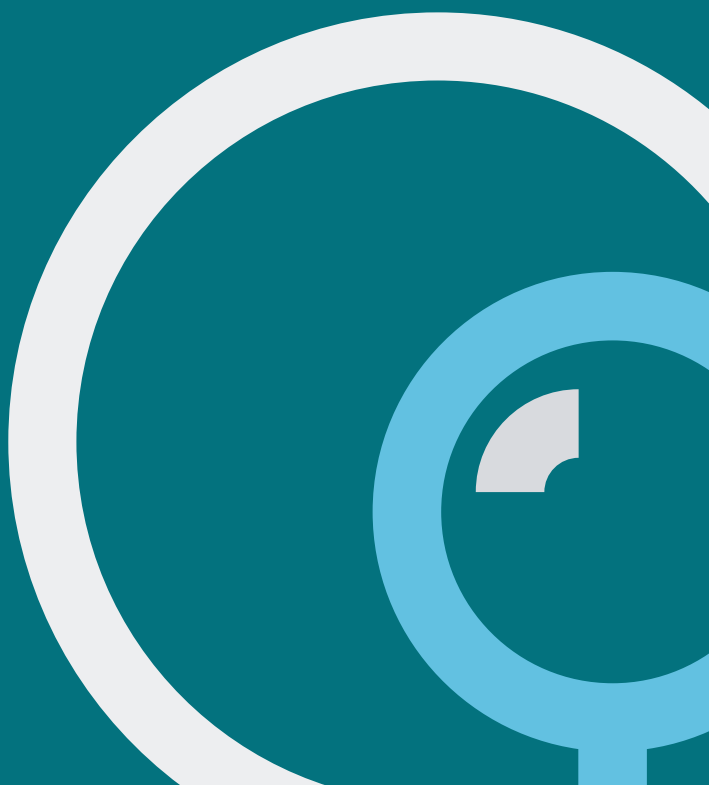


Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente

TOMO III – AMBIENTE TERRESTRE E ATMOSFERA

Apêndices

Volume 1



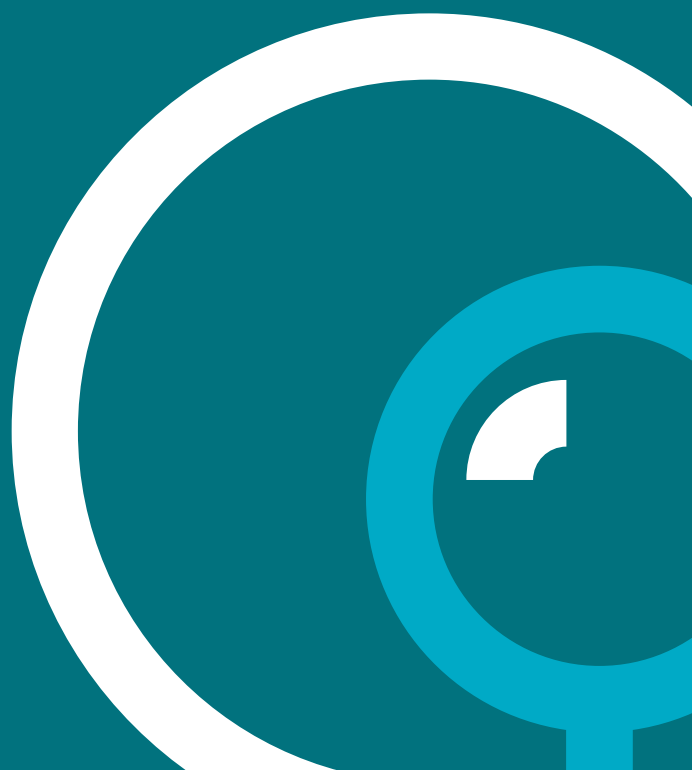
Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da
barragem de Fundão na bacia do rio Doce e região costeira adjacente

TOMO III – AMBIENTE TERRESTRE E ATMOSFERA

Apêndices

Volume 1

Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Maio/2020



Documento:	Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente TOMO III – Ambiente Terrestre e Atmosfera
Considerações Gerais:	Este documento refere-se ao primeiro volume de apêndices do TOMO III – Ambiente Terrestre e Atmosfera, parte integrante do Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente.
Contrato:	4500173758 – Samarco/Lactec
Solicitante:	Empresa: Ministério Público Federal Procuradoria da República em Minas Gerais
	Endereço: Av. Brasil, 1877
	Bairro: Bairro Funcionários
	Cidade: Belo Horizonte/MG
	CEP: CEP 30140-007
	A/C: Dr. José Adercio Leite Sampaio
	E-mail: joseadercio@mpf.mp.br
Executante:	Lactec Rodovia BR-116, km 98, nº 8813 Jardim das Américas Caixa Postal 19067 CEP 81531-980 Curitiba – PR – BR e-mail: leonardo.bastos@lactec.org.br Divisão de Meio Ambiente T + 55 (41) 3361-6882

Autoria:

Equipe Técnica do Lactec

Emitido por:

Leonardo Pussieldi Bastos, M. Sc.
Biólogo / CRBio 28808-07D
Meio Ambiente

Aprovado por:

Tânia Lucia Graf de Miranda, D. Sc.
Engenheira Agrônoma / CREA RS 069105/D
Gerente de Serviços Tecnológicos e Inovação

Luiz Alkimin de Lacerda, D. Sc.
Engenheiro Civil / CREA PR 155674/D
Gerente de Pesquisa e Inovação

SUMÁRIO

APÊNDICE A – FICHAS DE DESCRIÇÃO DAS FEIÇÕES SUBTERRÂNEAS VISTORIADAS	5
APÊNDICE B – PROCESSOS MINERÁRIOS ATINGIDOS PELA LAMA DE REJEITOS	29
APÊNDICE C – MATERIAL DE ORIGEM DAS SESSÕES AMOSTRADAS E LINHA-BASE DE SOLOS.....	43
APÊNDICE D – LOCALIZAÇÃO (COORDENADAS) DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM	47
APÊNDICE E – PEA-412	52
APÊNDICE F – PEA-415	57
APÊNDICE G – PEA-448	62
APÊNDICE H – RELATÓRIO DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS ACREDITADOS	71
APÊNDICE I – RELATÓRIO DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS ESPECIAIS	491
APÊNDICE J – ERODIBILIDADE DAS AMOSTRAS DE REJEITO CALCULADAS A PARTIR DA EQUAÇÃO DE WISCHMEIER; SMITH (1978)	665
APÊNDICE K – DETALHES DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS DA AVALIAÇÃO DE CITOGENOTOXICIDADE DO REJEITO E SOLO CONTROLE.....	667
APÊNDICE L – ANÁLISES DE ESTABILIDADE DE TALUDE.....	671
APÊNDICE M – INTERPRETAÇÃO DOS INDICADORES DE FERTILIDADE.....	863
APÊNDICE N – COMPARAÇÃO DOS TEORES PSEUDO TOTAIS DAS AMOSTRAS DE REJEITO DEPOSITADO OBTIDOS PELA RENOVA E PELO LACTEC.....	872

APÊNDICE A – FICHAS DE DESCRIÇÃO DAS FEIÇÕES SUBTERRÂNEAS VISTORIADAS

Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-07

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 660.741 / 7.763.429

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Feição não vistoriada devido a presença de abelhas. Estas fotografias foram fornecidas pela Samarco. Essa feição foi desconsiderada como abrigo ou cavidade em função das características espeleométricas. De acordo com a cota e limites da área afetada, essa feição foi atingida pela lama de rejeito.

Desenvolvimento: Não foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas.

Fotos gerais:



Nome da Feição: CA-08

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 660.788 / 7.763.464

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana - MG.



Descrição geral: De acordo com as vistorias realizadas pelo Lactec e segundo os critérios espeleométricos, essa feição foi classificada como abrigo. É formada por rochas xistosas e filitos, portanto não apresenta espeleotemas. Foi observada a presença uma plântula (B), provavelmente associada à presença de morcegos, já que deve ter geminado a partir dos excrementos destes animais. Esse abrigo foi atingido pela lama de rejeito.

Desenvolvimento: O desenvolvimento é reduzido e foi classificado como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas mencionadas.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-09

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 660.707 / 7.763.443

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Feição não vistoriada devido à presença de abelhas. Essas fotografias foram fornecidas pela Samarco. Conforme os critérios espeleométricos, foi mantida a classificação original de abrigo. De acordo com a cota e limites da área afetada, este abrigo foi atingido pela lama de rejeito. É formado por rochas xistosas e filitos e, portanto não apresenta espeleotemas.

Desenvolvimento: Foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas, dado que apresenta abertura maior que seu desenvolvimento.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-10

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 660.723 / 7.763.445

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Feição não vistoriada devido à presença de abelhas. Essas fotografias foram fornecidas pela Samarco. Conforme os critérios espeleométricos foi mantida a classificação original de abrigo. De acordo com a cota e limites da área afetada, este abrigo foi atingido pela lama de rejeito. É formado por rochas xistosas e filitos e, portanto, não apresenta espeleotemas.

Desenvolvimento: Foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas, dado que apresenta abertura maior que seu desenvolvimento.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-11

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 660.996 / 7.763.105

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Trata-se um bloco de rocha abatido (xisto) – não está in situ. Não apresenta espeleotemas e não se enquadra nos critérios para definição de cavidades e abrigos. Embora tenha sido atingido pela lama do rejeito, foi desconsiderado como cavidade ou abrigo.

Desenvolvimento: Foi desconsiderada como abrigo e/ou cavidade, dado que não atende as convenções e não permite o fechamento de um plano 0. Essa feição pode ser classificada apenas como afloramentos rochosos e/ou blocos de rocha.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-12

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 661.089 / 7.763.106

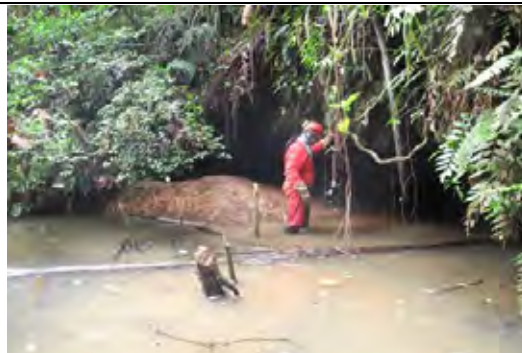
Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Esta feição atualmente encontra-se alagada, conforme as fotos apresentadas. As fotografias fornecidas Samarco, anteriores a elevação da cota da Barragem de Santarém, permitem identificar uma pequena cavidade formada em rocha xistosa, sem espeleotemas e com grau de relevância baixo. De acordo com as plantas baixas o desenvolvimento dessa cavidade era da ordem de 5,0 m.

Desenvolvimento: Esta feição encontra-se alagada. De todo modo, apesar desta condição, com base em fotografias e plantas baixas fornecidas pela Samarco, foi também classificada como cavidade.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-13

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 661052 / 7.763.092

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Trata-se um bloco de rocha abatido (xisto) – não está in situ. Não apresenta espeleotemas e não se enquadra nos critérios para definição de cavidades e abrigos. Embora tenha sido atingido pela lama do rejeito, foi desconsiderado como cavidade ou abrigo.

Desenvolvimento: Foi desconsiderada como abrigo e/ou cavidade, dado que não atende as convenções e não permite o fechamento de um plano 0. Essa feição pode ser classificada apenas como afloramentos rochosos e/ou blocos de rocha.

Fotos gerais:



Nome da Feição: CA-14

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23K - 661.110 / 7.763.031

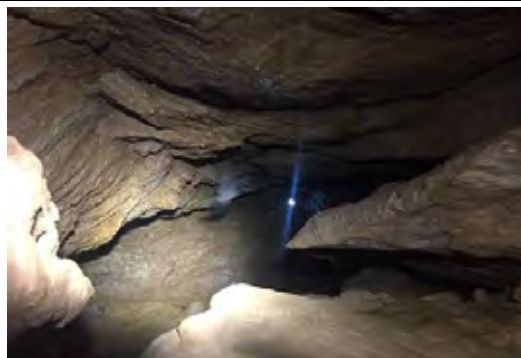
Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Caverna com desenvolvimento de 5,0 metros. Formada devido ao desabamento de blocos segundo o plano da foliação em rocha xistosa. Não possui espeleotemas e foi atingida pela lama de rejeito. Apenas nessa caverna foram registradas espécies cavernícolas. Os registros foram: uma mariposa (Lepidóptera) de espécie não identificada na entrada da caverna e 6 indivíduos do morcego vampiro (*Desmodus rotundus*) no interior do salão da caverna.

Desenvolvimento: Embora com desenvolvimentos reduzido, foi uma das únicas feições classificadas como cavernas de acordo com as convenções espeleométricas mencionadas.

Fotos gerais:



Nome da Feição: CA-15

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 661.100 / 7.763.015

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Trata-se de um afloramento rochoso paralelo a drenagem no qual os processos erosivos provocaram o solapamento da base, sobretudo facilitado pelos planos de foliação. Não constitui ambiente espeleológico propriamente dito e não adequa ao conceito do fechamento de um plano 0. Foi classificado apenas como abrigo.

Desenvolvimento: Foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas, dado que apresenta abertura maior que seu desenvolvimento.

Fotos gerais:



Nome da Feição: CA-16

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23K - 661.090 / 7.762.996

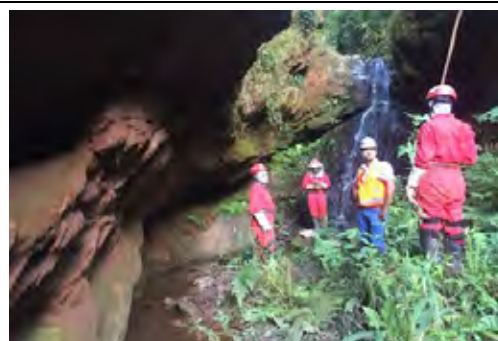
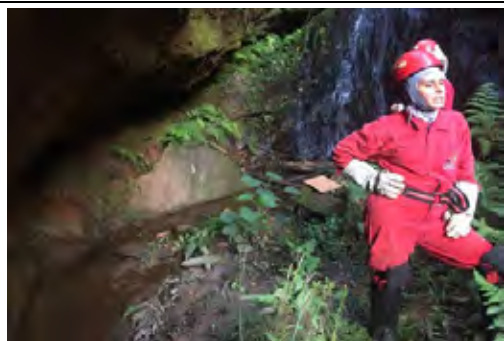
Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Igualmente a anterior, esta feição trata-se de um afloramento rochoso paralelo a drenagem, na qual os processos erosivos provocaram o solapamento da base, sobretudo facilitado pelos planos de foliação, criando assim um abrigo. Não constitui ambiente espeleológico propriamente dito e não se adequa ao conceito do fechamento de um plano 0. Foi classificado apenas como abrigo e foi atingido pela lama. Foi notada a presença de arcnídeos.

Desenvolvimento: Foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas, dado que apresenta abertura maior que seu desenvolvimento.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-17

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 661.479 / 7.762.470

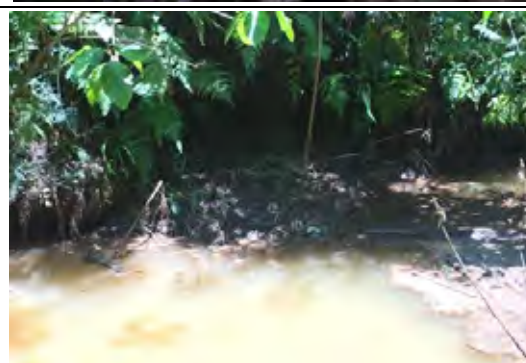
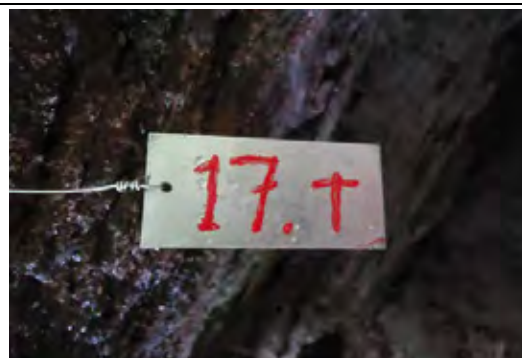
Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Esta feição, classificada como abrigo, encontra-se atualmente alagada, como pode ser visto pelas imagens C e D. Imagens A e B foram fornecidas pela Samarco e mostram como era a feição anterior ao alteamento da cota da Barragem de Santarém.

Desenvolvimento: Esta feição encontra-se alagada. De todo modo, apesar desta condição, com base em fotografias e plantas baixas fornecidas pela Samarco, foi também classificada como abrigo.

Fotos gerais:

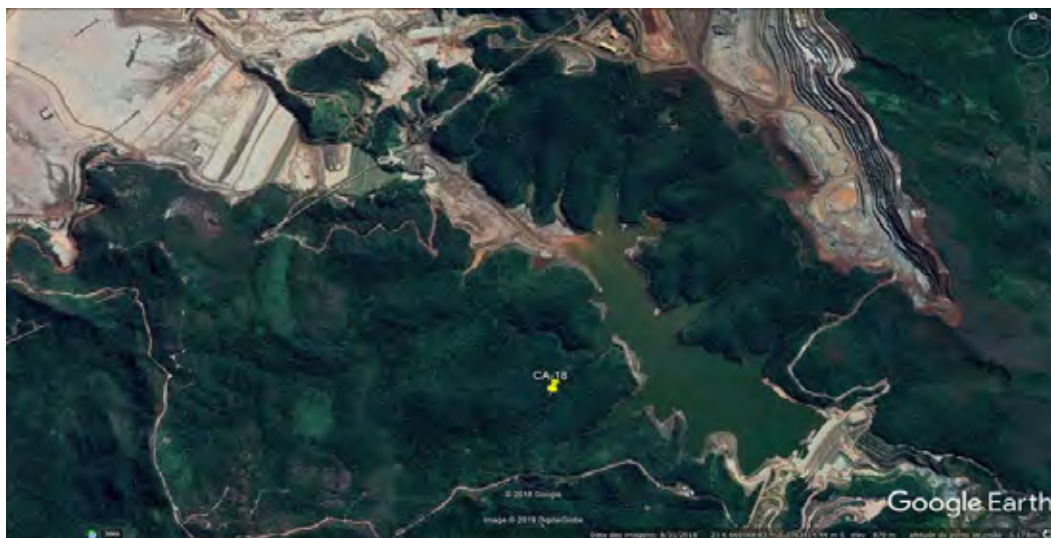


Nome da Feição: CA-18

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 661.495 / 7.762.409

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Esta feição não se caracteriza como cavidade ou abrigo e foi desconsiderada. Não constitui ambiente espeleológico, não atende aos critérios espeleométricos e também não fecha um plano 0. Trata-se apenas de um afloramento rochoso que sofreu erosão na sua base e que devido à foliação marcante cria um plano “negativo”. Esse afloramento foi atingido pela lama de rejeito.

Desenvolvimento: Foi desconsiderada como abrigo e/ou cavidade, dado que não atende as convenções e não permite o fechamento de um plano 0. Essa feição pode ser classificada apenas como afloramentos rochosos e/ou blocos de rocha.

Fotos gerais:



Nome da Feição: CA-19

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 661.482 / 7.762.409

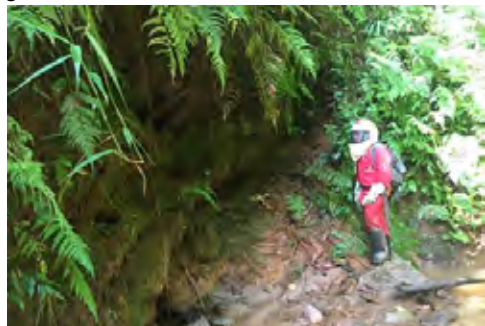
Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Esta feição não se caracteriza como cavidade ou abrigo e foi desconsiderada. Não constitui ambiente espeleológico e não fecha um plano 0. Igualmente trata-se de um afloramento rochoso que sofreu erosão na sua base e que devido à foliação marcante cria um plano “negativo”. Esse afloramento foi atingido pela lama de rejeito.

Desenvolvimento: Foi desconsiderada como abrigo e/ou cavidade, dado que não atende as convenções e não permite o fechamento de um plano 0. Essa feição pode ser classificada apenas como afloramentos rochosos e/ou blocos de rocha.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: CA-20

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE):

Coordenada: Fuso 23 K - 661.283 / 7.762.209

Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana - MG.



Descrição geral: Para esta feição, de acordo com as vistorias realizadas pelo Lactec, foi mantida a classificação estabelecida pela Carste como abrigo. Esse abrigo não foi atingido pela lama.

Desenvolvimento: Foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas, dado que apresenta abertura maior que seu desenvolvimento.

Fotos gerais:



Nome da Feição: SMD

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 662.860 / 7.762.556

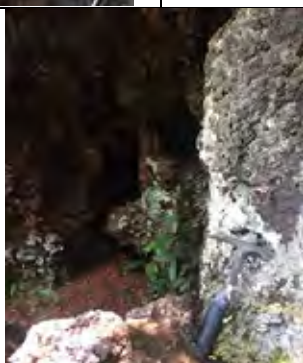
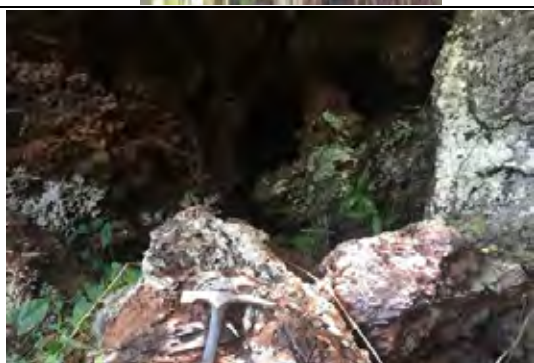
Município / Nome da região / Localização: Em torno da Barragem de Santarém, Mariana-MG.



Descrição geral: Esta é a única feição que ocorre em canga (crosta ferruginosa). Embora não apresente relevância significativa, foi mantida a classificação original de abrigo. Não apresenta espeleotemas e o desenvolvimento é de apenas 2,5 m. Não foi atingida pela lama de rejeito.

Desenvolvimento: Foi classificada como abrigo de acordo com as convenções espeleométricas, dado que apresenta abertura maior que seu desenvolvimento.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: Fabrica Nova / Mina Santo Antônio

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Não possui

Coordenada: Fuso 23 K - 663.084 / 7.761.110

Município / Nome da região / Localização: Barragem de Santarém - Mariana - MG.



Descrição geral: foi completamente soterrada pelas obras que foram realizadas para o alteamento da barragem de Santarém – não foram sequer identificados vestígios da existência dessa antiga mineração, pois atualmente no local encontram-se as bermas do talude de jusante da referida barragem.

Fotos gerais:



Nome da Feição: Gruta Casa Branca

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Gruta Ressurgência da Casa Branca

Coordenada: Fuso 24 K - 305.381 / 7.830.777

Município / Nome da região / Localização: Próximo à Colatina-ES.



Descrição geral: Lapa de gnaiss, transformada em capela.

Desenvolvimento: Desenvolvimento de 5 a 6 metros, e altura aproximada de 10 metros.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: Gruta Morada de Índio

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Gruta Morada de Índio

Coordenada: Fuso 23 K - 710.987 / 7.757.101

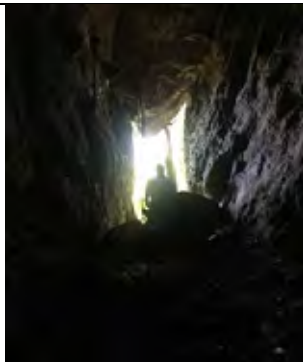
Município / Nome da região / Localização: Fazenda São Gonçalo, Barra Longa-MG.



Descrição geral: Possui rocha xistosa.

Desenvolvimento: Aproximadamente de 20 metros.

Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: Gruta São Gonçalo I

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Gruta São Gonçalo I

Coordenada: Fuso 23 K - 711.020 / 7.7757.311

Município / Nome da região / Localização: Barra Longa-MG.



Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: Gruta São Gonçalo II

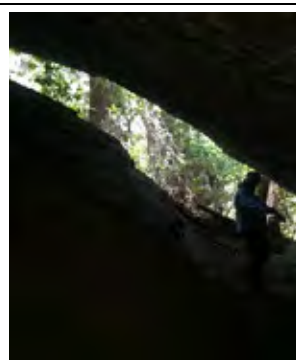
Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Gruta São Gonçalo II

Coordenada: Fuso 23 K - 711.017 / 7.757.067

Município / Nome da região / Localização: Fazenda São Gonçalo, Barra Longa-MG.



Fotos gerais:



Ficha de cadastro de cavernas / abrigos

Nome da Feição: Mina Ouro Fino

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE):

Coordenada: Fuso 23 K - 664.696 / 7.762.649

Município / Nome da região / Localização: Próximo da Igreja de Nossa Senhora das Mercês de Bento Rodrigues, Mariana - MG.



Fotos gerais:



Nome da Feição: Sete Salões

Nome conforme Cadastro Nacional (CANIE): Gruta Sete Salões

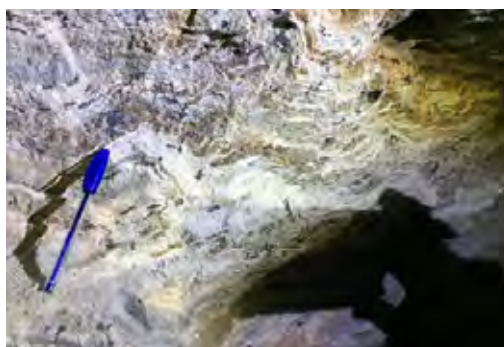
Coordenada: Fuso 24 K - 252.070 / 7.865.474

Município / Nome da região / Localização: Serra das Onças, Parque Sete Salões, Santa Rita do Ituteto-MG.



Descrição geral: Registro de celebrações, água santa. Tem predominância de quartzito micáceo, lineação mineral marcante

Fotos gerais:



APÊNDICE B – PROCESSOS MINERÁRIOS ATINGIDOS PELA LAMA DE REJEITOS

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
830010/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	20,8266
831337/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	46,5000	33,6104
832199/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	225,2800	68,3219
832909/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	38,7996
833368/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	46,9000	29,3398
832072/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	20,7600	13,4128
833882/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	998,5900	268,0107
834784/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	MG	30,5500	4,6659
830420/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	MG	42,7400	16,9666
830423/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	MG	42,0100	12,5778
830423/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	946,3400	299,9377
830528/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,2200	21,3331
832867/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	5,0400	5,0541
832868/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	4,8000	4,1585
832746/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,5700	35,4931
832747/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,4400	35,3064
832748/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,6700	32,6746
833237/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	88,6000	37,5191
834163/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	2,3400	0,0058
830029/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	MG	30,9600	29,0417
830170/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,3100	30,7661
830191/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	29,2500	29,2351
831078/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	546,2900	73,4409
832584/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,6100	44,4536
833384/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	35,3200	11,7594
831766/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	160,0600	57,8018
830467/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	195,0300	58,2058
831178/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	876,9700	70,8123
831403/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	230,2400	63,9458
830779/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	41,2500	24,8698
832136/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	MG	45,7000	30,9480
831948/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	25,8500	14,4750
830706/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	595,7400	88,0837
830941/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	7,6000	7,6167
832372/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	80,9100	29,3457
832578/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	171,1800	33,7102
831574/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	24,5000	7,5061
833338/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	5,4500	5,3574
833383/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	91,3300	1,0165
833384/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	87,4600	3,0577
830190/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,9800	41,5495
833061/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	656,0600	56,4021

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
830946/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,9400	17,1460
830684/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,8600	41,0353
830685/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	47,9200	31,7286
830686/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,9300	42,3084
896514/1996	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	47,9900	28,0868
896343/1998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	41,5900	24,4520
896344/1998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	21,4900	12,6712
896350/1998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	8,1500	8,2006
896443/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	19,9400	11,8260
896714/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	684,4200	222,0900
896199/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	912,7100	80,4668
896302/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	10,7200	3,5034
896320/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	37,5100	11,1526
896040/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	411,9100	231,2046
896669/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	35,1600	14,1446
896208/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	745,7100	28,7941
896639/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,3700	43,5118
896921/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	28,1800	25,3814
896920/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,6800	27,2940
896928/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,9600	50,2861
896258/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,6300	25,7726
896259/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,6600	40,7656
896810/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	504,4900	196,5142
896066/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	98,6300	90,3961
896229/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,2400	0,7222
896778/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	ES	310,9100	89,6491
896568/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	3,7800	2,7079
896369/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	35,0300	23,7969
896635/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,7700	43,4216
896636/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,8800	43,2143
896637/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,5200	48,3008
896639/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,4500	47,4432
896642/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,2100	47,1484
896632/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,1000	47,0520
896630/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,9800	33,8951
896634/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,1300	45,6816
896640/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,8000	49,5660
896513/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	3,5900	2,6310
896444/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	407,6700	232,9741
896631/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	46,8300	20,6444
896072/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	36,1500	23,8844
896484/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,1000	0,0542
896485/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,6800	0,9184
896685/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	122,1100	4,9690

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
896152/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	50,0000	0,4991
896082/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	680,6300	248,1167
896703/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	85,6100	33,5679
896309/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	40,2600	26,5907
896170/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	4,4600	2,8478
896225/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,9000	44,1443
896279/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	48,8300	16,4340
896723/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	ES	406,1100	0,2010
896342/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	3,1600	3,0714
896514/1996	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	47,9900	28,0868
896343/1998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	41,5900	24,4520
896344/1998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	21,4900	12,6712
896350/1998	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	8,1500	8,2006
896443/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	19,9400	11,8260
896714/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	684,4200	222,0900
896199/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	912,7100	80,4668
896302/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	10,7200	3,5034
896320/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	37,5100	11,1526
896040/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	411,9100	231,2046
896669/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	35,1600	14,1446
896208/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	745,7100	28,7941
896639/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,3700	43,5118
896921/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	28,1800	25,3814
896920/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,6800	27,2940
896928/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,9600	50,2861
896258/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,6300	25,7726
896259/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,6600	40,7656
896056/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	250,7500	0,0004
896810/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	504,4900	196,5142
896054/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	44,5200	3,6840
896066/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	98,6300	90,3961
896229/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,2400	0,7222
896125/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	739,3600	8,3801
896778/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	ES	310,9100	89,6491
896568/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	3,7800	2,7079
896626/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	943,3000	0,0457
896369/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	35,0300	23,7969
896635/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,7700	43,4216
896636/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,8800	43,2143
896637/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,5200	48,3008
896639/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,4500	47,4432
896642/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,2100	47,1484
896632/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,1000	47,0520
896630/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,9800	33,8951

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
896634/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,1300	45,6816
896640/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,8000	49,5660
896513/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	3,5900	2,6310
896444/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	407,6700	232,9741
896631/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	46,8300	20,6444
896072/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	36,1500	23,8844
896484/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,1000	0,0542
896485/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,6800	0,9184
896685/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	122,1100	4,9690
896152/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	50,0000	0,4991
896082/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	680,6300	248,1167
896703/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	85,6100	33,5679
896309/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	40,2600	26,5907
896036/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	21,2600	0,1533
896170/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	4,4600	2,8478
896225/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,9000	44,1443
896279/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	48,8300	16,4340
896723/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	INDUSTRIAL	ES	406,1100	0,2010
896342/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	3,1600	3,0714
890520/1991	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	ES	50,0000	37,1219
890319/1992	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	ES	50,9600	22,0413
890320/1992	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	ES	774,6300	205,1355
890520/1991	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	ES	50,0000	37,1219
890319/1992	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	ES	50,9600	22,0413
890320/1992	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	AREIA INDUSTRIAL	NÃO INFORMADO	ES	774,6300	205,1355
830509/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	MG	708,8600	407,7553
830109/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	MG	316,7300	49,2477
831452/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	MG	511,4700	248,8617
830964/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	MG	21,6700	2,1040
832836/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	MG	518,6200	248,8449
896343/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	48,1200	6,6160
896057/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	89,4000	1,3890
896401/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	164,9500	66,6514
896016/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	49,3700	24,4580
896573/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	9,3700	0,6485
896574/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	37,1600	3,6617
896343/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	48,1200	6,6160
896057/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	89,4000	1,3890

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
896401/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	164,9500	66,6514
896016/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	49,3700	24,4580
896294/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	49,7400	0,1374
896573/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	9,3700	0,6485
896560/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	33,9400	0,0049
896140/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	394,9100	0,2614
896428/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	87,6600	1,4186
896574/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	37,1600	3,6617
896188/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	266,6200	0,1201
896639/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA P/CER. VERMELH	INDUSTRIAL	ES	725,5300	104,1720
896152/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA P/CER. VERMELH	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	9,5000	0,0300
896639/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA P/CER. VERMELH	INDUSTRIAL	ES	725,5300	104,1720
831463/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	MG	266,0300	57,9067
830734/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	MG	296,1400	97,3381
896027/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	470,1400	185,3318
896028/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	905,2000	411,5460
896242/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	NÃO INFORMADO	ES	260,2200	3,7832
896027/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	470,1400	185,3318
896028/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	905,2000	411,5460
896242/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ARGILA REFRATÁRIA	NÃO INFORMADO	ES	260,2200	3,7832
831562/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	DIAMANTE	OURIVESARIA	MG	2000,0000	50,0230
831568/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	DIAMANTE	OURIVESARIA	MG	2000,0000	65,9445
831571/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	DIAMANTE	OURIVESARIA	MG	2000,0000	150,0417
831579/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	DIAMANTE	OURIVESARIA	MG	1988,7800	25,7853
831377/2000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	479,8900	385,3390
831600/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	MG	738,2700	533,0438
830406/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	MG	303,4500	10,4902
831380/2005	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	MG	222,5100	77,1459
831345/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	49,9000	4,0395
833010/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	992,7500	154,3900
833331/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	994,3700	24,8081
830675/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	257,8200	54,0168

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
833013/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	895,7000	89,6878
833432/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	MG	457,0000	4,5852
830024/2007	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	352,0000	0,4050
833598/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	857,1000	1,7216
831075/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	485,7200	486,5513
831385/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	MG	176,1400	6,7316
830304/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	896,2300	21,1532
830212/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	222,8000	4,5868
832191/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	824,7000	27,4493
896110/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	761,8700	0,0059
896646/1995	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	NÃO INFORMADO	ES	476,8500	7,0981
896578/1999	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	50,0000	9,2658
896472/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	281,4900	1,8715
896643/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	580,3100	10,7271
896286/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	277,6900	30,3640
896488/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	309,8300	1,5796
896834/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	243,2200	5,6524
896651/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	153,4800	0,3215
896659/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	110,0800	0,3215
896110/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	761,8700	0,0059
891363/1994	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	NÃO INFORMADO	ES	963,3800	2,6900
896646/1995	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	NÃO INFORMADO	ES	476,8500	7,0981
896578/1999	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	50,0000	9,2658
896472/2001	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	281,4900	1,8715
896643/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	580,3100	10,7271
896286/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	277,6900	30,3640
896488/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	309,8300	1,5796
896834/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	243,2200	5,6524
896651/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	153,4800	0,3215
896659/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	110,0800	0,3215
896110/2003	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	GRANITO	INDUSTRIAL	ES	761,8700	0,0059
832568/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ILMENITA	INDUSTRIAL	MG	592,9800	87,6347
832569/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	ILMENITA	INDUSTRIAL	MG	1605,3700	733,0457
832528/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	FERRO	NÃO INFORMADO	MG	628,0000	15,3772
830776/1990	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	NÃO INFORMADO	MG	719,2700	124,4615
832126/1996	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	NÃO INFORMADO	MG	823,7000	156,4416
831622/2004	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	METALURGIA	MG	1174,7400	136,2957
830539/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1982,0700	118,3274
830675/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1654,8200	39,6583
831650/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	133,6500	8,7096

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
832652/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	13,1200	0,8405
832895/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	600,9200	3,7599
834416/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	841,9800	173,6778
830425/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1894,0600	38,1774
830742/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1295,4500	3,7191
833206/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1952,9900	133,2578
830206/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1913,6200	1,5308
833058/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1939,3200	57,3390
832168/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	830,3400	3,0286
833006/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	9,7300	3,2677
834003/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	176,7200	24,6705
830532/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	149,3400	40,6666
830865/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1724,5400	1057,6093
834330/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1090,4500	112,5680
830178/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	401,2900	42,8555
833128/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	153,0400	1,2345
833951/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	904,9700	351,8496
831037/2013	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	865,1000	26,0244
834830/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	490,7500	213,5507
833005/2009	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1007,7400	70,2047
832992/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1746,5700	853,8736
834592/2011	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	312,6800	147,2642
831835/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	101,9900	30,4566
832109/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1852,6800	164,8170
832214/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1546,8700	142,6009
833019/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	506,5500	163,5338
833295/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	715,2300	151,1604
833020/2014	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	149,3400	40,6666

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
831028/2015	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	197,3300	24,4852
833181/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	11,6900	3,3906
896110/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	273,9700	203,7573
896331/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	197,0600	89,1178
896475/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	431,2000	198,5951
896793/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	231,3700	146,8565
896633/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	558,6300	520,0340
896221/1997	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	NÃO INFORMADO	ES	1922,3000	1503,7065
896645/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	217,0000	218,1289
896257/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	325,5200	248,1816
896580/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	1076,6200	401,5471
896110/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	273,9700	203,7573
896331/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	197,0600	89,1178
896475/2008	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	431,2000	198,5951
896793/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	231,3700	146,8565
896633/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	558,6300	520,0340
896221/1997	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	NÃO INFORMADO	ES	1922,3000	1503,7065
896645/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	217,0000	218,1289
896257/2010	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	325,5200	248,1816
896580/2012	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	1076,6200	401,5471
832227/1999	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	NÃO INFORMADO	MG	1786,1500	147,6245
833888/1993	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	NÃO INFORMADO	MG	652,5000	66,5066
896333/2000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	INDUSTRIAL	ES	1422,5000	708,7978
896441/2002	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	OURIVESARIA	ES	1026,9900	377,5613
896096/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	OURIVESARIA	ES	117,2600	58,3669
896333/2000	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	INDUSTRIAL	ES	1422,5000	708,7978
896441/2002	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	OURIVESARIA	ES	1026,9900	377,5613
896096/2006	AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA	OURO	OURIVESARIA	ES	117,2600	58,3669
830685/1989	CONCESSÃO DE LAVRA	ÁGUA MINERAL	NÃO INFORMADO	MG	29,0000	19,5601
896546/1999	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,8000	23,7145
896018/1999	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9300	45,1990
896546/1999	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,8000	23,7145

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
896018/1999	CONCESSÃO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9300	45,1990
1076/1967	CONCESSÃO DE LAVRA	HEMATITA	NÃO INFORMADO	MG	280,9700	13,7096
2329/1935	CONCESSÃO DE LAVRA	MINÉRIO DE FERRO	NÃO INFORMADO	MG	792,1500	29,3546
830404/1979	LICENCIAMENTO	AREIA	NÃO INFORMADO	MG	13,3200	6,9050
830985/1999	LICENCIAMENTO	AREIA	NÃO INFORMADO	MG	1,0100	0,6335
831698/1999	LICENCIAMENTO	AREIA	NÃO INFORMADO	MG	50,0000	15,1458
831661/2000	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	15,3976
831832/2002	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,8600	14,7304
832180/2002	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	2,2400	0,0664
832205/2003	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	19,8051
832206/2003	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	14,2979
834648/2007	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	25,2143
834095/2007	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	15,1100	12,9654
834504/2008	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	47,1500	33,4337
832732/2009	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,0500	39,2428
832636/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	0,3900	0,3680
832271/2012	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	8,4800	4,6276
833563/2012	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	25,7800	11,9085
831639/2013	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	9,7300	3,2677
832654/2015	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	0,6300	0,3385
833776/2004	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	22,0000	16,4941
896677/2006	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	42,8300	19,4251
896791/2007	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	9,3000	4,4338
896140/2009	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	7,0000	6,8477
896212/2011	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,0500	1,0599
896459/2011	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,0000	42,9896
896014/2011	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,6400	0,8943
896449/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,3300	28,5121
896422/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,7900	0,7220
896628/2012	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,7000	23,8447
896022/2014	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,7800	0,1933
896203/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	8,9900	8,1571
896677/2006	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	42,8300	19,4251
896791/2007	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	9,3000	4,4338
896140/2009	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	7,0000	6,8477
896212/2011	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,0500	1,0599
896459/2011	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,0000	42,9896
896014/2011	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,6400	0,8943
896449/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,3300	28,5121
896422/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,7900	0,7220
896628/2012	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,7000	23,8447
896022/2014	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,7800	0,1933
896203/2010	LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	8,9900	8,1571

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
832382/2001	LICENCIAMENTO	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	MG	25,4600	2,0476
832310/2002	LICENCIAMENTO	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	MG	50,0000	2,8930
831015/1999	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	MG	50,0000	15,8597
831156/2000	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,9000	20,4985
832558/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	42,0000	33,4997
830419/2005	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	37,5157
831173/2005	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	37,0000	28,1743
832962/2005	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	50,0000	39,3765
834701/2010	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	27,3600	22,4336
830914/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	41,2800	30,2784
832745/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,1700	41,3810
834716/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,2300	38,2639
831051/2000	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	27,8800	11,6106
832066/2001	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,1100	32,7004
832186/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,9200	44,2934
896207/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9200	48,3581
896208/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	45,0021
896209/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	37,9127
896210/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	50,0000	46,8579
896212/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	38,6717
896213/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	42,5693
896214/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9200	45,7560
896215/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,5500	45,9680
896328/2000	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	42,7900	0,6839
896538/2005	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	18,4700	18,0047
896303/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	33,3100	19,2034
896772/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	16,1800	9,1073
896269/2002	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,1600	0,3668
896376/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	13,1700	12,7411
890519/1991	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	18,2200	17,2876
896268/2002	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	INDUSTRIAL	ES	24,2800	15,0995
896775/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,2900	1,1741
896156/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	553,7800	267,2071
896207/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9200	48,3581
896208/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	45,0021
896209/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	37,9127
896210/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	50,0000	46,8579
896212/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	38,6717
896213/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9600	42,5693
896214/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,9200	45,7560
896215/1997	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	49,5500	45,9680
896328/2000	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	42,7900	0,6839
896538/2005	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	18,4700	18,0047

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA ha INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
896303/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	33,3100	19,2034
896772/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	16,1800	9,1073
896269/2002	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,1600	0,3668
896376/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	13,1700	12,7411
890519/1991	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	18,2200	17,2876
896268/2002	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	INDUSTRIAL	ES	24,2800	15,0995
896775/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	2,2900	1,1741
896156/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	553,7800	267,2071
896600/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	34,9000	0,7339
896112/1998	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	377,9400	0,0173
896600/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	34,9000	0,7339
896154/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	49,3900	30,1803
896154/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	49,3900	30,1803
896380/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	ARGILA REFRATÁRIA	INDUSTRIAL	ES	30,2400	0,3953
832075/1989	REQUERIMENTO DE LAVRA	FELDSPATO	NÃO INFORMADO	MG	97,0000	3,6714
831887/2005	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	298,5300	19,9770
831382/2004	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	INDUSTRIAL	MG	887,6400	34,5768
890427/1990	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	NÃO INFORMADO	ES	1000,0000	7,5874
896395/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	28,7500	16,9125
890427/1990	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	NÃO INFORMADO	ES	1000,0000	7,5874
896395/2006	REQUERIMENTO DE LAVRA	GRANITO	REVESTIMENTO	ES	28,7500	16,9125
832362/2008	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	6,3200	6,2393
832963/2002	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE OURO	OURIVESARIA	MG	142,6100	0,3584
830866/2011	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1598,3200	982,0782
830041/2003	REQUERIMENTO DE LAVRA	MINÉRIO DE OURO	OURIVESARIA	MG	1078,1900	257,7861
896001/1998	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	GEMA	NÃO INFORMADO	ES	24,7100	0,7604
896002/1998	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	GEMA	NÃO INFORMADO	ES	26,1900	8,5890
896001/1998	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	GEMA	NÃO INFORMADO	ES	24,7100	0,7604
896002/1998	REQUERIMENTO DE LAVRA GARIMPEIRA	GEMA	NÃO INFORMADO	ES	26,1900	8,5890
830095/2007	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,9800	49,3094
830819/2008	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	11,4100	10,3525
832570/2008	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	4,9500	0,9266
831097/2009	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	16,8600	5,3314
833195/2011	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	48,9800	10,5053

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA hA INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
831377/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,8700	43,0220
896022/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,6800	27,2941
896063/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,2400	0,7221
896151/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	47,9900	28,0862
896168/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,3700	24,4593
896450/2010	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	28,1800	25,3813
896022/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	43,6800	27,2941
896063/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	1,2400	0,7221
896151/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	NÃO INFORMADO	ES	47,9900	28,0862
896168/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	49,3700	24,4593
896450/2010	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	28,1800	25,3813
831509/2015	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	MG	25,4600	2,0478
896091/2013	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	49,3600	1,8189
896091/2013	REQUERIMENTO DE LICENCIAMENTO	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	49,3600	1,8189
831143/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	24,5000	7,5045
832675/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,6100	33,9560
832678/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,3300	28,9190
832677/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,1300	39,7862
832679/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	49,6200	24,1373
832475/2014	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	29,2500	29,2354
832371/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	MG	138,3400	50,9170
896619/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	752,2400	20,2063
896290/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	0,0800	0,0156
896349/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	0,7900	0,7986
896619/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	752,2400	20,2063
896290/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	0,0800	0,0156
896349/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	AREIA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	0,7900	0,7986
896016/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	406,7300	2,3726

PROCESSO	FASE	SUBS	USO	UF	AREA hA INICIAL	AREA EM ha ATINGIDA
896249/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	304,5000	7,9642
896863/2008	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	997,1800	500,9425
896016/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	CONSTRUÇÃO CIVIL	ES	406,7300	2,3726
896249/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	CERÂMICA VERMELHA	ES	304,5000	7,9642
896863/2008	REQUERIMENTO DE PESQUISA	ARGILA	INDUSTRIAL	ES	997,1800	500,9425
830741/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	BAUXITA	INDUSTRIAL	MG	1941,6900	103,4153
832940/2014	REQUERIMENTO DE PESQUISA	GRANITO	REVESTIMENTO	MG	933,5300	1,7216
833123/2005	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	50,0000	1,3518
834472/2008	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1983,3000	52,6417
830787/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1662,5700	33,4090
832700/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	80,3800	28,6565
831754/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1601,8400	8,5789
833057/2015	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE FERRO	INDUSTRIAL	MG	1325,0700	4,3433
831821/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1262,7700	156,9980
833183/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1385,2500	174,0595
834109/2012	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	13,1000	0,8384
832107/2014	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1731,2000	139,1865
833155/2014	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1289,9000	142,3829
833218/2014	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	MG	1030,3900	43,4907
896073/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	376,9200	200,6869
896073/2013	REQUERIMENTO DE PESQUISA	MINÉRIO DE OURO	INDUSTRIAL	ES	376,9200	200,6869

APÊNDICE C – MATERIAL DE ORIGEM DAS SESSÕES AMOSTRADAS E LINHA-BASE DE SOLOS

Apêndice C – Tabela 1. Composição mineralógica dos materiais de origem coletados nas seções de solo e rejeito.

Amostra	Composição mineralógica
STS 5.1	Quartzo, Horneblenda, Inesita
STS 5.6	Quartzo, Microclinio, Labradorita
STS 7.4	Tremolita, Pargasita, Horneblenda, Diopsídio
STS 8.6	Quartzo, Biotita, Flogopita, Berlinita, Gismondina
STS 8.6	Quartzo, Microclinio, Albita, Albita, Flogopita
STS 8.6	Diopsídio, Labradorita, Tremolita
STS 9.6	Gibbsita, Groutelita, Bracewellite, Goethita, Horneblenda
STS 9.6	Actnolita, Horneblenda, Labradorita
STS 10.5	Quartzo, Biotita e Flogopita

Apêndice C – Figura 1. Aspecto geral dos afloramentos onde foram coletas amostras de rochas.



Apêndice C – Tabela 2 - Estatística descritiva dos parâmetros físicos dos solos (camada 0-40 cm) de várzea anteriormente ao rompimento da barragem de Fundão e que ocorrem na área de abrangência do diagnóstico de dano ambiental em solos. Dados compilados de Pacheco (2015).

Parâmetros Físicos									
	unidade	Prof. Hor (cm)	mínimo	Q25	média	mediana	Q75	máximo	n
areia grossa	%	0-40	7,00	7,00	8,75	7,50	9,25	13,00	4
areia fina			55,00	55,75	61,00	60,00	65,25	69,00	4
areia total			63,00	63,00	69,75	69,50	76,25	77,00	4
silte			12,00	12,75	15,75	16,00	19,00	19,00	4
argila			10,00	11,50	14,50	15,00	18,00	18,00	4
densidade partículas	g cm ⁻³		2,67	2,69	2,73	2,73	2,77	2,78	4

Apêndice C – Tabela 3 - Estatística descritiva dos parâmetros físicos de solos (camada 0-40 cm) de várzea selecionados como linha base. Dados compilados de Ottoni et al. (2018).

Parâmetros Físicos									
	unidade	Prof. Hor (cm)	mínimo	Q25	média	mediana	Q75	máximo	n
densidade do solo	g cm ⁻³	0-40	1,21	1,33	1,46	1,51	1,62	1,67	11
porosidade total			0,311	0,392	0,462	0,510	0,530	0,550	6
macroporosidade			0,083	0,128	0,195	0,201	0,269	0,289	6
microporosidade			0,228	0,247	0,267	0,255	0,291	0,318	6
umidade na capacidade de campo (100 kPa)	m ³ m ⁻³		0,151	0,216	0,237	0,230	0,255	0,318	11
umidade no ponto de murcha permanente (1,5 Mpa)			0,058	0,109	0,146	0,133	0,185	0,229	11
capacidade de água disponível	mm		25,37	43,06	53,96	51,71	58,67	87,12	11

Apêndice C – Tabela 4. Estatística descritiva dos parâmetros de fertilidade dos solos (camada 0-40 cm) de várzea anteriormente ao rompimento da barragem de Fundão e que ocorrem na área de abrangência do diagnóstico de dano ambiental em solos. Dados compilados de Pacheco (2015).

		Fertilidade							
	unidade	Prof. Hor (cm)	mínimo	Q25	média	mediana	Q75	máximo	n
pH água	-	0-40	5,87	5,87	5,92	5,92	5,96	5,96	4
pH CaCl ₂	-		-	-	-	-	-	-	-
pH KCl	-		5,24	5,26	5,26	5,27	5,27	5,28	4
delta pH	-		-0,72	-0,70	-0,65	-0,65	-0,61	-0,59	4
Al	cmol _c dm ⁻³		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
H+Al			1,10	1,10	1,50	1,50	1,90	1,90	4
m	%		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4
K	cmol _c dm ⁻³		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	4
Na			-	-	-	-	-	-	-
Ca			0,85	1,57	2,06	2,12	2,60	3,14	4
Mg			0,16	0,39	0,47	0,49	0,56	0,74	4
SB			1,05	2,01	2,57	2,65	3,20	3,92	4
Ca/Mg			3,85	4,15	4,56	4,54	4,96	5,31	4
V	%		35,60	50,23	60,43	64,00	74,20	78,10	4
P	mg dm ⁻³		3,60	3,75	4,33	4,05	4,63	5,60	4
t	cmol _c dm ⁻³		1,05	2,01	2,57	2,65	3,20	3,92	4
T			2,95	3,78	4,07	4,15	4,43	5,02	4
CO	dag dm ⁻³		0,66	0,83	0,83	0,88	0,88	0,88	4
Fe	mg kg ⁻¹		-	-	-	-	-	-	-
Mn			-	-	-	-	-	-	-
Cu			-	-	-	-	-	-	-
Zn			-	-	-	-	-	-	-

Apêndice C – Tabela 5 - Estatística descritiva dos parâmetros de elementos potencialmente tóxicos dos solos (camada 0-40 cm) de várzea anteriormente ao rompimento da barragem de Fundão e que ocorrem na área de abrangência do diagnóstico de dano ambiental em solos. Dados compilados de Rodrigues (2012) e Pacheco (2015).

Elementos Potencialmente Tóxicos									
	unidade	Prof. Hor (cm)	mínimo	Q25	média	mediana	Q75	máximo	n
Al	mg kg ⁻¹	0-40	4.496	8.428	39.684	18.455	40.547	146.086	18
As			5,6	21,1	28,9	30,8	37,1	45,0	18
Ba			102	244	347	327	484	571	18
Cd			2,1	2,2	2,4	2,4	2,6	2,7	4
Co			3,0	9,7	14,2	12,8	16,5	39,8	18
Cr			36,6	44,4	74,2	77,6	96,0	132	18
Cu			9,8	20,3	24,4	23,6	28,8	40,2	18
Fe			58.761	106.341	197.626	216.695	253.859	379.719	18
Mn			720	1.599	3.525	3.409	5.365	6.424	18
Ni			13,6	19,1	34,1	26,2	43,0	74,4	18
Pb			20,1	31,5	37,3	35,8	41,9	81,1	18
Zn			46,1	48,8	54,4	52,3	56,3	70,7	18

APÊNDICE D – LOCALIZAÇÃO (COORDENADAS) DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

Apêndice D – Tabela 1 – Localização das amostras deformadas de rejeito depositado, solo controle e misturas coletadas no item 2.2.1.2.1 do Tomo III.

Ponto	Matriz	Leste	Norte	Prof. (cm)	Análises					Data Coleta
					Fert.	Gran.	EPTs	Morf.	Min.	
STS1.1	Solo	-43,414485	-20,257687	0-20	X	X	X	X	X	17/02/2018
STS1.2	Rejeito	-43,414417	-20,257397	0-20	X	X	X	X	X	17/02/2018
STS1.3	Rejeito	-43,414281	-20,257178	0-20	X	X	X	X		17/02/2018
STS1.4	Rejeito	-43,414202	-20,256726	0-20	X	X	X	X	X	17/02/2018
STS1.4	Rejeito	-43,414202	-20,256726	20-40	X	X	X	X		17/02/2018
STS1.5	Rejeito	-43,414224	-20,256637	0-20	X	X	X	X		17/02/2018
STS1.6	Solo	-43,414312	-20,256348	0-20	X	X	X	X	X	17/02/2018
STS2.1	Solo	-43,376670	-20,252959	0-20	X	X	X	X	X	18/02/2018
STS2.1	Solo	-43,376670	-20,252959	20-40	X	X	X	X		18/02/2018
STS2.2	Rejeito	-43,376090	-20,252845	0-20	X	X	X	X	X	18/02/2018
STS2.2	Rejeito	-43,376090	-20,252845	20-40	X	X	X	X		18/02/2018
STS2.3	Rejeito	-43,375388	-20,252285	0-20	X	X	X	X		18/02/2018
STS2.3	Rejeito	-43,375388	-20,252285	20-40	X	X	X	X		18/02/2018
STS2.4	Rejeito	-43,375257	-20,251430	0-20	X	X	X	X	X	18/02/2018
STS2.4	Rejeito	-43,375257	-20,251430	20-40	X	X	X	X		18/02/2018
STS2.5	Rejeito	-43,375048	-20,251040	0-20	X	X	X	X		18/02/2018
STS2.6	Solo	-43,374816	-20,250590	0-20	X	X	X	X	X	18/02/2018
STS2.6	Solo	-43,374816	-20,250590	20-40	X	X	X	X		18/02/2018
STS3.1	Solo	-43,264270	-20,291892	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS3.1	Solo	-43,264270	-20,291892	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.2	Rejeito	-43,263728	-20,292420	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS3.2	Rejeito	-43,263728	-20,292420	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.3	Rejeito	-43,263072	-20,291388	0-20	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.3	Rejeito	-43,263072	-20,291388	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.4	Rejeito	-43,262492	-20,291237	0-20	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.4	Rejeito	-43,262492	-20,291237	20-40	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS3.5	Rejeito	-43,262138	-20,290936	0-20	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.5	Rejeito	-43,262138	-20,290936	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS3.6	Solo	-43,261405	-20,290666	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS3.6	Solo	-43,261405	-20,290666	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.1	Solo	-43,234855	-20,299726	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS4.1	Solo	-43,234855	-20,299726	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.2	Rejeito	-43,234617	-20,300114	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS4.2	Rejeito	-43,234617	-20,300114	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.3	Rejeito	-43,233429	-20,299900	0-20	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.3	Rejeito	-43,233429	-20,299900	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.4	Rejeito	-43,233172	-20,299497	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS4.4	Rejeito	-43,233172	-20,299497	20-40	X	X	X	X		19/02/2018

Ponto	Matriz	Leste	Norte	Prof. (cm)	Análises					Data Coleta
					Fert.	Gran.	EPTs	Morf.	Min.	
STS4.5	Rejeito	-43,232409	-20,299317	0-20	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.5	Rejeito	-43,232409	-20,299317	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS4.6	Solo	-43,231876	-20,299581	0-20	X	X	X	X	X	19/02/2018
STS4.6	Solo	-43,231876	-20,299581	20-40	X	X	X	X		19/02/2018
STS5.1	Solo	-43,198783	-20,273341	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS5.1	Solo	-43,198783	-20,273341	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.2	Rejeito	-43,199270	-20,273056	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS5.2	Rejeito	-43,199270	-20,273056	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.2	Mistura	-43,199270	-20,273056	0-9+	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS5.3	Rejeito	-43,199826	-20,272945	0-20	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.3	Rejeito	-43,199826	-20,272945	20-40	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS5.4	Rejeito	-43,200610	-20,273019	0-20	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.4	Rejeito	-43,200610	-20,273019	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.5	Rejeito	-43,201265	-20,272834	0-20	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.5	Rejeito	-43,201265	-20,272834	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS5.6	Solo	-43,201889	-20,272564	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS5.6	Solo	-43,201889	-20,272564	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.1	Solo	-43,159765	-20,277967	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS6.1	Solo	-43,159765	-20,277967	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.2	Rejeito	-43,159297	-20,277694	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS6.2	Rejeito	-43,159297	-20,277694	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.3	Rejeito	-43,159162	-20,277410	0-20	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.3	Rejeito	-43,159162	-20,277410	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.4	Rejeito	-43,159716	-20,276447	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS6.4	Rejeito	-43,159716	-20,276447	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.4	Mistura	-43,159716	-20,276447	0-20	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.5	Rejeito	-43,159353	-20,276363	0-20	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.5	Mistura	-43,159353	-20,276363	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS6.6	Solo	-43,158456	-20,276410	0-20	X	X	X	X	X	20/02/2018
STS6.6	Solo	-43,158456	-20,276410	20-40	X	X	X	X		20/02/2018
STS7.1	Solo	-43,121798	-20,259470	0-20	X	X	X	X	X	21/02/2018
STS7.1	Solo	-43,121798	-20,259470	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.2	Mistura	-43,121991	-20,259465	0-15+	X	X	X	X	X	21/02/2018
STS7.2	Rejeito	-43,121991	-20,259465	0-20	X	X	X	X	X	21/02/2018
STS7.2	Rejeito	-43,121991	-20,259465	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.3	Rejeito	-43,121544	-20,258119	0-20	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.3	Rejeito	-43,121544	-20,258119	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.4	Mistura	-43,121277	-20,257394	0-20	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.4	Mistura	-43,121277	-20,257394	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.45	Mistura	-43,12089901	-20,256635	0-20	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.5	Rejeito	-43,121179	-20,256562	0-20	X	X	X	X	X	21/02/2018
STS7.5	Rejeito	-43,121179	-20,256562	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS7.6	Solo	-43,121421	-20,255431	0-20	X	X	X	X	X	21/02/2018

Ponto	Matriz	Leste	Norte	Prof. (cm)	Análises					Data Coleta
					Fert.	Gran.	EPTs	Morf.	Min.	
STS7.6	Solo	-43,121421	-20,255431	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS8.1	Solo	-43,098168	-20,265790	0-20	X	X	X	X		21/02/2018
STS8.1	Solo	-43,098168	-20,265790	20-40	X	X	X	X		21/02/2018
STS8.2	Mistura	-43,097248	-20,265935	0-20	X	X	X	X		22/02/2018
STS8.2	Mistura	-43,097248	-20,265935	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS8.3	Rejeito	-43,096203	-20,265832	0-20	X	X	X	X	X	22/02/2018
STS8.3	Rejeito	-43,096203	-20,265832	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS8.4	Mistura	-43,094873	-20,265462	0-20	X	X	X	X	X	22/02/2018
STS8.4	Mistura	-43,094873	-20,265462	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS8.5	Mistura	-43,094520	-20,265857	0-20	X	X	X	X		22/02/2018
STS8.5	Rejeito	-43,094520	-20,265857	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS8.6	Solo	-43,095049	-20,266443	0-20	X	X	X	X	X	22/02/2018
STS8.6	Solo	-43,095049	-20,266443	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.1	Solo	-43,067106	-20,285714	0-20	X	X	X	X	X	22/02/2018
STS9.1	Solo	-43,067106	-20,285714	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.2	Rejeito	-43,066861	-20,285626	0-20	X	X	X	X	X	22/02/2018
STS9.2	Rejeito	-43,066861	-20,285626	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.3	Rejeito	-43,066514	-20,285628	0-20	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.3	Rejeito	-43,066514	-20,285628	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.4	Rejeito	-43,066522	-20,285068	0-20	X	X	X	X	X	22/02/2018
STS9.4	Rejeito	-43,066522	-20,285068	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.5	Rejeito	-43,066424	-20,284952	0-20	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.5	Rejeito	-43,066424	-20,284952	20-40	X	X	X	X		22/02/2018
STS9.6	Solo	-43,065405	-20,283747	0-20	X	X	X	X	X	23/02/2018
STS9.6	Solo	-43,065405	-20,283747	20-40	X	X	X	X		23/02/2018
STS10.1	Solo	-43,023706	-20,280751	0-20	X	X	X	X	X	23/02/2018
STS10.1	Solo	-43,023706	-20,280751	20-40	X	X	X	X		23/02/2018
STS10.2	Mistura	-43,023736	-20,280174	0-20	X	X	X	X		23/02/2018
STS10.2	Mistura	-43,023736	-20,280174	20-40	X	X	X	X		23/02/2018
STS10.3	Rejeito	-43,023668	-20,279827	0-20	X	X	X	X	X	23/02/2018
STS10.3	Rejeito	-43,023668	-20,279827	20-40	X	X	X	X		23/02/2018
STS10.4	Rejeito	-43,024685	-20,279563	0-20	X	X	X	X	X	23/02/2018
STS10.4	Mistura	-43,024685	-20,279563	20-40	X	X	X	X		23/02/2018
STS10.5	Solo	-43,024751	-20,279537	0-20	X	X	X	X	X	23/02/2018
STS10.5	Solo	-43,024751	-20,279537	20-40	X	X	X	X		23/02/2018

Apêndice D – Tabela 2 – Localização das amostras indeformadas de rejeito depositado, solo controle e misturas coletadas no item 2.2.1.2.1 do Tomo III.

Ponto	Matriz	Leste	Norte	Prof. (cm)	Data coleta	Hora coleta
STS 1.1	Solo	-43,4145118	-20,2576616	0-20	18/02/2019	13:55:00
STS 1.1	Solo	-43,4145118	-20,2576616	20-40	18/02/2019	14:00:00
STS 1.2	Rejeito	-43,4143418	-20,2574342	0-20	18/02/2019	11:50:00
STS 1.2	Rejeito	-43,4143418	-20,2574342	20-40	18/02/2019	11:16:00
STS 2.1	Solo	-43,37634	-20,2518017	0-20	19/02/2019	11:20:00
STS 2.1	Solo	-43,37634	-20,2518017	20-40	19/02/2019	11:15:00
STS 2.3	Rejeito	-43,3753869	-20,2523258	0-20	18/02/2019	16:10:00
STS 2.3	Rejeito	-43,3753869	-20,2523258	20-40	18/02/2019	16:03:00
STS 3.1	Solo	-43,2642566	-20,2919015	0-20	19/02/2019	15:20:00
STS 3.1	Solo	-43,2642566	-20,2919015	20-40	19/02/2019	15:35:00
STS 3.3	Rejeito	-43,2630848	-20,291375	0-20	19/02/2019	15:00:00
STS 3.3	Rejeito	-43,2630848	-20,291375	20-40	19/02/2019	
STS 4.1	Solo	-43,2348808	-20,2997195	0-20	20/02/2019	10:45:00
STS 4.1	Solo	-43,2348808	-20,2997195	20-40	20/02/2019	11:10:00
STS 4.3	Rejeito	-43,2333945	-20,2999213	0-20	20/02/2019	09:40:00
STS 4.3	Rejeito	-43,2333945	-20,2999213	20-40	20/02/2019	09:58:00
STS 5.1	Solo	-43,1989842	-20,2733749	0-20	20/02/2019	14:50:00
STS 5.1	Solo	-43,1989842	-20,2733749	20-40	20/02/2019	
STS 5.3	Rejeito	-43,1998691	-20,2730046	0-20	20/02/2019	13:10
STS 5.3	Rejeito	-43,1998691	-20,2730046	20-40	20/02/2019	
STS 6.4	Rejeito	-43,1597	-20,2764352	0-20	20/02/2019	16:02:00
STS 6.6	Solo	-43,1584952	-20,2763232	0-20	20/02/2019	16:30:00
STS 6.6	Solo	-43,1584952	-20,2763232	20-40	20/02/2019	
STS 7.45	Mistura	-43,1209301	-20,2565942	0-20	22/02/2019	10:50:00
STS 7.45	Mistura	-43,1209301	-20,2565942	20-40	22/02/2019	11:05:00
STS 7.5	Rejeito	-43,1212463	-20,2565705	0-20	22/02/2019	12:35:00
STS 7.5	Rejeito	-43,1212463	-20,2565705	20-40	22/02/2019	12:50:00
STS 7.6	Solo	-43,1215481	-20,2553543	0-20	22/02/2019	14:10:00
STS 7.6	Solo	-43,1215481	-20,2553543	20-40	22/02/2019	14:25:00
STS 8.1	Solo	-43,0981918	-20,2657519	0-20	21/02/2019	17:00:00
STS 8.1	Solo	-43,0981918	-20,2657519	20-40	21/02/2019	17:15:00
STS 8.3	Rejeito	-43,0962091	-20,2658659	0-20	21/02/2019	15:20:00
STS 8.3	Rejeito	-43,0962091	-20,2658659	20-40	21/02/2019	15:35:00
STS 9.1	Solo	-43,0671228	-20,2857441	0-20	21/02/2019	11:35:00
STS 9.1	Solo	-43,0671228	-20,2857441	20-40	21/02/2019	11:50:00
STS 9.2	Rejeito	-43,0668466	-20,2856326	0-20	21/02/2019	11:15:00
STS 9.2	Rejeito	-43,0668466	-20,2856326	20-40	21/02/2019	11:30:00
STS 10.1	Solo	-43,0236872	-20,280725	0-20	21/02/2019	13:05:00
STS 10.1	Solo	-43,0236872	-20,280725	20-40	21/02/2019	13:20:00
STS 10.3	Rejeito	-43,0236885	-20,2798669	0-20	21/02/2019	12:55:00
STS 10.3	Rejeito	-43,0236885	-20,2798669	20-40	21/02/2019	13:15:00

Apêndice D – Tabela 3 – Localização das amostras de planta coletadas no item 2.2.1.2.2 do Tomo III.

Ponto	Gênero	Material analisado	Leste	Norte	Coleta 1		Coleta 2		Observação
					Data	Hora	Data	Hora	
STS 2.2	Brachiaria	folha	-43,38	-20,25	18/09/2018	09:19:59	28/01/2019	10:24:00	-
STS 2.3	Brachiaria	folha	-43,38	-20,25	18/09/2018	08:52:30	28/01/2019	09:58:00	-
STS 4.1	Brachiaria	folha	-43,23	-20,30	18/09/2018	12:39:28	28/01/2019	12:31:00	-
STS 4.2	Cynodon	folha	-43,23	-20,30	18/09/2018	12:20:58	28/01/2019	12:49:00	-
STS 4.3	Cynodon	folha	-43,23	-20,30	18/09/2018	12:05:00	28/01/2019	13:18:00	-
STS 5.2	Cynodon	folha	-43,20	-20,27	18/09/2018	15:35:55	28/01/2019	15:14:00	-
STS 5.3	Cynodon	folha	-43,20	-20,27	18/09/2018	15:50:24	28/01/2019	14:37:00	-
STS 6.4	Panicum	folha	-43,16	-20,28	19/09/2018	15:27:22	29/01/2019	09:27:00	-
STS 6.5	Panicum	folha	-43,16	-20,28	19/09/2018	15:43:53	29/01/2019	09:57:00	-
STS 6.6	Brachiaria	folha	-43,16	-20,28	19/09/2018	15:57:05	29/01/2019	10:46:00	-
STS 7.4	Brachiaria	folha	-43,12	-20,26	20/09/2018	15:52:11	29/01/2019	16:11:00	-
STS 7.45	Panicum	folha	-43,12	-20,26	20/09/2018	16:11:09	29/01/2019	15:43:00	-
STS 7.5	Brachiaria	folha	-43,12	-20,26	20/09/2018	16:06:53	29/01/2019	15:32:00	-
STS 7.6	Brachiaria	folha	-43,12	-20,26	20/09/2018	15:35:46	29/01/2019	15:07:00	-
STS 9.1	Brachiaria	folha	-43,07	-20,29	20/09/2018	14:28:12	29/01/2019	14:03:00	-
STS 9.2	Cynodon	folha	-43,07	-20,29	20/09/2018	14:17:43	29/01/2019	13:45:00	-
STS 9.3	Cynodon	folha	-43,07	-20,29	20/09/2018	14:04:34	29/01/2019	13:24:00	-
Cana A	Saccharum	colmo	-43,24	-20,30	18/09/2018	13:40:47	-	-	não amostrado na coleta 2
Cana A	Saccharum	folha	-43,24	-20,30	18/09/2018	13:40:47	-	-	não amostrado na coleta 2
Cana B	Saccharum	colmo	-43,20	-20,30	19/09/2018	17:00:29	-	-	não amostrado na coleta 2
Cana B	Saccharum	folha	-43,20	-20,30	19/09/2018	17:00:29	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante A	Pennisetum	colmo	-43,21	-20,30	18/09/2018	14:46:50	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante A	Pennisetum	folha	-43,21	-20,30	18/09/2018	14:46:50	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante B	Pennisetum	colmo	-43,20	-20,30	19/09/2018	17:06:33	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante B	Pennisetum	folha	-43,20	-20,30	19/09/2018	17:06:33	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante C	Pennisetum	colmo	-43,04	-20,28	20/09/2018	13:30:44	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante C	Pennisetum	folha	-43,04	-20,28	20/09/2018	13:30:44	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante D	Pennisetum	colmo	-43,12	-20,26	20/09/2018	16:00:11	-	-	não amostrado na coleta 2
Capim Elefante D	Pennisetum	folha	-43,12	-20,26	20/09/2018	16:00:11	-	-	não amostrado na coleta 2

APÊNDICE E – PEA-412

Procedimento de amostragem para o rejeito de mineração

Responsáveis

Elaborador: José Henrique Ferronato Pretto

Verificado por:

Luciane Muchaki Demele
Representante da Qualidade

Aprovado por:

Marcelo Buras
Responsável Técnico

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

1. Referências

ABNT NBR 10007:2004 - Amostragem de resíduos sólidos;

ABNT NBR 9604:2016 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento;

NIT DICLA 057:2017 – Critérios para a Acreditação de Amostragem para Ensaios de Águas e Matrizes Ambientais.

2. Objetivo

O presente documento prescreve os requisitos exigíveis para a amostragem de rejeitos em uma quantidade representativa, visando determinar suas características físicas, químicas e mecânicas.

3. Definições

3.1. Rejeito de mineração: material residual resultante dos processos extrativos da mineração, que não é aproveitado economicamente, após passar por processo de beneficiamento.

3.2. Amostra composta: Soma de parcelas individuais do rejeito a ser estudada, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, através dos processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea.

3.3. Amostra homogênea: Amostra obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos rejeitos.

NOTA: Esta mistura deve ser feita de modo que a amostra resultante apresente características semelhantes em todos os seus pontos. Para rejeitos no estado sólido, esta homogeneização deve ser obtida por quarteamento.

3.4. Amostra representativa: Parcela do rejeito a ser estudada, obtida por meio de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do rejeito.

3.5. Amostra simples: Parcela do rejeito a ser estudada, obtida por meio de um processo de amostragem em um único ponto ou profundidade.

3.6. Amostra deformada: extraída por raspagem ou escavação, implicando na destruição da estrutura e na alteração das condições de compactidade ou consistência naturais.

3.7. Amostra indeformada: extraída com o mínimo de perturbação, procurando manter a sua estrutura e condições de umidade e compactidade ou consistência naturais.

4. Avaliação do local

A avaliação do local deve ser efetuada criteriosamente, com a realização de registro fotográfico e georreferenciamento dos pontos a serem amostrados. Devem ser evitados pontos de baixa representatividade, com alteração visível das propriedades, em relação ao todo.

5. Forma de armazenamento da amostra

As amostras obtidas devem ser armazenadas conforme especificação:

5.1. Amostras deformadas: frascos plásticos ou de vidro, limpos e identificados, vedados com plástico filme e fita adesiva, preenchidos por completo para diminuir a ocorrência de processos de oxidação.

5.2. Amostras indeformadas: anéis fabricados em inox nas dimensões exatas dos ensaios programados, limpos e identificados, vedados com plástico filme e fita adesiva; ou em blocos indeformados de solo em formato cúbico, com 0,15 m de aresta, no mínimo, e 0,40 m de aresta, no máximo, envolvidos por filme plástico ou pelo menos 3 camadas de talgarça (tecido) ou similar e, aplicação de parafina líquida.

6. Métodos de preservação e tempo de armazenagem

Os métodos de preservação e o tempo de armazenagem devem ser relativos aos ensaios a serem efetuados, conforme:

6.1. Análises químicas: refrigerar a amostra a temperatura de 4 °C, manter em ausência de luz e armazenar por, no máximo, 14 dias.

NOTA: O tempo de armazenagem é relativo ao parâmetro químico e técnica. Especificamente Cromo IV, Sulfeto reativo e Toxicidade devem ser avaliados em até 24 horas; Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Orgânico, 48 horas.

6.2. Metais totais: não é necessário nenhum método específico de preservação; análise deve ser realizada em até 180 dias.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

6.3. Análises físicas: amostras indeformadas devem ser mantidas em câmara úmida para manutenção das características de campo. No caso de amostras deformadas, não é necessário nenhum método específico de preservação; e análise deve ser realizada em até 180 dias.

7. Pontos de amostragem

Devem ser coletadas amostras representativas em localização a ser definida no ato da amostragem ou a partir de um plano de amostragem, no qual, deverão conter as coordenadas geográficas de cada um dos pontos de coleta.

8. Número e volume de amostras a serem coletadas

Devem ser coletadas, no mínimo, uma amostra representativa, de cerca de 2 kg, obtida de cada um dos processos de beneficiamento do rejeito de mineração, em localização a ser definida no ato da amostragem.

9. Tipos de amostragem (simples e compostos)

9.1. Amostra composta: Soma de parcelas individuais do rejeito a ser estudada, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, através dos processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea.

9.2. Amostra simples: Parcela do rejeito a ser estudada, obtida por meio de um processo de amostragem em um único ponto ou profundidade.

10. Equipamentos utilizados

Para a realização da coleta de amostras deformada, devem ser utilizados equipamentos específicos, conforme a forma de armazenagem do rejeito, os quais:

10.1. Resíduos secos em tanques rasos ou sobre solos: Pá, picaretas, martelo para geólogo, enxada.

10.2. Resíduos em tanques rasos ou sobre solos, a mais de 20 cm de profundidade: Trado, cavadeira ou cortadeira, enxada, pá, picareta.

NOTA: Entre cada um dos pontos amostrados, os instrumentos utilizados devem ser limpos com água, escova de aço e detergente e secos com papel absorvente, para evitar a contaminação cruzada.

Para a realização da coleta de amostras indeformadas, devem ser utilizados equipamentos específicos, conforme o tipo de amostragem:

10.1. Anéis metálicos: Faca, espátula, pá, pá de jardinagem, picareta, enxada, martelo de geólogo e anéis de inox

10.2. Blocos indeformados de solo: Parafina, talgarça, filme plástico, faca, pá, pá de jardinagem, cavadeira ou cortadeira, espátula, fogareiro, GLP ou similar.

NOTA: Entre cada um dos pontos amostrados, os instrumentos utilizados devem ser limpos com água, escova de aço e detergente e secos com papel absorvente, para evitar a contaminação cruzada.

11. Ensaios a serem realizados

Para a caracterização dos rejeitos de mineração, podem ser efetuados diversos ensaios, os quais:

- Metais completo (por absorção atômica ou similar);
- Análise morfológica microestrutural com análise química elementar, fase química, tamanho de grãos, preferência de orientação cristalográfica (MEV/EDS/EBSD);
- Caracterização elementar, fases químicas, mineralógicas e análise térmica (DTA-TG, FTIR, FRX, DRX);
- Classificação conforme a NBR 10.004 (extrato lixiviado e solubilizado); e
- Análises físicas (análise granulométrica por peneiramento e sedimentação, massa específica dos grãos de solo, umidade natural, peso específico natural e curva de retenção de água).

12. Histórico de revisões

REVISÃO	DATA	RESPONSÁVEL	HISTÓRICO
00	07/2017	José Henrique Ferronato Pretto	Emissão inicial

01	10/2017	José Henrique Ferronato Pretto	Inclusão de ferramentas e acessórios para realização de amostragem de amostras deformadas e blocos indeformados de rejeito.

APÊNDICE F – PEA-415

Procedimento para a execução de investigação geológico-geotécnica a partir de sondagens a trado

Responsáveis

Elaborador: José Henrique Ferronato Pretto

Verificado por:

Luciane Muchaki Demele
Representante da Qualidade

Aprovado por:

Marcelo Buras
Responsável Técnico

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

1. Referências

ABNT NBR 6502:1995 – Rochas e Solos;

ABNT NBR 9603:2015 – Sondagem a trado – Procedimento;

ABNT NBR 9604:2016 - Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas — Procedimento; e

ABNT NBR 10007: 2004 - Amostragem de resíduos sólidos.

2. Objetivo

O presente documento prescreve os requisitos exigíveis para a realização de investigação geológico-geotécnica de rejeito e/ou solo a partir de sondagens a trado com, ou sem amostragem de rejeito e/ou solo em quantidade representativa, para determinação das suas características tático-visuais, físicas, químicas e mecânicas.

3. Definições

3.1. Rejeito de mineração: material residual resultante dos processos extrativos da mineração, que não é aproveitado economicamente, após passar por processo de beneficiamento.

3.2. Solo: grãos e partículas sólidas depositadas e não consolidadas na superfície terrestre, produzidas pela desintegração mecânica e/ou decomposição química das rochas, contendo ou não substâncias orgânicas.

3.3. Amostra composta: Soma de parcelas individuais do rejeito a ser estudada, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, por meio de processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea.

3.4. Amostra homogênea: Amostra obtida pela melhor mistura possível das alíquotas dos rejeitos.

NOTA: Esta mistura deve ser feita de modo que a amostra resultante apresente características semelhantes em todos os seus pontos. Para rejeitos no estado sólido, esta homogeneização deve ser obtida por quarteamento.

3.5. Amostra representativa: Parcela do rejeito a ser estudada, obtida por meio de um processo de amostragem, e que, quando analisada, apresenta as mesmas características e propriedades da massa total do rejeito.

3.6. Amostra simples: Parcela do rejeito a ser estudada, obtida por meio de um processo de amostragem em um único ponto ou profundidade.

3.7. Amostra deformada: extraída por raspagem ou escavação, implicando na destruição da estrutura e na alteração das condições de compacidade ou consistência naturais.

4. Avaliação do local

A avaliação do local deve ser efetuada criteriosamente, com a realização de registro fotográfico e georreferenciamento dos locais onde serão realizados os serviços. Devem ser evitados pontos de baixa representatividade, com alteração visível das propriedades, em relação ao todo.

5. Forma de armazenamento da amostra

As amostras obtidas para caracterização laboratorial devem ser armazenadas conforme especificação:

5.1. Amostras deformadas: frascos plásticos ou de vidro, limpos e identificados, vedados com plástico filme e fita adesiva, preenchidos por completo para diminuir a ocorrência de processos de oxidação.

6. Métodos de preservação e tempo de armazenagem

Os métodos de preservação e o tempo de armazenagem devem ser relativos aos ensaios a serem efetuados, conforme:

6.1. Análises químicas: refrigerar a amostra a temperatura de 4 °C, manter em ausência de luz e armazenar por, no máximo, 14 dias.

NOTA: O tempo de armazenagem é relativo ao parâmetro químico e técnica. Especificamente Cromo IV, Sulfeto reativo e Toxicidade devem ser avaliados em até 24 horas; Nitrato, Nitrito, Nitrogênio Amoniacal e Orgânico, 48 horas.

6.2. Metais totais: não é necessário nenhum método específico de preservação; análise deve ser realizada em até 180 dias.

6.3. Análises físicas: amostras indeformadas devem ser mantidas em câmara úmida para manutenção das características de campo. No caso de amostras deformadas, não é necessário nenhum método específico de preservação; e análise deve ser realizada em até 180 dias.

7. Pontos de realização da investigação geológico-geotécnica

As investigações geológico-geotécnicas devem ser representativas, em localização a ser definida no ato da amostragem ou a partir de um plano de investigação, no qual, deverão conter as coordenadas geográficas de cada local.

8. Número e volume de amostragem

8.1. Para definição do perfil geológico-geotécnico, devem ser realizadas, de maneira representativa, amostragens com o uso de trado mecânico ou manual a cada, no máximo, 0,30 m de profundidade.

8.2. Para coleta de amostras deformadas, devem ser coletadas, no mínimo, uma amostra representativa, de cerca de 2 kg, obtida de cada um dos processos de beneficiamento do rejeito de mineração, em localização a ser definida no ato da amostragem.

9. Tipos de amostragem (simples e compostos)

9.1. Amostra composta: Soma de parcelas individuais do rejeito a ser estudada, obtidas em pontos, profundidades e/ou instantes diferentes, através dos processos de amostragem. Estas parcelas devem ser misturadas de forma a se obter uma amostra homogênea.

9.2. Amostra simples: Parcela do rejeito a ser estudada, obtida por meio de um processo de amostragem em um único ponto ou profundidade.

10. Equipamentos utilizados

Para realização das investigações geológico-geotécnicas a trado, devem ser utilizados equipamentos específicos, sendo: Trado manual ou mecânico, cavadeira ou cortadeira, enxada, pá, picareta, extrator manual de haste e fita métrica.

Para a realização da coleta de amostras deformada, devem ser utilizados equipamentos específicos, conforme a forma de armazenagem do rejeito, os quais:

10.1. Resíduos secos em tanques rasos ou sobre solos: Pá, picaretas, martelo para geólogo, enxada.

10.2. Resíduos em tanques rasos ou sobre solos, a mais de 20 cm de profundidade: Trado, cavadeira ou cortadeira, enxada, pá, picareta.

NOTA: Entre cada um dos pontos amostrados, os instrumentos utilizados devem ser limpos com água, escova de aço e detergente e secos com papel absorvente, para evitar a contaminação cruzada.

11. Ensaios a serem realizados

Para a caracterização dos rejeitos de mineração, podem ser efetuados diversos ensaios, os quais:

- Análise tátil-visual do material amostrado;
- Estratificação do material amostrado, por avaliação visual;
- Metais completo (por absorção atômica ou similar);
- Análise morfológica microestrutural com análise química elementar, fase química, tamanho de grãos, preferência de orientação cristalográfica (MEV/EDS/EBSD);
- Caracterização elementar, fases químicas, mineralógicas e análise térmica (DTA-TG, FTIR, FRX, DRX);
- Classificação conforme a NBR 10.004 (extrato lixiviado e solubilizado); e
- Análises físicas (análise granulométrica por peneiramento e sedimentação, massa específica dos grãos de solo, umidade natural, peso específico natural e curva de retenção de água).

12. Histórico de revisões

REVISÃO	DATA	RESPONSÁVEL	HISTÓRICO
00	10/2017	José Henrique Ferronato Pretto	Revisão inicial

APÊNDICE G – PEA-448

pH – Procedimento para determinação do pH dos solos

Este procedimento só tem validade se for utilizado em conjunto com a ASTM D4972-18

Responsáveis

Elaborador: Marcelo Buras

Verificado por:

Luciane Muchaki Demele
Representante da Qualidade

Aprovado por:

Marcelo Buras
Responsável Técnico

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

1. Referências

- ASTM D4972-18 - Standard Test Methods for pH of Soils

2. Objetivo

Este procedimento prescreve o método para determinação do pH do solo. O ensaio serve principalmente como informações complementares do ensaio de resistividade do solo e assim identificar condições onde a corrosão de metais enterrados pode ser fortemente acentuada.

3. Definições

- **pHmetro:** Aparelho para a medição do pH.
- **Eletrodo:** O eletrodo combinado de pH consiste de duas partes confeccionadas de vidro: um eletrodo de pH, que corresponde a parte interna (7), e outro eletrodo de referência, que corresponde a parte externa (6). Em ambos os eletrodos, há um fio (4 e 5) de prata coberto de cloreto de prata (Ag/AgCl) e uma solução eletrolítica de cloreto de potássio (KCl) 3M (ou 3 mol/L). Alguns modelos de eletrodos permitem a troca da solução eletrolítica por meio de um orifício na parte superior (8). A parte inferior do eletrodo de pH consiste de um bulbo (2) revestido por um material (1) de vidro especial onde ocorre a medição de pH.



Figura 1: Esquema de um eletrodo combinado de pH.

- **Soluções-padrão:** São aquelas que têm o pH resistente à modificação pela adição de ácido ou de uma base forte. Em geral, para se ter uma solução tampão são necessárias duas espécies químicas, uma delas (um ácido) capaz de reagir com os íons OH^- adicionados e outra (uma base) capaz de consumir íons H^+ adicionados. Exigência extra é a de o ácido e a base não reagirem entre si. Por isso, prepara-se comumente um tampão pela mistura de quantidades aproximadamente iguais de um par ácido-base conjugados:
 - a) um ácido fraco e sua base conjugada (ácido acético e íon acetato, por exemplo);
 - b) uma base fraca e o seu ácido conjugado (amônia e íon amônio, por exemplo).

4. Equipamentos e Materiais

- 1 Balança;

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

- 1 Eletrodo;
- 1 Estufa – para uso à 30°C;
- 1 Cronômetros;
- 1 pHmetro;
- 1 Pipeta graduada (10 mL);
- 1 Termômetro;
- 2 Soluções Padrão pH = 10 (lotes distintos);
- 2 Soluções Padrão pH = 4 (lotes distintos);
- 2 Soluções Padrão pH = 7 (lotes distintos);
- Béqueres de 50 mL¹;
- Cápsulas de porcelana²;
- Espátulas²;
- Pissetas de água destilada;

5. Check e Calibração do pH-metro

5.1 Check

- Ligar o pH-metro;
- No visor aparecerá “pH / mV / °C”, com o botão “Seleção” selecionar a opção “pH” e confirmar com o botão “Entra”;
- No visor, aparecerá a mensagem “ pH- Leitura / Setagem / Check” com o botão “Seleção” selecionar “Check” e pressionar “Entra”;
- No visor, aparecerá a mensagem “tempo de resposta? Sim/ Não” selecionar “Não” com o botão “Seleção” e pressionar “Entra”.
- No visor, aparecerá a mensagem “Coloque na solução padrão 6,866 ph. Pronto?”. Faça-o;
- Retirar a tampa com a solução de KCl, lavar cuidadosamente com água destilada e secar com lenço para limpezas delicadas.
- Mergulhar o eletrodo na solução padrão de pH 6,866 e pressiona-se a tecla “Entra”.
- Aguardar estabilizar.
- Em seguida, no visor aparecerá a mensagem “Lave o eletrodo. Pronto? ”.

¹ Depende da quantidade de amostras a serem ensaiadas, geralmente necessita-se cerca de quatro béqueres por amostra;

² Depende da quantidade de amostras a serem ensaiadas;

- Remover os eletrodos da solução em que estão imersos, lavar cuidadosamente com água destilada e secar com lenço para limpezas delicadas.
- Após pressionar “*Entra*” no visor aparecerá a mensagem “Coloque na solução padrão 4,010 ph. Pronto? ”.
- Mergulhar o eletrodo a solução MRC pH 4,010 e pressionar a tecla “*Entra*”.
- Aguardar estabilizar.
- Em seguida, no visor aparecerá o resultado do Check, anotá-lo na folha do ensaio.
- Na sequência, no visor constará o status da célula “*Muito bom*” ou “*Bom*” ou “*Ruim*”, anotá-lo na Ficha de Verificação (DOC LGEO – 040) e pressionar “*ENTRA*”.
- Em seguida, no visor aparecerá a mensagem “Lave o eletrodo. Pronto? ”.
- Lavar cuidadosamente com água destilada e secar com lenço para limpezas delicadas, em seguida pressionar “*Entra*”.

5.2 Calibração

- Apertar e segurar o botão “*Escape*”;
- No visor, aparecerá a mensagem “ *pH- Leitura / Calibrar*” com o botão “*Seleção*” selecionar “*Calibrar*” e pressionar “*Entra*”;
- Deverá aparecer “*pH 6,86*” no visor;
- Apertar o botão “*Entra*”;
- Colocar o eletrodo de vidro na solução de pH 6,86;
- Deverá aparecer a palavra “*Aguarde*” no visor;
- Aguardar o tempo necessário;
- Quando aparecer a frase “*Lave o Eletrodo*”, faça-o;
- Depois de lavado, irá aparecer a palavra “*Pronto*”;
- Apertar o botão “*Entra*”;
- Deverá aparecer “*pH 4,0*” no visor;
- Colocar o eletrodo de vidro na solução de pH 4,0;
- Apertar o botão *Entra*;
- Deverá aparecer a palavra “*Aguarde*” no visor;
- Aguardar o tempo necessário;
- Quando aparecer a frase “*Lave o Eletrodo*”, faça-o;
- Depois de lavado, irá aparecer a palavra “*Pronto*”;
- Apertar o botão “*Entra*”;

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

- Deverá aparecer a frase “Vamos à amostra? ”;
- Apertar o botão “*Entra*”;

5.3 Ajuste de temperatura

- Meça a temperatura das soluções padrão;
- Com o botão “*Seleção*” escolher a função “*pH*”, confirmar com o botão “*Entra*”;
- A palavra “*Leitura*” deverá aparecer piscando no visor;
- Apertar o botão “*Entra*”;
- Novamente, a palavra “*Leitura*” deverá aparecer piscando no visor, confirmar a escolha com o botão “*Entra*”;
- Deverá aparecer a frase “Vamos à amostra. Pronto? ”;
- Apertar o botão “*Entra*”;
- Apertar o botão “*Seleção*”;
- Deverá aparecer uma temperatura e ao lado duas setas, uma para a esquerda e outra para a direita;
- Com o botão “*Seleção*” deverá selecionar a seta da esquerda se desejar diminuir a temperatura ou a seta da direita se quiser aumentar a temperatura;
- Após escolher a seta desejada, apertar o botão “*Entra*”;
- Apertar o botão “*Seleção*” para diminuir/aumentar em 0,1 °C a temperatura;
- Após ajustar a temperatura de acordo com a temperatura das soluções padrão, apertar o botão “*Entra*”;
- E para realizar a leitura do pH, apertar o botão “*Seleção*”;

6. Precauções

- Antes do uso retire a tampa com a solução de KCl e a tampa superior do eletrodo, limpe e enxague os eletrodos com água destilada;
- Manter o eletrodo mergulhado em solução de repouso (KCl 3M) durante o período de armazenamento ou durante o aguardo entre medições, evitando a desidratação do eletrodo.
- Para a calibração (procedimento chamado “*Calibrar*” no equipamento) do equipamento utilizar soluções padrão certificadas (MRC) e para a verificação (procedimento chamado “*Check*” no equipamento) utilizar material de referência de marca ou lote distinto.
- Enxague com água destilada os eletrodos a cada medida realizada;
- Após 10 medições consecutivas, realizar a verificação do eletrodo utilizando a solução padrão de pH=7,00 (6,86).

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais e autorizadas pelos Institutos Lactec.

- Ajuste a temperatura no pHmetro de acordo com a temperatura das soluções-padrão³. As temperaturas das soluções não devem ser diferentes que 5 °C entre as soluções;
- A água destilada que será utilizada na mistura das amostras deverá estar com pH entre 6,50 e 7,50.

7. Metodologia

7.1 Procedimento preliminares

- Realizar a verificação e calibração do aparelho, bem como o ajuste de temperatura, de acordo com os procedimentos descritos no item 5;
- Realizados os procedimentos, testar as soluções padrão de pH 4,0, pH 7,00 e outra de pH 10,0, a fim de verificar se os resultados estão coerentes;
- Anotar os dados na Ficha de Verificação do pHmetro;

7.2 Preparo de amostra

- Separar em uma cápsula de porcelana cerca de 120 g da amostra de solo para secagem em estufa a 30°C por 24 horas;
- Após as 24 horas, separar duas amostras, de 50 g cada, em béqueres de 50 mL;

Nota: Após a secagem, se amostras parecerem maiores que 2 mm, será necessário passa-las na peneira 2,00 mm (nº 10). Caso contrário, não será necessário.

- Em um béquer de 50 mL, pesar 50 g de água destilada;

Nota: As quantidades de solo e de água acima listadas são valores sugeridos. Deve-se usar a proporção de solo-água 1:1.

- Misturar a água com a amostra com o auxílio de uma espátula, a fim de obter uma solução solo-água homogênea;
- Após misturar cada amostra com a água, aguardar 60 minutos para decantação do solo⁴;

7.3 Execução do ensaio

- Iniciar o ensaio;
- Limpar a superfície dos eletrodos usando água destilada;
- Inserir a área de contato do eletrodo no béquer com a amostra, de modo que o eletrodo não fique em contato com a parte sólida da amostra;
- Aguardar no mínimo 3 minutos para o equilíbrio de estabilização, até que seja indicada uma seta no visor do lado esquerdo do valor de leitura, juntamente com um bipe. Realizar a primeira leitura do pH e anotar o valor obtido no visor na folha de ensaio;

³ A temperatura do solo deve estar próxima com a temperatura das soluções padrão dentro de 10 °C;

⁴ A medida do pH é realizada no extrato aquoso, portanto, o eletrodo não pode estar em contato com a amostra sólida;

- Após alguns segundos, repete-se a leitura da medida. Os valores obtidos devem estar entre 0,2 unidades de pH para serem aceitos;

8. Resultados

O valor do pH é obtido diretamente pela leitura no visor do equipamento. A partir do pH do solo podemos avaliar o seu grau de corrosividade pois quanto maior a acidez do solo maior o grau de agressividade.

9. Histórico de Revisões

REVISÃO	DATA	RESPONSÁVEL	HISTÓRICO
00	Set/18	Marcelo Buras	Emissão Inicial.
01	Out/18	Marcelo Buras	– Correção do nome do documento “DOC LGEO – 040” – Inclusão de nota sobre necessidade de passar a amostra na peneira 200. – Inclusão de item sobre controle do pH da água destilada utilizada na mistura das amostras. – Inclusão de item sobre a necessidade de realizar verificação após 10 medições consecutivas.

APÊNDICE H – RELATÓRIO DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS ACREDITADOS

Projeto rio Doce - LACTEC



Relatório de ensaios geotécnicos

Lactec
Estruturas Civas (EC)

0	06/2019	-/-
REVISÃO	DATA	HISTÓRICO



Curitiba – Paraná – Brasil
Junho/2019

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019

SUMÁRIO

1. ENSAIOS REALIZADOS	4
2. NORMAS DE ENSAIOS	4
3. AMOSTRAS.....	5
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	6
4.1 MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS E TEOR DE UMIDADE NATURAL	6
4.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA	7
4.3 AVALIAÇÃO DA DISPERSIBILIDADE DE SOLOS ARGILOSOS	9
4.4 DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE ATTERBERG.....	9
4.5 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO	10
4.6 ÍNDICE DE SUPORTE DE CALIFÓRNIA	10
4.7 PH EM EXTRATO AQUOSO	11
4.8 PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL	11
4.9 CRUMB TEST	13
4.10 PINHOLE TEST	14
4.11 ENSAIO INDERBITZEN	17
5. RESUMO DOS RESULTADOS.....	21
6. REFERÊNCIAS.....	23

APÊNDICE I – TEOR DE UMIDADE NATURAL

APÊNDICE II – MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS

APÊNDICE III – CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA

APÊNDICE IV – LIMITE DE LIQUIDEZ

APÊNDICE V – LIMITE DE PLASTICIDADE

APÊNDICE VI – ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

APÊNDICE VII – ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA

APÊNDICE VIII – PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

APÊNDICE IX – CRUMB TEST

APÊNDICE X – PINHOLE TESTE

*Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.
Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.*

APÊNDICE XI – ENSAIO INDERBITZEN

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019

1. ENSAIOS REALIZADOS

- Análise granulométrica;
- Avaliação de dispersibilidade de solos argilosos;
- Compactação;
- Crumb test;
- Inderbitzen;
- Índice de suporte Califórnia;
- Limites de Atterberg;
- Massa específica dos grãos;
- Permeabilidade à carga variável;
- pH;
- Pinhole test;
- Teor de umidade natural.

2. NORMAS DE ENSAIOS

ABNT NBR 6457:2016 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;

ABNT NBR 6458:2016 – Solo – Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, massa específica aparente e da absorção da água - Anexo B (Material passante pela peneira de abertura 4,8 mm);

ABNT NBR 6459:2016 – Solo – Determinação do limite de liquidez;

ABNT NBR 6502:1995 – Rochas e solos;

ABNT NBR 7180:2016 – Solo – Determinação do limite de plasticidade;

ABNT NBR 7181:2016 – Solo – Análise granulométrica;

ABNT NBR 7182:2016 – Solo – Ensaio de compactação;

ABNT NBR 9895:2016 – Solo – Índice de suporte Califórnia (ISC) – Método de ensaio

ABNT NBR 13601:1996 – Solo – Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio do torrão (crumb test) – Método de ensaio;

ABNT NBR 13602 – Solo – Avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio sedimentométrico comparativo – Ensaio de dispersão SCS – Método de ensaio;

ABNT NBR 14114:1998 – Solo – Solos argilosos dispersivos – Identificação e classificação por meio do ensaio do furo de agulha (pinhole test);

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

ABNT NBR 14545:2000 – Solo – Determinação do coeficiente de permeabilidade de solos argilosos à carga variável; e

ASTM D4972 - 18 - Standard test method for pH of soils.

3. AMOSTRAS

As amostras foram coletadas pela equipe técnica entre os dias 17 e 22 de fevereiro de 2019 e enviadas para o laboratório de Geotecnia do Lactec. As amostras em questão, utilizadas para a realização dos ensaios listados no item 1, foram registradas conforme apresentado na Tabela 1. Na chegada no laboratório as amostras foram mantidas em câmara úmida à temperatura constante e umidade controlada, e somente eram removidas deste ambiente para a realização dos ensaios contratados. Fotos dos procedimentos de amostragem estão apresentadas a seguir.

Tabela 1 – Registro das amostras

Registro de origem	Registro laboratório de geotecnia	Classificação tátil-visual	Tipo de amostra	Quantidade	Profundidade da coleta
Geotec 1	2.0052.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 2	2.0053.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 3	2.0054.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 4	2.0055.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 5	2.0056.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 6	2.0057.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 7	2.0058.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 8	2.0059.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019

Figura 1 - Coleta de anel indeformado de solo



Figura 2 - Coleta de amostra deformada de solo



4. RESULTADOS OBTIDOS

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios contratados listados no item 1.

4.1 MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS E TEOR DE UMIDADE NATURAL

A massa específica dos grãos foi determinada de acordo com a ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B). A preparação das amostras e a determinação do teor de umidade natural para os ensaios de caracterização do solo seguiram as recomendações da ABNT NBR 6457:2016.

Para o cálculo da massa específica dos grãos, foram considerados a média de pelo menos duas determinações, utilizando a Equação 1, onde os resultados obtidos não deferiram mais de 0,02 g/cm³ entre si.

$$\rho_s = \frac{M1 \times 100 / (100 + w)}{\left(M1 \times \frac{100}{100 + w} \right) + M3 - M2} \times \rho_a \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- ρ_s – Massa específica dos grãos (g/cm³);
- M1 – Massa de solo úmido;
- M2 – Massa do picnômetro + solo + água, na temperatura T de ensaio;
- M3 – Massa do picnômetro cheio de água até a marca de referência, na temperatura T de ensaio;
- w – Teor de umidade inicial da amostra;
- ρ_a – Massa específica da água, na temperatura T de ensaio.

Para o cálculo do teor de umidade, foram consideradas a média de três determinações, através da Equação 2.

*Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.
Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.
Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.*

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

$$w = \frac{M1 - M2}{M2 - M3} \times 100$$

Equação 2

Onde:

- w – Teor de umidade (%);
- M1 – Massa do solo úmido + massa da cápsula com tampa (g);
- M2 – Massa de solo seco + massa da cápsula com tampa (g);
- M3 – Massa da cápsula vazia (g).

Os valores de massa e temperatura são corrigidos de acordo com os certificados de calibração, caso necessário. Os resultados obtidos nos ensaios para determinação do teor de umidade e da massa específica dos grãos estão apresentados no Apêndice I e Apêndice II, respectivamente.

4.2 ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

A análise granulométrica das amostras foi determinada de acordo com a ABNT NBR 7181:2016. As amostras tiveram suas curvas de distribuição granulométrica determinadas com secagem prévia do solo, o material foi passado pela peneira de abertura 2 mm e do passante retirado uma porção de solo, aproximadamente 70 g, a qual foi adicionado o agente defloculante (hexametáfosfato de sódio) e deixado em repouso por período mínimo de 12 horas para o início da fase de sedimentação do ensaio. Nesta fase foram realizadas leituras nos intervalos de tempo de 0,5 min, 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1h, 2h, 4h, 8h e 24h. Para as três primeiras leituras o densímetro foi mantido submerso na dispersão, já para as leituras seguintes o densímetro foi mergulhado cuidadosamente cerca de 20 s antes de cada leitura. Após cada leitura o densímetro era retirado da dispersão e transferido para outra proveta com água na mesma temperatura do ensaio. As leituras foram realizadas na parte superior do menisco que interceptava o densímetro.

A lavagem do material (suspensão) proveniente do ensaio de sedimentação na peneira de abertura 0,075 mm (peneira nº 200) foi realizada com água potável a baixa pressão, com movimentos circulares de peneiramento. Após a lavagem, o material foi secado em estufa à 105°C ~ 110 °C, até constância de massa. Com auxílio de uma mesa vibratória, o peneiramento fino do material em questão foi realizado através das peneiras de aberturas 1,2 mm, 0,6 mm, 0,42 mm, 0,25 mm, 0,15 mm e 0,075 mm, onde foram registradas as massas retidas acumuladas em cada peneira.

Para o peneiramento grosso, também com auxílio de uma mesa vibratória, foram utilizadas as peneiras de aberturas 50 mm, 38 mm, 25 mm, 19 mm, 9,5 mm e 4,8 mm, onde foram registradas as massas retidas acumuladas em cada peneira. Os procedimentos citados referem-

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019

se às recomendações da ABNT NBR 7181:2016, os quais foram seguidos para a realização do ensaio em questão.

Para o cálculo do diâmetro das partículas, foram utilizadas as Equações 3 a 7, apresentadas a seguir:

$$M_S = \frac{M_T - M_g}{100 + w} \times 100 + M_g \quad \text{Equação 3}$$

$$Q_g = \frac{M_S - M_r}{M_S} \times 100 \quad \text{Equação 4}$$

$$Q_S = N \times \frac{\rho_s}{(\rho_s - \rho_{wm})} \times \frac{V \rho_{wc}(L - L_d)}{\frac{M_w}{(100 + w)} \times 100} \quad \text{Equação 5}$$

$$d = \sqrt{\frac{1800\mu}{\rho_s - \rho_{wm}}} \times \frac{z}{t} \quad \text{Equação 6}$$

$$Q_f = \frac{M_u \times 100 - M_r(100 + w)}{M_u \times 100} \times N \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

- M_S – Massa total da amostra seca;
- M_T – Massa da amostra seca em temperatura ambiente;
- M_G – Massa do material seco retido na peneira de 2,0 mm;
- w – Teor de umidade higroscópica do material passado na peneira de 2,0 mm;
- Q_g – Porcentagem de material passado em cada peneira;
- M_r – Massa do material retido acumulado em cada peneira;
- V – Volume da proveta igual a 1000 cm³;
- Q_s – Porcentagem de solo em suspensão no instante da leitura do densímetro;
- N – Porcentagem de material que passa na peneira de 2,0 mm, calculado conforme Equação 4;
- ρ_s – Massa específica dos grãos em g/cm³;
- ρ_{wm} – Massa específica da água, na temperatura de ensaio;
- ρ_{wc} – Massa específica da água na temperatura de calibração do densímetro;
- L – Leitura do densímetro na suspensão;
- L_d – Leitura do densímetro no meio dispersor, na mesma temperatura da suspensão;
- M_w – Massa do material úmido submetido à sedimentação em g;
- d – Diâmetro máximo das partículas em mm;

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

- μ – Coeficiente de viscosidade do meio dispersor na temperatura de ensaio, em $\text{g} \times \text{s}/\text{cm}^2$;
- z – Altura de queda das partículas, correspondente a leitura do densímetro, em cm;
- t – Tempo de sedimentação, em s;
- Q_f – Porcentagem de material passado em cada peneira;
- M_u – Massa do material úmido submetido ao peneiramento fino ou à sedimentação.

No Apêndice III são apresentadas as curvas de distribuição granulométrica de cada uma das amostras ensaiadas.

4.3 AVALIAÇÃO DA DISPERSIBILIDADE DE SOLOS ARGILOSOS

O procedimento para avaliação da dispersibilidade de solos argilosos pelo ensaio sedimentométrico comparativo, também conhecido como ensaio de dispersão SCS é normatizado pela ABNT NBR 13602:1996. O procedimento de execução é semelhante ao ensaio de análise granulométrica, normatizado pela ABNT NBR 7181:2016/ER1:2017, porém não é utilizado a agitação mecânica nem o agente dispersante (defloculante) no processo de sedimentação. A comparação entre os resultados, entre os dois métodos, fornece uma medida da dispersibilidade de solos argilosos. Este procedimento também se aplica a amostras de rejeito.

4.4 DETERMINAÇÃO DOS LIMITES DE ATTERBERG

Os ensaios para determinação dos limites de Atterberg correspondem aos teores de umidade que indicam a passagem de uma condição de estado do solo para outro (líquido e plástico). Os limites de liquidez (LL) e de plasticidade (LP) foram obtidos de acordo com as recomendações das normas ABNT NBR 6459:2016 e ABNT NBR 7180:2016, respectivamente.

Para a determinação do LL foi utilizado um aparelho de Casagrande elétrico e programado para cair em queda livre sobre sua base, em um intervalo de tempo de duas voltas por segundo. Este aparelho possui um contador de golpes automático.

Foram realizados pelo menos quatro ensaios para obtenção de quatro pontos de ensaios em diferentes teores de umidade, cobrindo um intervalo de 15 a 35 golpes. Os resultados destes ensaios foram obtidos a partir da construção de um gráfico, que correlaciona o número de golpes em escala logarítmica (nas ordenadas) e o teor de umidade em escala aritmética (nas abscissas). O LL é definido a partir do ajuste de uma reta entre os pontos de ensaios e, graficamente, determina-se o teor de umidade (LL) equivalente aos 25 golpes.

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

Para a determinação do LP foi utilizado uma placa de vidro quadrada com cerca de 30 cm de lado e com superfície rugosa e, um gabarito para comparação de dimensões 3 mm de diâmetro e cerca de 100 mm de comprimento. Os resultados destes ensaios foram obtidos a partir da moldagem de um cilindro de solo, com as dimensões semelhantes ao do gabarito citado, que foi rolando sobre a placa de vidro rugosa até fragmentar-se. O LP corresponde à média aritmética do teor de umidade de pelo menos três determinações, quando a média aritmética destes pontos não diferirem de mais ou menos de 5% da respectiva média.

Nos Apêndices IV e V são apresentados os cálculos e gráficos dos ensaios de limite de liquidez e plasticidade das amostras ensaiadas e na Tabela 2 os valores obtidos.

Tabela 2 – Resultados dos ensaios de limites de liquidez e plasticidade

Amostra	Limite de liquidez (%)	Limite de plasticidade (%)	Índice de plasticidade (%)
2.0052.19	NL	NP	NP
2.0053.19	NL	NP	NP
2.0054.19	NL	NP	NP
2.0055.19	NL	NP	NP
2.0056.19	NL	NP	NP
2.0057.19	NL	NP	NP
2.0058.19	NL	NP	NP
2.0059.19	NL	NP	NP

NL – Não líquido e NP – Não plástico

4.5 ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

Os ensaios de compactação foram realizados de acordo com a norma ABNT NBR 7182:2016, utilizando a energia normal de compactação (soquete de compactação pequeno, compactação do solo em três camadas e 26 golpes para compactação de cada camada). Os ensaios foram realizados com solo previamente seco ao ar (ABNT NBR 6457:2016) e posterior umedecimento até uma umidade aproximada ao teor umidade ótima presumível. Conforme a norma citada, para cada ponto ensaiado foi adicionado uma quantidade de água equivalente a aproximadamente 2% do volume de água do ponto anterior ensaiado. No Apêndice VI estão apresentados os resultados dos ensaios obtidos.

4.6 ÍNDICE DE SUPORTE DE CALIFÓRNIA

Os ensaios para determinação do índice de suporte Califórnia seguiram as recomendações da norma ABNT NBR 9895:2016. No Apêndice VII são apresentados os dados obtidos nos ensaios e também são apresentadas as curvas de índice de suporte Califórnia *versus* teor de umidade, expansão *versus* teor de umidade e massa específica seca *versus* teor de umidade das amostras ensaiadas. Por se tratar de uma amostra essencialmente arenosa, durante o procedimento de

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

compactação do solo pode ter ocorrido a quebra de grãos. Entende-se que este tipo de ensaio não é recomendado para o tipo de solo em questão.

4.7 PH EM EXTRATO AQUOSO

O ensaio para determinação do pH em extrato aquoso foi realizado conforme recomendações da norma ASTM D4972-18 e tem como objetivo principal determinar o valor numérico do pH de um material, neste caso solo seco ao ar, em extrato aquoso na proporção solo:água destilada de 1:1 e uso de pH-metro elétrico com sensor de estabilização

Para verificação do pH-metro antes de cada ensaio foram utilizadas 3 (três) soluções padrões primárias de pH iguais a 4, 7 e 10, afim de verificar os valores lidos pelo pH-metro. Em caso de divergência entre os valores lidos e o pH da solução primária, o pH-metro era ajustado no momento de realização de cada ensaio.

Após verificação e ajuste do pH-metro a solução contendo solo e água destilada foi colocada em contato com o eletrodo e aguardado pelo menos 3 minutos para a estabilização da leitura. O valor do pH é então obtido diretamente pela leitura no visor do equipamento. Na Tabela 3 são apresentados os resultados obtidos nos ensaios realizados.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de pH do solo em extrato aquoso

Amostra	Temperatura (°C)	pH em extrato aquoso (Leitura 1)	pH em extrato aquoso (Leitura 2)
2.0052.19	23,0	7,98	7,89
2.0053.19	23,0	6,79	6,78
2.0054.19	23,0	7,34	7,34
2.0055.19	23,0	7,84	7,86
2.0056.19	23,0	7,92	7,92
2.0057.19	23,0	7,51	7,51
2.0058.19	23,0	7,78	7,78
2.0059.19	23,0	7,75	7,76

4.8 PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

O ensaio de permeabilidade à carga variável seguiu as recomendações da ABNT NBR 14545:2000. A permeabilidade do solo ensaiado foi determinada por meio do método de ensaio A, utilizando permeâmetro de parede flexível.

Para a realização dos ensaios de permeabilidade em permeâmetro de parede flexível, foram cuidadosamente remoldados corpos de prova de solo com dimensões de 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, a partir de amostras deformadas de solo na massa específica natural e no teor de umidade natural. Os índices físicos de moldagem estão apresentados na Tabela 4. Detalhes do procedimento de ensaio conforme as recomendações da norma citada se encontram a seguir.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019**Tabela 4 – Índices físicos de moldagem**

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm^3)	Massa específica seca (g/cm^3)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

Após as moldagens criteriosas dos corpos de prova, a etapa seguinte consistia na sua montagem do corpo de prova em uma câmara triaxial. Cada corpo de prova era colocado no pedestal da câmara triaxial, com pedras porosas e papel filtro (marca Whatman nº54) saturados com água destilada e desaerada em suas extremidades e cabeçote posicionado no topo do corpo de prova. Tanto o papel filtro quanto a pedra porosa permaneceram submersos em água destilada e desaerada anteriormente a montagem do corpo de prova na câmara triaxial. As pedras porosas e o cabeçote do equipamento possuíam diâmetro de 50 mm.

Com os corpos de prova de diâmetro de 50 mm e comprimento de 50 mm, devidamente posicionados e já envoltos pela membrana de látex com espessura aproximada de 0,3 mm, presa por anéis de vedação (*o-rings*); a câmara triaxial era selada e preenchida com água destilada e desaerada e uma pressão confinante de 10 kPa era aplicada na base dos corpos de prova.

Antes e após o procedimento anterior, as linhas de drenagem do sistema eram saturadas para a eliminação de bolhas de ar com auxílio de uma carga hidráulica de 1 metro de coluna d'água referente ao posicionamento do reservatório de água destilada e desaerada do equipamento em relação ao centro da câmara triaxial e equivalente a 10 kPa. Esta saturação se dava em duas etapas devido à impossibilidade de saturar as linhas de drenagem do *top cap* sem a presença do corpo de prova dentro da câmara triaxial.

Seguia-se então a fase de percolação com a finalidade de dar início à saturação pela retirada de ar do corpo de prova, que tinha duração de 15 minutos e era realizada sob a carga hidráulica de 10 kPa de contrapressão, com a aplicação de uma pressão confinante de 30 kPa resultando em uma tensão efetiva de confinamento de 20 kPa. A pressão confinante era aplicada para evitar que houvesse fluxo d'água entre a membrana e o corpo de prova. O sentido de percolação da água nos corpos de prova era ascendente.

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

Para saturação do corpo de prova por contrapressão, foram realizados acréscimos de tensão contínuo e uniforme, tanto na tensão de confinamento como na contrapressão, sendo a tensão efetiva de confinamento desta fase mantida em 20 kPa. A contrapressão no sistema era aplicada no topo e na base do corpo de prova sendo a poropressão medida apenas na base da amostra. Para garantir a saturação da amostra, o corpo de prova foi submetido a ciclos de pressões confinante e de contrapressão até que o parâmetro B atingisse um valor mínimo de 0,95, medidos em 1 minuto após o incremento da tensão confinante, ou dois valores consecutivos de parâmetros B maior ou igual a 0,9. Para comprovar a saturação do corpo de prova, foram medidos o coeficiente de permeabilidade no topo e na base da amostra, além ainda da verificação do grau de saturação após o final do ensaio.

Para o cálculo do coeficiente de condutividade hidráulica foram medidos os volumes de água percolada na base e no topo do corpo de prova em determinados intervalos de tempo. A massa específica da água foi adequada à temperatura da água utilizada no ensaio. Os resultados dos ensaios de permeabilidade para as amostras consideraram, pelo menos, o valor médio das 4 últimas leituras realizadas, conforme recomendação da norma. Os resultados dos ensaios estão apresentados no Apêndice VIII.

4.9 CRUMB TEST

O ensaio seguiu as recomendações da norma ABNT NBR 13601:1996. Para a realização do ensaio Crumb test, foram obtidos torrões, a partir de corpos de prova compactados de acordo com o descrito na norma ABNT NBR 7182:2016, com diâmetro compreendido entre 6 mm e 10 mm. As amostras foram compactadas na massa específica natural e no teor de umidade natural de campo. Os índices físicos de moldagem estão apresentados na Tabela 5. Os procedimentos de ensaio estão descritos na sequência.

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

Tabela 5 – Índices físicos de moldagem

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm³)	Massa específica seca (g/cm³)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

Foi colocado um torrão em cada béquer, totalizando três béqueres, contendo cerca de 150 mL de água destilada em cada. Ao longo de 1 hora, foram observadas as reações ocorridas e então atribuídos um grau, conforme descrito a seguir:

- Grau 1 – Comportamento não-dispersivo: O torrão de solo pode absorver água, sofrer esboroamento e esparramar-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido, provocado por colóides em suspensão;
- Grau 2 – Comportamento levemente dispersivo: Há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3);
- Grau 3 – Comportamento moderadamente dispersivo: Observa-se uma nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhando-se no fundo do béquer, facilmente reconhecível; e
- Grau 4 – Comportamento fortemente dispersivo: Observa-se uma nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

As planilhas de ensaio estão apresentadas no Apêndice IX.

4.10 PINHOLE TEST

Os ensaios seguiram as recomendações da norma ABNT NBR 14114:1998 Solo - Solos argilosos dispersivos - Identificação e classificação por meio do ensaio do furo de agulha (*pinhole test*). O método do ensaio consiste na medida direta e qualitativa da dispersibilidade de solos pelo

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019

fluxo de água através de um pequeno orifício obtido com uma agulha de diâmetro aproximado de 1 milímetro realizado axialmente em um corpo de prova com dimensões de 38 milímetros de altura por 35 milímetros de diâmetro. Foram cuidadosamente remoldados corpos de prova na massa específica natural e no teor de umidade de campo. Os índices físicos de moldagem estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Índices físicos de moldagem

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm^3)	Massa específica seca (g/cm^3)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

O ensaio se inicia com uma carga hidráulica imposta de 50 milímetros, de acordo com a turbidez da água a carga hidráulica pode ser modificada para 180, 380 e 1020 milímetros, respectivamente. A dispersão do solo é classificada de acordo com a turbidez da água coletada após passar por este orifício em cada carga hidráulica do ensaio. A Figura 3 apresenta o aparelho para o ensaio do furo de agulha (*pinhole test*).

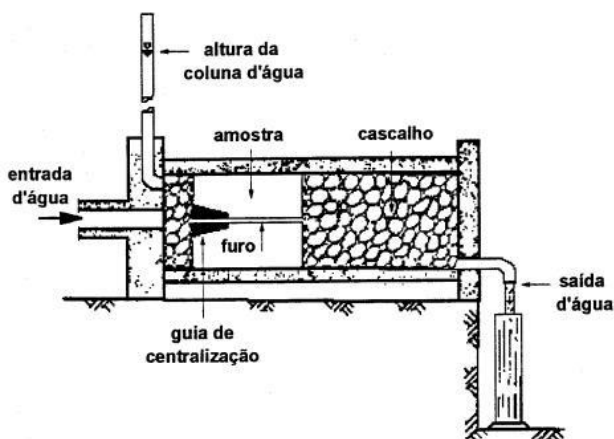


Figura 3 – Ensaio do furo de agulha ("pinhole test").

Fonte: adaptado de Sherard *et al.* (1976a)

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019

Os solos podem ser classificados quanto à dispersibilidade em seis categorias de acordo com a turbidez do efluente, vazão e dimensões finais do furo como segue abaixo:

- ND1 – não dispersivo;
- ND2 – incipientemente dispersivo;
- ND3 – levemente dispersivo;
- ND4 – moderadamente dispersivo;
- D2 – dispersivo; e
- D1 – altamente dispersivo.

Da Figura 4 a Figura 11 é demonstrada a aparelhagem utilizada para realização dos ensaios.



Figura 4 – Aparelho para o ensaio do furo de agulha



Figura 5 – Reservatório para fornecimento de água destilada a carga constante



Figura 6 – Proveta graduada.

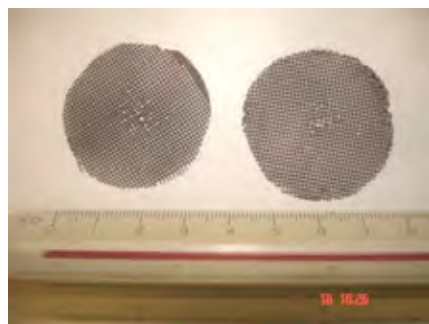


Figura 7 – Telas de arame com abertura de malha menor que 2mm

Relatório de ensaios REL EC 11812 2019



Figura 8 – Guia de centralização, com formato cônico e dotado de orifício de 1,5mm de diâmetro



Figura 9 – Areia grossa, lavada, passada na peneira de 4,8mm e retida na peneira de 2mm



Figura 10 – Balança com resolução de 0,01g



Figura 11 – Agulha e molde

Os resultados dos ensaios realizados estão apresentados no Apêndice X.

4.11 ENSAIO INDERBITZEN

O objetivo do idealizador do ensaio Inderbitzen era determinar em laboratório a erosão em um talude de aterro, para uma certa condição de chuva e o conseqüente escoamento de água superficial (INDERBITZEN, 1961), permitindo considerar fatores como a compactação relativa do solo, inclinação do “talude experimental”, vazão e duração do escoamento.

Apesar de seu objetivo inicial específico, o ensaio Inderbitzen tem sido utilizado para estudar problemas de erosão diversos. O uso freqüente e diversificado do ensaio, com bons resultados relatados, provam que o ensaio é uma ferramenta valiosa. Emprega materiais e equipamentos de baixo custo e fáceis de reproduzir em laboratório. O procedimento de ensaio é relativamente complexo, exigindo planejamento cuidadoso para garantir sua qualidade (CHAMECKI, 2002).

Seu procedimento básico consiste em fixar um anel cilíndrico contendo uma amostra do solo a analisar, ao orifício de mesmo diâmetro existente no aparelho, constituído por uma rampa. A superfície da amostra de solo deve coincidir com a face superior do plano inclinado. O

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

escoamento de água na rampa a partir de sua extremidade superior, provoca erosão no solo, que pode ser avaliada através do peso das partículas de solo removidas pela água, retidas em peneira posicionada na extremidade inferior da rampa e submetidas a secagem posterior em estufa. O equipamento permite fixar e repetir a inclinação da rampa e o fluxo de água, cujas características são a vazão, a velocidade e a duração do escoamento. Além disso, devem ser conhecidos o tipo e o estado do solo analisado (CHAMECKI, 2002).

Os ensaios de Inderbitzen foram realizados em amostras de solo remoldadas utilizando a massa específica natural e o teor de umidade natural de campo para cada ponto de coleta. Para a realização dos ensaios, inicialmente foi realizada a moldagem de um corpo de prova com o auxílio de um cilindro de compactação, Cilindro CBR, com os índices físicos (massa específica natural e teor de umidade natural) correspondentes a cada ponto de amostragem. Os índices físicos de moldagem estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Índices físicos de moldagem

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm^3)	Massa específica seca (g/cm^3)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

Posteriormente as amostras foram cuidadosamente moldadas no anel utilizado para a execução do ensaio. O corpo de prova foi rasado de modo que não exista diferença de altura com o anel. A compactação seguiu as recomendações da norma ABNT NBR 7182:2016.

Inicialmente os ensaios Inderbitzen foram realizados com corpos de prova remoldados na massa específica natural e no teor de umidade natural, índices físicos obtidos em campo. Os ensaios foram realizados inicialmente com uma vazão fixa (70 mL/s) e variando a inclinação da rampa do equipamento. A inclinação adotada para os ensaios iniciais foram de 10°, 20° e 30° graus. Em um segundo momento, após a verificação dos resultados iniciais optou-se por realizar novos ensaios com configurações diferentes. Nesta segunda campanha de ensaios Inderbitzen a inclinação da rampa foi fixada em 30° graus com a horizontal e a vazão reduzida pela metade (35 mL/s), os corpos de prova utilizados para a execução dos ensaios foram remoldados na massa específica natural e no teor de umidade natural de campo. Ainda, para esta segunda

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

campanha de ensaios, para cada amostra foi remoldado um segundo corpo de prova com os mesmos índices físicos, sendo o mesmo exposto ao ar para perda de teor de umidade.

Para a execução do ensaio é fundamental estabelecer os parâmetros de execução do ensaio, conforme descritos anteriormente. O procedimento de preparação tem início fixando-se o anel com o corpo de prova ao orifício existente no aparelho, de modo que a face superior do solo fique nivelada com a rampa.

Vedam-se os espaços entre o anel e a placa de vedação e sustentação que fica sob a face inferior do corpo de prova e se for o caso, como nos solos ressecados e com retração, os pequenos espaços entre o solo e a parede do anel. Apesar da importância da infiltração na erosão dos solos, sua ocorrência deve ser evitada no ensaio Inderbitzen, pois dificulta o controle, execução e interpretação de resultados. Mesmo que seja trabalhosa e demorada, a cuidadosa operação de vedação é indispensável para garantir a qualidade do ensaio.

Protege-se a superfície do corpo de prova já posicionado para o ensaio, cobrindo toda a rampa com filme transparente de PVC, de modo que a água não entre em contato com a amostra na etapa de ajuste e verificação da vazão. Liga-se o sistema de escoamento de água sobre a rampa, verificando se a vazão mantém-se constante e com a intensidade selecionada para o ensaio. Posiciona-se a peneira na saída de água da rampa, bem como os recipientes sob a peneira e sob o corpo de prova.

Inicia-se o ensaio com a retirada do filme plástico e acionamento simultâneo do cronômetro. Em tempos previamente determinados (1 min, 5 min, 10 min, 15 min e 20 min) substitui-se a peneira, transferindo-se seu conteúdo para cápsulas de porcelana. Ainda, a cada troca de peneira é coletado material em suspensão do reservatório, o qual é transferido para cápsulas de porcelanas para secagem em estufa. Após secagem em estufa, fornecerão dados de peso seco do material erodido retido nas peneiras, em cada intervalo de tempo.

Concluído o ensaio, desliga-se o sistema de escoamento, determina-se o volume de água coletado durante o ensaio nos reservatórios posicionados após a peneira na saída do escoamento. Transfere-se o material que restou no anel para uma cápsula e para secagem em estufa, obtendo-se o peso e a umidade final da amostra não erodida. Caso ocorra a passagem de partículas muito finas através das peneiras colocadas na saída do escoamento da rampa é necessário, de alguma forma, considerar este material.

Na sequência são apresentadas fotografias dos equipamentos utilizados para a execução dos ensaios. Os resultados dos ensaios estão apresentados no Apêndice XI.

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

Figura 12 - Equipamento Inderbitzen



Figura 13 - Rampa e sistema de escoamento



Figura 14 - Corpo de prova moldado



Figura 15 - Corpo de prova após a realização do ensaio



Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

5. RESUMO DOS RESULTADOS

Na Tabela 8 está apresentado um resumo dos resultados dos ensaios de caracterização das amostras deformadas e a classificação das amostras pelos sistemas HRB (Highway Research Bord) e USCS (Unified Soil Classification System).

Tabela 8 – Resumo dos resultados

Registro da amostra		2.0052.19	2.0053.19	2.0054.19
Descrição tátil-visual		Silte Marrom Avermelhado	Silte Marrom Avermelhado	Silte Marrom Avermelhado
Teor de umidade	%	12,4	12,1	8,2
Análise granulométrica				
Pedra (>60 mm)	%	0	0	0
Pedregulho (2,0 a 60,0 mm)	%	0,5	1,0	1,5
Areia grossa (0,6 a 2 mm)	%	0,4	0,7	0,8
Areia média (0,2 a 0,6 mm)	%	8,2	3,6	2,6
Areia fina (0,06 a 0,2 mm)	%	38,5	40,0	40,0
Silte (0,002 a 0,06 mm)	%	47,0	49,3	50,0
Argila (<0,002 mm)	%	5,4	5,4	5,1
Material passante na peneira de nº 200	%	64,6	63,8	64,6
Material passante na peneira de nº 40	%	98,9	97,9	97,2
Material passante na peneira de nº 10	%	99,5	99,0	98,5
Material passante na peneira de nº 4	%	100,0	99,8	100,0
Massa específica dos grãos menores que 2,0 mm	g/cm ³	3,04	3,04	3,07
Massa específica dos grãos menores que 4,8 mm	g/cm ³	3,02	3,1	3,06
Limites de Atterberg				
Limites de Liquidez (LL)	%	NL	NL	NL
Limites de Plasticidade (LP)	%	NP	NP	NP
Índice de Plasticidade (IP)	%	-	-	-
Índice de Grupo (IG)		14	14	14
Classificação				
HRB	-	A-6 (14)	A-6 (13)	A-6 (14)
USCS	-	ML	ML	ML
Permeabilidade a carga variável				
k _v	cm/s	5,03E-02	9,82E-02	1,32E-02
CBR				
Índice de Suporte Califórnia	%	21,04	19,47	22,51
Expansão	%	0,04	0,01	0
Ensaio de compactação				
Massa específica seca máxima	g/cm ³	2,06	2,08	2,11
Teor de umidade ótima	%	11	11	10,8
pH Extrato Aquoso	-			
Medida de pH - 1ª Leitura	-	7,98	6,79	7,34
Medida de pH - 2ª Leitura	-	7,89	6,78	7,34

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

Registro da amostra		2.0055.19	2.0056.19	2.0057.19
Descrição tátil-visual		Silte Marrom Avermelhado	Silte Marrom Avermelhado	Silte Marrom Avermelhado
Teor de umidade	%	11,7	12,6	10,5
Análise granulométrica				
Pedra (>60 mm)	%	0	0	0
Pedregulho (2,0 a 60,0 mm)	%	0,4	5,1	3,3
Areia grossa (0,6 a 2 mm)	%	0,4	2,7	2,9
Areia média (0,2 a 0,6 mm)	%	3,5	3,0	3,6
Areia fina (0,06 a 0,2 mm)	%	40,5	34,0	36,0
Silte (0,002 a 0,06 mm)	%	52,0	51,0	48,6
Argila (<0,002 mm)	%	3,2	4,2	4,2
Material passante na peneira de nº 200	%	63,8	63,7	61,9
Material passante na peneira de nº 40	%	99,0	91,9	93,2
Material passante na peneira de nº 10	%	99,6	94,9	93,2
Material passante na peneira de nº 4	%	100,0	100,0	100,0
Massa específica dos grãos menores que 2,0 mm	g/cm ³	3,09	3,04	3,08
Massa específica dos grãos menores que 4,8 mm	g/cm ³	3,03	3,18	3,03
Limites de Atterberg				
Limites de Liquidez (LL)	%	NL	NL	NL
Limites de Plasticidade (LP)	%	NP	NP	NP
Índice de Plasticidade (IP)	%	-	-	-
Índice de Grupo (IG)		14	14	13
Classificação				
HRB	-	A-6 (13)	A-6 (13)	A-6 (13)
USCS	-	ML	ML	ML
Permeabilidade a carga variável				
k _v	cm/s	2,45E-02	9,68E-03	3,70E-02
CBR				
Índice de Suporte Califórnia	%	22,41	21,38	20,65
Expansão	%	0,01	0,01	0,02
Ensaio de compactação				
Massa específica seca máxima	g/cm ³	2,09	2,16	2,19
Teor de umidade ótima	%	11	10,6	10,7
pH Extrato Aquoso				
Medida de pH - 1ª Leitura	-	7,84	7,92	7,51
Medida de pH - 2ª Leitura	-	7,86	7,92	7,52

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

Registro da amostra		2.0058.19	2.0059.19
Descrição tátil-visual		Silte Marrom Avermelhado	Silte Marrom Avermelhado
Teor de umidade	%	11,9	11,3
Análise granulométrica			
Pedra (>60 mm)	%	0	0
Pedregulho (2,0 a 60,0 mm)	%	0,8	1,3
Areia grossa (0,6 a 2 mm)	%	2,2	0,1
Areia média (0,2 a 0,6 mm)	%	5,0	2,4
Areia fina (0,06 a 0,2 mm)	%	38,5	42,5
Silte (0,002 a 0,06 mm)	%	47,0	50,0
Argila (<0,002 mm)	%	6,5	3,7
Material passante na peneira de nº 200	%	61,7	64,6
Material passante na peneira de nº 40	%	95,8	98,3
Material passante na peneira de nº 10	%	99,2	98,7
Material passante na peneira de nº 4	%	100,0	100,0
Massa específica dos grãos menores que 2,0 mm	g/cm ³	2,94	3,00
Massa específica dos grãos menores que 4,8 mm	g/cm ³	2,94	2,96
Limites de Atterberg			
Limites de Liquidez (LL)	%	NL	NL
Limites de Plasticidade (LP)	%	NP	NP
Índice de Plasticidade (IP)	%	-	-
Índice de Grupo (IG)		13	14
Classificação			
HRB	-	A-6 (13)	A-6 (14)
USCS	-	ML	ML
Permeabilidade a carga variável			
k _v	cm/s	2,15E-02	7,20E-03
CBR			
Índice de Suporte Califórnia	%	14,23	15,90
Expansão	%	0,03	0,02
Ensaio de compactação			
Massa específica seca máxima	g/cm ³	2,01	2,03
Teor de umidade ótima	%	11,7	10,4
pH Extrato Aquoso	-		
Medida de pH - 1ª Leitura	-	7,78	7,75
Medida de pH - 2ª Leitura	-	7,78	7,76

6. REFERÊNCIAS

INDERBITZEN, A.L. An erosion test for soils. **Materials Research & Standards**, Philadelphia, v. 1, n. 7, p. 553-554, July 1961.

CHAMECKI, P. R. **Metodologias de laboratório para estudos da erosão hídrica em solos: Aplicação a uma argila da formação guabirotuba**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Paraná. Programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do solo. Curitiba, 2002.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Reproduções deste documento só têm validade se forem integrais ou autorizadas pelo Lactec.

Os resultados se referem somente aos itens ensaiados ou amostrados.

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE I – TEOR DE UMIDADE NATURAL

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO :

22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA:

Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR:

Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105°C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
234	20,50	73,45	67,58	12,5
237	20,81	61,52	57,03	12,4
261	21,02	72,51	66,81	12,4
Média (%)				12,4

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (12,4 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105°C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
224	20,56	77,27	71,15	12,1
241	19,71	76,70	70,56	12,1
252	20,50	77,80	71,66	12,0
Média (%)				12,1

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (12,1 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO :

22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA:

Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR:

Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☐ 105°C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
231	20,29	58,71	55,67	8,6
232	20,68	72,68	69,08	7,4
247	20,61	71,82	67,74	8,7
Média (%)				8,2

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (8,2 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO :

22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DA ESTUFA:

Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR:

Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105°C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
239	20,14	62,69	58,25	11,7
263	20,27	69,52	64,36	11,7
245	26,44	89,35	82,77	11,7
Média (%)				11,7

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (11,7 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO :

22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DA ESTUFA:

Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR:

Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105°C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
323	22,23	108,92	99,40	12,3
587	27,32	102,76	94,28	12,7
682	20,05	109,11	98,90	12,9
Média (%)				12,6

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (12,6 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE NATURAL

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-001

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105°C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
586	26,56	79,95	74,85	10,6
676	21,57	89,01	82,68	10,4
687	19,78	87,89	81,31	10,7
Média (%)				10,5

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (10,5 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO :

22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DA ESTUFA:

Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR:

Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105°C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
402	24,97	100,56	92,90	11,3
415	23,73	87,11	79,90	12,8
570	21,35	110,13	100,85	11,7
Média (%)				11,9

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (11,9 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

**DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE
NATURAL**

ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A

DATA DO ENSAIO :

22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Cristiano/Eder

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DA ESTUFA:

Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR:

Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105°C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE

Número da cápsula	M3 - Massa da cápsula (g)	M1 - Massa da cápsula + solo úmido (g)	M2 - Massa da cápsula + solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
568	21,07	98,32	90,38	11,5
663	21,88	100,87	92,74	11,5
679	20,29	111,99	102,85	11,1
Média (%)				11,3

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (11,3 ±1,2)%

-Página 1 - Anotações

-Página 2 - Incertezas (Uso interno)

-Página 3 - Histórico de revisões (Uso interno)

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE II – MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
 ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 02/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,4°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
633	9,12	29,89	29,89
640	10,16	36,49	36,47
649	9,75	35,26	35,26

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 8	100,00	1369,59	1302,42	23,8
BAV - 9	100,00	1365,59	1298,38	23,6
BAV - 10	100,00	1310,87	1243,93	23,6

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 02/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
633	9,14	29,91	29,91	0,0
640	10,18	36,51	36,49	0,1
649	9,77	35,28	35,28	0,0
Média (%) =				0,0

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 8	100,00	1369,27	1302,11
2	BAV - 9	100,00	1365,27	1298,08
3	BAV - 10	100,00	1310,56	1243,64

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,8	24,01	0,997	3,04
23,6	23,81	0,997	3,04
23,6	23,81	0,997	3,02
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,04 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 10/04/2019

DATA DO ENSAIO: 11/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001

TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C

DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm

TEMPERATURA AMBIENTE: 23,7°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL
(ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
633	9,14	28,09	28,07
635	9,66	32,15	32,16
641	9,85	36,35	36,34

DADOS DO ENSAIO

Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 3	100,00	1342,07	1274,85	23,3
BAV - 4	100,00	1347,17	1280,03	23,5
BAV - 5	100,00	1357,41	1290,28	23,5

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 11/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
633	9,16	28,11	28,09	0,1
635	9,68	32,17	32,18	0,0
641	9,87	36,37	36,36	0,0
Média (%) =				0,0

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 3	99,99	1341,65	1274,45
2	BAV - 4	99,99	1346,75	1279,63
3	BAV - 5	99,99	1356,99	1289,88

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,3	23,50	0,997	3,04
23,5	23,71	0,997	3,04
23,5	23,71	0,997	3,03
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,04 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
 ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 10/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 11/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: EST-002
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,7°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
607	10,17	30,85	30,82
616	9,81	29,40	29,38
658	10,01	35,09	35,07

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 6	100,00	1374,70	1307,30	23,5
BAV - 7	100,00	1366,11	1298,57	23,7
BAV - 8	100,00	1369,65	1302,62	23,7

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 11/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
607	10,19	30,87	30,84	0,1
616	9,83	29,42	29,40	0,1
658	10,03	35,11	35,09	0,1
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 6	99,92	1373,23	1305,90
2	BAV - 7	99,92	1364,65	1297,18
3	BAV - 8	99,92	1368,18	1301,23

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,5	23,71	0,997	3,06
23,7	23,91	0,997	3,08
23,7	23,91	0,997	3,03
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,07 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
 ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 02/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 03/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas/Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,5°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
10	9,20	31,81	30,39
607	10,16	22,94	22,70
642	9,85	20,47	20,24

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 5	100,00	1355,24	1289,88	24,2
BAV - 6	100,00	1372,81	1307,50	24,2
BAV - 7	100,00	1363,96	1299,14	24,3

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 03/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas/Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
10	9,22	31,83	30,41	6,7
607	10,18	22,96	22,72	1,9
642	9,87	20,49	20,26	2,2
Média (%) =				3,6

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 5	96,54	1308,05	1244,97
2	BAV - 6	96,54	1325,01	1261,97
3	BAV - 7	96,54	1316,47	1253,90

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
24,2	24,41	0,997	3,09
24,2	24,41	0,997	3,08
24,3	24,51	0,997	3,03
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,09 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
 ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 08/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 09/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Cristiano/Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: EST-001
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-001
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,4°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
25	10,28	18,91	18,90
41	10,96	18,44	18,40
541	11,33	17,19	17,18

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 2	100,00	1360,88	1293,82	22,6
BAV - 3	100,00	1342,61	1275,72	22,7
BAV - 4	100,00	1347,45	1280,48	22,8

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 09/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Cristiano/Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
25	10,28	18,91	18,90	0,1
41	10,96	18,44	18,40	0,5
541	11,33	17,19	17,18	0,2
Média (%) =				0,3

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 2	99,73	1357,15	1290,27
2	BAV - 3	99,73	1338,93	1272,22
3	BAV - 4	99,73	1343,76	1276,97

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
22,6	22,80	0,998	3,05
22,7	22,90	0,998	3,03
22,8	23,00	0,998	3,04
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,04 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 09/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 10/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,7°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
602	9,02	32,25	32,22
633	9,14	29,50	29,47
635	9,67	33,73	33,70

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 2	100,00	1360,09	1292,59	24,2
BAV - 3	100,00	1341,89	1274,74	24,3
BAV - 4	100,00	1347,07	1279,40	24,2

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
602	9,04	32,27	32,24	0,1
633	9,16	29,52	29,49	0,1
635	9,69	33,75	33,72	0,1
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 2	99,89	1358,30	1290,89
2	BAV - 3	99,89	1340,12	1273,06
3	BAV - 4	99,89	1345,29	1277,71

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
24,2	24,41	0,997	3,08
24,3	24,51	0,997	3,04
24,2	24,41	0,997	3,09
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,08 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
 ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 09/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 10/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,8°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
614	10,16	28,54	28,33
639	10,31	38,08	37,65
641	9,88	31,54	31,18

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 5	100,00	1354,79	1289,73	24,1
BAV - 6	100,00	1372,14	1306,99	24,1
BAV - 7	100,00	1364,07	1298,28	24,1

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
614	10,18	28,56	28,35	1,2
639	10,33	38,10	37,67	1,6
641	9,90	31,56	31,20	1,7
Média (%) =				1,5

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 5	98,57	1335,15	1271,03
2	BAV - 6	98,57	1352,25	1288,04
3	BAV - 7	98,57	1344,29	1279,46

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
24,1	24,31	0,997	2,93
24,1	24,31	0,997	2,94
24,1	24,31	0,997	3,00
Massa específica dos grãos (g/cm³)			2,94 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 09/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 10/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☐ menores que 4,8 mm ☒ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,8°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
626	10,29	30,89	30,87
640	10,15	28,69	28,68
648	10,13	27,39	27,37

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 16	100,00	1355,79	1288,97	23,3
BAV - 63	100,00	1379,67	1313,13	23,4
BAV - 66	100,00	1364,98	1298,26	23,5

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
626	10,31	30,91	30,89	0,1
640	10,17	28,71	28,70	0,1
648	10,15	27,41	27,39	0,1
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 16	99,94	1354,61	1287,85
2	BAV - 63	99,94	1378,47	1311,99
3	BAV - 66	99,94	1363,79	1297,13

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,3	23,50	0,997	3,01
23,4	23,61	0,997	2,98
23,5	23,71	0,997	3,00
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,00 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
 ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 08/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 09/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Cristiano/Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: EST-001
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-001
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,3°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
5	10,47	21,95	21,92
239	11,74	25,35	25,33
640	10,17	26,80	26,75

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 8	100,00	1371,64	1303,18	22,8
BAV - 9	100,00	1367,60	1298,87	22,7
BAV - 10	100,00	1313,02	1244,56	22,7

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 09/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Cristiano/Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
5	10,47	21,95	21,92	0,3
239	11,74	25,35	25,33	0,1
640	10,17	26,80	26,75	0,3
Média (%) =				0,2

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 8	99,76	1368,40	1300,10
2	BAV - 9	99,76	1364,37	1295,80
3	BAV - 10	99,76	1309,92	1241,62

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
22,8	23,00	0,998	3,18
22,7	22,90	0,998	3,21
22,7	22,90	0,998	3,18
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,18 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferidor por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 08/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 09/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: EST-002
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,3°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
602	9,00	33,62	33,61
610	10,25	30,10	30,09
635	9,66	38,73	38,69

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 5	100,00	1357,22	1290,22	23,0
BAV - 6	100,00	1374,45	1307,47	23,1
BAV - 7	100,00	1366,45	1298,85	22,9

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 09/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
602	9,02	33,64	33,63	0,0
610	10,27	30,12	30,11	0,1
635	9,68	38,75	38,71	0,1
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 5	99,95	1356,21	1289,26
2	BAV - 6	99,95	1373,43	1306,50
3	BAV - 7	99,95	1365,43	1297,88

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,0	23,20	0,998	3,03
23,1	23,30	0,998	3,02
22,9	23,10	0,998	3,08
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,03 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 10/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 11/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: EST-002
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,7°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
605	9,31	33,97	33,93
619	9,05	32,05	32,03
646	9,20	30,43	30,42

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 2	100,00	1359,30	1293,03	23,6
BAV - 9	100,00	1364,69	1298,49	23,6
BAV - 10	100,00	1310,88	1243,90	23,6

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 11/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
605	9,34	33,99	33,95	0,2
619	9,07	32,07	32,05	0,1
646	9,22	30,45	30,44	0,0
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 2	99,93	1357,98	1291,78
2	BAV - 9	99,93	1363,37	1297,23
3	BAV - 10	99,93	1309,61	1242,70

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,6	23,81	0,997	2,96
23,6	23,81	0,997	2,96
23,6	23,81	0,997	3,03
Massa específica dos grãos (g/cm³)			2,96 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 15/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 16/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder / Cristiano
 NÚMERO DA ESTUFA: EST-002
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: BAN-001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,7°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
203	10,71	18,84	18,84
212	9,85	19,45	19,44
223	9,83	18,17	18,16

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 2	100,00	1360,57	1293,58	23,2
BAV - 3	100,00	1341,96	1274,95	23,2
BAV - 5	100,00	1357,22	1290,42	23,2

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 16/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder / Cristiano

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
203	10,73	18,86	18,86	0,0
212	9,87	19,47	19,46	0,1
223	9,85	18,19	18,18	0,1
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 2	99,95	1359,58	1292,64
2	BAV - 3	99,95	1340,98	1274,02
3	BAV - 5	99,95	1356,23	1289,48

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,2	23,40	0,997	3,02
23,2	23,40	0,997	3,03
23,2	23,40	0,997	3,01
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,02 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 02/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 03/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo/Larissa
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-001
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,5°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
637	9,82	30,00	29,97
650	10,01	26,73	26,70
660	9,69	39,05	39,01

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 2	100,00	1361,20	1293,39	24,0
BAV - 3	100,00	1342,60	1274,94	24,0
BAV - 4	100,00	1347,77	1280,18	23,9

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 03/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo/Larissa

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
637	9,82	30,00	29,97	0,1
650	10,01	26,73	26,70	0,2
660	9,69	39,05	39,01	0,1
Média (%) =				0,2

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 2	99,85	1359,09	1291,39
2	BAV - 3	99,85	1340,52	1272,97
3	BAV - 4	99,85	1345,68	1278,20

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
24,0	24,21	0,997	3,11
24,0	24,21	0,997	3,09
23,9	24,11	0,997	3,09
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,10 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 02/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 03/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo/Larissa
 NÚMERO DA ESTUFA: Est- 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss-001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban -001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,4°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
239	11,74	38,13	38,09
250	11,33	33,96	33,93
253	10,95	33,79	33,78

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 8	100,00	1370,05	1302,64	24,1
BAV - 9	100,00	1365,74	1298,38	24,0
BAV - 10	100,00	1311,22	1243,46	24,0

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 03/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo/Larissa

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
239	11,76	38,15	38,11	0,2
250	11,35	33,98	33,95	0,1
253	10,97	33,81	33,80	0,0
Média (%) =				0,1

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 8	99,92	1368,58	1301,24
2	BAV - 9	99,92	1364,27	1296,99
3	BAV - 10	99,92	1309,81	1242,13

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
24,1	24,31	0,997	3,07
24,0	24,21	0,997	3,06
24,0	24,21	0,997	3,10
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,06 ± 0,03

<PONTO FORA

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 02/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 03/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas/Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 24,5°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
8	12,70	21,28	21,13
211	9,72	19,47	19,26
554	10,86	20,84	20,65

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 16	100,00	1354,88	1289,13	23,9
BAV - 63	100,00	1378,77	1312,97	23,9
BAV - 66	100,00	1363,84	1297,92	23,5

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 03/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas/Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
8	12,72	21,30	21,15	1,8
211	9,74	19,49	19,28	2,2
554	10,88	20,86	20,67	1,9
Média (%) =				2,0

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 16	98,09	1328,68	1264,20
2	BAV - 63	98,09	1352,11	1287,58
3	BAV - 66	98,09	1337,47	1272,82

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,9	24,11	0,997	3,02
23,9	24,11	0,997	3,03
23,5	23,71	0,997	3,04
Massa específica dos grãos (g/cm³)			3,03 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO
ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 09/04/2019
 DATA DO ENSAIO: 10/04/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo
 NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001
 NÚMERO DO BANHO-MARIA: Ban - 001
 TEMPERATURA DO BANHO-MARIA: 65°C
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002
 NÚMERO DO TERMÔMETRO: TER-001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °C ☐ 60 °C a 65 °C
 DIÂMETRO DOS GRÃOS: ☒ menores que 4,8 mm ☐ menores que 2,0 mm
 TEMPERATURA AMBIENTE: 23,7°C

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)			
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)
646	9,20	31,36	30,92
647	10,21	32,85	32,41
660	9,67	31,55	31,15

DADOS DO ENSAIO				
Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)	Temperatura da água destilada (°C)
BAV - 8	100,00	1367,39	1302,61	23,9
BAV - 9	100,00	1363,29	1298,35	23,9
BAV - 10	100,00	1308,53	1243,76	23,8

Observações:

Página 1 - Anotações

Página 2 - Valores corrigidos

Página 3 - Calibrações (Uso interno)

Página 4 - Incerteza (Uso interno)

Página 5 - Histórico de revisões (Uso interno)

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

DETERMINAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS DE SOLO

ABNT NBR 6458:2016 (Anexo B)

DATA DO ENSAIO: 10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE INICIAL CORRIGIDA (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Número da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	w - Teor de umidade (%)
646	9,22	31,38	30,94	2,0
647	10,23	32,87	32,43	2,0
660	9,69	31,57	31,17	1,9
Média (%) =				2,0

DADOS DO ENSAIO CORRIGIDOS				
Número do becker	Número do balão volumétrico	M1 - Massa do solo (g)	M2 - Massa do balão vol. + solo + água (g)	M3 - Massa do balão vol. + água (g)
1	BAV - 8	98,11	1341,17	1277,64
2	BAV - 9	98,11	1337,15	1273,46
3	BAV - 10	98,11	1283,44	1219,92

CÁLCULO DA MASSA ESPECÍFICA			
Temperatura da água destilada (°C)	Temperatura da água destilada corrigida (°C)	ρ_a - Massa específica da água destilada (g/cm³)	ρ_s - Massa específica dos grãos (g/cm³)
23,9	24,11	0,997	2,94
23,9	24,11	0,997	2,95
23,8	24,01	0,997	2,94
Massa específica dos grãos (g/cm³)			2,94 ± 0,03

Observações:

Incerteza no valor de T = ±0,1°C

Executado por:

Reginaldo

Conferido por:

Joubert

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE III – CURVAS DE DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 01/04/2019

DATA DO ENSAIO : 02/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:56

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 002

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 006

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0265	25,5	1,0246
	1		1 min	1,0225	25,5	1,0205
	2		2 min	1,0190	25,5	1,0170
	4		4 min	1,0165	25,5	1,0145
	8		8 min	1,0140	25,5	1,0119
	15		15 min	1,0125	25,4	1,0104
	30		30 min	1,0110	25,3	1,0089
1			1 hora	1,0095	25,1	1,0074
2			2 horas	1,0085	24,8	1,0064
4			4 horas	1,0075	24,5	1,0054
8			8 horas	1,0070	24,3	1,0049
24			24 horas	1,0060	24,4	1,0039

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
226	10,77	30,43	30,42	0,1
239	11,72	36,10	36,06	0,2
250	11,33	31,63	31,34	1,4
Média Teor de Umidade (%) :				0,6

Página 1 - Anotação

Página 3 - Cálculo da sedimentação

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

Página 2 - Peneiramento

Página 4 - Gráfico

- Página 6 - Histórico de revisões (Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

04/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,6
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	7,44
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1491,76

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	7,44	99,5

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,08	99,4
Pen - 009	30	0,60	0,17	99,1
Pen - 010	40	0,42	0,18	98,9
Pen - 011	50	0,25	0,51	98,2
Pen - 012	100	0,15	5,46	90,4
Pen - 013	200	0,075	18,05	64,6



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

02/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,6
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	99,5
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,040

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
02/abr	8:56:30	0	0	30	25,5	1,0246	1,00200	8,95	12,54	48,1	0,0575
02/abr	8:57:00	0	1	0	25,5	1,0205	1,00200	8,95	13,21	39,4	0,0417
02/abr	8:58:00	0	2	0	25,5	1,0170	1,00200	8,95	13,78	31,9	0,0301
02/abr	9:00:00	0	4	0	25,5	1,0145	1,00200	8,95	13,38	26,6	0,0210
02/abr	9:04:00	0	8	0	25,5	1,0119	1,00200	8,95	13,80	21,1	0,0151
02/abr	9:11:00	0	15	0	25,4	1,0104	1,00200	8,97	14,05	17,9	0,0111
02/abr	9:26:00	0	30	0	25,3	1,0089	1,00200	9,00	14,29	14,7	0,0079
02/abr	9:56:00	1	0	0	25,1	1,0074	1,00210	9,04	14,54	11,3	0,0057
02/abr	10:56:00	2	0	0	24,8	1,0064	1,00220	9,11	14,70	8,9	0,0041
02/abr	12:56:00	4	0	0	24,5	1,0054	1,00230	9,18	14,87	6,6	0,0029
02/abr	16:56:00	8	0	0	24,3	1,0049	1,00230	9,22	14,95	5,5	0,0021
03/abr	8:56:00	24	0	0	24,4	1,0039	1,00230	9,20	15,11	3,4	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

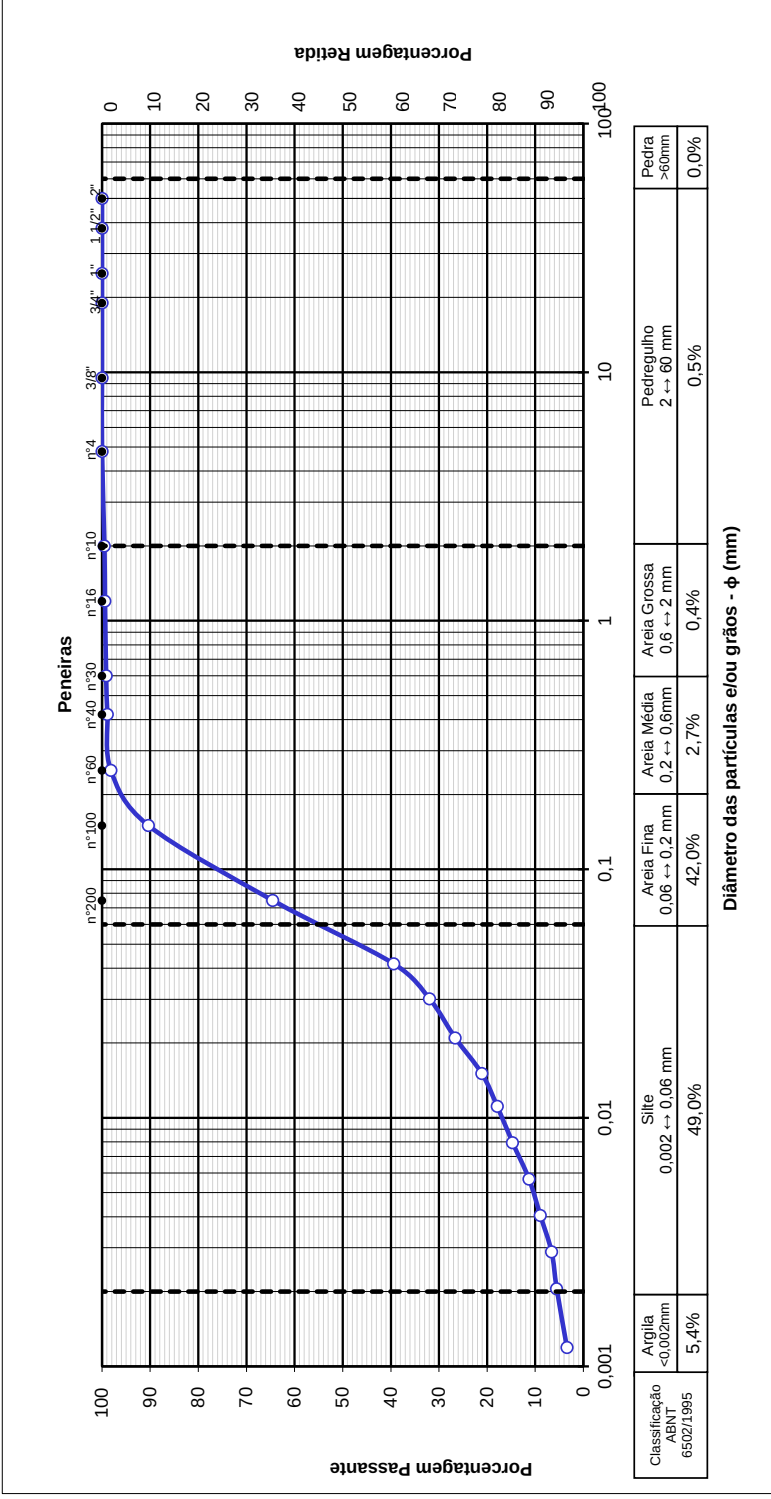
DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

04/04/2019
2.0052.19
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016
☐ DNER DPT M 93/63

Φ PARTÍCULAS (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	99,5
1,2	99,4
0,60	99,1
0,42	98,9
0,25	98,2
0,15	90,4
0,075	64,6
0,0417	39,4
0,0301	31,9
0,0210	26,6
0,0151	21,1
0,0111	17,9
0,0079	14,7
0,0057	11,3
0,0041	8,9
0,0029	6,6
0,0021	5,5
0,0012	3,4



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: $U = \pm 0,01$ g
- Densímetro: $U = \pm 0,001$ g/ml
- Termômetro: $U = \pm 0,2$ °C
- Cronômetro: $U = \pm 0,6$ s para 3600s
- Peneira 50: $U = \pm 0$ mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: $U = \pm 0,1$ mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: $U = \pm 0,01$ mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: $U = \pm 0,001$ mm.

COMPOSIÇÃO: Areia Silto Argilosa



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 01/04/2019

DATA DO ENSAIO : 02/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:51

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 002

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 002

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0260	25,7	1,0241
	1		1 min	1,0230	25,7	1,0210
	2		2 min	1,0195	25,7	1,0175
	4		4 min	1,0170	25,7	1,0150
	8		8 min	1,0130	25,6	1,0109
	15		15 min	1,0110	25,5	1,0089
	30		30 min	1,0095	25,4	1,0074
1			1 hora	1,0085	25,3	1,0064
2			2 horas	1,0075	24,8	1,0054
4			4 horas	1,0075	24,5	1,0054
8			8 horas	1,0070	24,3	1,0049
24			24 horas	1,0065	24,4	1,0044

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
602	9,03	29,27	29,24	0,1
614	10,18	31,64	31,61	0,1
641	9,85	32,34	32,33	0,0
Média Teor de Umidade (%) :				0,1

Página 1 - Anotação

Página 2 - Peneiramento

Página 3 - Cálculo da sedimentação

Página 4 - Gráfico

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

- Página 6 - Histórico de revisões
(Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

04/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,1
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	15,72
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1498,35

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	3,14	99,8
Pen - 007	10	2,0	12,58	99,0

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,15	98,7
Pen - 009	30	0,60	0,30	98,3
Pen - 010	40	0,42	0,32	97,9
Pen - 011	50	0,25	0,65	96,9
Pen - 012	100	0,15	5,77	88,8
Pen - 013	200	0,075	17,66	63,8



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

02/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,1
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	99,0
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,040

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
02/abr	8:51:30	0	0	30	25,7	1,0241	1,00190	8,91	12,62	46,8	0,0575
02/abr	8:52:00	0	1	0	25,7	1,0210	1,00190	8,91	13,13	40,3	0,0415
02/abr	8:53:00	0	2	0	25,7	1,0175	1,00190	8,91	13,70	32,9	0,0300
02/abr	8:55:00	0	4	0	25,7	1,0150	1,00190	8,91	13,29	27,6	0,0209
02/abr	8:59:00	0	8	0	25,6	1,0109	1,00190	8,93	13,97	19,0	0,0151
02/abr	9:06:00	0	15	0	25,5	1,0089	1,00200	8,95	14,29	14,6	0,0112
02/abr	9:21:00	0	30	0	25,4	1,0074	1,00200	8,97	14,54	11,4	0,0080
02/abr	9:51:00	1	0	0	25,3	1,0064	1,00200	9,00	14,70	9,3	0,0057
02/abr	10:51:00	2	0	0	24,8	1,0054	1,00220	9,11	14,87	6,7	0,0041
02/abr	12:51:00	4	0	0	24,5	1,0054	1,00230	9,18	14,87	6,5	0,0029
02/abr	16:51:00	8	0	0	24,3	1,0049	1,00230	9,22	14,95	5,5	0,0021
03/abr	8:51:00	24	0	0	24,4	1,0044	1,00230	9,20	15,03	4,4	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

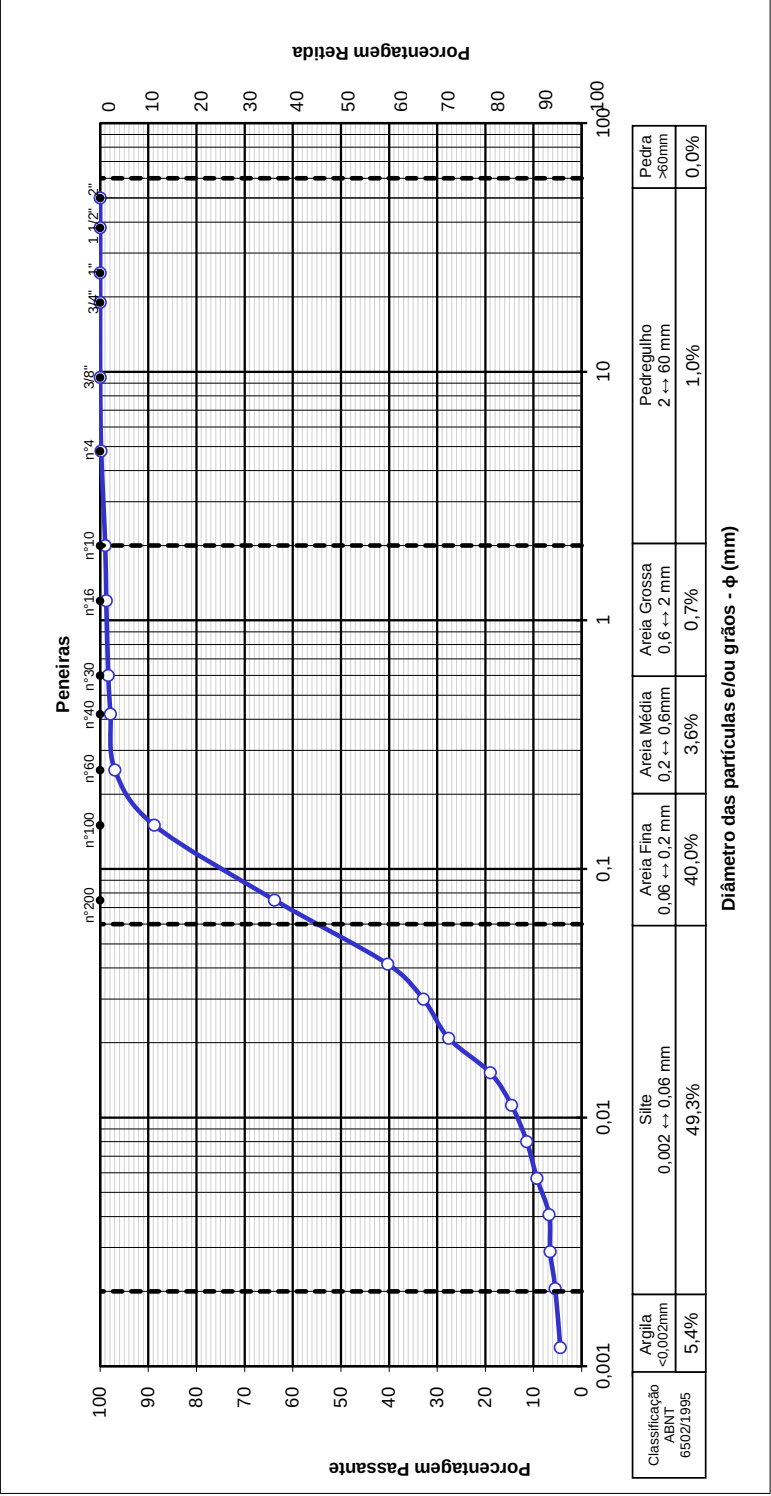
ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

04/04/2019
2.0053.19
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :
☒ ABNT NBR 7181:2016
☐ DNER DPT M 93/63

Φ _{PARTÍCULAS} (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	99,8
2,0	99,0
1,2	98,7
0,60	98,3
0,42	97,9
0,25	96,9
0,15	88,8
0,075	63,8
0,0415	40,3
0,0300	32,9
0,0209	27,6
0,0151	19,0
0,0112	14,6
0,0080	11,4
0,0057	9,3
0,0041	6,7
0,0029	6,5
0,0021	5,5
0,0012	4,4



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: U= ±0,01 g
- Densímetro: U= ±0,001 g/ml
- Termômetro: U= ±0,2 °C
- Cronômetro: U= ±0,6 s para 3600s
- Peneira 50: U= ±0 mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: U= ±0,1 mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: U= ±0,01 mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: U= ±0,001 mm.

COMPOSIÇÃO: Areia Silto Argilosa



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 02/04/2019

DATA DO ENSAIO : 03/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:25

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 002

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 005

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0270	25,4	1,0251
	1		1 min	1,0230	25,4	1,0210
	2		2 min	1,0195	25,4	1,0175
	4		4 min	1,0170	25,4	1,0150
	8		8 min	1,0135	25,3	1,0114
	15		15 min	1,0130	25,2	1,0109
	30		30 min	1,0115	25,0	1,0094
1			1 hora	1,0100	24,7	1,0079
2			2 horas	1,0085	24,4	1,0064
4			4 horas	1,0080	24,2	1,0059
8			8 horas	1,0070	23,9	1,0049
24			24 horas	1,0060	24,5	1,0039

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
619	9,05	30,83	30,80	0,1
622	9,56	30,90	30,88	0,1
626	10,27	31,71	31,68	0,1
Média Teor de Umidade (%) :				0,1

Página 1 - Anotação

Página 2 - Peneiramento

Página 3 - Cálculo da sedimentação

Página 4 - Gráfico

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

- Página 6 - Histórico de revisões
(Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

05/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,1
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	22,51
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1498,17

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	22,51	98,5

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,21	98,2
Pen - 009	30	0,60	0,38	97,7
Pen - 010	40	0,42	0,31	97,2
Pen - 011	50	0,25	0,60	96,4
Pen - 012	100	0,15	5,20	89,1
Pen - 013	200	0,075	17,39	64,6



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

03/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,1
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	98,5
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,070

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
03/abr	8:25:30	0	0	30	25,4	1,0251	1,00200	8,97	12,45	48,3	0,0569
03/abr	8:26:00	0	1	0	25,4	1,0210	1,00200	8,97	13,13	39,7	0,0413
03/abr	8:27:00	0	2	0	25,4	1,0175	1,00200	8,97	13,70	32,4	0,0298
03/abr	8:29:00	0	4	0	25,4	1,0150	1,00200	8,97	13,29	27,2	0,0208
03/abr	8:33:00	0	8	0	25,3	1,0114	1,00200	9,00	13,88	19,6	0,0150
03/abr	8:40:00	0	15	0	25,2	1,0109	1,00200	9,02	13,97	18,6	0,0110
03/abr	8:55:00	0	30	0	25,0	1,0094	1,00210	9,06	14,21	15,3	0,0079
03/abr	9:25:00	1	0	0	24,7	1,0079	1,00220	9,13	14,46	11,9	0,0056
03/abr	10:25:00	2	0	0	24,4	1,0064	1,00230	9,20	14,70	8,6	0,0040
03/abr	12:25:00	4	0	0	24,2	1,0059	1,00230	9,24	14,79	7,5	0,0029
03/abr	16:25:00	8	0	0	23,9	1,0049	1,00240	9,31	14,95	5,2	0,0021
04/abr	8:25:00	24	0	0	24,5	1,0039	1,00230	9,18	15,11	3,3	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

05/04/2019

2.0054.19

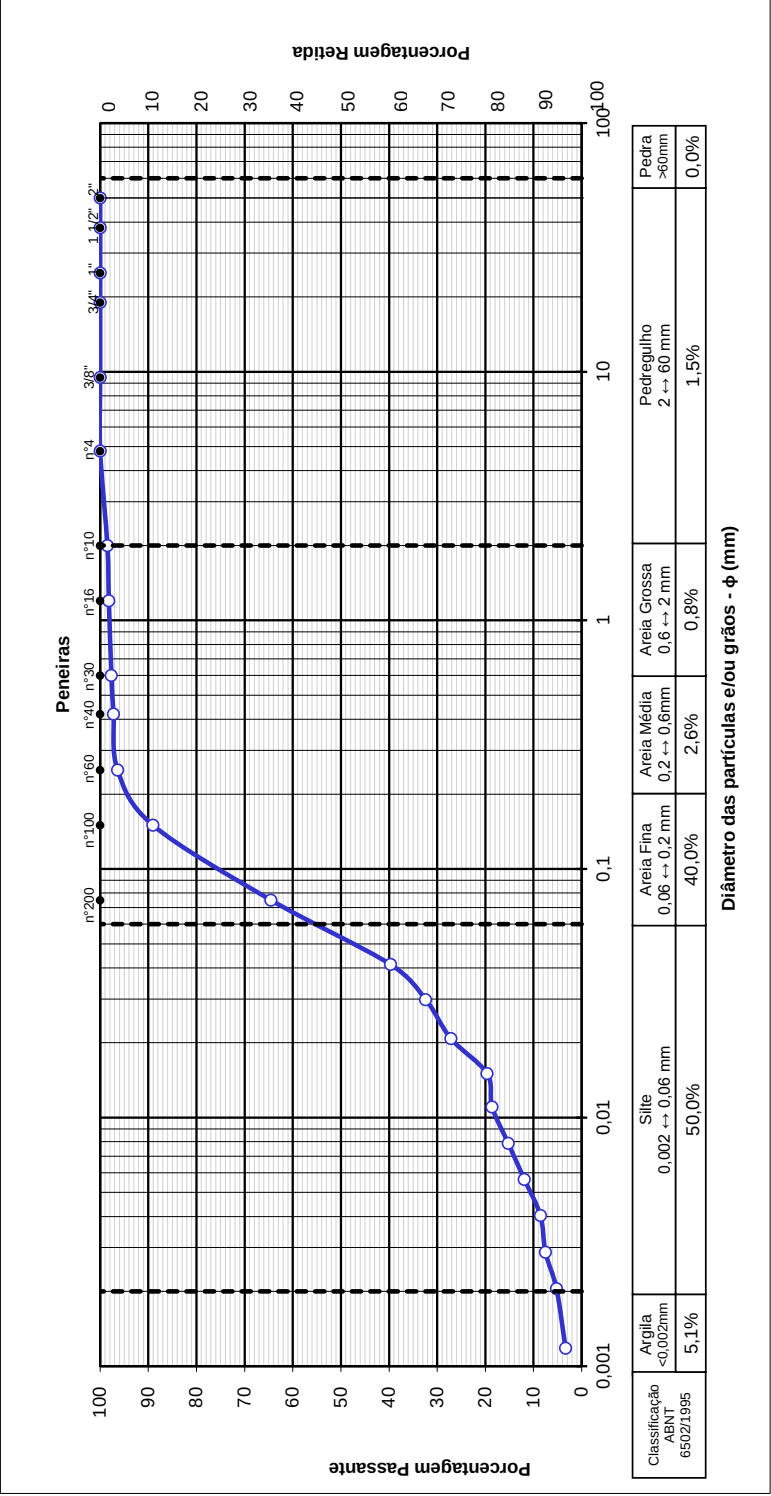
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

Φ _{PARTÍCULAS} (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	98,5
1,2	98,2
0,60	97,7
0,42	97,2
0,25	96,4
0,15	89,1
0,075	64,6
0,0413	39,7
0,0298	32,4
0,0208	27,2
0,0150	19,6
0,0110	18,6
0,0079	15,3
0,0056	11,9
0,0040	8,6
0,0029	7,5
0,0021	5,2
0,0012	3,3



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: U= ±0,01 g
- Densímetro: U= ±0,001 g/ml
- Termômetro: U= ±0,2 °C
- Cronômetro: U= ±0,6 s para 3600s
- Peneira 50: U= ±0 mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: U= ±0,1 mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: U= ±0,01 mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: U= ±0,001 mm.

COMPOSIÇÃO: Areia Silto Argilosa



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Luccas/Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 02/04/2019

DATA DO ENSAIO : 03/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:31

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 002

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 003

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0270	25,4	1,0251
	1		1 min	1,0230	25,4	1,0210
	2		2 min	1,0195	25,4	1,0175
	4		4 min	1,0170	25,4	1,0150
	8		8 min	1,0140	25,4	1,0119
	15		15 min	1,0130	25,3	1,0109
	30		30 min	1,0115	24,8	1,0094
1			1 hora	1,0095	24,5	1,0074
2			2 horas	1,0085	24,3	1,0064
4			4 horas	1,0070	24,3	1,0049
8			8 horas	1,0060	24,1	1,0039
24			24 horas	1,0060	24,4	1,0039

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
25	10,26	17,94	17,80	1,9
559	11,05	25,36	25,12	1,7
657	9,57	25,82	25,50	2,0
Média Teor de Umidade (%) :				1,9

Página 1 - Anotação

Página 2 - Peneiramento

Página 3 - Cálculo da sedimentação

Página 4 - Gráfico

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

- Página 6 - Histórico de revisões
(Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

05/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	1,9
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	6,21
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1472,76

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	6,21	99,6

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,02	99,5
Pen - 009	30	0,60	0,23	99,2
Pen - 010	40	0,42	0,18	99,0
Pen - 011	50	0,25	0,56	98,1
Pen - 012	100	0,15	5,46	90,2
Pen - 013	200	0,075	18,22	63,8



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

03/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Luccas/Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	1,9
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	99,6
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,090

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
03/abr	8:31:30	0	0	30	25,4	1,0251	1,00200	8,97	12,45	49,5	0,0566
03/abr	8:32:00	0	1	0	25,4	1,0210	1,00200	8,97	13,13	40,7	0,0411
03/abr	8:33:00	0	2	0	25,4	1,0175	1,00200	8,97	13,70	33,2	0,0297
03/abr	8:35:00	0	4	0	25,4	1,0150	1,00200	8,97	13,29	27,8	0,0207
03/abr	8:39:00	0	8	0	25,4	1,0119	1,00200	8,97	13,80	21,2	0,0149
03/abr	8:46:00	0	15	0	25,3	1,0109	1,00200	9,00	13,97	19,1	0,0110
03/abr	9:01:00	0	30	0	24,8	1,0094	1,00220	9,11	14,21	15,4	0,0079
03/abr	9:31:00	1	0	0	24,5	1,0074	1,00230	9,18	14,54	10,9	0,0056
03/abr	10:31:00	2	0	0	24,3	1,0064	1,00230	9,22	14,70	8,8	0,0040
03/abr	12:31:00	4	0	0	24,3	1,0049	1,00230	9,22	14,95	5,6	0,0029
03/abr	16:31:00	8	0	0	24,1	1,0039	1,00240	9,27	15,11	3,2	0,0020
04/abr	8:31:00	24	0	0	24,4	1,0039	1,00230	9,20	15,11	3,4	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

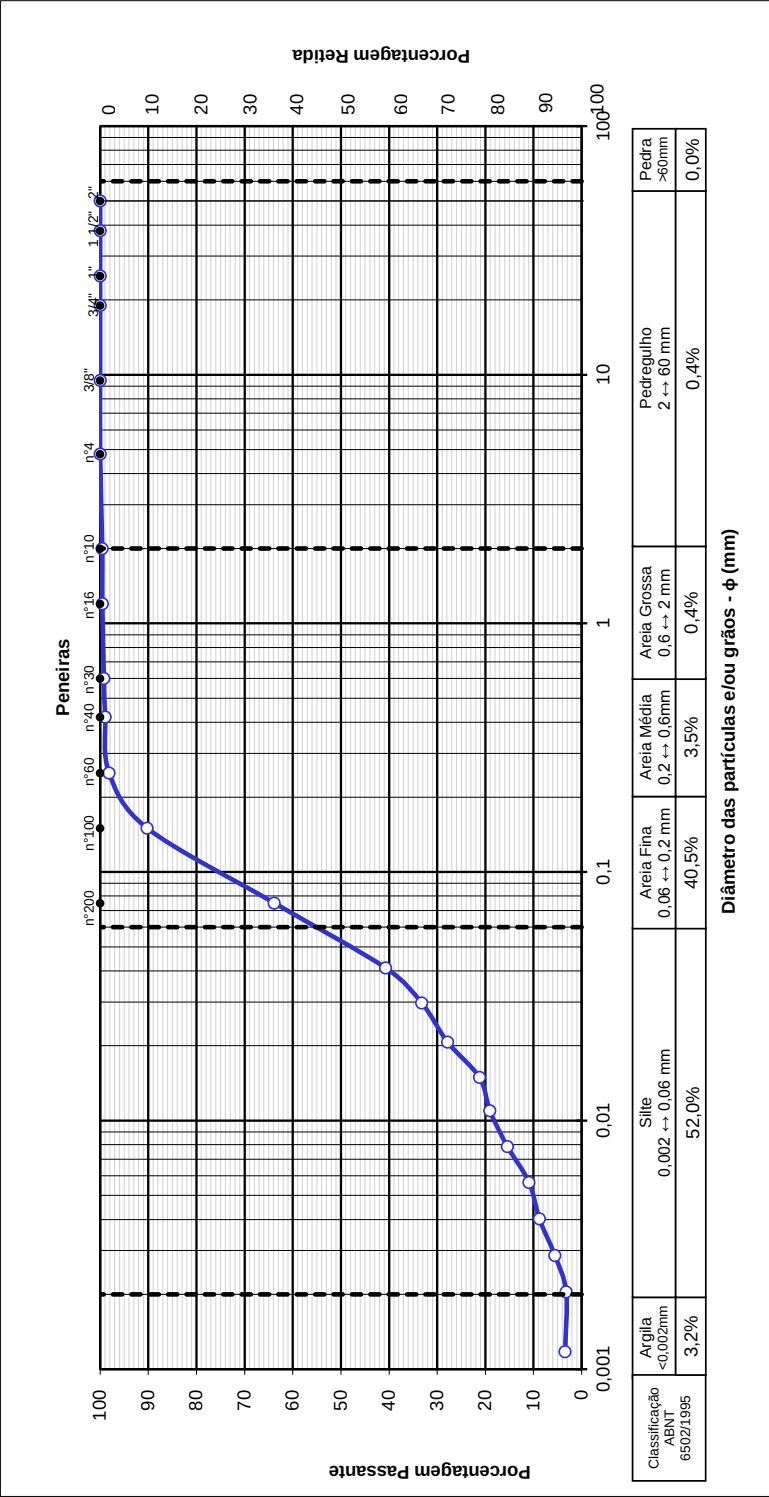
DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

05/04/2019
2.0055.19
Luccas/Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

- ☒ ABNT NBR 7181:2016
- ☐ DNER DPT M 93/63

Φ _{PARTÍCULAS} (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	99,6
1,2	99,5
0,60	99,2
0,42	99,0
0,25	98,1
0,15	90,2
0,075	63,8
0,0411	40,7
0,0297	33,2
0,0207	27,8
0,0149	21,2
0,0110	19,1
0,0079	15,4
0,0056	10,9
0,0040	8,8
0,0029	5,6
0,0020	3,2
0,0012	3,4



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: U= ±0,01 g
- Densímetro: U= ±0,001 g/ml
- Termômetro: U= ±0,2 °C
- Cronômetro: U= ±0,6 s para 3600s
- Peneira 50: U= ±0 mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: U= ±0,1 mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: U= ±0,01 mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: U= ±0,001 mm.

COMPOSIÇÃO: Silte Areno Argiloso



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 08/04/2019

DATA DO ENSAIO : 09/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 001

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:45

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 001

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 002

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0280	24,8	1,0261
	1		1 min	1,0245	24,8	1,0225
	2		2 min	1,0205	24,8	1,0185
	4		4 min	1,0180	24,8	1,0160
	8		8 min	1,0150	24,8	1,0130
	15		15 min	1,0130	24,8	1,0109
	30		30 min	1,0115	24,7	1,0094
1			1 hora	1,0100	24,6	1,0079
2			2 horas	1,0085	24,5	1,0064
4			4 horas	1,0075	24,4	1,0054
8			8 horas	1,0065	24,4	1,0044
24			24 horas	1,0060	23,7	1,0039

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
626	10,29	26,13	26,09	0,3
641	9,88	21,61	21,59	0,2
660	9,67	22,44	22,41	0,2
Média Teor de Umidade (%) :				0,2

Página 1 - Anotação

Página 2 - Peneiramento

Página 3 - Cálculo da sedimentação

Página 4 - Gráfico

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

- Página 6 - Histórico de revisões
(Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Larissa/Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

DATA DO ENSAIO :

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,2
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	76,10
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1496,88

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	76,10	94,9

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	1,07	93,5
Pen - 009	30	0,60	0,96	92,2
Pen - 010	40	0,42	0,22	91,9
Pen - 011	50	0,25	0,44	91,3
Pen - 012	100	0,15	3,86	86,0
Pen - 013	200	0,075	16,40	63,7



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

09/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,2
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	94,9
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,040

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
09/abr	8:45:30	0	0	30	24,8	1,0261	1,00220	9,11	12,29	48,4	0,0574
09/abr	8:46:00	0	1	0	24,8	1,0225	1,00220	9,11	12,88	41,1	0,0415
09/abr	8:47:00	0	2	0	24,8	1,0185	1,00220	9,11	13,54	33,0	0,0301
09/abr	8:49:00	0	4	0	24,8	1,0160	1,00220	9,11	13,13	27,9	0,0210
09/abr	8:53:00	0	8	0	24,8	1,0130	1,00220	9,11	13,62	21,9	0,0151
09/abr	9:00:00	0	15	0	24,8	1,0109	1,00220	9,11	13,97	17,6	0,0112
09/abr	9:15:00	0	30	0	24,7	1,0094	1,00220	9,13	14,21	14,6	0,0080
09/abr	9:45:00	1	0	0	24,6	1,0079	1,00220	9,15	14,46	11,5	0,0057
09/abr	10:45:00	2	0	0	24,5	1,0064	1,00230	9,18	14,70	8,3	0,0041
09/abr	12:45:00	4	0	0	24,4	1,0054	1,00230	9,20	14,87	6,3	0,0029
09/abr	16:45:00	8	0	0	24,4	1,0044	1,00230	9,20	15,03	4,3	0,0021
10/abr	8:45:00	24	0	0	23,7	1,0039	1,00250	9,36	15,11	2,8	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

10/04/2019

2.0056.19

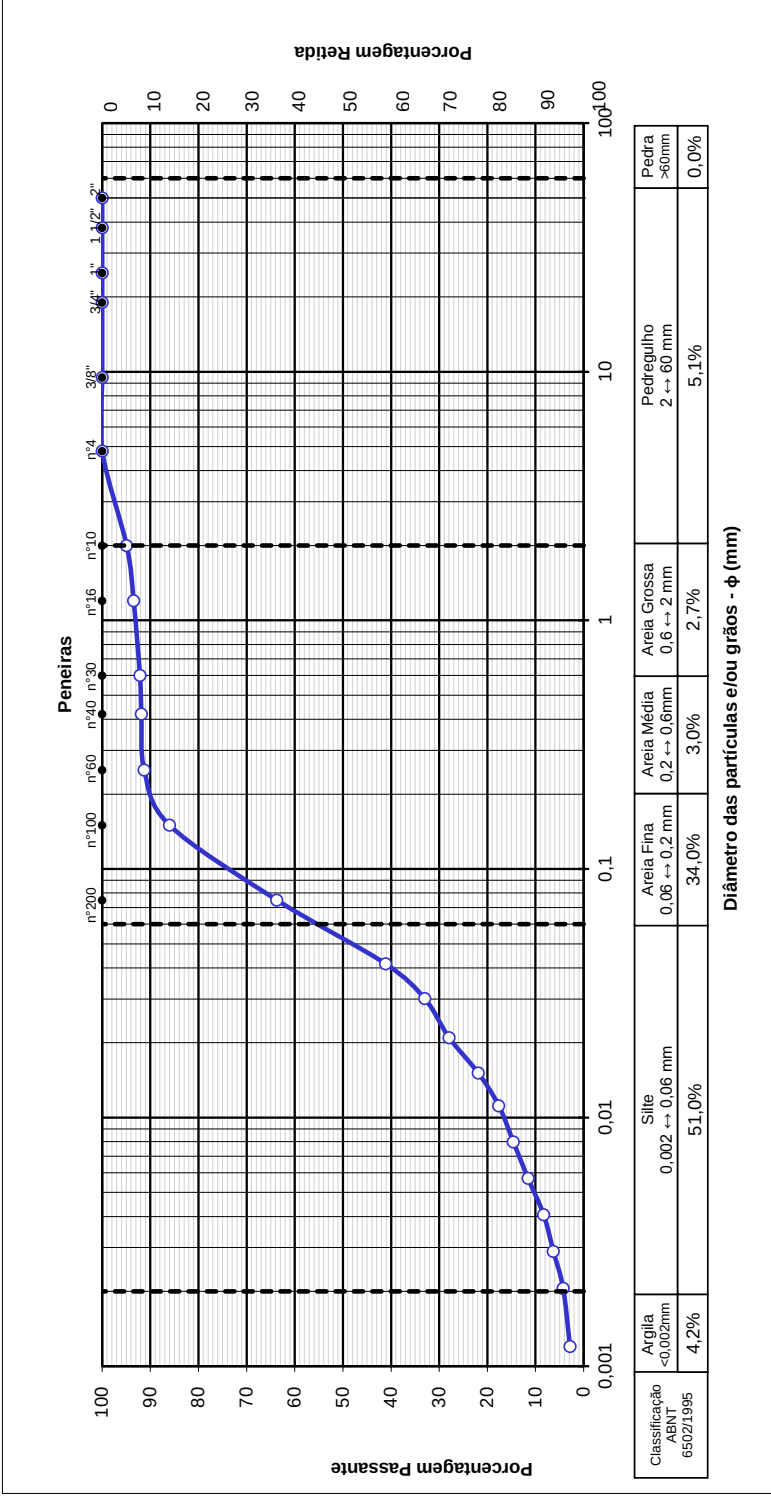
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

Φ _{PARTÍCULAS} (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	94,9
1,2	93,5
0,60	92,2
0,42	91,9
0,25	91,3
0,15	86,0
0,075	63,7
0,0415	41,1
0,0301	33,0
0,0210	27,9
0,0151	21,9
0,0112	17,6
0,0080	14,6
0,0057	11,5
0,0041	8,3
0,0029	6,3
0,0021	4,3
0,0012	2,8



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: U= ±0,01 g
- Densímetro: U= ±0,001 g/ml
- Termômetro: U= ±0,2 °C
- Cronômetro: U= ±0,6 s para 3600s
- Peneira 50: U= ±0 mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: U= ±0,1 mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: U= ±0,01 mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: U= ±0,001 mm.

COMPOSIÇÃO: Silte Areno Argiloso



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0057.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 08/04/2019

DATA DO ENSAIO : 09/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:51

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 001

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 005

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0290	24,5	1,0271
	1		1 min	1,0240	24,5	1,0220
	2		2 min	1,0200	24,5	1,0180
	4		4 min	1,0170	24,5	1,0150
	8		8 min	1,0145	24,5	1,0124
	15		15 min	1,0130	24,5	1,0109
	30		30 min	1,0110	24,5	1,0089
1			1 hora	1,0095	24,5	1,0074
2			2 horas	1,0085	24,4	1,0064
4			4 horas	1,0075	24,4	1,0054
8			8 horas	1,0065	24,4	1,0044
24			24 horas	1,0060	23,7	1,0039

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
614	10,19	27,64	27,61	0,2
616	9,82	35,59	35,54	0,2
646	9,20	34,05	34,01	0,2
Média Teor de Umidade (%) :				0,2

Página 1 - Anotação

Página 3 - Cálculo da sedimentação

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

Página 2 - Peneiramento

Página 4 - Gráfico

- Página 6 - Histórico de revisões (Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Larissa/Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,2
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	49,40
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1497,45

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	49,40	96,7

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,93	95,4
Pen - 009	30	0,60	1,19	93,8
Pen - 010	40	0,42	0,38	93,2
Pen - 011	50	0,25	0,74	92,2
Pen - 012	100	0,15	4,82	85,5
Pen - 013	200	0,075	17,10	61,9



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

09/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,2
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	96,7
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,080

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
09/abr	8:51:30	0	0	30	24,5	1,0271	1,00230	9,18	12,13	50,8	0,0567
09/abr	8:52:00	0	1	0	24,5	1,0220	1,00230	9,18	12,96	40,4	0,0414
09/abr	8:53:00	0	2	0	24,5	1,0180	1,00230	9,18	13,62	32,2	0,0300
09/abr	8:55:00	0	4	0	24,5	1,0150	1,00230	9,18	13,29	26,0	0,0210
09/abr	8:59:00	0	8	0	24,5	1,0124	1,00230	9,18	13,72	20,7	0,0151
09/abr	9:06:00	0	15	0	24,5	1,0109	1,00230	9,18	13,97	17,6	0,0111
09/abr	9:21:00	0	30	0	24,5	1,0089	1,00230	9,18	14,29	13,5	0,0079
09/abr	9:51:00	1	0	0	24,5	1,0074	1,00230	9,18	14,54	10,5	0,0057
09/abr	10:51:00	2	0	0	24,4	1,0064	1,00230	9,20	14,70	8,4	0,0040
09/abr	12:51:00	4	0	0	24,4	1,0054	1,00230	9,20	14,87	6,4	0,0029
09/abr	16:51:00	8	0	0	24,4	1,0044	1,00230	9,20	15,03	4,3	0,0020
10/abr	8:51:00	24	0	0	23,7	1,0039	1,00250	9,36	15,11	2,9	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

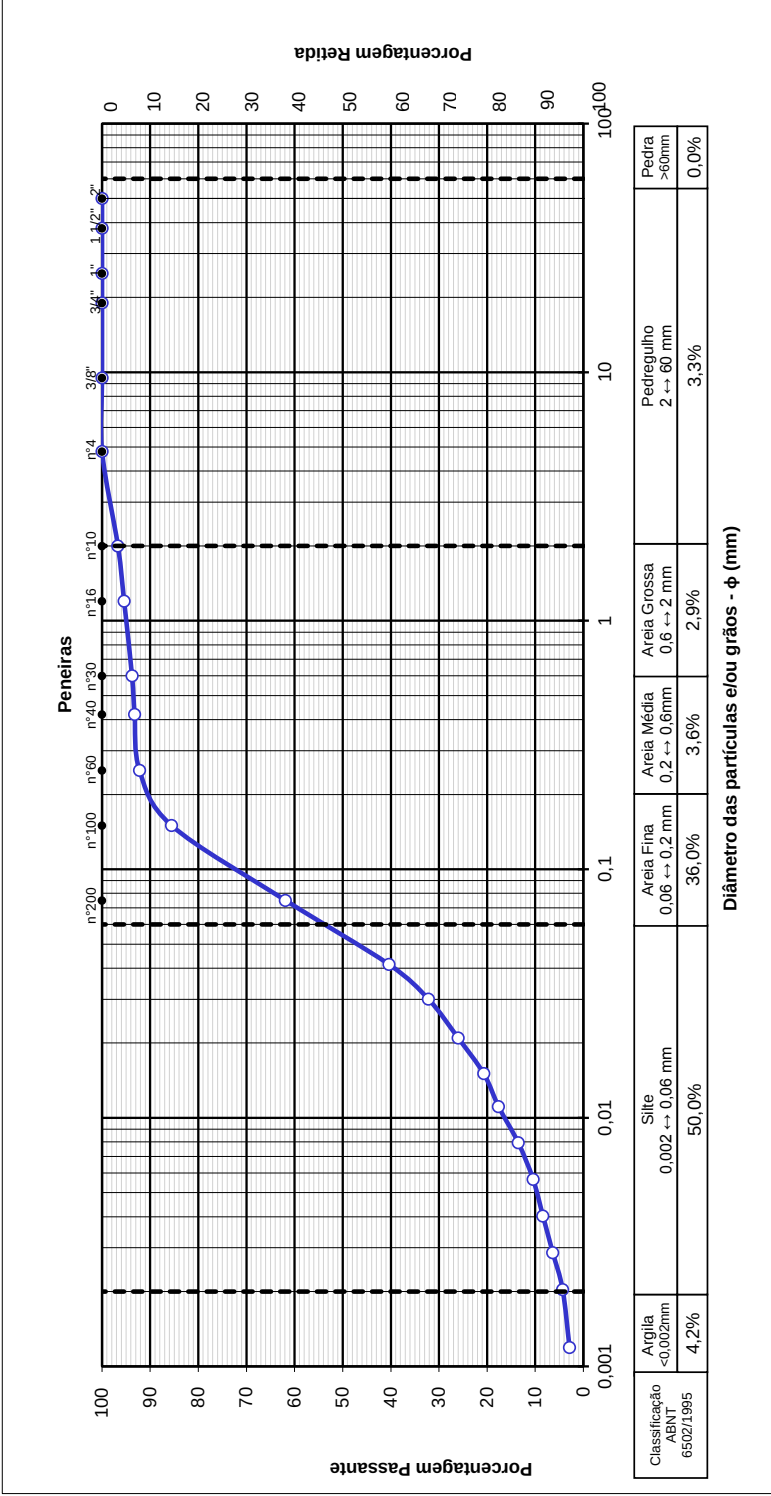
DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

10/04/2019
2.0057.19
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016
☐ DNER DPT M 93/63

Φ PARTÍCULAS (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	96,7
1,2	95,4
0,60	93,8
0,42	93,2
0,25	92,2
0,15	85,5
0,075	61,9
0,0414	40,4
0,0300	32,2
0,0210	26,0
0,0151	20,7
0,0111	17,6
0,0079	13,5
0,0057	10,5
0,0040	8,4
0,0029	6,4
0,0020	4,3
0,0012	2,9



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: $U = \pm 0,01$ g
- Densímetro: $U = \pm 0,001$ g/ml
- Termômetro: $U = \pm 0,2$ °C
- Cronômetro: $U = \pm 0,6$ s para 3600s
- Peneira 50: $U = \pm 0$ mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: $U = \pm 0,1$ mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: $U = \pm 0,01$ mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: $U = \pm 0,001$ mm.

COMPOSIÇÃO: Silte Areno Argiloso



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 08/04/2019

DATA DO ENSAIO : 09/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:36

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 001

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 004

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0270	25,2	1,0251
	1		1 min	1,0230	25,2	1,0210
	2		2 min	1,0200	25,2	1,0180
	4		4 min	1,0180	25,2	1,0160
	8		8 min	1,0155	25,2	1,0135
	15		15 min	1,0145	25,1	1,0124
	30		30 min	1,0125	25,0	1,0104
1			1 hora	1,0105	24,8	1,0084
2			2 horas	1,0100	24,6	1,0079
4			4 horas	1,0085	24,4	1,0064
8			8 horas	1,0075	24,4	1,0054
24			24 horas	1,0070	23,7	1,0049

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
621	10,69	27,05	27,03	0,1
647	10,21	34,18	34,16	0,1
648	10,13	29,05	28,99	0,3
Média Teor de Umidade (%) :				0,2

Página 1 - Anotação

Página 3 - Cálculo da sedimentação

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

Página 2 - Peneiramento

Página 4 - Gráfico

- Página 6 - Histórico de revisões (Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

11/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,2
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	12,64
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1497,41

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	12,64	99,2

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,30	98,7
Pen - 009	30	0,60	1,19	97,0
Pen - 010	40	0,42	0,90	95,8
Pen - 011	50	0,25	1,49	93,7
Pen - 012	100	0,15	6,25	84,8
Pen - 013	200	0,075	16,29	61,7



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

09/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,2
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	99,2
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	2,940

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
09/abr	8:36:30	0	0	30	25,2	1,0251	1,00200	9,02	12,45	49,7	0,0589
09/abr	8:37:00	0	1	0	25,2	1,0210	1,00200	9,02	13,13	40,9	0,0428
09/abr	8:38:00	0	2	0	25,2	1,0180	1,00200	9,02	13,62	34,4	0,0308
09/abr	8:40:00	0	4	0	25,2	1,0160	1,00200	9,02	13,13	30,1	0,0214
09/abr	8:44:00	0	8	0	25,2	1,0135	1,00200	9,02	13,54	24,7	0,0154
09/abr	8:51:00	0	15	0	25,1	1,0124	1,00210	9,04	13,72	22,1	0,0113
09/abr	9:06:00	0	30	0	25,0	1,0104	1,00210	9,06	14,05	17,8	0,0081
09/abr	9:36:00	1	0	0	24,8	1,0084	1,00220	9,11	14,38	13,3	0,0058
09/abr	10:36:00	2	0	0	24,6	1,0079	1,00220	9,15	14,46	12,3	0,0041
09/abr	12:36:00	4	0	0	24,4	1,0064	1,00230	9,20	14,70	8,8	0,0030
09/abr	16:36:00	8	0	0	24,4	1,0054	1,00230	9,20	14,87	6,7	0,0021
10/abr	8:36:00	24	0	0	23,7	1,0049	1,00250	9,36	14,95	5,2	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

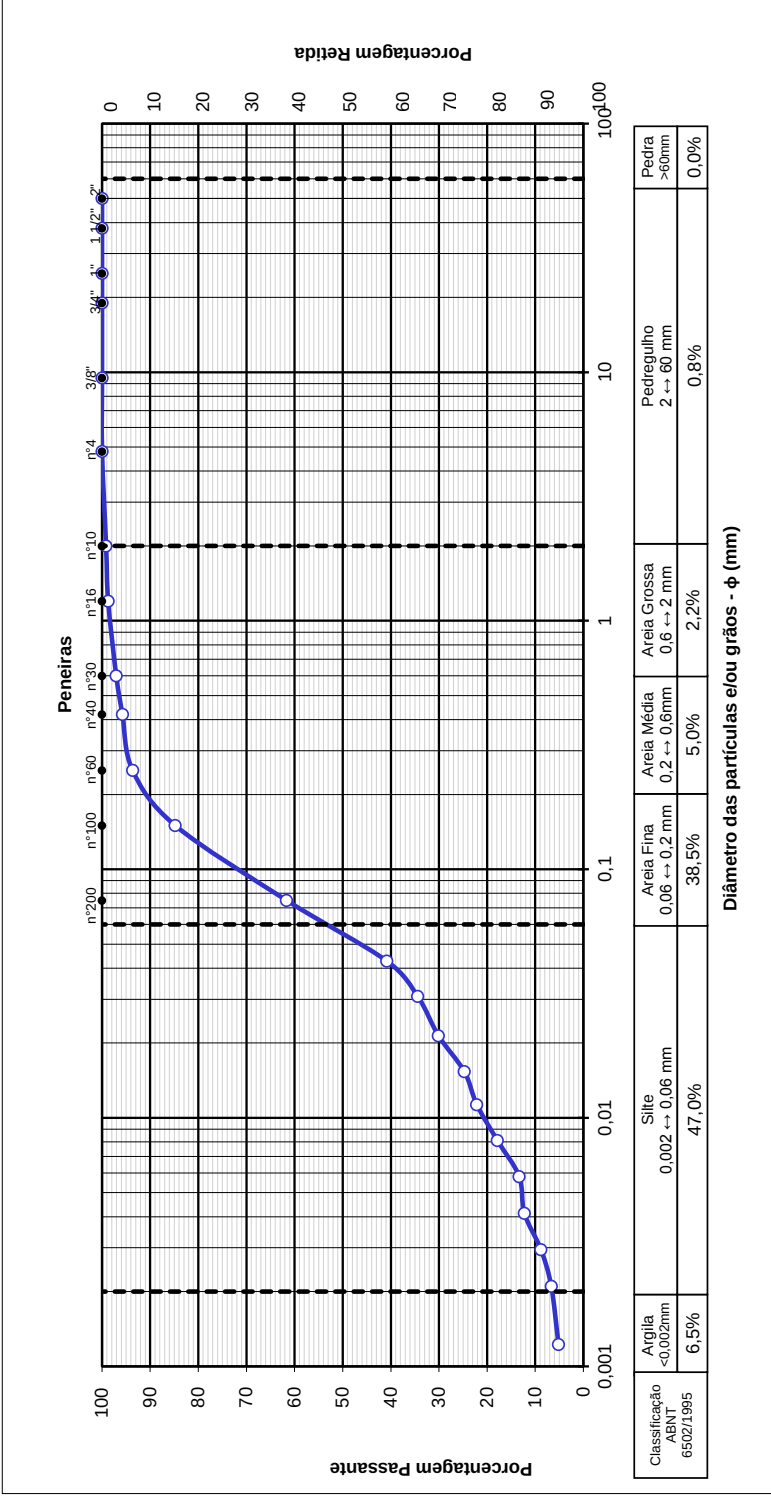
DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

11/04/2019
2.0058.19
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016
☐ DNER DPT M 93/63

Φ PARTÍCULAS (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	99,2
1,2	98,7
0,60	97,0
0,42	95,8
0,25	93,7
0,15	84,8
0,075	61,7
0,0428	40,9
0,0308	34,4
0,0214	30,1
0,0154	24,7
0,0113	22,1
0,0081	17,8
0,0058	13,3
0,0041	12,3
0,0030	8,8
0,0021	6,7
0,0012	5,2



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: U= ±0,01 g
- Densímetro: U= ±0,001 g/ml
- Termômetro: U= ±0,2 °C
- Cronômetro: U= ±0,6 s para 3600s
- Peneira 50: U= ±0 mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: U= ±0,1 mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: U= ±0,01 mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: U= ±0,001 mm.

COMPOSIÇÃO: Areia Silto Argilosa



SEDIMENTAÇÃO ANOTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016
ABNT NBR 13602:1996

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ ABNT NBR 13602:1996

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

REGISTRO DA AMOSTRA : 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELO ENSAIO : Reginaldo

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA : 09/04/2019

DATA DO ENSAIO : 10/04/2019

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

HORÁRIO DE INICIO DO ENSAIO : 08:30

NÚMERO DO DENSÍMETRO : 8440

NÚMERO DO TERMOMETRO : TER - 001

NÚMERO DO CRONOMETRO : CRO - 006

MASSA DE MATERIAL ÚMIDO (g) : 70

MEIO DISPERSOR: ☒ Solução de Hexametáfosfato
☐ Água (ABNT NBR 13602:1996)

COLETA DE DADOS

Tempo			Referência	Leitura do densímetro	Temperatura (°C)	Leitura do densímetro corrigido
hora	min	seg				
		30	30 seg	1,0265	25,0	1,0246
	1		1 min	1,0230	25,0	1,0210
	2		2 min	1,0195	25,0	1,0175
	4		4 min	1,0170	25,0	1,0150
	8		8 min	1,0145	24,9	1,0124
	15		15 min	1,0125	24,9	1,0104
	30		30 min	1,0110	24,8	1,0089
1			1 hora	1,0095	24,5	1,0074
2			2 horas	1,0085	24,4	1,0064
4			4 horas	1,0075	24,3	1,0054
8			8 horas	1,0065	23,5	1,0044
24			24 horas	1,0060	23,5	1,0039

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula	Massa da Cápsula Vazia (g)	Massa da Cápsula mais solo úmido (g)	Massa da Cápsula mais solo seco (g)	Teor de Umidade (%)
605	9,31	28,69	28,65	0,2
610	10,26	32,42	32,37	0,2
616	9,82	31,81	31,81	0,0
Média Teor de Umidade (%) :				0,1

Página 1 - Anotação

Página 2 - Peneiramento

Página 3 - Cálculo da sedimentação

Página 4 - Gráfico

- Página 5 - Incerteza (Uso interno)

- Página 6 - Histórico de revisões (Uso interno)

DOC LGEO - 007

Data: Mai/2019

Revisão: 3

Página 1 de 6

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

11/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL - 002

DATA DO ENSAIO :

NORMA UTILIZADA : ☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

NÚMERO DA BALANÇA:

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM

☐ NÃO

h = Umidade da amostra (%)	0,1
M_t = Massa total da amostra seca ao ar (g)	1500,00
M_q = Material seco retido na peneira de 2,0mm (g)	18,85
M_p = Material seco ao ar usado no pen. fino(g)	70,00
M_s = MASSA TOTAL DA AMOSTRA SECA (g)	1497,87

PENEIRAMENTO GROSSO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 001	2	50,0	0,00	100,0
Pen - 002	1 1/2"	38,0	0,00	100,0
Pen - 003	1"	25,0	0,00	100,0
Pen - 004	3/4"	19,0	0,00	100,0
Pen - 005	3/8"	9,5	0,00	100,0
Pen - 006	4	4,8	0,00	100,0
Pen - 007	10	2,0	18,85	98,7

PENEIRAMENTO FINO

CÁLCULO DAS PORCENTAGENS				
PASSADO EM CADA PENEIRA				
Peneiras		Material		%
NÚMERO	ABNT	(mm)	Retido (g)	Passando
Pen - 008	16	1,20	0,03	98,7
Pen - 009	30	0,60	0,08	98,6
Pen - 010	40	0,42	0,20	98,3
Pen - 011	50	0,25	0,54	97,5
Pen - 012	100	0,15	5,21	90,2
Pen - 013	200	0,075	18,14	64,6



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA SEDIMENTAÇÃO

ABNT NBR 7181:2016

DATA DO ENSAIO :

10/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA :

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016

☐ DNER DPT M 93/63

w= umidade higroscópica %	0,1
Mw= Massa mat. úmido usado na sediment.(g)	70
N= Porcentagem de mat. passou peneira 2,0mm	98,7
γ_g = Massa específica dos grãos de solo, em g/cm ³	3,000

γ_d = Massa específica meio dispersor, temp. do ensaio	1,000
V= Volume da suspensão cm ³	1000
γ_c = Massa específica da água, à temp. (20°C) g/cm ³	1,000
Nº do densímetro utilizado	8440

Data	Hora	Tempo			Temperatura (°C)	(L) Leitura do densímetro na suspensão	(Ld) Leitura do densímetro no meio dispersor	(η) Coeficiente de viscosidade do meio dispersor (gx/s/cm ²)	(a) Altura de queda das partículas (cm)	(Qs) Porcentagem de solo em suspensão (%)	(d) Diâmetro das Partículas em suspensão (mm)
10/abr	8:30:30	0	0	30	25,0	1,0246	1,00210	9,06	12,54	47,7	0,0584
10/abr	8:31:00	0	1	0	25,0	1,0210	1,00210	9,06	13,13	40,0	0,0422
10/abr	8:32:00	0	2	0	25,0	1,0175	1,00210	9,06	13,70	32,6	0,0305
10/abr	8:34:00	0	4	0	25,0	1,0150	1,00210	9,06	13,29	27,3	0,0213
10/abr	8:38:00	0	8	0	24,9	1,0124	1,00210	9,09	13,72	21,8	0,0153
10/abr	8:45:00	0	15	0	24,9	1,0104	1,00210	9,09	14,05	17,6	0,0113
10/abr	9:00:00	0	30	0	24,8	1,0089	1,00220	9,11	14,29	14,2	0,0081
10/abr	9:30:00	1	0	0	24,5	1,0074	1,00230	9,18	14,54	10,8	0,0058
10/abr	10:30:00	2	0	0	24,4	1,0064	1,00230	9,20	14,70	8,7	0,0041
10/abr	12:30:00	4	0	0	24,3	1,0054	1,00230	9,22	14,87	6,6	0,0029
10/abr	16:30:00	8	0	0	23,5	1,0044	1,00260	9,41	15,03	3,8	0,0021
11/abr	8:30:00	24	0	0	23,5	1,0039	1,00260	9,41	15,11	2,8	0,0012



ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

ABNT NBR 7181:2016

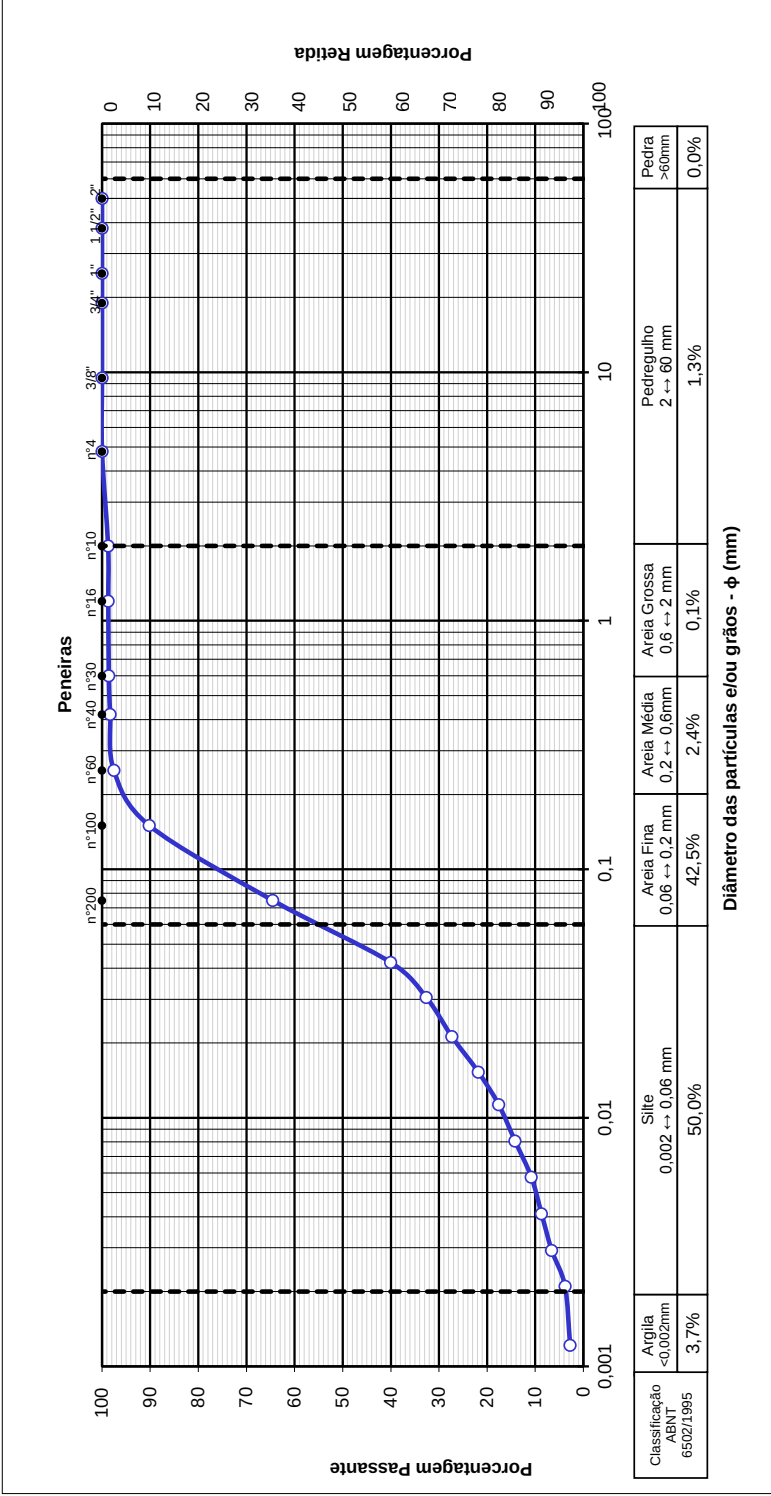
DATA DO ENSAIO :
REGISTRO DA AMOSTRA :
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO :

11/04/2019
2.0059.19
Reginaldo

NORMA UTILIZADA :

☒ ABNT NBR 7181:2016
☐ DNER DPT M 93/63

Φ PARTÍCULAS (mm)	% PASSANTE
50,0	100,0
38,0	100,0
25,0	100,0
19,0	100,0
9,5	100,0
4,8	100,0
2,0	98,7
1,2	98,7
0,60	98,6
0,42	98,3
0,25	97,5
0,15	90,2
0,075	64,6
0,0422	40,0
0,0305	32,6
0,0213	27,3
0,0153	21,8
0,0113	17,6
0,0081	14,2
0,0058	10,8
0,0041	8,7
0,0029	6,6
0,0021	3,8
0,0012	2,8



Fontes para incerteza de medição:

- Balança: $U = \pm 0,01$ g
- Densímetro: $U = \pm 0,001$ g/ml
- Termômetro: $U = \pm 0,2$ °C
- Cronômetro: $U = \pm 0,6$ s para 3600s
- Peneira 50: $U = \pm 0$ mm;
- Peneiras 37,5; 25,0; 19,0; e 9,5: $U = \pm 0,1$ mm;
- Peneiras 4,75; 2,00; 1,18; e 0,60: $U = \pm 0,01$ mm;
- Peneiras 0,425; 0,300; 0,150; e 0,075: $U = \pm 0,001$ mm.

COMPOSIÇÃO: Areia Silto Argilosa

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE IV – LIMITE DE LIQUIDEZ



LIMITE DE LIQUIDEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia

☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula									
Massa da cápsula vazia (g)									
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)									
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)									
Teor de umidade (%)									
Número de golpes									

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL

100,00

NÚMERO DE GOLPES

10,00

TEOR DE UMIDADE (%)

44

38

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL $\pm$ 1%)

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 4 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert



LIMITE DE LIQUIDEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia

☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula									
Massa da cápsula vazia (g)									
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)									
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)									
Teor de umidade (%)									
Número de golpes									

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL

100,00

NÚMERO DE GOLPES

10,00

TEOR DE UMIDADE (%)

44

38

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL $\pm$ 1%)

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 4 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert



LIMITE DE LIQUIDEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia

☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula									
Massa da cápsula vazia (g)									
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)									
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)									
Teor de umidade (%)									
Número de golpes									

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL

100,00

NÚMERO DE GOLPES

10,00

TEOR DE UMIDADE (%)

44

38

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL $\pm$ 1%)

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 4 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert



LIMITE DE LIQUIDEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia

☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula									
Massa da cápsula vazia (g)									
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)									
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)									
Teor de umidade (%)									
Número de golpes									

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL

100,00

NÚMERO DE GOLPES

10,00

TEOR DE UMIDADE (%)

44

38

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL $\pm$ 1%)

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 4 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert

LIMITE DE LIQUIDITEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

☒ MIS☐ NÃC

ENSAIO ACREDITADO:

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANCA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula						
Massa da cápsula vazia (g)						
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)						
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)						
Teor de umidade (%)						
Número de golpes						

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL ±1)%

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cacre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert



LIMITE DE LIQUIDEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

☐ 60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia

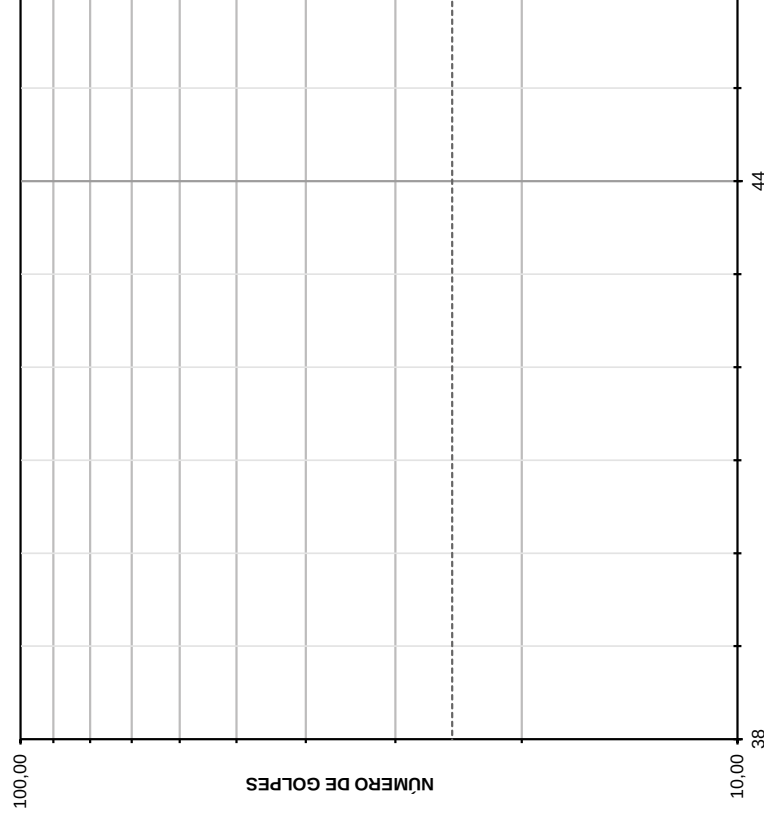
☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula									
Massa da cápsula vazia (g)									
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)									
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)									
Teor de umidade (%)									
Número de golpes									

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL



Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL $\pm$ 1%)

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 4 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert

LIMITE DE LIQUIDITEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

☒ SIM☐ NÄC

ENSAIO ACREDITADO:

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANCA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia☐ sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula						
Massa da cápsula vazia (g)						
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)						
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)						
Teor de umidade (%)						
Número de golpes						

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NI

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: $(NL \pm 1)\%$

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da Incerteza das Medições: (Uso Interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cacre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert

LIMITE DE LIQUIDEZ

ABNT NBR 6459:2016

DATA DO ENSAIO :

17/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

☒ SIM☐ NẮC

ENSAIO ACREDITADO:

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Reginaldo

NÚMERO DA BALANCA:

☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DO APARELHO DE CASAGRANDE:

ACG - 001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 002

TEMPERATURA DA ESTUFA:

☒ 105 °C a 110 °C

60 °C a 65 °C

PREPARAÇÃO DA AMOSTRA:

☒ com secagem prévia

sem secagem prévia

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da Cápsula						
Massa da cápsula vazia (g)						
Massa da cápsula vazia + solo úmido (g)						
Massa da cápsula vazia + solo seco (g)						
Teor de umidade (%)						
Número de golpes						

LIMITE DE LIQUIDEZ (%)

NL

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NL ±1)%

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da incerteza das medições (Uso interno)

Página 3 - Cálculo da Incerteza das Medições. (Uso Interno)

DOC LGEO - 003

Data: Fev/2019

Revisão: 5

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cacre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Reginaldo

Verificado por:

Joubert

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE V – LIMITE DE PLASTICIDADE

	LÍMITE DE PLASTICIDADE ABNT NBR 7180:2016																																																																																																																
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:	18/06/2019	NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002																																																																																																															
REGISTRO DA AMOSTRA:	2.0053.19	TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 a 110 °C ☐ 60 a 65 °C																																																																																																															
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	Eder	PREPARAÇÃO DO MATERIAL: ☒ com secagem prévia ☐ sem secagem prévia																																																																																																															
NÚMERO DA BALANÇA:	☒ BAL-001 ☐ BAL-002	NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001																																																																																																															
ENSAIO ACREREDITADO:	☒ SIM ☐ NÃO																																																																																																																
Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)																																																																																																																	
<table><thead><tr><th>Número da cápsula</th><th>Massa da cápsula vazia (g)</th><th>Massa da cápsula + solo úmido (g)</th><th>Massa da cápsula + solo seco (g)</th><th>Teor de umidade (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																				<table><thead><tr><th colspan="2">Verificação 1</th><th colspan="2">Verificação 2</th><th colspan="2">Verificação 3</th><th colspan="2">Verificação 4</th></tr><tr><td>Pontos</td><td>Dentro</td><td>Pontos</td><td>Dentro</td><td>Pontos</td><td>Dentro</td><td>Pontos</td><td>Dentro</td></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>	Verificação 1		Verificação 2		Verificação 3		Verificação 4		Pontos	Dentro	Pontos	Dentro	Pontos	Dentro	Pontos	Dentro																																																								
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																																																																																													
Verificação 1		Verificação 2		Verificação 3		Verificação 4																																																																																																											
Pontos	Dentro	Pontos	Dentro	Pontos	Dentro	Pontos	Dentro																																																																																																										
LÍMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																																																																																															
Observações: - Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NP ±1)% Página 1 - Anotações do ensaio. Página 2 - Correção automática das anotações. Página 3 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno) Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno) Página 5 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)		Executado por: Eder																																																																																																															
DOC LGEO - 004 Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089		Conferido por: Joubert																																																																																																															
Data: Jan/2019 Revisão: 4		Página 1 de 5																																																																																																															

		LIMITE DE PLASTICIDADE ABNT NBR 7180:2016																																									
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:		18/06/2019																																									
REGISTRO DA AMOSTRA:		2.0055.19																																									
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:		Eder																																									
NÚMERO DA BALANÇA:		☒ BAL-001 ☐ BAL-002																																									
ENSAIO ACREDITADO:		☒ SIM ☐ NÃO																																									
Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)																																											
<table><thead><tr><th>Número da cápsula</th><th>Massa da cápsula vazia (g)</th><th>Massa da cápsula + solo úmido (g)</th><th>Massa da cápsula + solo seco (g)</th><th>Teor de umidade (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																			
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																							
<table><thead><tr><th>Verificação 1</th><th>Verificação 2</th><th>Verificação 3</th><th>Verificação 4</th></tr><tr><td>Pontos</td><td>Pontos</td><td>Pontos</td><td>Pontos</td></tr><tr><td>Dentro</td><td>Dentro</td><td>Dentro</td><td>Dentro</td></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Dentro	Dentro	Dentro	Dentro																												
Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4																																								
Pontos	Pontos	Pontos	Pontos																																								
Dentro	Dentro	Dentro	Dentro																																								
<table><thead><tr><th colspan="2">LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :</th><th>NP</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2"></td><td></td></tr></tbody></table>				LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																					
LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																									
Observações: - Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NP ±1)% Página 1 - Anotações do ensaio. Página 2 - Correção automática das anotações. Página 3 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno) Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno) Página 5 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)																																											
Executado por:		Eder																																									
Conferido por:		Joubert																																									
DOC LGEO - 004 Data: Jan/2019 Revisão: 4																																											
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089																																											
Página 1 de 5																																											

		LIMITE DE PLASTICIDADE ABNT NBR 7180:2016																																									
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:		18/06/2019																																									
REGISTRO DA AMOSTRA:		2.0056.19																																									
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:		Eder																																									
NÚMERO DA BALANÇA:		☒ BAL-001 ☐ BAL-002																																									
ENSAIO ACREDITADO:		☒ SIM ☐ NÃO																																									
Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)																																											
<table><thead><tr><th>Número da cápsula</th><th>Massa da cápsula vazia (g)</th><th>Massa da cápsula + solo úmido (g)</th><th>Massa da cápsula + solo seco (g)</th><th>Teor de umidade (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																			
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																							
<table><thead><tr><th>Verificação 1</th><th>Verificação 2</th><th>Verificação 3</th><th>Verificação 4</th></tr><tr><td>Pontos</td><td>Pontos</td><td>Pontos</td><td>Pontos</td></tr><tr><td>Dentro</td><td>Dentro</td><td>Dentro</td><td>Dentro</td></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Dentro	Dentro	Dentro	Dentro																												
Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4																																								
Pontos	Pontos	Pontos	Pontos																																								
Dentro	Dentro	Dentro	Dentro																																								
<table><thead><tr><th colspan="2">LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :</th><th>NP</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2"></td><td></td></tr></tbody></table>				LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																					
LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																									
Observações: - Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NP ±1)% Página 1 - Anotações do ensaio. Página 2 - Correção automática das anotações. Página 3 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno) Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno) Página 5 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)																																											
Executado por:		Eder																																									
Conferido por:		Joubert																																									
DOC LGEO - 004 Data: Jan/2019 Revisão: 4																																											
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número ORL 0089																																											
Página 1 de 5																																											

		LIMITE DE PLASTICIDADE ABNT NBR 7180:2016																																									
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:		18/06/2019																																									
REGISTRO DA AMOSTRA:		2.0057.19																																									
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:		Eder																																									
NÚMERO DA BALANÇA:		☒ BAL-001 ☐ BAL-002																																									
ENSAIO ACREDITADO:		☒ SIM ☐ NÃO																																									
Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)																																											
<table><thead><tr><th>Número da cápsula</th><th>Massa da cápsula vazia (g)</th><th>Massa da cápsula + solo úmido (g)</th><th>Massa da cápsula + solo seco (g)</th><th>Teor de umidade (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																			
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)																																							
<table><thead><tr><th>Verificação 1</th><th>Verificação 2</th><th>Verificação 3</th><th>Verificação 4</th></tr><tr><td>Pontos</td><td>Pontos</td><td>Pontos</td><td>Pontos</td></tr><tr><td>Dentro</td><td>Dentro</td><td>Dentro</td><td>Dentro</td></tr></thead><tbody><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>				Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4	Pontos	Pontos	Pontos	Pontos	Dentro	Dentro	Dentro	Dentro																												
Verificação 1	Verificação 2	Verificação 3	Verificação 4																																								
Pontos	Pontos	Pontos	Pontos																																								
Dentro	Dentro	Dentro	Dentro																																								
<table><thead><tr><th colspan="2">LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :</th><th>NP</th></tr></thead><tbody><tr><td colspan="2"></td><td></td></tr></tbody></table>				LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																					
LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :		NP																																									
Observações: - Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NP ±1)% Página 1 - Anotações do ensaio. Página 2 - Correção automática das anotações. Página 3 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno) Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno) Página 5 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)																																											
Executado por:		Eder																																									
Conferido por:		Joubert																																									
DOC LGEO - 004 Data: Jan/2019 Revisão: 4																																											
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número ORL 0089																																											
Página 1 de 5																																											



LIMITE DE PLASTICIDADE
ABNT NBR 7180:2016

NÚMERO DA ESTUFA:		
TEMPERATURA DA ESTUFA:		
PREPARAÇÃO DO MATERIAL:		
NUMERO DO DESSECADOR:		
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:	18/06/2019	
REGISTRO DA AMOSTRA:	2.0058.19	
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	Eder	
NUMERO DA BALANÇA:	☒ BAL-001 ☐ BAL-002	
ENSAIO ACREDITADO:	☒ SIM ☐ NÃO	

[illegible]

LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :	NP

Observações:

- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: $(NP \pm 1)\%$

Página 1 - Anotações do ensaio.

Página 2 - Correção automática das anotações.

Página 3 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições: (Uso interno)

Folha 3 - Histórico de revisões do documento. (uso interno)

DOC LGEO - 004

Data: Jan/2019

Revisão: 4

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Executador por:

Eder

Conferido por:

Joubert



LIMITE DE PLASTICIDADE
ABNT NBR 7180:2016

NÚMERO DA ESTUFA:		
TEMPERATURA DA ESTUFA:		
PREPARAÇÃO DO MATERIAL:		
NUMERO DO DESSECADOR:		
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:	18/06/2019	
REGISTRO DA AMOSTRA:	2.0059.19	
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	Eder	
NUMERO DA BALANÇA:	☒ BAL-001 ☐ BAL-002	
ENSAIO ACREDITADO:	☒ SIM ☐ NÃO	

[illegible]

LIMITE DE PLASTICIDADE (%) :	NP

Observações:	Executador por:	Conferido por:
- Valor calculado para incerteza de medição do ensaio: (NP ±1)% Página 1 - Anotações do ensaio. Página 2 - Correção automática das anotações. Página 3 - Dados de calibração das balanças. (Uso interno) Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno) Página 5 - Histórico de revisões do documento. (Uso interno)	Eder	Joubert

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE VI – ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 27/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003 ☒ BAL-004

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☐ BAL-001 ☒ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 3,02

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 2

DADOS DO CILINDRO

NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

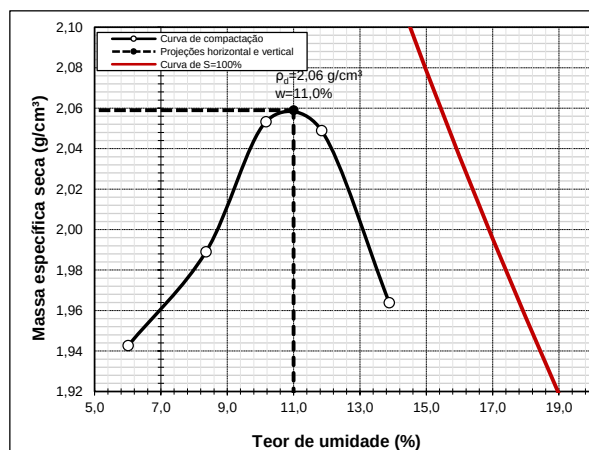
MASSA (g): 5533,7

NÚMERO DO SOQUETE: SOQ - 001

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M_u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	300	9820,7	4287,0	2,06	1,94
2	400	10020,1	4486,4	2,16	1,99
3	500	10242,3	4708,6	2,26	2,05
4	600	10303,7	4770,0	2,29	2,05
5	700	10189,2	4655,5	2,24	1,96

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula vazia (g)	Massa da capsula + solo úmido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	204	31,59	147,41	140,86	6,0
1	207	32,72	139,55	133,47	6,0
2	209	34,94	130,96	123,31	8,7
2	309	22,85	131,67	123,55	8,1
3	401	25,79	118,42	109,91	10,1
3	577	22,87	109,59	101,55	10,2
4	603	22,17	106,30	97,43	11,8
4	662	20,85	117,67	107,37	11,9
5	672	20,95	108,63	97,98	13,8
5	680	21,34	128,06	115,00	13,9



Quadro Resumo		
Ponto	ρ_d (g/cm³)	w (%)
1	1,94	6,0
2	1,99	8,4
3	2,05	10,2
4	2,05	11,8
5	1,96	13,9

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☒ PROCTOR
☐ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1$ g
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01$ g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2$ mm

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003 ☒ BAL-004

 Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☒ BAL-001 ☐ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

 ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 3,1

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 2,01

DADOS DO CILINDRO

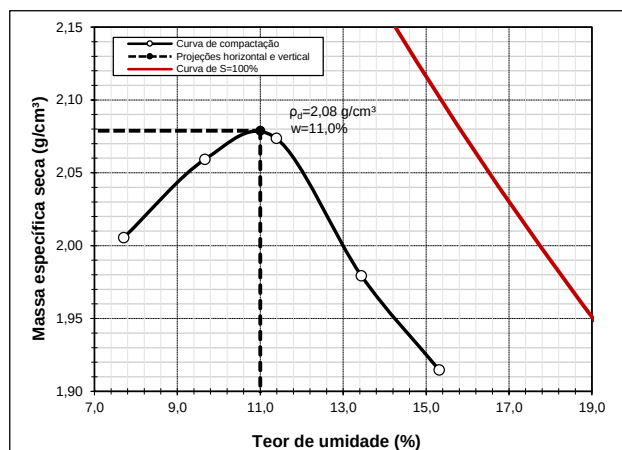
NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

MASSA (g): 5533,7

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M _u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	350	10029,9	4496,2	2,16	2,01
2	450	10234,1	4700,4	2,26	2,06
3	550	10341,5	4807,8	2,31	2,07
4	650	10207,5	4673,8	2,25	1,98
5	750	10129,6	4595,9	2,21	1,91

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula Vazia (g)	Massa da capsula + solo úmido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	201	32,23	131,40	124,26	7,8
1	303	22,78	98,73	93,33	7,7
2	323	22,23	121,77	113,10	9,5
2	415	23,73	116,30	108,05	9,8
3	405	26,43	117,63	108,47	11,2
3	570	21,34	125,76	114,90	11,6
4	579	22,34	115,48	104,55	13,3
4	586	26,55	120,38	109,16	13,6
5	587	27,32	113,62	102,18	15,3
5	588	26,28	114,37	102,65	15,3



Quadro Resumo		
Ponto	pd (g/cm³)	w (%)
1	2,01	7,7
2	2,06	9,7
3	2,07	11,4
4	1,98	13,4
5	1,91	15,3

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☐ PROCTOR
☒ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1$ g
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01$ g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2$ mm

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 29/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003 ☒ BAL-004

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☒ BAL-001 ☐ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 3,06

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 2

DADOS DO CILINDRO

NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

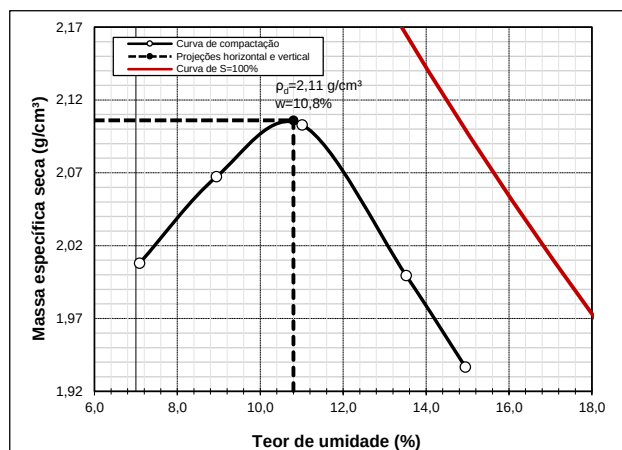
MASSA (g): 5533,7

NÚMERO DO SOQUETE: SOQ - 005

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M _u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	350	10009,6	4475,9	2,15	2,01
2	450	10221,7	4688,0	2,25	2,07
3	550	10392,8	4859,1	2,33	2,10
4	650	10258,3	4724,6	2,27	2,00
5	750	10167,6	4633,9	2,23	1,94

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula vazia (g)	Massa da capsula + solo úmido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	224	20,56	74,84	71,26	7,1
1	231	20,30	112,42	106,30	7,1
2	232	20,69	83,61	78,44	9,0
2	237	20,80	90,66	84,93	8,9
3	239	20,13	95,00	87,58	11,0
3	241	19,72	102,94	94,68	11,0
4	261	21,00	97,05	88,20	13,2
4	305	27,36	125,47	113,52	13,9
5	566	22,01	123,62	110,34	15,0
5	690	20,82	146,79	130,49	14,9



Quadro Resumo		
Ponto	ρ_d (g/cm³)	w (%)
1	2,01	7,1
2	2,07	8,9
3	2,10	11,0
4	2,00	13,5
5	1,94	14,9

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☒ PROCTOR
☐ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1$ g
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01$ g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2$ mm

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 29/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003 ☒ BAL-004

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☐ BAL-001 ☒ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 3,03

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 2

DADOS DO CILINDRO

NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

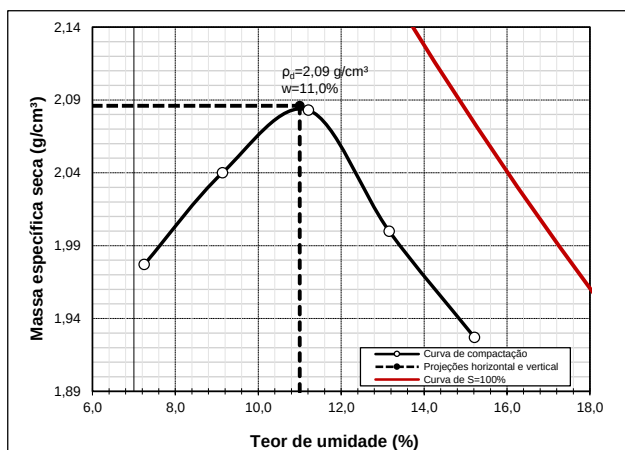
MASSA (g): 5533,7

NÚMERO DO SOQUETE: SOQ - 001

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M_u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	350	9947,2	4413,5	2,12	1,98
2	450	10168,2	4634,5	2,23	2,04
3	550	10355,7	4822,0	2,32	2,08
4	650	10244,3	4710,6	2,26	2,00
5	750	10155,2	4621,5	2,22	1,93

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula + solo (g)	Massa da capsula + solo úmido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	205	32,43	141,35	133,98	7,3
2	234	20,50	116,64	110,15	7,2
3	311	22,26	119,04	110,93	9,1
4	315	22,06	120,56	112,32	9,1
5	410	26,92	109,91	101,54	11,2
6	411	26,93	112,50	103,88	11,2
7	668	21,56	142,16	128,12	13,2
8	669	21,27	111,75	101,24	13,1
9	671	19,87	137,08	121,54	15,3
10	674	22,12	140,88	125,26	15,1



Quadro Resumo		
Ponto	p_d (g/cm³)	w (%)
1	1,98	7,2
2	2,04	9,1
3	2,08	11,2
4	2,00	13,2
5	1,93	15,2

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☒ PROCTOR
☐ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1$ g
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01$ g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2$ mm

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 01/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003 ☒ BAL-004

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☒ BAL-001 ☐ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 3,18

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 2,08

DADOS DO CILINDRO

NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

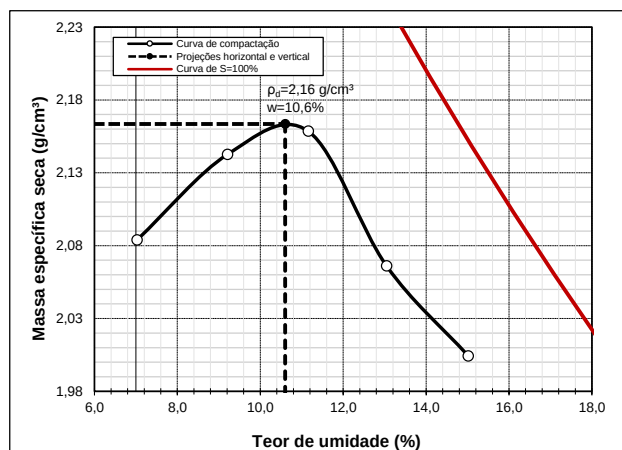
MASSA (g): 5533,7

NÚMERO DO SOQUETE: SOQ - 005

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M _u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	350	10176,2	4642,5	2,23	2,08
2	450	10404,3	4870,6	2,34	2,14
3	550	10528,1	4994,4	2,40	2,16
4	650	10395,3	4861,6	2,34	2,07
5	750	10332,3	4798,6	2,31	2,00

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula Vazia (g)	Massa da capsula + solo úmido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	201	32,20	129,76	123,29	7,1
1	303	22,78	122,04	115,59	6,9
2	405	26,44	116,93	109,35	9,1
2	415	23,71	108,66	101,45	9,3
3	323	22,22	129,54	118,75	11,2
3	570	21,34	107,05	98,46	11,1
4	579	22,33	143,32	129,37	13,0
4	586	26,53	147,29	133,34	13,1
5	587	27,30	125,00	112,25	15,0
5	588	26,25	126,84	113,70	15,0



Quadro Resumo		
Ponto	ρ_d (g/cm³)	w (%)
1	2,08	7,0
2	2,14	9,2
3	2,16	11,2
4	2,07	13,0
5	2,00	15,0

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☐ PROCTOR
☒ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1 \text{ g}$
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01 \text{ g}$
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2 \text{ mm}$

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 04/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003 ☒ BAL-004

 Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☒ BAL-001 ☐ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

 ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 3,03

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 7,3

DADOS DO CILINDRO

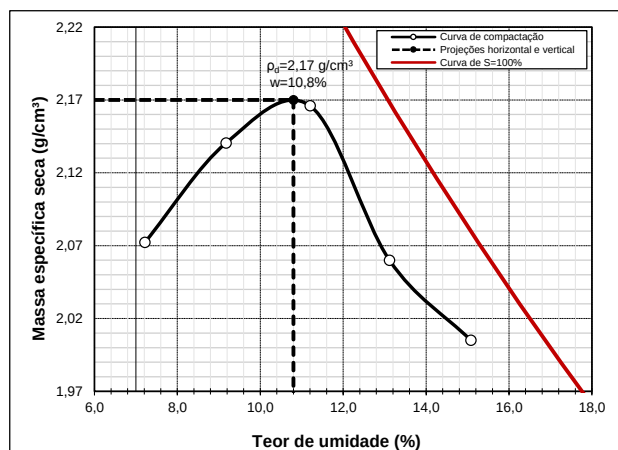
NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

MASSA (g): 5533,7

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M _u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	350	10158,5	4624,8	2,22	2,07
2	450	10397,8	4864,1	2,34	2,14
3	550	10547,2	5013,5	2,41	2,17
4	650	10384,0	4850,3	2,33	2,06
5	750	10336,6	4802,9	2,31	2,01

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula Vazia (g)	Massa da capsula + solo umido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	204	31,59	153,65	145,39	7,3
2	205	32,41	144,86	137,33	7,2
3	231	20,29	107,33	100,11	9,0
4	232	20,68	99,29	92,60	9,3
5	234	20,50	115,08	105,63	11,1
6	237	20,80	107,15	98,38	11,3
7	239	20,13	115,57	104,52	13,1
8	315	22,04	137,41	124,01	13,1
9	241	19,71	110,39	98,49	15,1
10	669	21,27	127,65	113,73	15,1



Quadro Resumo		
Ponto	ρ_d (g/cm³)	w (%)
1	2,07	7,2
2	2,14	9,2
3	2,17	11,2
4	2,06	13,1
5	2,01	15,1

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☐ PROCTOR
☒ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1 \text{ g}$
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01 \text{ g}$
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2 \text{ mm}$

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 04/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003

☒ BAL-004

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 2,94

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 7,2

DADOS DO CILINDRO

NÚMERO: 50 VOLUME (cm³): 2081,53

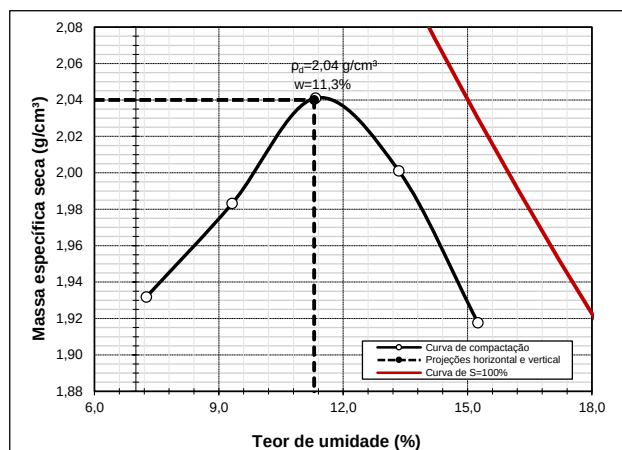
MASSA (g): 5533,7

NÚMERO DO SOQUETE: SOQ - 005

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M_u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	350	9846,5	4312,8	2,07	1,93
2	450	10046,5	4512,8	2,17	1,98
3	550	10263,6	4729,9	2,27	2,04
4	650	10254,6	4720,9	2,27	2,00
5	750	10134,2	4600,5	2,21	1,92

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula + solo (g)	Massa da capsula + solo umido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	311	22,26	131,93	124,54	7,2
	410	26,91	122,56	116,07	7,3
2	411	26,96	122,56	114,42	9,3
	566	21,98	122,22	113,66	9,3
3	568	21,07	121,69	111,43	11,4
	663	21,86	120,38	110,37	11,3
4	671	19,89	134,62	121,10	13,4
	674	22,13	136,94	123,44	13,3
5	676	21,57	138,98	123,40	15,3
	679	20,28	131,84	117,12	15,2



Quadro Resumo		
Ponto	p_d (g/cm³)	w (%)
1	1,93	7,3
2	1,98	9,3
3	2,04	11,3
4	2,00	13,3
5	1,92	15,3

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☒ PROCTOR
☐ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☐ COM REUSO DE MATERIAL
☒ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = $\pm 0,1 \text{ g}$
- Balança para determinação do teor de umidade = $\pm 0,01 \text{ g}$
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = $\pm 0,2 \text{ mm}$

Executado por:

EDER

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 7182:2016

DATA DO ENSAIO: 26/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

Nº DA BALANÇA PARA COMPACTAÇÃO: ☐ BAL-003

☒ BAL-004

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: ☒ BAL-001

☐ BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

ρ_s - MASSA ESPECÍFICA DOS GRÃOS (g/cm³): 2,96

TEOR DE UMIDADE INICIAL DE MOLDAGEM (%): 2

DADOS DO CILINDRO

NÚMERO: 50

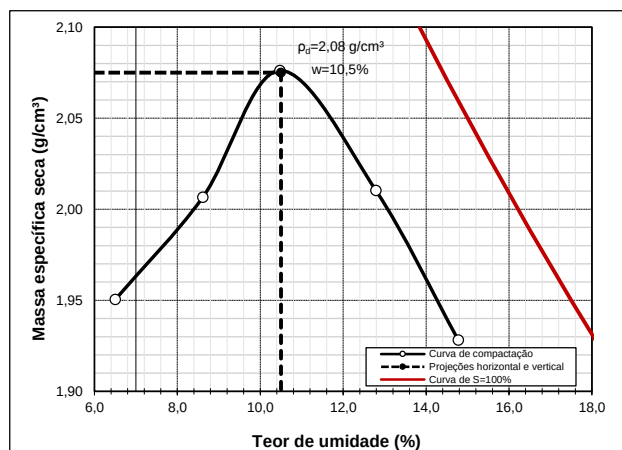
VOLUME (cm³): 2081,53

MASSA (g): 5533,7

	Água adicionada (ml)	Massa do cilindro + solo (g)	M _u - Massa do solo (g)	ρ - Massa específica (g/cm³)	ρ_d - Massa específica seca (g/cm³)
1	300	9857,5	4323,8	2,08	1,95
2	400	10070,0	4536,3	2,18	2,01
3	500	10307,8	4774,1	2,29	2,08
4	600	10253,3	4719,6	2,27	2,01
5	700	10140,3	4606,6	2,21	1,93

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

	Número da capsula	Massa da capsula + solo (g)	Massa da capsula + solo úmido (g)	Massa da capsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1	224	20,58	85,59	81,62	6,5
1	231	20,31	94,37	89,85	6,5
2	232	20,69	75,33	71,01	8,6
2	234	20,50	96,96	90,88	8,6
3	237	20,80	87,48	81,25	10,3
3	239	20,13	105,49	97,28	10,6
4	241	19,72	83,84	76,60	12,7
4	261	21,03	109,53	99,45	12,9
5	579	22,34	101,51	91,21	15,0
5	690	20,82	113,70	101,87	14,6



Quadro Resumo		
Ponto	pd (g/cm³)	w (%)
1	1,95	6,5
2	2,01	8,6
3	2,08	10,5
4	2,01	12,8
5	1,93	14,8

Relação das páginas:

Página 1 - Anotações durante o ensaio

Página 2 - Relação de dimensões e peso dos cilindros de compactação. (Uso interno)

Página 3 - Dados de calibração das balanças e paquímetros. (Uso interno)

Página 4 - Cálculo da incerteza das medições. (Uso interno)

Página 5 - Histórico das revisões realizadas. (Uso interno)

Cilindro utilizado:

☒ PROCTOR
☐ CBR

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

Amostra ensaiada:

☒ COM REUSO DE MATERIAL
☐ SEM REUSO DE MATERIAL

Estufa ajustada para:

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Fontes da incerteza de medição:

- Balança para determinação das massas dos cilindros = ±0,1 g
- Balança para determinação do teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE VII – ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

ENSAIO ACREDITADO:
 ☒ SIM
 ☐ NÃO

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%) 11,0

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%)

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g) 5000

MASSA DE SOLO SECO (g) 5000

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

Diferença do teor de umidade de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-4	7,0	350	7	4415,2	2096,7	8810,6	4395,4	2,10	1,95
-2	9,0	450	8	4248,0	2087,0	8788,7	4540,7	2,18	2,00
0	11,0	550	23	4370,6	2096,2	9229,3	4858,7	2,32	2,09
4	15,0	750	24	4168,8	2084,3	8898,7	4729,9	2,27	1,99
2	13,0	650	34	5484,6	2084,4	10078,4	4593,8	2,20	1,91

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade inicial (%)
207	32,71	70,97	70,96	0,0
209	34,91	64,33	64,31	0,1
309	22,84	70,35	70,32	0,1
576	21,53	58,88	58,86	0,1
579	22,32	83,90	83,85	0,1

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA:
 ☐ 5% Abaixo da umidade ótima
☐ 3% Acima da umidade ótima

Nº da estufa: EST-002

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

TEOR DE UMIDADE DE CADA CILINDRO

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade (%)
523	22,22	104,31	98,77	7,2
405	26,43	108,96	102,31	8,8
415	23,72	111,66	102,92	11,0
586	26,54	132,72	119,67	14,0
587	27,30	119,87	107,44	15,5

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: BAL-001

Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC: BAL-004

Observações:

Executado por: Eder

Conferido por: Joubert

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Laboratório de Ensaios acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Página 1 de 16



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

7				8				23				24			
Nº do cilindro		REL-007		Nº do cilindro		REL-006		Nº do cilindro		REL-003		Nº do cilindro		REL-002	
Leitura do relógio (mm)		H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)		Leitura do relógio (mm)		H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)		Leitura do relógio (mm)		H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)		Data		Leitura do relógio (mm)	
08/04/2019	5,000	1789,87		08/04/2019	15,000	20869,51		08/04/2019	5,000	1791,70		08/04/2019	5,000	1783,93	
09/04/2019	5,300			09/04/2019	15,150			09/04/2019	5,600			09/04/2019	4,980		
10/04/2019	5,300			10/04/2019	15,160			10/04/2019	5,700			10/04/2019	4,970		
11/04/2019	5,300			12/04/2019	15,160			11/04/2019	5,700			11/04/2019	4,970		
12/04/2019	5,300			12/04/2019	15,160			12/04/2019	5,700			12/04/2019	4,970		

Observações:

Nº do cilindro	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)
7	5,003	5,303	0,02
8	15,003	15,163	0,00
23	5,002	5,702	0,04
24	4,999	4,969	0,00
34	5,001	4,850	0,01

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

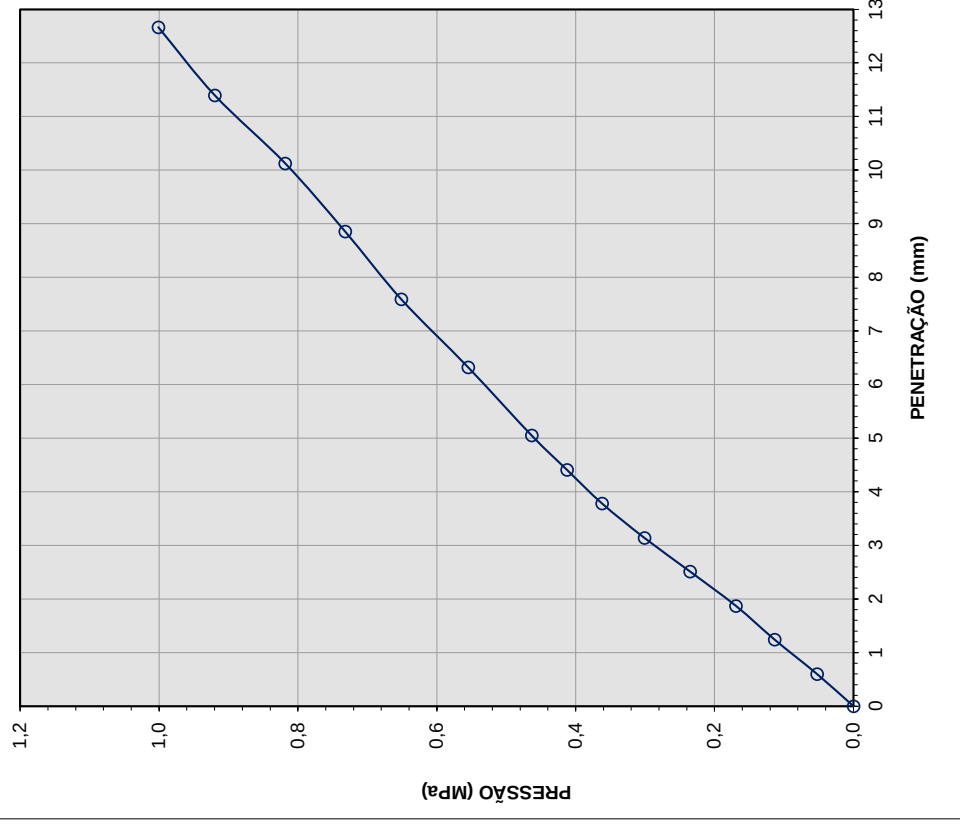
Eder

Diâmetro do pistão (mm) :
Área do pistão (cm²) :

49,640
19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,2351	3,41		4,48
5,08	0,4634	4,48		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	13,00	101,67	0,053
1,27	1,0	25,00	219,46	0,113
1,90	1,5	36,00	327,43	0,169
2,54	2,0	49,00	455,04	0,235
3,17	2,5	62,00	582,65	0,301
3,81	3,0	74,00	700,44	0,362
4,44	3,5	84,00	798,60	0,413
5,08	4,0	94,00	896,76	0,463
6,35	5,0	112,00	1073,45	0,555
7,62	6,0	131,00	1259,95	0,651
8,89	7,0	147,00	1417,01	0,732
10,16	8,0	164,00	1583,88	0,818
11,43	9,0	184,00	1780,20	0,920
12,70	10,0	200,00	1937,26	1,001



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

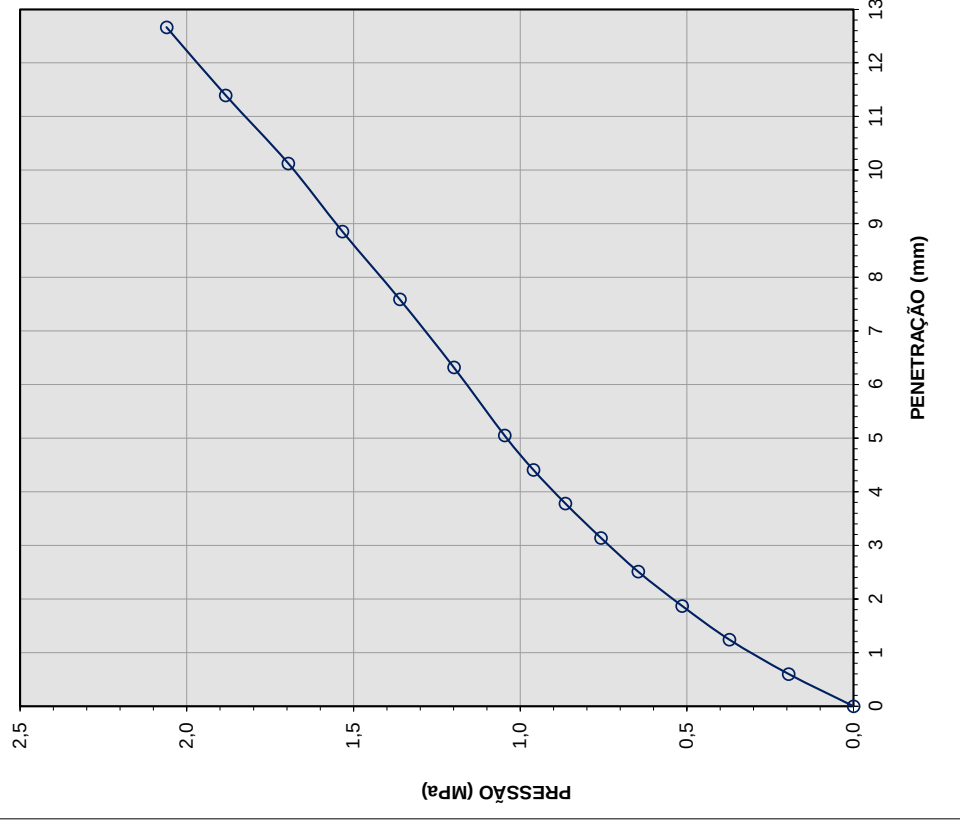
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,6460	9,36		10,11
5,08	1,0466	10,11		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	41,00	376,51	0,195
1,27	1,0	76,00	720,07	0,372
1,90	1,5	104,00	994,92	0,514
2,54	2,0	130,00	1250,14	0,646
3,17	2,5	152,00	1466,09	0,758
3,81	3,0	173,00	1672,23	0,864
4,44	3,5	192,00	1858,73	0,960
5,08	4,0	209,00	2025,60	1,047
6,35	5,0	239,00	2320,08	1,199
7,62	6,0	271,00	2634,19	1,361
8,89	7,0	305,00	2967,94	1,534
10,16	8,0	337,00	3282,05	1,696
11,43	9,0	374,00	3645,24	1,884
12,70	10,0	409,00	3988,80	2,061



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

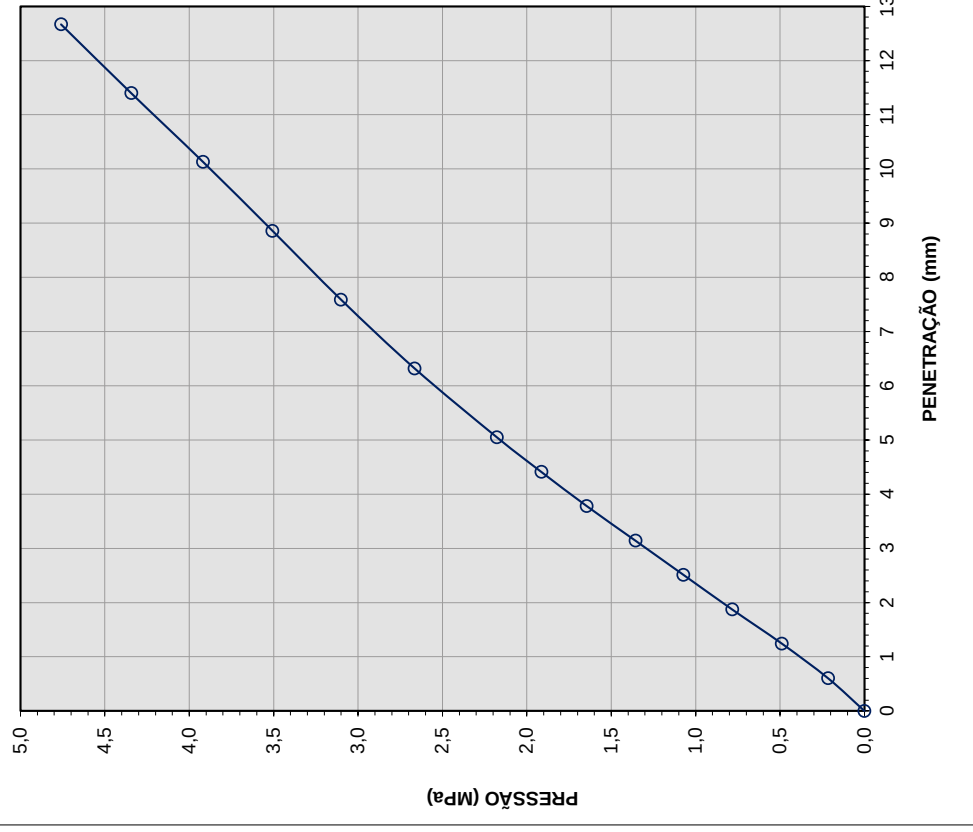
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	1,0720	15,54		21,04
5,08	2,1777	21,04		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	45,00	415,78	0,215
1,27	1,0	99,00	945,84	0,489
1,90	1,5	157,00	1515,17	0,783
2,54	2,0	214,00	2074,68	1,072
3,17	2,5	270,00	2624,38	1,356
3,81	3,0	327,00	3183,89	1,645
4,44	3,5	380,00	3704,14	1,914
5,08	4,0	432,00	4214,57	2,178
6,35	5,0	528,00	5156,91	2,665
7,62	6,0	614,00	6001,08	3,101
8,89	7,0	694,00	6786,36	3,507
10,16	8,0	775,00	7581,46	3,917
11,43	9,0	859,00	8406,00	4,343
12,70	10,0	941,00	9210,91	4,759



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

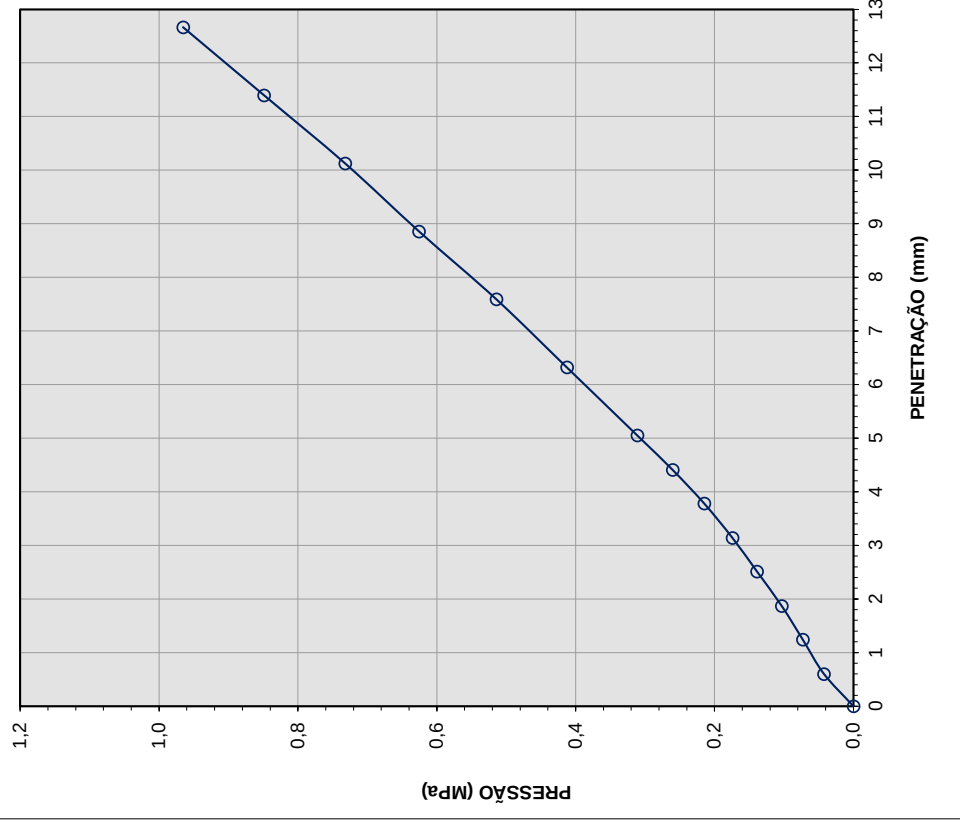
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1388	2,01		3,01
5,08	0,3112	3,01		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	11,00	82,03	0,042
1,27	1,0	17,00	140,93	0,073
1,90	1,5	23,00	199,83	0,103
2,54	2,0	30,00	268,54	0,139
3,17	2,5	37,00	337,25	0,174
3,81	3,0	45,00	415,78	0,215
4,44	3,5	54,00	504,12	0,260
5,08	4,0	64,00	602,28	0,311
6,35	5,0	84,00	798,60	0,413
7,62	6,0	104,00	994,92	0,514
8,89	7,0	126,00	1210,87	0,626
10,16	8,0	147,00	1417,01	0,732
11,43	9,0	170,00	1642,78	0,849
12,70	10,0	193,00	1868,55	0,965



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

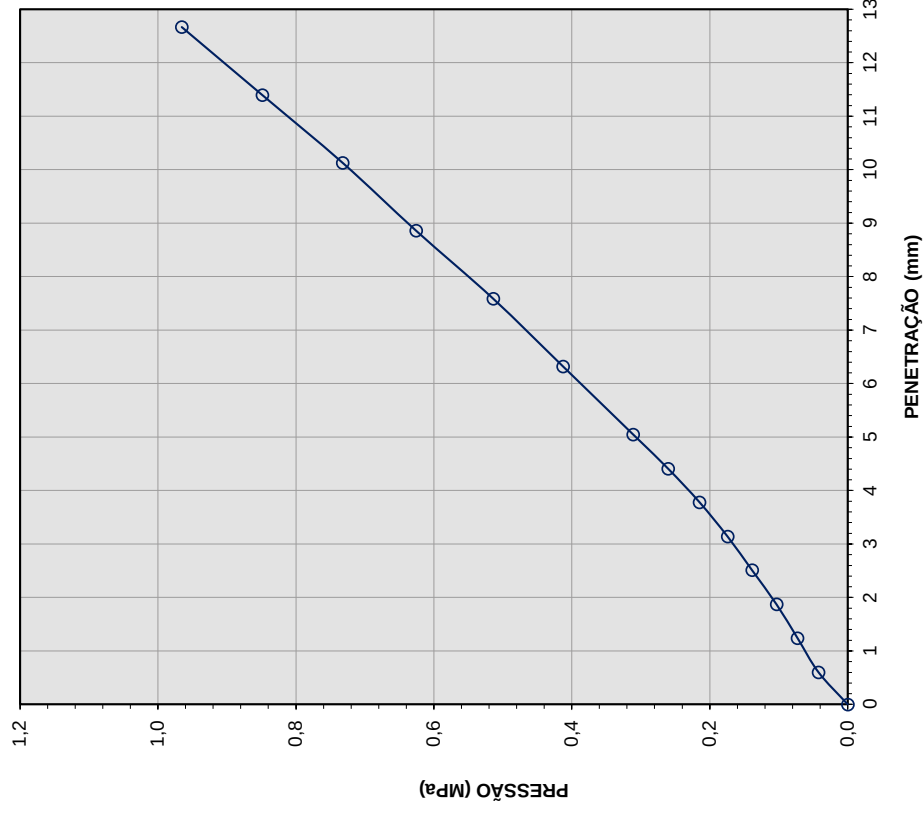
Diâmetro do pistão (mm) :

49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0525	0,76		1,00
5,08	0,1033	1,00		



Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	6,00	32,95	0,017
1,27	1,0	9,00	62,40	0,032
1,90	1,5	10,00	72,22	0,037
2,54	2,0	13,00	101,67	0,053
3,17	2,5	15,00	121,30	0,063
3,81	3,0	17,00	140,93	0,073
4,44	3,5	20,00	170,38	0,088
5,08	4,0	23,00	199,83	0,103
6,35	5,0	29,00	258,72	0,134
7,62	6,0	36,00	327,43	0,169
8,89	7,0	43,00	396,15	0,205
10,16	8,0	52,00	484,49	0,250
11,43	9,0	60,00	563,02	0,291
12,70	10,0	69,00	651,36	0,337

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

08/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

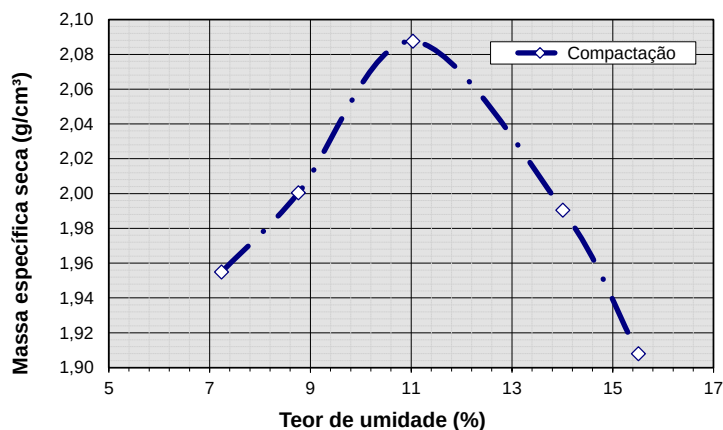
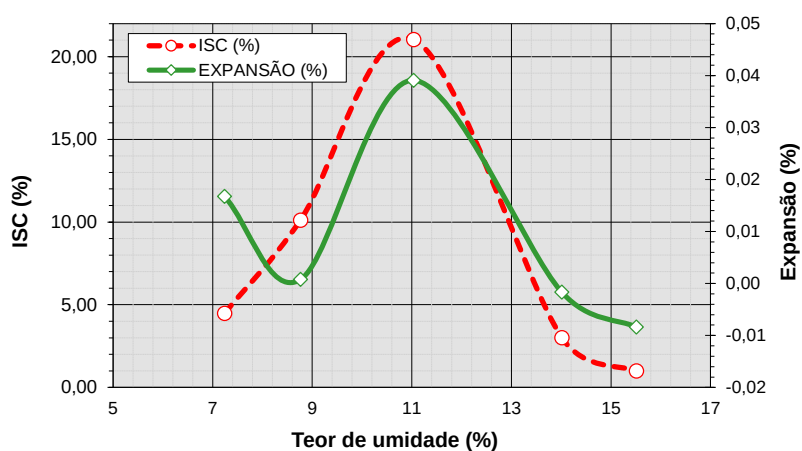
2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
7	7,2 ± 0,01	1,95 ± 0,04	0,02 ± 0	4,48 ± 0,19
8	8,8 ± 0,01	2,00 ± 0,03	0,00 ± 0	10,11 ± 0,19
23	11,0 ± 0,01	2,09 ± 0,03	0,04 ± 0	21,04 ± 0,2
24	14,0 ± 0,01	1,99 ± 0,02	0,00 ± 0	3,01 ± 0,18
34	15,5 ± 0,01	1,91 ± 0,02	-0,01 ± 0	1,00 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

- Páginas de Uso interno:
- Página 9 - Dados dos cilindros
- Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
- Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
- Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM
 ☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%)

11,0

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g)

5000

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%)

0,2

MASSA DE SOLO SECO (g)

4990

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS-001

Diferença do teor de umidade de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-4	7,0	339	7	4415,2	2096,7	8804,2	4389	2,09	1,96
-2	9,0	439	8	4248,0	2087,0	8810,1	4562,1	2,19	2,01
0	11,0	539	14	4392,5	2106,9	9144,2	4751,7	2,26	2,04
2	13,0	639	23	4370,6	2096,2	9156,8	4786,2	2,28	2,02
4	15,0	739	24	4168,8	2084,3	8802,5	4633,7	2,22	1,93

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR

TEOR DE UMIDADE DE CADA CILINDRO

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade inicial (%)	Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade (%)
24	50,51	110,19	110,06	0,2	315	22,06	107,23	101,78	6,8
103	63,61	138,90	138,74	0,2	323	22,21	129,35	120,68	8,8
525	45,65	124,32	124,2	0,2	405	26,41	126,45	116,73	10,8
408	15,07	54,17	54,09	0,2	586	26,54	131,80	119,72	13,0
577	14,15	40,72	40,69	0,1	587	27,30	143,17	127,93	15,1

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
 ☐ SEM SECAGEM PRÉVIA:

☐ 5% Abaixo da umidade ótima
 ☐ 3% Acima da umidade ótima

Nº da estufa:

EST-002

☒ 105 a 110 °C
 ☐ 60 a 65 °C

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE:

BAL-001

Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC:

BAL-004

Observações:

Executado por:

Eder

Conferido por:

Joubert



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

7			8			14			23		
Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-002	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-001	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-003	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-006
Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
15/04/2019	5,000	1789,87	15/04/2019	5,000	20869,51	15/04/2019	5,000	1785,67	15/04/2019	15,000	1791,70
16/04/2019	5,290		16/04/2019	5,140		16/04/2019	5,140				
17/04/2019	5,300		17/04/2019	5,140		17/04/2019	5,000				
18/04/2019	5,300		18/04/2019	5,140		18/04/2019	5,140				
19/04/2019	5,300		19/04/2019	5,140		19/04/2019	5,140		19/04/2019	15,000	

Observações:

Nº do cilindro	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)
7	4,999	5,299	0,02
8	5,001	5,141	0,00
14	5,002	5,142	0,01
23	15,003	15,003	0,00
24	5,003	4,903	0,01

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

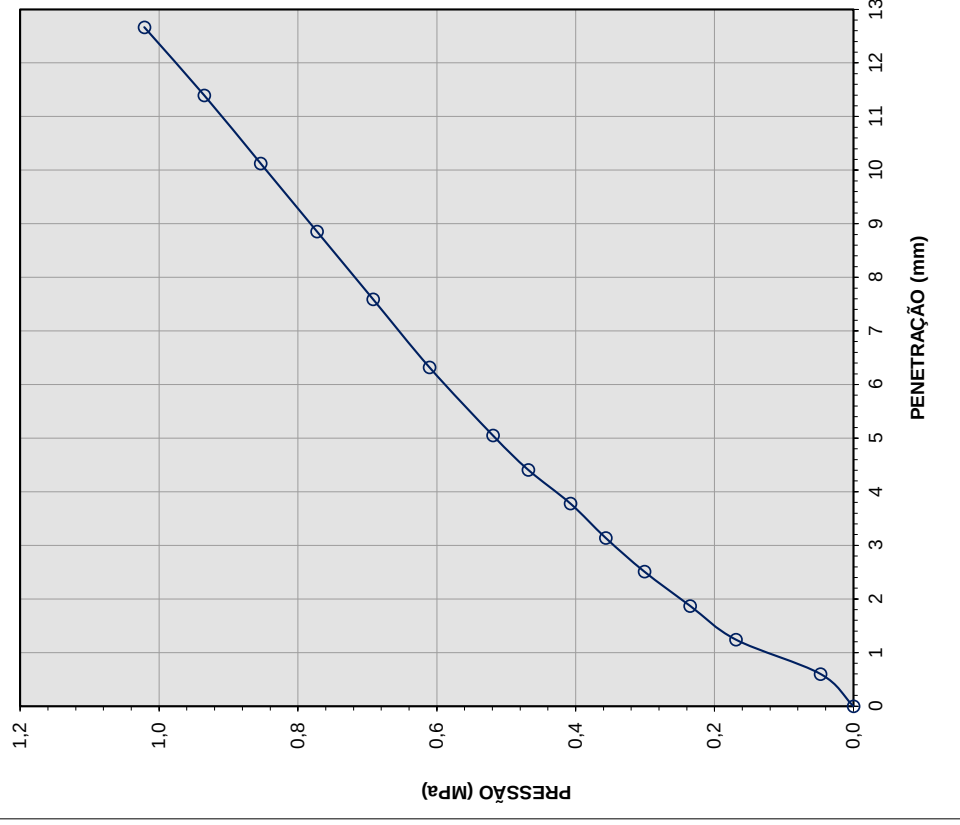
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,3011	4,36		5,02
5,08	0,5192	5,02		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	12,00	91,85	0,047
1,27	1,0	36,00	327,43	0,169
1,90	1,5	49,00	455,04	0,235
2,54	2,0	62,00	582,65	0,301
3,17	2,5	73,00	690,63	0,357
3,81	3,0	83,00	788,79	0,408
4,44	3,5	95,00	906,58	0,468
5,08	4,0	105,00	1004,74	0,519
6,35	5,0	123,00	1181,43	0,610
7,62	6,0	139,00	1338,48	0,692
8,89	7,0	155,00	1495,54	0,773
10,16	8,0	171,00	1652,59	0,854
11,43	9,0	187,00	1809,65	0,935
12,70	10,0	204,00	1976,52	1,021





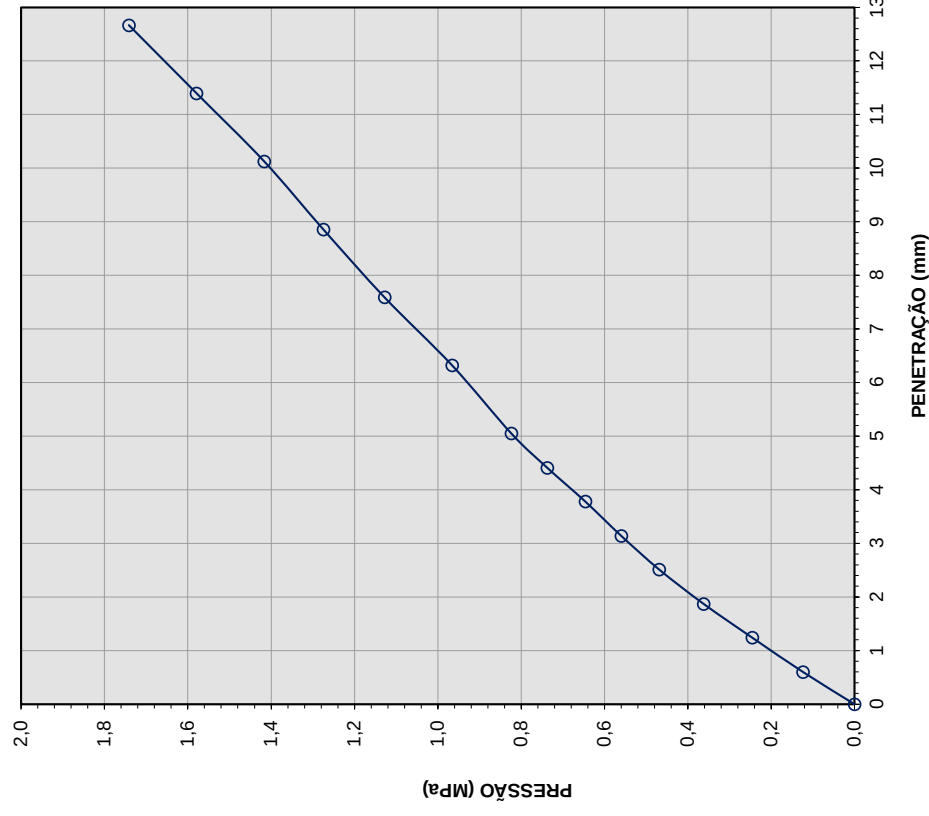
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

REGISTRO DA AMOSTRA:

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Diâmetro do pistão (mm) :
Área do pistão (cm²) :

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,4684	6,79		7,96
5,08	0,8235	7,96		



Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	27,00	239,09	0,124
1,27	1,0	51,00	474,67	0,245
1,90	1,5	74,00	700,44	0,362
2,54	2,0	95,00	906,58	0,468
3,17	2,5	113,00	1083,27	0,560
3,81	3,0	130,00	1250,14	0,646
4,44	3,5	148,00	1426,83	0,737
5,08	4,0	165,00	1593,70	0,823
6,35	5,0	193,00	1868,55	0,965
7,62	6,0	225,00	2182,66	1,128
8,89	7,0	254,00	2467,32	1,275
10,16	8,0	282,00	2742,17	1,417
11,43	9,0	314,00	3056,28	1,579
12,70	10,0	346,00	3370,39	1,742

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC) FASE DE PENETRAÇÃO - 3º Ponto

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

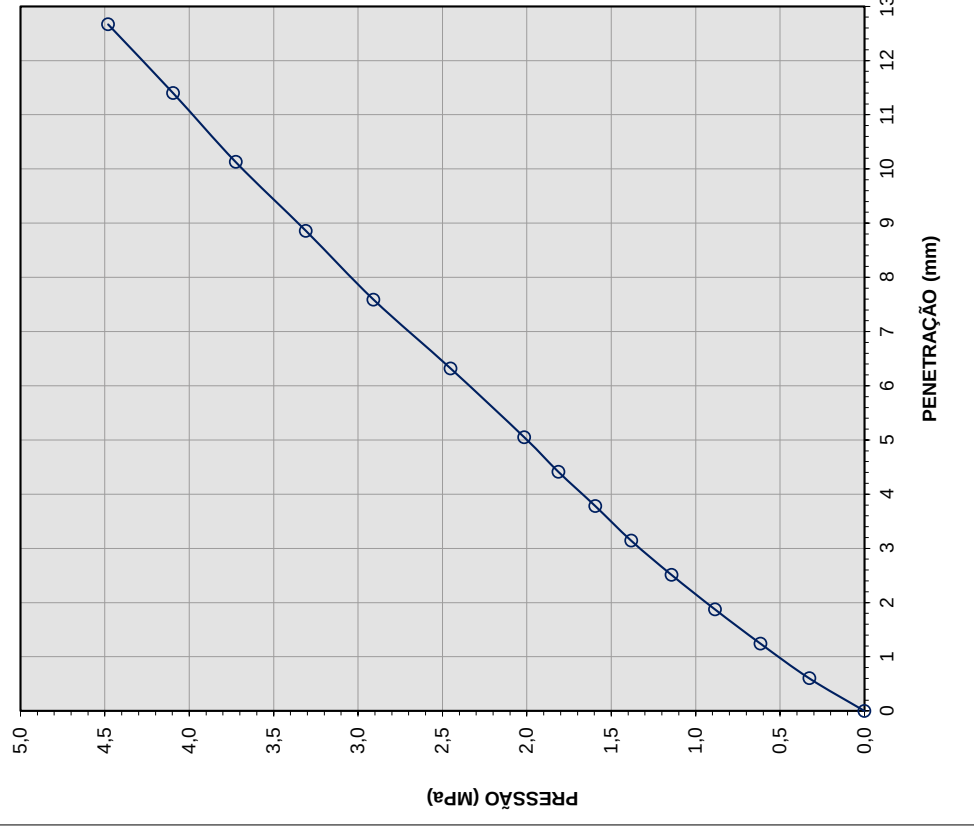
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	1,1430	16,57		19,47
5,08	2,0154	19,47		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	67,00	631,73	0,326
1,27	1,0	124,00	1191,24	0,616
1,90	1,5	177,00	1711,49	0,884
2,54	2,0	228,00	2212,11	1,143
3,17	2,5	275,00	2673,46	1,381
3,81	3,0	317,00	3085,73	1,594
4,44	3,5	360,00	3507,82	1,813
5,08	4,0	400,00	3900,46	2,015
6,35	5,0	486,00	4744,63	2,452
7,62	6,0	576,00	5628,07	2,908
8,89	7,0	655,00	6403,54	3,309
10,16	8,0	737,00	7208,45	3,725
11,43	9,0	810,00	7925,02	4,095
12,70	10,0	886,00	8671,03	4,480



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

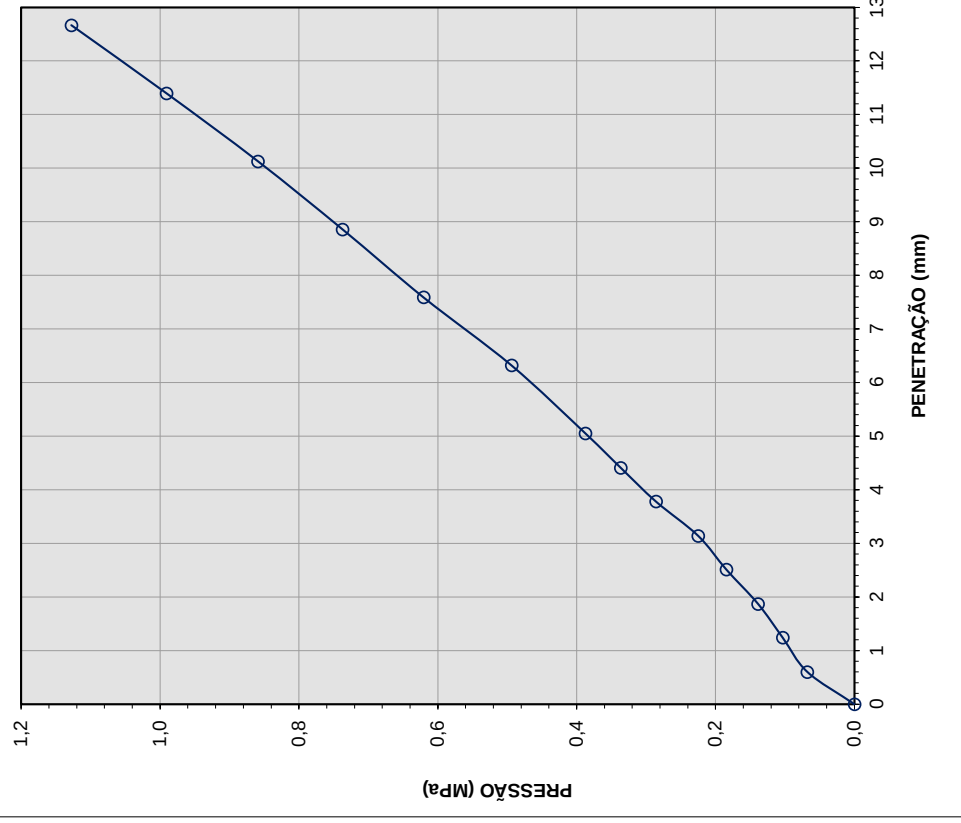
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1844	2,67		3,74
5,08	0,3873	3,74		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	16,00	131,11	0,068
1,27	1,0	23,00	199,83	0,103
1,90	1,5	30,00	268,54	0,139
2,54	2,0	39,00	356,88	0,184
3,17	2,5	47,00	435,41	0,225
3,81	3,0	59,00	553,20	0,286
4,44	3,5	69,00	651,36	0,337
5,08	4,0	79,00	749,52	0,387
6,35	5,0	100,00	955,66	0,494
7,62	6,0	125,00	1201,06	0,621
8,89	7,0	148,00	1426,83	0,737
10,16	8,0	172,00	1662,41	0,859
11,43	9,0	198,00	1917,63	0,991
12,70	10,0	225,00	2182,66	1,128



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

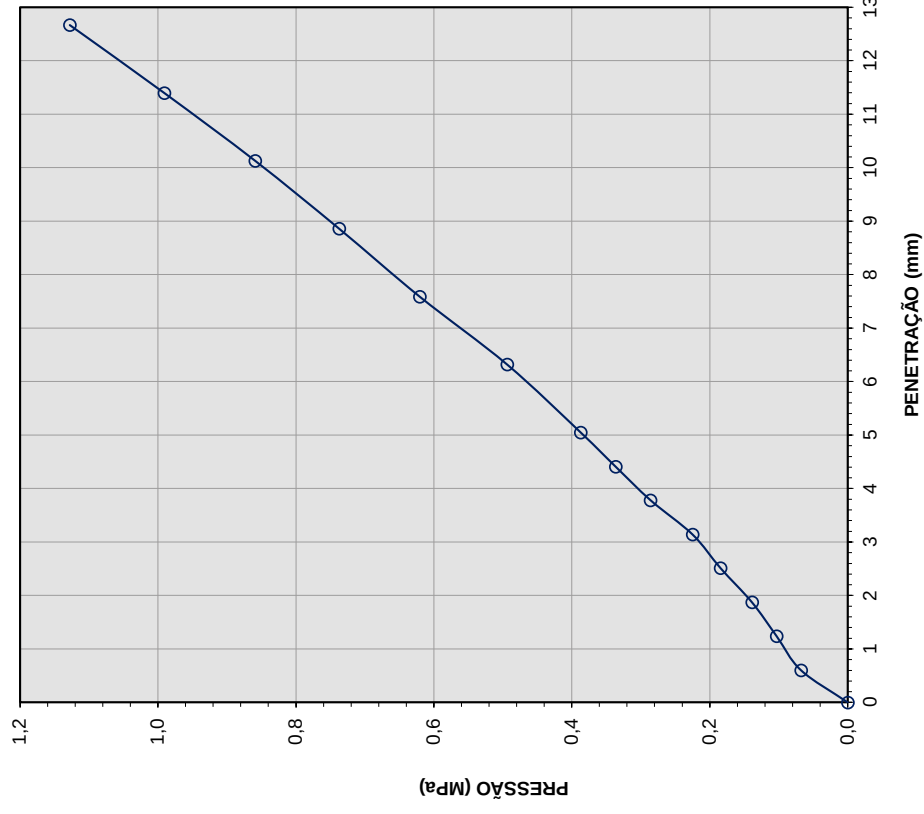
Diâmetro do pistão (mm) :

49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0373	0,54		0,70
5,08	0,0728	0,70		



Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	5,00	23,14	0,012
1,27	1,0	7,00	42,77	0,022
1,90	1,5	8,00	52,59	0,027
2,54	2,0	10,00	72,22	0,037
3,17	2,5	11,00	82,03	0,042
3,81	3,0	13,00	101,67	0,053
4,44	3,5	14,00	111,48	0,058
5,08	4,0	17,00	140,93	0,073
6,35	5,0	21,00	180,19	0,093
7,62	6,0	26,00	229,27	0,118
8,89	7,0	30,00	268,54	0,139
10,16	8,0	36,00	327,43	0,169
11,43	9,0	43,00	396,15	0,205
12,70	10,0	50,00	464,86	0,240



**ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA
RESUMO DOS RESULTADOS**

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

15/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

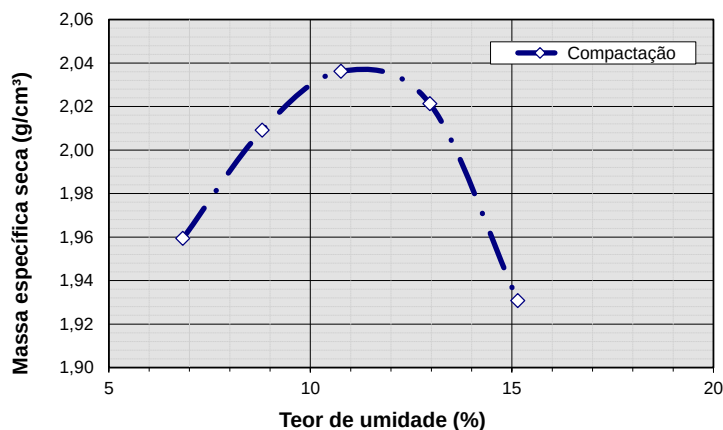
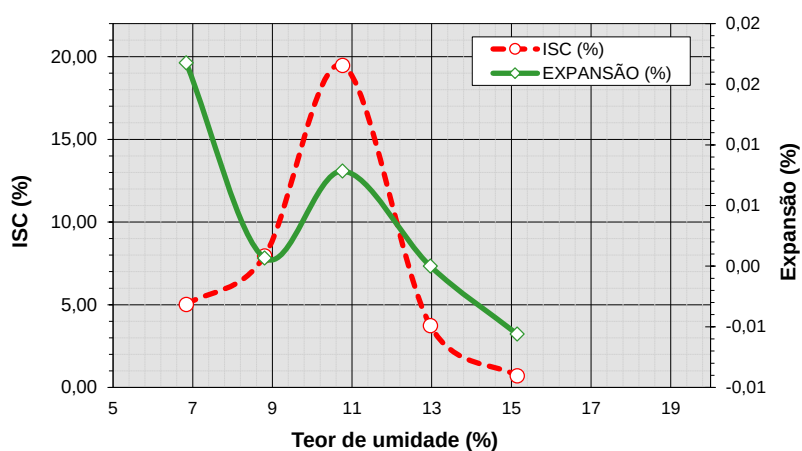
2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
7	6,8 ± 0,01	1,96 ± 0,04	0,02 ± 0	5,02 ± 0,19
8	8,8 ± 0,01	2,01 ± 0,03	0,00 ± 0	7,96 ± 0,18
14	10,8 ± 0,01	2,04 ± 0,02	0,01 ± 0	19,47 ± 0,19
23	13,0 ± 0,01	2,02 ± 0,02	0,00 ± 0	3,74 ± 0,18
24	15,1 ± 0,01	1,93 ± 0,01	-0,01 ± 0	0,70 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

Páginas de Uso interno:

- Página 9 - Dados dos cilindros
- Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
- Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
- Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%) 10,8

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%) 0,2

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g) 5000

MASSA DE SOLO SECO (g) 4990

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

Diferença do teor de umidade de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-7	3,8	180	7	4415,2	2096,7	8889,7	4474,5	2,13	2,00
-9	1,8	80	8	4248,0	2087,0	8891,3	4643,3	2,22	2,05
11	21,8	1078	14	4392,5	2106,9	9234,1	4841,6	2,30	2,08
13	23,8	1178	17	4358,0	2081,9	9143,4	4785,4	2,30	2,04
15	25,8	1277	23	4370,6	2096,2	9066,7	4696,1	2,24	1,95

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade inicial (%)
204	31,56	113,73	113,56	0,2
205	32,39	123,17	123,01	0,2
305	22,36	118,60	118,41	0,2
306	26,06	86,78	86,67	0,2
309	22,84	85,07	84,97	0,2

Amostra preparada: ☒ COM SECAGEM PRÉVIA ☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

☐ 5% Abaixo da umidade ótima ☐ 3% Acima da umidade ótima

☒ 105 a 110 °C ☐ 60 a 65 °C

TEOR DE UMIDADE DE CADA CILINDRO

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade (%)
306	26,08	116,41	110,56	6,9
314	21,75	114,46	107,04	8,7
315	22,05	118,92	109,53	10,7
323	22,22	108,66	98,84	12,8
415	23,73	112,22	100,75	14,9

Amostra preparada: ☒ COM SECAGEM PRÉVIA ☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

☐ 5% Abaixo da umidade ótima ☐ 3% Acima da umidade ótima

☒ 105 a 110 °C ☐ 60 a 65 °C

Observações:

Executado por: Eder

Conferido por: Joubert

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: BAL-001

Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC: BAL-004

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Laboratório de Ensaios acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

Página 1 de 16



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

7			8			14			17		
Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-001	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-002	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-003	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-004
Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
22/04/2019	5,000	1789,87	22/04/2019	5,000	20869,51	22/04/2019	5,000	1785,67	22/04/2019	10,000	1785,53
23/04/2019	5,220		23/04/2019	5,100		23/04/2019	5,050		23/04/2019	10,000	
24/04/2019	5,230		24/04/2019	5,110		24/04/2019	5,060		24/04/2019	10,000	
25/04/2019	5,230		25/04/2019	5,120		25/04/2019	5,060		25/04/2019	10,000	
26/04/2019	5,240		26/04/2019	5,120		26/04/2019	5,060		26/04/2019	10,000	

Observações:

Nº do cilindro	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)
7	5,001	5,241	0,01
8	4,999	5,119	0,00
14	5,002	5,062	0,00
17	9,998	9,998	0,00
23	15,005	14,955	0,00

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

EDER

Diâmetro do pistão (mm) :

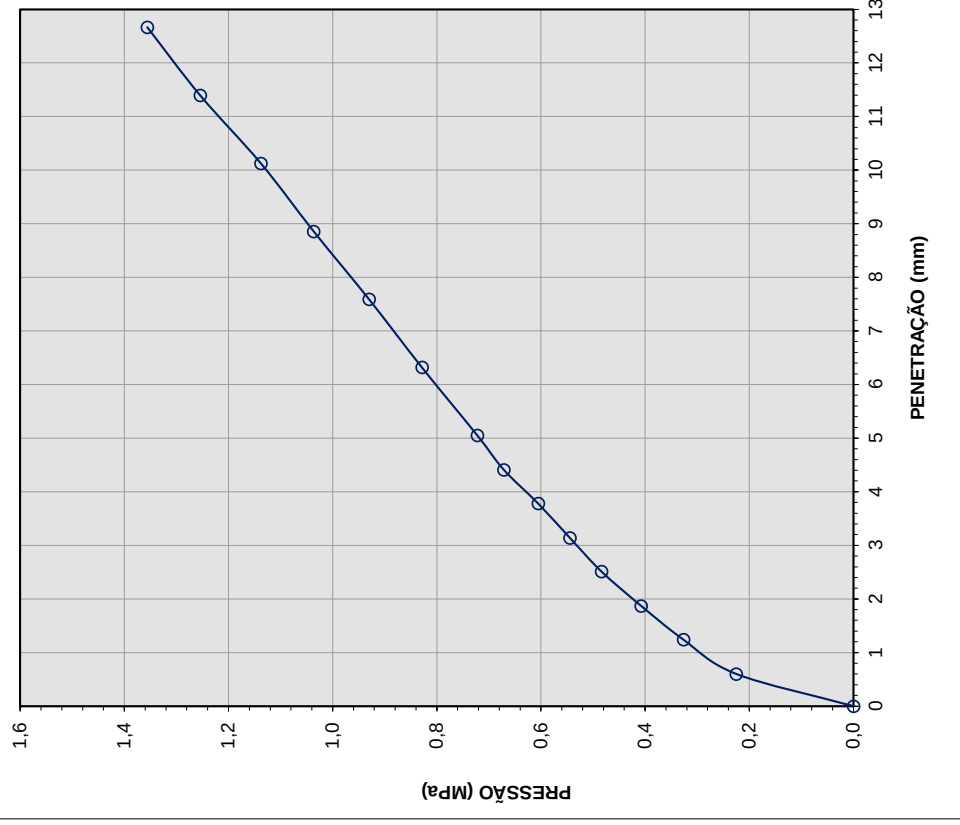
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,4837	7,01		7,01
5,08	0,7220	6,98		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	47,00	435,41	0,225
1,27	1,0	67,00	631,73	0,326
1,90	1,5	83,00	788,79	0,408
2,54	2,0	98,00	936,03	0,484
3,17	2,5	110,00	1053,82	0,545
3,81	3,0	122,00	1171,61	0,605
4,44	3,5	135,00	1299,22	0,671
5,08	4,0	145,00	1397,38	0,722
6,35	5,0	166,00	1603,51	0,829
7,62	6,0	186,00	1799,83	0,930
8,89	7,0	207,00	2005,97	1,037
10,16	8,0	227,00	2202,29	1,138
11,43	9,0	250,00	2428,06	1,255
12,70	10,0	270,00	2624,38	1,356



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

EDER

Diâmetro do pistão (mm) :

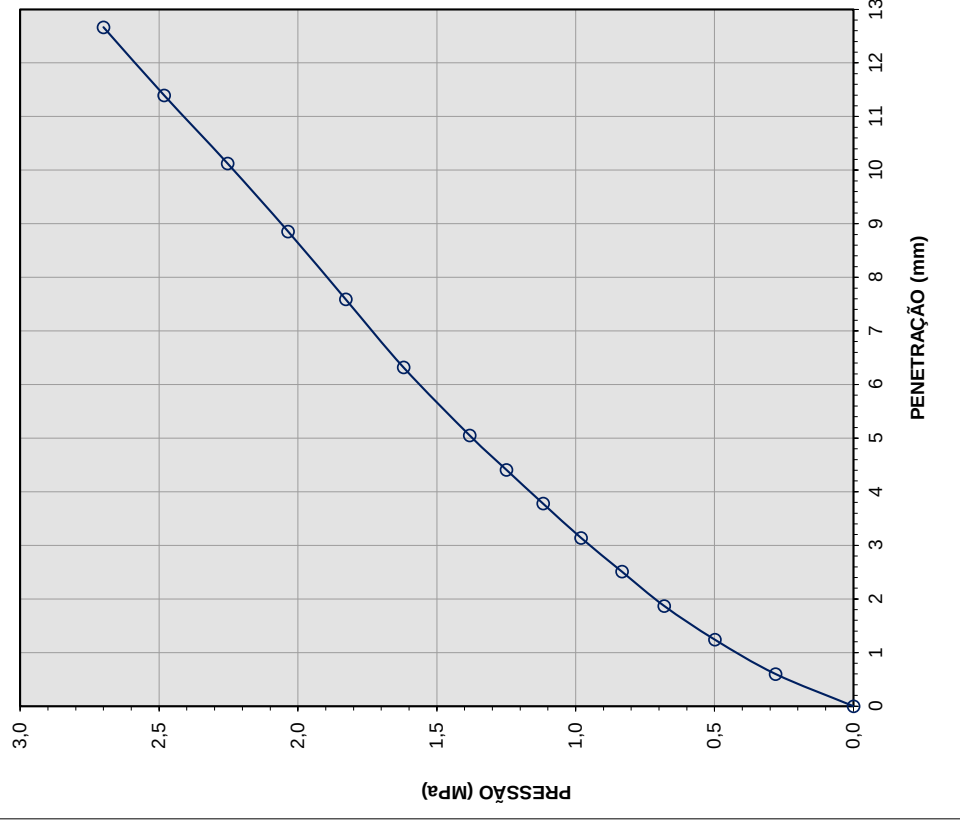
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,8336	12,08		13,35
5,08	1,3814	13,35		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	58,00	543,39	0,281
1,27	1,0	101,00	965,47	0,499
1,90	1,5	137,00	1318,85	0,681
2,54	2,0	167,00	1613,33	0,834
3,17	2,5	196,00	1897,99	0,981
3,81	3,0	223,00	2163,03	1,118
4,44	3,5	249,00	2418,24	1,250
5,08	4,0	275,00	2673,46	1,381
6,35	5,0	322,00	3134,81	1,620
7,62	6,0	363,00	3537,27	1,828
8,89	7,0	404,00	3939,72	2,036
10,16	8,0	447,00	4361,81	2,254
11,43	9,0	492,00	4803,53	2,482
12,70	10,0	535,00	5225,62	2,700



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

EDER

Diâmetro do pistão (mm) :

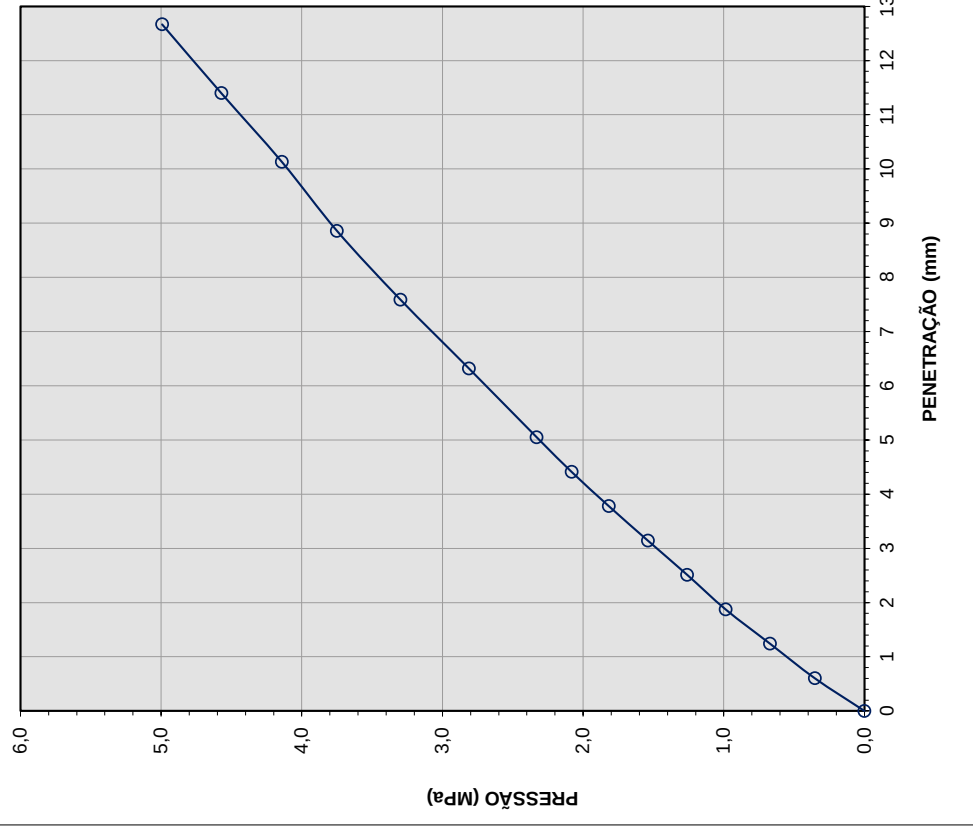
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	1,2597	18,26		22,51
5,08	2,3299	22,51		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	72,00	680,81	0,352
1,27	1,0	135,00	1299,22	0,671
1,90	1,5	197,00	1907,81	0,986
2,54	2,0	251,00	2437,87	1,260
3,17	2,5	306,00	2977,75	1,539
3,81	3,0	361,00	3517,63	1,818
4,44	3,5	413,00	4028,07	2,081
5,08	4,0	462,00	4509,05	2,330
6,35	5,0	557,00	5441,57	2,812
7,62	6,0	653,00	6383,91	3,299
8,89	7,0	742,00	7257,53	3,750
10,16	8,0	819,00	8013,36	4,141
11,43	9,0	904,00	8847,72	4,572
12,70	10,0	987,00	9662,45	4,993



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

EDER

Diâmetro do pistão (mm) :

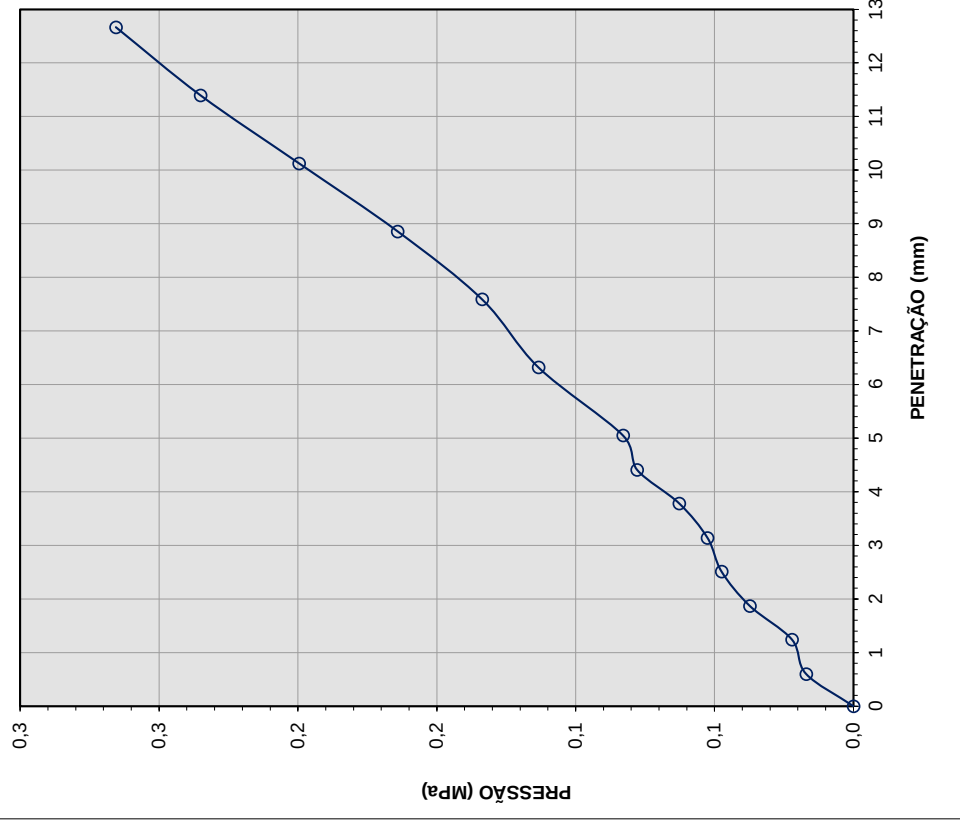
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0475	0,69		0,80
5,08	0,0830	0,80		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	6,00	32,95	0,017
1,27	1,0	7,00	42,77	0,022
1,90	1,5	10,00	72,22	0,037
2,54	2,0	12,00	91,85	0,047
3,17	2,5	13,00	101,67	0,053
3,81	3,0	15,00	121,30	0,063
4,44	3,5	18,00	150,75	0,078
5,08	4,0	19,00	160,56	0,083
6,35	5,0	25,00	219,46	0,113
7,62	6,0	29,00	258,72	0,134
8,89	7,0	35,00	317,62	0,164
10,16	8,0	42,00	386,33	0,200
11,43	9,0	49,00	455,04	0,235
12,70	10,0	55,00	513,94	0,266





DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

REGISTRO DA AMOSTRA:

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Diâmetro do pistão (mm):
Área do pistão (cm²):

49,640
19,353

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	13,00	101,67	0,053
1,27	1,0	20,00	170,38	0,088
1,90	1,5	28,00	248,91	0,129
2,54	2,0	33,00	297,99	0,154
3,17	2,5	42,00	386,33	0,200
3,81	3,0	49,00	455,04	0,235
4,44	3,5	58,00	543,39	0,281
5,08	4,0	66,00	621,91	0,321
6,35	5,0	86,00	818,23	0,423
7,62	6,0	108,00	1034,19	0,534
8,89	7,0	129,00	1240,32	0,641
10,16	8,0	152,00	1466,09	0,758
11,43	9,0	178,00	1721,31	0,889
12,70	10,0	203,00	1966,71	1,016



Revisão: 03

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

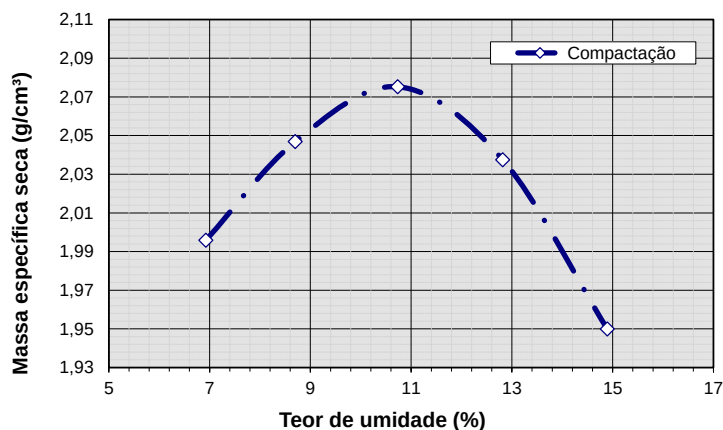
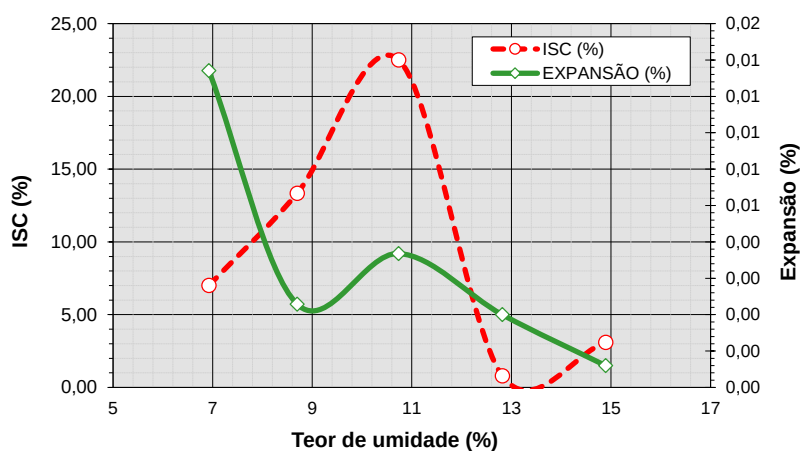
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
7	6,9 ± 0,01	2,00 ± 0,04	0,01 ± 0	7,01 ± 0,28
8	8,7 ± 0,01	2,05 ± 0,03	0,00 ± 0	13,35 ± 0,19
14	10,7 ± 0,01	2,08 ± 0,03	0,00 ± 0	22,51 ± 0,19
17	12,8 ± 0,01	2,04 ± 0,02	0,00 ± 0	0,80 ± 0,18
23	14,9 ± 0,01	1,95 ± 0,02	0,00 ± 0	3,10 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

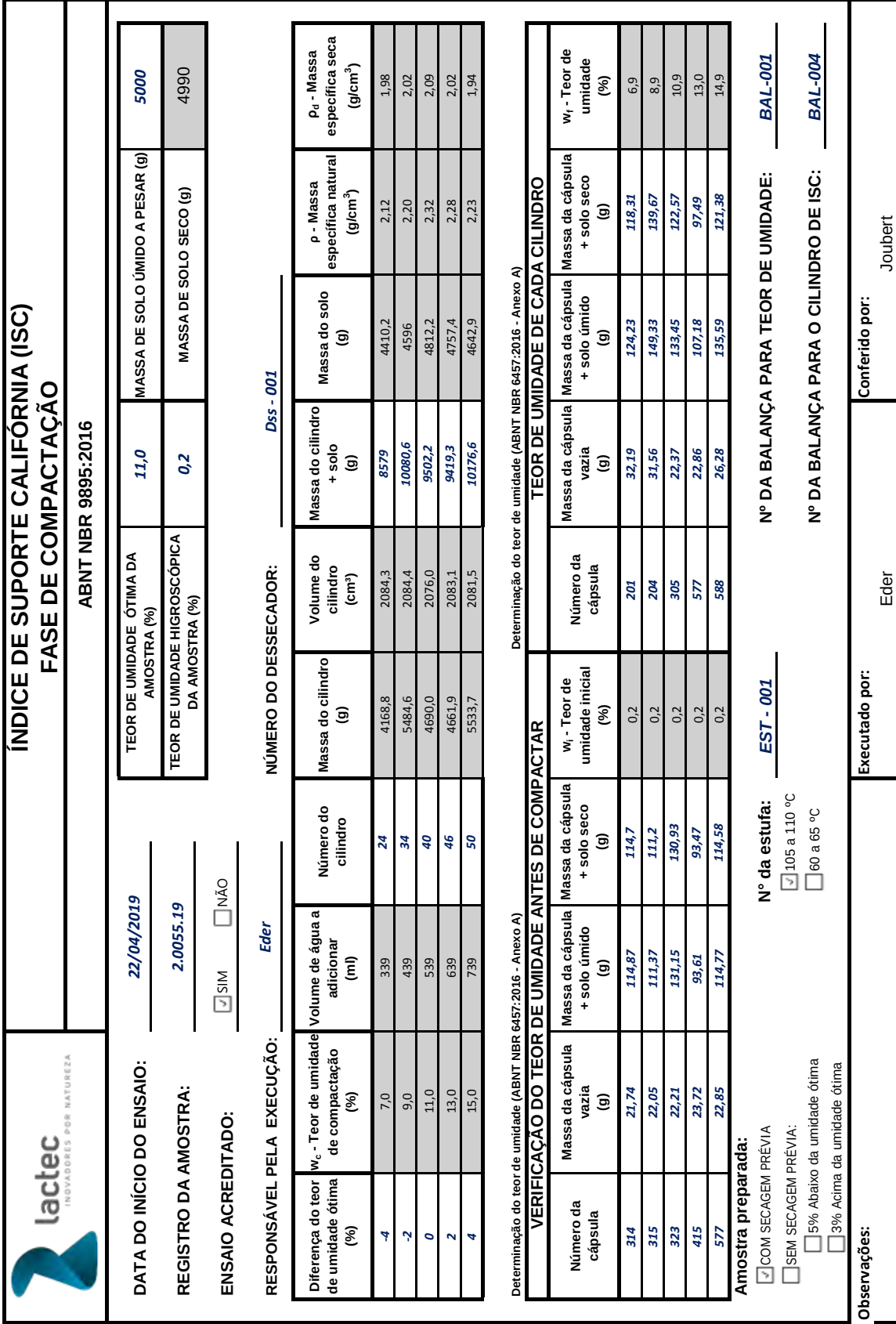
- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

- Páginas de Uso interno:
- Página 9 - Dados dos cilindros
 - Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
 - Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
 - Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:





ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

24			34			40			46		
Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-006	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-007	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-008	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-009
Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
22/04/2019	15,000	1783,93	22/04/2019	5,170	20844,35	22/04/2019	5,000	1777,93	22/04/2019	5,000	1779,53
23/04/2019	15,380		23/04/2019	5,180		23/04/2019	5,110				
24/04/2019	15,390		24/04/2019	5,180		24/04/2019	5,110				
25/04/2019	15,390		25/04/2019	5,120		25/04/2019	5,000				
26/04/2019	15,390		26/04/2019	5,180		26/04/2019	5,120		26/04/2019	5,000	

Observações:

Nº do cilindro	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)
24	15,003	15,393	0,02
34	5,173	5,183	0,00
40	5,005	5,125	0,01
46	5,000	5,000	0,00
50	24,996	24,766	0,01

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

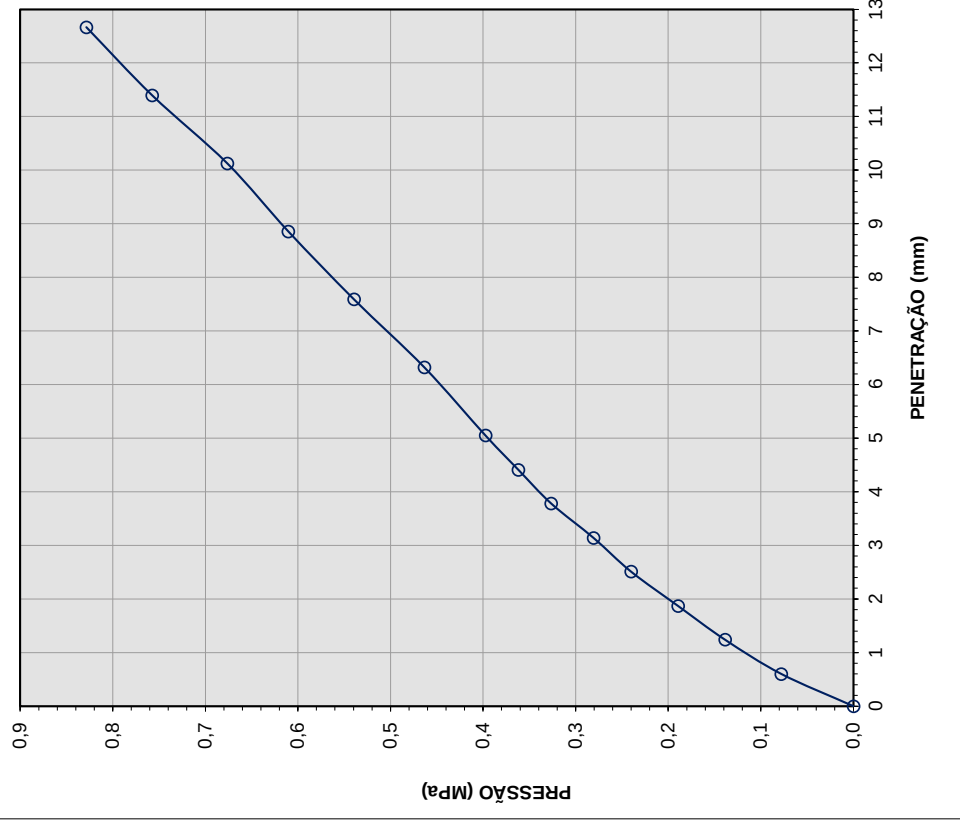
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,2402	3,48		3,84
5,08	0,3974	3,84		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	18,00	150,75	0,078
1,27	1,0	30,00	268,54	0,139
1,90	1,5	40,00	366,70	0,189
2,54	2,0	50,00	464,86	0,240
3,17	2,5	58,00	543,39	0,281
3,81	3,0	67,00	631,73	0,326
4,44	3,5	74,00	700,44	0,362
5,08	4,0	81,00	769,15	0,397
6,35	5,0	94,00	896,76	0,463
7,62	6,0	109,00	1044,00	0,539
8,89	7,0	123,00	1181,43	0,610
10,16	8,0	136,00	1309,03	0,676
11,43	9,0	152,00	1466,09	0,758
12,70	10,0	166,00	1603,51	0,829



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

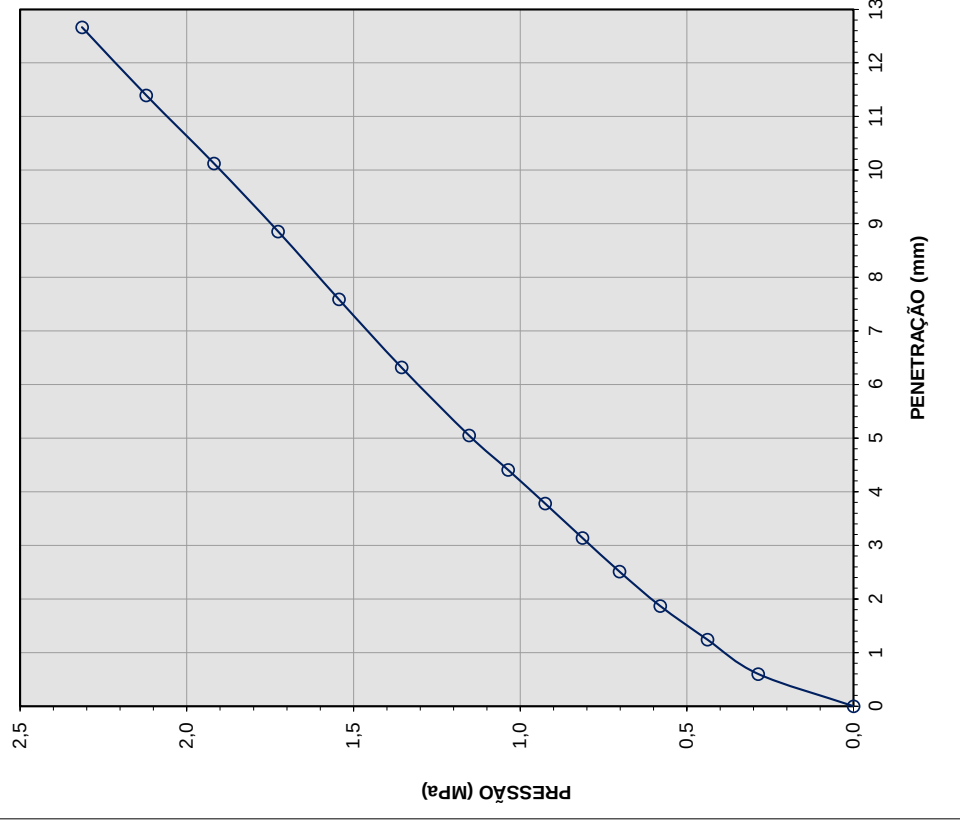
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,7017	10,17		11,14
5,08	1,1532	11,14		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	59,00	553,20	0,286
1,27	1,0	89,00	847,68	0,438
1,90	1,5	117,00	1122,53	0,580
2,54	2,0	141,00	1358,11	0,702
3,17	2,5	163,00	1574,07	0,813
3,81	3,0	185,00	1790,02	0,925
4,44	3,5	207,00	2005,97	1,037
5,08	4,0	230,00	2231,74	1,153
6,35	5,0	270,00	2624,38	1,356
7,62	6,0	307,00	2987,57	1,544
8,89	7,0	343,00	3340,95	1,726
10,16	8,0	381,00	3713,95	1,919
11,43	9,0	421,00	4106,59	2,122
12,70	10,0	459,00	4479,60	2,315



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

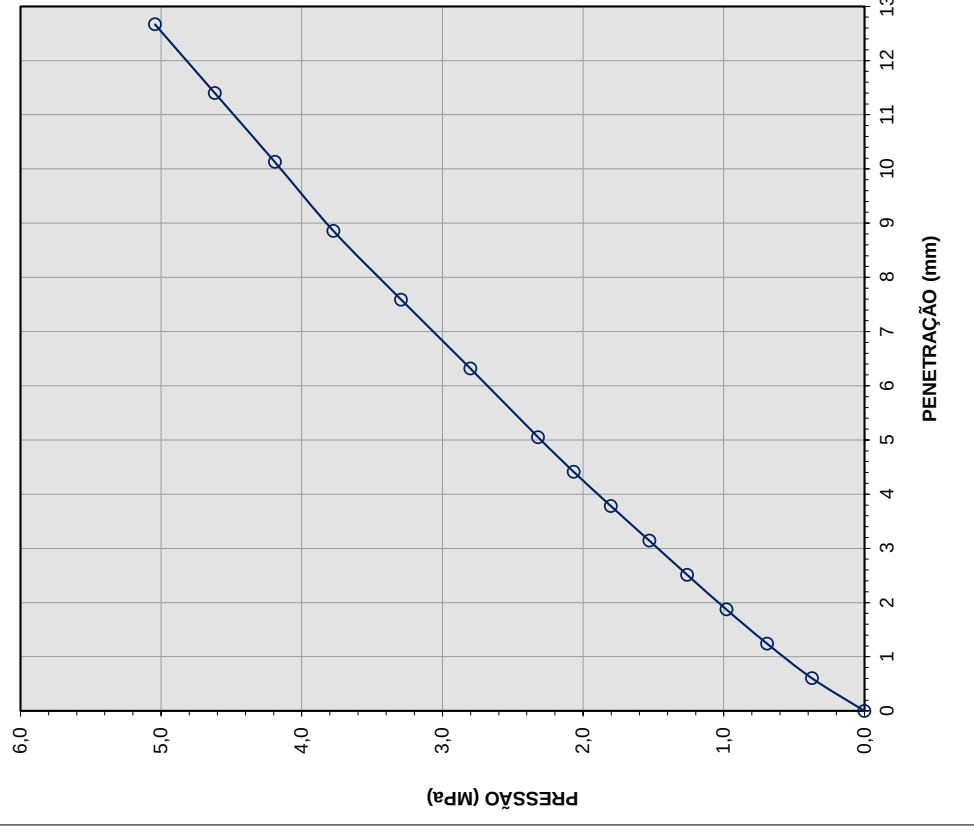
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	1,2597	18,26		
5,08	2,3197	22,41		22,41

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	76,00	720,07	0,372
1,27	1,0	139,00	1338,48	0,692
1,90	1,5	196,00	1897,99	0,981
2,54	2,0	251,00	2437,87	1,260
3,17	2,5	304,00	2958,12	1,528
3,81	3,0	358,00	3488,19	1,802
4,44	3,5	410,00	3998,62	2,066
5,08	4,0	460,00	4489,42	2,320
6,35	5,0	555,00	5421,94	2,802
7,62	6,0	652,00	6374,09	3,294
8,89	7,0	747,00	7306,61	3,775
10,16	8,0	829,00	8111,52	4,191
11,43	9,0	913,00	8936,07	4,617
12,70	10,0	997,00	9760,61	5,043



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

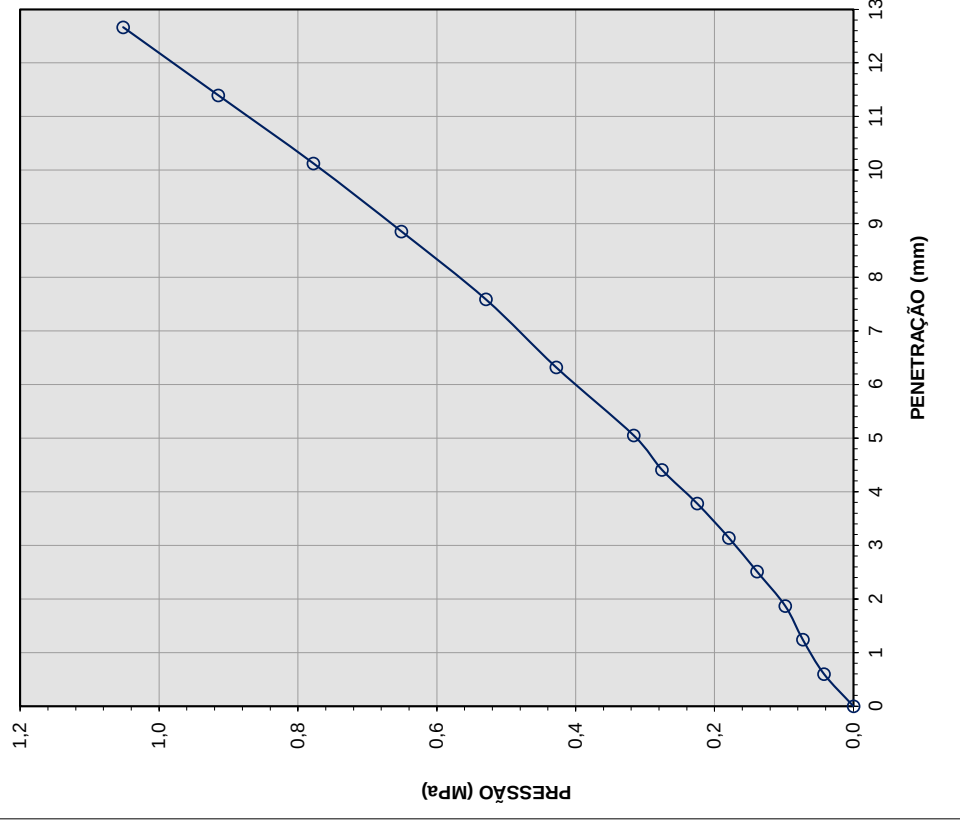
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1388	2,01		3,06
5,08	0,3163	3,06		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	11,00	82,03	0,042
1,27	1,0	17,00	140,93	0,073
1,90	1,5	22,00	190,01	0,098
2,54	2,0	30,00	268,54	0,139
3,17	2,5	38,00	347,07	0,179
3,81	3,0	47,00	435,41	0,225
4,44	3,5	57,00	533,57	0,276
5,08	4,0	65,00	612,10	0,316
6,35	5,0	87,00	828,05	0,428
7,62	6,0	107,00	1024,37	0,529
8,89	7,0	131,00	1259,95	0,651
10,16	8,0	156,00	1505,35	0,778
11,43	9,0	183,00	1770,39	0,915
12,70	10,0	210,00	2035,42	1,052



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

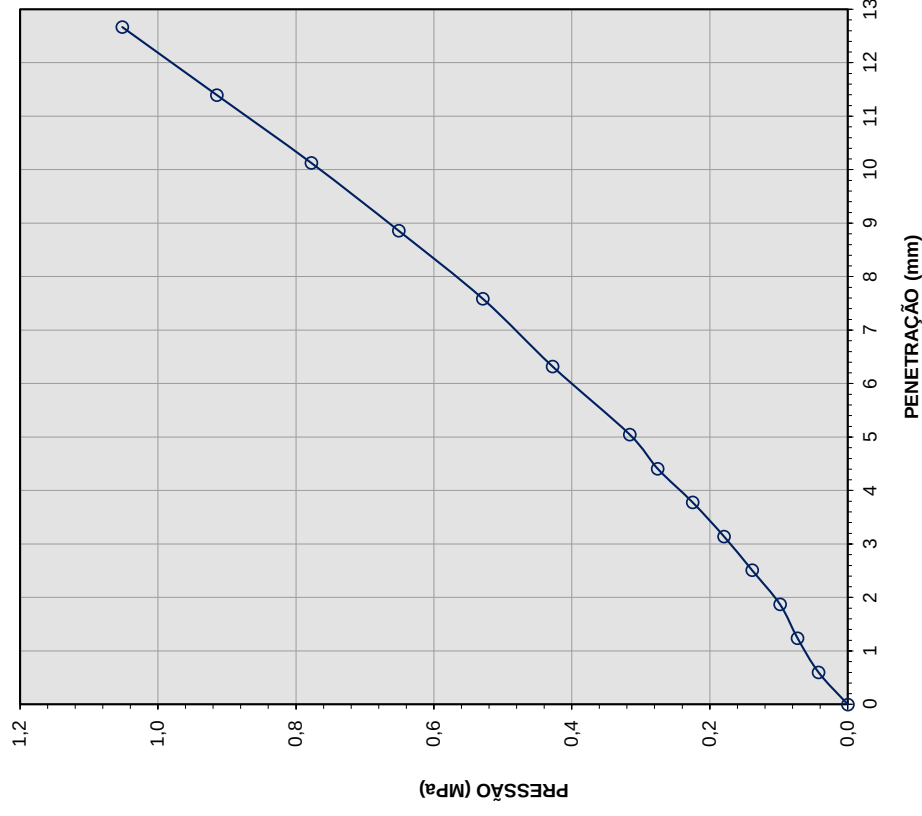
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0525	0,76		1,00
5,08	0,1033	1,00		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	7,00	42,77	0,022
1,27	1,0	10,00	72,22	0,037
1,90	1,5	12,00	91,85	0,047
2,54	2,0	13,00	101,67	0,053
3,17	2,5	16,00	131,11	0,068
3,81	3,0	19,00	160,56	0,083
4,44	3,5	20,00	170,38	0,088
5,08	4,0	23,00	199,83	0,103
6,35	5,0	28,00	248,91	0,129
7,62	6,0	35,00	317,62	0,164
8,89	7,0	40,00	366,70	0,189
10,16	8,0	48,00	445,23	0,230
11,43	9,0	55,00	513,94	0,266
12,70	10,0	63,00	592,47	0,306





ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA RESUMO DOS RESULTADOS

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

22/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

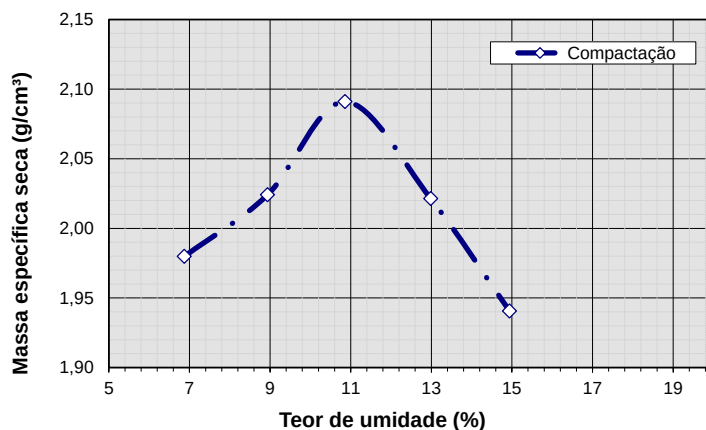
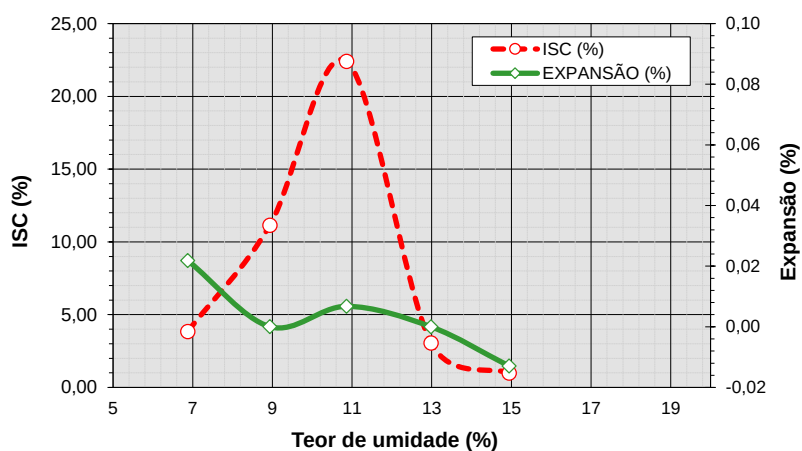
2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
24	6,9 ± 0,01	1,98 ± 0,04	0,02 ± 0	3,84 ± 0,18
34	8,9 ± 0,01	2,02 ± 0,02	0,00 ± 0	11,14 ± 0,19
40	10,9 ± 0,01	2,09 ± 0,02	0,01 ± 0	22,41 ± 0,36
46	13,0 ± 0,01	2,02 ± 0,02	0,00 ± 0	3,06 ± 0,18
50	14,9 ± 0,01	1,94 ± 0,02	-0,01 ± 0	1,00 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

Páginas de Uso interno:

- Página 9 - Dados dos cilindros
- Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
- Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
- Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%) 10,6

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%) 0,7

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g) 5000

MASSA DE SOLO SECO (g) 4965

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Diferença do teor de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-4	6,6	293	7	4415,2	2096,7	8993,2	4578	2,18	2,05
-2	8,6	392	8	4248,0	2087,0	9026,9	4778,9	2,29	2,11
0	10,6	492	14	4392,5	2106,9	9395,8	5003,3	2,37	2,15
2	12,6	591	17	4358,0	2081,9	9285,7	4927,7	2,37	2,11
4	14,6	690	23	4370,6	2096,2	9226,2	4855,6	2,32	2,02

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR				TEOR DE UMIDADE DE CADA CILINDRO					
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade inicial (%)	Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade (%)
305	22,37	108,35	107,72	0,7	305	22,37	131,76	125,04	6,5
315	22,04	134,38	133,62	0,7	315	22,04	130,92	122,41	8,5
402	24,97	119,83	119,24	0,6	402	24,97	142,28	131,30	10,3
405	26,45	148,91	148,14	0,6	405	26,45	134,43	122,53	12,4
410	26,92	131,50	130,82	0,7	410	26,92	133,56	119,97	14,6

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA:

☐ 5% Abaixo da umidade ótima
☐ 3% Acima da umidade ótima

Nº da estufa: EST - 001

☒ 105 a 110 °C
☐ 60 a 65 °C

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: BAL-001

Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC: BAL-004

Observações:

Executado por: Eder

Conferido por: Joubert



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

7			8			14			17		
Nº do cilindro	REL-001		REL-003		REL-003		REL-004				
Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
29/04/2019	5,000	1789,87	29/04/2019	5,000	20869,51	29/04/2019	5,000	1785,67	29/04/2019	15,000	1785,53
30/04/2019	5,360		30/04/2019	5,250		30/04/2019	5,200		30/04/2019	15,010	
02/05/2019	5,360		02/05/2019	5,250		02/05/2019	5,200		02/05/2019	15,010	
03/05/2019	5,360		04/05/2019	5,250		03/05/2019	5,200		03/05/2019	15,010	
04/05/2019	5,360		04/05/2019	5,250		04/05/2019	5,200		04/05/2019	15,010	

23		23		23	
Nº do cilindro	REL-005	Nº do cilindro	REL-005	Nº do cilindro	REL-005
Data	Leitura do relógio (mm)	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)	
29/04/2019	10,000	5,001	5,361	0,02	Observações:
30/04/2019	9,980	5,002	5,252	0,00	
02/05/2019	9,980	5,002	5,202	0,01	
04/05/2019	9,980	14,999	15,009	0,00	
04/05/2019	9,980	10,003	9,983	0,00	

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

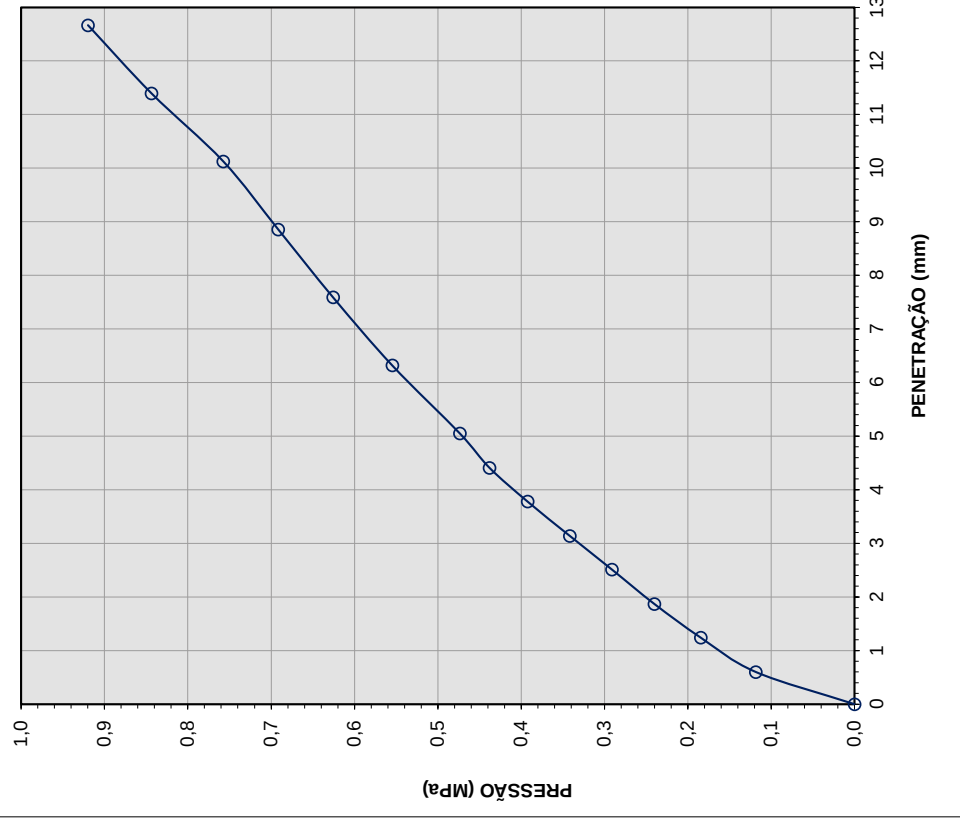
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,2909	4,22		4,57
5,08	0,4735	4,57		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	26,00	229,27	0,118
1,27	1,0	39,00	356,88	0,184
1,90	1,5	50,00	464,86	0,240
2,54	2,0	60,00	563,02	0,291
3,17	2,5	70,00	661,18	0,342
3,81	3,0	80,00	759,34	0,392
4,44	3,5	89,00	847,68	0,438
5,08	4,0	96,00	916,39	0,474
6,35	5,0	112,00	1073,45	0,555
7,62	6,0	126,00	1210,87	0,626
8,89	7,0	139,00	1338,48	0,692
10,16	8,0	152,00	1466,09	0,758
11,43	9,0	169,00	1632,96	0,844
12,70	10,0	184,00	1780,20	0,920





DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Diâmetro do pistão (mm) : 49,640

Área do pistão (cm²): 19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,6358	9,21		9,43
5,08	0,9756	9,43		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	56,00	523,75	0,271
1,27	1,0	83,00	788,79	0,408
1,90	1,5	106,00	1014,55	0,524
2,54	2,0	128,00	1230,51	0,636
3,17	2,5	145,00	1397,38	0,722
3,81	3,0	162,00	1564,25	0,808
4,44	3,5	180,00	1740,94	0,900
5,08	4,0	195,00	1888,18	0,976
6,35	5,0	227,00	2202,29	1,138
7,62	6,0	258,00	2506,59	1,295
8,89	7,0	290,00	2820,70	1,457
10,16	8,0	324,00	3154,44	1,630
11,43	9,0	359,00	3498,00	1,807
12,70	10,0	392,00	3821,93	1,975



Data: Mar/2019

Revisão: 03

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cqcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

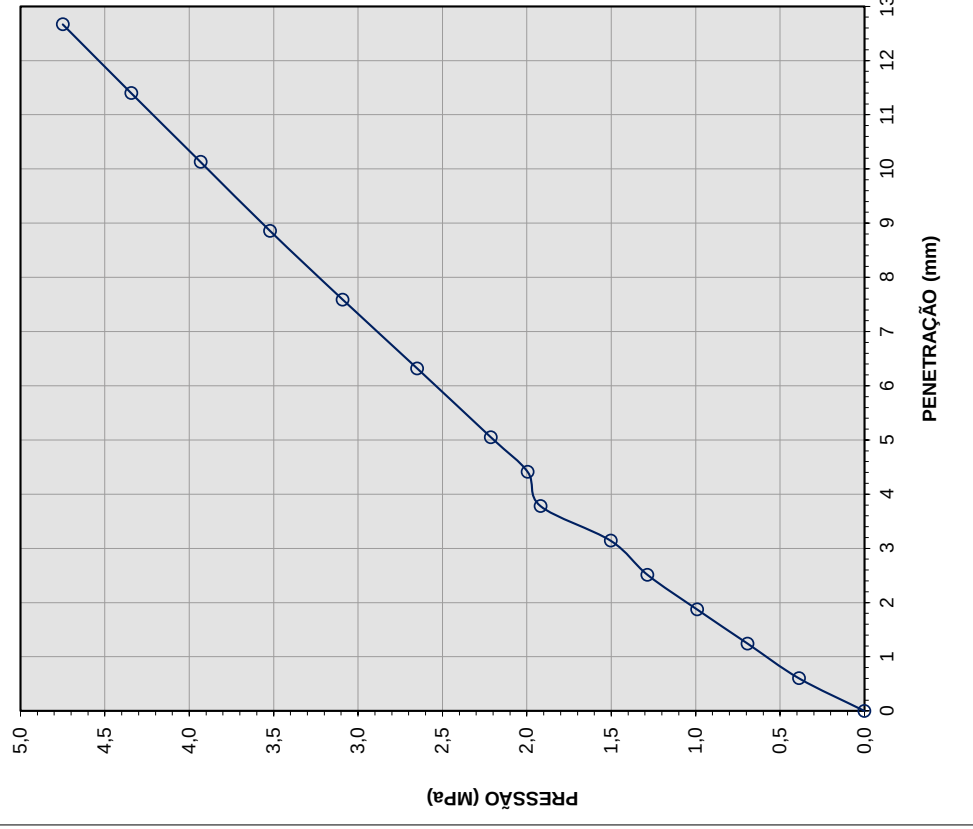
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	1,2850	18,62		21,38
5,08	2,2132	21,38		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	79,00	749,52	0,387
1,27	1,0	139,00	1338,48	0,692
1,90	1,5	198,00	1917,63	0,991
2,54	2,0	256,00	2486,95	1,285
3,17	2,5	299,00	2909,04	1,503
3,81	3,0	381,00	3713,95	1,919
4,44	3,5	396,00	3861,19	1,995
5,08	4,0	439,00	4283,28	2,213
6,35	5,0	525,00	5127,46	2,649
7,62	6,0	612,00	5981,45	3,091
8,89	7,0	697,00	6815,81	3,522
10,16	8,0	778,00	7610,91	3,933
11,43	9,0	859,00	8406,00	4,343
12,70	10,0	939,00	9191,28	4,749



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

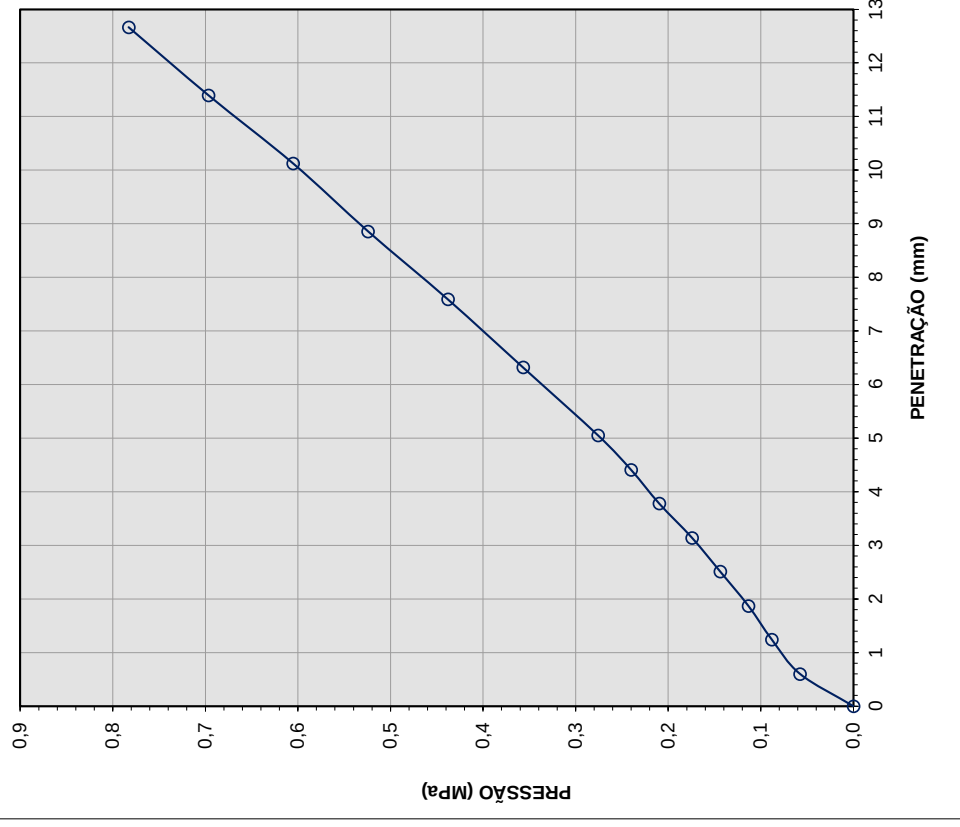
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1438	2,08		2,66
5,08	0,2757	2,66		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	14,00	111,48	0,058
1,27	1,0	20,00	170,38	0,088
1,90	1,5	25,00	219,46	0,113
2,54	2,0	31,00	278,35	0,144
3,17	2,5	37,00	337,25	0,174
3,81	3,0	44,00	405,96	0,210
4,44	3,5	50,00	464,86	0,240
5,08	4,0	57,00	533,57	0,276
6,35	5,0	73,00	690,63	0,357
7,62	6,0	89,00	847,68	0,438
8,89	7,0	106,00	1014,55	0,524
10,16	8,0	122,00	1171,61	0,605
11,43	9,0	140,00	1348,30	0,697
12,70	10,0	157,00	1515,17	0,783



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

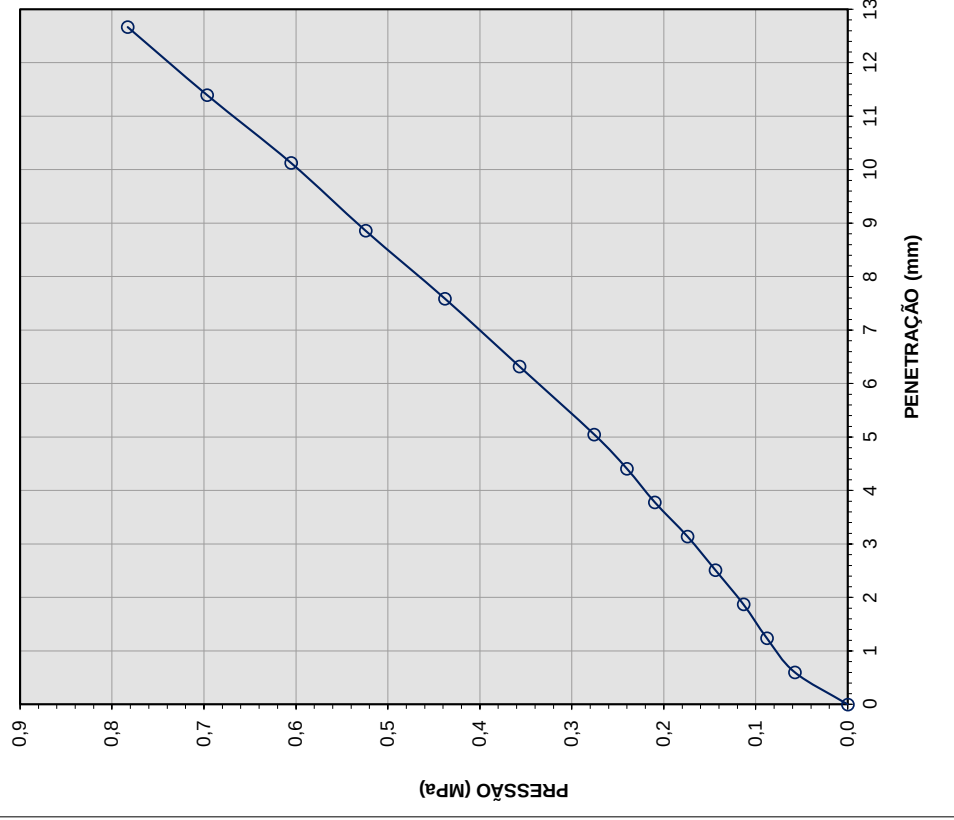
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0830	1,20		1,29
5,08	0,1337	1,29		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	13,00	101,67	0,053
1,27	1,0	16,00	131,11	0,068
1,90	1,5	18,00	150,75	0,078
2,54	2,0	19,00	160,56	0,083
3,17	2,5	22,00	190,01	0,098
3,81	3,0	23,00	199,83	0,103
4,44	3,5	26,00	229,27	0,118
5,08	4,0	29,00	258,72	0,134
6,35	5,0	33,00	297,99	0,154
7,62	6,0	41,00	376,51	0,195
8,89	7,0	46,00	425,59	0,220
10,16	8,0	52,00	484,49	0,250
11,43	9,0	59,00	553,20	0,286
12,70	10,0	68,00	641,55	0,331



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

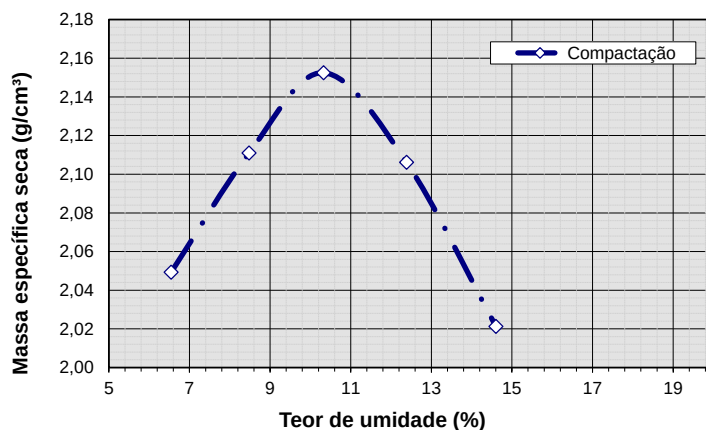
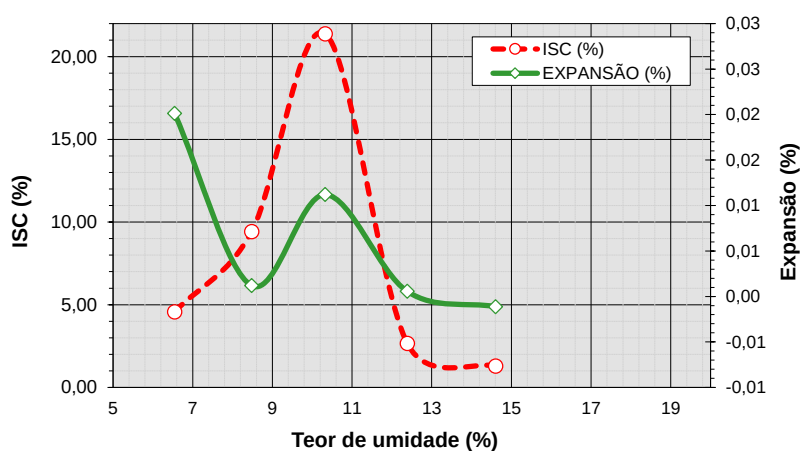
2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
7	6,5 ± 0,01	2,05 ± 0,04	0,02 ± 0	4,57 ± 0,19
8	8,5 ± 0,01	2,11 ± 0,03	0,00 ± 0	9,43 ± 0,19
14	10,3 ± 0,01	2,15 ± 0,02	0,01 ± 0	21,38 ± 0,19
17	12,4 ± 0,01	2,11 ± 0,02	0,00 ± 0	2,66 ± 0,18
23	14,6 ± 0,01	2,02 ± 0,02	0,00 ± 0	1,29 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

- Páginas de Uso interno:
- Página 9 - Dados dos cilindros
- Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
- Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
- Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%) 10,8

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%) 0,4

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g) 5000

MASSA DE SOLO SECO (g) 4980

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Diferença do teor de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-4	6,8	319	24	4168,8	2084,3	8707,2	4538,4	2,18	2,03
-2	8,8	418	34	5484,6	2084,4	10248	4763,4	2,29	2,10
0	10,8	518	40	4690,0	2076,0	9731,2	5041,2	2,43	2,19
2	12,8	618	46	4661,9	2083,1	9570,2	4908,3	2,36	2,09
4	14,8	717	50	5533,7	2081,5	10350,3	4816,6	2,31	2,02

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR				TEOR DE UMIDADE DE CADA CILINDRO			
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)
411	26,97	118,04	117,65	411	26,97	128,51	121,82
415	23,73	114,20	113,82	415	23,73	128,01	119,63
566	21,99	129,14	128,67	566	21,99	132,33	121,67
587	27,32	125,06	124,58	587	27,32	133,18	121,23
663	21,85	132,75	132,25	663	21,85	146,02	130,24

Amostra preparada: ☒ COM SECAGEM PRÉVIA ☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

☐ 5% Abaixo da umidade ótima ☐ 3% Acima da umidade ótima

Nº da estufa: EST - 002 ☒ 105 a 110 °C ☐ 60 a 65 °C

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: BAL-001

Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC: BAL-004

Observações:

Executado por: Eder

Conferido por: Joubert



INDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)
FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:
27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:
2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:
Eder

24			34			40			46		
REL-006			REL-007			REL-008			REL-009		
Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
	Data	Leitura do relógio (mm)		Data	Leitura do relógio (mm)		Data	Leitura do relógio (mm)		Data	Leitura do relógio (mm)
29/04/2019	15,000		29/04/2019	5,000		29/04/2019	5,000		29/04/2019	5,000	
30/04/2019	15,390		30/04/2019	5,300		30/04/2019	5,110		30/04/2019	4,950	
02/05/2019	15,410	1783,93	02/05/2019	5,320	20844,35	02/05/2019	5,120	1777,93	02/05/2019	4,950	1779,53
03/05/2019	15,410		04/05/2019	5,320		03/05/2019	5,120		03/05/2019	4,950	
04/05/2019	15,410		04/05/2019	5,320		04/05/2019	5,120		04/05/2019	4,950	

50		
REL-010		
Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
	Data	Leitura do relógio (mm)
29/04/2019	25,000	
30/04/2019	24,740	
02/05/2019	24,730	1777,9333
04/05/2019	24,730	
04/05/2019	24,730	

Observações:

Nº do cilindro	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)
24	15,003	15,413	0,02
34	5,003	5,323	0,00
40	5,005	5,125	0,01
46	5,000	4,950	0,00
50	24,996	24,726	0,02

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

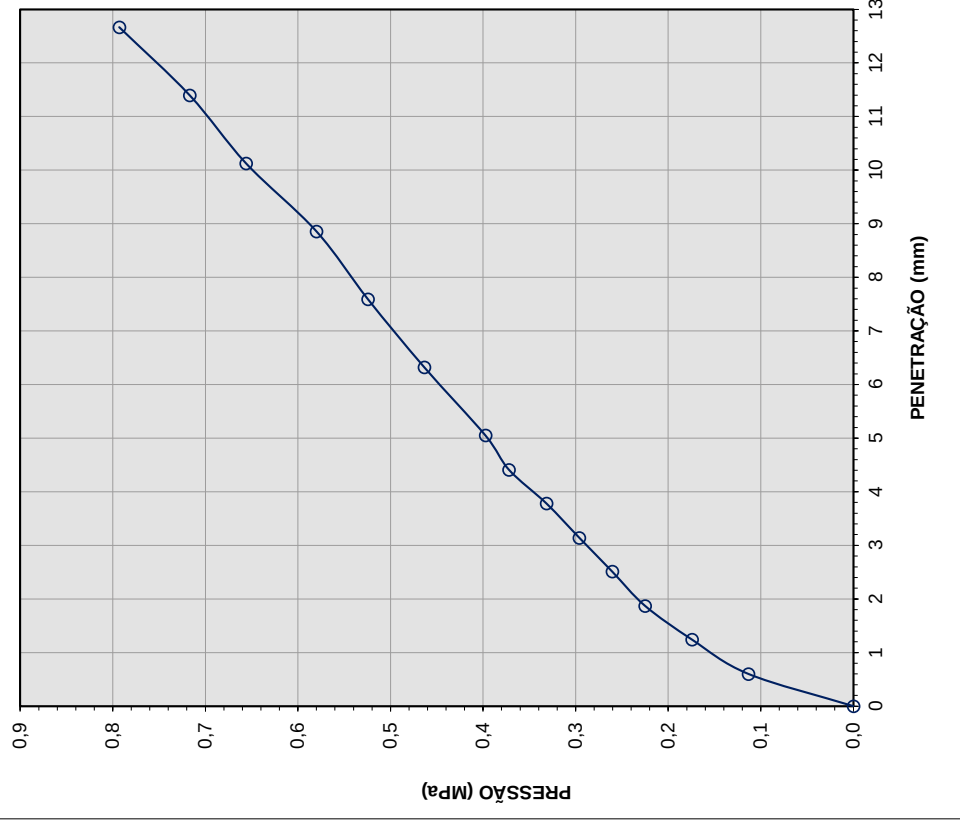
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,2605	3,78		3,84
5,08	0,3974	3,84		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	25,00	219,46	0,113
1,27	1,0	37,00	337,25	0,174
1,90	1,5	47,00	435,41	0,225
2,54	2,0	54,00	504,12	0,260
3,17	2,5	61,00	572,83	0,296
3,81	3,0	68,00	641,55	0,331
4,44	3,5	76,00	720,07	0,372
5,08	4,0	81,00	769,15	0,397
6,35	5,0	94,00	896,76	0,463
7,62	6,0	106,00	1014,55	0,524
8,89	7,0	117,00	1122,53	0,580
10,16	8,0	132,00	1269,77	0,656
11,43	9,0	144,00	1387,56	0,717
12,70	10,0	159,00	1534,80	0,793



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

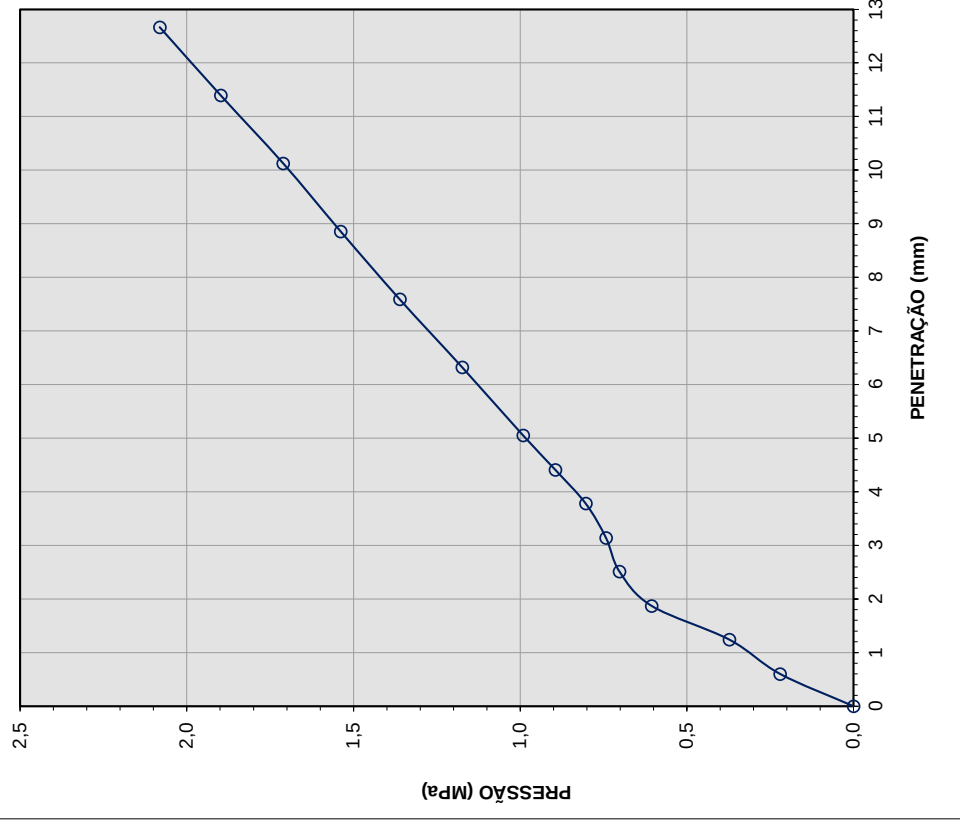
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,7017	10,17		10,17
5,08	0,9909	9,57		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	46,00	425,59	0,220
1,27	1,0	76,00	720,07	0,372
1,90	1,5	122,00	1171,61	0,605
2,54	2,0	141,00	1358,11	0,702
3,17	2,5	149,00	1436,64	0,742
3,81	3,0	161,00	1554,43	0,803
4,44	3,5	179,00	1731,12	0,894
5,08	4,0	198,00	1917,63	0,991
6,35	5,0	234,00	2271,00	1,173
7,62	6,0	271,00	2634,19	1,361
8,89	7,0	306,00	2977,75	1,539
10,16	8,0	340,00	3311,50	1,711
11,43	9,0	377,00	3674,69	1,899
12,70	10,0	413,00	4028,07	2,081



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

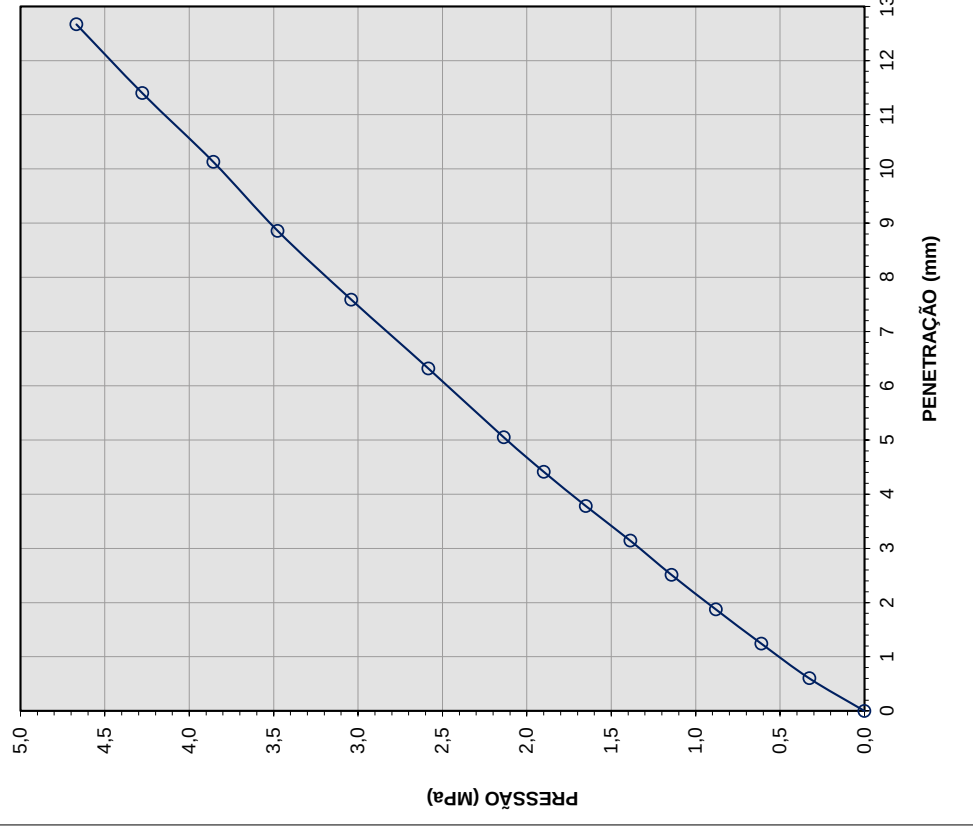
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	1,1430	16,57		20,65
5,08	2,1371	20,65		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	67,00	631,73	0,326
1,27	1,0	123,00	1181,43	0,610
1,90	1,5	176,00	1701,67	0,879
2,54	2,0	228,00	2212,11	1,143
3,17	2,5	276,00	2683,27	1,386
3,81	3,0	328,00	3193,71	1,650
4,44	3,5	377,00	3674,69	1,899
5,08	4,0	424,00	4136,04	2,137
6,35	5,0	512,00	4999,85	2,583
7,62	6,0	602,00	5883,29	3,040
8,89	7,0	688,00	6727,47	3,476
10,16	8,0	763,00	7463,67	3,857
11,43	9,0	846,00	8278,39	4,278
12,70	10,0	923,00	9034,23	4,668



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

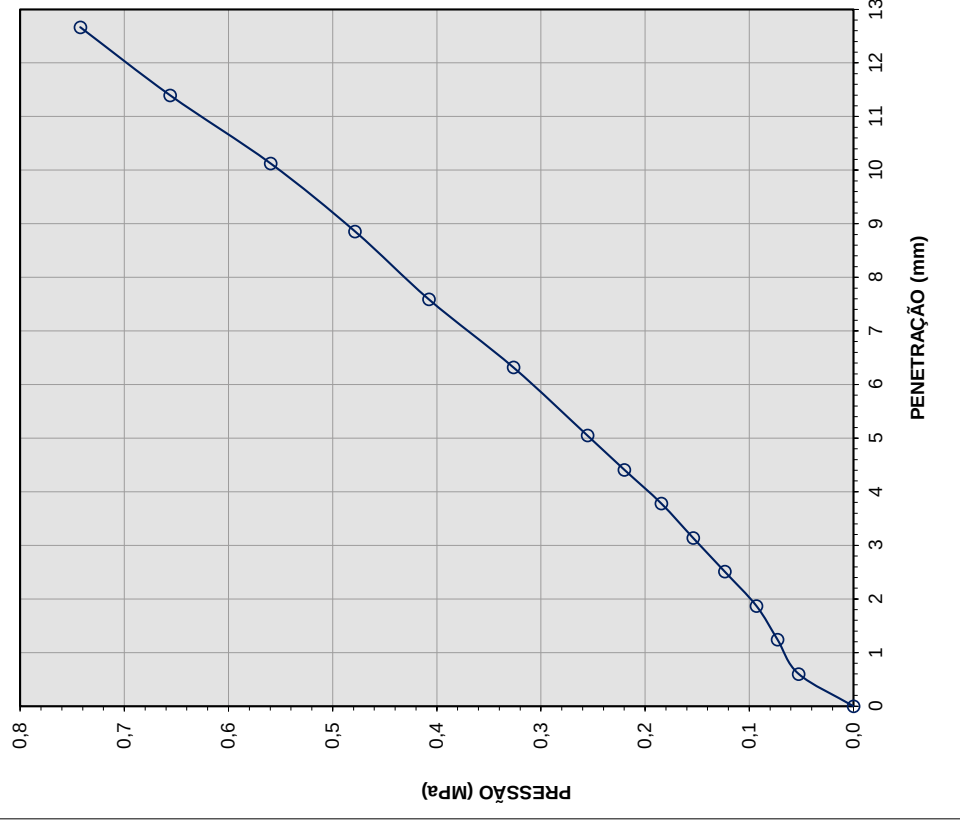
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1235	1,79		2,47
5,08	0,2554	2,47		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	13,00	101,67	0,053
1,27	1,0	17,00	140,93	0,073
1,90	1,5	21,00	180,19	0,093
2,54	2,0	27,00	239,09	0,124
3,17	2,5	33,00	297,99	0,154
3,81	3,0	39,00	356,88	0,184
4,44	3,5	46,00	425,59	0,220
5,08	4,0	53,00	494,31	0,255
6,35	5,0	67,00	631,73	0,326
7,62	6,0	83,00	788,79	0,408
8,89	7,0	97,00	926,21	0,479
10,16	8,0	113,00	1083,27	0,560
11,43	9,0	132,00	1269,77	0,656
12,70	10,0	149,00	1436,64	0,742



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

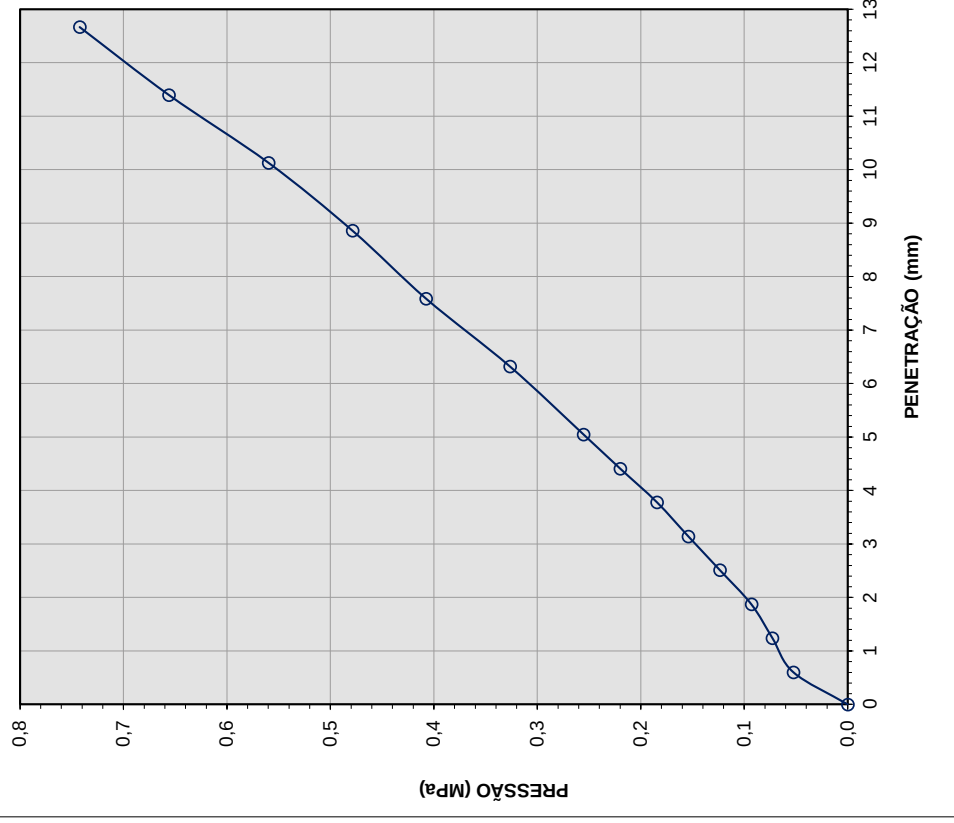
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0728	1,06		1,10
5,08	0,1134	1,10		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	12,00	91,85	0,047
1,27	1,0	15,00	121,30	0,063
1,90	1,5	16,00	131,11	0,068
2,54	2,0	17,00	140,93	0,073
3,17	2,5	19,00	160,56	0,083
3,81	3,0	20,00	170,38	0,088
4,44	3,5	23,00	199,83	0,103
5,08	4,0	25,00	219,46	0,113
6,35	5,0	29,00	258,72	0,134
7,62	6,0	35,00	317,62	0,164
8,89	7,0	40,00	366,70	0,189
10,16	8,0	46,00	425,59	0,220
11,43	9,0	53,00	494,31	0,255
12,70	10,0	59,00	553,20	0,286





lactec
INSTRUMENTOS PARA MATERIAIS

ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA RESUMO DOS RESULTADOS

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

27/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

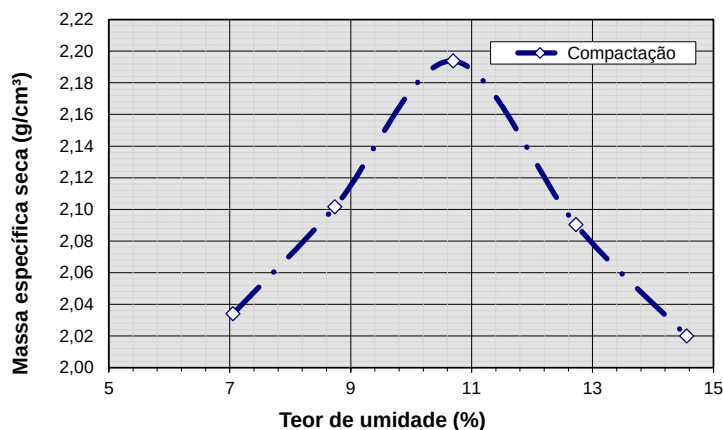
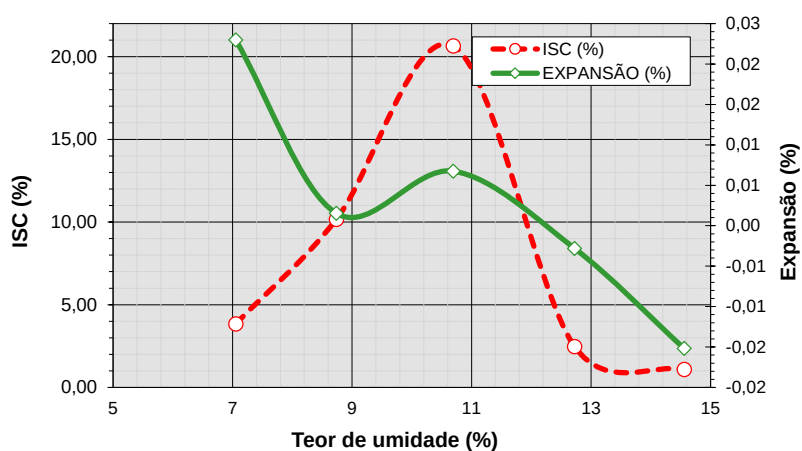
2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
24	7,1 ± 0,01	2,03 ± 0,04	0,02 ± 0	3,84 ± 0,18
34	8,7 ± 0,01	2,10 ± 0,03	0,00 ± 0	10,17 ± 0,27
40	10,7 ± 0,01	2,19 ± 0,02	0,01 ± 0	20,65 ± 0,34
46	12,7 ± 0,01	2,09 ± 0,02	0,00 ± 0	2,47 ± 0,18
50	14,6 ± 0,01	2,02 ± 0,01	-0,02 ± 0	1,10 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

Páginas de Uso interno:

- Página 9 - Dados dos cilindros
- Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
- Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
- Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%) 11,3

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%) 0,1

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g) 5000

MASSA DE SOLO SECO (g) 4995

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

Diferença do teor de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-4	7,3	360	7	4415,2	2096,7	8688,1	4272,9	2,04	1,90
-2	9,3	460	8	4248,0	2087,0	8682,8	4434,8	2,13	1,94
0	11,3	559	14	4392,5	2106,9	9119,9	4723,4	2,24	2,01
2	13,3	659	17	4358,0	2081,9	9060,4	4702,4	2,26	1,99
4	15,3	759	23	4370,6	2096,2	9003,9	4633,3	2,21	1,91

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da cápsula	Massa da cápsula + solo úmido (g)		Número da cápsula	Massa da cápsula + solo seco (g)		w _i - Teor de umidade inicial (%)
	Vazia (g)	Úmida (g)		Vazia (g)	Seca (g)	
205	32,39	155,18	205	154,2	0,8	
325	22,21	127,86	325	127,05	0,8	
405	26,43	135,37	405	134,49	0,8	
411	26,98	124,58	411	123,82	0,8	
566	21,98	144,45	566	143,49	0,8	

Amostra preparada:

☒ COM SECAGEM PRÉVIA
☐ SEM SECAGEM PRÉVIA:

☐ 5% Abaixo da umidade ótima
☐ 3% Acima da umidade ótima

TEOR DE UMIDADE DE CADA CILINDRO

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Número da cápsula	Massa da cápsula + solo úmido (g)		Número da cápsula	Massa da cápsula + solo seco (g)		w _i - Teor de umidade (%)
	Vazia (g)	Úmida (g)		Vazia (g)	Seca (g)	
205	32,39	148,19	205	140,46	7,2	
325	22,21	122,29	325	113,71	9,4	
405	26,43	112,11	405	103,11	11,7	
411	26,98	119,58	411	108,57	13,5	
566	21,98	116,85	566	104,10	15,5	

Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE: BAL-001

Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC: BAL-004

Observações:

Executado por: Eder

Conferido por: Joubert



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

7			8			14			17		
Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-001	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-002	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-003	Nº do cilindro	Nº do relógio comparador	REL-004
Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
03/06/2019	5,000	1789,87	03/06/2019	5,000	20869,51	03/06/2019	5,000	1785,67	03/06/2019	15,000	1785,53
04/06/2019	5,440		04/06/2019	5,290		04/06/2019	5,170		04/06/2019	15,010	
05/06/2019	5,470		05/06/2019	5,320		05/06/2019	5,190		05/06/2019	15,010	
06/06/2019	5,480		06/06/2019	5,340		06/06/2019	5,200		06/06/2019	15,020	
07/06/2019	5,490		07/06/2019	5,350		07/06/2019	5,210		07/06/2019	15,020	

Observações:

Nº do cilindro	L _i - Leitura inicial (mm)	L _f - Leitura final (mm)	Expansão (%)
7	5,001	5,491	0,03
8	4,999	5,349	0,00
14	5,002	5,212	0,01
17	14,999	15,019	0,00
23	15,005	14,985	0,00

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)
FASE DE PENETRAÇÃO - 1º Ponto

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

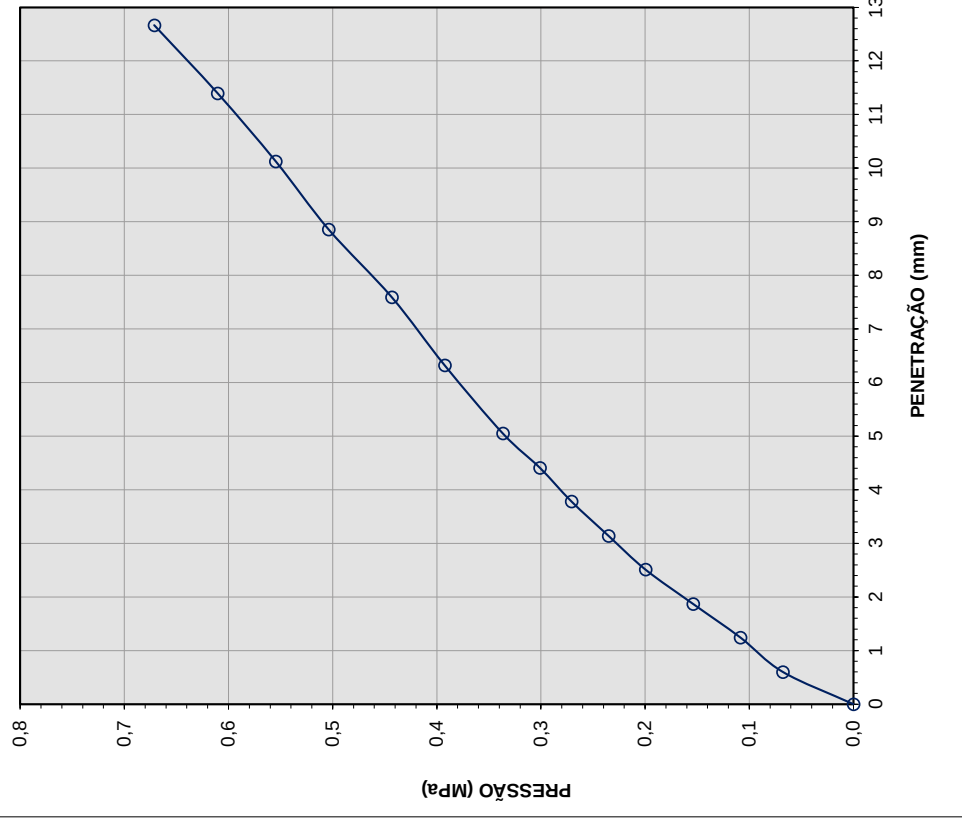
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1996	2,89		3,25
5,08	0,3366	3,25		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	16,00	131,11	0,068
1,27	1,0	24,00	209,64	0,108
1,90	1,5	33,00	297,99	0,154
2,54	2,0	42,00	386,33	0,200
3,17	2,5	49,00	455,04	0,235
3,81	3,0	56,00	523,75	0,271
4,44	3,5	62,00	582,65	0,301
5,08	4,0	69,00	651,36	0,337
6,35	5,0	80,00	759,34	0,392
7,62	6,0	90,00	857,50	0,443
8,89	7,0	102,00	975,29	0,504
10,16	8,0	112,00	1073,45	0,555
11,43	9,0	123,00	1181,43	0,610
12,70	10,0	135,00	1299,22	0,671



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

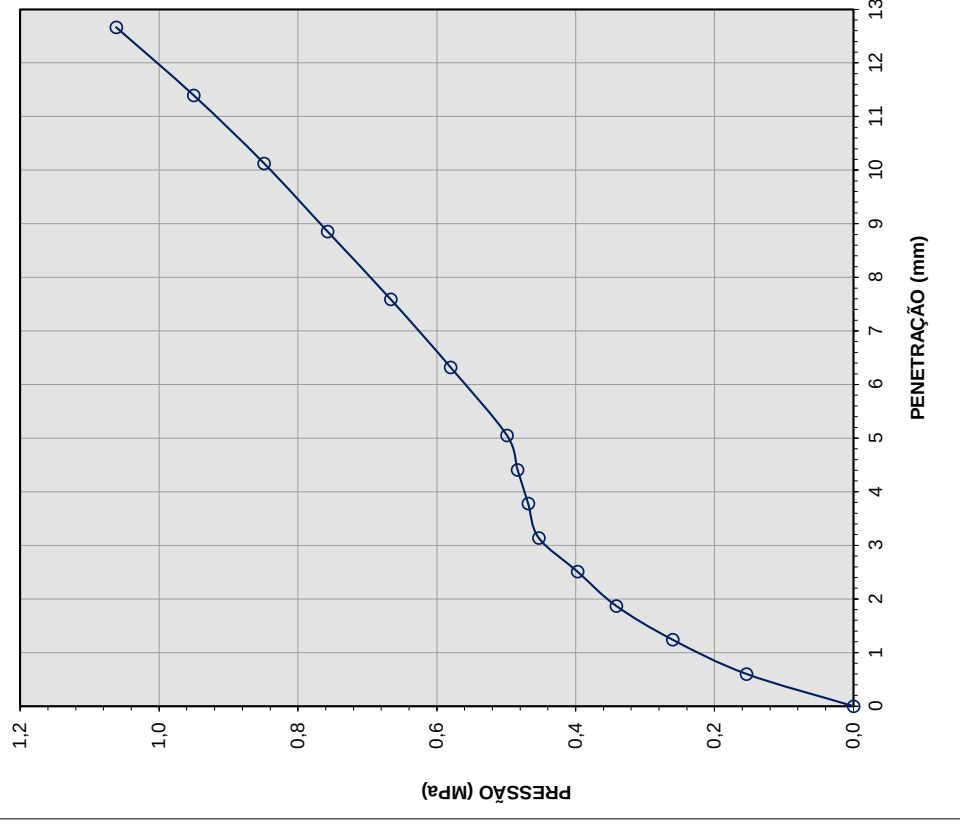
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,3974	5,76		5,76
5,08	0,4989	4,82		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	33,00	297,99	0,154
1,27	1,0	54,00	504,12	0,260
1,90	1,5	70,00	661,18	0,342
2,54	2,0	81,00	769,15	0,397
3,17	2,5	92,00	877,13	0,453
3,81	3,0	95,00	906,58	0,468
4,44	3,5	98,00	936,03	0,484
5,08	4,0	101,00	965,47	0,499
6,35	5,0	117,00	1122,53	0,580
7,62	6,0	134,00	1289,40	0,666
8,89	7,0	152,00	1466,09	0,758
10,16	8,0	170,00	1642,78	0,849
11,43	9,0	190,00	1839,10	0,950
12,70	10,0	212,00	2055,05	1,062



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

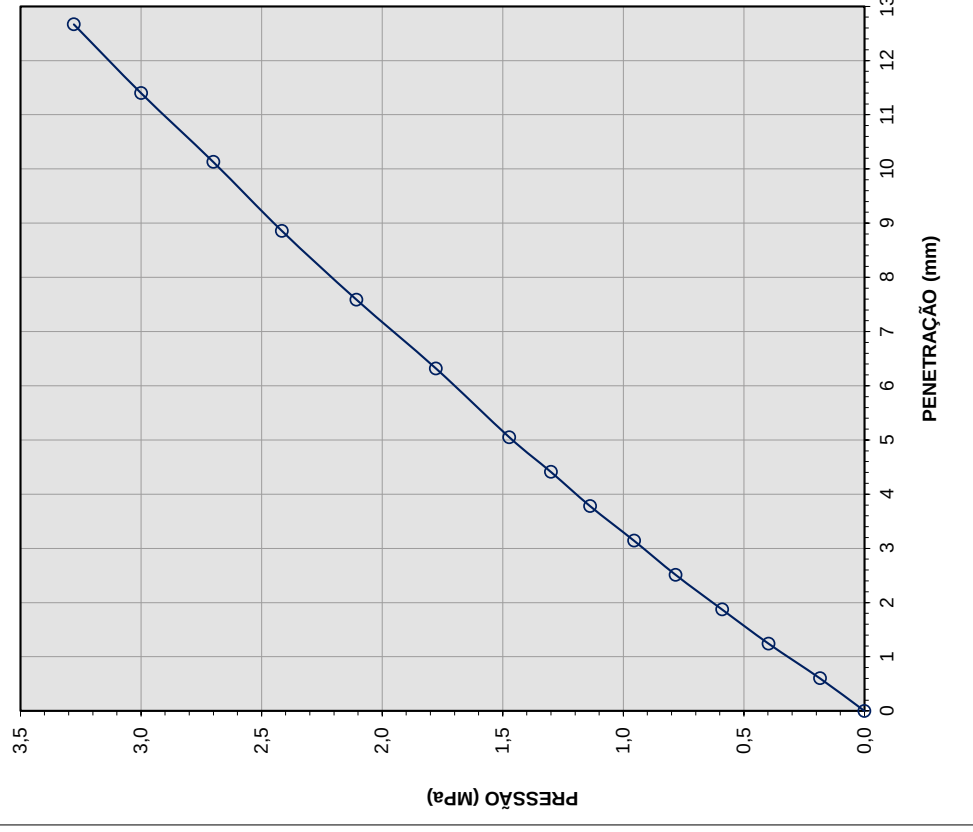
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,7829	11,35		14,23
5,08	1,4727	14,23		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	39,00	356,88	0,184
1,27	1,0	81,00	769,15	0,397
1,90	1,5	119,00	1142,16	0,590
2,54	2,0	157,00	1515,17	0,783
3,17	2,5	191,00	1848,91	0,955
3,81	3,0	227,00	2202,29	1,138
4,44	3,5	259,00	2516,40	1,300
5,08	4,0	293,00	2850,15	1,473
6,35	5,0	353,00	3439,11	1,777
7,62	6,0	418,00	4077,15	2,107
8,89	7,0	479,00	4675,92	2,416
10,16	8,0	535,00	5225,62	2,700
11,43	9,0	594,00	5804,76	2,999
12,70	10,0	649,00	6344,64	3,278



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

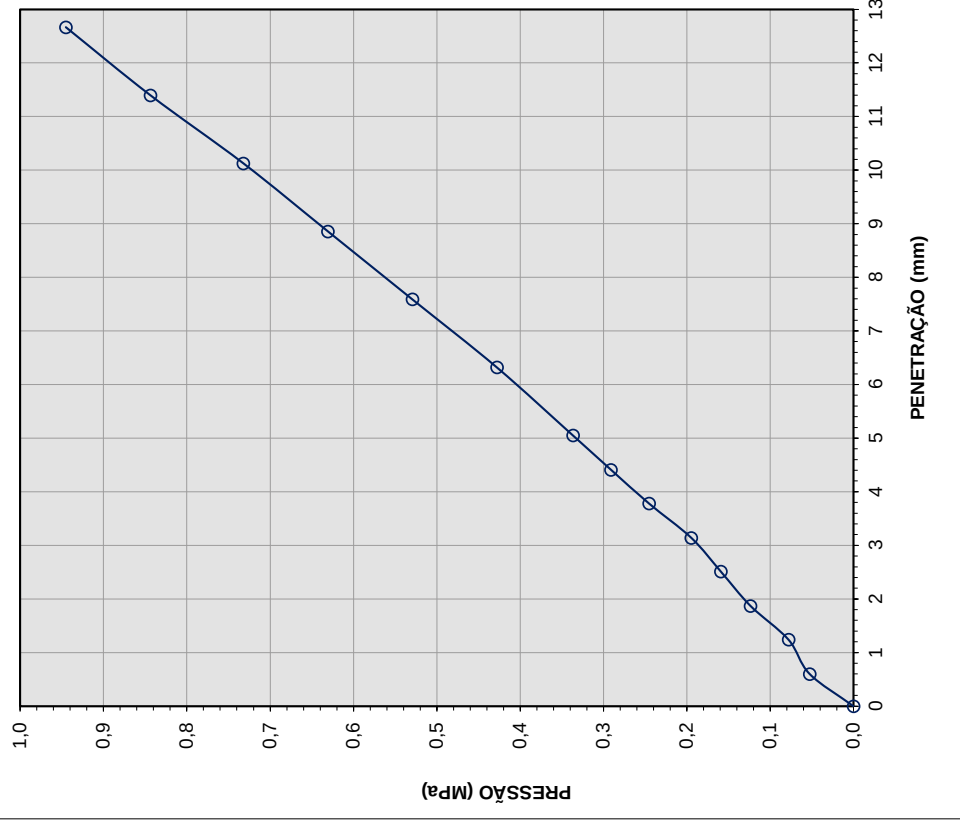
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,1590	2,30		3,25
5,08	0,3366	3,25		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	13,00	101,67	0,053
1,27	1,0	18,00	150,75	0,078
1,90	1,5	27,00	239,09	0,124
2,54	2,0	34,00	307,80	0,159
3,17	2,5	41,00	376,51	0,195
3,81	3,0	51,00	474,67	0,245
4,44	3,5	60,00	563,02	0,291
5,08	4,0	69,00	651,36	0,337
6,35	5,0	87,00	828,05	0,428
7,62	6,0	107,00	1024,37	0,529
8,89	7,0	127,00	1220,69	0,631
10,16	8,0	147,00	1417,01	0,732
11,43	9,0	169,00	1632,96	0,844
12,70	10,0	189,00	1829,28	0,945



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

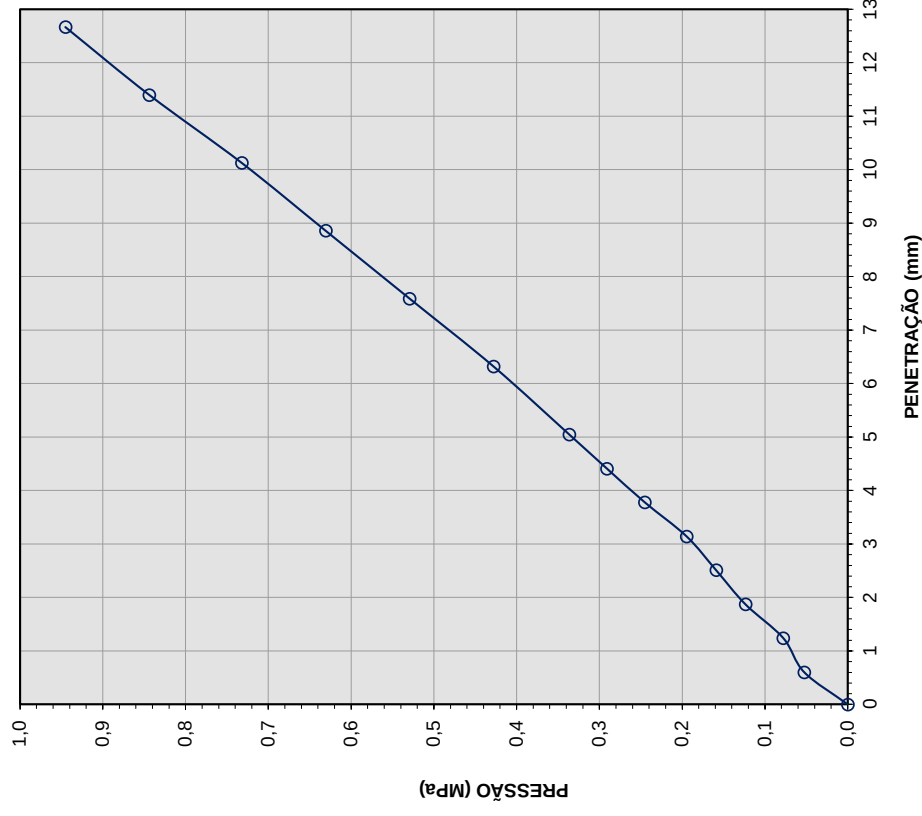
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,0627	0,91		1,29
5,08	0,1337	1,29		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	9,00	62,40	0,032
1,27	1,0	10,00	72,22	0,037
1,90	1,5	13,00	101,67	0,053
2,54	2,0	15,00	121,30	0,063
3,17	2,5	18,00	150,75	0,078
3,81	3,0	21,00	180,19	0,093
4,44	3,5	23,00	199,83	0,103
5,08	4,0	29,00	258,72	0,134
6,35	5,0	35,00	317,62	0,164
7,62	6,0	41,00	376,51	0,195
8,89	7,0	46,00	425,59	0,220
10,16	8,0	52,00	484,49	0,250
11,43	9,0	56,00	523,75	0,271
12,70	10,0	59,00	553,20	0,286



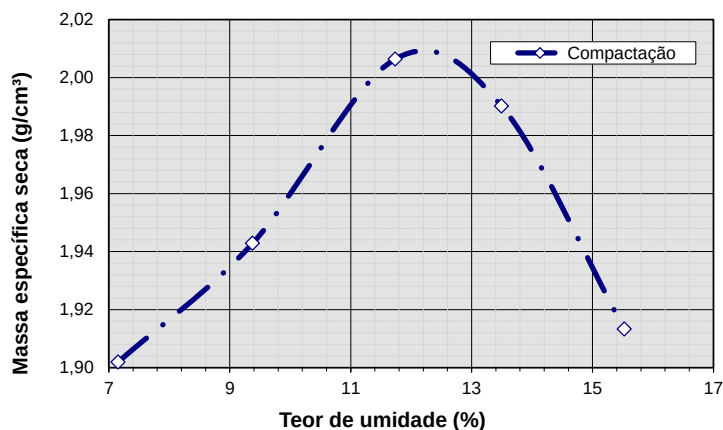
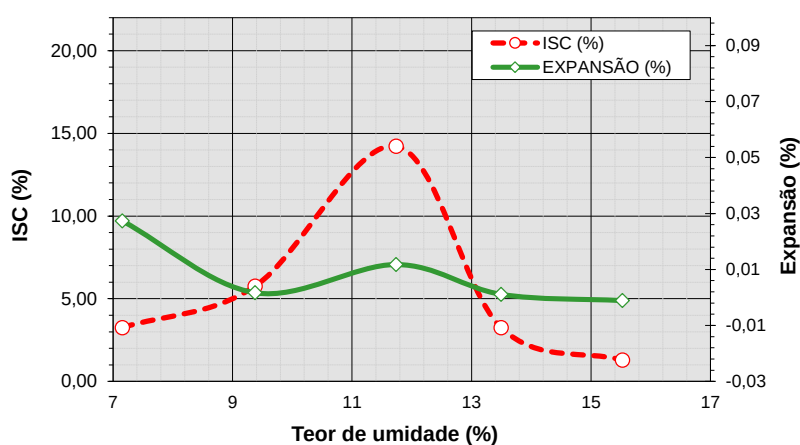
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
7	7,2 ± 0,01	1,90 ± 0,03	0,03 ± 0	3,25 ± 0,18
8	9,4 ± 0,01	1,94 ± 0,03	0,00 ± 0	5,76 ± 0,27
14	11,7 ± 0,01	2,01 ± 0,03	0,01 ± 0	14,23 ± 0,19
17	13,5 ± 0,01	1,99 ± 0,02	0,00 ± 0	3,25 ± 0,18
23	15,5 ± 0,01	1,91 ± 0,02	0,00 ± 0	1,29 ± 0,18

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

- Páginas de Uso interno:
- Página 9 - Dados dos cilindros
 - Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
 - Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
 - Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)

FASE DE COMPACTAÇÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

TEOR DE UMIDADE ÓTIMA DA AMOSTRA (%) 10,5

TEOR DE UMIDADE HIGROSCÓPICA DA AMOSTRA (%) 2,1

MASSA DE SOLO ÚMIDO A PESAR (g) 5

MASSA DE SOLO SECO (g) 5

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

Diferença do teor de umidade ótima (%)	w _c - Teor de umidade de compactação (%)	Volume de água a adicionar (ml)	Número do cilindro	Massa do cilindro (g)	Volume do cilindro (cm³)	Massa do cilindro + solo (g)	Massa do solo (g)	p - Massa específica natural (g/cm³)	p _d - Massa específica seca (g/cm³)
-4	6,5	0	24	4168,8	2084,3	8524,3	4355,5	2,09	1,96
-2	8,5	0	29	4391,1	2066,3	8858,9	4467,8	2,16	1,99
0	10,5	0	34	5484,6	2084,4	10163,2	4678,6	2,24	2,03
-2	8,5	0	50	5533,7	2081,5	10260,9	4727,2	2,27	2,02
-4	6,5	0	40	4690,0	2076,0	9374,6	4684,6	2,26	1,97

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE ANTES DE COMPACTAR

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade inicial (%)	Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	w _i - Teor de umidade (%)
568	21,07	132,86	130,62	2,0	568	21,07	127,17	120,39	6,8
569	22,80	127,71	125,64	2,0	569	22,80	123,83	115,85	8,6
671	19,99	136,50	134,06	2,1	671	19,99	113,20	104,43	10,4
579	22,33	115,99	114,09	2,1	579	22,33	131,69	119,71	12,3
586	26,55	123,44	121,49	2,1	586	26,55	141,07	126,48	14,6

Amostra preparada: ☒ COM SECAGEM PRÉVIA ☐ SEM SECAGEM PRÉVIA

☐ 5% Abaixo da umidade ótima ☐ 3% Acima da umidade ótima

☒ 105 a 110 °C ☐ 60 a 65 °C

Nº da estufa: EST-002 **Nº DA BALANÇA PARA TEOR DE UMIDADE:** BAL-002
Nº DA BALANÇA PARA O CILINDRO DE ISC: BAL-004

Observações:

Executado por: Eder Conferido por: Joubert



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)
FASE DE EXPANSÃO

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

24		29	
REL-006		REL-007	
Data	Leitura do relógio (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)
	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)		H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
	03/06/2019	03/06/2019	03/06/2019
	15,000	04/06/2019	04/06/2019
	15,290	05/06/2019	05/06/2019
04/06/2019	15,290	07/06/2019	07/06/2019
05/06/2019	15,290		
06/06/2019	15,300		
07/06/2019	15,300		
1783,93		20662,68	

29		34	
REL-007		REL-008	
Data	Leitura do relógio (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)
	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)		H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
	03/06/2019	03/06/2019	03/06/2019
	5,000	04/06/2019	04/06/2019
	5,140	05/06/2019	05/06/2019
04/06/2019	5,140	06/06/2019	06/06/2019
05/06/2019	5,140		
07/06/2019	5,150		
07/06/2019	5,150		
20662,68		1781,70	

50		50	
REL-009		REL-009	
Data	Leitura do relógio (mm)	Data	Leitura do relógio (mm)
	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)		H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
	03/06/2019	03/06/2019	03/06/2019
	5,000	04/06/2019	04/06/2019
	4,960	05/06/2019	05/06/2019
04/06/2019	4,960	06/06/2019	06/06/2019
05/06/2019	4,960		
06/06/2019	4,960		
07/06/2019	4,960		
1779,40		1779,40	

Nº do cilindro	40	
Nº do relógio comparador	REL-010	
Data	Leitura do relógio (mm)	H _i - Altura inicial do corpo de prova (mm)
03/06/2019	5,000	1781,7
04/06/2019	4,820	
05/06/2019	4,810	
07/06/2019	4,810	
07/06/2019	4,810	

Nº do cilindro		L _i - Leitura inicial (mm)		L _f - Leitura final (mm)		Expansão (%)	
24		15,003		15,303		0,02	
29		5,003		5,153		0,00	
34		5,005		5,175		0,01	
50		5,000		4,960		0,00	
40		4,994		4,804		0,01	

Nº do cilindro		L _i - Leitura inicial (mm)		L _f - Leitura final (mm)		Expansão (%)	
24		15,003		15,303		0,02	
29		5,003		5,153		0,00	
34		5,005		5,175		0,01	
50		5,000		4,960		0,00	
40		4,994		4,804		0,01	

Observações:

Executado por:

Conferido por:

DOC LGEO - 006

Data: Mar/2019

Revisão: 03

Página 2 de 16



ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)
FASE DE PENETRAÇÃO - 1º Ponto

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

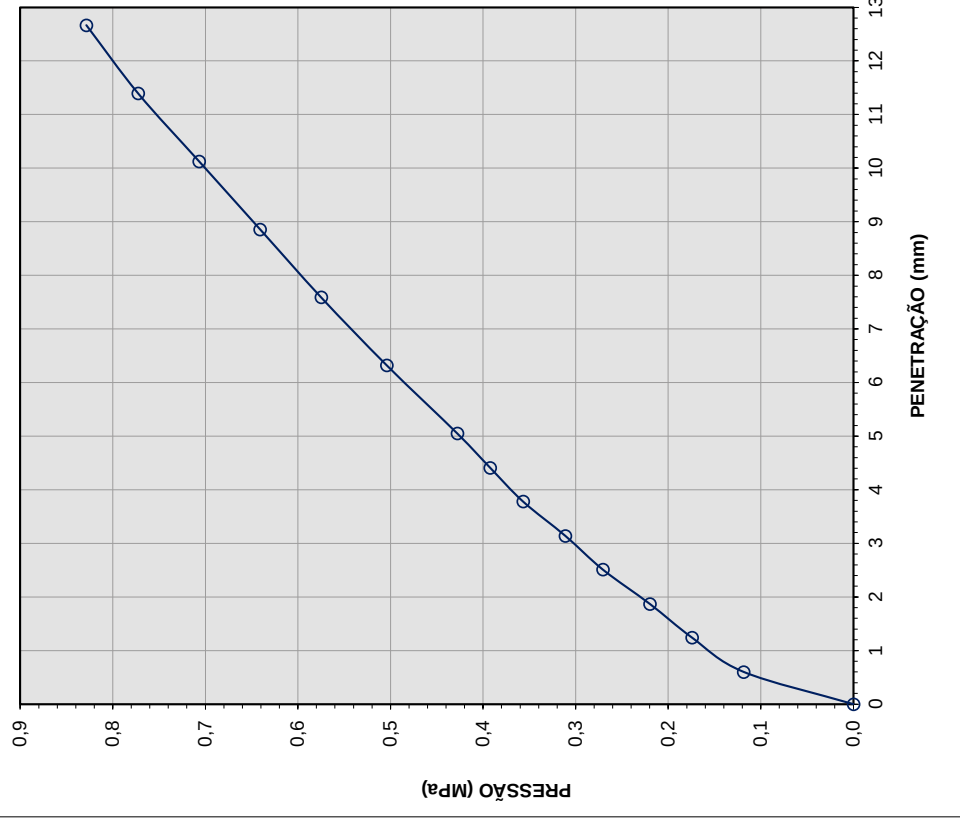
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,2706	3,92		4,13
5,08	0,4279	4,13		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	26,00	229,27	0,118
1,27	1,0	37,00	337,25	0,174
1,90	1,5	46,00	425,59	0,220
2,54	2,0	56,00	523,75	0,271
3,17	2,5	64,00	602,28	0,311
3,81	3,0	73,00	690,63	0,357
4,44	3,5	80,00	759,34	0,392
5,08	4,0	87,00	828,05	0,428
6,35	5,0	102,00	975,29	0,504
7,62	6,0	116,00	1112,71	0,575
8,89	7,0	129,00	1240,32	0,641
10,16	8,0	142,00	1367,93	0,707
11,43	9,0	155,00	1495,54	0,773
12,70	10,0	166,00	1603,51	0,829



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

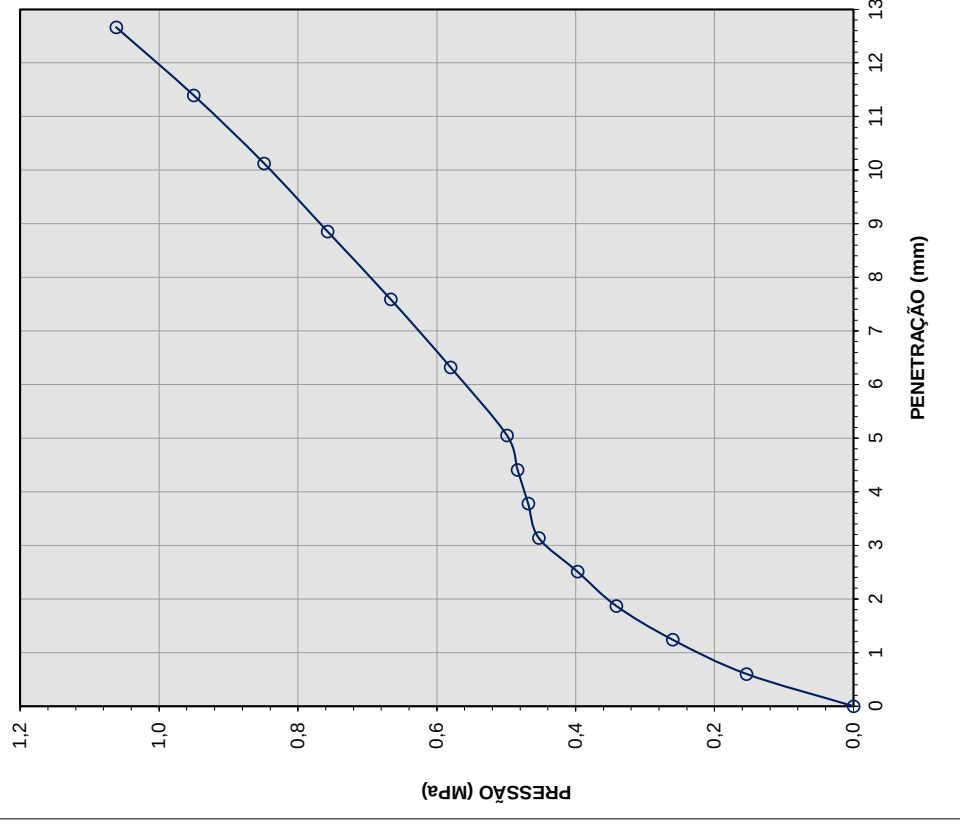
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,3974	5,76		5,76
5,08	0,4989	4,82		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	33,00	297,99	0,154
1,27	1,0	54,00	504,12	0,260
1,90	1,5	70,00	661,18	0,342
2,54	2,0	81,00	769,15	0,397
3,17	2,5	92,00	877,13	0,453
3,81	3,0	95,00	906,58	0,468
4,44	3,5	98,00	936,03	0,484
5,08	4,0	101,00	965,47	0,499
6,35	5,0	117,00	1122,53	0,580
7,62	6,0	134,00	1289,40	0,666
8,89	7,0	152,00	1466,09	0,758
10,16	8,0	170,00	1642,78	0,849
11,43	9,0	190,00	1839,10	0,950
12,70	10,0	212,00	2055,05	1,062



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

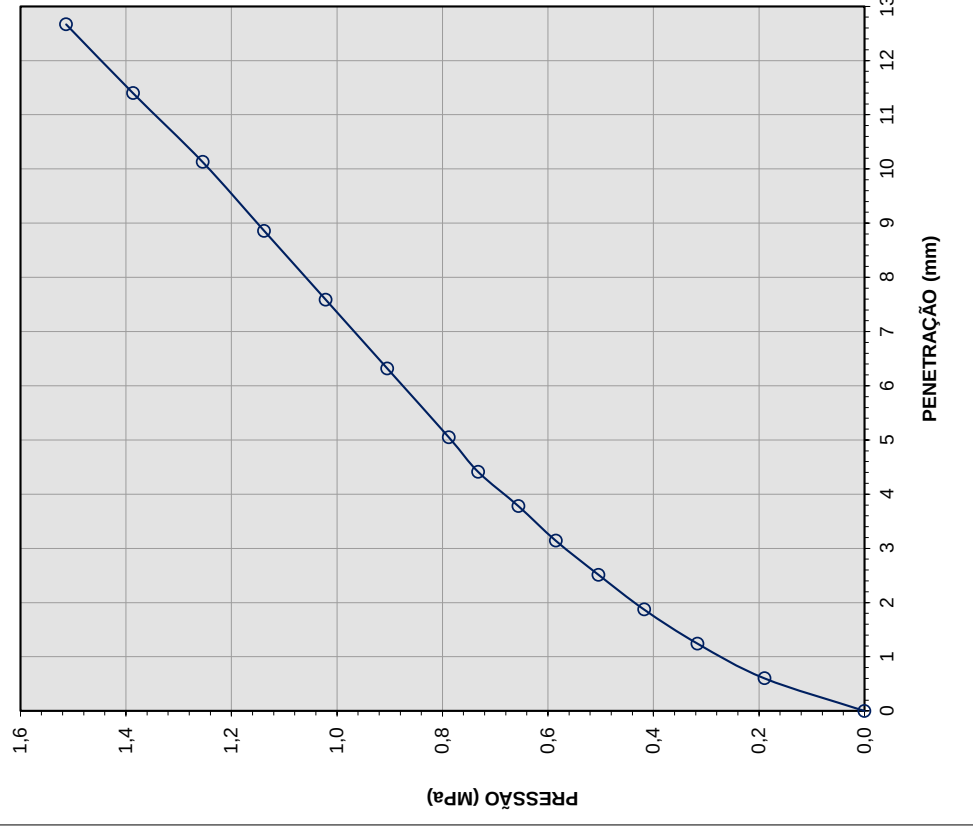
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,5039	7,30		
5,08	0,7880	7,61		7,61

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	40,00	366,70	0,189
1,27	1,0	65,00	612,10	0,316
1,90	1,5	85,00	808,42	0,418
2,54	2,0	102,00	975,29	0,504
3,17	2,5	118,00	1132,35	0,585
3,81	3,0	132,00	1269,77	0,656
4,44	3,5	147,00	1417,01	0,732
5,08	4,0	158,00	1524,99	0,788
6,35	5,0	181,00	1750,75	0,905
7,62	6,0	204,00	1976,52	1,021
8,89	7,0	227,00	2202,29	1,138
10,16	8,0	250,00	2428,06	1,255
11,43	9,0	276,00	2683,27	1,386
12,70	10,0	301,00	2928,67	1,513





ÍNDICE DE SUPORTE CALIFÓRNIA (ISC)
FASE DE PENETRAÇÃO - 4º Ponto

ABNT NBR 9895:2016

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

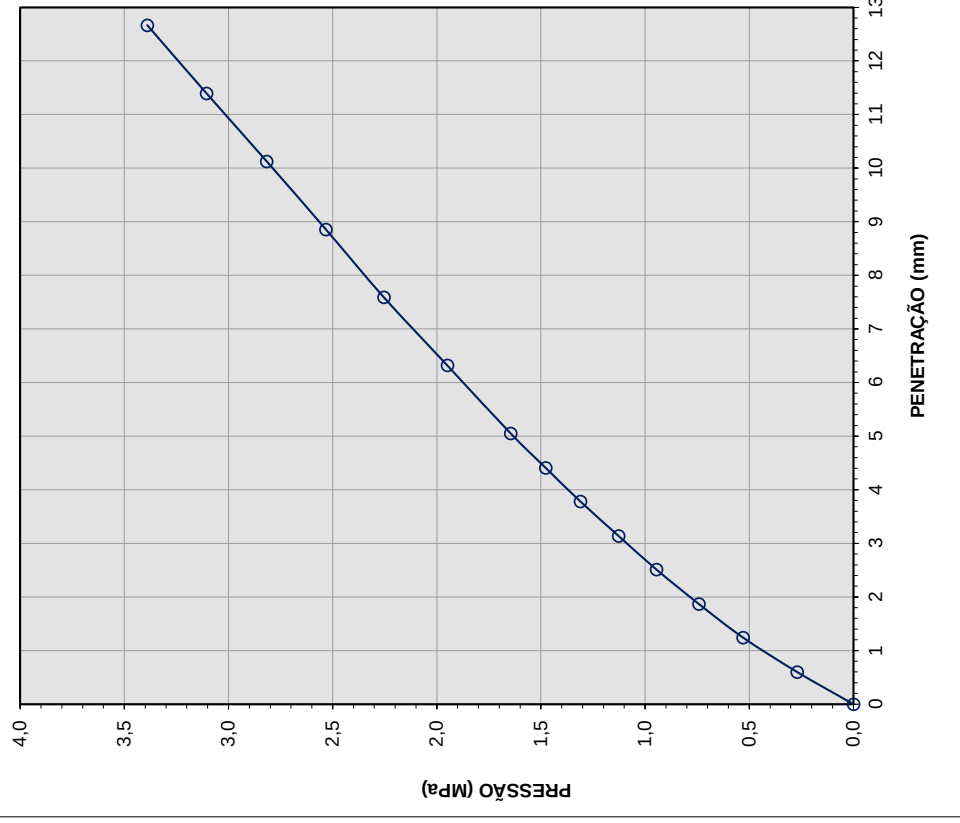
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,9452	13,70		15,90
5,08	1,6451	15,90		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	56,00	523,75	0,271
1,27	1,0	107,00	1024,37	0,529
1,90	1,5	149,00	1436,64	0,742
2,54	2,0	189,00	1829,28	0,945
3,17	2,5	225,00	2182,66	1,128
3,81	3,0	261,00	2536,03	1,310
4,44	3,5	294,00	2859,96	1,478
5,08	4,0	327,00	3183,89	1,645
6,35	5,0	387,00	3772,85	1,949
7,62	6,0	447,00	4361,81	2,254
8,89	7,0	502,00	4901,69	2,533
10,16	8,0	558,00	5451,39	2,817
11,43	9,0	615,00	6010,90	3,106
12,70	10,0	671,00	6560,59	3,390



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO:

03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Eder

Diâmetro do pistão (mm) :

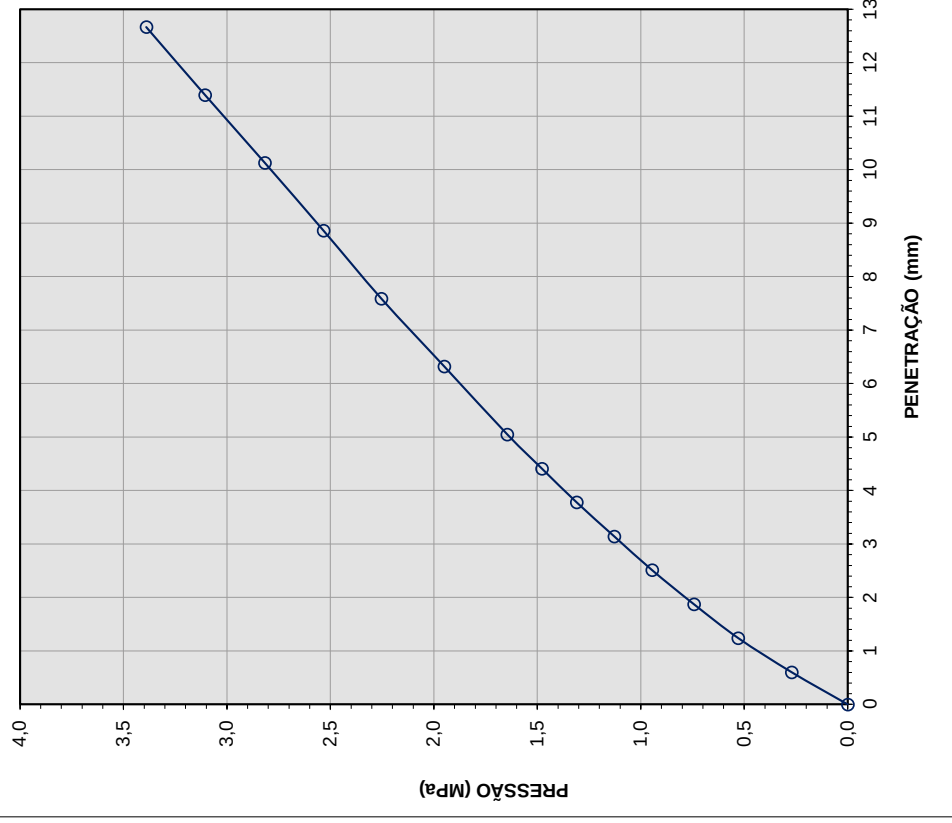
49,640

Área do pistão (cm²) :

19,353

Penetração (mm)	Pressão (MPa)	ISC (%)	Valor corrigido (%)	ISC Adotado (%)
2,54	0,2402	3,48		5,85
5,08	0,6054	5,85		

Penetração (mm)	Tempo (min)	Leitura da célula de carga (kgf)	Força da célula de carga (N)	Pressão aplicada (MPa)
0,00	0,0	0,00	0,00	0,000
0,63	0,5	14,00	111,48	0,058
1,27	1,0	24,00	209,64	0,108
1,90	1,5	36,00	327,43	0,169
2,54	2,0	50,00	464,86	0,240
3,17	2,5	66,00	621,91	0,321
3,81	3,0	83,00	788,79	0,408
4,44	3,5	102,00	975,29	0,504
5,08	4,0	122,00	1171,61	0,605
6,35	5,0	159,00	1534,80	0,793
7,62	6,0	199,00	1927,44	0,996
8,89	7,0	235,00	2280,82	1,179
10,16	8,0	271,00	2634,19	1,361
11,43	9,0	311,00	3026,83	1,564
12,70	10,0	350,00	3409,66	1,762



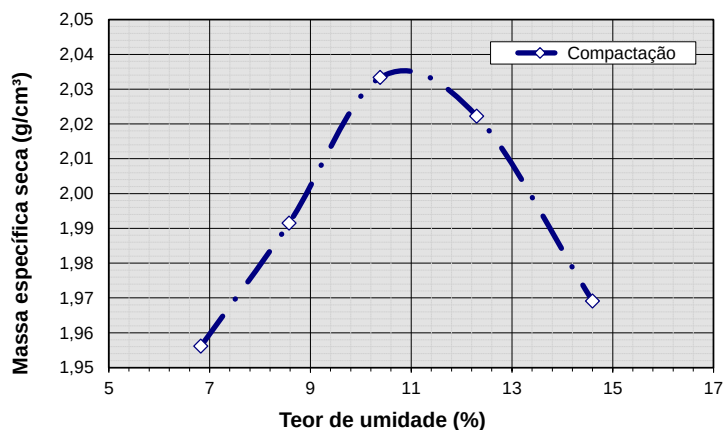
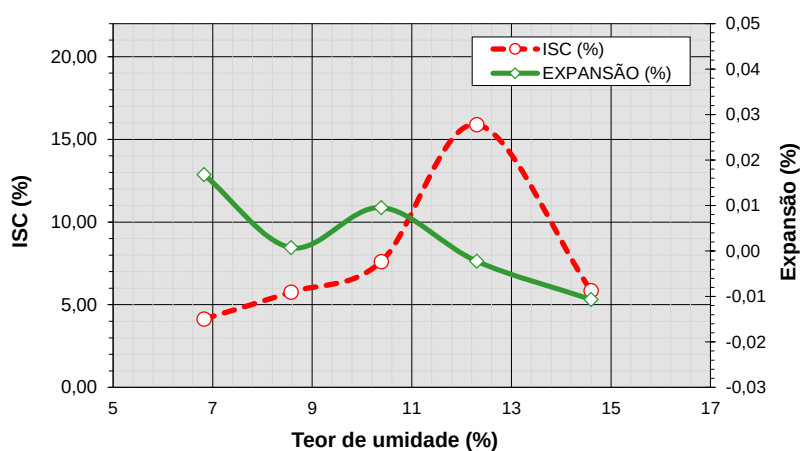
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Eder

Nº do cilindro	Teor de umidade (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Expansão (%)	ISC (%)
24	6,8 ± 0,01	1,96 ± 0,03	0,02 ± 0	4,13 ± 0,18
29	8,6 ± 0,01	1,99 ± 0,03	0,00 ± 0	5,76 ± 0,27
34	10,4 ± 0,01	2,03 ± 0,03	0,01 ± 0	7,61 ± 0,18
50	12,3 ± 0,01	2,02 ± 0,02	0,00 ± 0	15,90 ± 0,19
40	14,6 ± 0,01	1,97 ± 0,02	-0,01 ± 0	5,85 ± 0,19

CURVAS DE EXPANSÃO, ISC E COMPACTAÇÃO



Fontes da incerteza de medição:

- Balança para ensaio de compactação = ±0,1 g
- Balança para ensaio de teor de umidade = ±0,01 g
- Paquímetro para cálculo do volume do cilindro = ±0,2 mm
- Célula de carga para o ensaio ISC = ±3,16 kgf
- Extensômetro para o ensaio ISC = ± 0,01 mm
- Relógio comparador para fase de expansão = ± 0,01 mm

Observações:

- Páginas de Uso interno:
- Página 9 - Dados dos cilindros
 - Página 10 - Dados de calibração dos instrumentos
 - Páginas 11 a 15 - Cálculos de incerteza das medições
 - Página 16 - Histórico de revisões

Executado por:

Conferido por:

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE VIII – PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

17/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo/Rafael/Jacke

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO - 023

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	50,28
	D ₂	50,24
	D ₃	50,12
	D _{médio}	50,22
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	49,68
	H ₂	50,03
	H ₃	49,74
	H _{médio}	49,82
Área do corpo de prova (cm²)		19,8
Massa do corpo de prova (g)		202,78
Volume inicial (cm³)		98,7

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	
M. esp. natural (g/cm ³)	2,05
M. esp. seca (g/cm ³)	1,83
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	
Grau de saturação inicial (%)	
Grau de saturação final (%)	
Índice de vazios inicial	
Índice de vazios final	-
Porosidade	
Volume de vazios (cm ³)	

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
234	20,50	73,45	67,58	12,47
237	20,31	61,52	57,03	12,23
261	21,02	72,51	66,81	12,45
Teor de umidade média (%):				12,4

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1000	56,18	266,71	233,46	18,8%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
17/04/2019	16:15:00	16:30:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	17/04/2019	0,00	50,00	-	27,90	-	30	21476,00	-
2	17/04/2019	833,33	700,00	-	-	-	680	8644,00	-
3	18/04/2019		700,00	720,00	677,30	695,00	680	-	0,89
4	18/04/2019		720,00	730,00	695,00	703,80	680	-	0,88
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:**FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)**

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

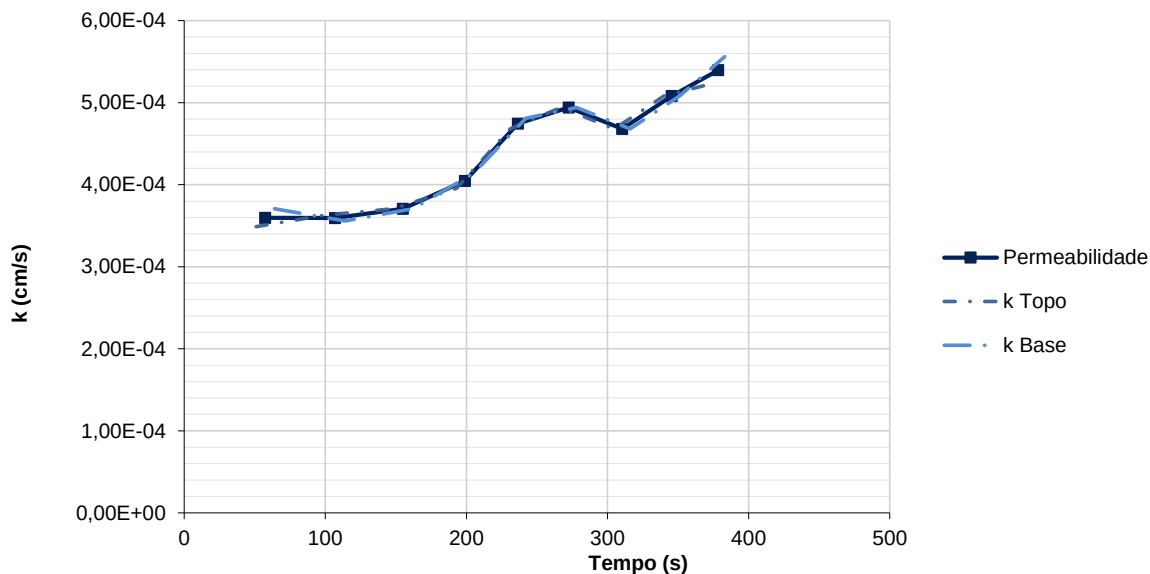
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm ³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm ³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm ³)	Vazão Base (cm ³ /s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	24,2	-	-	-	-
2	00:00:51	1500,00	00:01:04	2000,00	24,2	2,94E-02	3,13E-02	3,49E-04	3,71E-04
3	00:01:40	3000,00	00:01:54	3500,00	24,2	3,06E-02	3,00E-02	3,63E-04	3,56E-04
4	00:02:28	4500,00	00:02:42	5000,00	24,2	3,13E-02	3,13E-02	3,71E-04	3,71E-04
5	00:03:13	6000,00	00:03:25	6500,00	24,2	3,33E-02	3,49E-02	3,95E-04	4,14E-04
6	00:03:51	7500,00	00:04:02	8000,00	24,2	3,95E-02	4,05E-02	4,68E-04	4,81E-04
7	00:04:27	9000,00	00:04:38	9500,00	24,2	4,17E-02	4,17E-02	4,94E-04	4,94E-04
8	00:05:05	10500,00	00:05:16	11000,00	24,2	3,95E-02	3,95E-02	4,68E-04	4,68E-04
9	00:05:40	12000,00	00:05:51	12500,00	24,2	4,29E-02	4,29E-02	5,08E-04	5,08E-04
10	00:06:14	13500,00	00:06:23	14000,00	24,2	4,41E-02	4,69E-02	5,23E-04	5,56E-04

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	710,9
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	709

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	5,03E-04

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetros e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1,2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

16/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo / Rafael / Paula / Jacke

NÚMERO DA ESTUFA:

EST-001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS-001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO-023

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	50,24
	D ₂	50,01
	D ₃	50,29
	D _{médio}	50,18
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	50,03
	H ₂	49,87
	H ₃	50,04
	H _{médio}	49,98
Área do corpo de prova (cm ²)		
19,8		
Massa do corpo de prova (g)		
202,64		
Volume inicial (cm ³)		
98,9		

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	3,47
M. esp. natural (g/cm ³)	2,05
M. esp. seca (g/cm ³)	1,83
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	3,10
Grau de saturação inicial (%)	53,79
Grau de saturação final (%)	95,64
Índice de vazios inicial	0,69
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,41
Volume de vazios (cm ³)	40,54

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
224	20,56	77,27	71,15	12,10
241	19,71	76,70	70,56	12,07
252	20,50	77,80	71,66	12,00
Teor de umidade média (%):				12,1

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
702	85,86	299,46	261,75	21,4%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
18/04/2019	09:15:00	09:15:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	18/04/2019	0,00	50,00	-	27,80	-	30	26775,00	-
2	18/04/2019	180,00	700,00	-	-	-	680	14420,00	-
3	18/04/2019		700,00	720,00	676,70	694,90	680	-	0,91
4	18/04/2019		720,00	730,00	694,90	704,00	680	-	0,91
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:**FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)**

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

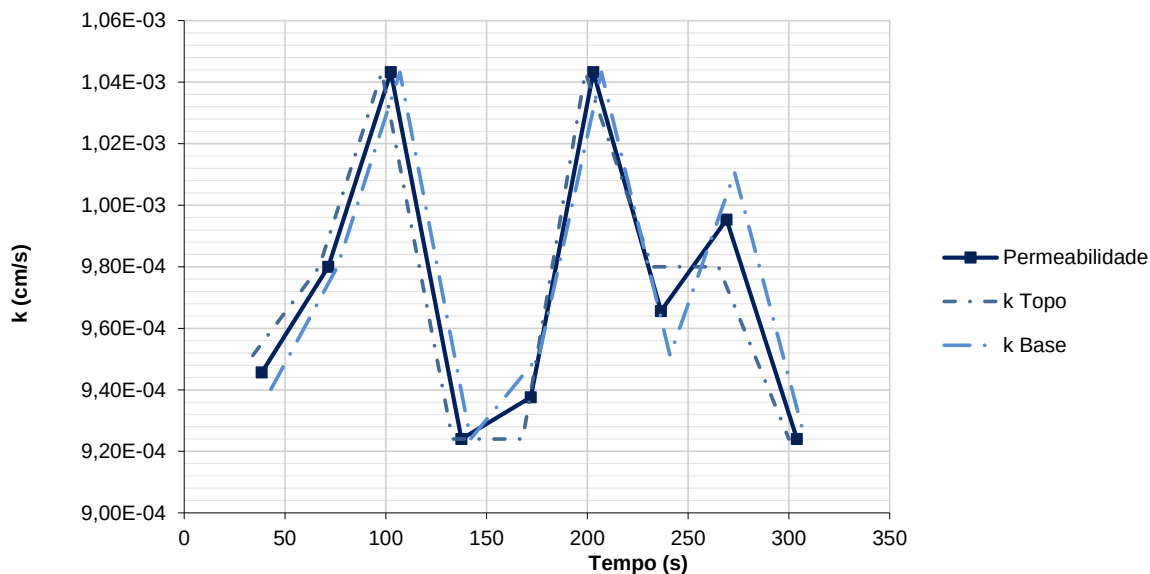
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm³)	Vazão Base (cm³/s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	24,2	-	-	-	-
2	00:00:34	2000,00	00:00:43	2500,00	24,2	5,88E-02	5,81E-02	9,51E-04	9,40E-04
3	00:01:07	4000,00	00:01:16	4500,00	24,2	6,06E-02	6,06E-02	9,80E-04	9,80E-04
4	00:01:38	6000,00	00:01:47	6500,00	24,2	6,45E-02	6,45E-02	1,04E-03	1,04E-03
5	00:02:13	8000,00	00:02:22	8500,00	24,2	5,71E-02	5,71E-02	9,24E-04	9,24E-04
6	00:02:48	10000,00	00:02:56	10500,00	24,2	5,71E-02	5,88E-02	9,24E-04	9,51E-04
7	00:03:19	12000,00	00:03:27	12500,00	24,2	6,45E-02	6,45E-02	1,04E-03	1,04E-03
8	00:03:52	14000,00	00:04:01	14500,00	24,2	6,06E-02	5,88E-02	9,80E-04	9,51E-04
9	00:04:25	16000,00	00:04:33	16500,00	24,2	6,06E-02	6,25E-02	9,80E-04	1,01E-03
10	00:05:00	18000,00	00:05:08	18500,00	24,2	5,71E-02	5,71E-02	9,24E-04	9,24E-04

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,3
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	709,9

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	9,82E-04

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetro e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1, 2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

18/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo / Paula / Rafael

NÚMERO DA ESTUFA:

EST-001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-002

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-002

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS-001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO-023

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	50,80
	D ₂	50,81
	D ₃	50,61
	D _{médio}	50,74
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	54,84
	H ₂	54,80
	H ₃	54,74
	H _{médio}	54,80
Área do corpo de prova (cm ²)		
20,2		
Massa do corpo de prova (g)		
225,66		
Volume inicial (cm ³)		
110,8		

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	3,31
M. esp. natural (g/cm ³)	2,04
M. esp. seca (g/cm ³)	1,88
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	3,06
Grau de saturação inicial (%)	40,19
Grau de saturação final (%)	92,83
Índice de vazios inicial	0,63
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,39
Volume de vazios (cm ³)	42,69

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
231	20,29	58,71	55,67	8,59
232	20,68	72,68	69,08	7,44
247	20,61	71,82	67,74	8,66
Teor de umidade média (%):				8,2

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
697	52,59	300,18	260,64	19,0%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
18/04/2019	14:11:00	14:26:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	18/04/2019	0,00	30,00	-	25,70	-	30	-4331,00	-
2	18/04/2019	4860,00	700,00	-	-	-	680	-14882,00	-
3	22/04/2019		700,00	720,00	677,00	695,30	680		0,91
4	22/04/2019		720,00	730,00	695,30	704,30	680		0,90
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:**FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)**

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

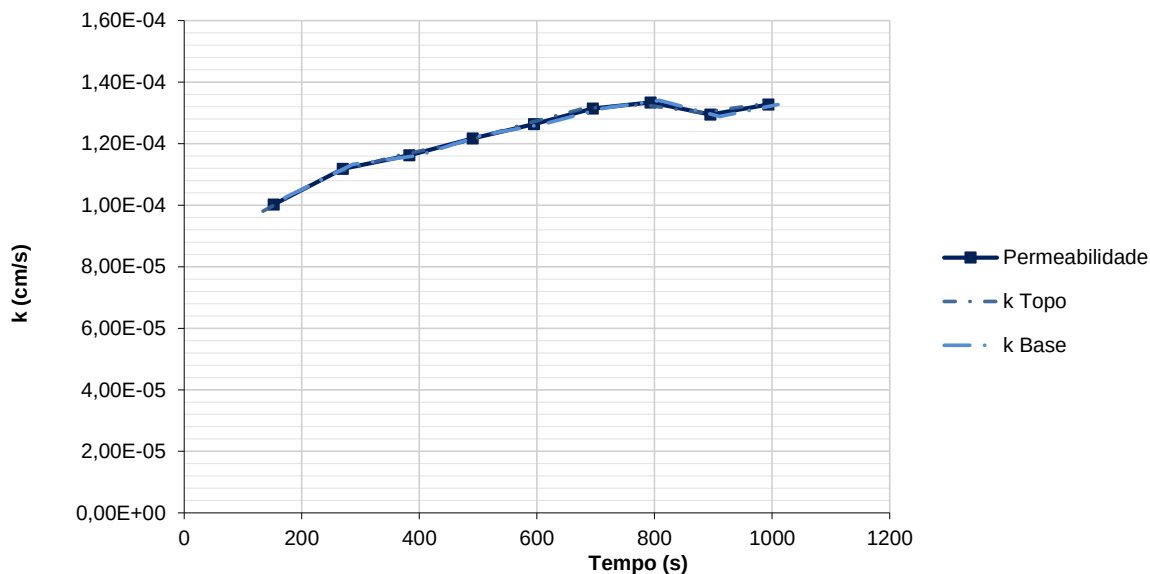
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm ³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm ³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm ³)	Vazão Base (cm ³ /s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	25,5	-	-	-	-
2	00:02:14	1500,00	00:02:51	2000,00	25,5	1,12E-02	1,17E-02	9,81E-05	1,02E-04
3	00:04:13	3000,00	00:04:47	3500,00	25,5	1,26E-02	1,29E-02	1,10E-04	1,13E-04
4	00:06:06	4500,00	00:06:40	5000,00	25,5	1,33E-02	1,33E-02	1,16E-04	1,16E-04
5	00:07:55	6000,00	00:08:27	6500,00	25,5	1,38E-02	1,40E-02	1,21E-04	1,23E-04
6	00:09:39	7500,00	00:10:11	8000,00	25,5	1,44E-02	1,44E-02	1,26E-04	1,26E-04
7	00:11:19	9000,00	00:11:51	9500,00	25,5	1,50E-02	1,50E-02	1,31E-04	1,31E-04
8	00:12:58	10500,00	00:13:29	11000,00	25,5	1,52E-02	1,53E-02	1,33E-04	1,34E-04
9	00:14:39	12000,00	00:15:11	12500,00	25,5	1,49E-02	1,47E-02	1,30E-04	1,29E-04
10	00:16:18	13500,00	00:16:50	14000,00	25,5	1,52E-02	1,52E-02	1,33E-04	1,33E-04

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,3
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	708,6

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	1,32E-04

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetro e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1, 2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

17/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo / Paula / Rafael / Jacke

NÚMERO DA ESTUFA:

EST-001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-002

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS-001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO-024

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	50,67
	D ₂	50,67
	D ₃	50,60
	D _{médio}	50,65
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	51,21
	H ₂	51,63
	H ₃	51,47
	H _{médio}	51,44
Área do corpo de prova (cm²)		20,1
Massa do corpo de prova (g)		201,01
Volume inicial (cm³)		103,7

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	3,45
M. esp. natural (g/cm ³)	1,94
M. esp. seca (g/cm ³)	1,74
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	3,09
Grau de saturação inicial (%)	46,29
Grau de saturação final (%)	81,62
Índice de vazios inicial	0,78
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,44
Volume de vazios (cm ³)	45,40

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
233	20,14	62,69	58,25	11,65
262	20,27	69,52	64,36	11,70
245	26,44	89,35	82,77	11,68
Teor de umidade média (%):				11,7

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
8	71,93	281,84	246	20,6%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
22/01/1900	09:11:00	09:26:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	22/04/2019	0,00	50,00	-	27,60	-	30	28773,00	-
2	22/04/2019	200,00	700,00	-	-	-	680	14997,00	-
3	22/04/2019	-	700,00	720,00	676,00	693,50	-		0,88
4	22/04/2019	-	720,00	730,00	693,50	702,60	-		0,91
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:**FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)**

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

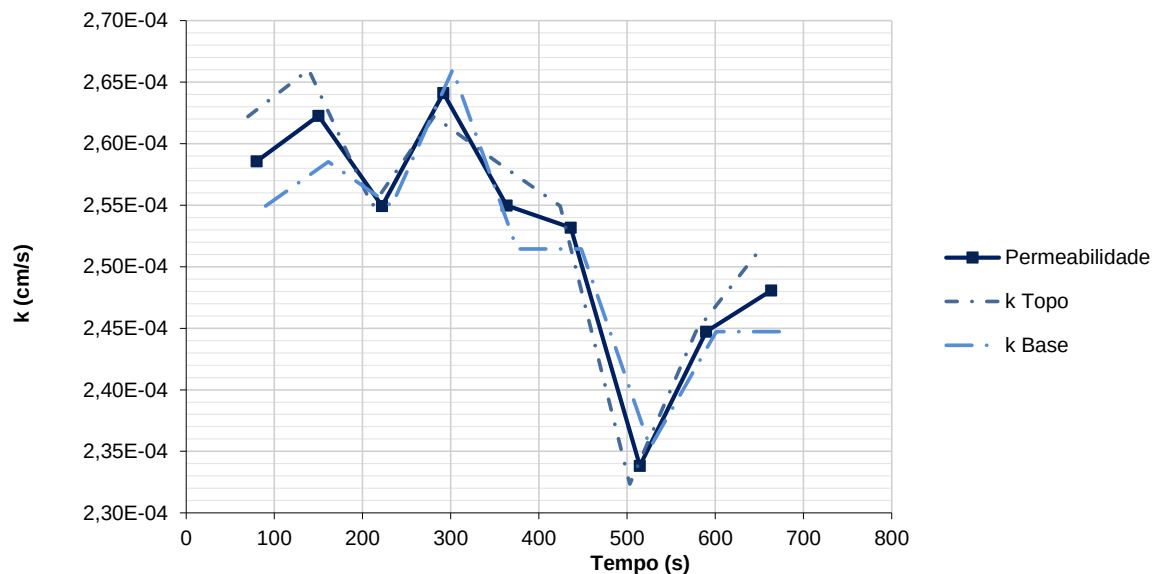
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm ³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm ³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm ³)	Vazão Base (cm ³ /s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	25,8	-	-	-	-
2	00:01:10	2000,00	00:01:30	2500,00	25,8	2,86E-02	2,78E-02	2,62E-04	2,55E-04
3	00:02:19	4000,00	00:02:41	4500,00	25,8	2,90E-02	2,82E-02	2,66E-04	2,59E-04
4	00:03:31	6000,00	00:03:53	6500,00	25,8	2,78E-02	2,78E-02	2,55E-04	2,55E-04
5	00:04:41	8000,00	00:05:02	8500,00	25,8	2,86E-02	2,90E-02	2,62E-04	2,66E-04
6	00:05:52	10000,00	00:06:15	10500,00	25,8	2,82E-02	2,74E-02	2,59E-04	2,51E-04
7	00:07:04	12000,00	00:07:28	12500,00	25,8	2,78E-02	2,74E-02	2,55E-04	2,51E-04
8	00:08:23	14000,00	00:08:46	14500,00	25,8	2,53E-02	2,56E-02	2,32E-04	2,35E-04
9	00:09:38	16000,00	00:10:01	16500,00	25,8	2,67E-02	2,67E-02	2,45E-04	2,45E-04
10	00:10:51	18000,00	00:11:16	18500,00	25,8	2,74E-02	2,67E-02	2,51E-04	2,45E-04

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,3
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	708,9

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	2,45E-04

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetros e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1,2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

18/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo / Rafael / Jacke

NÚMERO DA ESTUFA:

EST-001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-002

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS-001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO-023

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	49,88
	D ₂	49,59
	D ₃	49,55
	D _{médio}	49,68
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	49,77
	H ₂	49,32
	H ₃	49,06
	H _{médio}	49,39
Área do corpo de prova (cm²)		19,4
Massa do corpo de prova (g)		204,28
Volume inicial (cm³)		95,7

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	3,58
M. esp. natural (g/cm ³)	2,13
M. esp. seca (g/cm ³)	1,89
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	3,18
Grau de saturação inicial (%)	59,27
Grau de saturação final (%)	82,49
Índice de vazios inicial	0,68
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,40
Volume de vazios (cm ³)	38,70

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
323	22,23	108,92	99,40	12,34
587	27,32	102,76	94,28	12,66
682	20,05	109,11	98,90	12,95
Teor de umidade média (%):				12,6

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
1000	56,17	267,05	235,48	17,6%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
22/04/2019	14:20:00	14:35:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	22/04/2019	0,00	50,00	-	26,50	-	30	-2497,00	-
2	22/04/2019	833,33	700,00	-	-	-	680	-9898,00	-
3	23/04/2019		700,00	720,00	676,80	695,30	680		0,93
4	23/04/2019		720,00	730,00	695,30	704,80	680		0,95
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:

FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

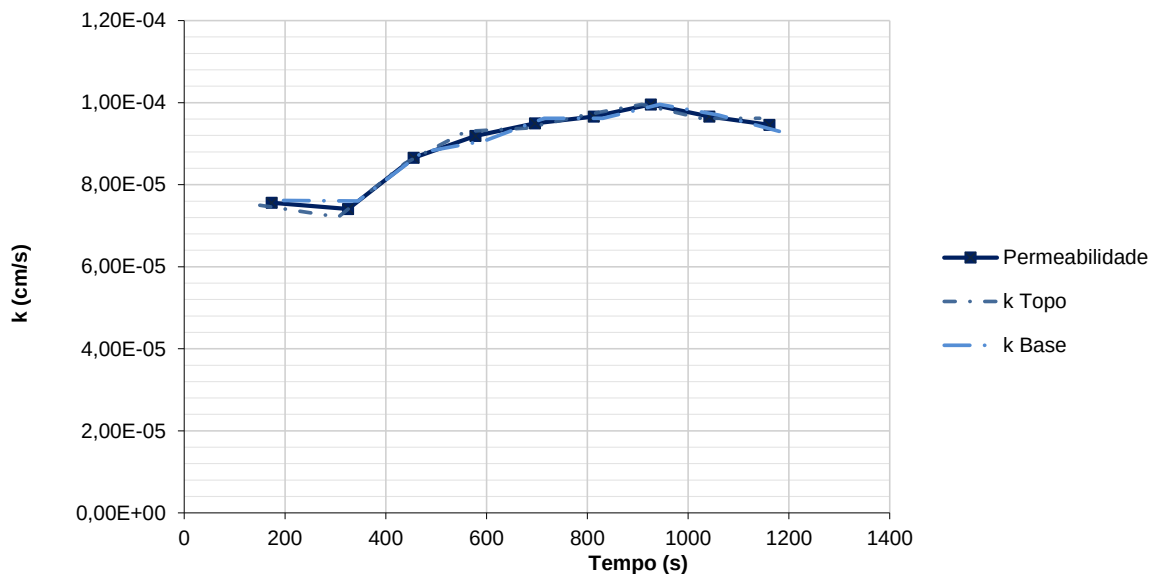
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm³)	Vazão Base (cm³/s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	25	-	-	-	-
2	00:02:30	1500,00	00:03:17	2000,00	25	1,00E-02	1,02E-02	7,50E-05	7,62E-05
3	00:05:06	3000,00	00:05:45	3500,00	25	9,62E-03	1,01E-02	7,21E-05	7,60E-05
4	00:07:18	4500,00	00:07:53	5000,00	25	1,14E-02	1,17E-02	8,52E-05	8,79E-05
5	00:09:19	6000,00	00:09:57	6500,00	25	1,24E-02	1,21E-02	9,30E-05	9,07E-05
6	00:11:19	7500,00	00:11:54	8000,00	25	1,25E-02	1,28E-02	9,38E-05	9,62E-05
7	00:13:15	9000,00	00:13:51	9500,00	25	1,29E-02	1,28E-02	9,70E-05	9,62E-05
8	00:15:08	10500,00	00:15:44	11000,00	25	1,33E-02	1,33E-02	9,96E-05	9,96E-05
9	00:17:05	12000,00	00:17:40	12500,00	25	1,28E-02	1,29E-02	9,62E-05	9,70E-05
10	00:19:02	13500,00	00:19:41	14000,00	25	1,28E-02	1,24E-02	9,62E-05	9,30E-05

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,5
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	708,5

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	9,68E-05

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetro e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1, 2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

18/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo/Rafael/Paula/Jacke

NÚMERO DA ESTUFA:

EST - 001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-001

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS - 001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO - 023

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	49,98
	D ₂	50,26
	D ₃	50,44
	D _{médio}	50,23
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	51,99
	H ₂	52,15
	H ₃	51,77
	H _{médio}	51,97
Área do corpo de prova (cm²)		19,8
Massa do corpo de prova (g)		226,41
Volume inicial (cm³)		103,0

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	3,35
M. esp. natural (g/cm ³)	2,20
M. esp. seca (g/cm ³)	1,99
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	3,03
Grau de saturação inicial (%)	60,97
Grau de saturação final (%)	100,00
Índice de vazios inicial	0,52
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,34
Volume de vazios (cm ³)	35,40

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
586	26,56	79,95	74,85	10,56
676	21,57	89,01	82,68	10,36
687	19,78	87,89	81,31	10,69
Teor de umidade média (%):				10,5

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
704	77,59	312,06	273,03	20,0%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
23/04/2019	09:20:00	00:35:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	23/04/2019	0,00	50,00	-	27,50	-	30	12500,00	-
2	23/04/2019	195,00	700,00	-	679,90	-	680	-3097,00	-
3	23/04/2019		700,00	720,00	676,90	693,80	680		0,84
4	23/04/2019		720,00	730,00	693,80	702,40	680		0,86
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:**FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)**

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

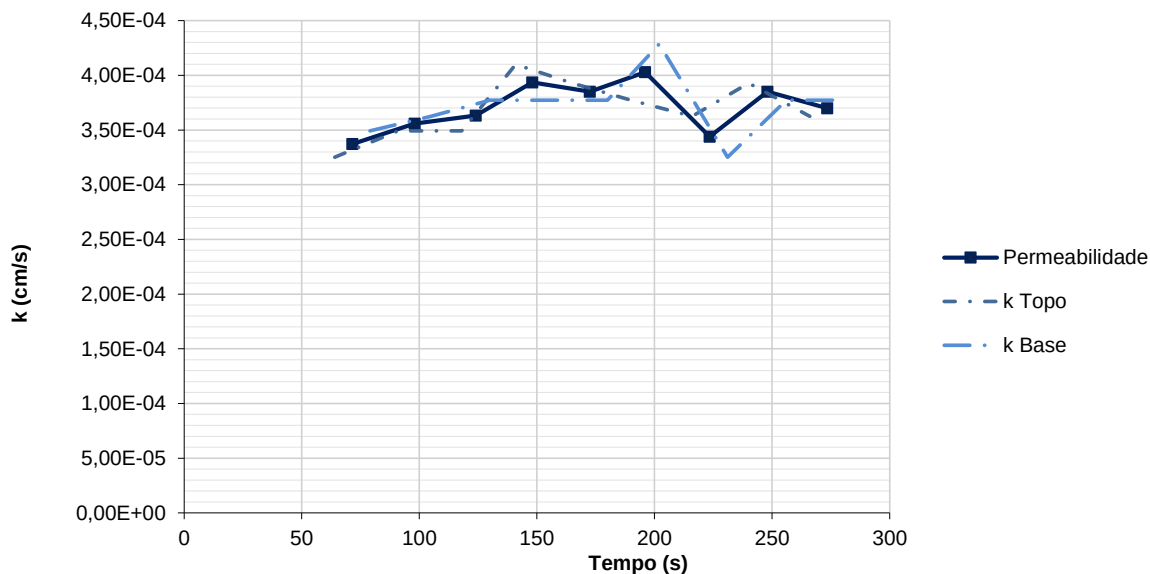
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm³)	Vazão Base (cm³/s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:35	1000,00	00:00:52	1500,00	25,8	-	-	-	-
2	00:01:04	2000,00	00:01:19	2500,00	25,8	3,45E-02	3,70E-02	3,25E-04	3,49E-04
3	00:01:31	3000,00	00:01:45	3500,00	25,8	3,70E-02	3,85E-02	3,49E-04	3,63E-04
4	00:01:58	4000,00	00:02:10	4500,00	25,8	3,70E-02	4,00E-02	3,49E-04	3,77E-04
5	00:02:21	5000,00	00:02:35	5500,00	25,8	4,35E-02	4,00E-02	4,10E-04	3,77E-04
6	00:02:45	6000,00	00:03:00	6500,00	25,8	4,17E-02	4,00E-02	3,93E-04	3,77E-04
7	00:03:10	7000,00	00:03:22	7500,00	25,8	4,00E-02	4,55E-02	3,77E-04	4,29E-04
8	00:03:36	8000,00	00:03:51	8500,00	25,8	3,85E-02	3,45E-02	3,63E-04	3,25E-04
9	00:04:00	9000,00	00:04:16	9500,00	25,8	4,17E-02	4,00E-02	3,93E-04	3,77E-04
10	00:04:26	10000,00	00:04:41	10500,00	25,8	3,85E-02	4,00E-02	3,63E-04	3,77E-04

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,2
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	708,8

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	3,75E-04

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetros e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1, 2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	18/04/2019
REGISTRO DA AMOSTRA:	2.0058.19
ENSAIO ACREDITADO:	☒ SIM ☐ NÃO
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	Marcelo / Paula / Rafael
NÚMERO DA ESTUFA:	EST-001
NÚMERO DA BALANÇA:	BAL-002
NÚMERO DO TERMÔMETRO:	TER-002
NÚMERO DO DESSECADOR:	DSS-001
NÚMERO DO PAQUÍMETRO:	PAQ-001
NÚMERO DO CRONÔMETRO:	CRO-001
NÚMERO DA PROVETA:	PRO-023
TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:	20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:		
Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	50,55
	D ₂	50,65
	D ₃	50,46
	D _{médio}	50,56
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	53,23
	H ₂	53,13
	H ₃	53,56
	H _{médio}	53,31
Área do corpo de prova (cm ²)		
20,1		
Massa do corpo de prova (g)		
211,24		
Volume inicial (cm ³)		
107,0		

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA	
Massa seca (g)	3,29
M. esp. natural (g/cm ³)	1,97
M. esp. seca (g/cm ³)	1,76
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	2,94
Grau de saturação inicial (%)	52,56
Grau de saturação final (%)	85,56
Índice de vazios inicial	0,67
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,40
Volume de vazios (cm ³)	42,83

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
402	24,97	100,56	92,90	11,28
415	23,73	87,11	79,90	12,84
570	21,35	110,13	100,85	11,67
Teor de umidade média (%):				11,9

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)				
Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
706	85,41	312,03	275,18	19,4%

FASE DE PERCOLAÇÃO:						
Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
23/04/2019	16:25:00	16:40:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	23/04/2019	0,00	50,00	-	27,10	-	3	20419,00	-
2	23/04/2019	833,33	700,00	-	-	-	680	7194,00	-
3	24/04/2019	-	700,00	720,00	677,30	695,50	680		0,91
4	24/04/2019	-	720,00	730,00	695,50	704,70	680		0,92
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:

FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

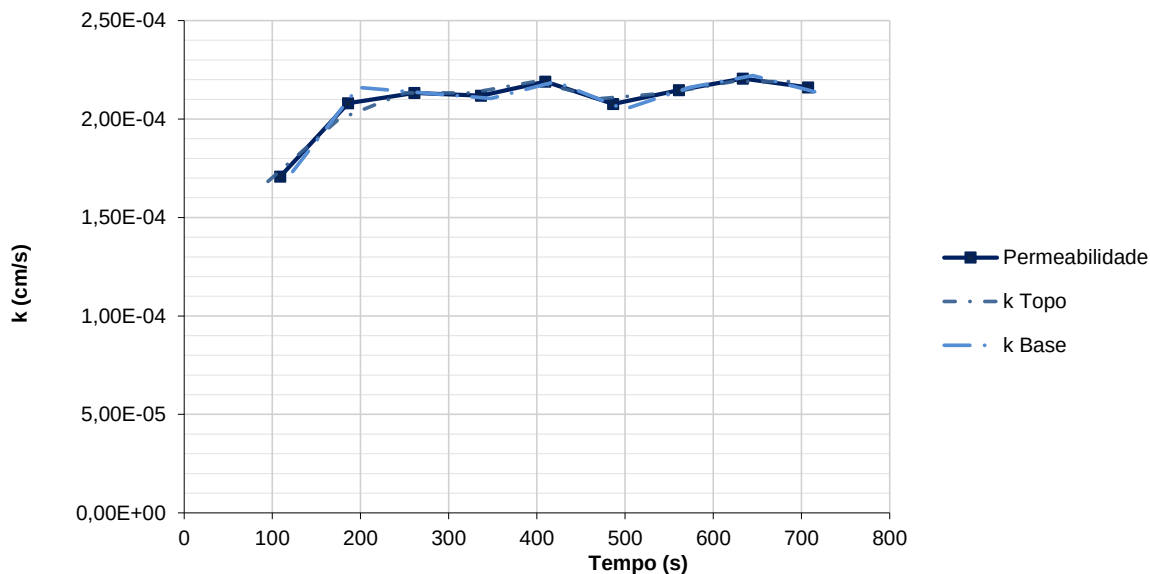
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm ³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm ³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm ³)	Vazão Base (cm ³ /s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	25	-	-	-	-
2	00:01:35	1500,00	00:02:03	2000,00	25	1,58E-02	1,63E-02	1,68E-04	1,73E-04
3	00:02:55	3000,00	00:03:17	3500,00	25	1,88E-02	2,03E-02	2,00E-04	2,16E-04
4	00:04:10	4500,00	00:04:32	5000,00	25	2,00E-02	2,00E-02	2,13E-04	2,13E-04
5	00:05:25	6000,00	00:05:48	6500,00	25	2,00E-02	1,97E-02	2,13E-04	2,10E-04
6	00:06:38	7500,00	00:07:01	8000,00	25	2,05E-02	2,05E-02	2,19E-04	2,19E-04
7	00:07:54	9000,00	00:08:19	9500,00	25	1,97E-02	1,92E-02	2,10E-04	2,05E-04
8	00:09:09	10500,00	00:09:33	11000,00	25	2,00E-02	2,03E-02	2,13E-04	2,16E-04
9	00:10:22	12000,00	00:10:45	12500,00	25	2,05E-02	2,08E-02	2,19E-04	2,22E-04
10	00:11:35	13500,00	00:12:00	14000,00	25	2,05E-02	2,00E-02	2,19E-04	2,13E-04

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,3
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	709,1

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	2,15E-04

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetros e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1,2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

PERMEABILIDADE À CARGA VARIÁVEL

PERMEÂMETRO DE PAREDE FLEXÍVEL

ABNT NBR 14545:2000 - (Método A)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

23/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo / Paula / Rafael / Jacke

NÚMERO DA ESTUFA:

EST-001

NÚMERO DA BALANÇA:

BAL-002

NÚMERO DO TERMÔMETRO:

TER-001

NÚMERO DO DESSECADOR:

DSS-001

NÚMERO DO PAQUÍMETRO:

PAQ-001

NÚMERO DO CRONÔMETRO:

CRO-001

NÚMERO DA PROVETA:

PRO-023

TENSÃO EFETIVA DO ENSAIO:

20 kPa

DADOS DA AMOSTRA:

Diâmetro do corpo de prova (mm)	D ₁	50,41
	D ₂	50,72
	D ₃	50,48
	D _{médio}	50,54
Altura do corpo de prova (mm)	H ₁	50,17
	H ₂	50,49
	H ₃	50,24
	H _{médio}	50,30
Área do corpo de prova (cm ²)		
20,1		
Massa do corpo de prova (g)		
214,22		
Volume inicial (cm ³)		
100,9		

ÍNDICES FÍSICOS DA AMOSTRA

Massa seca (g)	3,30
M. esp. natural (g/cm ³)	2,12
M. esp. seca (g/cm ³)	1,91
M. esp. dos grãos (g/cm ³)	2,96
Grau de saturação inicial (%)	60,71
Grau de saturação final (%)	100,00
Índice de vazios inicial	0,55
Índice de vazios final	-
Porosidade	0,36
Volume de vazios (cm ³)	35,92

Determinação do teor de umidade inicial (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula vazia (g)	Massa cáps.+ solo úmido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
568	21,07	98,32	90,38	11,46
663	21,88	100,87	92,74	11,47
679	20,29	111,99	102,85	11,07
Teor de umidade média (%):				11,3

Determinação do teor de umidade final (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Cápsula número	Massa da cápsula (g)	Massa da cáps. + solo úmido (g)	Massa da cáps. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
705	82,55	309,07	272,55	19,2%

FASE DE PERCOLAÇÃO:

Data	Horário inicial	Horário final	Tensão confinante (kPa)	Contra-pressão (kPa)	Volume de água percolado (cm ³)	Verificação
24/04/2019	09:10:00	09:25:00	30,00	10,00	Não registrado	-

FASE DE SATURAÇÃO:

Pto	Data	Tempo (min)	Tensão confinante (kPa)		Poropressão (kPa)		Contrapressão (kPa)	Volume (mm³)	Parâmetro B
			Inicial	Final	Inicial	Final			
1	24/04/2019	0,00	50,00	-	27,70	-	30	9368,00	-
2	24/04/2019	180,00	700,00	-	-	-	680	-	-
3	24/04/2019		700,00	720,00	677,10	694,40	680	-4337,00	0,86
4	24/04/2019		720,00	730,00	694,40	703,20	680	-	0,88
5									
6									
7									
8									
9									
10									

Observações:**FASE ADENSAMENTO (Leitura da variação de volume pelo topo e base)**

Pto	Leitura inicial (cm³)	Leitura Final (cm³)	Variação de volume (cm³)	Tempo inicial (s)	Tempo final (s)	Raiz Quadrada do tempo (s)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Observações:

- Fase de adensamento não realizada no ensaio (amostra superficial).

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

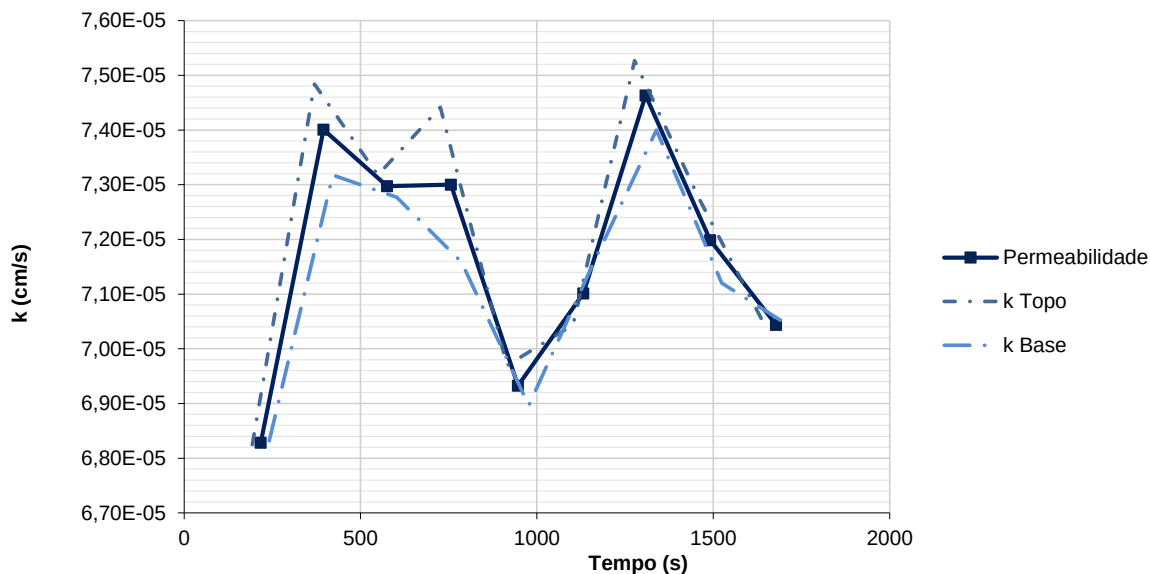
DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE (Fluxo ascendente e leitura pela base)

Pto	Tempo - leitura topo (HH:MM:SS)	Leitura topo (mm³)	Tempo - leitura base (HH:MM:SS)	Leitura base (mm³)	Temperatura da água (°C)	Vazão Topo (cm³)	Vazão Base (cm³/s)	Coef. de Permeabilidade Topo k_t (cm/s)	Coef. de Permeabilidade Base (cm/s)
1	00:00:00	0,00	00:00:00	0,00	25,6	-	-	-	-
2	00:03:13	2000,00	00:04:01	2500,00	25,6	1,04E-02	1,04E-02	6,82E-05	6,83E-05
3	00:06:09	4000,00	00:07:01	4500,00	25,6	1,14E-02	1,11E-02	7,48E-05	7,32E-05
4	00:09:09	6000,00	00:10:02	6500,00	25,6	1,11E-02	1,10E-02	7,32E-05	7,28E-05
5	00:12:06	8000,00	00:13:06	8500,00	25,6	1,13E-02	1,09E-02	7,44E-05	7,16E-05
6	00:15:15	10000,00	00:16:17	10500,00	25,6	1,06E-02	1,05E-02	6,97E-05	6,90E-05
7	00:18:22	12000,00	00:19:21	12500,00	25,6	1,07E-02	1,09E-02	7,04E-05	7,16E-05
8	00:21:17	14000,00	00:22:19	14500,00	25,6	1,14E-02	1,12E-02	7,53E-05	7,40E-05
9	00:24:18	16000,00	00:25:24	16500,00	25,6	1,10E-02	1,08E-02	7,28E-05	7,12E-05
10	00:27:25	18000,00	00:28:31	18500,00	25,6	1,07E-02	1,07E-02	7,04E-05	7,04E-05

	Inicial	Durante
σ_3 - Tensão Confinante (kPa)	730	730
Pressão aplicada ao topo (kPa)	712,5	711,7
Pressão aplicada à base (kPa)	707,5	708,4

Coef. de Permeabilidade (cm/s)	7,20E-05

VARIAÇÃO DO COEFICIENTE DE PERMEABILIDADE DA AMOSTRA PELO TEMPO



Fontes de incerteza de medição:

- Balança para determinação do teor de umidade: $U = \pm 0,01$ g;
- Balança para determinação da massa do permeâmetro e corpo de prova: $U = \pm 0,1$ g;
- Paquímetro para determinação das dimensões do permeâmetros e tubos manométricos: $U = 0,02$ mm;
- Termômetro para determinação da temperatura do ensaio: $U = 0,2$ °C;
- Provetas para determinação do volume percolado: $U = 1,2$ ml.

Observações:

- Páginas 1,2 e 3: Planilha de ensaio;
- Página 4: Informações adicionais, formulário (uso interno);
- Página 5: Informações de calibração dos equipamentos (uso interno);
- Página 6: Histórico de revisões (uso interno);

Téc. Executor:

Jacke

Téc. Conferente:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert

Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

APÊNDICE IX – CRUMB TEST

AValiação DE DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 09/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 12,6

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 1,89

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-001

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-002

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>8</u>	<u>8,9</u>	<u>8,36</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>6</u>	<u>8,51</u>	<u>8,7</u>	<u>9</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>8,76</u>	<u>8,24</u>	<u>8,7</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>92</u>	<u>11,03</u>	<u>19,31</u>	<u>18,39</u>	<u>12,5</u>
<u>211</u>	<u>9,73</u>	<u>27,71</u>	<u>25,68</u>	<u>12,7</u>
<u>253</u>	<u>10,96</u>	<u>29,51</u>	<u>27,45</u>	<u>12,5</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES
TORRÃO ANTES DA IMERSÃO

TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO


Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

 Observações:
 - O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

 Página 1 - Anotações
 Página 2 - Histórico de revisões

 Téc. Executor:
Eder

 Eng. Responsável:
Joubert

AValiação de DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 12,6

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 1,92

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-003

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>9</u>	<u>9,44</u>	<u>9,24</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>8,72</u>	<u>8,72</u>	<u>8,9</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>8,4</u>	<u>9,3</u>	<u>8,8</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>253</u>	<u>10,96</u>	<u>33,16</u>	<u>30,63</u>	<u>12,9</u>
<u>542</u>	<u>10,96</u>	<u>24,12</u>	<u>22,67</u>	<u>12,4</u>
<u>616</u>	<u>9,83</u>	<u>39,28</u>	<u>36</u>	<u>12,5</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES
TORRÃO ANTES DA IMERSÃO

TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO


Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

AValiação DE DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 20054.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 7,6

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 2,17

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-003

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>9,4</u>	<u>8,98</u>	<u>9,68</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>9,25</u>	<u>8,7</u>	<u>9,11</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>9,2</u>	<u>9,1</u>	<u>9,16</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>210</u>	<u>9,08</u>	<u>31,29</u>	<u>29,72</u>	<u>7,6</u>
<u>602</u>	<u>9,05</u>	<u>28,45</u>	<u>27,08</u>	<u>7,6</u>
<u>639</u>	<u>10,32</u>	<u>30,43</u>	<u>29,03</u>	<u>7,5</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES
TORRÃO ANTES DA IMERSÃO

TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO


Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

AValiação de DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 20055.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 13,3

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 1,90

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-002

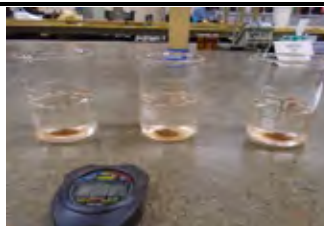
 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>8,71</u>	<u>9,8</u>	<u>8,84</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>9,45</u>	<u>9,67</u>	<u>9,45</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>9,71</u>	<u>9,48</u>	<u>9,66</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>31</u>	<u>11,46</u>	<u>35,26</u>	<u>32,45</u>	<u>13,4</u>
<u>538</u>	<u>10,75</u>	<u>30,61</u>	<u>28,28</u>	<u>13,3</u>
<u>635</u>	<u>9,67</u>	<u>27,11</u>	<u>25,07</u>	<u>13,2</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES
TORRÃO ANTES DA IMERSÃO

TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO


Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

AValiação DE DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 20056.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 11,7

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 1,92

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-004

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>9,36</u>	<u>9,16</u>	<u>8,39</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>8,97</u>	<u>8,47</u>	<u>8,92</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>8,75</u>	<u>8,88</u>	<u>8,46</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>208</u>	<u>10,07</u>	<u>23,42</u>	<u>22,04</u>	<u>11,5</u>
<u>209</u>	<u>10,21</u>	<u>27,08</u>	<u>25,3</u>	<u>11,8</u>
<u>236</u>	<u>12,03</u>	<u>35,51</u>	<u>33,01</u>	<u>11,9</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES

TORRÃO ANTES DA IMERSÃO



TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO



Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

AValiação de DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 20057.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 9,6

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 2,13

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-006

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>9,32</u>	<u>9,24</u>	<u>9,4</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>9,88</u>	<u>9,3</u>	<u>8,9</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>9,73</u>	<u>8,8</u>	<u>9,75</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>610</u>	<u>10,26</u>	<u>25,95</u>	<u>24,6</u>	<u>9,4</u>
<u>614</u>	<u>10,19</u>	<u>29,17</u>	<u>27,49</u>	<u>9,7</u>
<u>640</u>	<u>10,16</u>	<u>27,59</u>	<u>26,04</u>	<u>9,8</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES
TORRÃO ANTES DA IMERSÃO

TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO


Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

AValiação de DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 20058.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 10,9

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 1,94

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-003

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>9,11</u>	<u>8,76</u>	<u>8,9</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>9,34</u>	<u>8,87</u>	<u>8,59</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>9,09</u>	<u>9,24</u>	<u>9</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>8</u>	<u>12,71</u>	<u>28,61</u>	<u>27,04</u>	<u>11,0</u>
<u>25</u>	<u>10,3</u>	<u>21,68</u>	<u>20,57</u>	<u>10,8</u>
<u>250</u>	<u>10,66</u>	<u>26,33</u>	<u>24,8</u>	<u>10,8</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES

TORRÃO ANTES DA IMERSÃO



TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO



Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

AValiação DE DISPERSIBILIDADE (CRUMB TEST)

ABNT NBR 13601:1996

 DATA DO INÍCIO DO ENSAIO: 16/04/2019

CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA REMOLDADA

 REGISTRO DA AMOSTRA: 20059.19

 TEOR DE UMIDADE (%): 10,8

 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

 MASSA ESPECÍFICA SECA (g/cm³): 1,99

 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: EDER

 MEIO DISPERSOR: ☒ Água destilada ☐ Solução de hidróxido de sódio

 CONDIÇÕES DA AMOSTRA: ☐ Indeformada ☒ Remoldada

 NÚMERO DA BALANÇA BAL-001

 NÚMERO DA ESTUFA EST-002

 NÚMERO DO DESSECADOR DSS-001

 NÚMERO DO CRONÔMETRO CRO-002

 CARACTERIZAÇÃO TÁTIL-VISUAL: REJEITO MARROM AVERMELHADO

Número do Béquer		GRAU DE DISPERSIBILIDADE			Não Dispersivo		Dispersivo	
		Diâmetro aproximado (mm)			Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4
		D1	D2	D3				
1 -	<u>1</u>	<u>9,13</u>	<u>9,1</u>	<u>9,43</u>			<u>x</u>	
2 -	<u>2</u>	<u>9,71</u>	<u>9,3</u>	<u>9,33</u>			<u>x</u>	
3 -	<u>3</u>	<u>9,81</u>	<u>9,02</u>	<u>9,38</u>			<u>x</u>	

DETERMINAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

N. da cápsula	Massa da cápsula vazia	Massa da cápsula + solo úmido	Massa da cápsula + solo seco	Teor de umidade
<u>226</u>	<u>10,79</u>	<u>36,29</u>	<u>33,83</u>	<u>10,7</u>
<u>559</u>	<u>11,07</u>	<u>33,08</u>	<u>30,91</u>	<u>10,9</u>
<u>641</u>	<u>9,87</u>	<u>31,52</u>	<u>29,41</u>	<u>10,8</u>

FOTOGRAFIAS DOS TORRÕES
TORRÃO ANTES DA IMERSÃO

TORRÃO APÓS 1 HORA DE IMERSÃO


Grau 1	Comportamento não-dispersivo: o torrão de solo esparrama-se no fundo do béquer, formando uma pilha achatada, mas não se observa sinal de turvação no líquido.
Grau 2	Comportamento levemente dispersivo: há indícios de turvação na água, próximos à superfície do torrão (se a turvação for facilmente visível, registrar como grau 3).
Grau 3	Comportamento moderadamente dispersivo: nuvem de colóides em suspensão, geralmente finos veios espalhados no fundo do béquer, facilmente reconhecível.
Grau 4	Comportamento fortemente dispersivo: nuvem coloidal, geralmente uma película muito fina, cobrindo quase todo o fundo do béquer. Em casos extremos, toda a água torna-se turva.

Observações:

- O diâmetro do torrão deve estar compreendido entre 6 mm e 10 mm.

Página 1 - Anotações

Página 2 - Histórico de revisões

Téc. Executor:

Eder

Eng. Responsável:

Joubert

Relatório de ensaios
REL EC 11812 2019

APÊNDICE X – PINHOLE TESTE

IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 13/05/2019

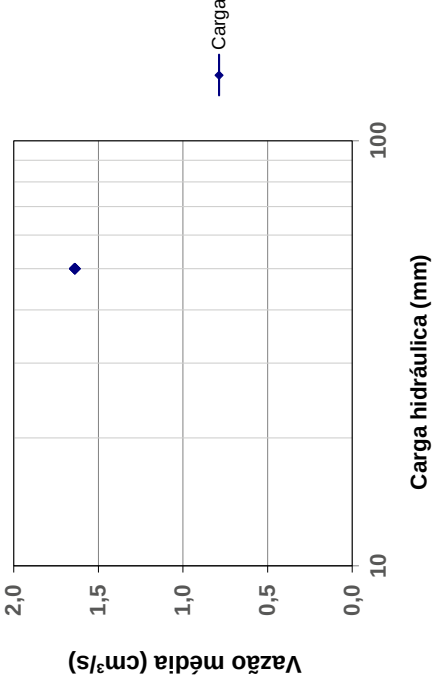
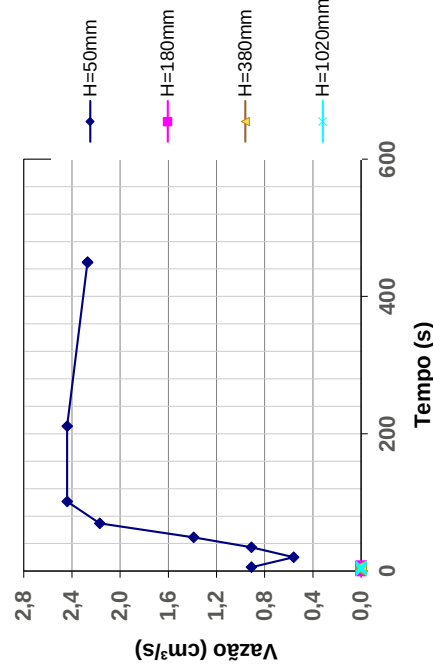
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Paula/Jacke

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO



Turbidez do fluxo:

Escuro

H=50mm

H=180mm

H=380mm

H=1020mm

CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem: 8516

DADOS DA AMOSTRA ENSAIDA

Teor de umidade natural (%) = 12,4 %

Massa esp. seca (g/cm³) = 1,9 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) =

pH da água do reservatório inicial = 6,58

pH da água percolante final = 6,98

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☐ ND4 - Moderadamente dispersivo

☒ D2 - Dispersivo

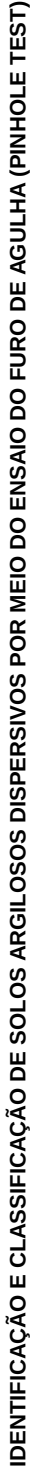
☐ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 13/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s): 0

0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min.	Tempo seg.	Volume de efluente Coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
380 (5 min)	0	0	10		
			10		
			10		
			25		
			50		
			100		
1020 (5 min)	0	0	10		
			10		
			10		
			25		
			50		
			100		

*Classificação da turbidez do efluente:

- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro:

Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada. Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo. Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

Página 1 - Relatório
 Página 2 - Anotações
 Página 3 - Teor de umidade
 Página 4 - Fluxograma
 Página 5 - Verificações e equipamentos
 Página 6 - Histórico de revisões



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)**

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 13/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Paula/Jacke

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
234	20,50	73,45	67,58	12,47
237	20,31	61,52	57,03	12,23
261	21,02	72,51	66,81	12,45
Teor de umidade médio (%)				12,38

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

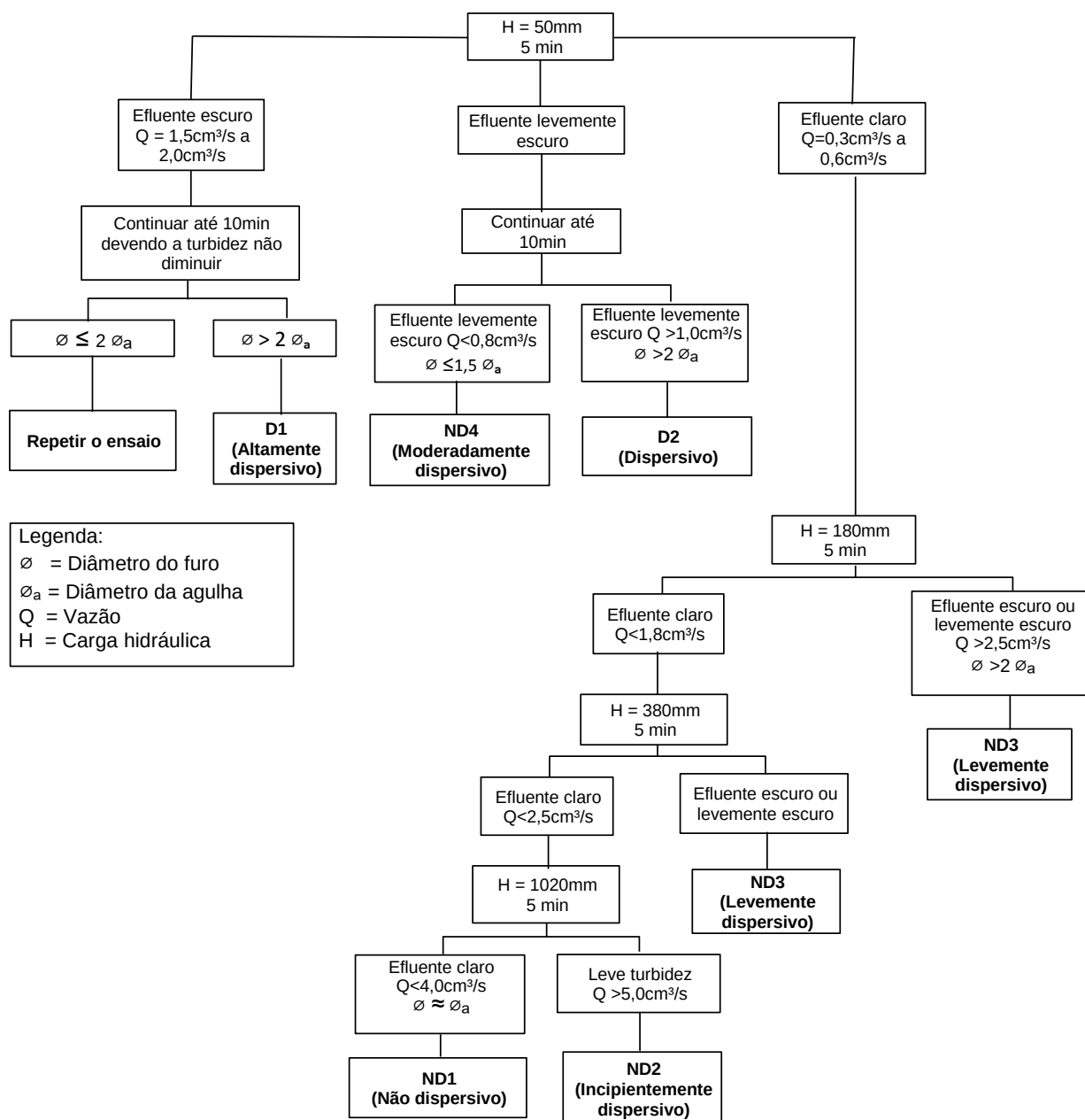
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
208	10,07	31,04	27,32	21,57
542	10,94	33,71	29,87	20,29
626	10,28	36,64	32,07	20,97
Teor de umidade médio (%)				20,94

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		12,38	20,94	12,40	1,90
Diâmetro final (mm)		☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio: 50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio: Escuro
Vazão ao final do ensaio: 1,6 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio: ----
Classificação da amostra: D2 - Dispersivo

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO

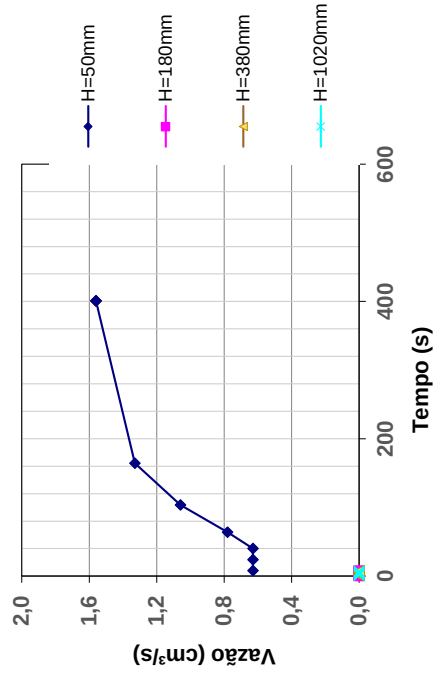


IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 29/04/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO ACREDITADO:
☒ SIM ☐ NÃO



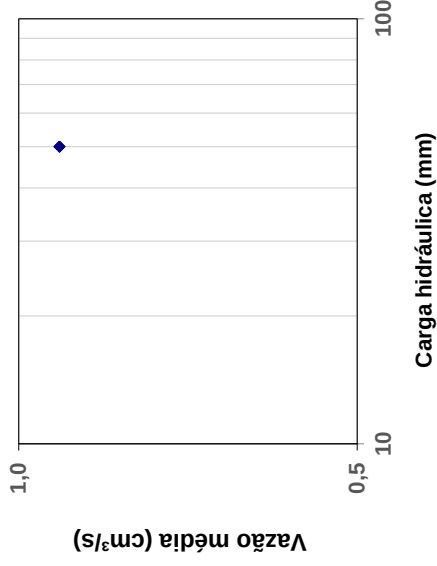
Turbidez do fluxo:

Levemente escuro

H=180mm

H=380mm

H=1020mm



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem: 8470

DADOS DA AMOSTRA ENSAIDA

Teor de umidade natural (%) = 12,1 %
Massa esp. seca (g/cm³) = 2,16 g/cm³
Diâmetro final do furo (mm) = 3 mm
pH da água do reservatório inicial = 6,23
pH da água percolante final = 6,66

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo
☐ ND2 - Incipientemente dispersivo
☐ ND3 - Levemente dispersivo
☐ ND4 - Moderadamente dispersivo
☒ D2 - Dispersivo
☐ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:29/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s):0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
50 (5 min)	0 0	10	Levemente escuro	0.6
	0 16			
	0 16	10	Levemente escuro	0.6
	0 32			
	0 32	10	Levemente escuro	0.6
	0 48			
	0 48	25	Levemente escuro	0.8
	1 20			
	1 20	50	Escuro	1.1
	2 7			
50 (5 - 10 min)	2 7	100	Levemente escuro	1.3
	3 22			
	3 22	619	Levemente escuro	1.6
	10 0			
	10 0			
	0 0	10		
		10		
		10		
180 (5 min)		25		
		50		
		100		

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:
- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro;
Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada.
Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo.
Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

Carga hidráulica:
(mm de coluna d'água)

Tempo
min. seg.

Volume de efluente
Coletado (cm³)

Turbidez do efluente*

Vazão (cm³/s)

380
(5 min)

1020
(5 min)

Página 1 - Relatório

Página 2 - Anotações

Página 3 - Teor de umidade

Página 4 - Fluxograma

Página 5 - Verificações e equipamentos

Página 6 - Histórico de revisões



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)**

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 29/04/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
224	20,56	77,27	71,15	12,10
241	19,71	76,70	70,56	12,07
252	20,50	77,80	71,66	12,00
Teor de umidade médio (%)				12,06

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

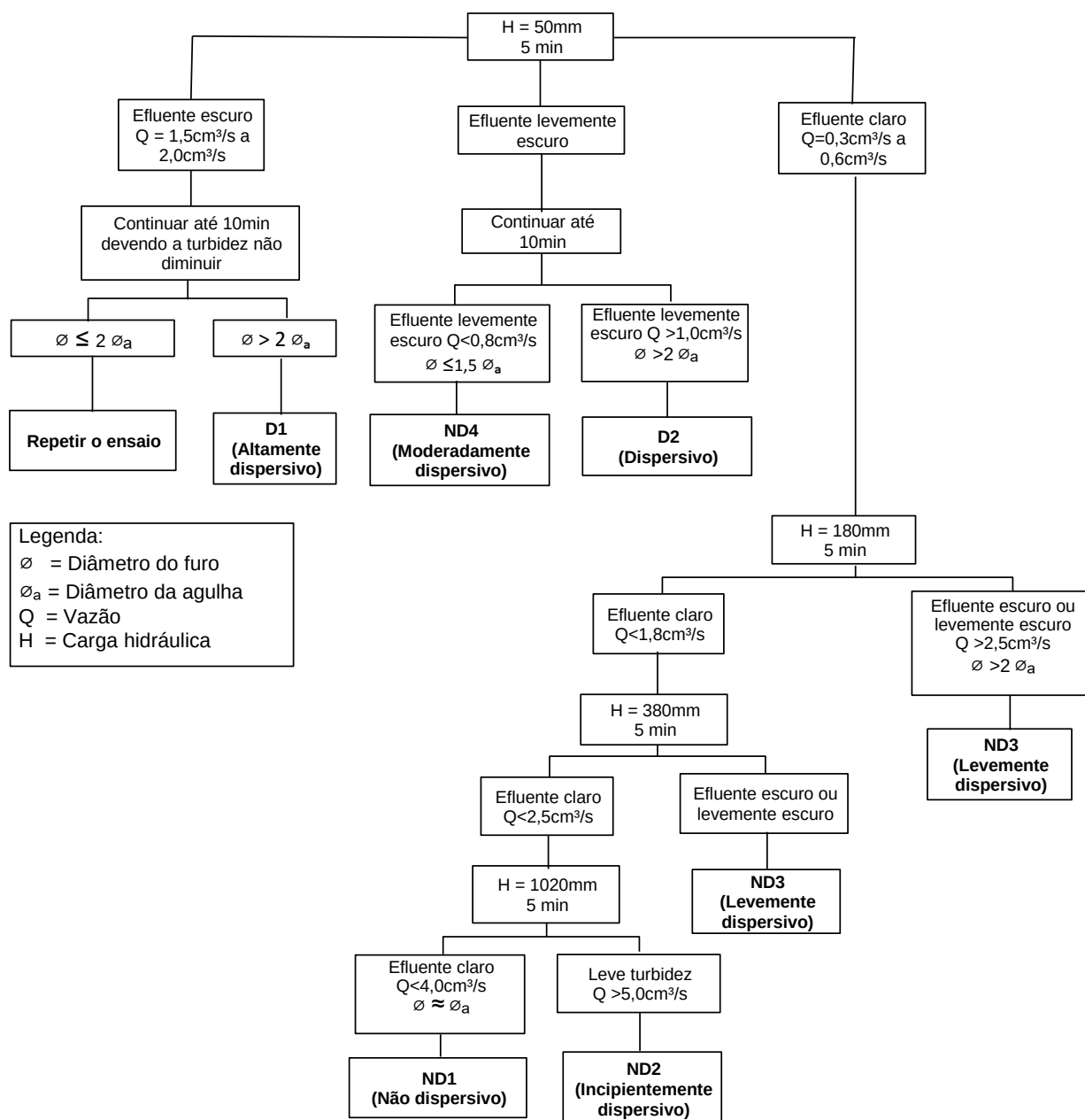
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
212	9,87	36,44	32,90	15,37
226	10,78	37,95	34,32	15,42
20	10,60	35,93	32,58	15,24
Teor de umidade médio (%)				15,34

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		12,06	15,34	12,10	2,16
Diâmetro final (mm)	3,00	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio:	50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio:	Levemente escuro
Vazão ao final do ensaio:	0,9 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio:	3 mm
Classificação da amostra:	D2

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:

21/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

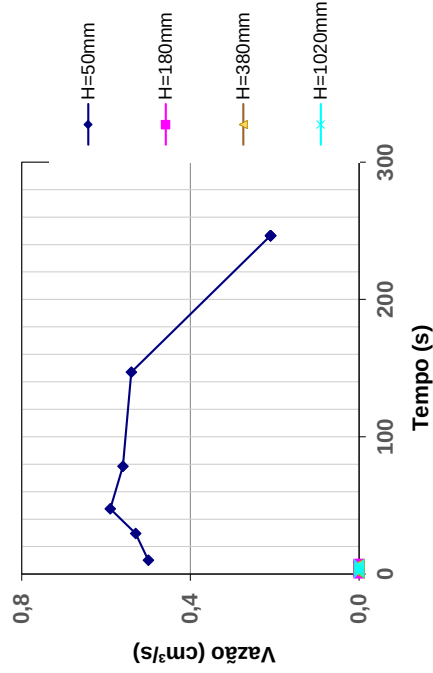
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO ACREDITADO:

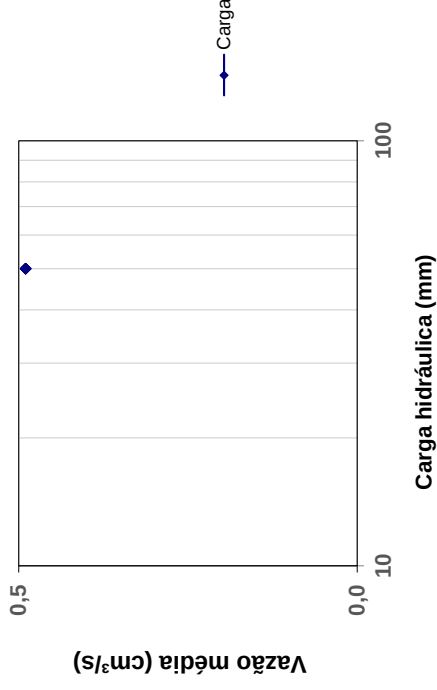
☒ SIM

☐ NÃO



Turbidez do fluxo:

Levemente escuro



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem:

8524

DADOS DA AMOSTRA ENSAIADA

Teor de umidade natural (%) =

8,2 %

Massa esp. seca (g/cm³) =

2,17 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) =

1 mm

pH da água do reservatório inicial =

6,32

pH da água percolante final =

6,84

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

Téc. Executor:

Jacke

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☒ ND4 - Moderadamente dispersivo

☐ D2 - Dispersivo

☐ D1 - Altamente dispersivo

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:21/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s):0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
50 (5 min)	0 0	10	Levemente escuro	0.5
	0 20			
	0 20	10	Levemente escuro	0.5
	0 39			
	0 39	10	Levemente escuro	0.6
	0 56			
	0 56	25	Levemente escuro	0.6
	1 41			
	1 41	50	Levemente escuro	0.5
	3 13			
50 (5 - 10 min)	3 13	22	Levemente escuro	0.2
	5 0			
	5 0			
180 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		25		
		50		
		100		

380
(5 min)

1020
(5 min)

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:
- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro;
Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada.
Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo.
Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

DOC LGEO-026

Rev.: 02

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Data: Jan/2019

Página 2 de 6



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)
ABNT NBR 14144:1998**

DATA DO ENSAIO: 21/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
231	20,29	58,71	55,67	8,59
232	20,68	72,68	69,08	7,44
247	20,61	71,82	67,74	8,66
Teor de umidade médio (%)				8,23

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

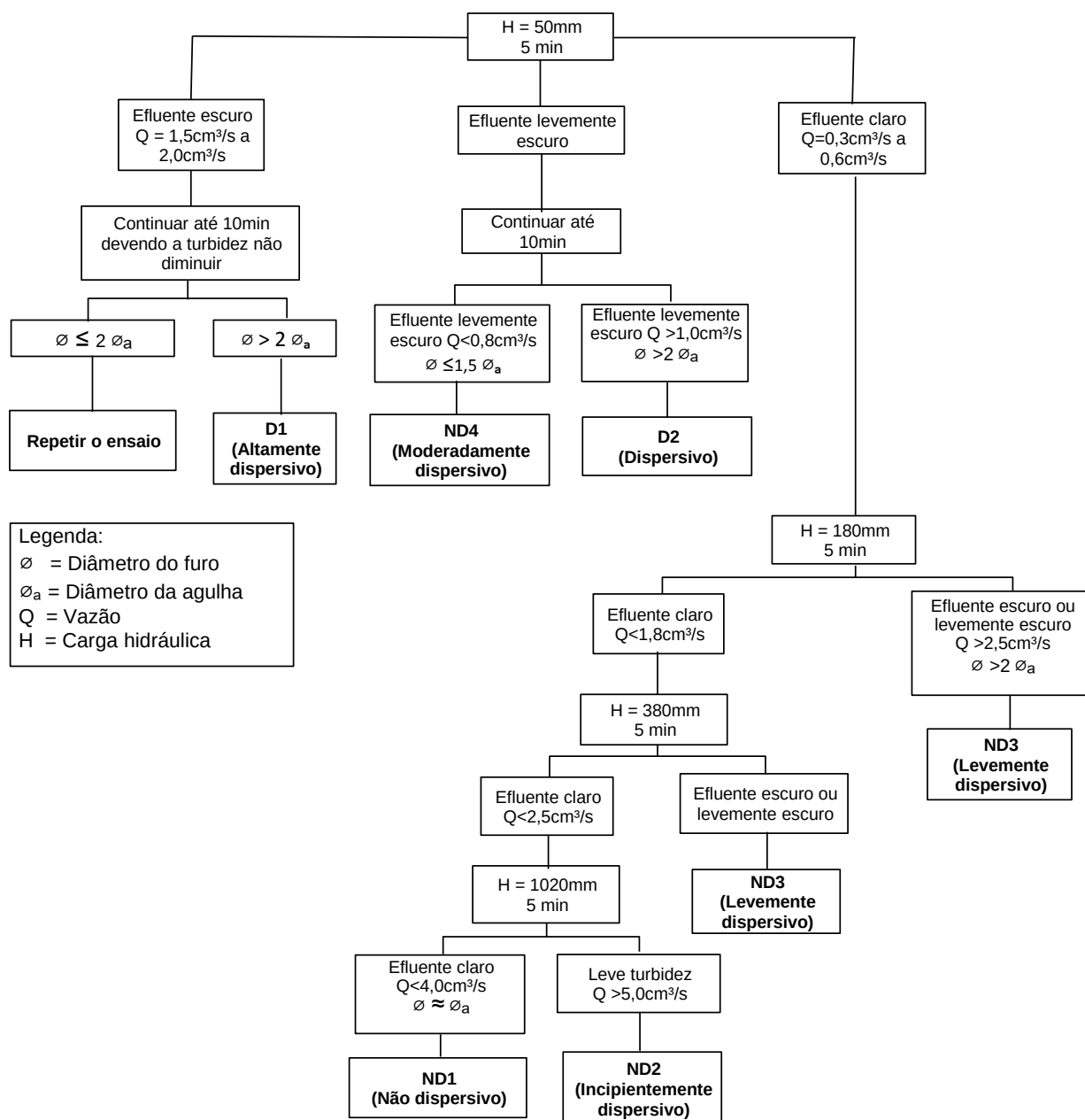
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
200	9,76	37,01	33,11	16,70
211	9,72	38,08	34,13	16,18
242	11,22	39,24	35,42	15,79
Teor de umidade médio (%)				16,22

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		8,23	16,22	8,20	2,17
Diâmetro final (mm)	1,00	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio:	50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio:	Levemente escuro
Vazão ao final do ensaio:	0,5 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio:	1 mm
Classificação da amostra:	ND4

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:

14/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

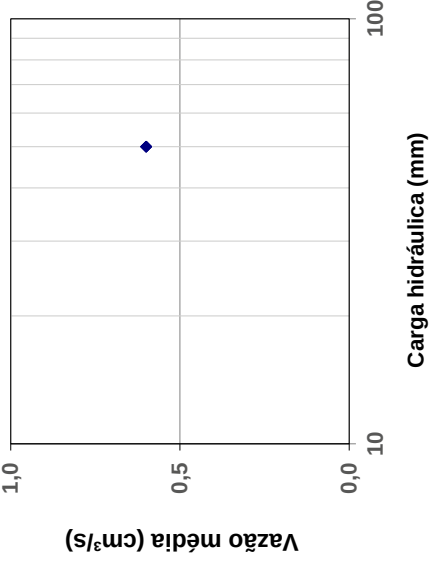
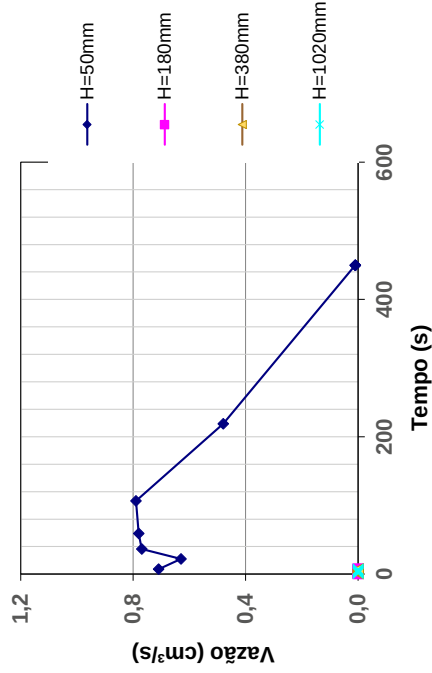
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo/Paula

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem: 8523

DADOS DA AMOSTRA ENSAIADA

Teor de umidade natural (%) = 11,7 %

Massa esp. seca (g/cm³) = 1,94 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) = 1 mm

pH da água do reservatório inicial = 6,76

pH da água percolante final = 6,66

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☒ ND4 - Moderadamente dispersivo

☐ D2 - Dispersivo

☐ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s): 0

Coleta de dados:

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo		Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
	min.	seg.			
	0	0			
50 (5 min)	0	14	10	Levemente escuro	0,7
	0	14	10	Levemente escuro	0,6
	0	30			
	0	30	10	Levemente escuro	0,8
	0	43			
	0	43	25	Levemente escuro	0,8
	1	15			
	1	15	50	Levemente escuro	0,8
	2	18			
	2	18	77	Levemente escuro	0,5
50 (5 - 10 min)	5	0			
	5	0	3	Levemente escuro	0,0
	10	0			
180 (5 min)	0	0	10		
			10		
			10		
			25		
			50		
			100		

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:

- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro:

Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada. Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo. Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

Página 1 - Relatório
 Página 2 - Anotações
 Página 3 - Teor de umidade
 Página 4 - Fluxograma
 Página 5 - Verificações e equipamentos
 Página 6 - Histórico de revisões



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)**

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 14/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
233	20,14	62,69	58,25	11,65
262	20,27	69,52	64,36	11,70
245	26,44	89,35	82,77	11,68
Teor de umidade médio (%)				11,68

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

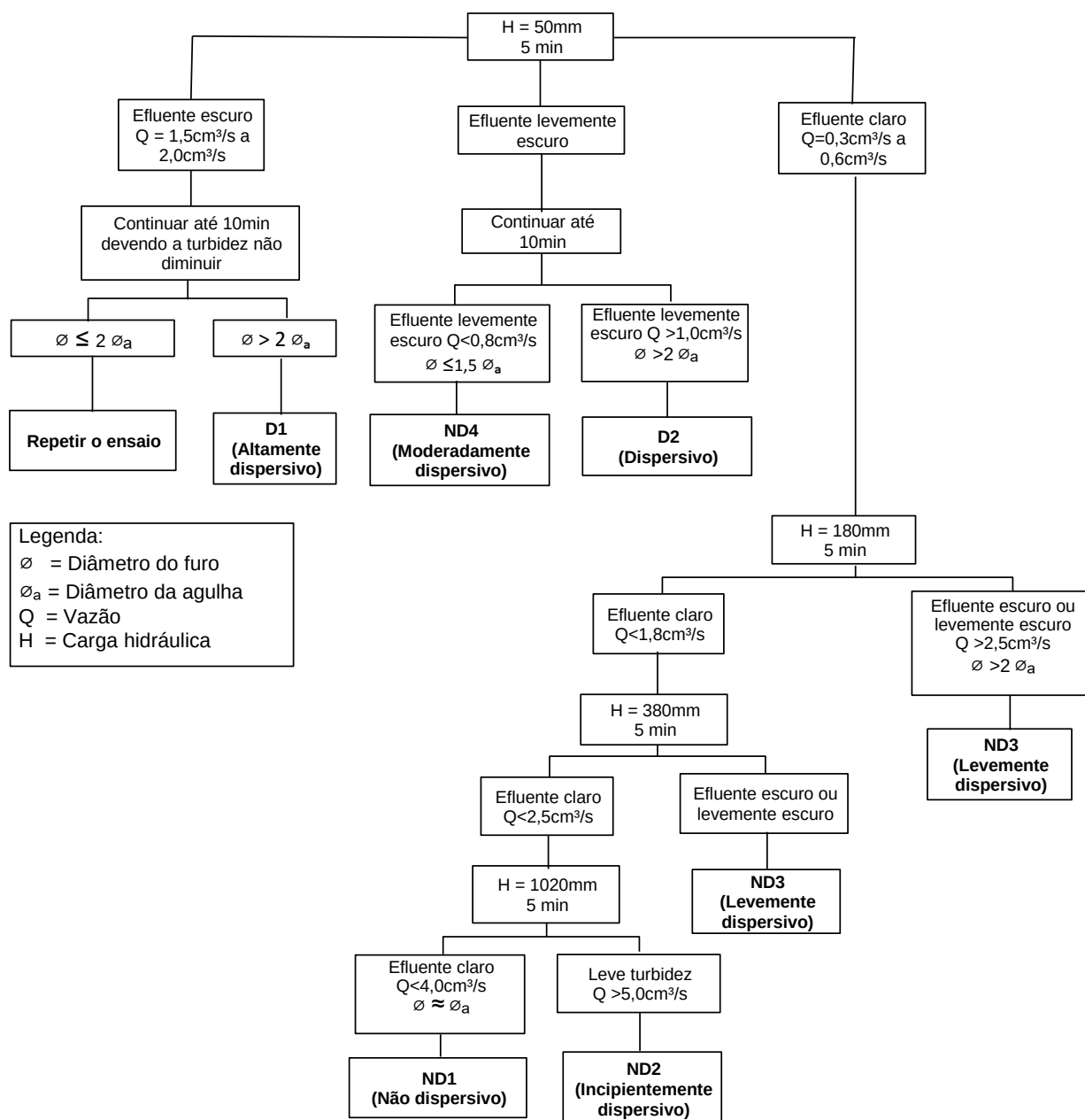
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
17	10,72	34,96	31,44	16,99
610	10,25	34,64	31,10	16,98
635	9,65	41,89	37,30	16,60
Teor de umidade médio (%)				16,86

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		11,68	16,86	11,70	1,94
Diâmetro final (mm)	1,00	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio: 50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio: Levemente escuro
Vazão ao final do ensaio: 0,6 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio: 1 mm
Classificação da amostra: ND4

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 30/04/2019

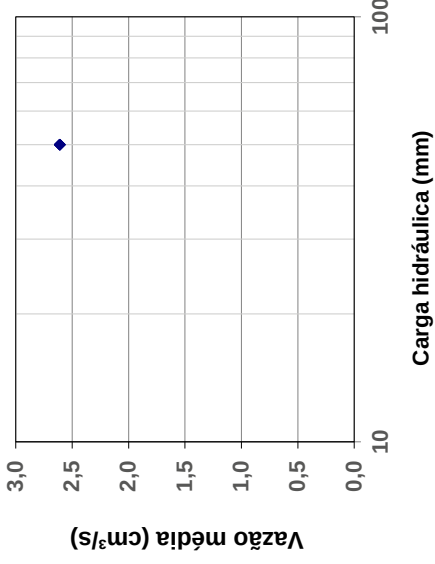
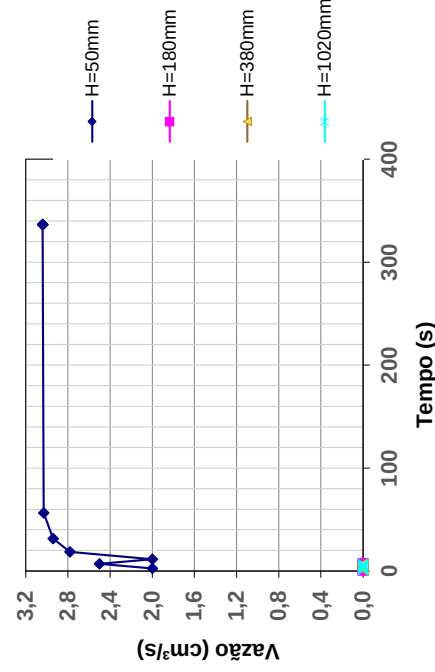
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem: 8478

DADOS DA AMOSTRA ENSAIDA

Teor de umidade natural (%) = 1,92 %

Massa esp. seca (g/cm³) = 12,6 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) = 2 mm

pH da água do reservatório inicial = 6,64

pH da água percolante final = 6,95

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☐ ND4 - Moderadamente dispersivo

☒ D2 - Dispersivo

☐ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:30/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s):0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
50 (5 min)	0 0	10	Escura	2.0
	0 5			
	0 5	10	Escura	2.5
	0 9			
	0 9	10	Escura	2.0
	0 14			
	0 14	25	Escura	2.8
	0 23			
	0 23	50	Escura	2.9
	0 40	100	Escura	3.0
50 (5 - 10 min)	1 13	1600	Levemente escuro	3.0
	10 0			
	10 0			
180 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		10		
		25		
		50		
		100		

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente Coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
380 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		25		
		50		
1020 (5 min)		100		
	0 0	10		
		10		
		10		
		25		
	50			
	100			

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:
- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro;
Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada.
Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo.
Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

DOC LGE0-026

Rev.: 02

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

Data: Jan/2019

Página 2 de 6



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)
ABNT NBR 14144:1998**

DATA DO ENSAIO: 30/04/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
323	22,23	108,92	99,40	12,34
587	27,32	102,76	94,28	12,66
682	20,05	109,11	98,90	12,95
Teor de umidade médio (%)				12,65

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

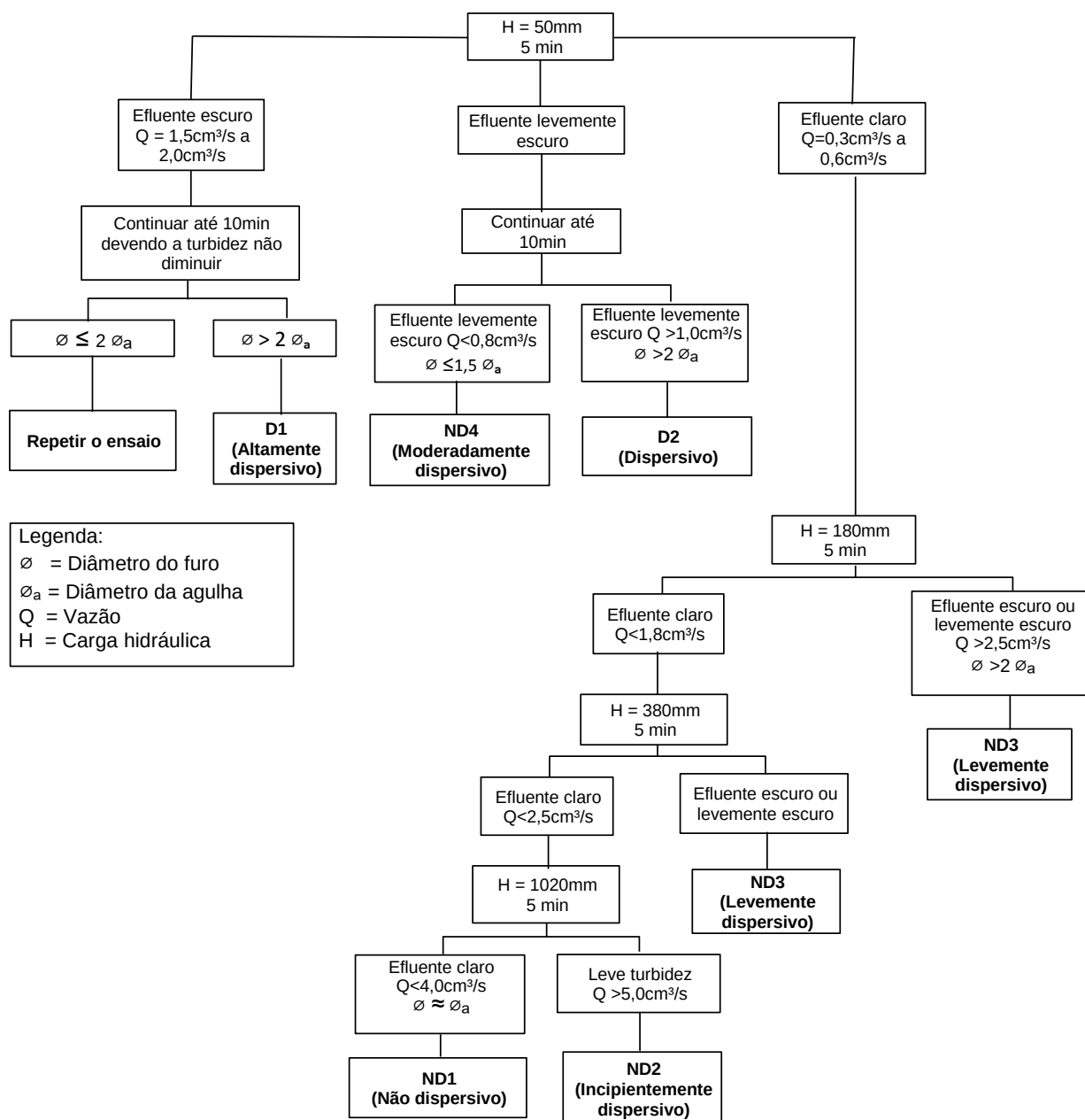
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
605	9,32	33,38	29,78	17,60
619	9,04	35,74	31,75	17,57
621	10,69	37,90	33,82	17,64
Teor de umidade médio (%)				17,60

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		12,65	17,60	1,92	12,60
Diâmetro final (mm)	2,00	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio:	50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio:	Levemente escuro
Vazão ao final do ensaio:	2,6 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio:	2 mm
Classificação da amostra:	D2

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:

02/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

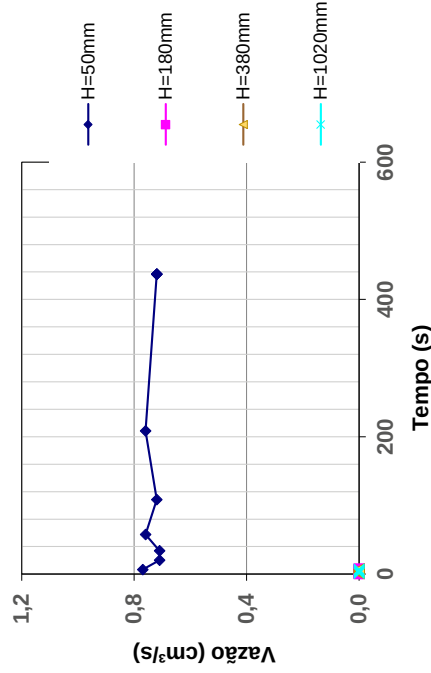
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO



Turbidez do fluxo:

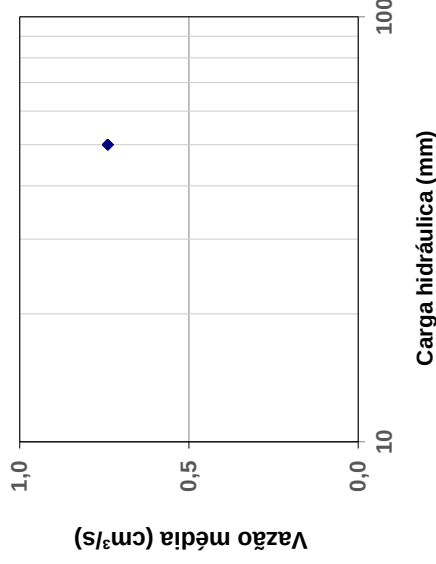
Levemente escuro

H=50mm

H=180mm

H=380mm

H=1020mm



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem:

8484

DADOS DA AMOSTRA ENSAIDA

Teor de umidade natural (%) = 10,5 %

Massa esp. seca (g/cm³) = 2,13 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) = 1,4 mm

pH da água do reservatório inicial = 6,52

pH da água percolante final = 6,82

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☒ ND4 - Moderadamente dispersivo

☐ D2 - Dispersivo

☐ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:02/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s):0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
50 (5 min)	0 0	10	Levemente escuro	0.8
	0 13			
	0 13			
	0 27	10	Levemente escuro	0.7
	0 27			
	0 41	10	Levemente escuro	0.7
	0 41			
	1 14	25	Levemente escuro	0.8
	2 23	50	Levemente escuro	0.7
	2 23			
50 (5 - 10 min)	2 23	100	Levemente escuro	0.8
	4 34			
	4 34			
	10 0	234	Levemente escuro	0.7
	10 0			
180 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		10		
		25		
		50		

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:
- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro;
Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada.
Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo.
Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente Coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
380 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		25		
		50		
1020 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		25		
		50		

Página 1 - Relatório

Página 2 - Anotações

Página 3 - Teor de umidade

Página 4 - Fluxograma

Página 5 - Verificações e equipamentos

Página 6 - Histórico de revisões



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)**

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 02/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
586	26,56	79,95	74,85	10,56
676	21,57	89,01	82,68	10,36
687	19,78	87,89	81,31	10,69
Teor de umidade médio (%)				10,54

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

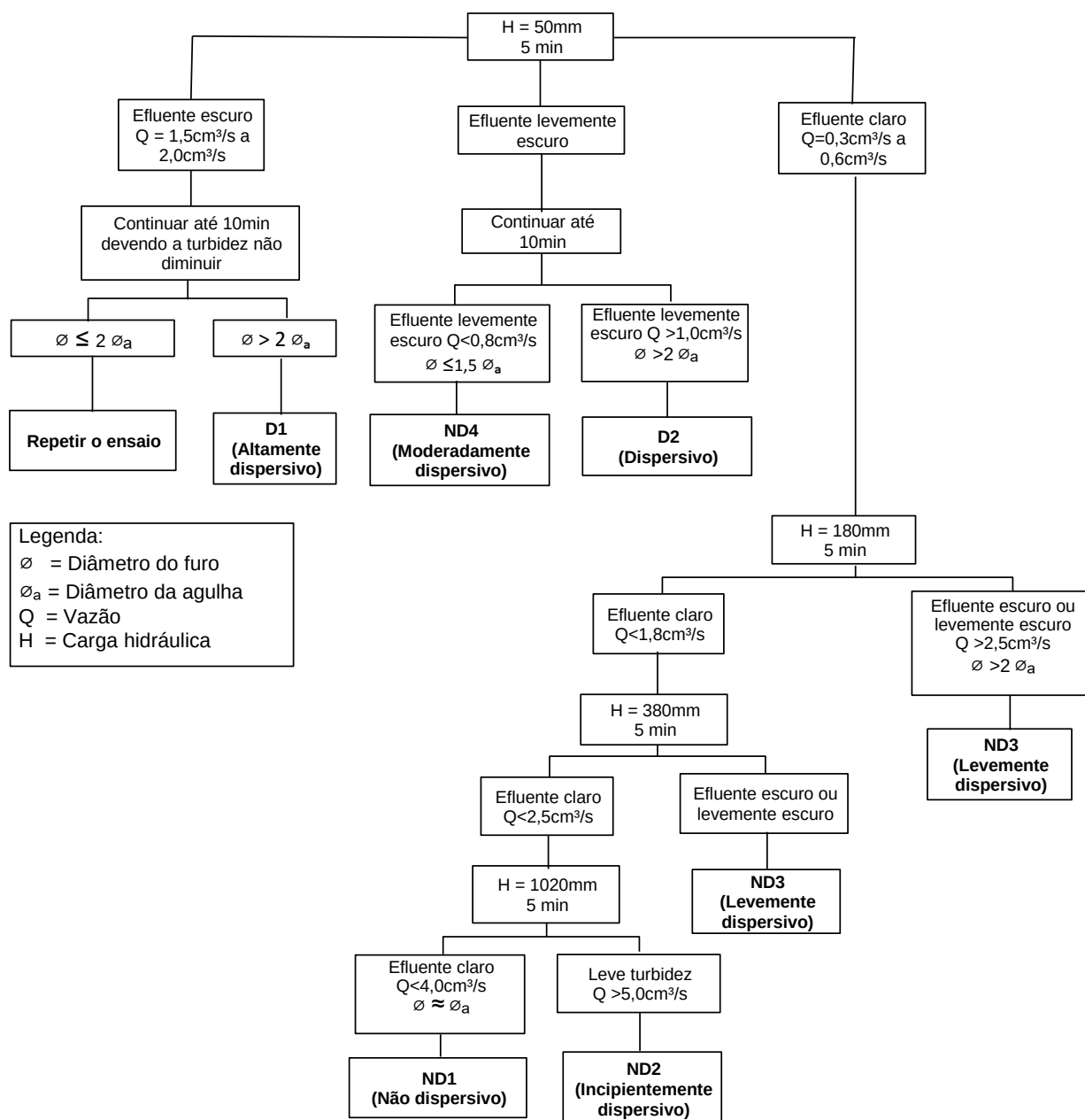
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
5	10,46	42,09	38,34	13,45
529	10,83	35,06	32,21	13,33
657	9,57	41,00	37,52	12,45
Teor de umidade médio (%)				13,08

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		10,54	13,08	10,50	2,13
Diâmetro final (mm)	1,40	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio:	50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio:	Levemente escuro
Vazão ao final do ensaio:	0,7 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio:	1,4 mm
Classificação da amostra:	ND4

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 07/05/2019

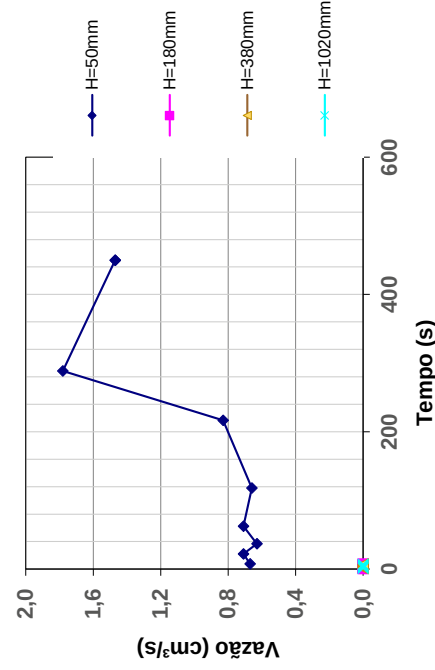
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Paula

ENSAIO ACREDITADO:

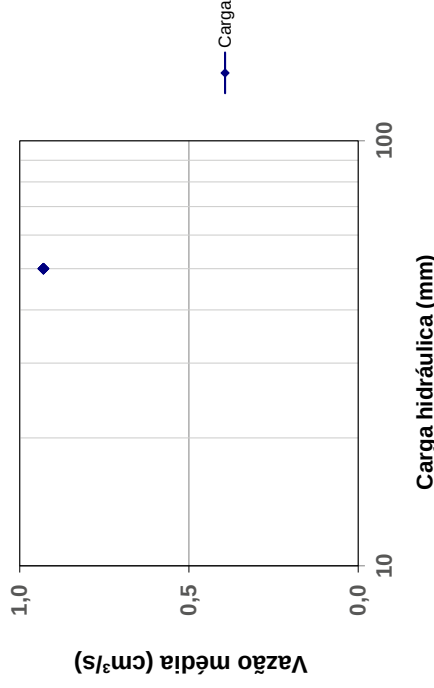
☒ SIM

☐ NÃO



Turbidez do fluxo:

Escuro



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem: 8496

DADOS DA AMOSTRA ENSAIDA

Teor de umidade natural (%) = 11,9 %

Massa esp. seca (g/cm³) = 1,95 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) = 7,05 mm

pH da água do reservatório inicial = 7,02

pH da água percolante final = 6,83

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☐ ND4 - Moderadamente dispersivo

☐ D2 - Dispersivo

☒ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor: Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:07/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:Marcelo/Paula

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s):0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo		Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
	min.	seg.			
50 (5 min)	0	0	10	Levemente escuro	0.7
	0	15			
	0	15	10	Levemente escuro	0.7
	0	29			
	0	29	10	Levemente escuro	0.6
	0	45			
	0	45	25	Levemente escuro	0.7
	1	20	50	Levemente escuro	0.7
	2	36	100	Escuro	0.8
	4	37	41	Escuro	1.8
50 (5 - 10 min)	5	0	440	Escuro	1.5
	10	0			
	10	0			
	0	0	10		
180 (5 min)			10		
			10		
			10		
			25		
			50		
			100		

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:
- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro;
Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada.
Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo.
Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo		Volume de efluente Coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
	min.	seg.			
380 (5 min)	0	0	10		
			10		
			10		
			25		
			50		
			100		
1020 (5 min)	0	0	10		
			10		
			10		
			25		
			50		
			100		

Página 1 - Relatório

Página 2 - Anotações

Página 3 - Teor de umidade

Página 4 - Fluxograma

Página 5 - Verificações e equipamentos

Página 6 - Histórico de revisões



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)
ABNT NBR 14144:1998**

DATA DO ENSAIO: 07/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
402	24,97	100,56	92,90	11,28
415	23,73	87,11	79,90	12,84
570	21,35	110,13	100,85	11,67
Teor de umidade médio (%)				11,93

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

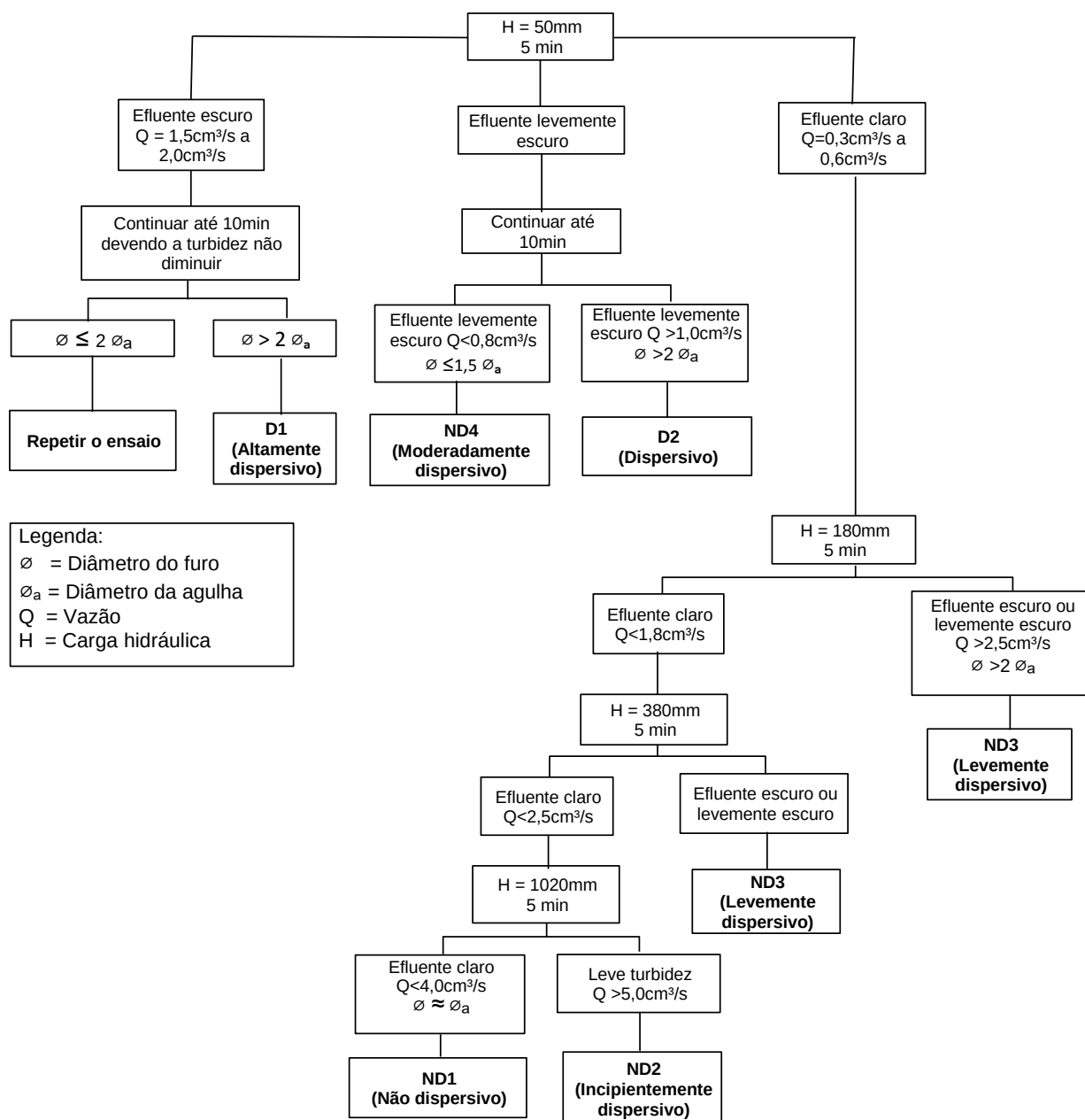
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
5	10,47	40,35	35,73	18,29
55	11,42	30,71	27,76	18,05
529	10,83	36,50	32,62	17,81
Teor de umidade médio (%)				18,05

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		11,93	18,05	11,90	1,95
Diâmetro final (mm)	7,05	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio: 50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio: Escuro
Vazão ao final do ensaio: 0,9 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio: 7,05 mm
Classificação da amostra: D1

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 03/05/2019

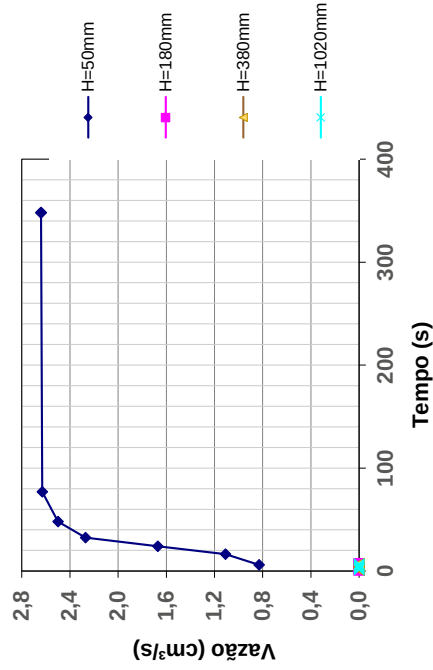
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO ACREDITADO:

☒ SIM

☐ NÃO



Turbidez do fluxo:

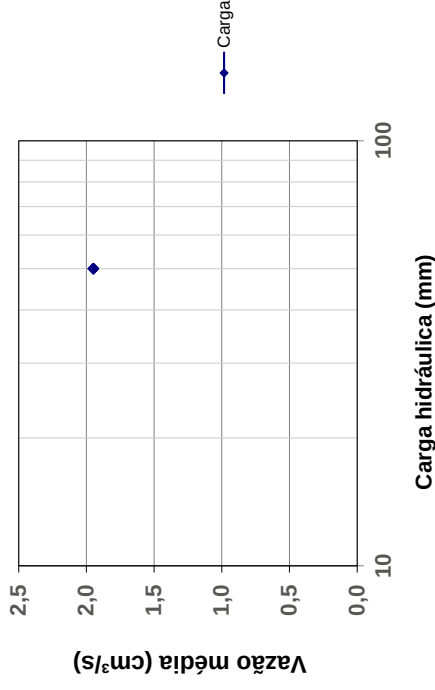
Levemente escuro

H=50mm

H=180mm

H=380mm

H=1020mm



CROQUI DO CORPO DE PROVA ENSAIADO



Identificação da imagem: 2.0059.19 (1)

DADOS DA AMOSTRA ENSAIDA

Teor de umidade natural (%) = 11,3 %

Massa esp. seca (g/cm³) = 1,99 g/cm³

Diâmetro final do furo (mm) = 7,69 mm

pH da água do reservatório inicial = 7,94

pH da água percolante final = 7,28

Obs.: O pH deve estar compreendido entre 5 e 7.

CLASSIFICAÇÃO

☐ ND1 - Não dispersivo

☐ ND2 - Incipientemente dispersivo

☐ ND3 - Levemente dispersivo

☐ ND4 - Moderadamente dispersivo

☒ D2 - Dispersivo

☐ D1 - Altamente dispersivo

Téc. Executor:

Jacke

Eng. Responsável:

Joubert



IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO:03/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:Marcelo/Jacke/Paula

ENSAIO

Tempo de saturação da amostra (s):0

Carga hidráulica: (mm de coluna d'água)	Tempo min. seg.	Volume de efluente coletado (cm³)	Turbidez do efluente*	Vazão (cm³/s)
50 (5 min)	0 0	10	Levemente escuro	0.8
	0 12			
	0 12	10	Levemente escuro	1.1
	0 21			
	0 21	10	Levemente escuro	1.7
	0 27			
	0 27	25	Levemente escuro	2.3
	0 38	50	Levemente escuro	2.5
	0 58	100	Levemente escuro	2.6
	1 36	1330	Levemente escuro	2.6
50 (5 - 10 min)	10 0			
180 (5 min)	0 0	10		
		10		
		10		
		25		
		50		
		100		

Observações:

*Classificação da turbidez do efluente:
- Claro;
- Levemente escuro;
- Escuro;
Na primeira medição (50mm) contar os 5 min a partir do momento em que a amostra estiver saturada.
Na última medição, deixar o tempo continuar até 5 min e medir o volume coletado neste intervalo.
Na carga de 50mm caso o efluente esteja escuro ou levemente escuro, continuar por mais 5 minutos.

Carga hidráulica:
(mm de coluna d'água)

Tempo
min. seg.

Volume de efluente
Coletado (cm³)

Turbidez do efluente*

Vazão (cm³/s)

380
(5 min)

1020
(5 min)

Página 1 - Relatório

Página 2 - Anotações

Página 3 - Teor de umidade

Página 4 - Fluxograma

Página 5 - Verificações e equipamentos

Página 6 - Histórico de revisões

DOC LGE0-026

Rev.: 02

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.

925



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

**IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS ARGILOSOS DISPERSIVOS POR
MEIO DO ENSAIO DO FURO DE AGULHA (PINHOLE TEST)**

ABNT NBR 14144:1998

DATA DO ENSAIO: 03/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Marcelo/Jacke/Paula

VERIFICAÇÃO DO TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA SECA AO AR

Teor de umidade da amostra compactada a ser ensaiada:

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
558	21,07	98,32	90,38	11,46
663	21,88	100,87	92,74	11,47
679	20,29	111,99	102,85	11,07
Teor de umidade médio (%)				11,33

TEOR DE UMIDADE DA AMOSTRA APÓS A COMPACTAÇÃO

Teor de umidade da amostra ensaiada:

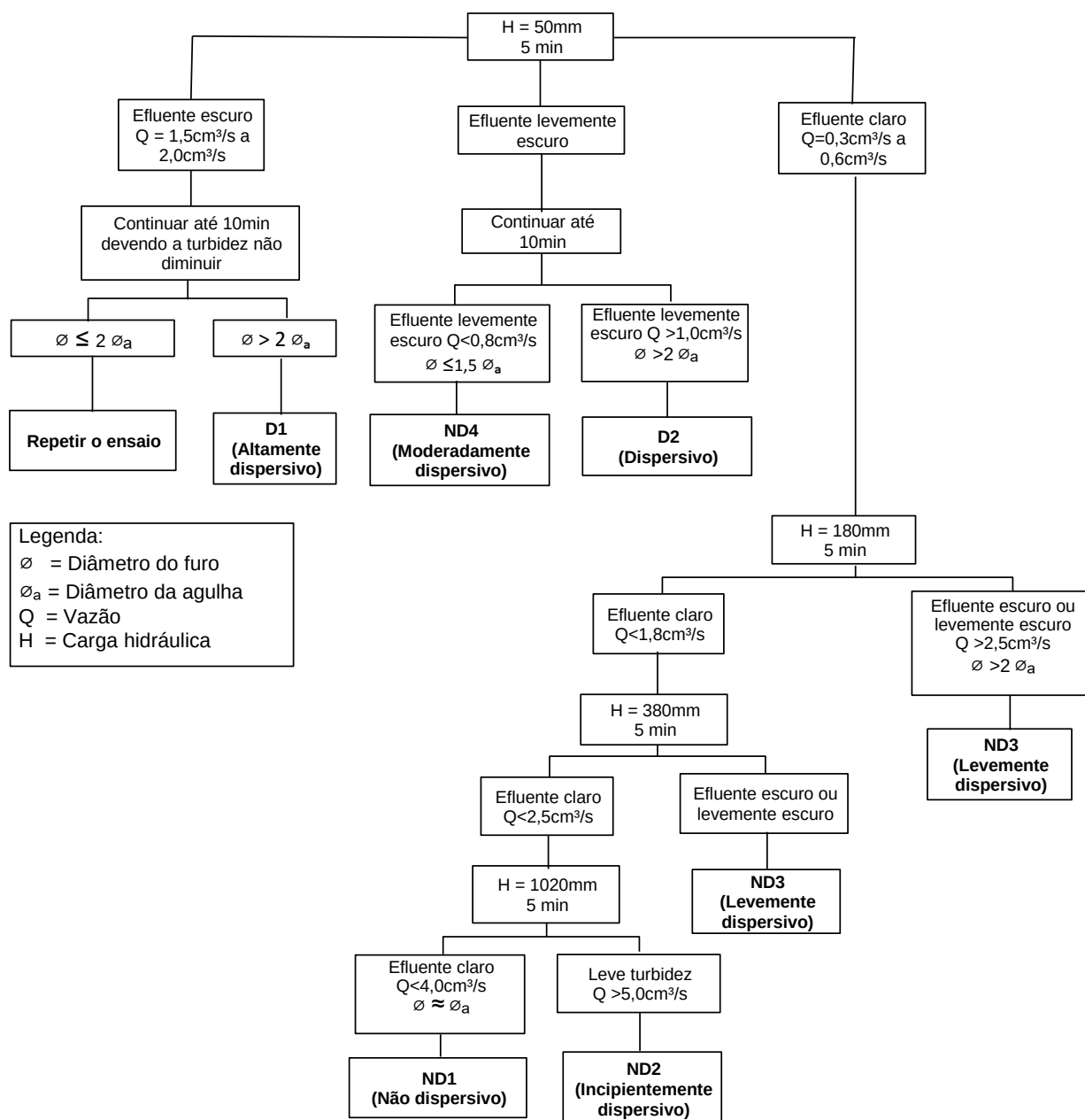
Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
214	9,43	30,06	27,15	16,42
542	10,95	40,27	36,10	16,58
626	10,28	39,88	35,51	17,32
Teor de umidade médio (%)				16,77

CONDIÇÕES DA AMOSTRA ENSAIADA

☐ Amostra indeformada		☒ Amostra remoldada			
Teor de umidade natural (%)	Massa específica seca (g/cm³)	Teor de umidade (%)			Massa específica seca (g/cm³)
		Seca ao ar	Compactada	Natural	
		11,33	16,77	11,30	1,99
Diâmetro final (mm)	7,69	☐ Diâmetro final do furo inalterado			

Carga aplicada ao final do ensaio:	50 mm
Turbidez do efluente ao final do ensaio:	Levemente escuro
Vazão ao final do ensaio:	2 m³/s
Diâmetro do furo ao final do ensaio:	7,69 mm
Classificação da amostra:	D2

FLUXOGRAMA DE SEQUÊNCIA DE ENSAIO



Relatório de ensaios

REL EC 11812 2019

APÊNDICE XI – ENSAIO INDERBITZEN

DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 10/05/2019
ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
DATA DO ENSAIO: 15/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Luccas
NÚMERO DA BALANÇA: BAL-003
NÚMERO DA ESTUFA: EST-002
NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001
TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C
TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada
CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada
PH DA ÁGUA: 6,7

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4557,6	Teor de umidade inicial (%):	12,2%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,19
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,95
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,02	Índice de vazios:	0,55

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
214	9,46	31,44	29,01	12,4%
529	10,85	27,25	25,46	12,3%
561	10,86	28,22	26,37	11,9%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,2%

Observações:	Executador por: Jacke / Luccas
	Conferido por: Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa da porcelana + água (g)	Massa de solo seco (g)
1	39	330,00	399,54	339,56	9,56
5	46	348,54	473,51	389,97	41,43
10	53	319,34	467,79	355,38	36,04
15	55	344,22	439,70	368,10	23,88
20	57	344,80	415,70	355,96	11,16
30					
60					

Altura de água (cm)
2,00
6,00
11,00
16,50
22,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	25	355,39	414,38	355,48	0,09	60	4020,00	6,14	15,70	9,20E-05	5,52E-06
5	27	309,46	481,99	309,76	0,30	300	20100,00	35,01	76,44	4,48E-04	5,38E-06
10	28	314,71	498,10	315,02	0,31	600	40200,00	68,07	104,11	6,10E-04	3,66E-06
15	31	319,98	512,40	320,29	0,31	900	60300,00	97,30	121,18	7,10E-04	2,84E-06
20	34	314,34	512,40	314,61	0,27	1200	80400,00	109,75	120,91	7,09E-04	2,13E-06
30											
60											

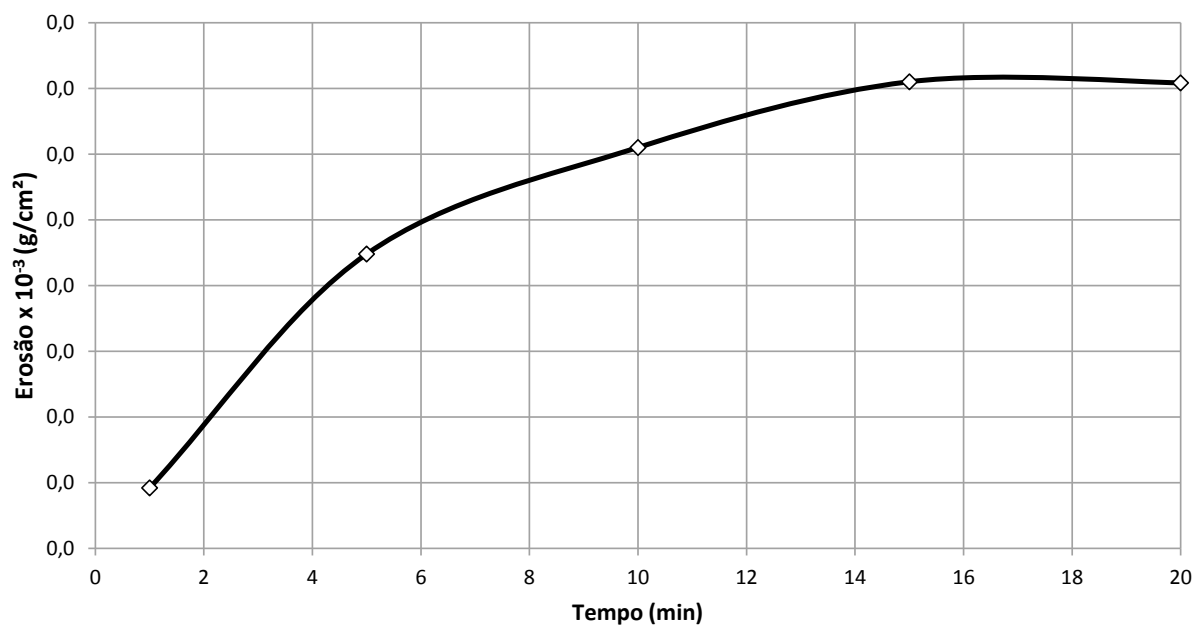
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	80400,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	67

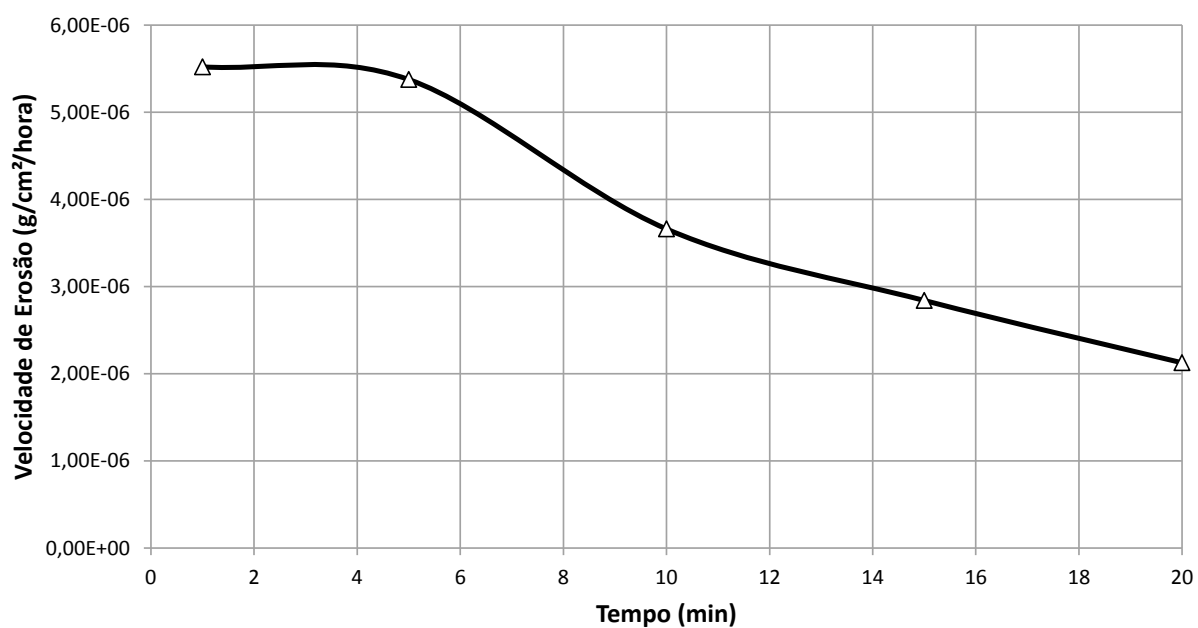
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4335,2
242	11,22	40,48	36,44	16,0%	
246	11,34	43,73	39,08	16,8%	
618	9,99	35,75	32,06	16,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	16,5%	
Observações:					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 21/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 22/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Luccas

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,42

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4493,6	Teor de umidade inicial (%):	12,4%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,15
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,91
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,02	Índice de vazios:	0,58

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
314	21,75	128,19	116,37	12,5%
325	22,21	101,34	92,67	12,3%
411	26,96	112,08	102,61	12,5%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,4%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	26	314,80	582,70	349,90	232,80	35,10
5	27	309,50	702,10	409,40	292,70	99,90
10	39	330,00	568,30	376,30	192,00	46,30
15	40	299,90	485,10	333,40	151,70	33,50
20	46	348,50	525,20	371,20	154,00	22,70
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,00
12,00
17,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	30,9
Largura (cm)	50,5
Compr. (cm)	75
Volume (mL)	117033,75

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	25	355,30	393,90	355,60	0,30	38,30	4080,00	31,96	67,06	0,000392037	2,35222E-05
5	36	353,90	562,80	354,60	0,70	208,20	20400,00	68,59	168,49	0,000985016	1,18202E-05
10	41	308,80	423,90	309,00	0,20	114,90	40800,00	71,02	117,32	0,000685868	4,11521E-06
15	53	319,30	433,50	319,50	0,20	114,00	61200,00	107,37	140,87	0,000823547	3,29419E-06
20	57	344,80	588,40	345,10	0,30	243,30	81600,00	100,62	123,32	0,000720935	2,1628E-06
30											
60											

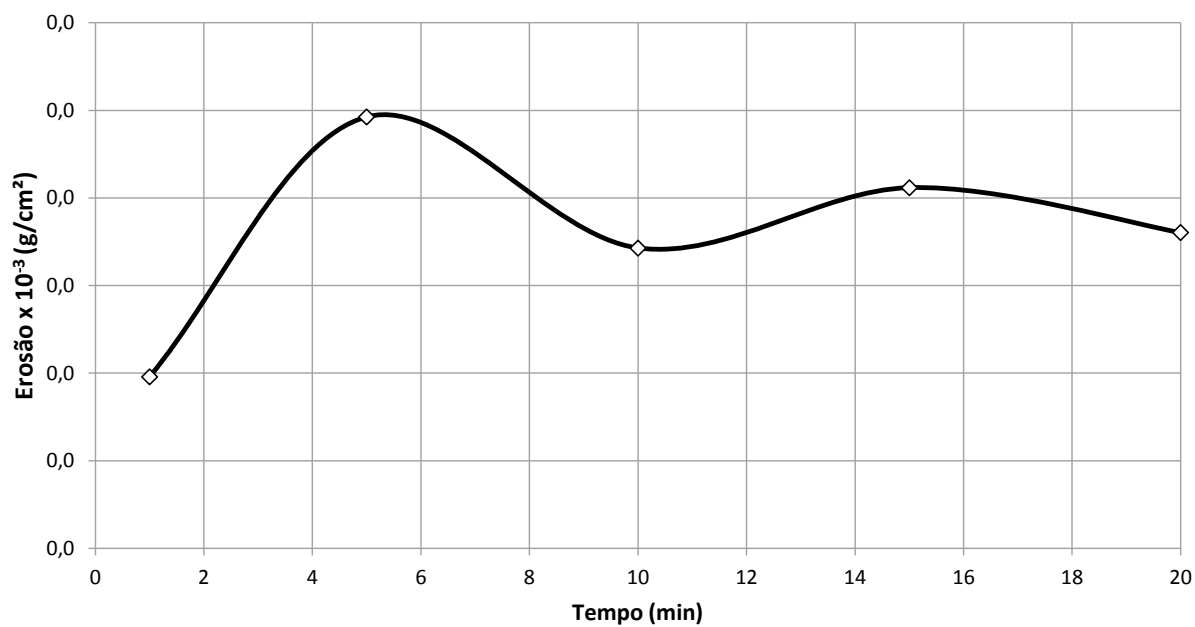
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

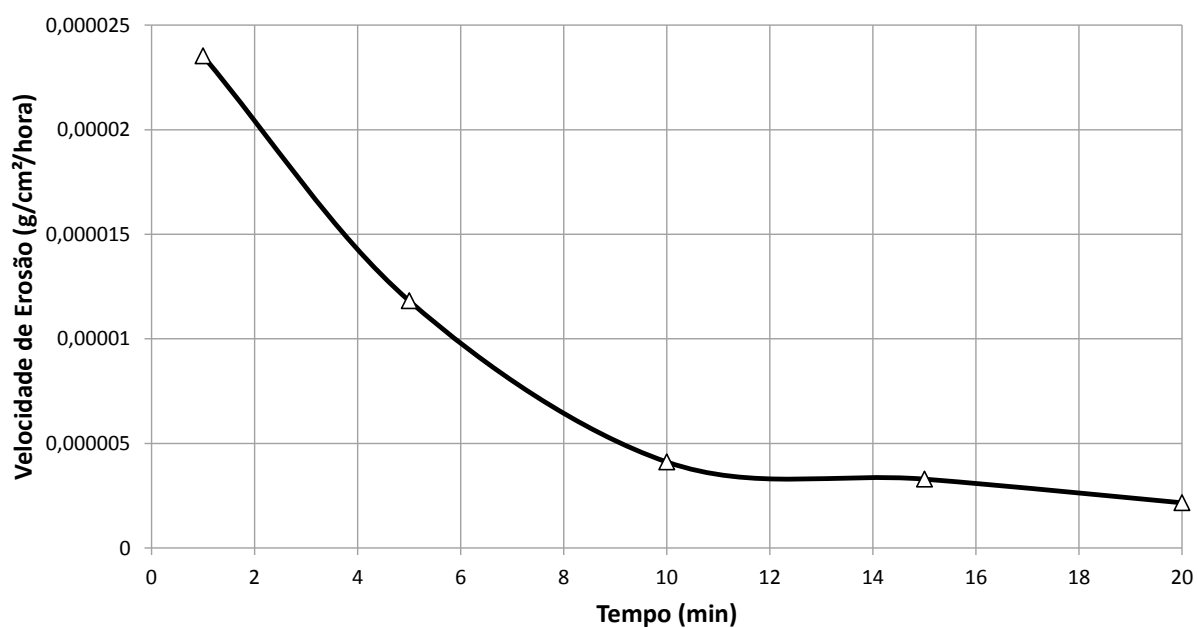
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4084,8
237	20,79	95,84	85,88	15,3%	
248	19,98	87,28	77,06	17,9%	
261	21,02	95,83	85,13	16,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	16,6%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo





DATA DO PREPARO DA AMOSTRA:		01/06/2019
ENSAIO ACREDITADO:	☒ SIM	☐ NÃO
DATA DO ENSAIO:	07/06/2019	
REGISTRO DA AMOSTRA:	2.0052.19 - Seca	
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	Lucas/ Giovana/Jacke	
NÚMERO DA BALANÇA:	BAL-002	
NÚMERO DA ESTUFA:	EST-002	
NÚMERO DO DESSECADOR:	DSS-001	
TEMPERATURA DA ESTUFA:	☒ 105 °C a 110 °	☐ 60 °C a 65 °C
TIPO DE AMOSTRA:	☒ Remoldada	☐ Indeformada
CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA:	☒ Amostra no teor de umidade natural ☐ Amostra no teor de umidade higroscópica ☐ Amostra previamente inundada	
PH DA ÁGUA:	7,58	

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4389,1	Teor de umidade inicial (%):	12,9%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,08
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,84
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,02	Índice de vazios:	0,64

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
201	32,19	136,46	124,67	12,7%
663	21,75	121,89	110,45	12,9%
674	22,14	99,08	90,26	12,9%
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	12,9%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,90	411,20	328,40	82,80	12,50
5	25	355,30	637,20	451,60	185,60	96,30
10	49	304,70	494,80	353,60	141,20	48,90
15	54	358,00	475,00	379,10	95,90	21,10
20	203	308,00	415,90	328,40	87,50	20,40
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
11,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	1	392,90	446,90	393,00	0,10	53,90	60	2040,00	3,78	16,28	9,52044E-05	5,71226E-06
5	5	383,70	520,40	384,30	0,60	136,10	300	10200,00	44,97	141,27	0,000825877	9,91052E-06
10	12	385,50	556,50	385,90	0,40	170,60	600	20400,00	47,83	96,73	0,000565511	3,39307E-06
15	14	375,10	571,90	375,60	0,50	196,30	900	30600,00	77,94	99,04	0,00057902	2,31608E-06
20	15	379,70	586,90	380,00	0,30	206,90	1200	40800,00	59,16	79,56	0,000465119	1,39536E-06
30												
60												

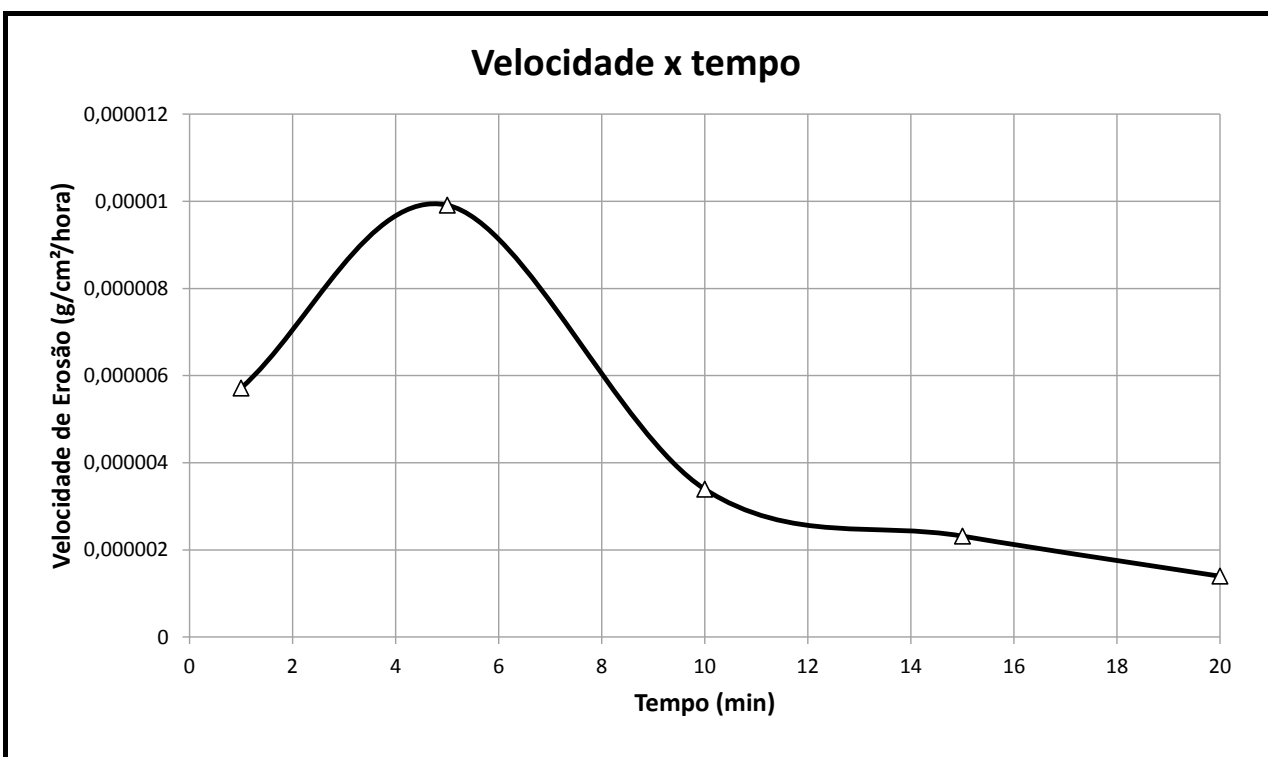
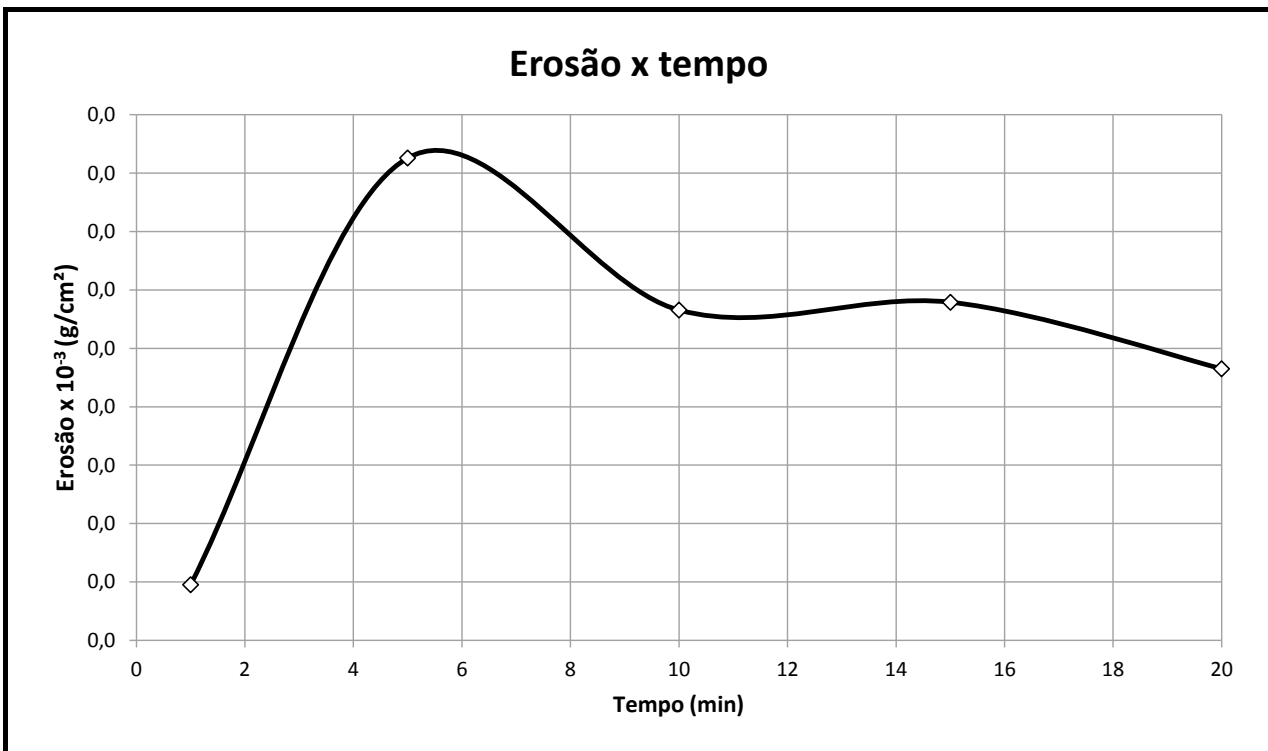
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g)
662	20,81	114,13	102,29	14,5%	4141,4
667	21,07	105,88	94,27	15,9%	
682	20,04	104,55	93,45	15,1%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,2%	
Observações: BAL-002 EST-001 BAL-004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 07/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19 - Úmida

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas/Giovana/Jacke

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,73

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4430,9	Teor de umidade inicial (%):	12,9%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,11
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,87
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,02	Índice de vazios:	0,62

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
201	32,19	136,46	124,67	12,7%
663	21,75	121,89	110,45	12,9%
674	22,14	99,08	90,26	12,9%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,9%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	32	314,80	433,40	336,10	97,30	21,30
5	36	353,90	646,30	472,60	173,70	118,70
10	42	312,50	513,80	388,40	125,40	75,90
15	56	322,50	464,50	357,20	107,30	34,70
20	57	344,80	457,90	369,10	88,80	24,30
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
0,35
6,00
9,00
11,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	4	379,60	458,10	380,00	0,40	60	1980,00	10,14	31,44	0,00018381	1,10286E-05
5	9	382,10	493,30	382,70	0,60	300	9900,00	53,71	172,41	0,001007929	1,20951E-05
10	10	378,70	476,30	379,00	0,30	600	19800,00	61,05	136,95	0,000800629	4,80377E-06
15	11	396,00	498,30	396,30	0,30	900	29700,00	87,35	122,05	0,000713548	2,85419E-06
20	12	394,40	481,40	394,60	0,20	1200	39600,00	91,24	115,54	0,000675496	2,02649E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	39600,00

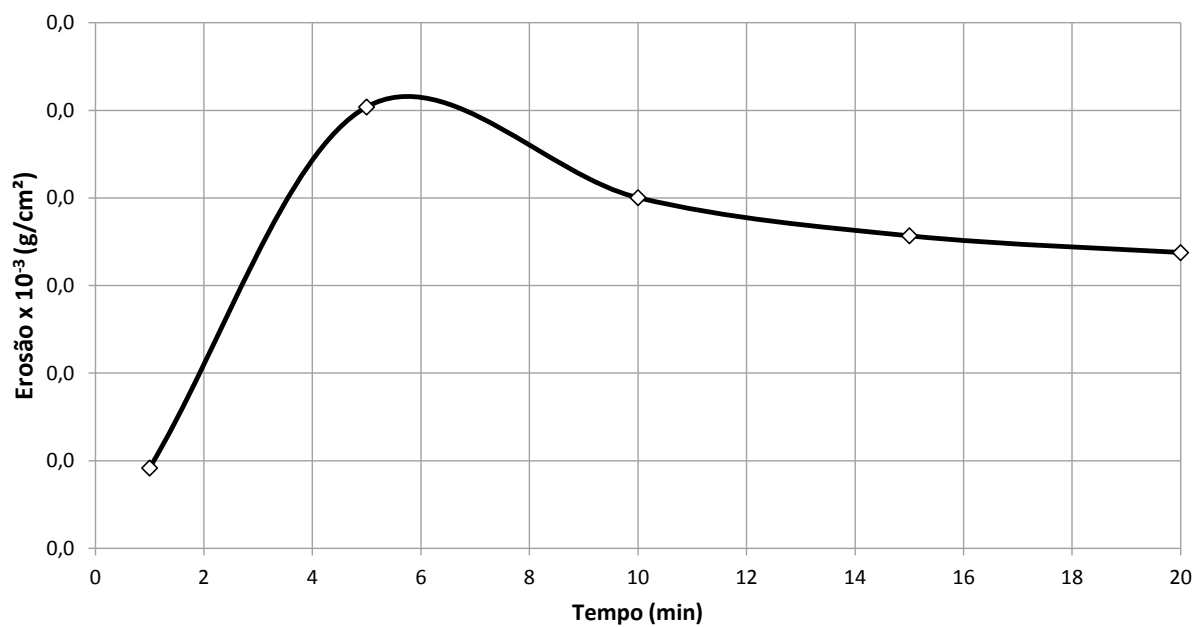
INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	33

Observações:

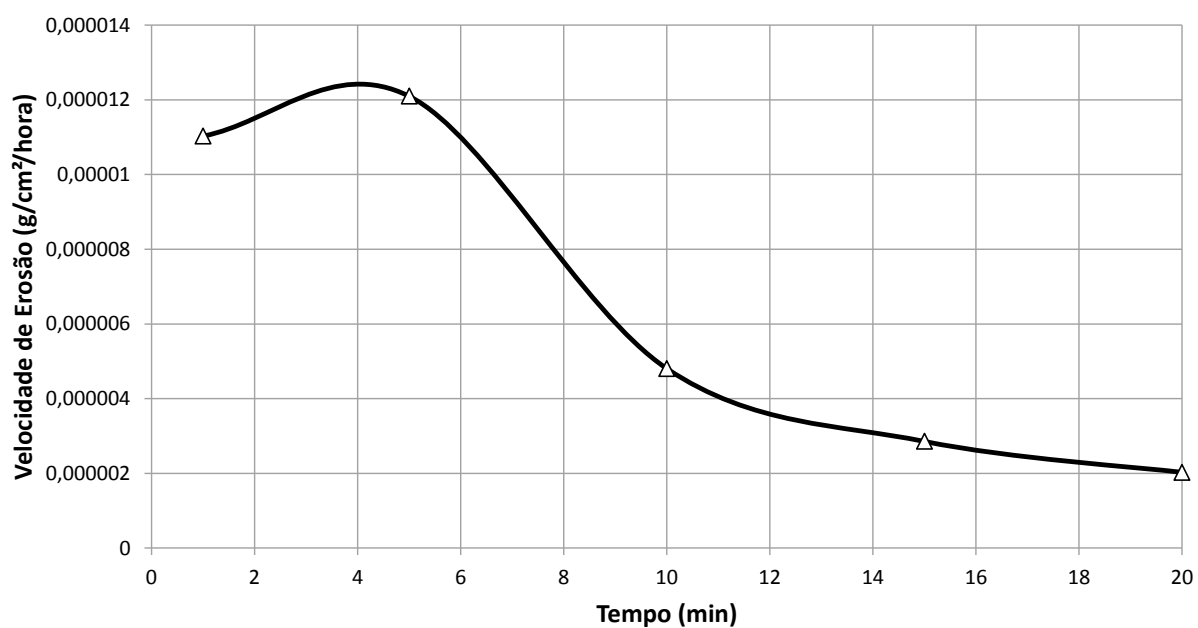
BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3966,5
323	22,21	142,34	124,66	17,3%	
566	21,99	165,36	144,13	17,4%	
568	21,05	145,34	126,19	18,2%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	17,6%	
Observações: BAL-002 EST-001 BAL-004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 29/04/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 07/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 20.052,19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas / Rafael

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☐ 105 °C a 110 ° ☒ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 6,8

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4495,9	Teor de umidade inicial (%):	12,5%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,15
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,91
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,02	Índice de vazios:	0,58

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
201	9,73	28,54	26,33	13,3%
214	9,44	29,46	27,31	12,0%
223	9,85	26,65	24,82	12,2%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,5%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	250	296,21	363,43	301,73	61,70	5,52
5	251	292,28	521,60	353,28	168,32	61,00
10	252	304,79	540,10	388,85	151,25	84,06
15	253	269,70	484,50	322,38	162,12	52,68
20	254	296,36	410,70	325,00	85,70	28,64
30	255	287,94	485,10	335,94	149,16	48,00
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,00
11,00
16,50
22,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)		30,9	
Largura (cm)		50,5	
Compr. (cm)		75	
Volume (mL)		117033,75	

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

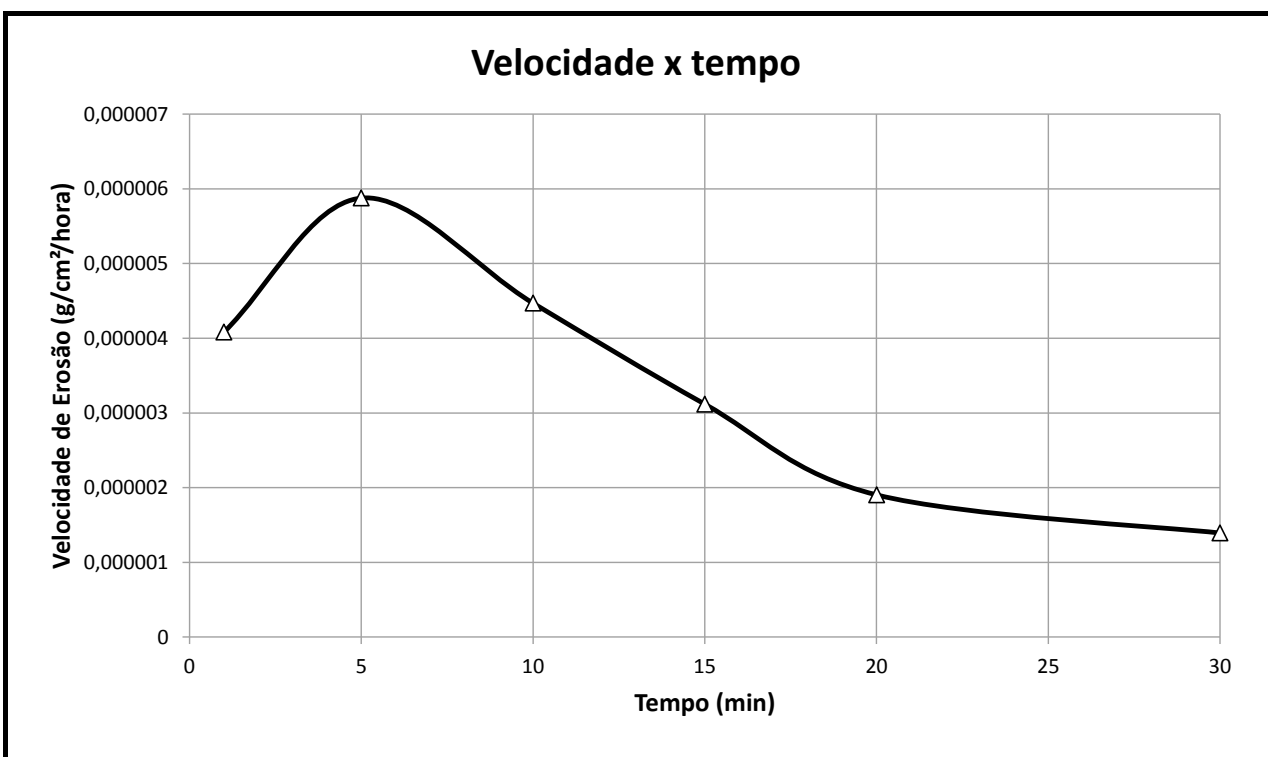
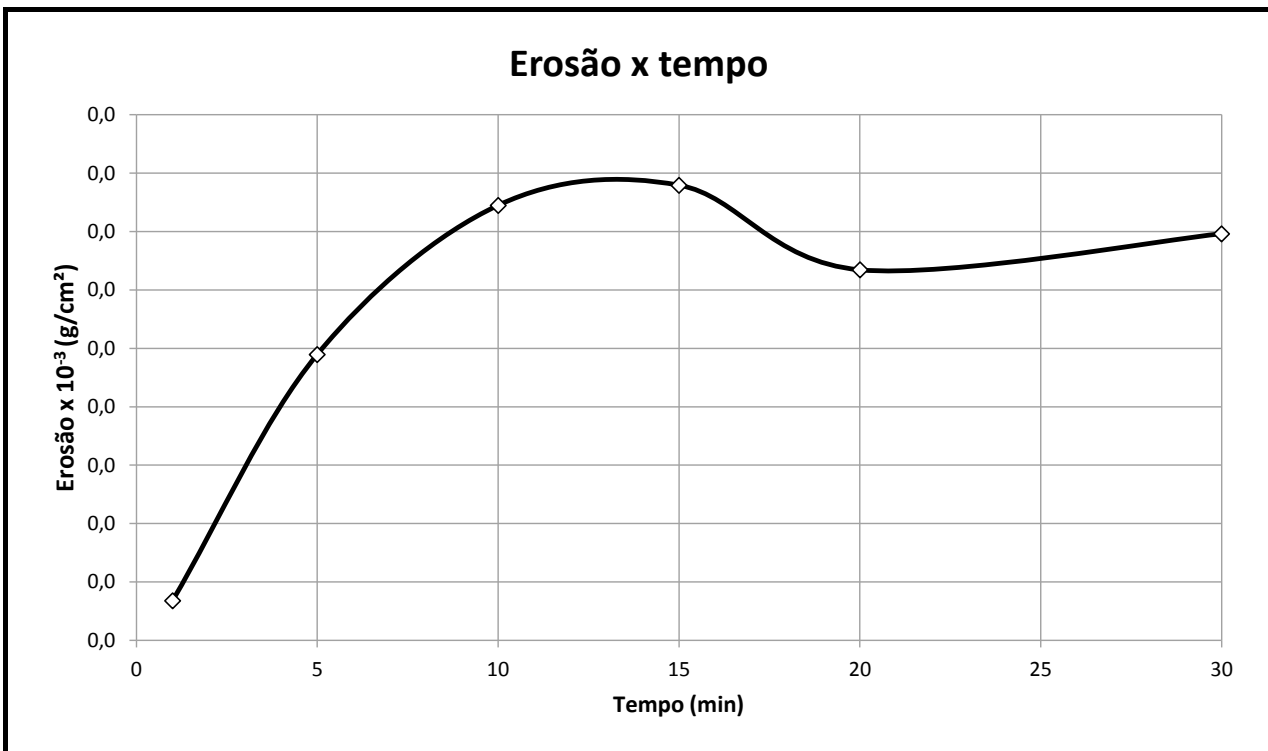
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	3	393,50	463,52	393,60	0,10	69,92	4275,00	6,11	11,63	6,80156E-05	4,08094E-06
5	4	379,75	549,00	379,93	0,18	169,07	21375,00	22,76	83,76	0,00048966	5,87593E-06
10	15	393,45	571,10	393,63	0,18	177,47	42750,00	43,36	127,42	0,000744921	4,46953E-06
15	20	394,34	593,40	394,59	0,25	198,81	64125,00	80,64	133,32	0,000779394	3,11758E-06
20	50	313,08	505,90	313,26	0,18	192,64	85500,00	79,89	108,53	0,000634489	1,90347E-06
30	51	294,62	475,10	294,72	0,10	180,38	128250,00	71,10	119,10	0,000696284	1,39257E-06
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	128250,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	31,00	VAZÃO (mL/s)	71,25

Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4037,9
620	9,22	53,17	46,58	17,6%	
640	10,15	52,67	46,33	17,5%	
650	10	56,17	49,04	18,3%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	17,8%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: _____

ENSAIO ACREDITADO: _____

☒ SIM☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 17/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 °☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: _____

☒ Remoldada☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: _____

☒ Amostra no teor de umidade natural☐ Amostra no teor de umidade higroscópica☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: _____

7,38

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	548,25	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4478,1	Teor de umidade inicial (%):	12,4%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,88
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	2,56
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,1	Índice de vazios:	0,21

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
675	21,05	110,05	100,3	12,3%
680	21,34	110,04	100,28	12,4%
683	22,15	114,97	104,69	12,5%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,4%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	3	393,52	543,40	431,31	112,09	37,79
5	5	383,72	651,10	478,51	172,59	94,79
10	10	378,61	477,70	402,20	75,50	23,59
15	14	375,04	455,46	387,42	68,04	12,38
20	15	379,70	476,40	394,50	81,90	14,80
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,00
12,00
17,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	17	389,63	453,80	389,97	0,34	63,83	60	4080,00	21,73	59,52	0,000347983	2,0879E-05
5	21	394,30	503,80	394,70	0,40	109,10	300	20400,00	74,79	169,58	0,000991423	1,18971E-05
10	36	353,90	519,90	354,33	0,43	165,57	600	40800,00	105,96	129,55	0,000757384	4,54431E-06
15	49	304,60	507,60	305,04	0,44	202,56	900	61200,00	132,94	145,32	0,000849562	3,39825E-06
20	205	342,64	547,60	342,98	0,34	204,62	1200	81600,00	135,59	150,39	0,0008792	2,6376E-06
30												
60												

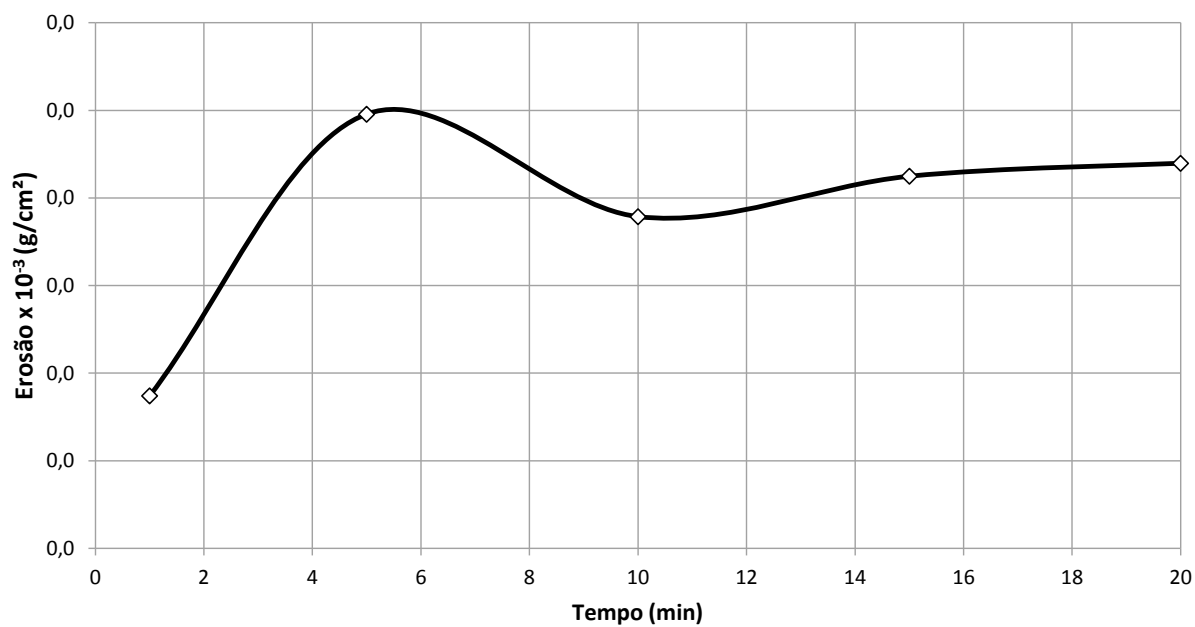
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	68

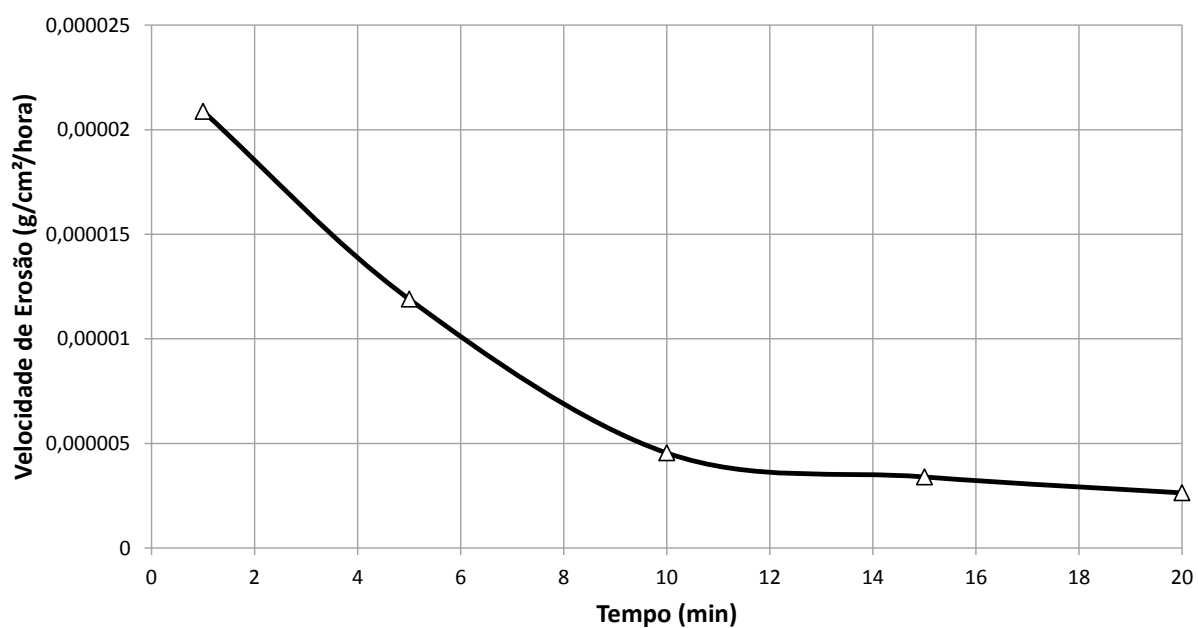
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4202,9
205	32,38	115,47	102,43	18,6%	
306	26,06	111,54	98,2	18,5%	
311	22,24	100,47	88,16	18,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	18,6%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 16/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 17/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,37

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	<u>ANE- 003</u>	Área do anel (cm²):	<u>170,64</u>
Massa do anel (g):	<u>1568,85</u>	Volume do anel (cm³):	<u>1367,69</u>
Massa do anel + solo (g):	<u>4486,1</u>	Teor de umidade inicial (%):	<u>12,4%</u>
Diâmetro do anel (cm):	<u>14,74</u>	Massa específica natural (g/cm³):	<u>2,13</u>
Altura do anel (cm):	<u>8,02</u>	Massa específica seca (g/cm³):	<u>1,90</u>
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	<u>3,1</u>	Índice de vazios:	<u>0,63</u>

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
675	21,05	110,05	100,3	12,3%
680	21,34	110,04	100,28	12,4%
683	22,15	114,97	104,69	12,5%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,4%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	2	396,50	562,60	438,24	124,36	41,74
5	4	379,60	689,80	510,20	179,60	130,60
10	12	385,40	525,40	420,30	105,10	34,90
15	23	315,90	388,60	326,80	61,80	10,90
20	26	314,70	374,30	325,70	48,60	11,00
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)		30,9	
Largura (cm)		50,5	
Compr. (cm)		75	
Volume (mL)		117033,75	

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	32	314,80	411,60	315,40	0,60	60	4080,00	25,45	67,19	0,000393732	2,36239E-05
5	38	329,30	560,50	330,20	0,90	300	20400,00	79,72	210,32	0,001232537	1,47904E-05
10	41	308,70	503,00	309,30	0,60	600	40800,00	126,38	161,28	0,000945145	5,67087E-06
15	50	313,00	500,00	313,50	0,50	900	61200,00	164,08	174,98	0,001025395	4,10158E-06
20	202	336,80	549,20	337,30	0,50	1200	81600,00	192,54	203,54	0,001192814	3,57844E-06
30											
60											

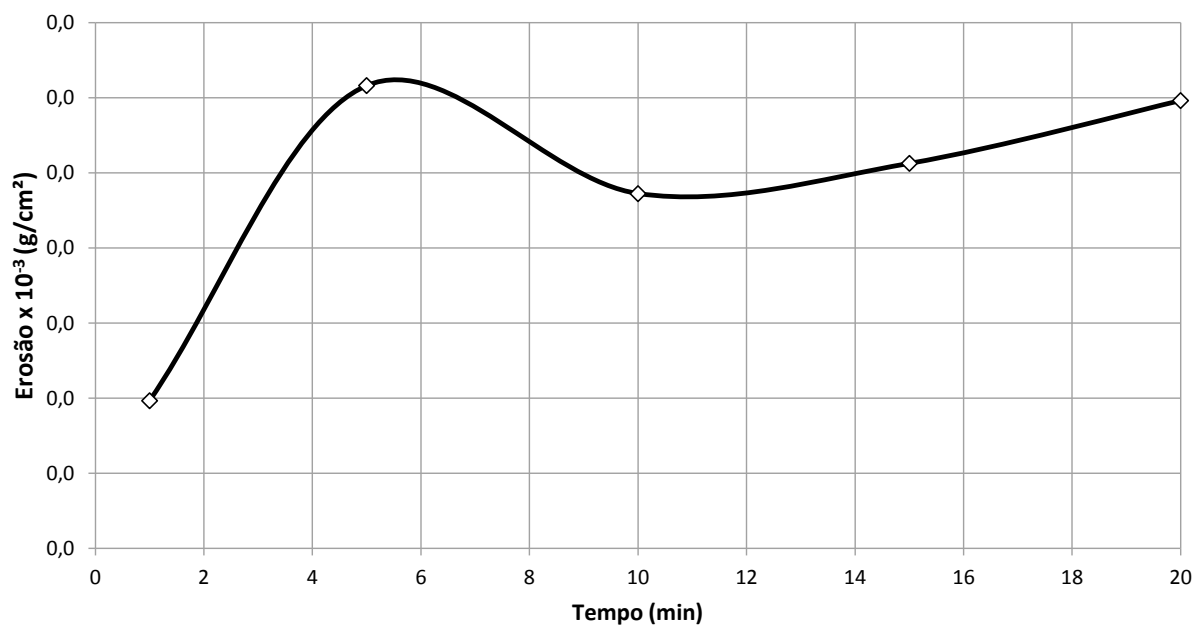
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

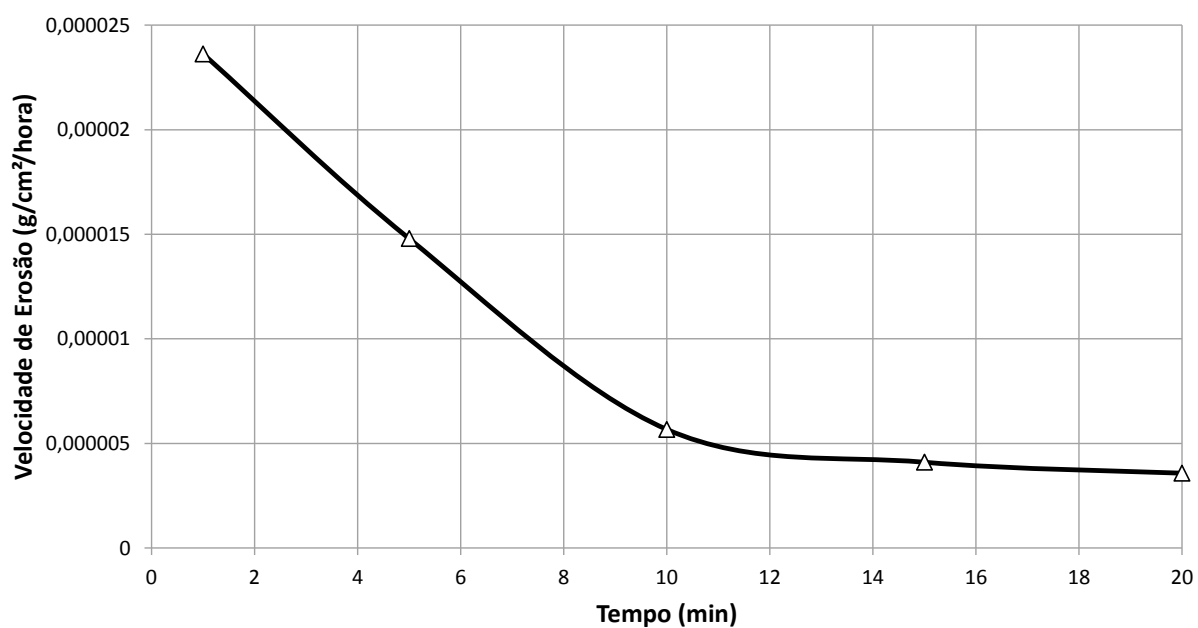
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4199,8
200	21,49	121,39	106,18	18,0%	
325	14,08	104,35	90,55	18,0%	
328	13,57	99,98	86,48	18,5%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	18,2%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 07/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,62

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	<u>ANE- 003</u>	Área do anel (cm²):	<u>170,64</u>
Massa do anel (g):	<u>1568,85</u>	Volume do anel (cm³):	<u>1367,69</u>
Massa do anel + solo (g):	<u>4381,6</u>	Teor de umidade inicial (%):	<u>12,3%</u>
Diâmetro do anel (cm):	<u>14,74</u>	Massa específica natural (g/cm³):	<u>2,06</u>
Altura do anel (cm):	<u>8,02</u>	Massa específica seca (g/cm³):	<u>1,83</u>
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	<u>3,1</u>	Índice de vazios:	<u>0,69</u>

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
576	21,53	132,37	120,25	12,3%
587	27,31	120,65	110,37	12,4%
588	26,29	123,67	113	12,3%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,3%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	27	309,40	460,90	345,80	115,10	36,40
5	30	315,90	676,70	468,30	208,40	152,40
10	38	329,30	580,30	418,50	161,80	89,20
15	50	313,00	490,70	360,70	130,00	47,70
20	204	314,50	484,20	355,40	128,80	40,90
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
11,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	3	393,40	451,60	393,90	0,50	57,70	2040,00	17,68	54,08	0,000316908	1,90145E-05
5	7	387,60	509,10	388,80	1,20	120,30	10200,00	101,75	254,15	0,001489354	1,78722E-05
10	13	385,70	469,60	386,10	0,40	83,50	20400,00	97,72	186,92	0,001095422	6,57253E-06
15	17	389,70	473,50	390,10	0,40	83,40	30600,00	146,76	194,46	0,001139597	4,55839E-06
20	206	393,40	516,20	393,80	0,40	122,40	40800,00	133,33	174,23	0,001021049	3,06315E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

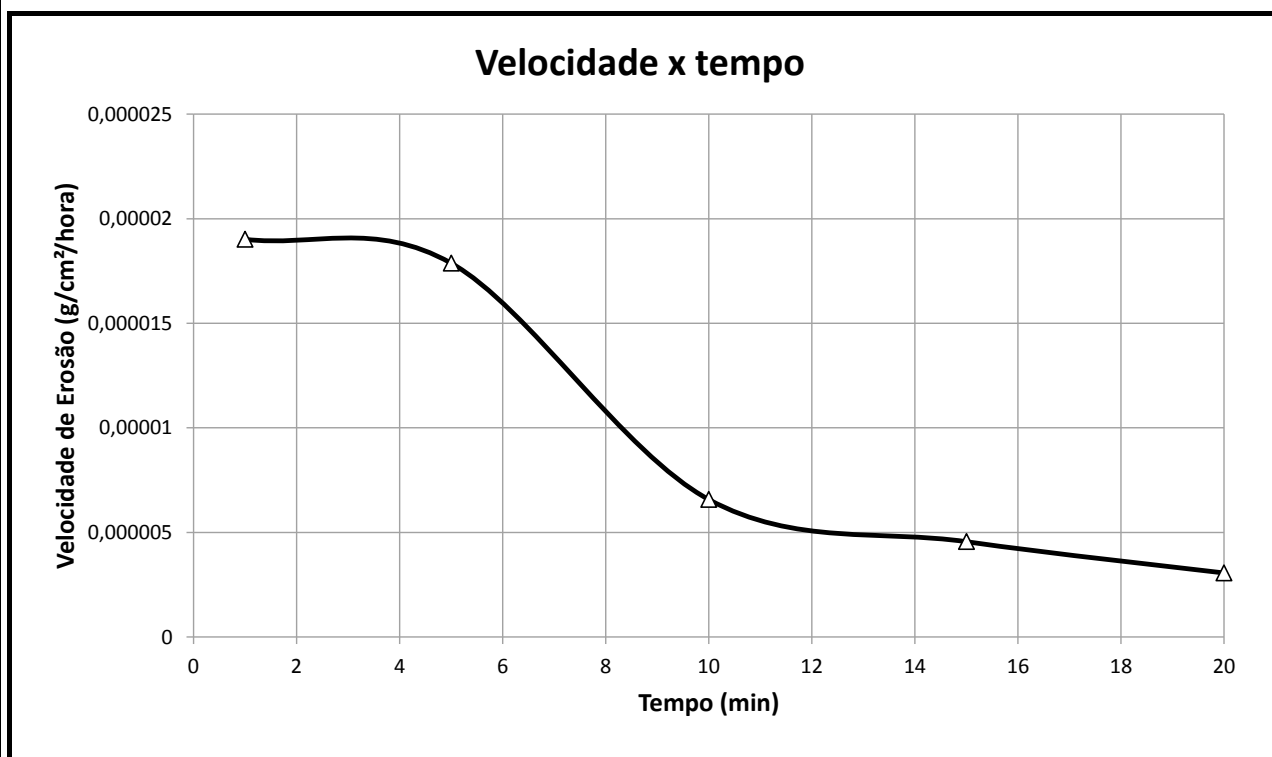
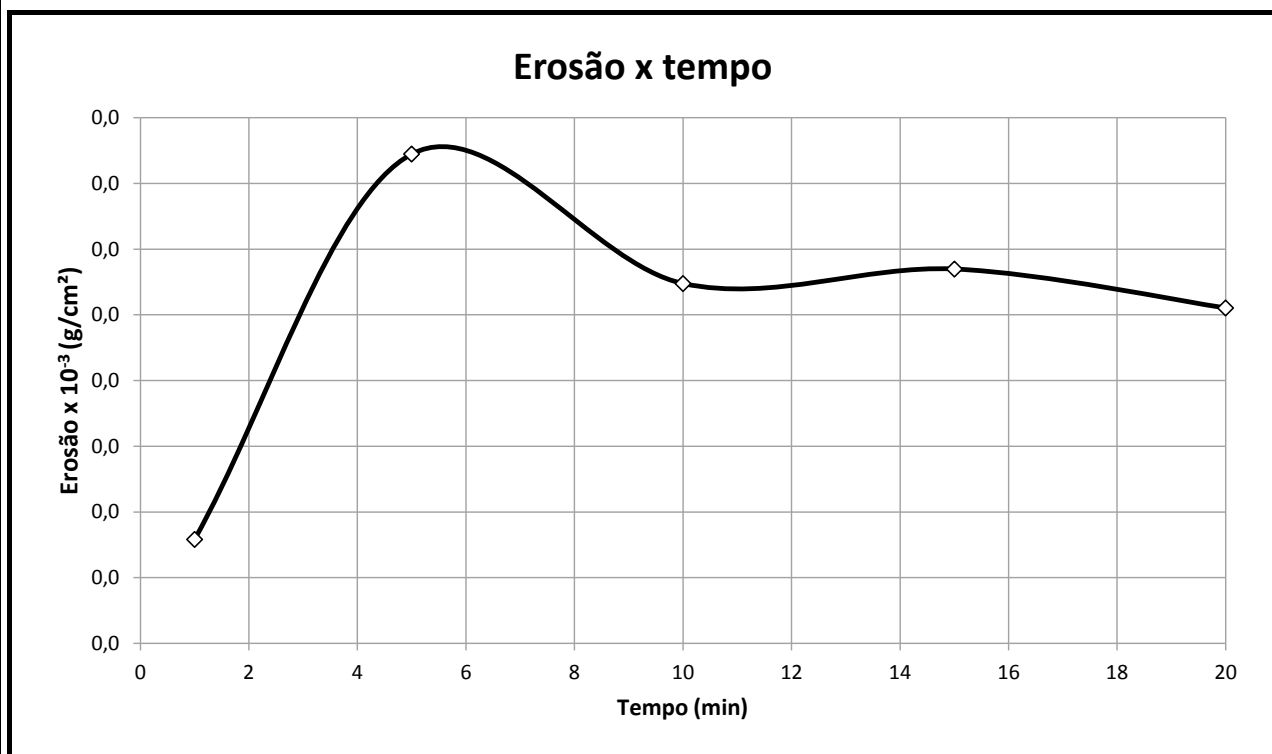
Observações:



Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
314	21,76	148,73	128,82	18,6%
570	21,33	148,3	127,91	19,1%
683	22,15	148,37	127,3	20,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				19,3%

MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO)
(g)
3813,4

DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 07/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19 - Úmida

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,7

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4506,9	Teor de umidade inicial (%):	12,3%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,15
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,91
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,1	Índice de vazios:	0,62

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
576	21,53	132,37	120,25	12,3%
587	27,31	120,65	110,37	12,4%
588	26,29	123,67	113	12,3%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,3%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	30	315,90	448,30	342,80	105,50	26,90
5	38	329,30	693,00	465,20	227,80	135,90
10	49	304,60	580,00	410,10	169,90	105,50
15	50	313,10	481,30	364,40	116,90	51,30
20	203	308,00	482,00	342,00	140,00	34,00
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,00
6,00
9,00
11,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)	39,5		
Largura (cm)	51		
Compr. (cm)	69		
Volume (mL)	139000,5		

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	1	392,90	456,00	393,10	0,20	60	1980,00	6,30	33,20	0,000194535	1,16721E-05
5	3	393,50	502,40	394,20	0,70	300	9900,00	64,05	199,95	0,001171743	1,40609E-05
10	7	387,60	534,40	388,30	0,70	600	19800,00	94,87	200,37	0,001174195	7,04517E-06
15	14	375,10	482,60	375,60	0,50	900	29700,00	138,79	190,09	0,001113943	4,45577E-06
20	17	389,70	506,50	390,10	0,40	1200	39600,00	136,08	170,08	0,000996724	2,99017E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	39600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	33

Observações:

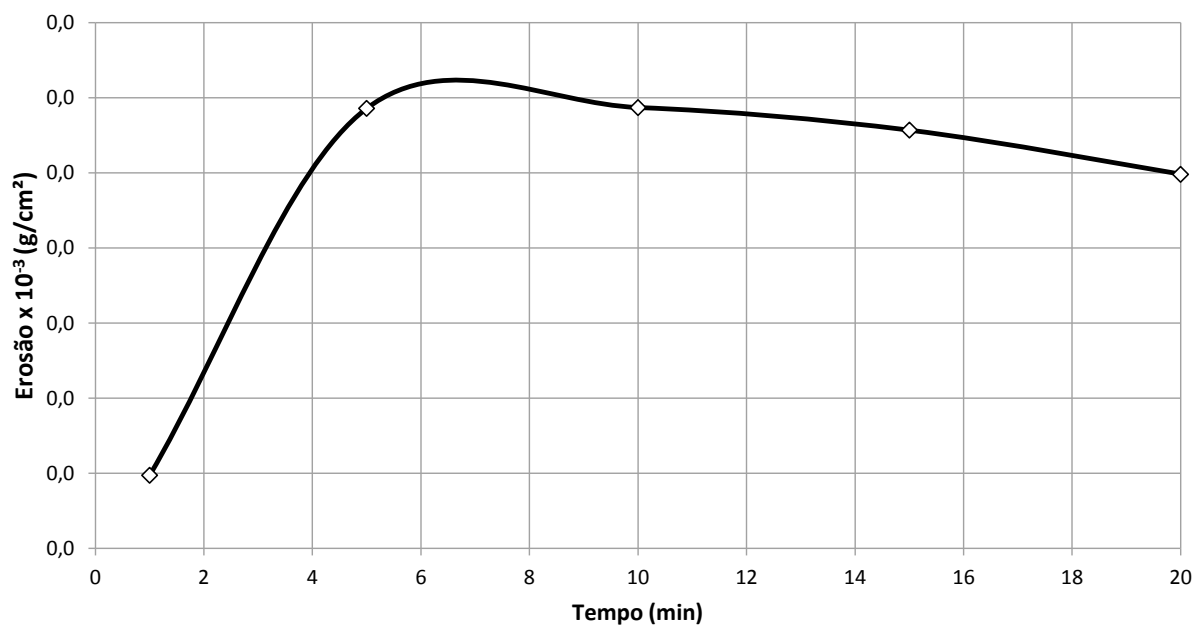


Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
207	32,69	163,74	143,32	18,5%
209	34,91	182,1	158,87	18,7%
309	22,84	157,8	136,05	19,2%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				18,8%

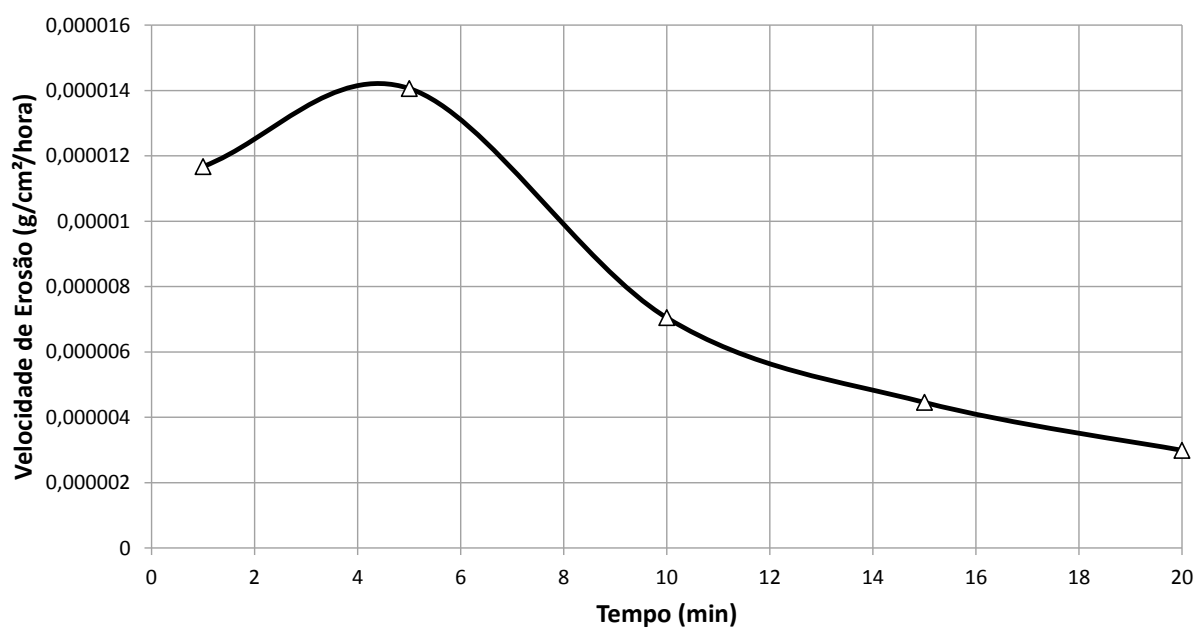
MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO)
(g)
3920,9

DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 13/05/2019
 ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
 DATA DO ENSAIO: 14/05/2019
 REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19
 RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/Luccas
 NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003
 NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002
 NÚMERO DO DESSECADOR: DSS -001
 TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C
 TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada
 CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada
 PH DA ÁGUA: 7,37

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4568,7	Teor de umidade inicial (%):	12,2%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,19
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,95
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,1	Índice de vazios:	0,59

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
577	22,84	85,46	78,72	12,1%
579	22,32	96,07	88	12,3%
588	26,23	93,91	86,5	12,3%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,2%

Observações:
Executador por:

Jacke

Conferido por:

Luccas

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	41	308,80	425,84	313,42	112,42	4,62
5	42	312,40	711,00	393,42	317,58	81,02
10	56	322,50	636,50	393,96	242,54	71,46
15	202	336,90	635,80	400,99	234,81	64,09
20	203	308,00	524,90	346,76	178,14	38,76
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,00
11,00
19,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)		30,9	
Largura (cm)		50,5	
Compr. (cm)		75	
Volume (mL)		117033,75	

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	22	318,40	378,67	318,40	0,00	60	4080,00	0,00	4,62	2,70743E-05	1,62446E-06
5	23	316,00	575,80	316,45	0,45	300	20400,00	35,40	116,42	0,000682226	8,18672E-06
10	26	315,00	484,96	315,10	0,10	600	40800,00	24,02	95,48	0,000559534	3,3572E-06
15	32	314,90	548,20	315,13	0,23	900	61200,00	60,39	124,48	0,000729505	2,91802E-06
20	37	342,70	527,10	342,82	0,12	1200	81600,00	53,14	91,90	0,000538535	1,61561E-06
30											
60											

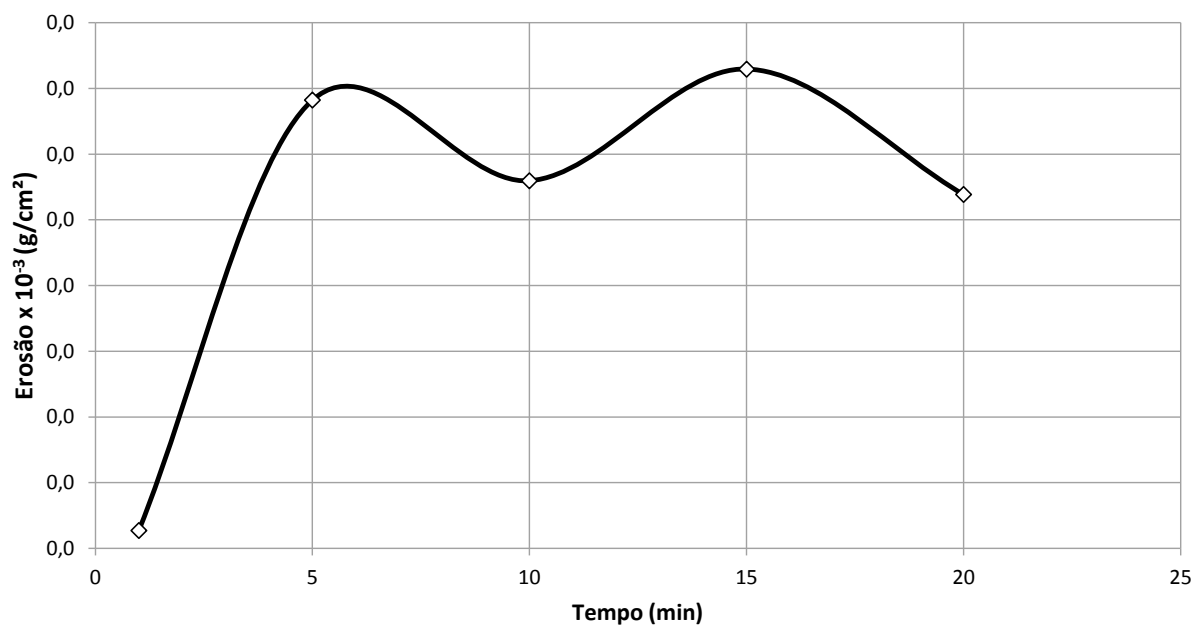
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	68

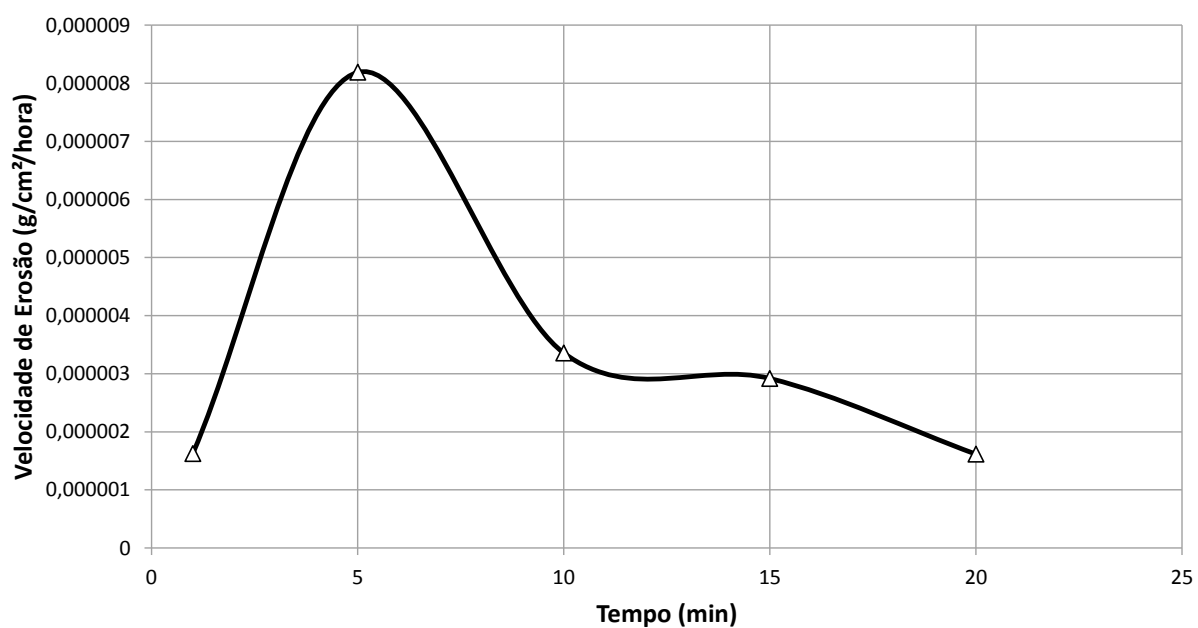
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g)
237	20,76	50,62	46,16	17,6%	4092,4
248	19,95	72,35	64,59	17,4%	
576	21,52	69,43	61,61	19,5%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	18,1%	
Observações:					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 03/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 14/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas / Jacke

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4704,9	Teor de umidade inicial (%):	8,1%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,32
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	2,15
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,06	Índice de vazios:	0,42

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
15	10,64	24,18	23,19	7,9%
30	11,32	32,53	30,87	8,5%
92	11,01	26,25	25,12	8,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				8,1%

Observações:	Executador por: Jacke
	Conferido por: Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	2	396,60	480,00	409,81	70,19	13,21
5	5	383,70	575,10	439,11	135,99	55,41
10	6	402,30	609,30	459,17	150,13	56,87
15	7	387,70	525,20	421,89	103,31	34,19
20	8	369,60	487,50	396,75	90,75	27,15
30						
60						

Altura de água (cm)
2,50
5,00
10,00
15,00
21,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

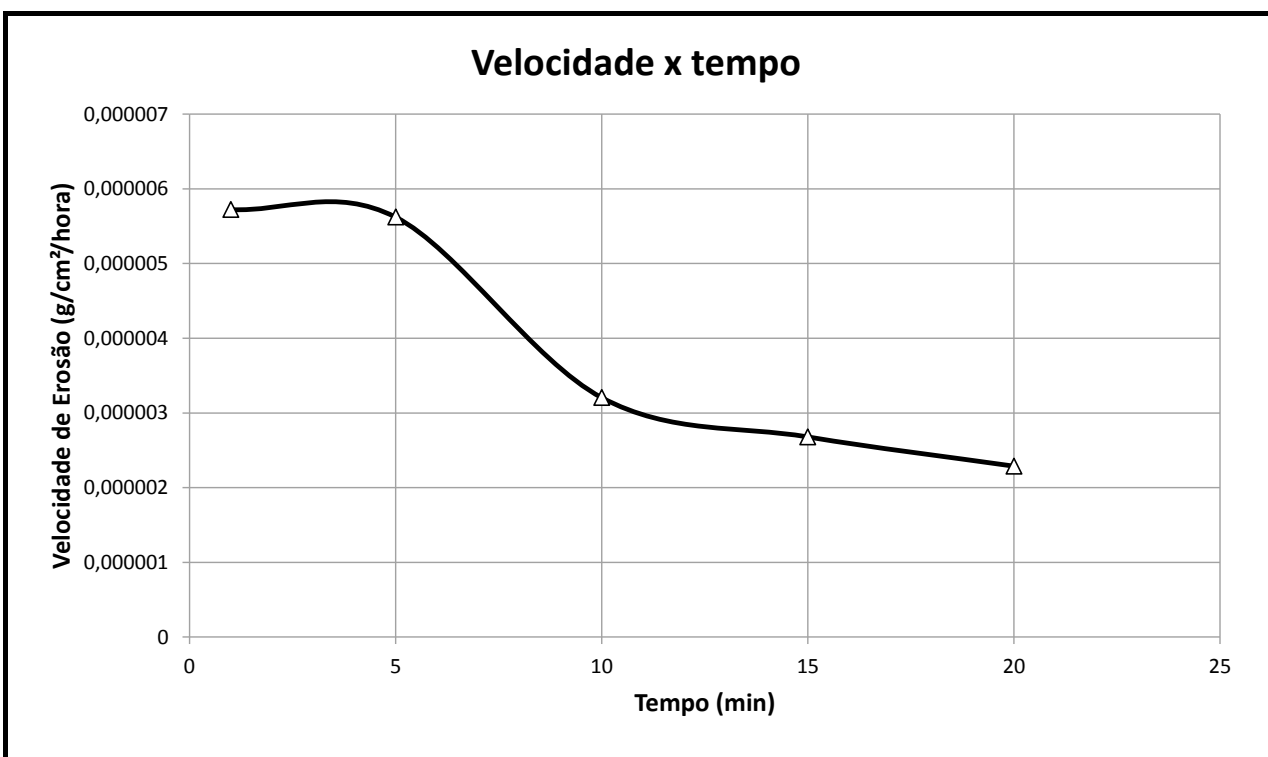
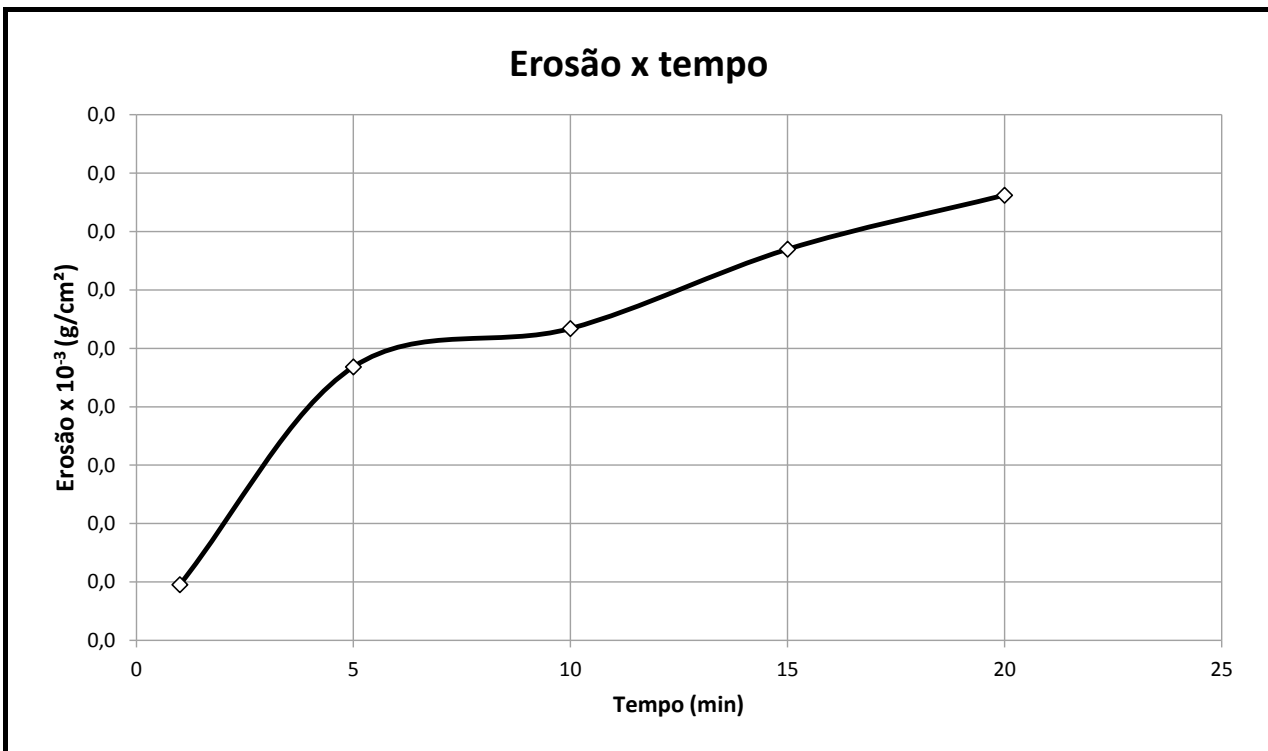
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	9	382,00	460,20	382,06	0,06	60	3960,00	3,04	16,25	9,53623E-05	5,72174E-06
5	10	378,80	516,90	378,97	0,17	300	19800,00	24,40	79,81	0,000468362	5,62035E-06
10	11	396,00	593,40	396,17	0,17	600	39600,00	34,13	91,00	0,000534022	3,20413E-06
15	12	385,50	601,30	385,79	0,29	900	59400,00	79,93	114,12	0,000669686	2,67875E-06
20	13	385,80	571,00	386,04	0,24	1200	79200,00	102,77	129,92	0,000762385	2,28716E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	79200,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	66

Observações:

		ENSAIO DE EROSÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g)
315	22,04	74,52	67,68	15,0%	4431,7
569	22,8	68,23	63,43	11,8%	
669	21,28	72,94	66,5	14,2%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	13,7%	
Observações:					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 17/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 22/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,5

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4685,7	Teor de umidade inicial (%):	9,1%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,31
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	2,12
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,06	Índice de vazios:	0,44

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
676	21,58	131,35	122,02	9,3%
679	20,28	119,78	111,57	9,0%
691	21,31	124,28	115,84	8,9%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				9,1%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	14	375,00	500,30	411,70	88,60	36,70
5	15	379,57	677,00	485,90	191,10	106,33
10	32	314,65	595,00	414,90	180,10	100,25
15	204	314,44	518,60	361,40	157,20	46,96
20	206	393,30	520,30	422,30	98,00	29,00
30						
60						

Altura de água (cm)
2,50
6,50
12,50
17,50
23,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39
Largura (cm)	68
Compr. (cm)	50
Volume (mL)	132600

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	10	378,55	503,40	379,10	0,55	124,30	4080,00	18,05	54,75	0,000321302	1,92781E-05
5	28	314,65	473,30	315,20	0,55	158,10	20400,00	70,97	177,30	0,001040418	1,2485E-05
10	34	314,31	449,60	314,80	0,49	134,80	40800,00	148,31	248,56	0,001458591	8,75154E-06
15	38	329,32	505,20	329,90	0,58	175,30	61200,00	202,49	249,45	0,001463805	5,85522E-06
20	56	322,49	493,00	323,00	0,51	170,00	81600,00	244,80	273,80	0,001606712	4,82014E-06
30											
60											

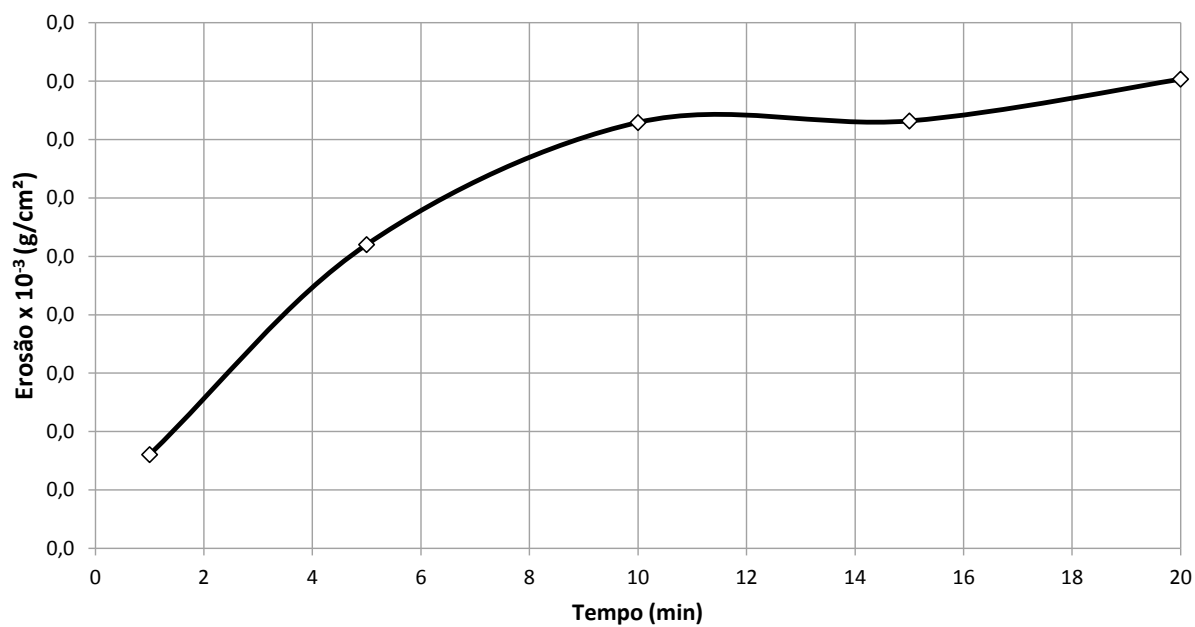
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

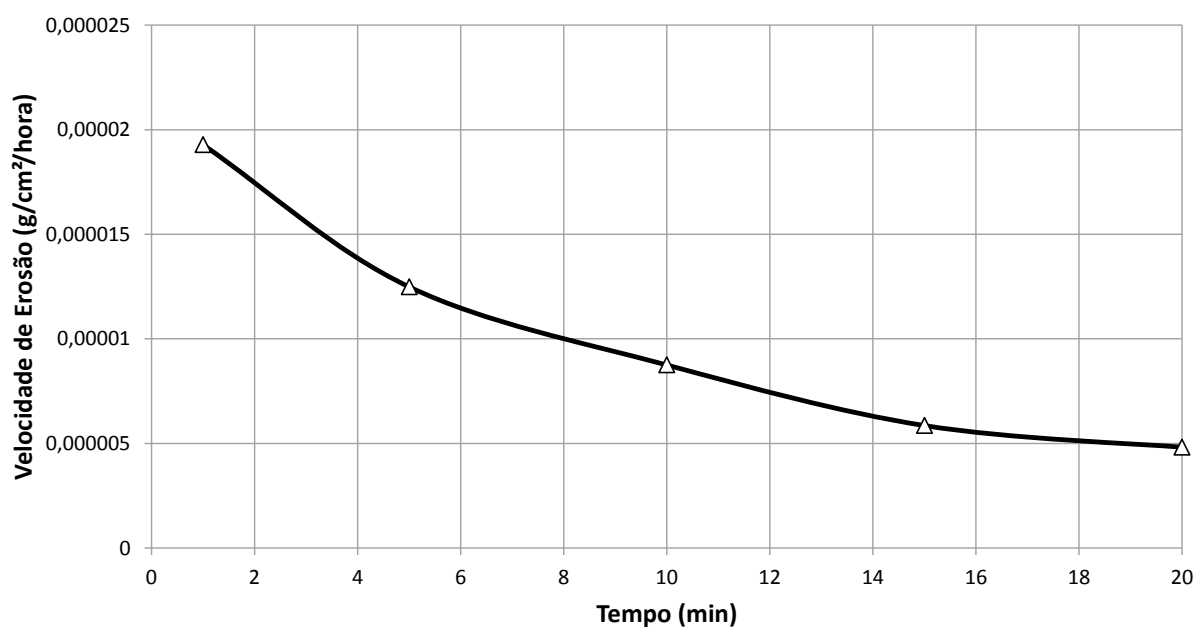
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4150,4
204	31,55	116,89	105,82	14,9%	
205	32,39	125,84	114,76	13,5%	
669	21,26	129,06	116,79	12,8%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	13,7%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 06/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,71

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4581,5	Teor de umidade inicial (%):	8,7%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,22
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	2,04
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,06	Índice de vazios:	0,50

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
207	32,72	116,57	109,81	8,8%
403	27,06	90,38	85,31	8,7%
578	26,92	82,47	78,01	8,7%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				8,7%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	28	314,70	512,40	351,00	161,40	36,30
5	27	309,44	596,90	431,50	165,40	122,06
10	46	348,50	561,20	435,90	125,30	87,40
15	49	304,64	565,70	374,80	190,90	70,16
20	50	313,03	530,20	366,20	164,00	53,17
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

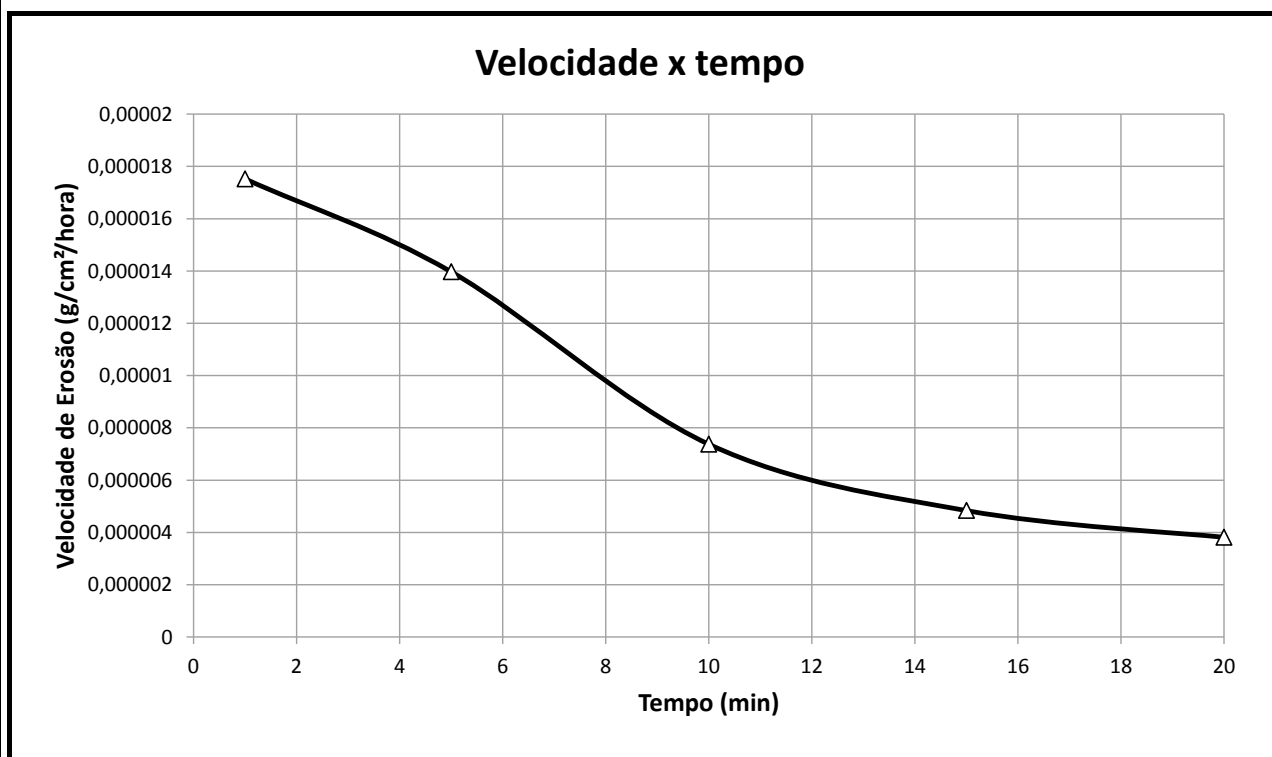
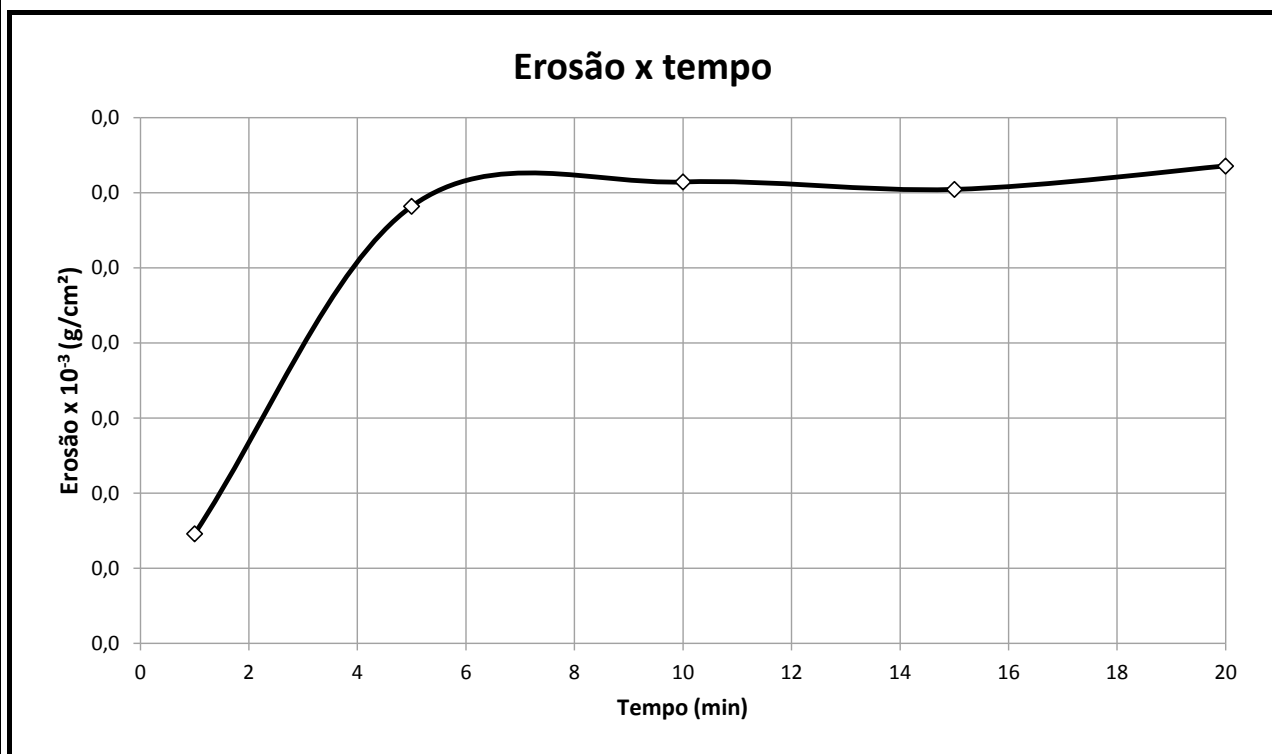
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	30	315,91	374,60	316,30	0,39	60	2040,00	13,65	49,95	0,000291999	1,75199E-05
5	36	353,95	467,30	354,80	0,85	300	10200,00	77,07	199,13	0,001164137	1,39696E-05
10	40	299,88	436,90	300,70	0,82	600	20400,00	122,82	210,22	0,001228988	7,37393E-06
15	54	357,99	472,70	358,50	0,51	900	30600,00	136,65	206,81	0,001209085	4,83634E-06
20	204	314,53	456,60	315,10	0,57	1200	40800,00	164,35	217,52	0,001271688	3,81506E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3982,1
305	22,37	126,94	114,03	14,1%	
306	26,07	149,8	135,65	12,9%	
662	20,81	137,5	123,44	13,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	13,6%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					





DATA DO PREPARO DA AMOSTRA:		<u>01/06/2019</u>	
ENSAIO ACREDITADO:	☒ SIM	☐ NÃO	
DATA DO ENSAIO:	<u>06/06/2019</u>		
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19 - Úmida</u>		
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke/ Giovana</u>		
NÚMERO DA BALANÇA:	<u>BAL-002</u>		
NÚMERO DA ESTUFA:	<u>EST-002</u>		
NÚMERO DO DESSECADOR:	<u>DSS-001</u>		
TEMPERATURA DA ESTUFA:	☒ 105 °C a 110 °	☐ 60 °C a 65 °C	
TIPO DE AMOSTRA:	☒ Remoldada	☐ Indeformada	
CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA:	☒ Amostra no teor de umidade natural ☐ Amostra no teor de umidade higroscópica ☐ Amostra previamente inundada		
PH DA ÁGUA:	<u>7,54</u>		

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4430,4	Teor de umidade inicial (%):	8,7%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,09
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,92
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,06	Índice de vazios:	0,59

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
207	32,72	116,57	109,81	8,8%
403	27,06	90,38	85,31	8,7%
578	26,92	82,47	78,01	8,7%
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	8,7%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	27	309,50	502,80	367,40	135,40	57,90
5	38	329,30	651,20	488,10	163,10	158,80
10	46	348,50	590,20	423,90	166,30	75,40
15	202	336,80	489,70	386,10	103,60	49,30
20	203	307,90	462,80	346,10	116,70	38,20
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)		39,5	
Largura (cm)		51	
Compr. (cm)		69	
Volume (mL)		139000,5	

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	1	392,90	464,90	393,50	0,60	60	2040,00	17,14	75,04	0,000439769	2,63861E-05
5	5	383,70	498,60	384,50	0,80	300	10200,00	71,52	230,32	0,001349708	1,61965E-05
10	9	382,00	620,40	382,90	0,90	600	20400,00	77,31	152,71	0,000894889	5,36933E-06
15	14	375,10	559,70	375,70	0,60	900	30600,00	99,78	149,08	0,000873659	3,49464E-06
20	21	394,40	579,30	394,90	0,50	1200	40800,00	110,63	148,83	0,000872174	2,61652E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

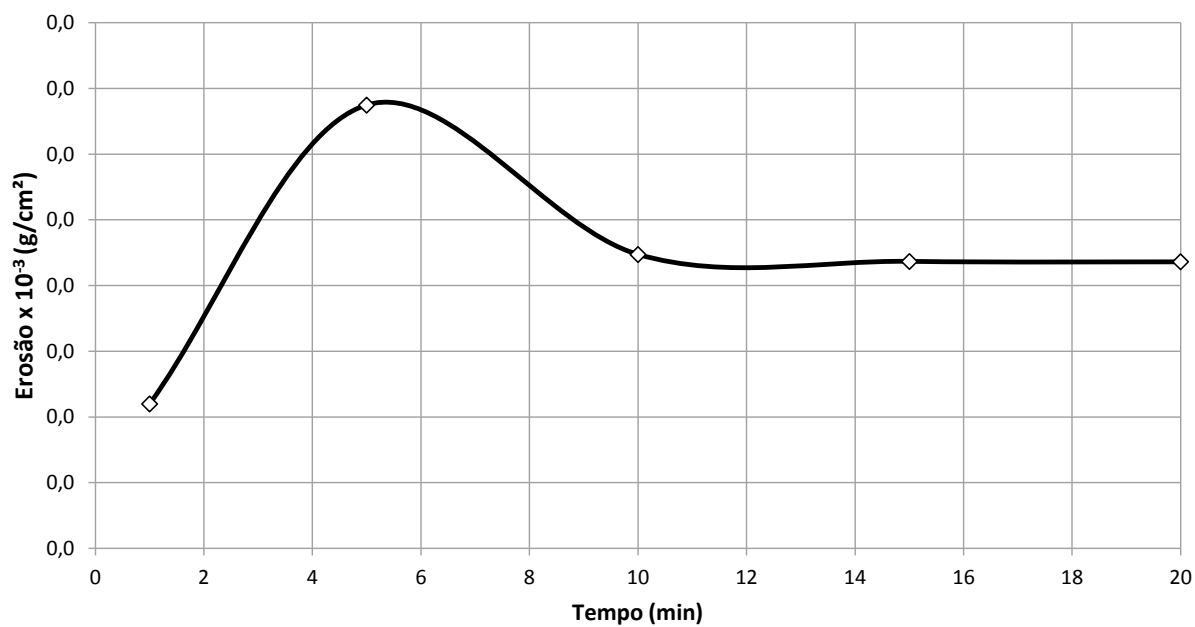
INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

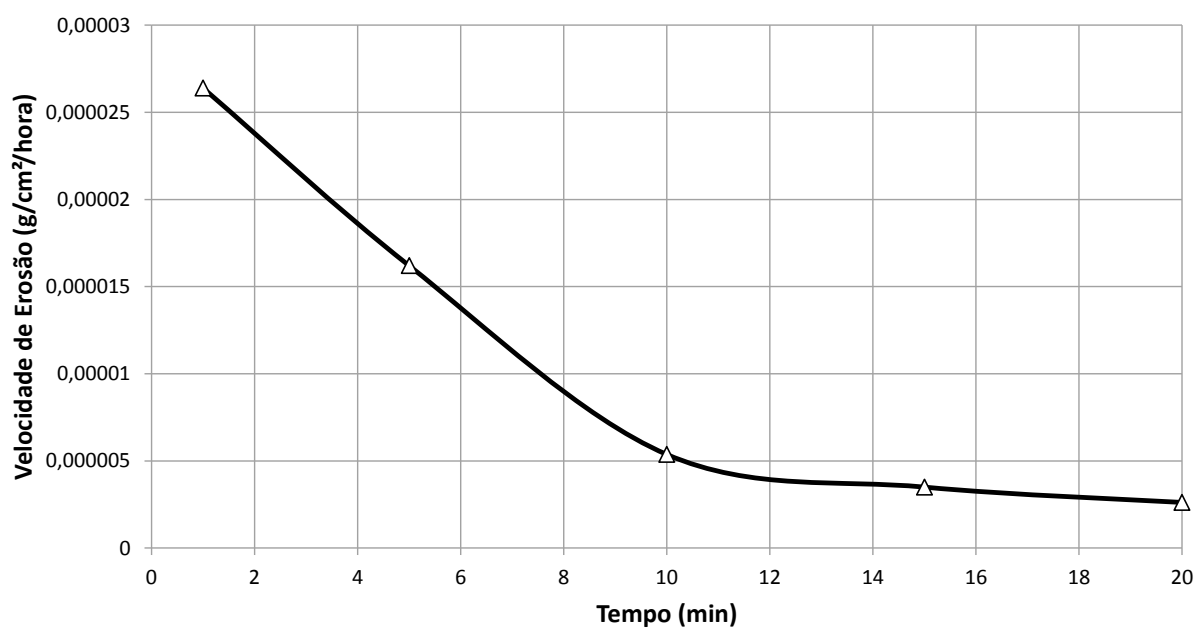
BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3877,1
305	22,36	128,36	115,15	14,2%	
668	21,58	141,45	125,09	15,8%	
682	20,04	125,23	110,71	16,0%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,4%	
Observações: BAL-002 EST-001 BAL-004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 17/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 22/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/Giovanna

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,43

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4747,9	Teor de umidade inicial (%):	9,8%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,32
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	2,12
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,06	Índice de vazios:	0,45

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
676	21,58	131,35	122,02	9,3%
679	20,28	119,78	111,57	9,0%
691	21,31	126,28	115,84	11,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				9,8%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN
PEA 449

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa da porcelana + água (g)	Massa de solo seco (g)
1	4	379,60	523,30	420,35	40,75
5	5	383,80	755,60	513,20	129,40
10	9	382,10	643,50	468,30	86,20
15	21	394,40	520,70	430,50	36,10
20	23	315,90	428,80	342,70	26,80
30					
60					

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39
Largura (cm)	68
Compr. (cm)	50
Volume (mL)	132600

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

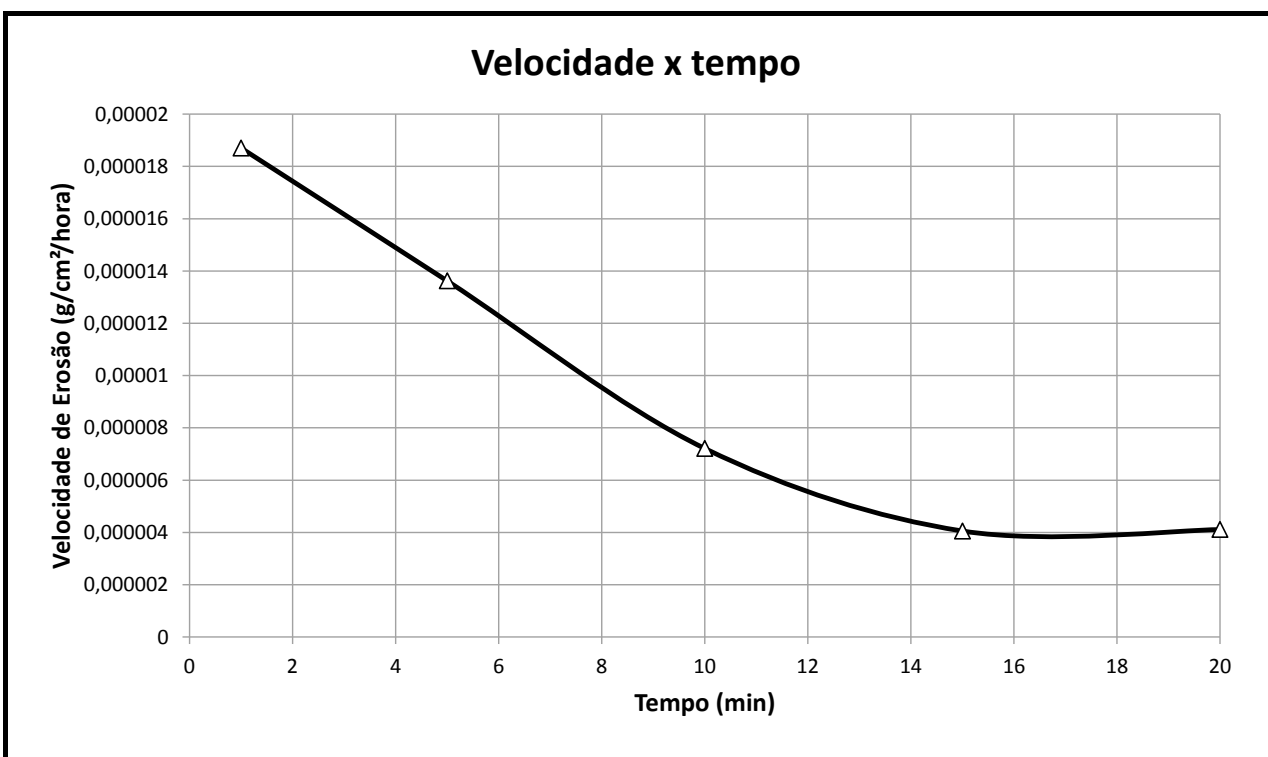
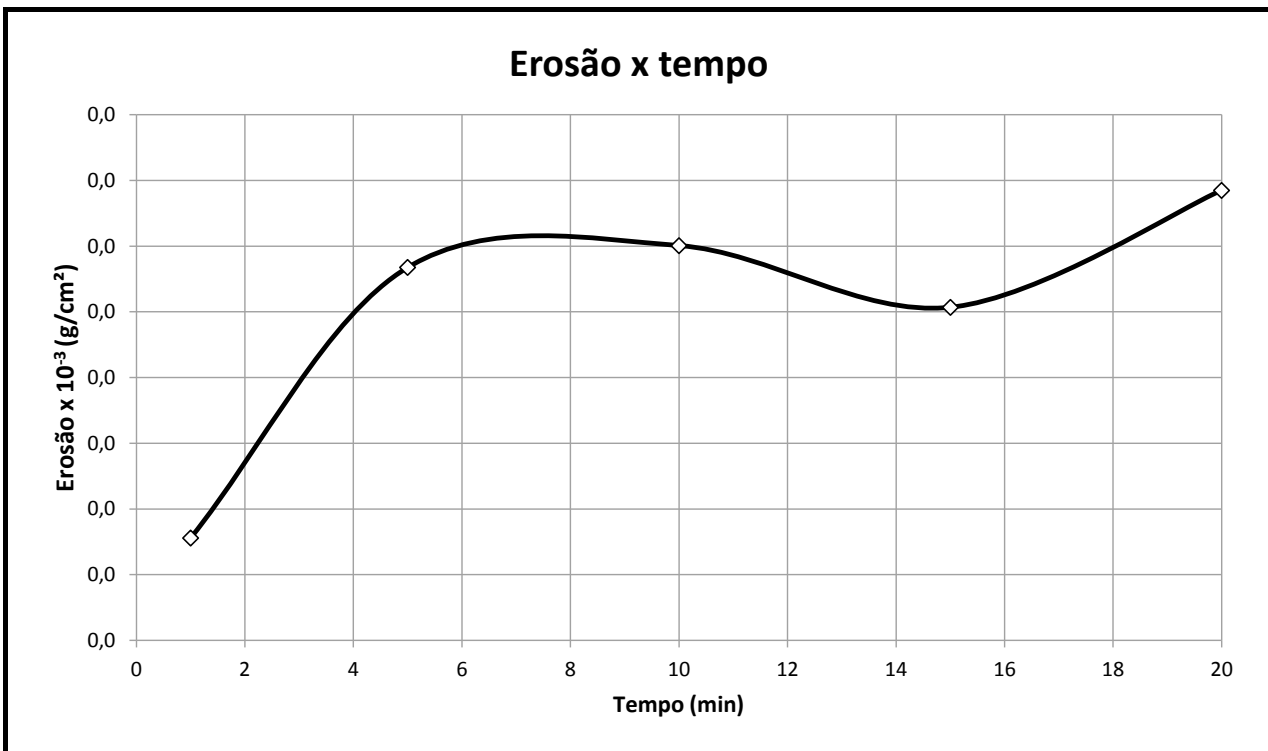
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	337,4	312,50	444,10	312,90	0,40	131,20	60	4080,00	12,44	53,19	0,0003117	1,8702E-05
5	49	304,70	432,00	305,10	0,40	126,90	300	20400,00	64,30	193,70	0,001135143	1,36217E-05
10	50	313,10	485,20	313,60	0,50	171,60	600	40800,00	118,88	205,08	0,001201824	7,21094E-06
15	55	344,30	478,70	344,60	0,30	134,10	900	61200,00	136,91	173,01	0,001013896	4,05558E-06
20	202	336,90	534,50	337,40	0,50	197,10	1200	81600,00	207,00	233,80	0,001370132	4,1104E-06
30												
60												

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	68

Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g)
305	22,33	118,5	107,86	12,4%	4219,7
309	22,82	96,75	87,83	13,7%	
680	21,33	92,82	84,61	13,0%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	13,0%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 16/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 16/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,63

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4542,65	Teor de umidade inicial (%):	13,5%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,21
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,94
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,56

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
403	27,04	119,33	108,32	13,5%
566	21,98	102,32	92,65	13,7%
586	26,52	120,25	109,25	13,3%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				13,5%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	2	396,50	532,30	422,99	109,31	26,49
5	3	393,50	535,60	464,62	70,98	71,12
10	4	379,60	522,90	423,98	98,92	44,38
15	5	383,70	495,80	412,49	83,31	28,79
20	10	378,60	477,40	400,53	76,87	21,93
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
7,00
12,50
18,50
24,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	9	382,00	458,01	382,16	0,16	75,85	4080,00	8,61	35,10	0,000205953	1,23572E-05
5	12	385,44	552,50	385,74	0,30	166,76	20400,00	36,70	107,82	0,000632706	7,59247E-06
10	13	385,71	539,50	386,03	0,32	153,47	40800,00	85,07	129,45	0,00075965	4,5579E-06
15	15	393,37	552,00	393,65	0,28	158,35	61200,00	108,22	137,01	0,000803978	3,21591E-06
20	20	394,28	564,40	394,49	0,21	169,91	81600,00	100,85	122,78	0,000720517	2,16155E-06
30											
60											

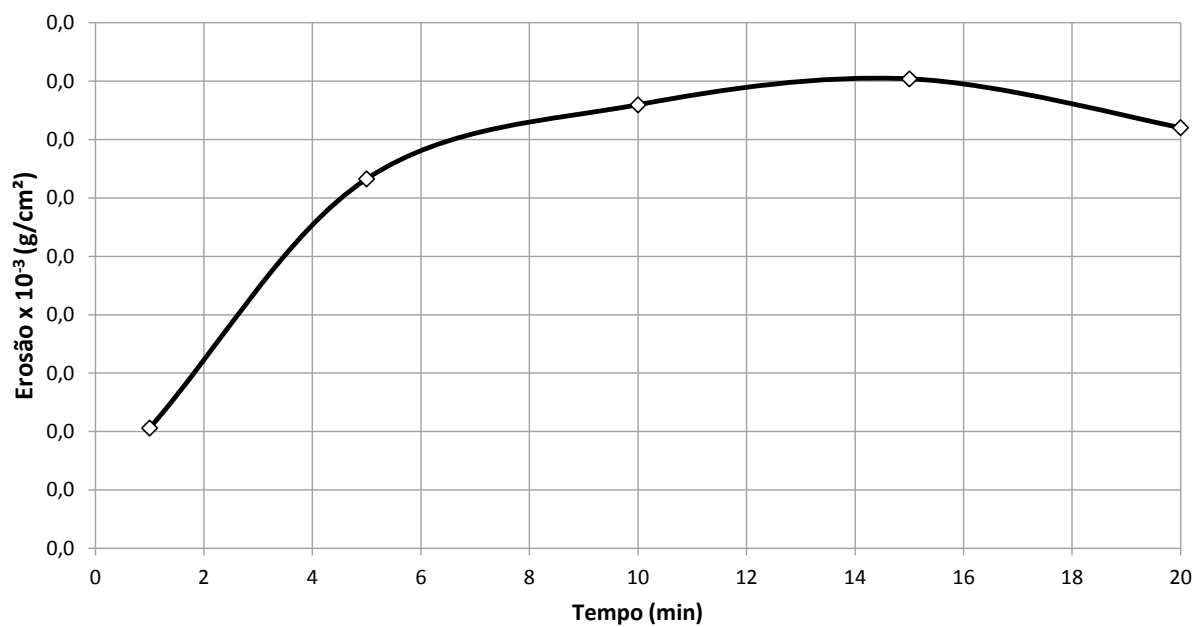
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	68

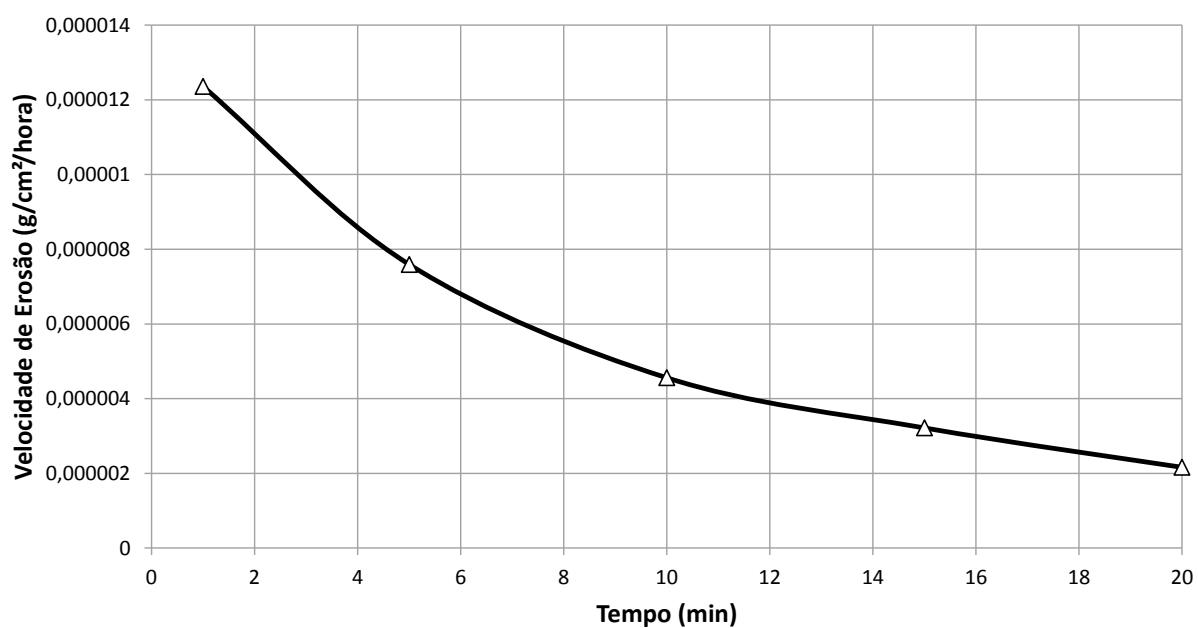
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4122,3
204	31,55	103,92	95,08	13,9%	
569	22,8	98,68	88,94	14,7%	
669	21,27	109,63	97,01	16,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,1%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 18/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 21/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Joubert

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4586,4	Teor de umidade inicial (%):	13,6%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,21
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,94
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,56

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
662	20,81	128,32	115,45	13,6%
663	21,75	136,18	122,43	13,7%
671	20,01	121,26	109,29	13,4%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				13,6%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	4	379,60	451,70	392,24	59,46	12,64
5	5	383,70	624,80	463,29	161,51	79,59
10	9	382,10	618,90	447,04	171,86	64,94
15	10	378,70	555,60	423,22	132,38	44,52
20	14	375,10	508,50	406,08	102,42	30,98
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	30,9
Largura (cm)	50,5
Compr. (cm)	75
Volume (mL)	117033,75

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	15	379,70	511,00	379,92	0,22	131,08	4080,00	6,85	19,49	0,000114203	6,85216E-06
5	21	394,40	513,60	394,56	0,16	119,04	20400,00	27,42	107,01	0,0006271	7,5252E-06
10	202	336,90	502,70	337,30	0,40	165,40	40800,00	98,67	163,61	0,000958793	5,75276E-06
15	204	314,60	461,40	314,87	0,27	146,53	61200,00	112,77	157,29	0,000921749	3,687E-06
20	206	393,40	562,00	393,73	0,33	168,27	81600,00	160,03	191,01	0,001119355	3,35807E-06
30											
60											

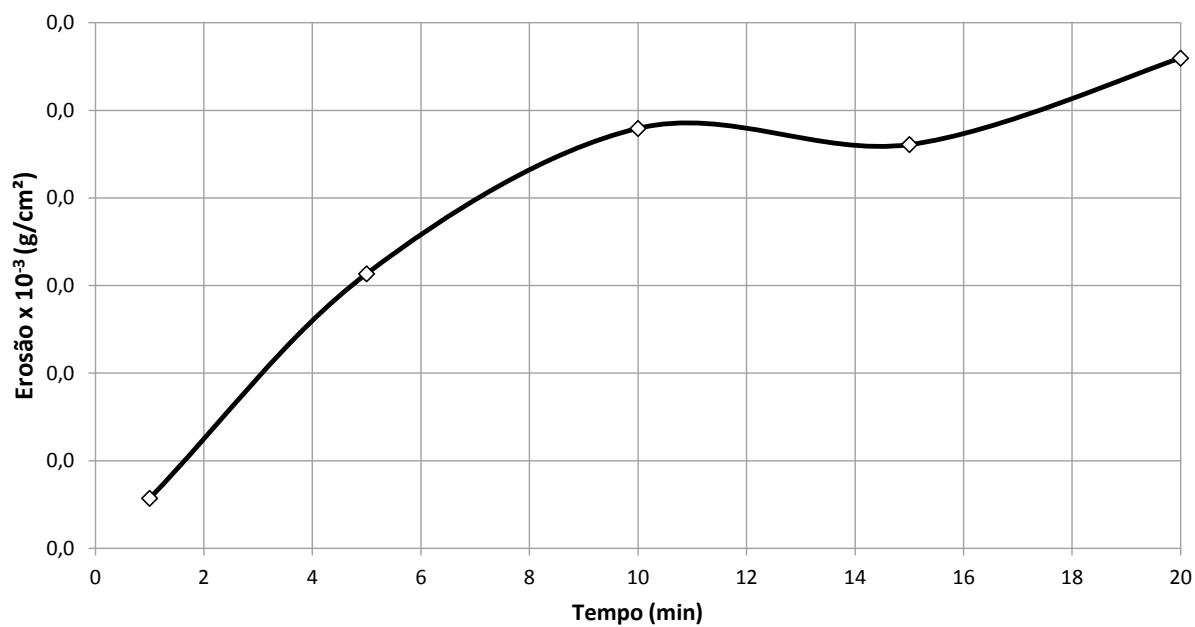
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

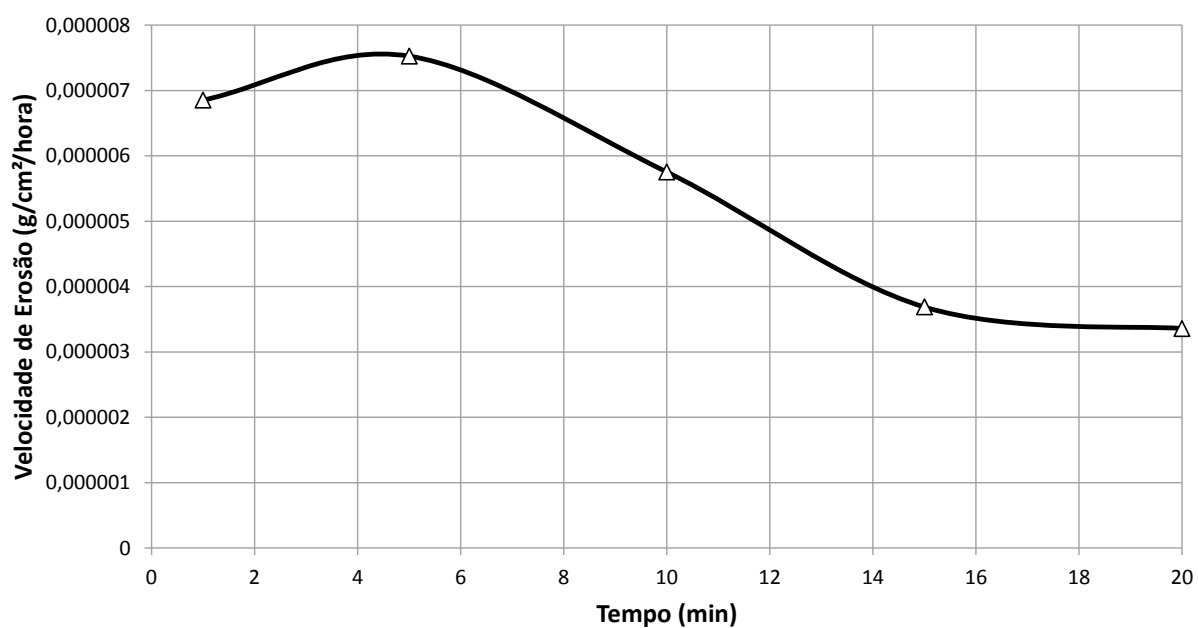
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4148,9
311	22,25	102,14	91,33	15,6%	
403	27,05	116,64	105,54	14,1%	
405	26,42	133,83	121,05	13,5%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	14,4%	
Observações:					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 06/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,64

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4498,2	Teor de umidade inicial (%):	14,4%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,17
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,90
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,59

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
311	22,28	116,69	104,86	14,3%
676	21,58	121,2	108,73	14,3%
679	20,28	113,11	101,38	14,5%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				14,4%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	25	355,40	424,10	367,10	57,00	11,70
5	38	329,30	439,00	360,30	78,70	31,00
10	56	322,50	455,10	342,90	112,20	20,40
15	57	344,80	432,60	358,60	74,00	13,80
20	201	334,70	430,30	354,60	75,70	19,90
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
11,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	3	393,60	446,10	396,10	2,50	50,00	2040,00	102,00	113,70	0,000667214	4,00328E-05
5	7	387,60	530,20	390,13	2,53	140,07	10200,00	184,24	215,24	0,00126305	1,51566E-05
10	11	396,00	544,80	397,00	1,00	147,80	20400,00	138,02	158,42	0,000929665	5,57799E-06
15	14	375,10	551,50	375,65	0,55	175,85	30600,00	95,71	109,51	0,000642606	2,57042E-06
20	206	393,40	581,80	393,60	0,20	188,20	40800,00	43,36	63,26	0,000371211	1,11363E-06
30											
60											

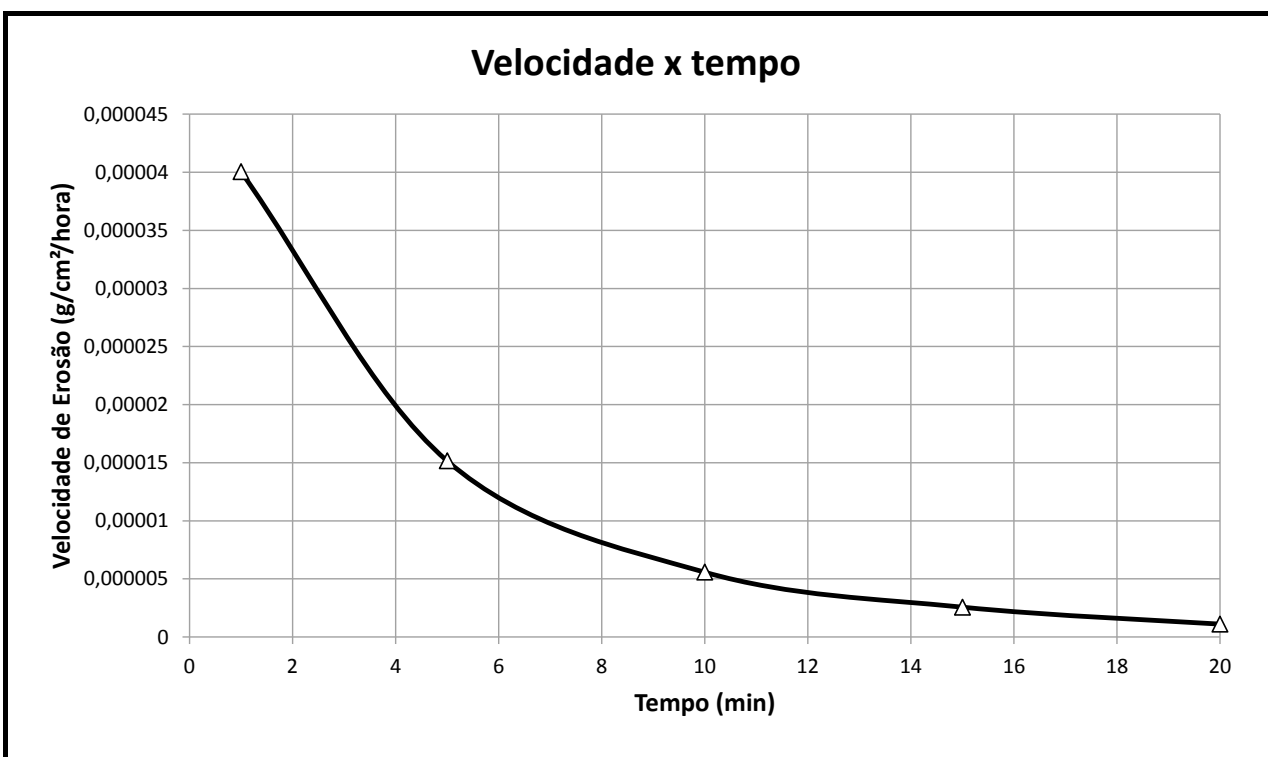
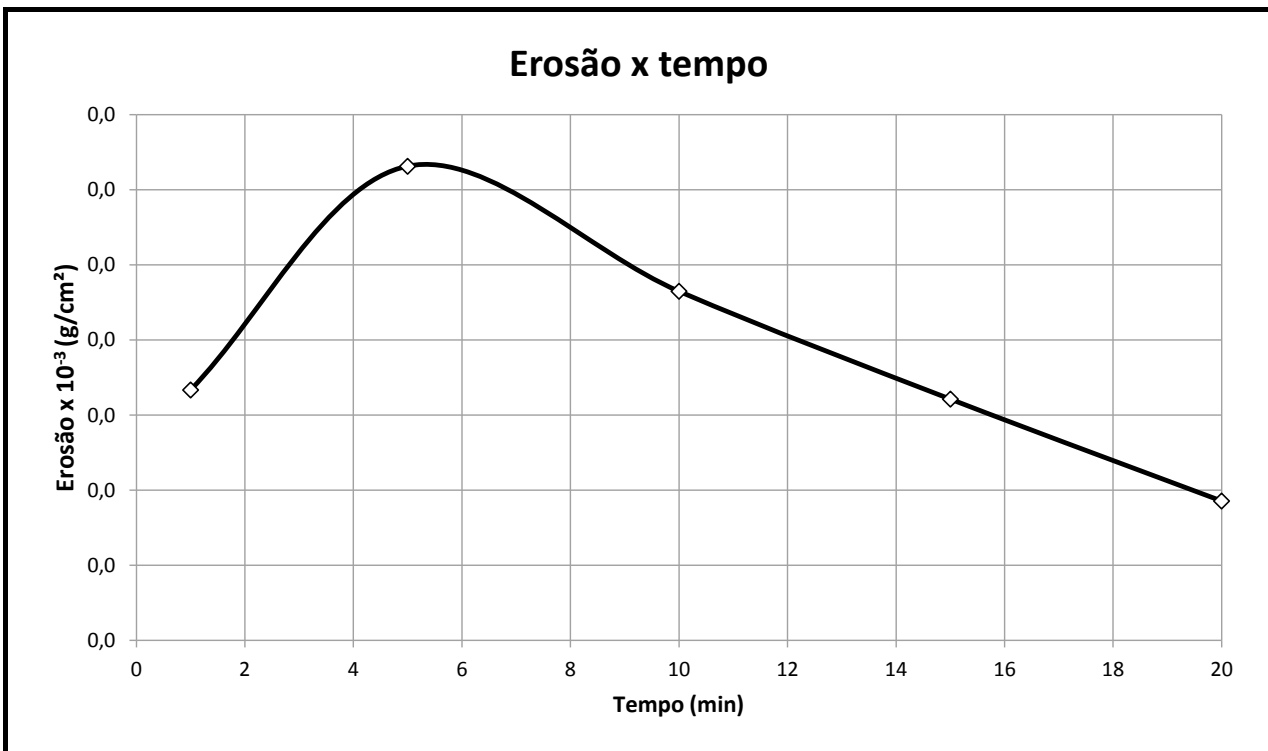
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4344,8
204	31,55	169,81	153,92	13,0%	
672	20,92	152,13	136,9	13,1%	
668	21,57	129,53	116,61	13,6%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	13,2%	
Observações: BAL-002 EST-002 BAL-004					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 06/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19 - Úmida

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,55

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4604,6	Teor de umidade inicial (%):	14,4%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,23
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,95
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,55

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
311	22,28	116,69	104,86	14,3%
676	21,58	121,2	108,73	14,3%
679	20,28	113,11	101,38	14,5%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				14,4%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	25	355,30	388,90	358,70	30,20	3,40
5	28	314,70	400,80	332,30	68,50	17,60
10	32	314,80	439,10	343,20	95,90	28,40
15	42	312,40	427,50	337,50	90,00	25,10
20	49	304,70	394,70	326,10	68,60	21,40
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
4,00
6,50
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	4	379,60	464,60	379,70	0,10	60	2040,00	2,40	5,80	3,39246E-05	2,03547E-06
5	6	402,20	520,90	402,30	0,10	300	10200,00	8,60	26,20	0,000153173	1,83807E-06
10	7	387,60	514,10	387,80	0,20	600	20400,00	32,30	60,70	0,000354889	2,12933E-06
15	11	396,00	499,10	396,10	0,10	900	30600,00	29,71	54,81	0,000320424	1,28169E-06
20	17	389,70	502,80	389,90	0,20	1200	40800,00	72,28	93,68	0,000547652	1,64296E-06
30											
60											

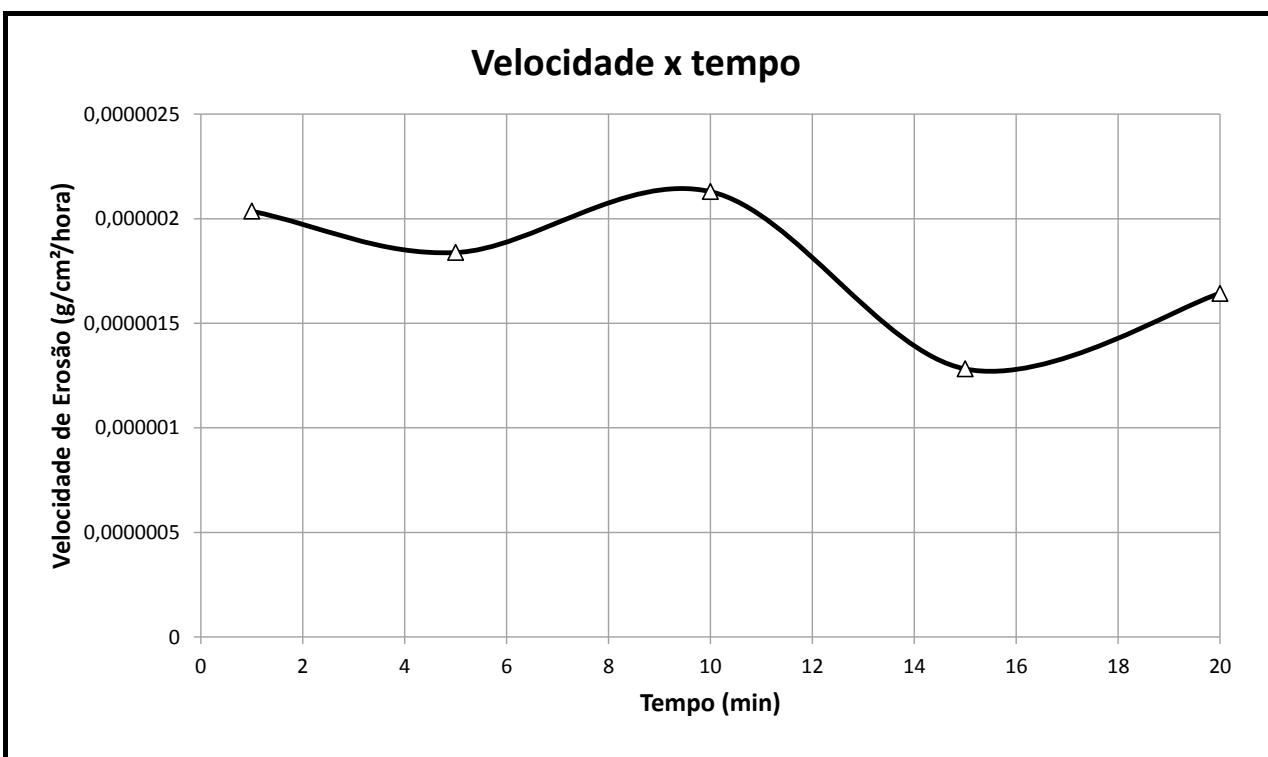
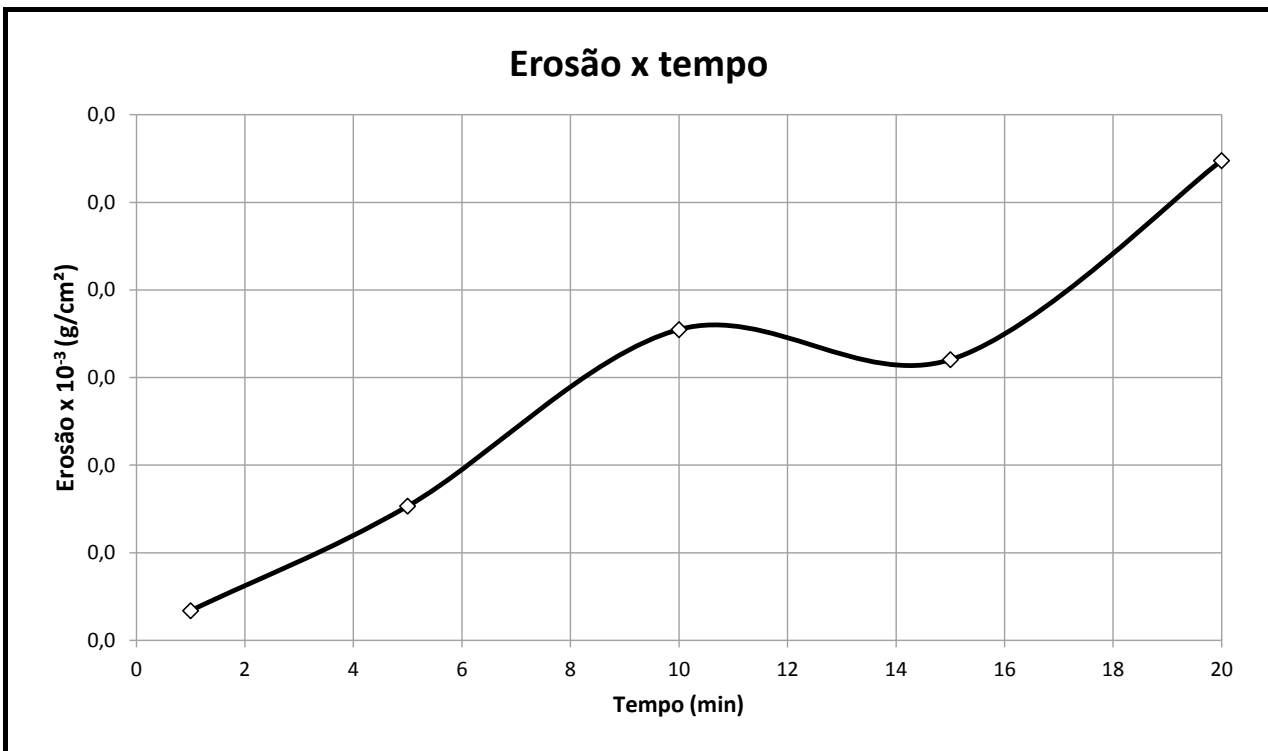
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4398,1
315	22,04	135,85	121,39	14,6%	
577	22,85	143,99	129,24	13,9%	
672	20,92	116,56	104,59	14,3%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	14,2%	
Observações: BAL-002 EST-002 BAL-004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 22/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 23/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 004

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,62

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4599,3	Teor de umidade inicial (%):	13,6%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,23
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,96
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,54

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
662	20,83	128,32	115,45	13,6%
663	21,75	136,18	122,43	13,7%
671	20,01	121,26	109,29	13,4%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				13,6%

Observações:	Executador por: Jacke
	Conferido por: Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,90	365,00	321,45	43,55	5,55
5	34	314,30	546,40	377,87	168,53	63,57
10	46	348,50	563,80	418,98	144,82	70,48
15	50	313,00	494,10	361,58	132,52	48,58
20	56	322,50	491,80	367,25	124,55	44,75
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	32	314,80	406,30	314,89	0,09	91,41	4080,00	4,02	9,57	5,59311E-05	3,35587E-06
5	38	329,30	480,60	329,66	0,36	150,94	20400,00	48,66	112,23	0,000656092	7,8731E-06
10	55	344,20	494,20	344,59	0,39	149,61	40800,00	106,36	176,84	0,001033824	6,20295E-06
15	202	336,90	530,50	337,35	0,45	193,15	61200,00	142,58	191,16	0,001117583	4,47033E-06
20	204	314,60	506,10	314,98	0,38	191,12	81600,00	162,24	206,99	0,001210129	3,63039E-06
30											
60											

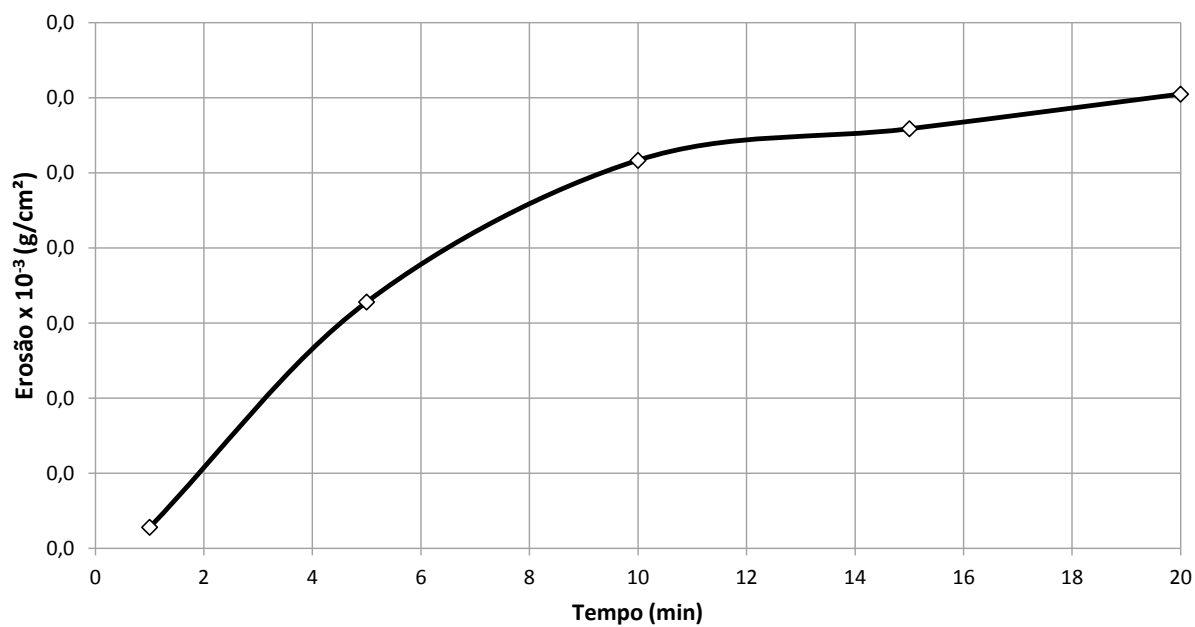
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	68

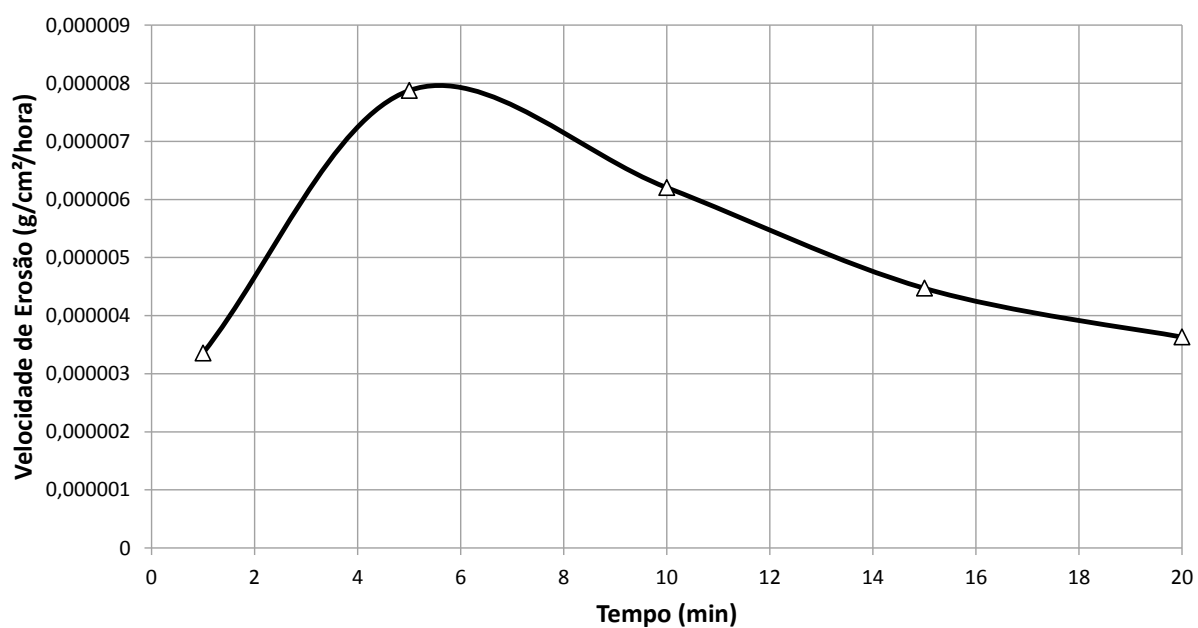
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4129,2
204	31,54	110,48	100,24	14,9%	
305	22,34	106,25	95,87	14,1%	
570	21,32	118,94	106,83	14,2%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	14,4%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 15/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 15/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Luccas / Jacke

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☐ 105 °C a 110 ° ☒ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,26

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4527	Teor de umidade inicial (%):	12,0%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,18
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,94
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,18	Índice de vazios:	0,64

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
205	9,88	27,14	25,28	12,1%
212	9,86	28,52	26,53	11,9%
652	9,65	26,91	25,06	12,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,0%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	38	329,40	397,70	335,43	62,27	6,03
5	40	300,00	369,30	309,47	59,83	9,47
10	49	304,70	482,50	346,33	136,17	41,63
15	204	314,60	463,40	353,12	110,28	38,52
20	205	342,80	416,60	362,58	54,02	19,78
30						
60						

Altura de água (cm)
1,50
6,00
11,00
17,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	14	375,30	455,60	375,30	80,30	60	4080,00	0,00	6,03	3,52527E-05	2,11516E-06
5	15	380,60	521,70	380,60	141,10	300	20400,00	0,00	9,47	5,53636E-05	6,64364E-07
10	17	389,80	578,60	389,88	188,72	600	40800,00	17,30	58,93	0,000344491	2,06695E-06
15	21	394,40	520,10	394,49	125,61	900	61200,00	43,85	82,37	0,000481553	1,92621E-06
20	36	354,00	561,80	354,18	207,62	1200	81600,00	70,74	90,52	0,000529226	1,58768E-06
30											
60											

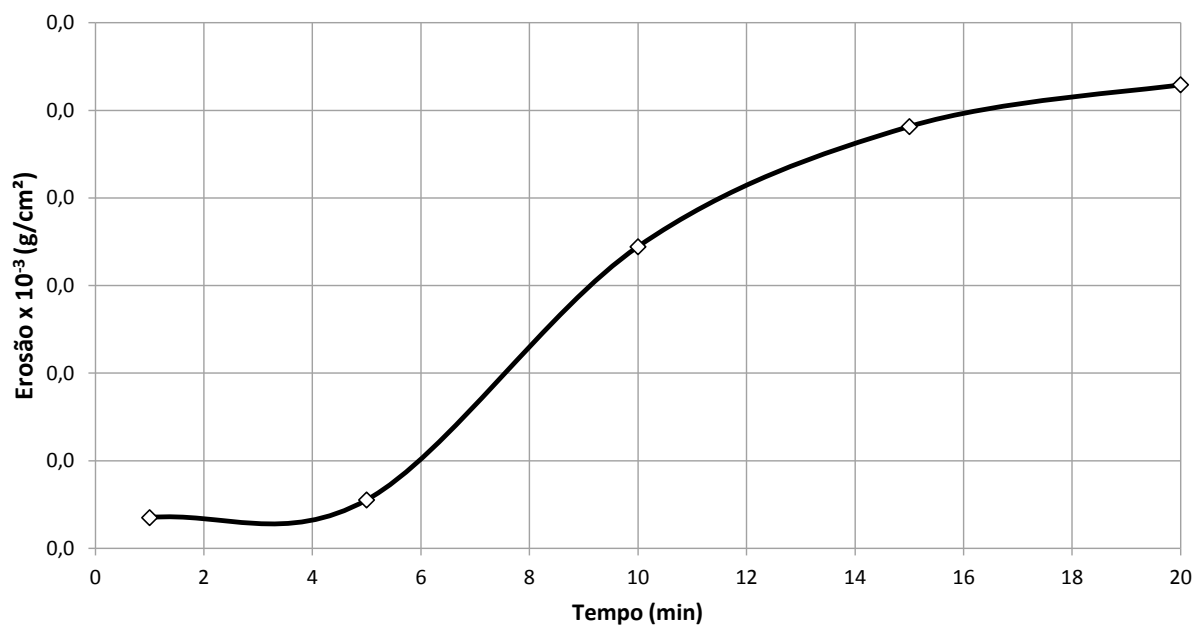
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	68

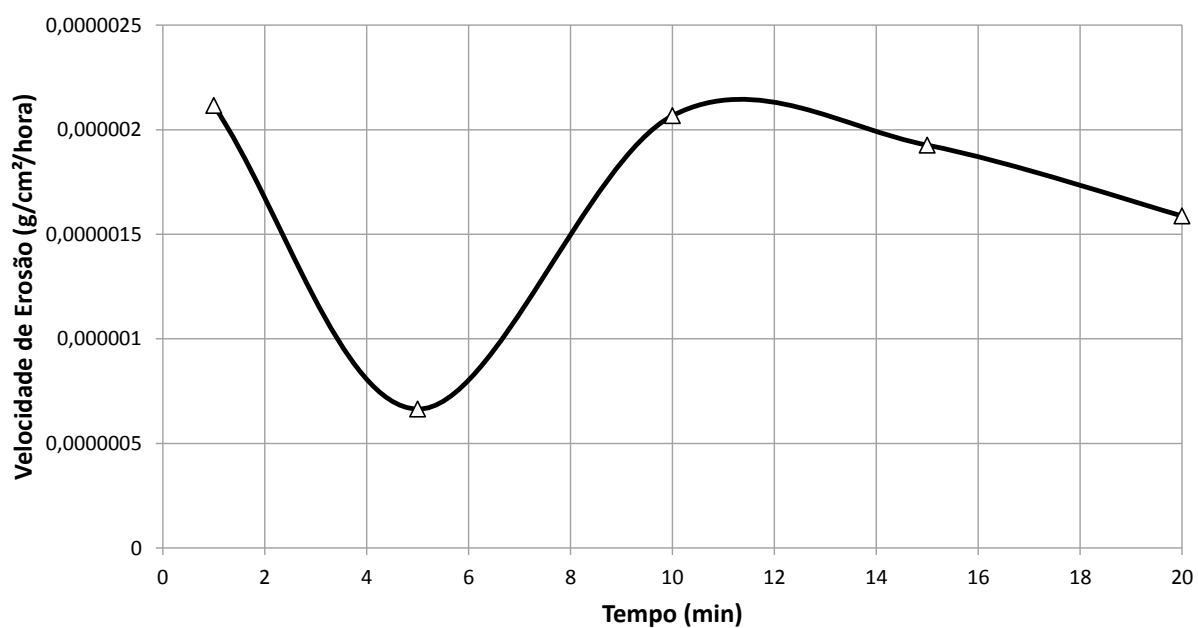
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4328,2
55	11,41	36,22	33,22	13,8%	
621	9,71	46,63	40,88	18,4%	
639	10,29	39,64	36,01	14,1%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,4%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 18/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 21/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,39

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4568,6	Teor de umidade inicial (%):	12,6%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,21
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,96
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,18	Índice de vazios:	0,62

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
209	34,93	167,14	152,4	12,5%
401	25,78	116,11	105,93	12,7%
568	21,07	145,74	131,9	12,5%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,6%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	36	353,90	433,00	365,85	67,15	11,95
5	40	299,90	478,30	352,80	125,50	52,90
10	42	312,40	473,60	351,35	122,25	38,95
15	46	348,60	480,70	381,51	99,19	32,91
20	49	304,70	403,50	322,37	81,13	17,67
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	30,9
Largura (cm)	50,5
Compr. (cm)	75
Volume (mL)	117033,75

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	50	313,10	468,00	313,39	0,29	154,61	4080,00	7,65	19,60	0,000114602	6,87613E-06
5	53	319,30	443,00	319,64	0,34	123,36	20400,00	56,23	109,13	0,000637972	7,65567E-06
10	55	344,20	540,80	344,67	0,47	196,13	40800,00	97,77	136,72	0,000799305	4,79583E-06
15	56	322,50	512,60	322,89	0,39	189,71	61200,00	125,81	158,72	0,000927929	3,71172E-06
20	57	344,80	543,20	345,12	0,32	198,08	81600,00	131,83	149,50	0,000873983	2,62195E-06
30											
60											

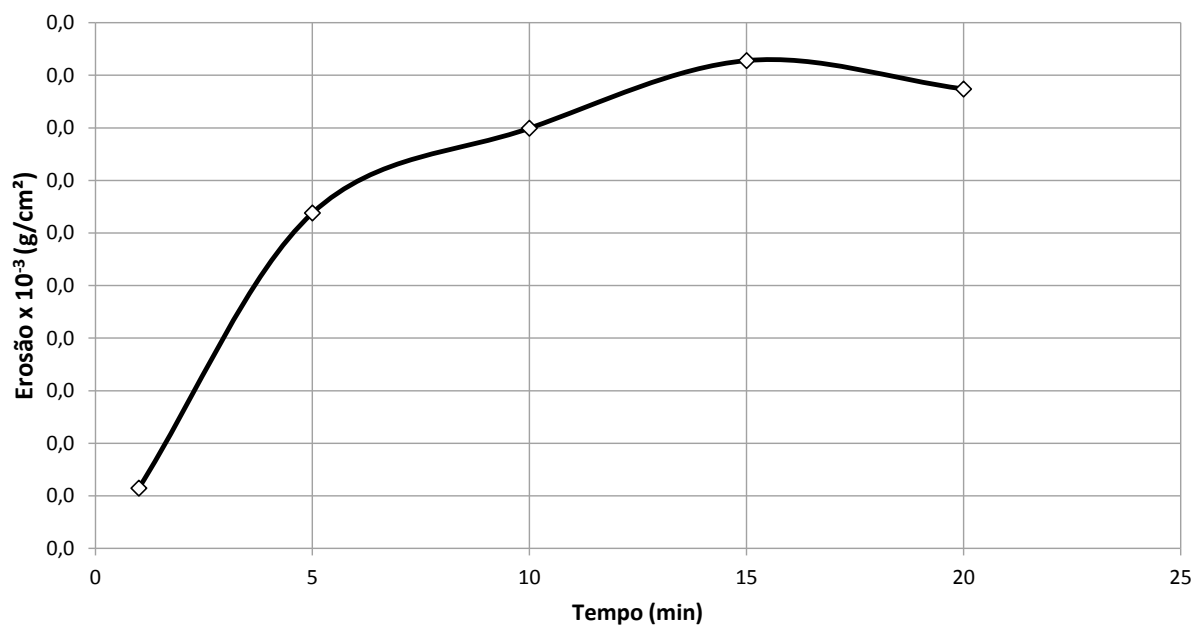
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

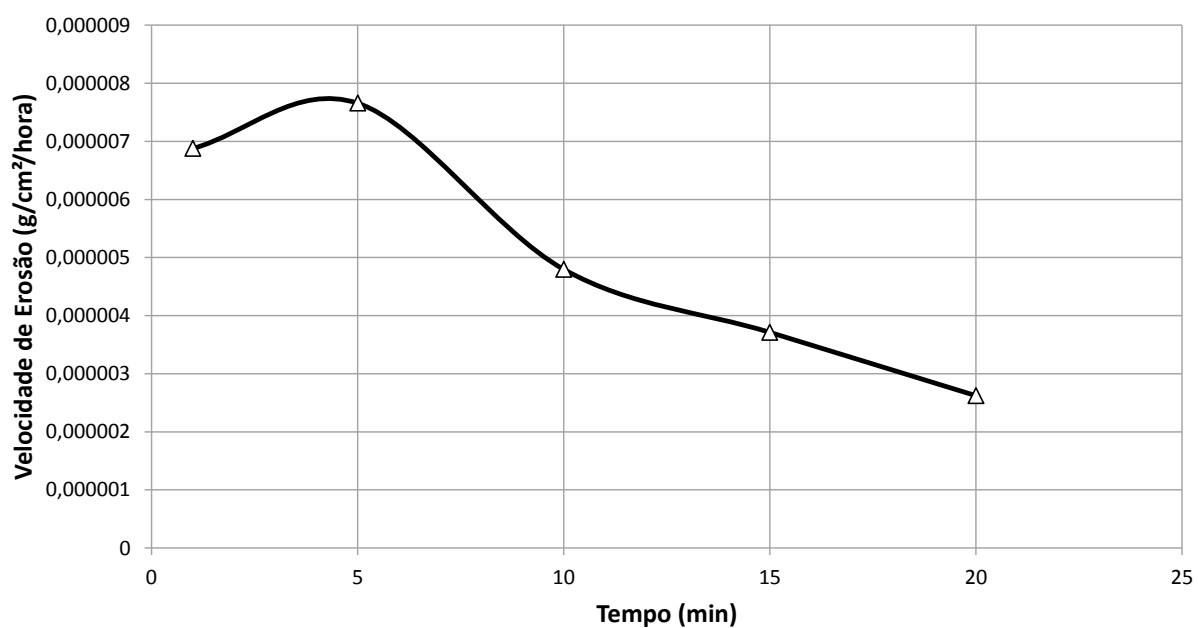
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4299,9
315	22,02	124,81	110,96	15,6%	
675	21,04	114,17	101,67	15,5%	
680	21,33	114,82	102,21	15,6%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,6%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 06/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,52

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4411,4	Teor de umidade inicial (%):	12,7%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,08
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,84
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,59

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
209	34,9	139,36	127,56	12,7%
309	22,82	123,08	111,9	12,6%
401	25,77	130,6	118,71	12,8%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,7%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,90	402,10	329,80	72,30	13,90
5	32	314,80	519,90	384,50	135,40	69,70
10	55	344,20	530,20	400,90	129,30	56,70
15	202	336,90	480,20	369,70	110,50	32,80
20	203	307,90	455,80	347,20	108,60	39,30
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
11,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	2	396,50	431,40	396,60	0,10	34,80	2040,00	5,86	19,76	0,00011581	6,94862E-06
5	6	402,20	493,00	402,50	0,30	90,50	10200,00	33,81	103,51	0,000606606	7,27927E-06
10	13	385,70	582,30	386,40	0,70	195,90	20400,00	72,89	129,59	0,000759453	4,55672E-06
15	15	379,70	569,80	380,20	0,50	189,60	30600,00	80,70	113,50	0,000665115	2,66046E-06
20	17	389,70	574,10	390,00	0,30	184,10	40800,00	66,49	105,79	0,000619929	1,85979E-06
30											
60											

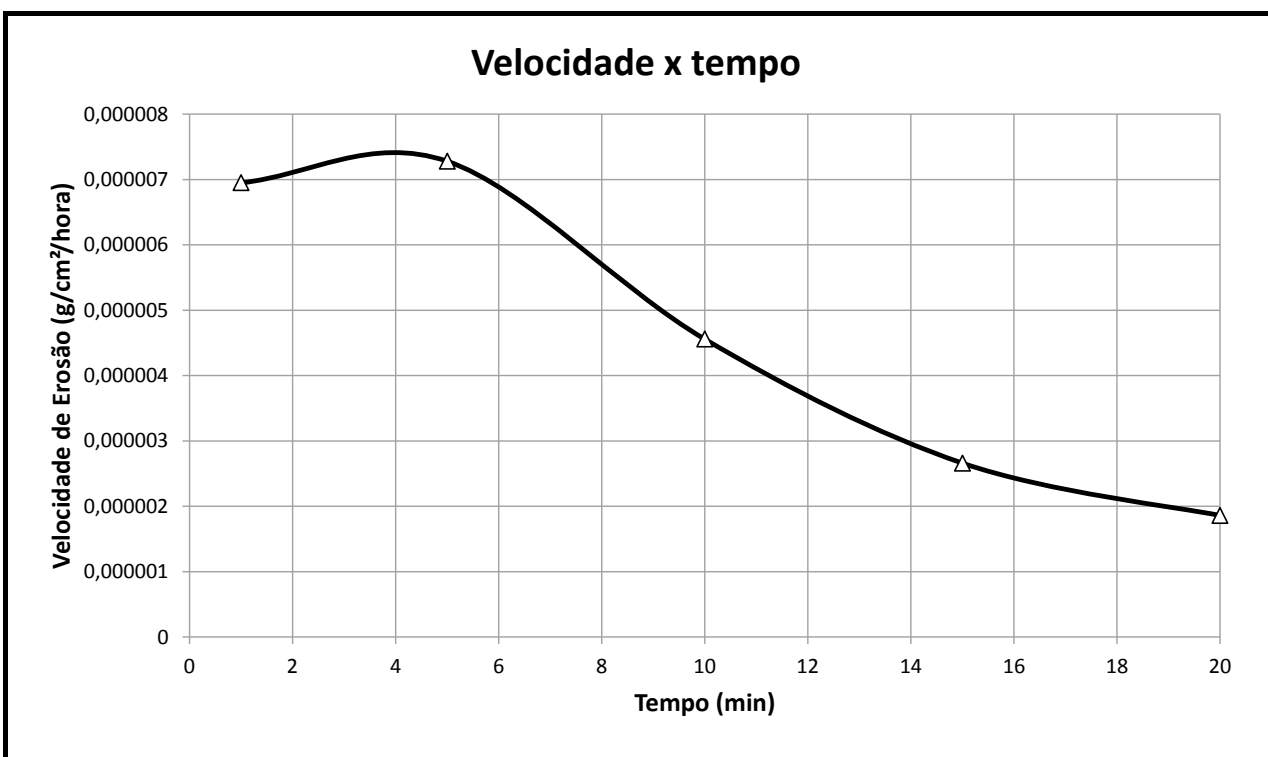
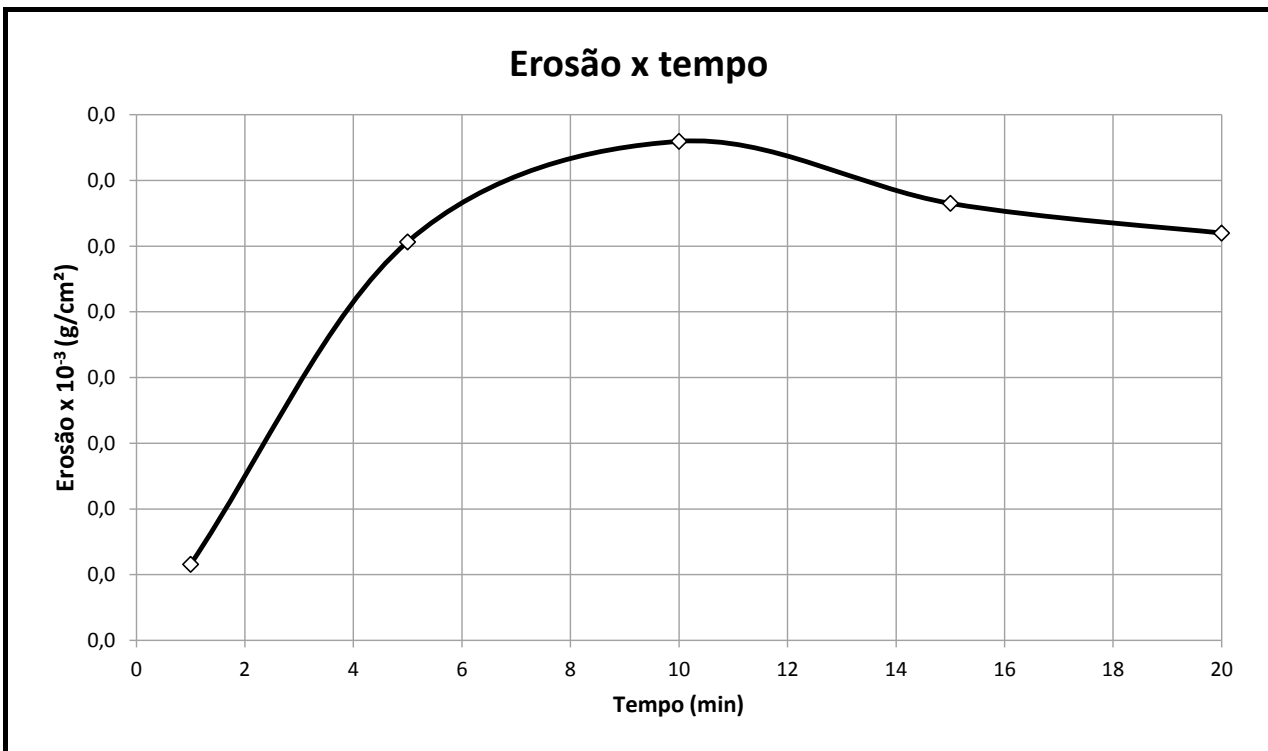
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4159,9
570	21,32	156,44	136,16	17,7%	
667	21,06	134,91	117,48	18,1%	
682	20,04	157,53	137,31	17,2%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	17,7%	
Observações: BAL-002 EST-002 BAL-004					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4 Página 3 de 5					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 05/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19 - Úmida

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke/ Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL-002

NÚMERO DA ESTUFA: EST-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS-001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,67

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4387	Teor de umidade inicial (%):	12,7%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,09
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,86
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,58

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
209	34,9	139,36	127,56	12,7%
309	22,82	123,08	111,9	12,6%
401	25,77	130,6	118,71	12,8%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,7%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,90	397,80	331,50	66,30	15,60
5	50	313,00	493,60	369,30	124,30	56,30
10	56	322,50	468,00	362,90	105,10	40,40
15	57	344,80	505,30	387,30	118,00	42,50
20	201	334,70	461,40	357,70	103,70	23,00
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,50
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	3	393,60	480,70	393,90	0,30	60	2040,00	7,05	22,65	0,000132919	7,97512E-06
5	10	378,60	479,10	379,00	0,40	300	10200,00	40,76	97,06	0,000569563	6,83475E-06
10	13	385,70	502,40	386,00	0,30	600	20400,00	52,58	92,98	0,000545609	3,27365E-06
15	15	379,70	552,60	380,10	0,40	900	30600,00	70,96	113,46	0,000665785	2,66314E-06
20	206	393,40	503,50	393,70	0,30	1200	40800,00	111,48	134,48	0,000789128	2,36738E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	40800,00

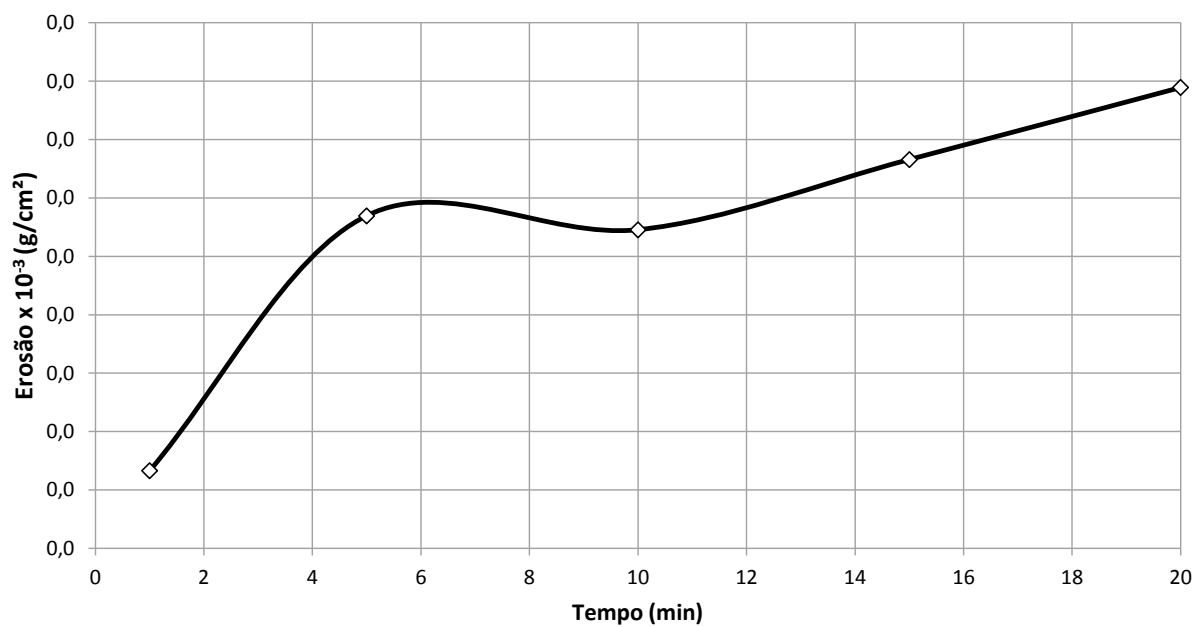
INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	34

Observações:

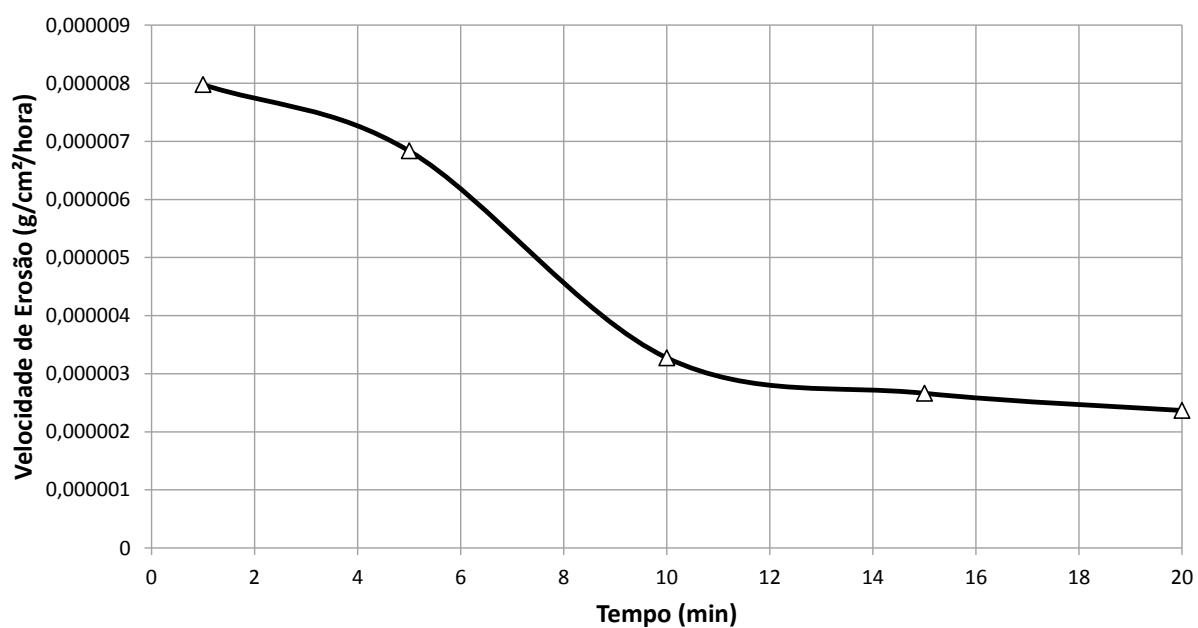
BAL-003
EST-001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4120,4
306	26,05	135,29	120,83	15,3%	
662	20,81	139,38	124,09	14,8%	
683	22,14	161,91	143,37	15,3%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,1%	
Observações: BAL-002 EST-002 BAL-004					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 17/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 24/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,55

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4639,3	Teor de umidade inicial (%):	12,2%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,26
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	2,01
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	1,92	Índice de vazios:	-0,05

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
587	27,3	96,38	88,88	12,2%
588	26,26	93,24	86,03	12,1%
690	20,82	95,1	86,99	12,3%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,2%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	3	393,54	505,20	411,02	94,18	17,48
5	5	383,75	636,30	475,11	161,19	91,36
10	6	402,19	600,10	477,59	122,51	75,40
15	7	387,64	520,20	419,38	100,82	31,74
20	8	369,56	464,20	384,85	79,35	15,29
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	12	385,53	530,10	385,90	0,37	144,20	4080,00	10,47	27,95	0,000163395	9,80368E-06
5	14	375,18	498,20	375,59	0,41	122,61	20400,00	68,22	159,58	0,000932917	1,1195E-05
10	17	389,75	562,10	390,28	0,53	171,82	40800,00	125,85	201,25	0,001176566	7,0594E-06
15	21	394,39	565,00	394,83	0,44	170,17	61200,00	158,24	189,98	0,001110674	4,4427E-06
20	206	393,47	530,40	393,76	0,29	136,64	81600,00	173,19	188,48	0,001101865	3,3056E-06
30											
60											

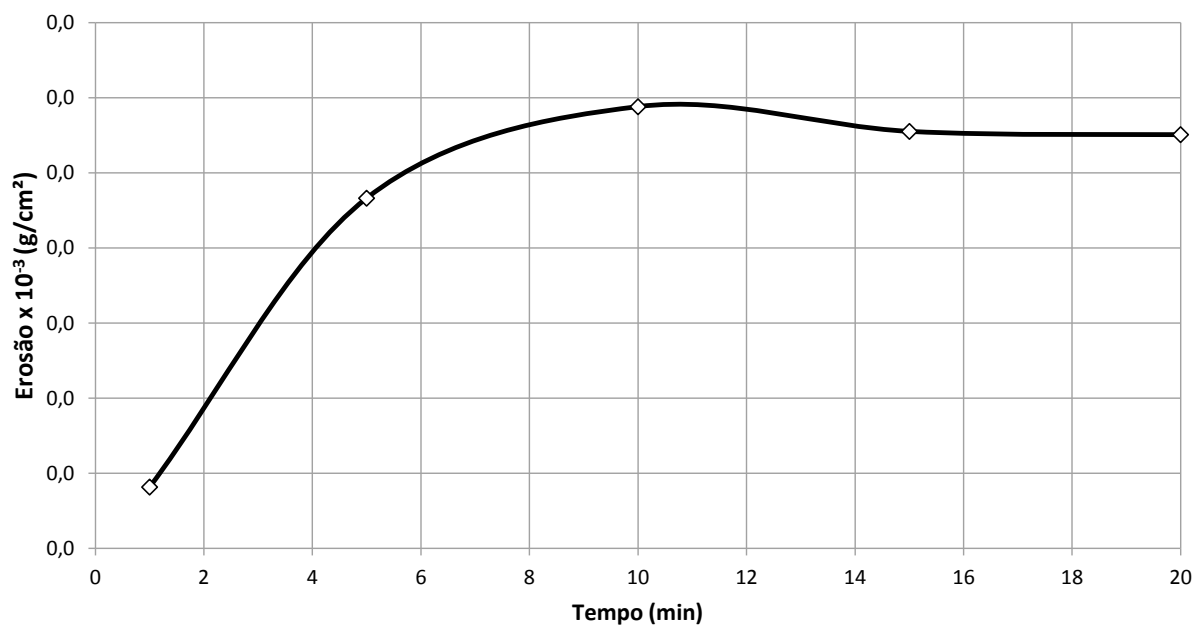
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	68

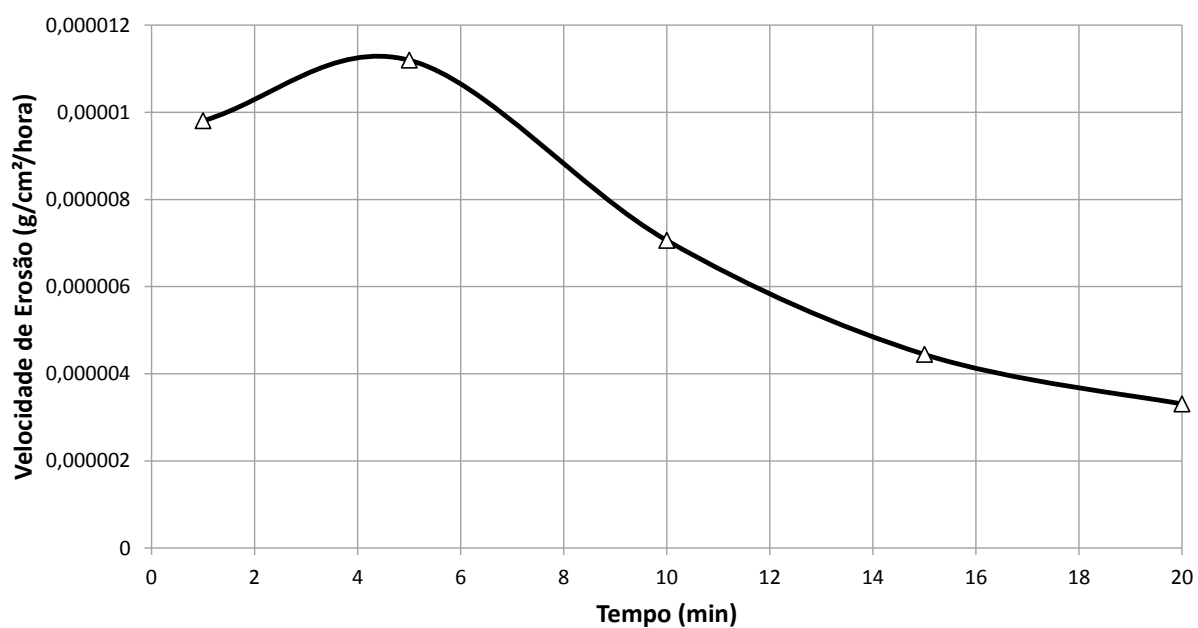
Observações:
BAL - 003
EST - 001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g)
578	26,89	135,91	121,91	14,7%	4188,5
579	22,28	111,23	99,38	15,4%	
687	19,77	115,73	102,57	15,9%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,3%	
Observações: BAL - 002 EST - 001 BAL - 004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 16/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 16/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,51

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4872,82	Teor de umidade inicial (%):	10,3%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,42
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	2,19
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,38

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
224	20,56	90,8	84,17	10,4%
237	20,78	87,43	81,24	10,2%
248	19,96	90,21	83,76	10,1%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				10,3%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	22	318,40	423,80	344,35	79,45	25,95
5	23	315,90	521,20	378,86	142,34	62,96
10	26	314,70	457,00	350,63	106,37	35,93
15	32	314,80	414,10	336,69	77,41	21,89
20	37	342,70	448,50	361,06	87,44	18,36
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

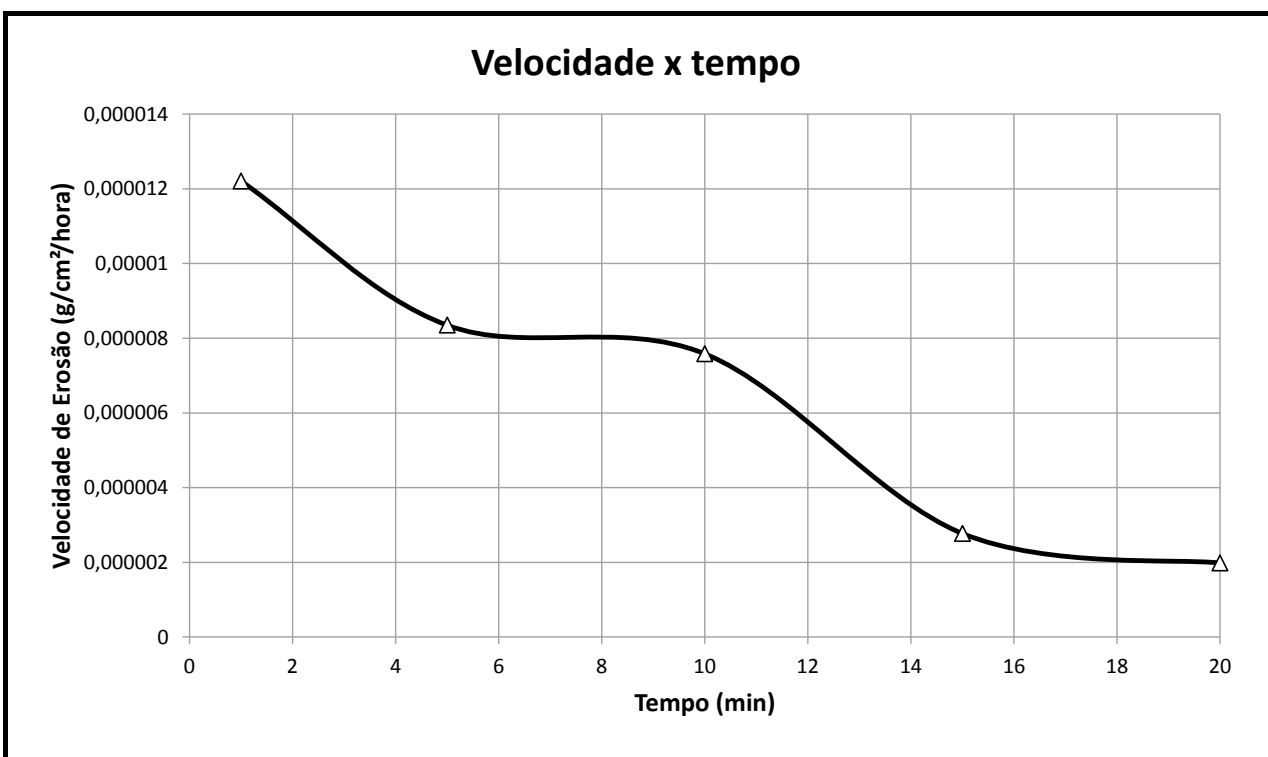
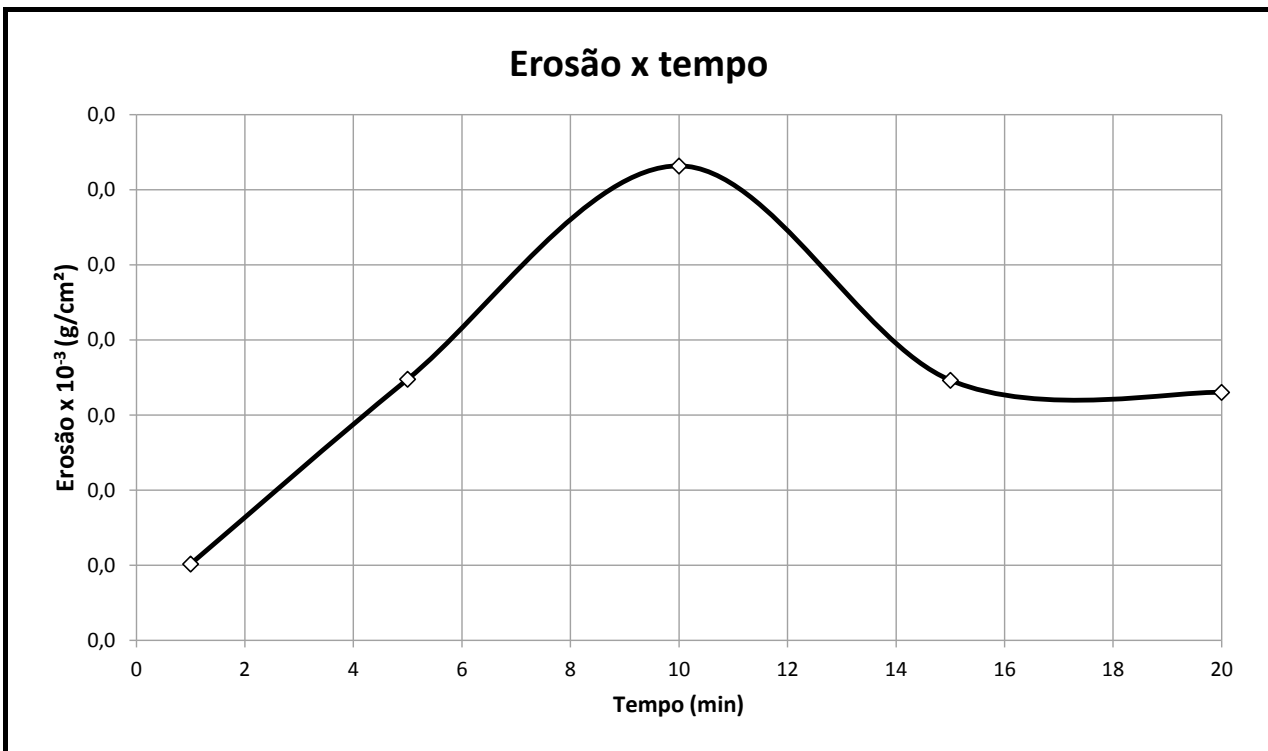
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	41	308,80	420,70	309,04	0,24	111,66	4080,00	8,77	34,72	0,000203464	1,22079E-05
5	42	312,40	466,50	312,82	0,42	153,68	20400,00	55,75	118,71	0,000695682	8,34818E-06
10	50	313,00	358,60	313,20	0,20	45,40	40800,00	179,74	215,67	0,001263852	7,58311E-06
15	56	322,50	532,40	322,83	0,33	209,57	61200,00	96,37	118,26	0,000693024	2,7721E-06
20	202	336,90	536,10	337,13	0,23	198,97	81600,00	94,33	112,69	0,000660365	1,9811E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	68

Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4395,4
315	22,05	102,78	92,46	14,7%	
662	20,04	104,91	94,05	14,7%	
674	22,13	111,34	99,9	14,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	14,7%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 18/05/2019
ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO
DATA DO ENSAIO: 21/05/2019
REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana
NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003
NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002
NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001
TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C
TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada
CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada
PH DA ÁGUA: 7,51

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4836,7	Teor de umidade inicial (%):	10,6%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,42
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	2,19
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,38

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
5	10,47	33,27	31	11,1%
15	10,64	25,61	24,24	10,1%
30	11,34	28,92	27,24	10,6%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				10,6%

Observações:
Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,89	434,22	335,21	99,01	19,32
5	25	355,31	504,20	398,95	105,25	43,64
10	26	314,73	469,50	341,92	127,58	27,19
15	27	309,41	436,50	329,69	106,81	20,28
20	28	314,68	402,60	330,38	72,22	15,70
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	30,9
Largura (cm)	50,5
Compr. (cm)	75
Volume (mL)	117033,75

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	32	314,79	434,33	315,10	0,31	119,23	4080,00	10,61	29,93	0,000175624	1,05374E-05
5	34	314,30	467,77	314,61	0,31	153,16	20400,00	41,29	84,93	0,000498387	5,98064E-06
10	38	331,33	534,88	331,70	0,37	203,18	40800,00	74,30	101,49	0,000595555	3,57333E-06
15	39	329,99	522,80	330,29	0,30	192,51	61200,00	95,37	115,65	0,000678667	2,71467E-06
20	41	308,78	500,30	309,04	0,26	191,26	81600,00	110,93	126,63	0,000743075	2,22923E-06
30											
60											

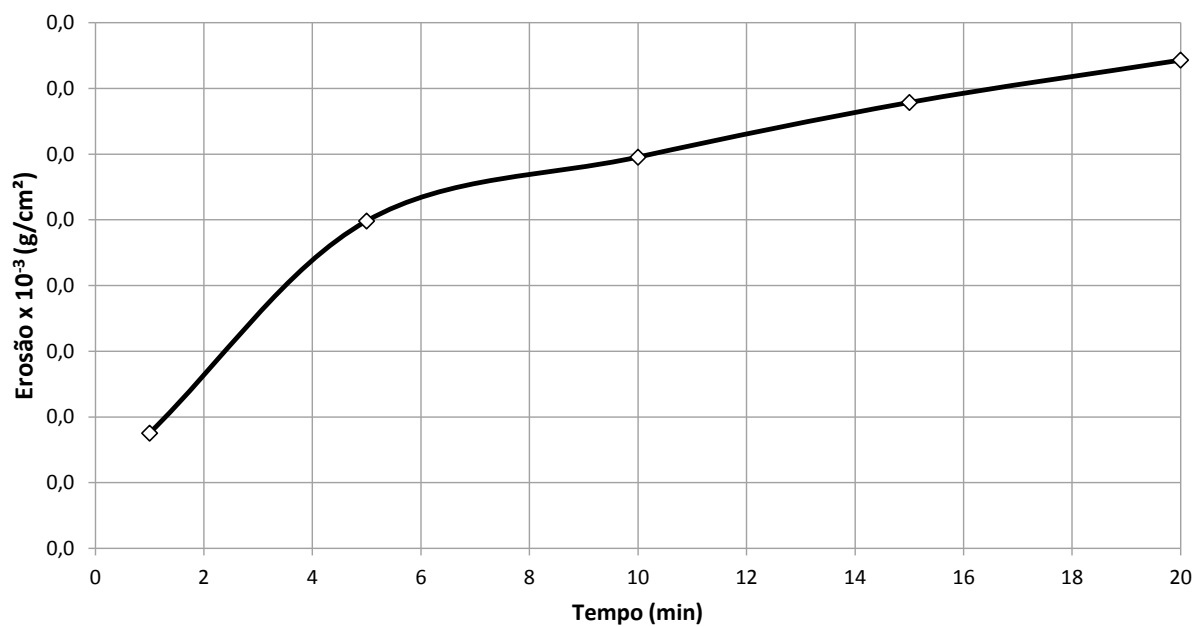
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

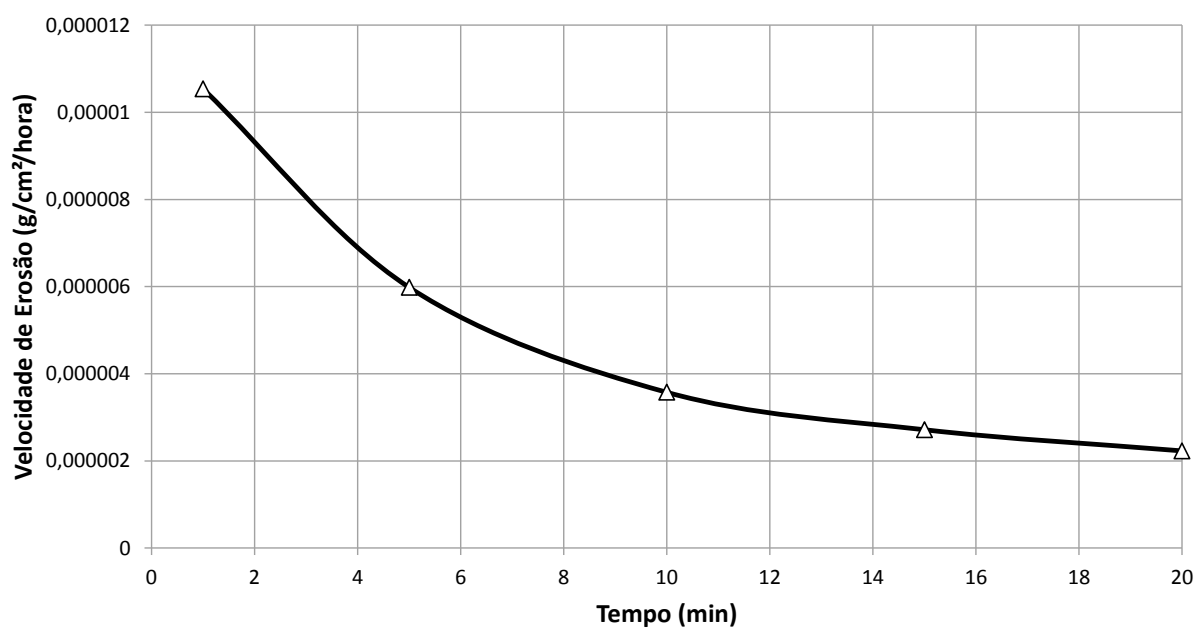
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4600,4
204	31,55	118,64	109,33	12,0%	
569	22,8	99,37	91,37	11,7%	
669	21,31	96,66	89,14	11,1%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	11,6%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 23/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 24/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 004

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,68

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4670,5	Teor de umidade inicial (%):	10,2%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,30
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	2,09
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,45

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
218	9,57	34,33	32,01	10,3%
621	9,69	40,54	37,7	10,1%
660	9,66	40,62	37,78	10,1%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				10,2%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	2	396,54	575,70	452,07	123,63	55,53
5	4	379,63	686,60	502,10	184,50	122,47
10	9	382,07	626,80	462,50	164,30	80,43
15	10	378,68	517,40	416,90	100,50	38,22
20	13	385,76	520,30	406,10	114,20	20,34
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,00
24,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)		30,9	
Largura (cm)		50,5	
Compr. (cm)		75	
Volume (mL)		117033,75	

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	15	379,73	467,40	380,50	0,77	86,90	4080,00	36,15	91,68	0,000538007	3,22804E-05
5	49	304,67	420,90	305,30	0,63	115,60	20400,00	111,18	233,65	0,001371083	1,6453E-05
10	57	344,78	484,60	345,40	0,62	139,20	40800,00	181,72	262,15	0,001538372	9,23023E-06
15	201	334,70	477,50	335,20	0,50	142,30	61200,00	215,04	253,26	0,001486171	5,94469E-06
20	203	307,96	514,60	308,60	0,64	206,00	81600,00	253,51	273,85	0,001607032	4,8211E-06
30											
60											

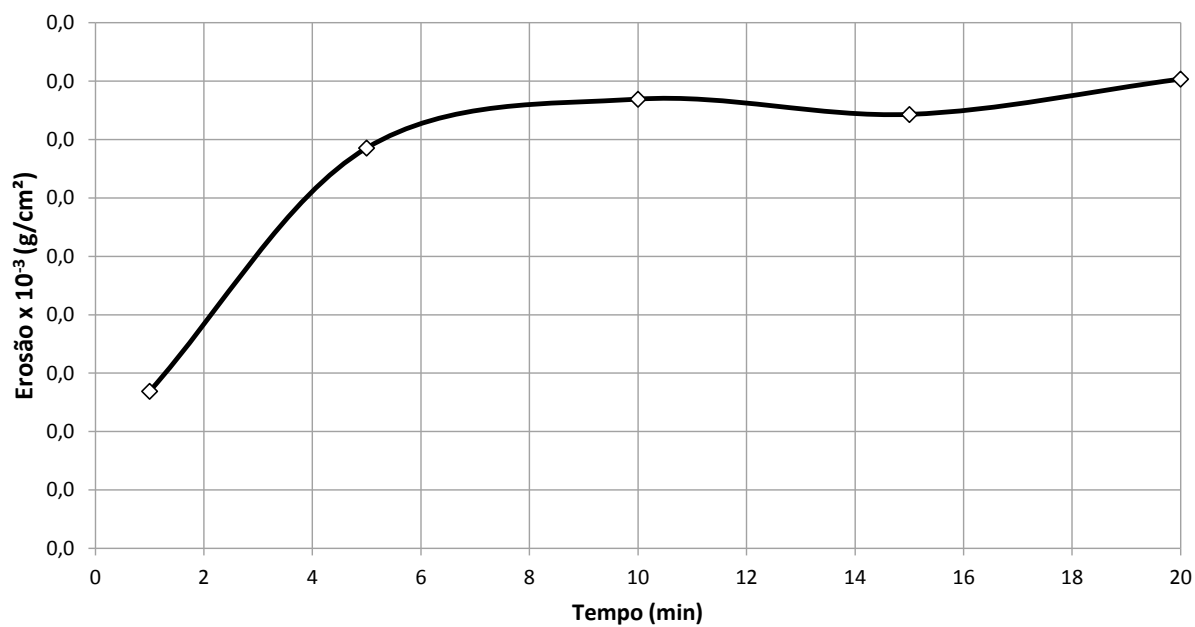
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	68

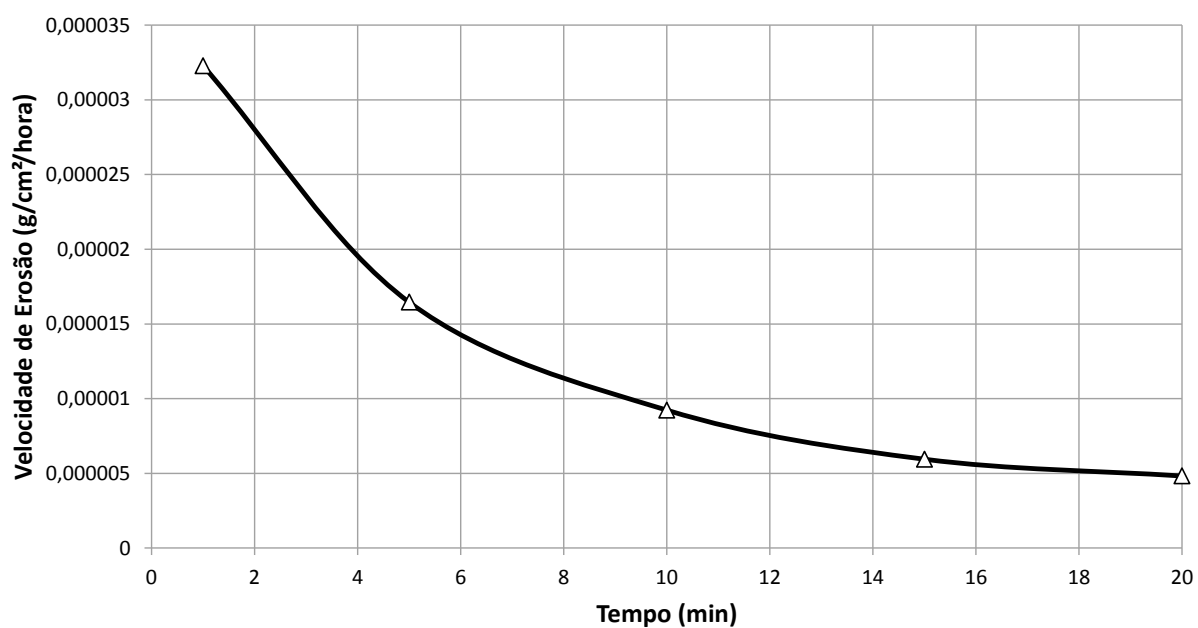
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4105,8
205	32,28	129,49	117,01	14,7%	
305	22,34	114,03	102,14	14,9%	
306	26,06	131,94	117,83	15,4%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,0%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 04/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,74

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4747,3	Teor de umidade inicial (%):	11,0%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,32
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	2,09
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,45

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
662	20,81	111,78	102,84	10,9%
687	19,79	111,8	102,67	11,0%
690	20,81	129,63	118,74	11,1%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,0%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	25	355,30	454,10	365,44	88,66	10,14
5	26	314,80	554,70	381,01	173,69	66,21
10	27	309,50	499,70	372,22	127,48	62,72
15	38	329,30	502,20	386,82	115,38	57,52
20	42	312,40	355,01	355,01	0,00	42,61
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	59
Volume (mL)	118855,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	49	304,70	380,70	304,87	0,17	75,83	1980,00	4,44	14,58	8,54357E-05	5,12614E-06
5	50	313,00	466,00	313,54	0,54	152,46	9900,00	35,06	101,27	0,000593495	7,12194E-06
10	57	344,80	461,40	345,06	0,26	116,34	19800,00	44,25	106,97	0,000626867	3,7612E-06
15	201	334,80	490,10	335,04	0,24	155,06	29700,00	45,97	103,49	0,000606472	2,42589E-06
20	202	336,90	485,02	337,32	0,42	147,70	39600,00	112,61	155,22	0,000909606	2,72882E-06
30											
60											

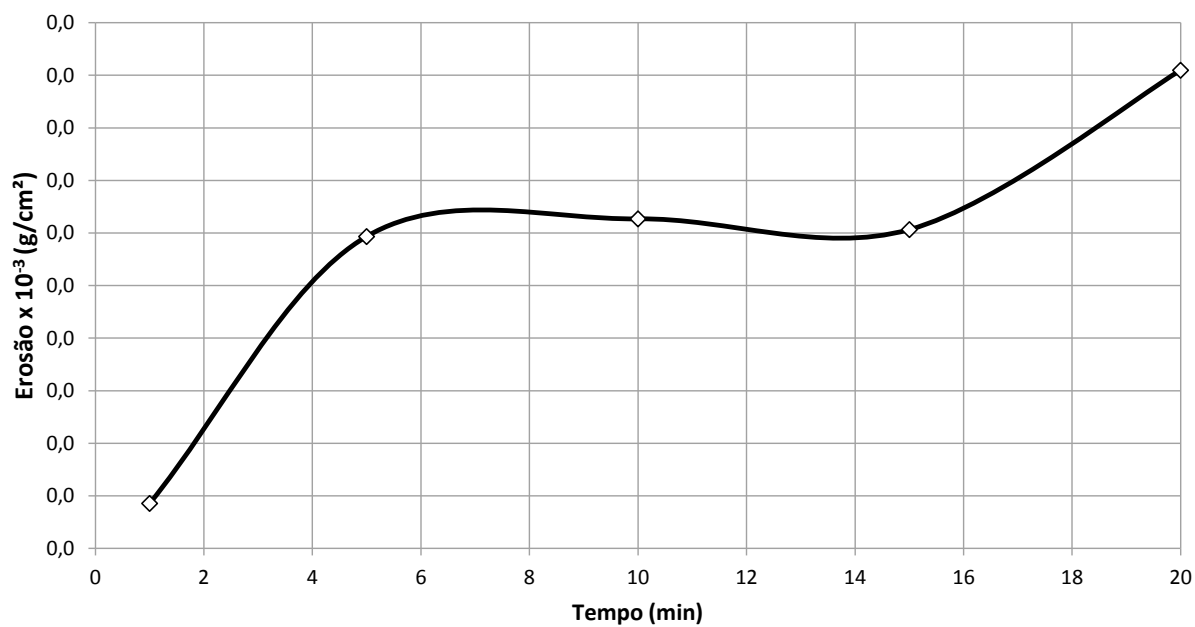
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	39600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	33

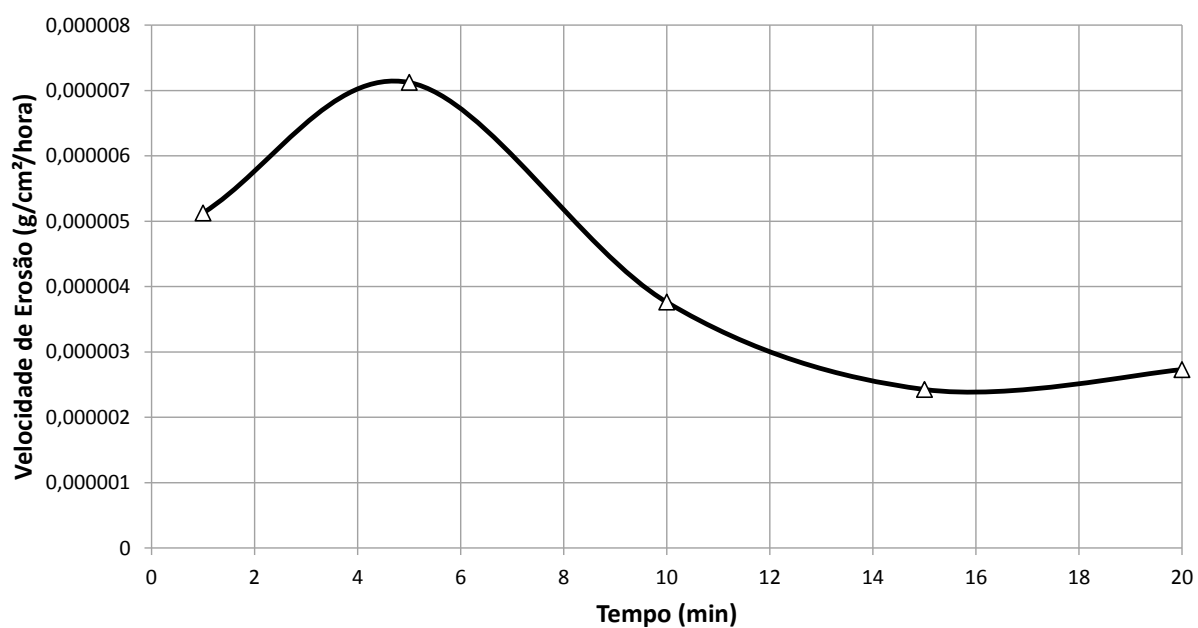
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4289,8
669	21,26	124,01	110,28	15,4%	
683	22,13	131,25	117,05	15,0%	
691	21,28	119,98	106,26	16,1%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	15,5%	
Observações: BAL - 002 EST - 001 BAL - 004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19 - Úmida

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,63

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4752,1	Teor de umidade inicial (%):	11,0%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,33
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	2,10
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	3,03	Índice de vazios:	0,45

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
662	20,81	111,78	102,84	10,9%
687	19,79	111,8	102,67	11,0%
690	20,81	129,63	118,74	11,1%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,0%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo seco (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	1	392,90	532,50	412,91	119,59	20,01
5	2	396,60	569,50	449,91	119,59	53,31
10	3	393,60	558,00	444,13	113,87	50,53
15	7	387,66	515,60	422,75	92,85	35,09
20	15	379,77	503,80	405,41	98,39	25,64
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,50
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	59
Volume (mL)	118855,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

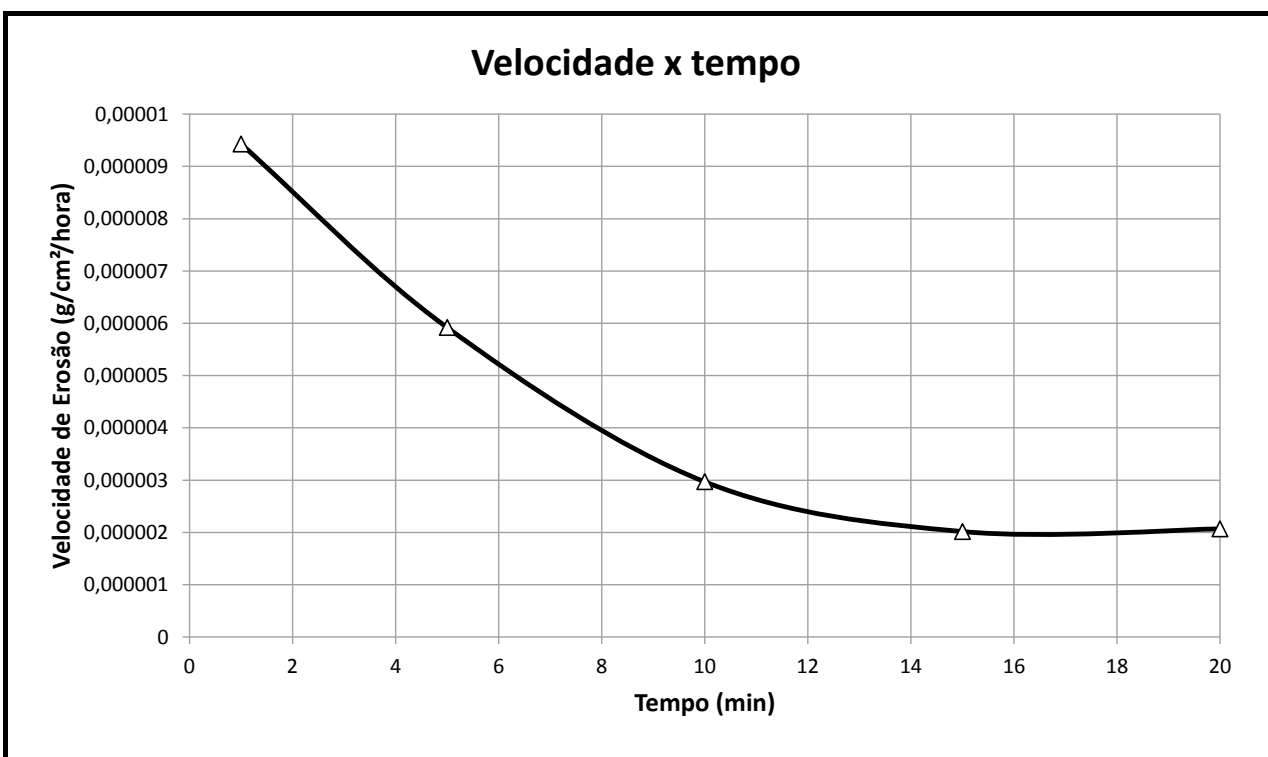
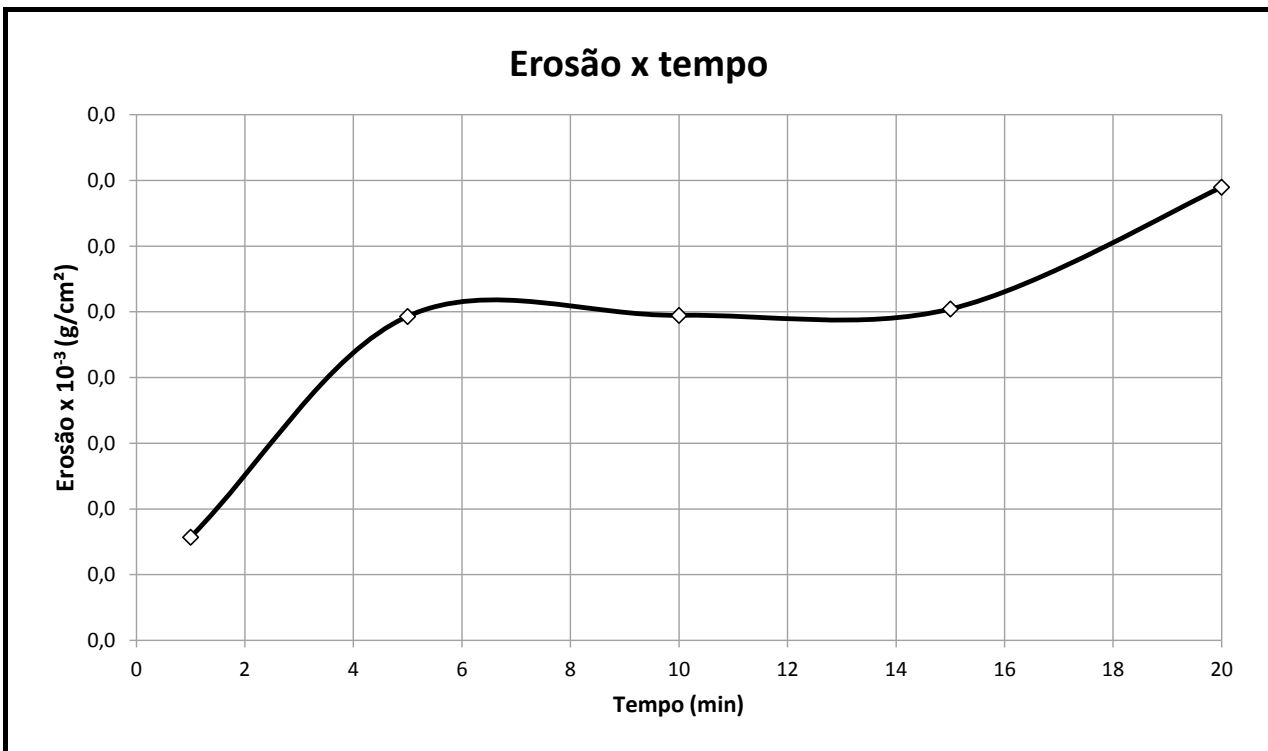
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	17	389,71	477,50	390,02	0,31	60	1920,00	6,80	26,81	0,000157135	9,42813E-06
5	49	304,70	420,20	305,07	0,37	300	9600,00	30,85	84,16	0,00049321	5,91852E-06
10	57	344,82	481,00	345,06	0,24	600	19200,00	33,90	84,43	0,000494764	2,96858E-06
15	201	334,71	464,90	334,94	0,23	900	28800,00	50,97	86,06	0,000504329	2,01732E-06
20	206	393,44	518,90	393,74	0,30	1200	38400,00	92,04	117,68	0,000689645	2,06894E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	38400,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	32

Observações:
BAL - 003

	ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA				
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
618	10,01	42,63	38,91	12,9%
637	9,82	40,57	36,66	14,6%
652	9,66	37,98	34,22	15,3%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)			14,2%	
Observações: BAL - 002 BAL - 004				
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4				
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.				
Página 3 de 5				



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 21/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 23/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,47

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 003	Área do anel (cm²):	170,64
Massa do anel (g):	1568,85	Volume do anel (cm³):	1367,69
Massa do anel + solo (g):	4590,7	Teor de umidade inicial (%):	11,8%
Diâmetro do anel (cm):	14,74	Massa específica natural (g/cm³):	2,21
Altura do anel (cm):	8,02	Massa específica seca (g/cm³):	1,98
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,49

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
201	32,17	128,65	118,42	11,9%
309	22,84	91,16	83,96	11,8%
576	21,52	102	93,46	11,9%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,8%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	3	393,60	525,00	429,86	95,14	36,26
5	5	383,70	576,10	445,67	130,43	61,97
10	6	402,20	519,30	430,93	88,37	28,73
15	7	387,60	498,50	410,03	88,47	22,43
20	8	369,50	467,10	385,56	81,54	16,06
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,00
11,50
17,00
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	69
Volume (mL)	139000,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	12	385,50	492,30	385,94	0,44	106,36	4080,00	16,88	53,14	0,000311404	1,86843E-05
5	14	375,10	506,00	375,47	0,37	130,53	20400,00	57,83	119,80	0,000702032	8,42438E-06
10	17	389,70	532,20	390,01	0,31	142,19	40800,00	88,95	117,68	0,000689641	4,13785E-06
15	21	394,40	499,20	394,52	0,12	104,68	61200,00	70,16	92,59	0,00054258	2,17032E-06
20	206	393,40	536,10	393,63	0,23	142,47	81600,00	131,73	147,79	0,000866102	2,59831E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

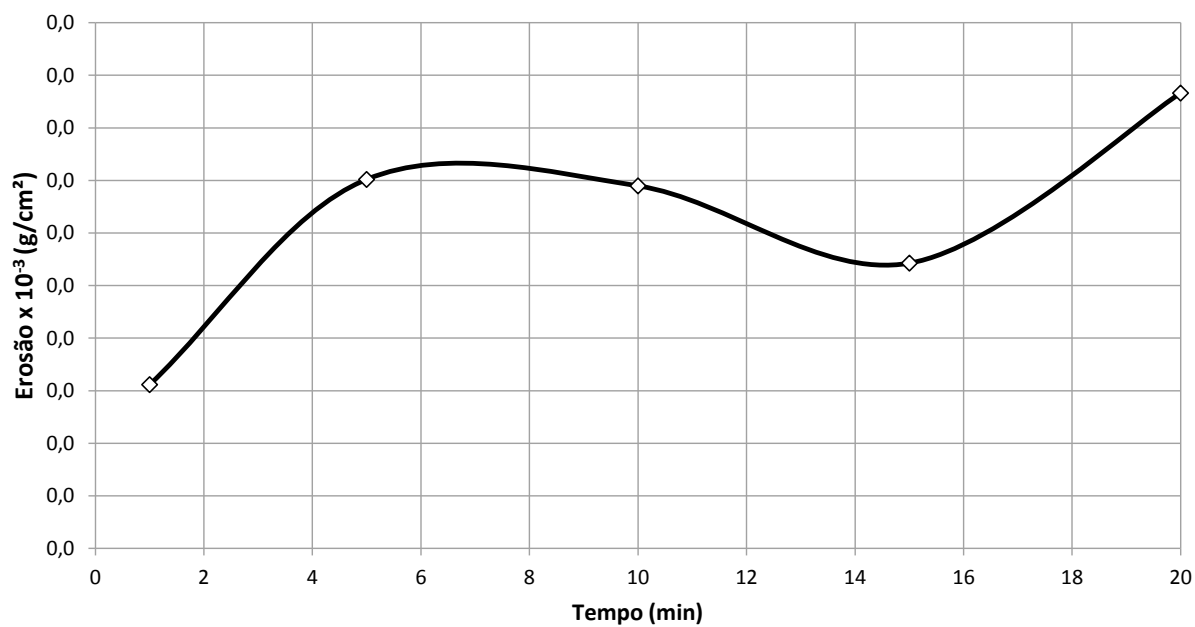
INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	68

Observações:

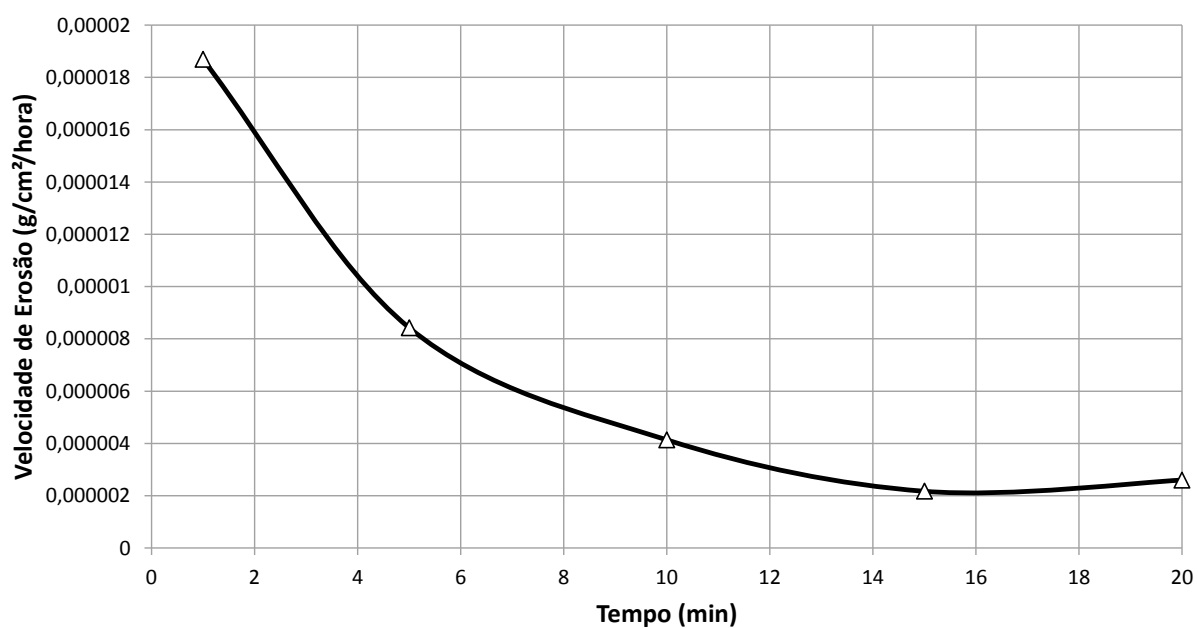
BAL - 003
EST - 001

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4321
205	32,38	120,66	107,39	17,7%	
315	22,03	98,06	86,71	17,5%	
680	21,33		92,48		
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	17,6%	
Observações: BAL - 002 EST - 002 BAL - 004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 17/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 20/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,36

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4554,4	Teor de umidade inicial (%):	10,0%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,20
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	2,00
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,47

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
618	10,01	39,43	36,74	10,1%
621	9,7	40,2	37,45	9,9%
640	10,17	39,98	37,28	10,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				10,0%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	39	330,10	487,16	372,39	114,77	42,29
5	41	308,80	681,60	436,32	245,28	127,52
10	46	348,60	577,00	412,72	164,28	64,12
15	49	304,70	403,50	327,26	76,24	22,56
20	50	313,10	431,90	336,43	95,47	23,33
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
7,00
12,00
17,50
23,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	30,9
Largura (cm)	50,5
Compr. (cm)	75
Volume (mL)	117033,75

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

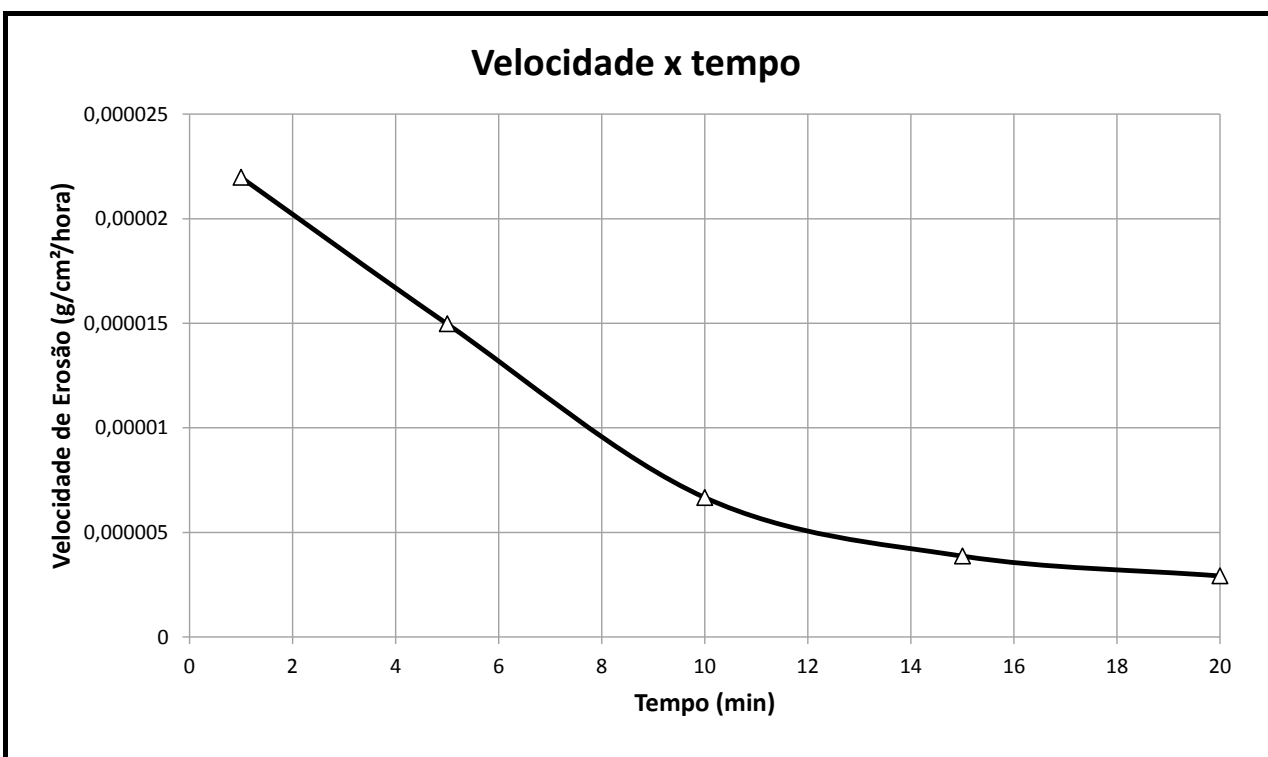
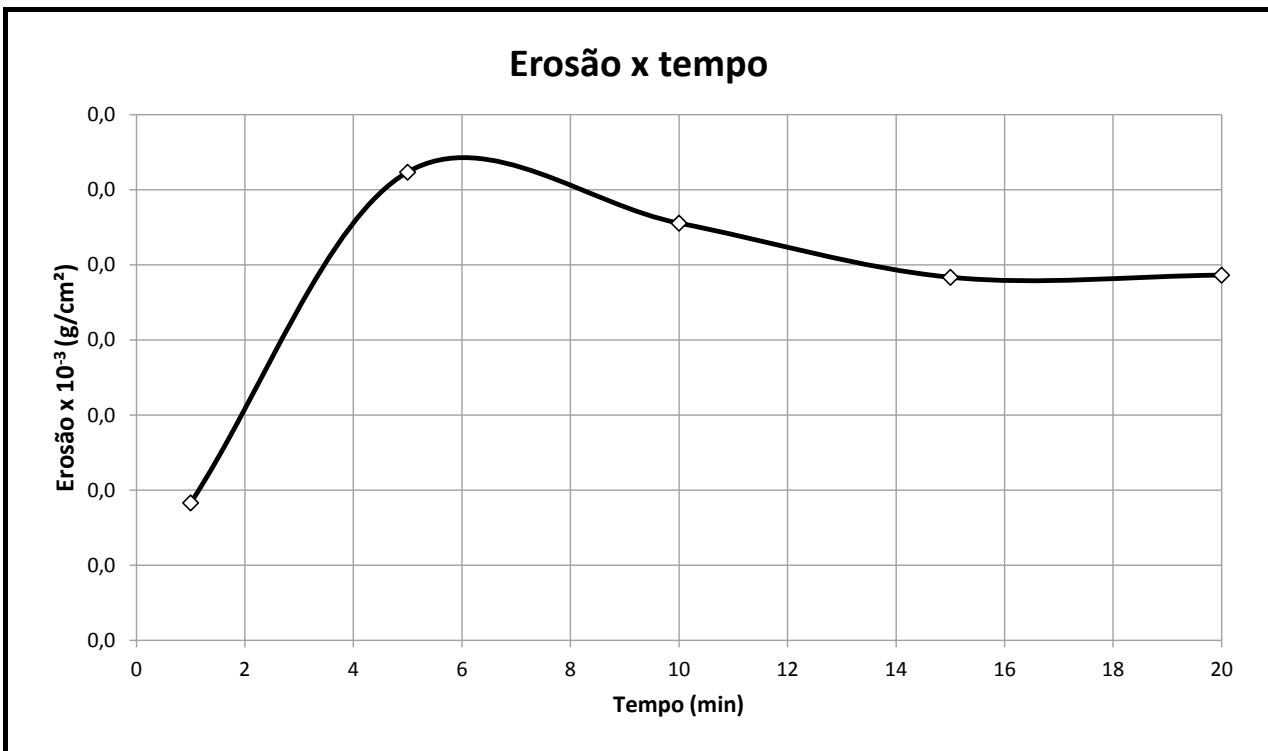
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	53	319,30	438,20	319,89	0,59	118,31	60	4080,00	20,35	62,64	0,000366187	2,19712E-05
5	55	344,20	477,82	344,76	0,56	133,06	300	20400,00	85,86	213,38	0,001247442	1,49693E-05
10	57	344,80	504,00	345,29	0,49	158,71	600	40800,00	125,97	190,09	0,001111281	6,66769E-06
15	202	336,90	530,10	337,35	0,45	192,75	900	61200,00	142,88	165,44	0,000967194	3,86878E-06
20	205	342,60	514,00	342,90	0,30	171,10	1200	81600,00	143,07	166,40	0,000972835	2,9185E-06
30												
60												

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4153,8
201	32,17	117,55	104,43	18,2%	
205	32,41	110,63	98,01	19,2%	
251	21,01	99,27	87,35	18,0%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	18,5%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 26/04/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 29/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Rafael / Jacke

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 001

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss -001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☐ 105 °C a 110 ° ☒ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,35

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4598	Teor de umidade inicial (%):	12,0%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,25
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	2,01
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,47

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
633	9,14	34,6	31,86	12,1%
640	10,15	38,65	35,54	12,2%
650	10,01	34,6	32,01	11,8%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				12,0%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo seco (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	25	355,43	472,50	374,57	97,93	19,14
5	27	309,54	585,30	396,76	188,54	87,22
10	28	314,88	635,40	428,89	206,51	114,01
15	31	320,09	599,90	420,44	179,46	100,35
20	34	314,42	555,50	381,44	174,06	67,02
30	36	354,02	601,00	419,61	181,39	65,59
60						

Altura de água (cm)
2,50
5,00
9,00
13,00
18,50
28,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)	30,9		
Largura (cm)	50,5		
Compr. (cm)	75		
Volume (mL)	117033,75		

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	46	348,62	501,80	348,71	0,09	153,09	3660,00	2,15	21,29	0,000124944	7,49662E-06
5	49	304,76	494,80	305,19	0,43	189,61	18300,00	41,50	128,72	0,00075536	9,06432E-06
10	53	319,42	489,80	319,84	0,42	169,96	36600,00	90,44	204,45	0,001199781	7,19869E-06
15	55	344,30	527,10	344,71	0,41	182,39	54900,00	123,41	223,76	0,001313076	5,2523E-06
20	57	344,85	570,50	345,31	0,46	225,19	73200,00	149,53	216,55	0,001270741	3,81222E-06
30	39	330,10	540,60	330,52	0,42	210,08	109800,00	219,52	285,11	0,00167306	3,34612E-06
60											

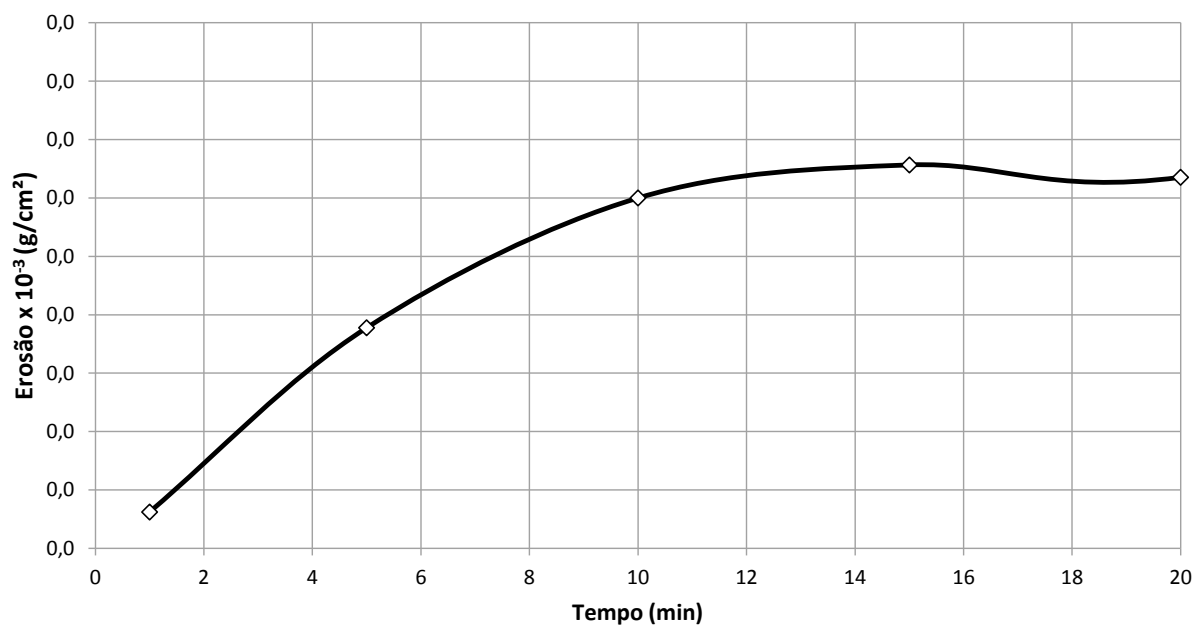
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	109800,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	61

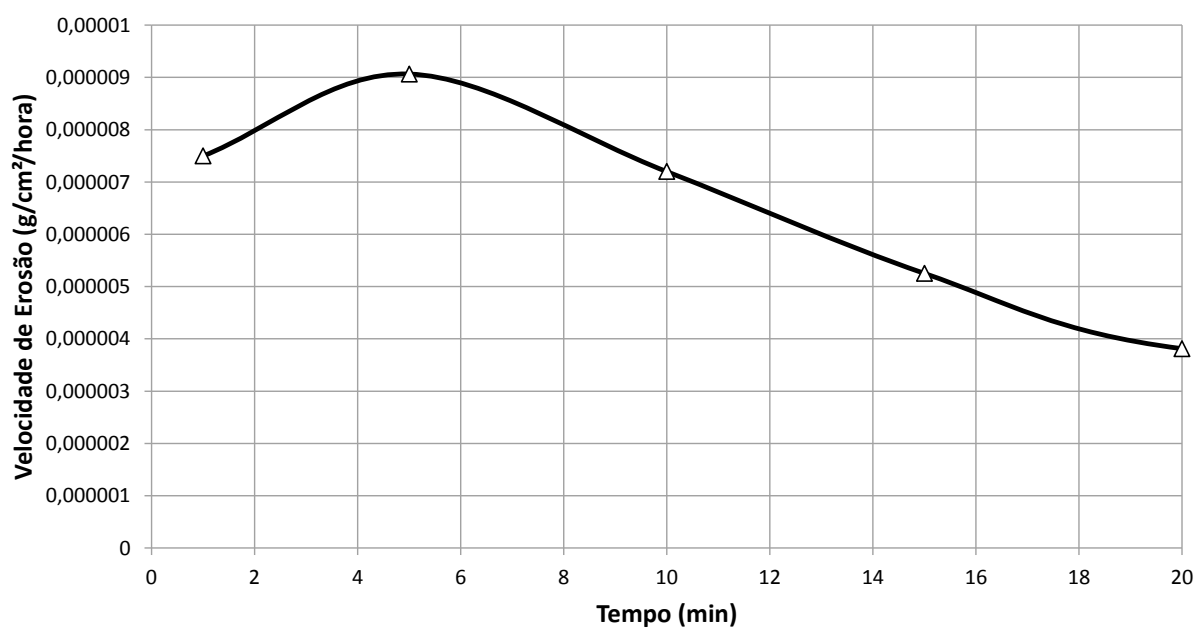
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3816,5
208	10,06	32,83	29,12	19,5%	
250	11,35	44,31	38,63	20,8%	
254	10	45,4	39,79	18,8%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	19,7%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 03/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 04/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 001

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,9

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4341,1	Teor de umidade inicial (%):	11,9%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,04
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,82
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,61

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
305	22,36	125	114,07	11,9%
306	26,05	114,6	105,21	11,9%
314	21,73	123,39	112,53	12,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,9%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	3	393,54	464,87	401,70	63,17	8,16
5	5	383,67	605,50	463,62	141,88	79,95
10	6	402,10	577,10	467,64	109,46	65,54
15	7	387,55	542,10	433,22	108,88	45,67
20	8	369,47	514,80	407,66	107,14	38,19
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,00
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	59
Volume (mL)	118855,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	9	382,01	443,08	382,18	0,17	60	1980,00	5,53	13,69	8,00177E-05	4,80106E-06
5	10	378,61	496,20	379,09	0,48	300	9900,00	40,58	120,53	0,000704628	8,45554E-06
10	13	385,71	512,60	386,18	0,47	600	19800,00	73,61	139,15	0,000813511	4,88107E-06
15	14	375,06	486,40	375,38	0,32	900	29700,00	85,61	131,28	0,000767469	3,06988E-06
20	21	394,31	523,30	394,75	0,44	1200	39600,00	135,54	173,73	0,001015678	3,04703E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	39600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	33

Observações:

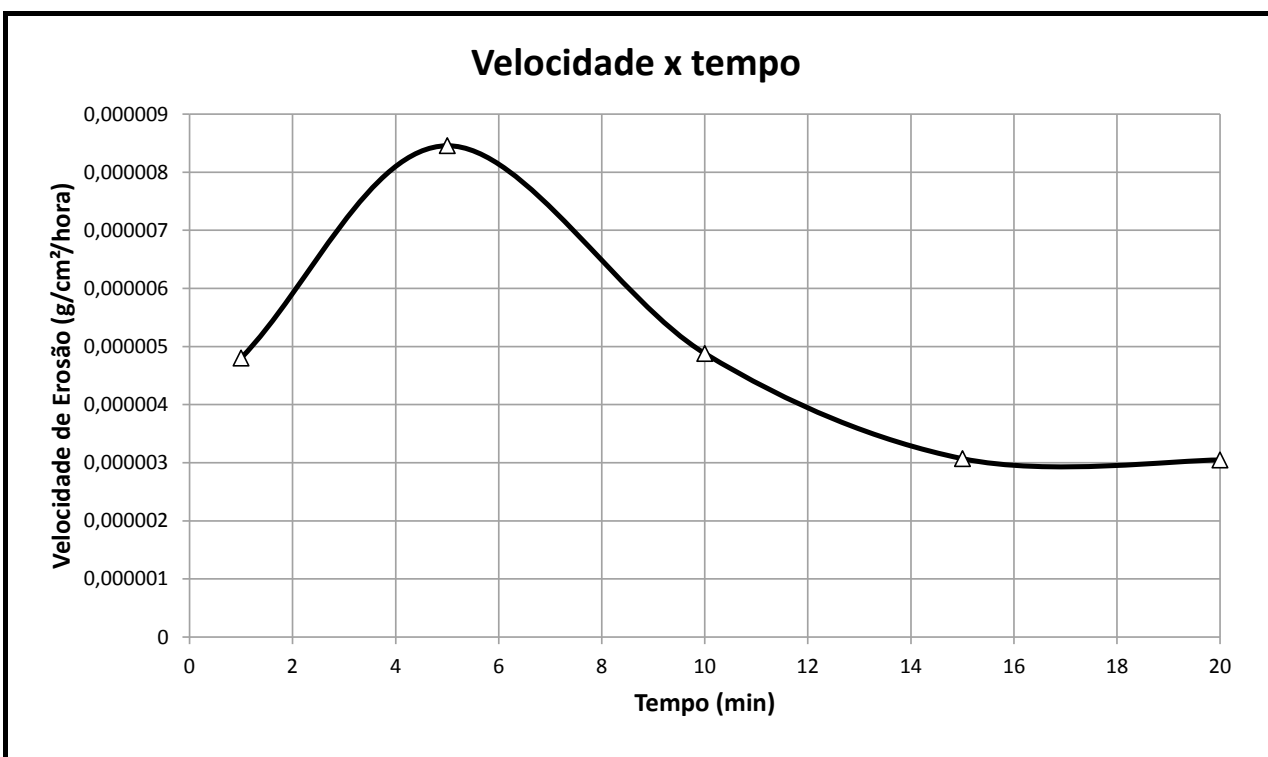
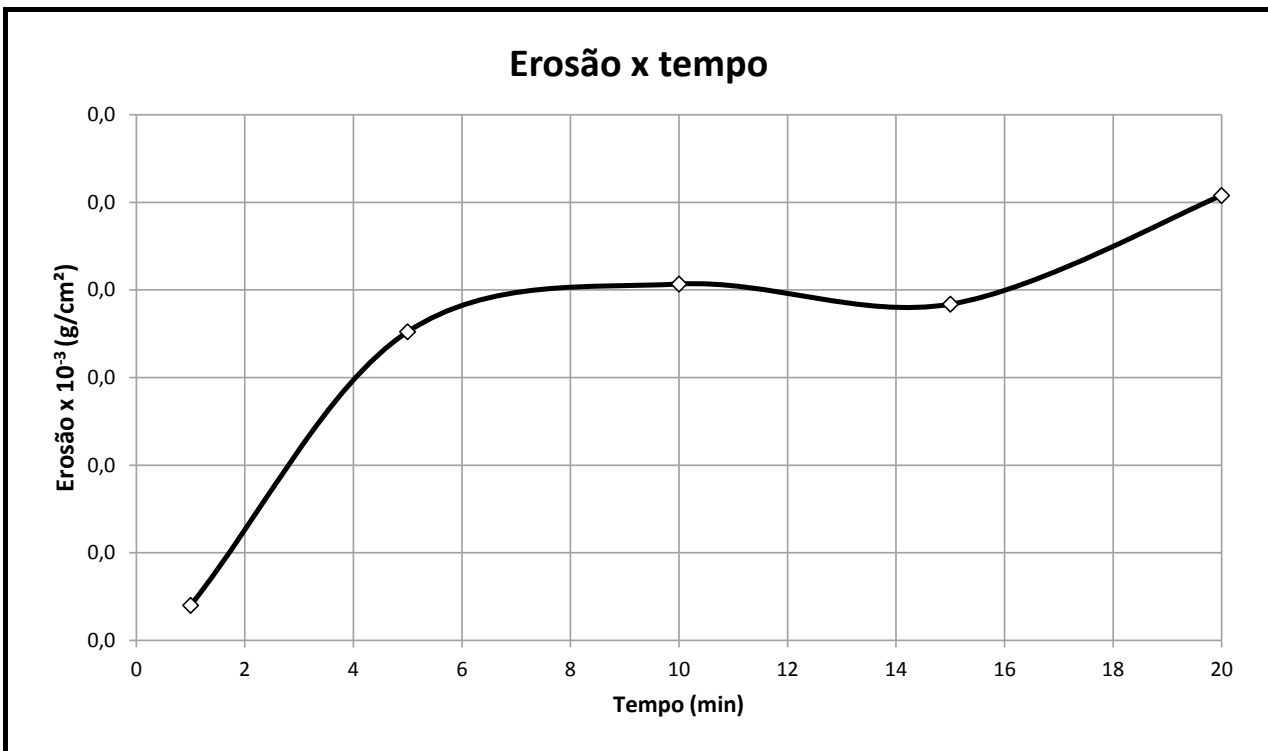
BAL - 003
EST - 001



Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
306	26,07	135,88	119,04	18,1%
314	21,74	115,19	101,48	17,2%
675	21,05	108,79	95,47	17,9%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				17,7%

MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO)	
(g)	4064,9

DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 31/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana - úmida

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,56

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4545,6	Teor de umidade inicial (%):	11,9%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	2,19
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,96
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,94	Índice de vazios:	0,50

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
305	22,36	125	114,07	11,9%
306	26,05	114,6	105,21	11,9%
314	21,73	123,39	112,53	12,0%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,9%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	4	379,59	529,00	406,16	122,84	26,57
5	5	383,72	618,60	480,65	137,95	96,93
10	6	402,18	664,60	505,40	159,20	103,22
15	8	369,57	551,10	429,80	121,30	60,23
20	9	382,06	529,80	420,60	109,20	38,54
30						
60						

Altura de água (cm)
1,50
3,50
6,50
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	59
Volume (mL)	118855,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

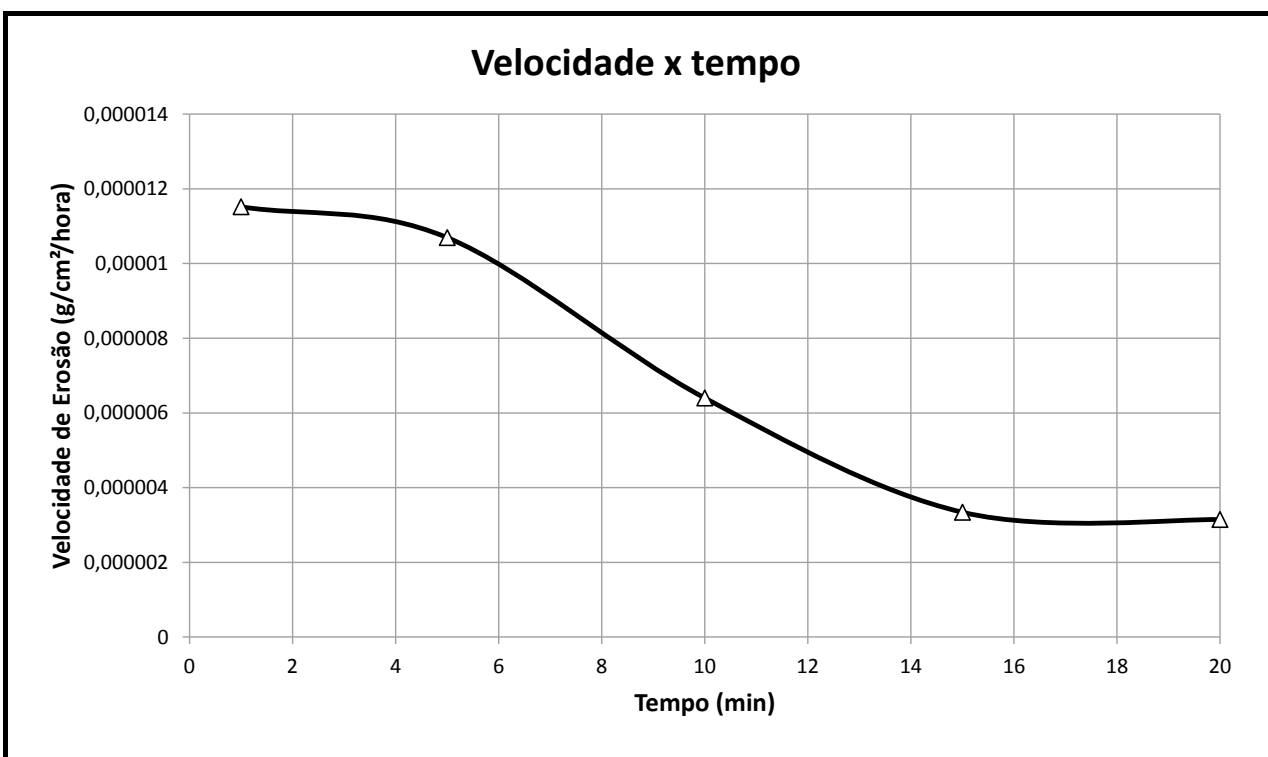
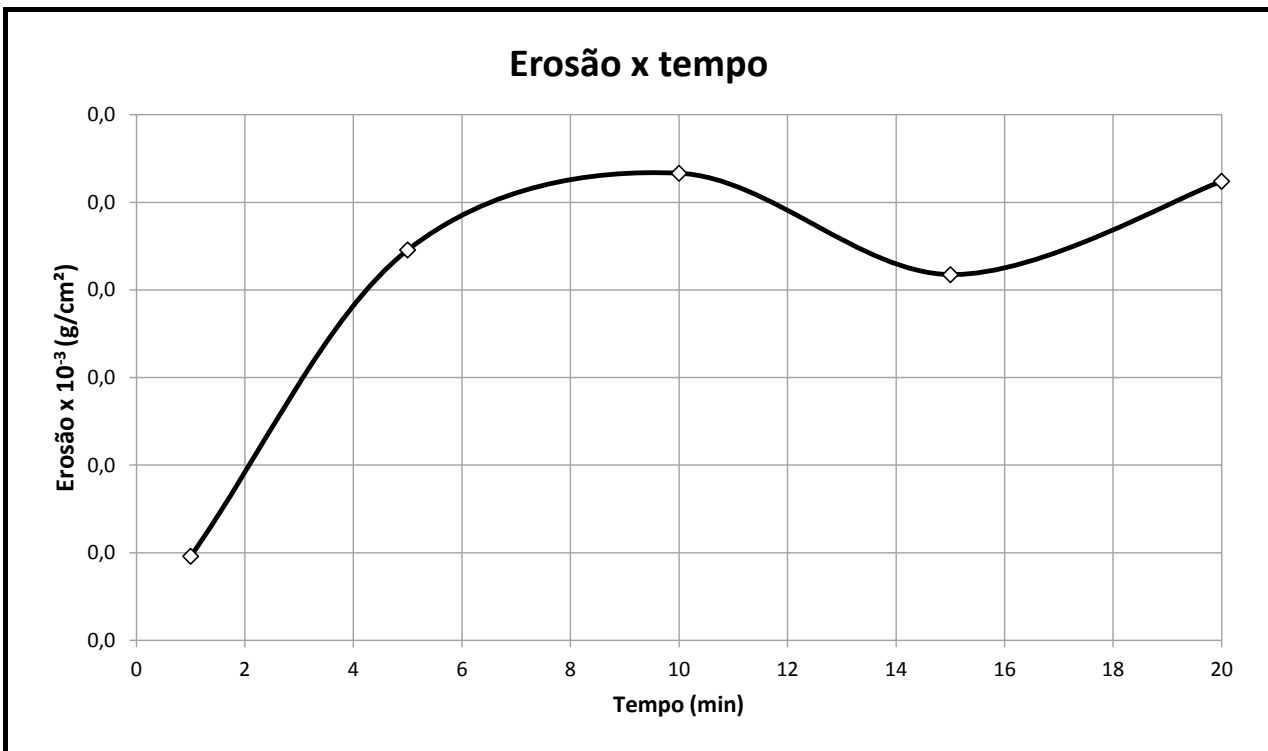
Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	10	378,70	440,20	378,90	0,20	60	1920,00	6,26	32,83	0,000191956	1,15174E-05
5	12	385,49	474,20	386,00	0,51	300	9600,00	55,51	152,44	0,000891198	1,06944E-05
10	13	385,75	495,30	386,20	0,45	600	19200,00	79,19	182,41	0,001066428	6,39857E-06
15	14	375,19	448,60	375,40	0,21	900	28800,00	82,62	142,85	0,000835149	3,3406E-06
20	21	394,36	460,10	394,60	0,24	1200	38400,00	140,70	179,24	0,001047889	3,14367E-06
30											
60											

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	38400,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	32

Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3979,6
210	9,05	48,54	41,98	19,9%	
646	9,2	44,36	38,97	18,1%	
651	10,08	45,89	40,25	18,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	18,9%	
Observações: BAL - 002 BAL - 004					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 23/05/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 23/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,44

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4554,2	Teor de umidade inicial (%):	11,0%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,21
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,99
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,96	Índice de vazios:	0,48

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
228	20,71	82,24	75,81	11,7%
248	19,96	75,8	70,37	10,8%
261	20,99	84,69	78,54	10,7%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,0%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN
PEA 449

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	25	355,29	536,40	395,86	140,54	40,57
5	26	314,72	618,70	421,27	197,43	106,55
10	27	309,43	525,40	368,00	157,40	58,57
15	28	314,65	414,80	345,74	69,06	31,09
20	36	353,88	428,30	370,86	57,44	16,98
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)		39,5	
Largura (cm)		51	
Compr. (cm)		69	
Volume (mL)		139000,5	

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	39	330,00	473,20	330,58	0,58	142,62	60	4080,00	16,59	57,16	0,00033544	2,01264E-05
5	40	299,85	452,10	300,46	0,61	151,64	300	20400,00	82,06	188,61	0,001106817	1,32818E-05
10	41	308,78	482,30	309,29	0,51	173,01	600	40800,00	120,27	178,84	0,001049471	6,29683E-06
15	42	312,42	480,20	312,91	0,49	167,29	900	61200,00	179,26	210,35	0,001234361	4,93744E-06
20	53	319,28	535,00	319,85	0,57	215,15	1200	81600,00	216,18	233,16	0,001368252	4,10476E-06
30												
60												

VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	10,00	VAZÃO (mL/s)	68

Observações:

BAL - 003
EST - 001

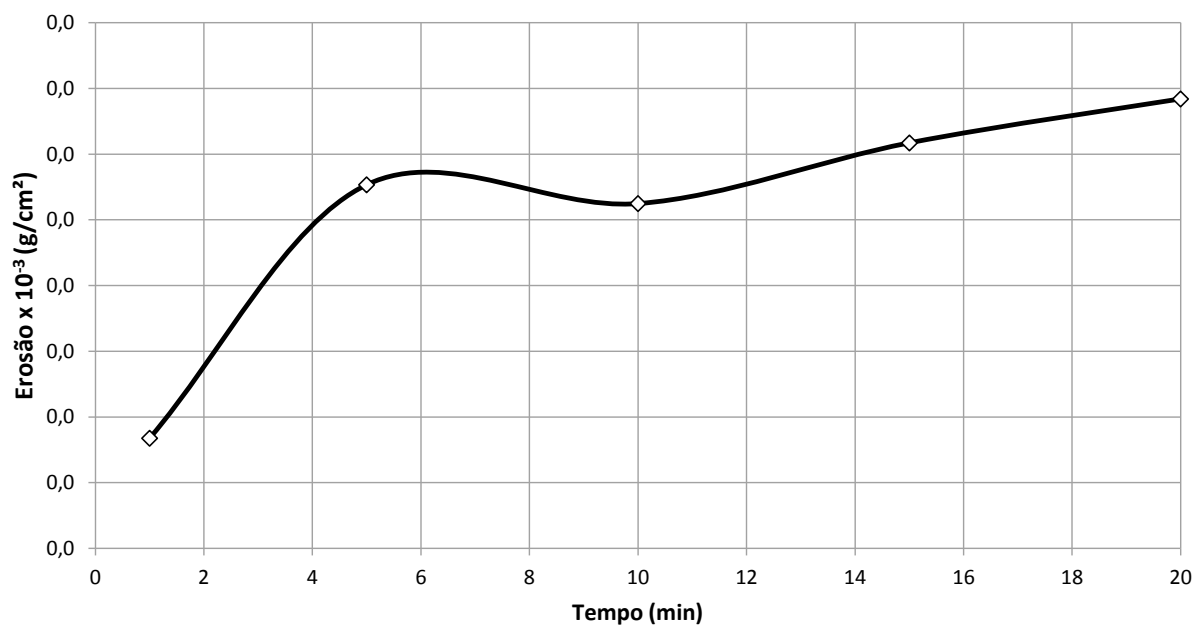


Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
224	20,56	105,79	92,29	18,8%
232	21,11	85,99	76,08	18,0%
237	20,76	106,35	94,06	16,8%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				17,9%

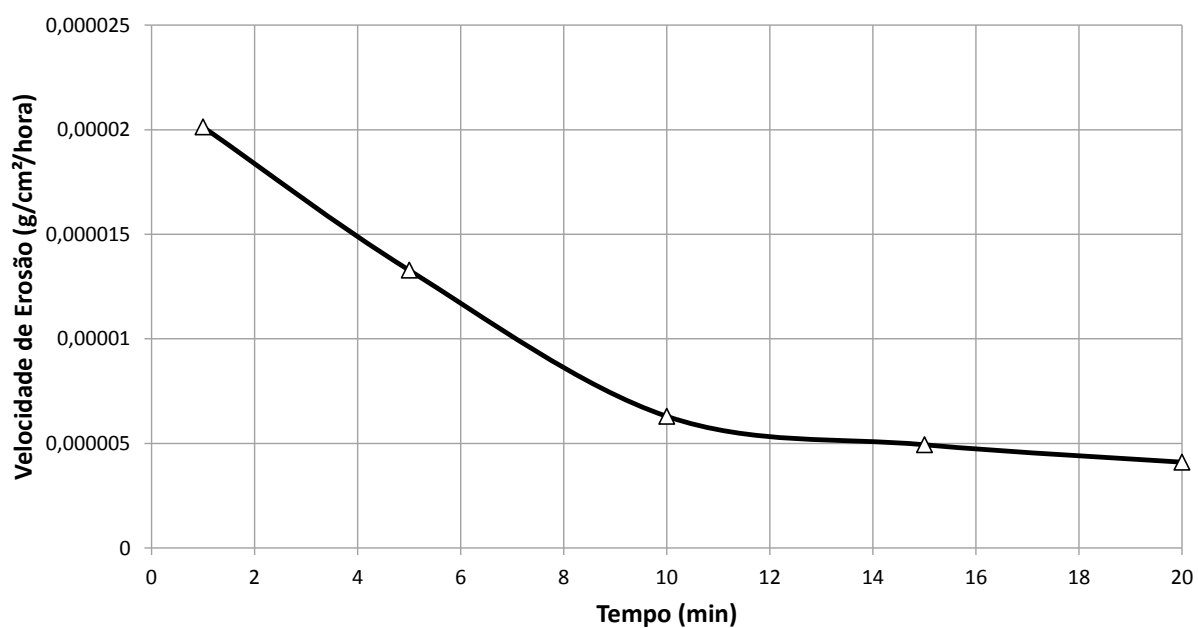
MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO)
(g)
4114,2

BAL - 002 BAL - 004

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 2.0059.19

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 20/05/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Giovana

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 003

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,52

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4522,9	Teor de umidade inicial (%):	11,3%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,19
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,97
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,96	Índice de vazios:	0,50

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
228	20,71	91,34	84,18	11,3%
232	21,12	105,47	96,96	11,2%
261	20,99	96,85	89,09	11,4%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,3%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,90	468,82	354,80	114,02	38,90
5	25	355,32	684,40	492,00	192,40	136,68
10	26	314,75	621,80	406,50	215,30	91,75
15	27	309,44	479,00	360,70	118,30	51,26
20	28	314,66	484,00	356,10	127,90	41,44
30						
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO			
Altura (cm)	30,9		
Largura (cm)	50,5		
Compr. (cm)	75		
Volume (mL)	117033,75		

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	31	319,93	427,78	320,93	1,00	60	4080,00	38,18	77,08	0,000452346	2,71408E-05
5	32	314,76	494,70	315,50	0,74	300	20400,00	84,24	220,92	0,001296408	1,55569E-05
10	34	314,31	488,70	314,90	0,59	600	40800,00	138,50	230,25	0,001351176	8,10705E-06
15	36	353,90	530,70	354,50	0,60	900	61200,00	208,40	259,66	0,001523733	6,09493E-06
20	38	329,32	528,40	329,70	0,38	1200	81600,00	156,05	197,49	0,001158936	3,47681E-06
30											
60											

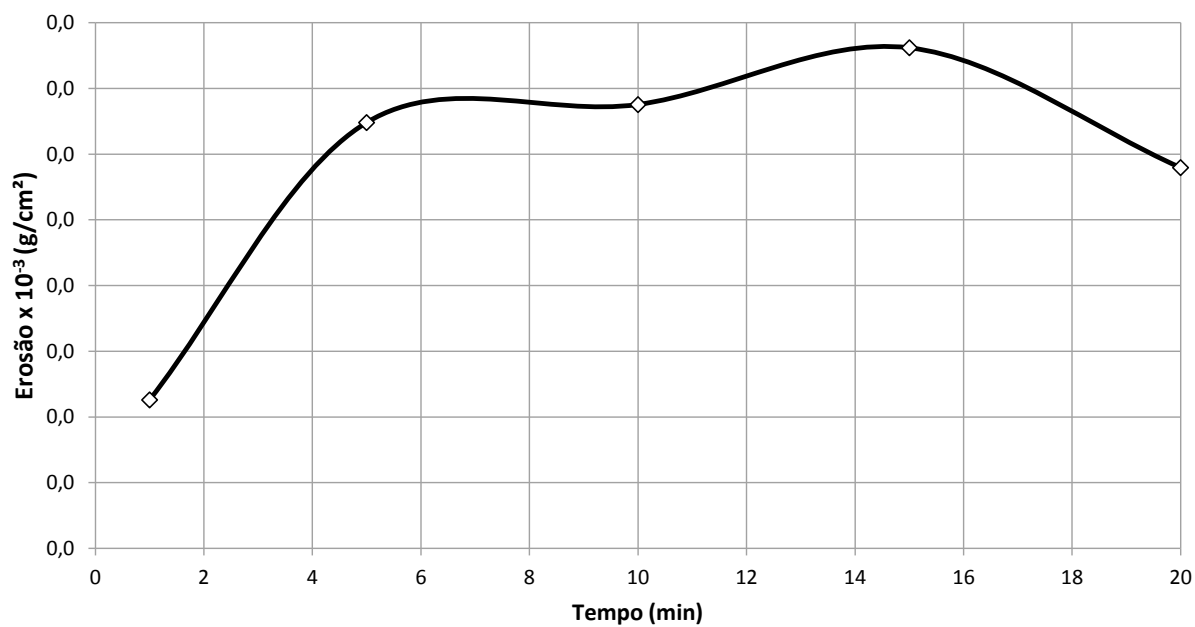
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	81600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	20,00	VAZÃO (mL/s)	68

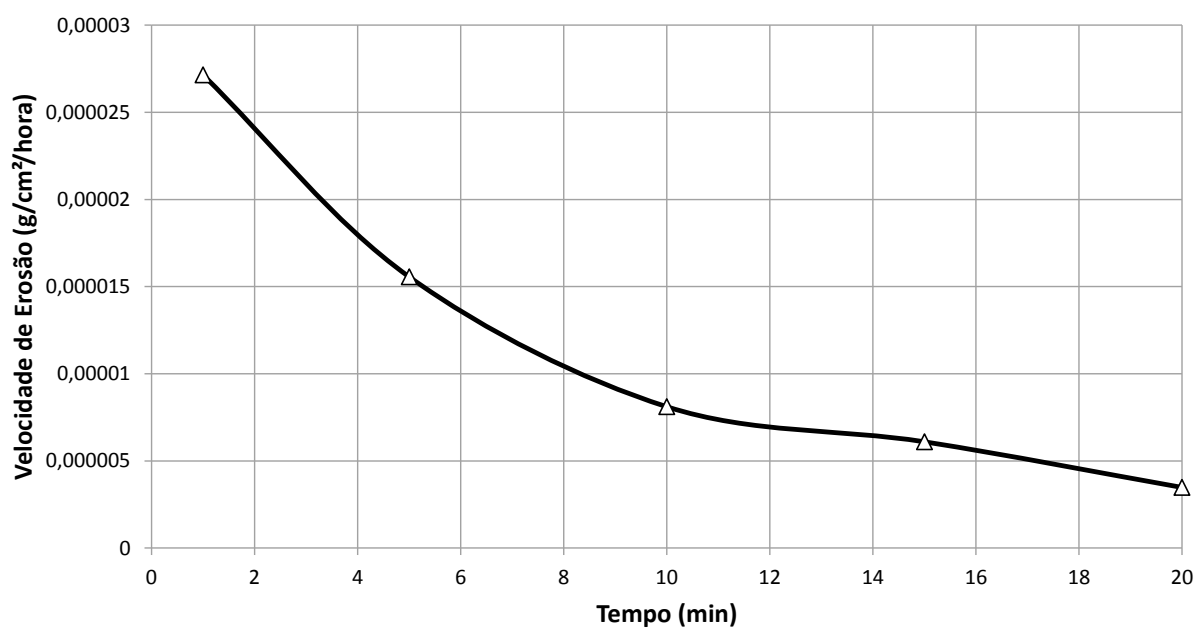
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3940,9
200	21,5	145,45	125,86	18,8%	
325	14,08	102,84	90,5	16,1%	
328	13,57	95,32	84,25	15,7%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	16,9%	
Observações:					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 26/04/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 30/04/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Rafael / Jacke

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 001

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☐ 105 °C a 110 ° ☒ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,52

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 002	Área do anel (cm²):	171,05
Massa do anel (g):	1555,36	Volume do anel (cm³):	1364,93
Massa do anel + solo (g):	4248	Teor de umidade inicial (%):	11,7%
Diâmetro do anel (cm):	14,76	Massa específica natural (g/cm³):	1,97
Altura do anel (cm):	7,98	Massa específica seca (g/cm³):	1,77
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,96	Índice de vazios:	0,68

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
15	10,65	29,44	27,48	11,6%
17	10,75	31,04	28,94	11,5%
30	11,34	33,41	31,08	11,8%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,7%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo seco (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,99	390,20	321,71	68,49	5,72
5	26	314,96	386,90	323,15	63,75	8,19
10	32	314,95	498,60	363,79	134,81	48,84
15	37	342,78	552,80	390,50	162,30	47,72
20	40	299,94	469,30	327,45	141,85	27,51
30	41	308,88	512,70	364,99	147,71	56,11
60						

Altura de água (cm)
2,00
6,50
12,00
17,50
23,00
28,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	30,9
Largura (cm)	50,5
Compr. (cm)	75
Volume (mL)	117033,75

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água com solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	56	322,59	533,60	322,66	0,07	210,94	4194,00	1,39	7,11	4,15769E-05	2,49462E-06
5	201	334,78	534,60	334,86	0,08	199,74	20970,00	8,40	16,59	9,69824E-05	1,16379E-06
10	202	336,96	538,20	337,05	0,09	201,15	41940,00	18,77	67,61	0,000395234	2,3714E-06
15	203	308,02	470,50	308,14	0,12	162,36	62910,00	46,50	94,22	0,000550811	2,20324E-06
20	204	314,61	520,60	314,76	0,15	205,84	83880,00	61,13	88,64	0,00051818	1,55454E-06
30	205	342,74	522,80	342,80	0,06	180,00	125820,00	41,94	98,05	0,000573221	1,14644E-06
60											

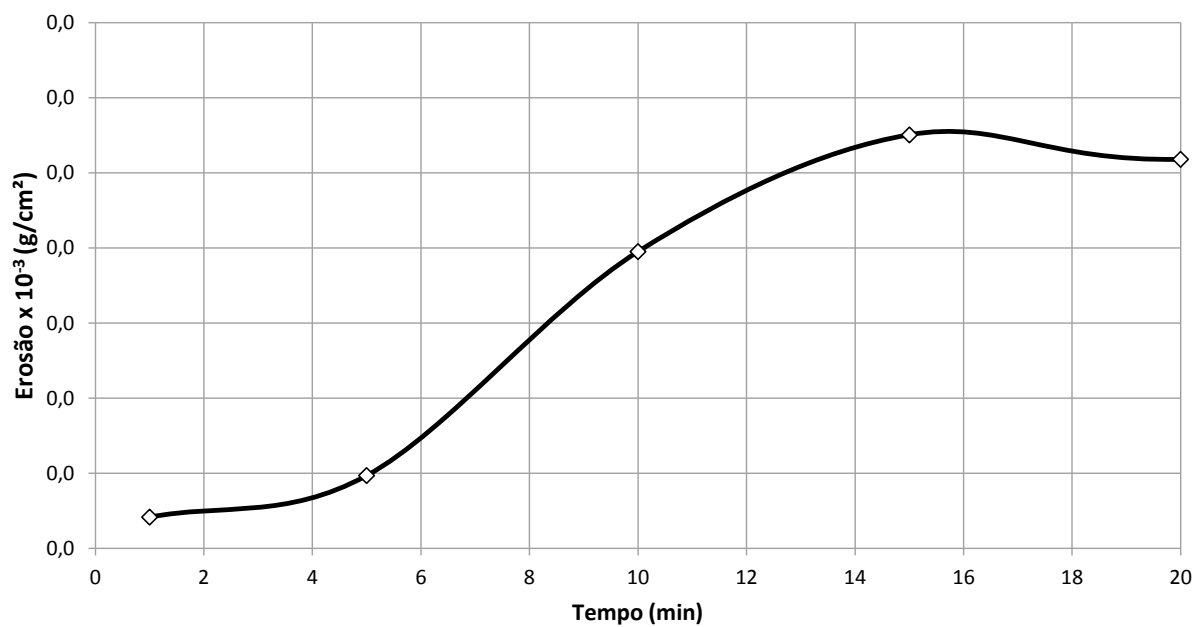
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	125820,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	69,9

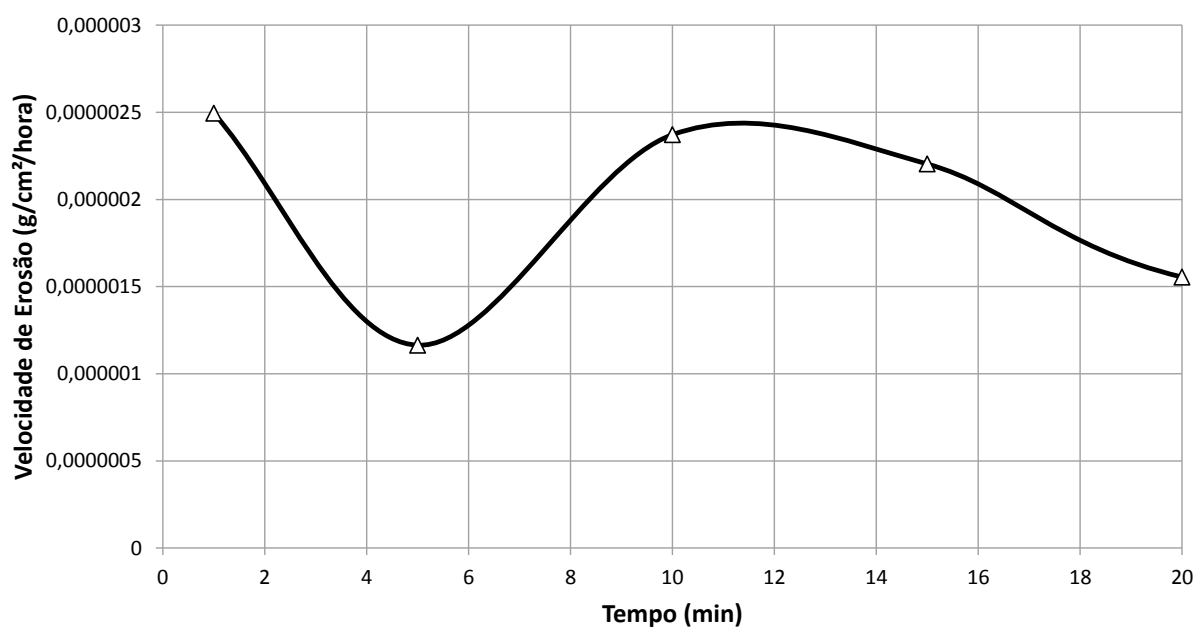
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 4034,1
217	9,82	39,35	34,61	19,1%	
220	9,95	32,38	28,42	21,4%	
234	9,17	45,65	39,32	21,0%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	20,5%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: _____

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 04/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19 - Seca

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,72

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4469,4	Teor de umidade inicial (%):	11,6%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,15
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,93
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,96	Índice de vazios:	0,53

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
669	21,25	126,6	115,65	11,6%
683	22,14	113,5	103,97	11,6%
691	21,29	118,34	108,38	11,4%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,6%

Observações:

Executador por:

Conferido por:

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	1	392,80	508,20	421,40	86,80	28,60
5	4	379,60	720,50	515,50	205,00	135,90
10	15	379,70	697,30	482,20	215,10	102,50
15	17	389,70	641,30	458,40	182,90	68,70
20	206	393,40	586,40	445,80	140,60	52,40
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,50
9,00
12,00

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	59
Volume (mL)	118855,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	23	315,90	408,50	316,50	0,60	60	1980,00	12,91	41,51	0,000243607	1,46164E-05
5	28	314,70	410,70	315,20	0,50	300	9900,00	51,83	187,73	0,001101651	1,32198E-05
10	32	314,80	417,50	315,20	0,40	600	19800,00	77,42	179,92	0,001055802	6,33481E-06
15	46	348,60	487,40	349,00	0,40	900	29700,00	85,84	154,54	0,00090686	3,62744E-06
20	56	322,50	489,40	323,20	0,70	1200	39600,00	166,79	219,19	0,001286232	3,8587E-06
30											
60											

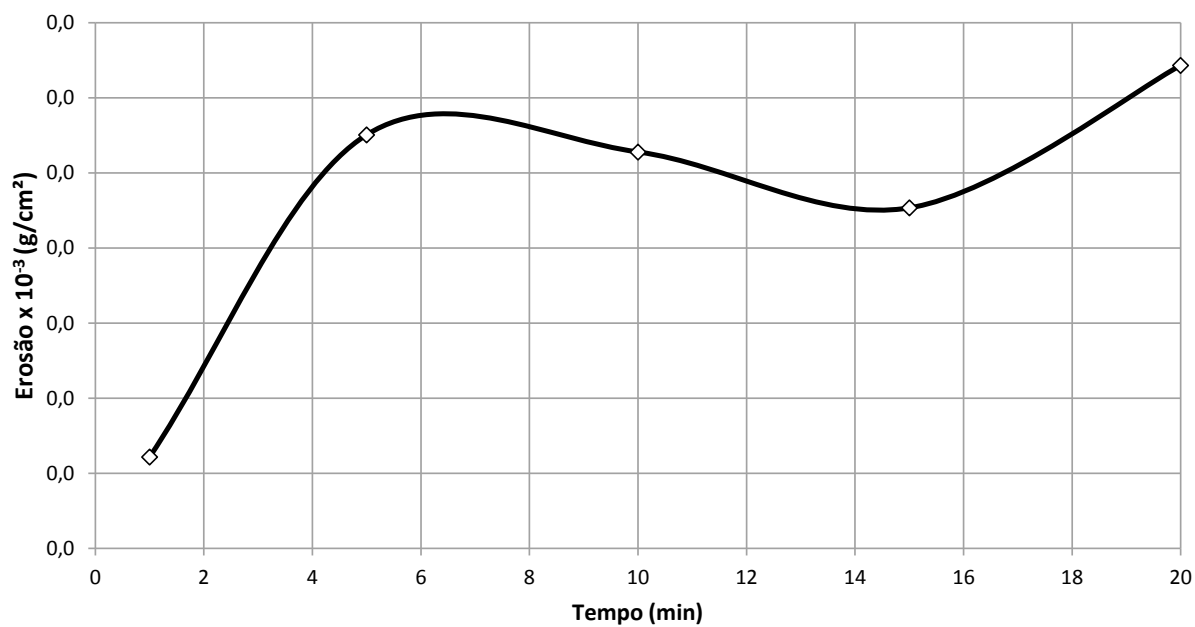
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	39600,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	33

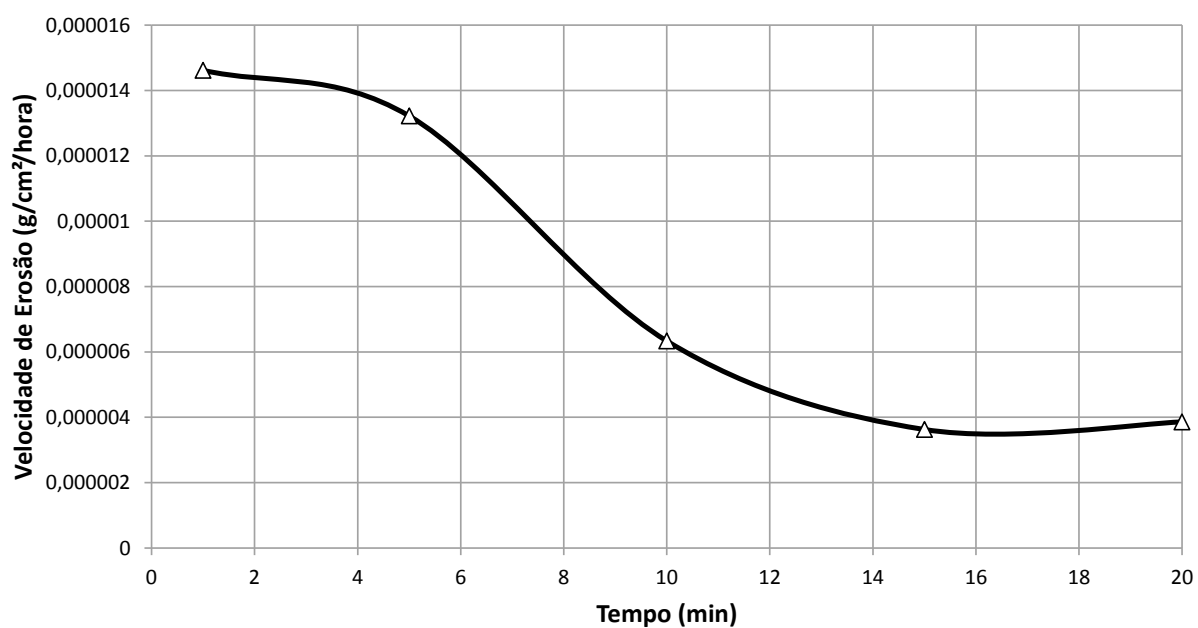
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g) 3978,3
662	20,8	113,01	99,63	17,0%	
687	19,78	96,61	85,39	17,1%	
690	20,81	106,95	95,49	15,3%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	16,5%	
Observações:					
DOC LGEO - 032 Data: Mai/2019 Revisão: 4					
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



DATA DO PREPARO DA AMOSTRA: 01/06/2019

ENSAIO ACREDITADO: ☒ SIM ☐ NÃO

DATA DO ENSAIO: 03/06/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19 - Úmida

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke / Paula

NÚMERO DA BALANÇA: BAL - 002

NÚMERO DA ESTUFA: EST - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

TEMPERATURA DA ESTUFA: ☒ 105 °C a 110 ° ☐ 60 °C a 65 °C

TIPO DE AMOSTRA: ☒ Remoldada ☐ Indeformada

CONDIÇÃO DA AMOSTRA ENSAIADA: ☒ Amostra no teor de umidade natural
☐ Amostra no teor de umidade higroscópica
☐ Amostra previamente inundada

PH DA ÁGUA: 7,74

DADOS DA AMOSTRA

Número do anel:	ANE- 001	Área do anel (cm²):	170,41
Massa do anel (g):	1529,96	Volume do anel (cm³):	1365,67
Massa do anel + solo (g):	4546,4	Teor de umidade inicial (%):	11,6%
Diâmetro do anel (cm):	14,73	Massa específica natural (g/cm³):	2,21
Altura do anel (cm):	8,01	Massa específica seca (g/cm³):	1,98
Massa esp. dos grãos (g/cm³):	2,96	Índice de vazios:	0,50

Determinação do teor de umidade (ABNT NBR 6457:2016 - Anexo A)

Nº da cápsula	Massa da cápsula (g)	Massa da cáp + solo úmido (g)	Massa da cáp. + solo seco (g)	Teor de umidade (%)
669	21,25	126,6	115,65	11,6%
683	22,14	113,5	103,97	11,6%
691	21,29	118,34	108,38	11,4%
TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)				11,6%

Observações:

Executador por:

Jacke

Conferido por:

Joubert

CONTEÚDO RETIDO NA #325

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Massa de solo seco (g)
1	23	315,94	417,41	333,40	84,01	17,46
5	32	314,81	477,58	350,10	127,48	35,29
10	36	353,94	493,78	382,40	111,38	28,46
15	46	348,54	467,69	366,80	100,89	18,26
20	55	344,23	453,56	364,60	88,96	20,37
30						
60						

Altura de água (cm)
1,00
3,50
6,50
9,00
11,50

DIMENSÕES DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO	
Altura (cm)	39,5
Largura (cm)	51
Compr. (cm)	59
Volume (mL)	118855,5

CONTEÚDO RETIRADO DO RESERVATÓRIO DE ESCOAMENTO

Tempo (min)	Nº da porcelana	Massa da porcelana vazia (g)	Massa da porcelana + água + solo (g)	Massa da porcelana + solo seco (g)	Massa de água (g)	Tempo (segundos)	Volume de água (mL)	Massa de material estimado que passa na #325 (g)	Massa de solo erodido acumulado (g)	Erosão x 10 ⁻³ (g/cm²)	Velocidade de Erosão (g/cm²/hora)
1	27	309,46	376,98	309,70	0,24	60	1920,00	6,85	24,31	0,00014265	8,559E-06
5	28	314,69	414,12	314,90	0,21	300	9600,00	20,32	55,61	0,000326321	3,91586E-06
10	50	313,04	462,44	313,30	0,26	600	19200,00	33,47	61,93	0,000363429	2,18057E-06
15	56	322,51	466,35	322,70	0,19	900	28800,00	38,09	56,35	0,000330688	1,32275E-06
20	204	314,56	402,31	314,70	0,14	1200	38400,00	61,36	81,73	0,000479624	1,43887E-06
30											
60											

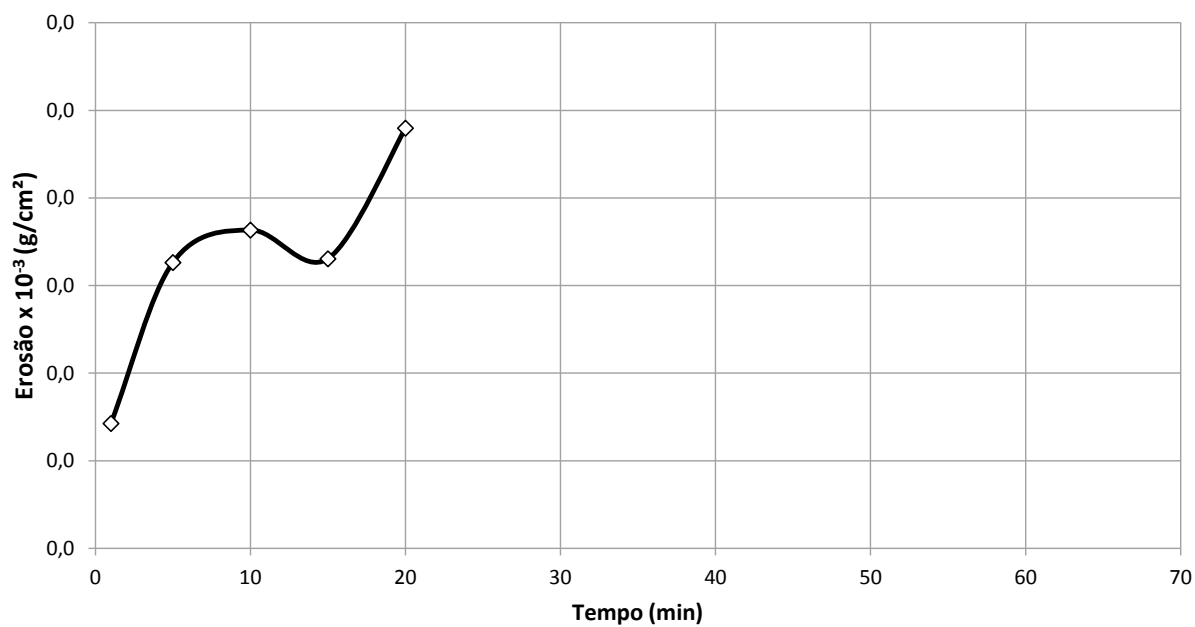
VOLUME TOTAL DE ÁGUA (mL)	38400,00

INCLINAÇÃO DA RAMPA (°)	30,00	VAZÃO (mL/s)	32

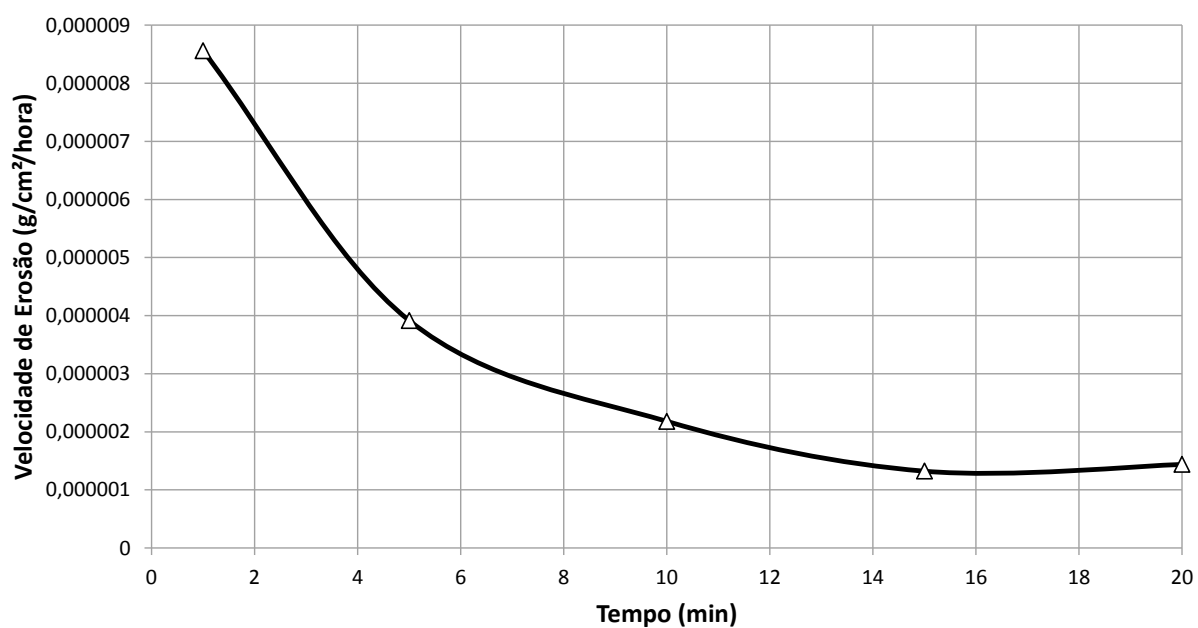
Observações:

		ENSAIO DE EROÇÃO NO APARELHO INDERBITZEN PEA 449			
TEOR DE UMIDADE FINAL DO CORPO DE PROVA					
Nº da Cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula + solo não erodido (g)	Massa da cápsula + solo seco (g)	Teor de umidade (%)	MASSA DO ANEL + SOLO (APÓS O ENSAIO) (g)
212	9,86	37,61	33,64	16,7%	4343
218	9,57	34,61	31,03	16,7%	
234	9,15	38,73	34,26	17,8%	
			TEOR DE UMIDADE MÉDIO (%)	17,1%	
Observações:					
DOC LGEO - 032		Data: Mai/2019		Revisão: 4	
Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025, sob o número CRL 0089.					
Página 3 de 5					

Erosão x tempo



Velocidade x tempo



APÊNDICE I – RELATÓRIO DE ENSAIOS GEOTÉCNICOS ESPECIAIS

Projeto rio Doce - LACTEC

Relatório de ensaios geotécnicos

Lactec
Estruturas Civas (EC)

0	06/2019	-/-
REVISÃO	DATA	HISTÓRICO



Curitiba – Paraná – Brasil
Junho/2019

Relatório de ensaios REL EC 11817 2019

SUMÁRIO

1. ENSAIOS REALIZADOS	3
2. NORMAS DE ENSAIOS	3
3. AMOSTRAS.....	3
4. RESULTADOS OBTIDOS.....	4
4.1 MASSA ESPECÍFICA NATURAL	4
4.2 CISALHAMENTO DIRETO	5
4.3 ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	6

APÊNDICE I – MASSA ESPECÍFICA NATURAL

APÊNDICE II – CISALHAMENTO DIRETO

APÊNDICE III – ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

Relatório de ensaios

REL EC 11817 2019

1. ENSAIOS REALIZADOS

- Adensamento unidimensional;
- Cisalhamento direto; e
- Massa específica natural.

2. NORMAS DE ENSAIOS

Este item apresenta as normas de ensaio e documentos de referência utilizados para a execução dos ensaios listados no item 1. Este relatório complementa o relatório de ensaios acreditados REL EC 11812 2019. As normas utilizadas são descritas a seguir.

ABNT NBR 6457:2016 – Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização;

ABNT NBR 12007:1990 – Solo – Ensaio de adensamento unidimensional – Método de ensaio;

ABNT NBR 9813:1987 – Solo – Determinação da massa específica aparente in situ, com emprego de cilindro de cravação; e

BS 1377-7:1990 – Methods of test for soil for civil engineering purposes – Part 7: Shear strength tests (total stress).

3. AMOSTRAS

As amostras foram coletadas pela equipe técnica entre os dias 17 e 22 de fevereiro de 2019 e enviadas para o laboratório de Geotecnia do Lactec. As amostras em questão, utilizadas para a realização dos ensaios listados no item 1, foram registradas conforme apresentado na Tabela 1. Na chegada no laboratório as amostras foram mantidas em câmara úmida à temperatura constante e umidade controlada, e somente eram removidas deste ambiente para a realização dos ensaios contratados. Fotos dos procedimentos de amostragem estão apresentadas a seguir.

Relatório de ensaios REL EC 11817 2019

Tabela 1 – Registro das amostras

Registro de origem	Registro laboratório de geotecnia	Classificação tátil-visual	Tipo de amostra	Quantidade	Profundidade da coleta
Geotec 1	2.0052.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 2	2.0053.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 3	2.0054.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 4	2.0055.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 5	2.0056.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 6	2.0057.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 7	2.0058.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m
Geotec 8	2.0059.19	Silte marrom avermelhado	Deformada	50 kg	0,20 a 0,40 m

Figura 1 - Coleta de anel indeformado de solo



Figura 2 - Coleta de amostra deformada de solo



4. RESULTADOS OBTIDOS

A seguir são apresentados os resultados dos ensaios contratados listados no item 1.

4.1 MASSA ESPECÍFICA NATURAL

A massa específica natural foi determinada de acordo com a ABNT NBR 9813:1987. A preparação das amostras para os ensaios de caracterização do solo seguiu as recomendações da ABNT NBR 6457:2016.

Para o cálculo da massa específica natural, foram considerados a média de pelo menos duas determinações, utilizando a Equação 1.

Relatório de ensaios REL EC 11817 2019

$$\rho_h = \frac{M_T - M_C}{V_c}$$

Equação 1

Onde:

- ρ_h – Massa específica natural (g/cm³);
- M_T – Massa do anel com amostra úmida, em g;
- M_C – Massa do anel, em g;
- V_c – Volume interno do cilindro, em cm³.

As planilhas de ensaios estão apresentadas no Apêndice I.

Tabela 2 - Índices físicos

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm ³)	Massa específica seca (g/cm ³)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

4.2 CISALHAMENTO DIRETO

Os ensaios de cisalhamento direto foram realizados com corpos de prova remoldados na massa específica natural e no teor de umidade natural. Para a realização dos ensaios de cisalhamento direto, inicialmente foi realizada a moldagem de um corpo de prova com o auxílio de um cilindro de compactação, Proctor normal, com os índices físicos (massa específica natural e teor de umidade natural) correspondentes a cada ponto de amostragem. Posteriormente foram moldados corpos de prova em anéis com dimensões de 10 cm de lado e 2,5 cm de altura para a realização dos ensaios de cisalhamento direto. Os ensaios seguiram as recomendações da norma britânica BS 1377-7:1990. Os índices físicos de moldagem estão apresentados na Tabela 3.

Relatório de ensaios REL EC 11817 2019

Tabela 3 – Índices físicos de moldagem

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm³)	Massa específica seca (g/cm³)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

As tensões normais utilizadas nos ensaios compreenderam a 50, 100 e 200 kPa, estas tensões foram indicadas pelo Contratante. A velocidade de deslocamento horizontal utilizada na fase de cisalhamento das amostras foi calculada com base na curva de adensamento de maior tensão para a amostra em questão (0,05 mm/min). Esta velocidade utilizada para cisalhar os corpos de prova inundados e não inundados, foi suficientemente baixa para garantir a dissipação de eventuais excessos de poropressão gerados durante a fase de cisalhamento. Para os ensaios na condição inundada, a caixa de cisalhamento foi inundada no momento em que foi aplicada a tensão normal de cada ensaio.

Para o cálculo das tensões cisalhantes obtidas ao longo da fase de cisalhamento do ensaio, foram realizadas, conforme orientações da norma BS 1377-7:1990, as correções de área do corpo de prova, da tensão normal e da tensão cisalhante.

A tensão cisalhante em relação à deformação horizontal de ensaio utilizada para o cálculo dos parâmetros de resistência ao cisalhamento foi avaliada conforme os resultados de cada ensaio, utilizando para o traçado da envoltória de resistência ao cisalhamento a máxima tensão cisalhante obtida até o deslocamento horizontal equivalente a 10% da seção transversal. Salienta-se aqui que tais parâmetros poderão ser recalculados conforme determinadas condições de projeto pré-estabelecidas por um engenheiro geotécnico projetista.

Os resultados dos ensaios realizados estão apresentados no Apêndice II.

4.3 ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

Para a realização do ensaio de adensamento foi aplicada a tensão normal de ensaio em estágios de 10 kPa, 20 kPa, 40 kPa, 80 kPa, 160 kPa, 320 kPa, 640 kPa e 1280 kPa. Após a finalização dos estágios de carregamento foram realizados os estágios de descarregamento em tensões normais de 640 kPa, 160 kPa, 40 kPa e 10 kPa, conforme as recomendações da ABNT NBR 12007:1990. A duração de cada estágio de carregamento do ensaio foi padronizada em

Relatório de ensaios

REL EC 11817 2019

um período de 24 horas, enquanto que a duração de cada estágio de descarregamento do ensaio foi realizada até a estabilização da altura da amostra.

Os corpos de prova para os ensaios de adensamento foram moldados com dimensões de 19 x 50 mm de altura e diâmetro, respectivamente, no teor de umidade ótima mais 1% e grau de compactação (GC) igual a 98%, estes índices foram informados pelo Contratante. A Tabela 4 apresenta a relação de amostras que foram submetidas ao ensaio de adensamento unidimensional.

Tabela 4 – Relação de amostras para ensaios de adensamento unidimensional

Registro laboratório de geotecnia	Teor de umidade w (%)	Massa específica natural (g/cm³)	Massa específica seca (g/cm³)
2.0052.19	12,4	2,13	1,89
2.0053.19	12,1	2,16	1,92
2.0054.19	8,2	2,35	2,17
2.0055.19	13,9	2,17	1,90
2.0056.19	12,7	2,17	1,92
2.0057.19	10,6	2,35	2,13
2.0058.19	11,9	2,18	1,94
2.0059.19	11,4	2,21	1,99

Após a moldagem, o anel metálico contendo o corpo de prova foi instalado em um consolidômetro do tipo anel fixo, munido de pedras porosas, papel filtro (marca Whatman n° 54) e cabeçote. O consolidômetro era colocado na prensa, a qual era subsequentemente nivelada e balanceada. Posicionado o relógio comparador digital conectado a um computador, procedia-se à aplicação de uma tensão normal de assentamento, entre 2 kPa e 5 kPa, até verificar-se a estabilização das leituras. Iniciado o ensaio, assim que a tensão normal de 10 kPa era aplicada à amostra, o consolidômetro era inundado. As tensões de ensaios foram incrementadas em estágios, a cada 24 h. Para cada estágio, leituras de deslocamento vertical eram tomadas a 0 min, 1/8 min, 1/4 min, 1/2 min, 1 min, 2 min, 4 min, 8 min, 15 min, 30 min, 1 h, 2 h, 4 h, 8 h e 24 h.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de índice de compressão (C_c) e de tensão de pré-adensamento (σ'_{vm}), calculados a partir das curvas de variação do índice de vazios com a tensão normal efetiva. O valor de σ'_{vm} foi estimado pelo método de Pacheco Silva. Na mesma Tabela são apresentados os valores de coeficiente de adensamento vertical C_v para diferentes estágios de carregamento aplicados aos corpos de prova. Os valores de C_v foram calculados pelo método de Taylor, a partir das curvas de variação da altura do corpo de prova *versus* a raiz quadrada do tempo.

Relatório de ensaios REL EC 11817 2019

É importante enfatizar que para os resultados apresentados neste ensaio, são utilizados métodos gráficos para obtenção dos parâmetros de adensamento, em que é possível de se realizar diferentes interpretações, obtendo-se diferentes parâmetros, para cada curva apresentada. O contratante poderá realizar todas as verificações com base nos dados do ensaio e nas curvas apresentadas no Apêndice III.

Tabela 5 – Quadro resumo dos valores obtidos nos ensaios de adensamento

Amostra	Índice de compressão C_c	Tensão de pré-adensamento σ'_{vm} (kPa)	Índice de vazios correspondente	Tensão normal (kPa)	Coefficiente de adensamento C_v (cm ² /s)
2.0052.19	0,10	135	0,538	80	$3,05 \times 10^{-3}$
				160	$3,00 \times 10^{-3}$
2.0053.19	0,10	160	0,541	160	$1,06 \times 10^{-3}$
2.0054.19	0,05	65	0,418	40	$3,43 \times 10^{-2}$
				80	$8,49 \times 10^{-3}$
2.0055.19	0,12	70	0,570	40	$5,49 \times 10^{-3}$
				80	$1,21 \times 10^{-2}$
2.0056.19	0,13	160	0,642	160	$3,03 \times 10^{-2}$
2.0057.19	0,05	44	0,358	40	$4,61 \times 10^{-3}$
				80	$3,29 \times 10^{-3}$
2.0058.19	0,12	60	1,045	40	$9,26 \times 10^{-3}$
				80	$9,10 \times 10^{-3}$
2.0059.19	0,07	60	0,513	40	$3,60 \times 10^{-3}$
				80	$1,41 \times 10^{-2}$

Relatório de ensaios
REL EC 11817 2019

APÊNDICE I – MASSA ESPECÍFICA NATURAL



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

MASSA ESPECÍFICA NATURAL

Método Anel de Cravação

ABNT NBR 9813/1987

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 130	CIS - 143	CIS - 126
Altura do Anel (cm)	2,505	2,52	2,514
Diâmetro do Anel (cm)	5,815	5,807	5,803
Volume do Anel (cm ³)	66,53	66,74	66,49
Massa do Anel (g)	40,18	47,01	46,83
Massa do Anel + Solo (g)	<i>180,94</i>	<i>191,35</i>	<i>187,17</i>
Densidade do solo (g/cm ³)	2,12	2,16	2,11
Média (g/cm ³)			2,13

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 148	CIS - 145	CIS - 158
Altura do Anel (cm)	2,511	2,5	2,516
Diâmetro do Anel (cm)	5,811	5,814	5,806
Volume do Anel (cm ³)	66,59	66,37	66,61
Massa do Anel (g)	46,74	45,63	45,98
Massa do Anel + Solo (g)	190,39	187,04	191,1
Densidade do solo (g/cm ³)	2,16	2,13	2,18
Média (g/cm ³)			2,16

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 142	CIS - 152	CIS - 154
Altura do Anel (cm)	2,514	2,509	2,48
Diâmetro do Anel (cm)	5,82	5,814	5,79
Volume do Anel (cm ³)	66,88	66,61	65,30
Massa do Anel (g)	44,62	46,51	46,72
Massa do Anel + Solo (g)	201,55	201,23	201,9
Densidade do solo (g/cm ³)	2,35	2,32	2,38
Média (g/cm ³)			2,35

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 127	CIS - 129	CIS - 146
Altura do Anel (cm)	2,508	2,515	2,51
Diâmetro do Anel (cm)	5,814	5,813	5,806
Volume do Anel (cm ³)	66,58	66,75	66,45
Massa do Anel (g)	46,36	47,95	46,11
Massa do Anel + Solo (g)	189,72	194,18	189,38
Densidade do solo (g/cm ³)	2,15	2,19	2,16
Média (g/cm ³)			2,17

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 153	CIS - 156	CIS - 147
Altura do Anel (cm)	2,507	2,514	2,505
Diâmetro do Anel (cm)	5,794	5,803	5,804
Volume do Anel (cm ³)	66,10	66,49	66,28
Massa do Anel (g)	46,55	47,47	45,71
Massa do Anel + Solo (g)	<i>190,41</i>	<i>194,19</i>	<i>185,62</i>
Densidade do solo (g/cm ³)	2,18	2,21	2,11
Média (g/cm ³)			2,16

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

MASSA ESPECÍFICA NATURAL

Método Anel de Cravação

ABNT NBR 9813/1987

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 157	CIS - 161	CIS - 155
Altura do Anel (cm)	2,5	2,51	2,507
Diâmetro do Anel (cm)	5,801	5,825	5,801
Volume do Anel (cm ³)	66,07	66,89	66,26
Massa do Anel (g)	45,89	45,73	46,38
Massa do Anel + Solo (g)	196,7	205,53	204,69
Densidade do solo (g/cm ³)	2,28	2,39	2,39
Média (g/cm ³)			2,35

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal - 002

NÚMERO DA ESTUFA: Est - 002

NÚMERO DO DESSECADOR: Dss - 001

Número do Anel	CIS - 132	CIS - 159	CIS - 138
Altura do Anel (cm)	2,504	2,501	2,513
Diâmetro do Anel (cm)	5,805	5,811	5,812
Volume do Anel (cm ³)	66,27	66,33	66,67
Massa do Anel (g)	47,39	45,82	46,04
Massa do Anel + Solo (g)	193,36	190,39	189,2
Densidade do solo (g/cm ³)	2,20	2,18	2,15
Média (g/cm ³)			2,18

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

DATA DO ENSAIO : 22/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Reginaldo

NÚMERO DA BALANÇA: Bal-002

NÚMERO DA ESTUFA: Est-002

NÚMERO DO DESSECADOR: DSS - 001

Número do Anel	CIS - 160	CIS - 150	CIS - 151
Altura do Anel (cm)	2,503	2,493	2,511
Diâmetro do Anel (cm)	5,803	5,803	5,807
Volume do Anel (cm ³)	66,20	65,94	66,50
Massa do Anel (g)	46,99	45,79	47,17
Massa do Anel + Solo (g)	191,53	194,52	193,76
Densidade do solo (g/cm ³)	2,18	2,26	2,20
Média (g/cm ³)			2,21

OBSERVAÇÕES:

Página 1: Folha de Ensaio

Página 2: Dados dos Anéis (uso interno)

Página 3: Histórico de Revisões (Uso interno)

Relatório de ensaios
REL EC 11817 2019

APÊNDICE II – CISALHAMENTO DIRETO



Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0052.19
Data do ensaio: 25/04/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,11
Massa do anel + solo (g)	634,68
Massa do solo (g)	456,57
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

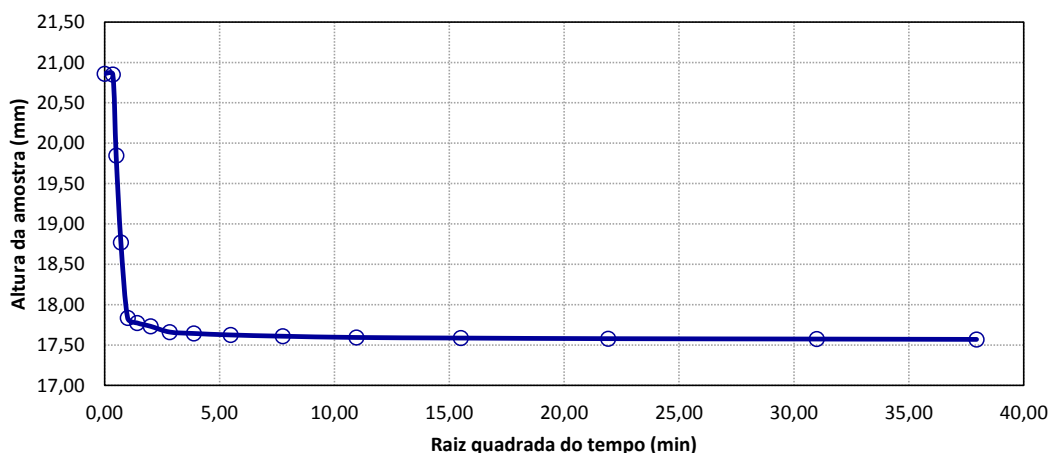
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	8	10	41	506
Massa da cápsula vazia (g)	12,7	9,19	10,95	45,14
Massa da cápsula + solo úmido (g)	30,3	26,7	22,89	406,28
Massa da cápsula + solo seco (g)	28,54	25,02	21,72	356,19
Teor de umidade (%)	11,1	10,6	10,9	16,1
Média do teor de umidade (%)	10,9			16,1

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,02
Massa específica natural (g/cm^3)	2,11
Massa específica seca (g/cm^3)	1,90
Índice de vazios	0,59
Grau de saturação (%)	55,9

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0052.19
Data do ensaio: 24/04/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL - 001
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	D
Lado do anel (mm)	100,41
Altura do anel (mm)	20,89
Seção transversal (cm)	10,04

Massa do anel (g)	104,39
Massa do anel + solo (g)	551,85
Massa do solo (g)	447,46
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

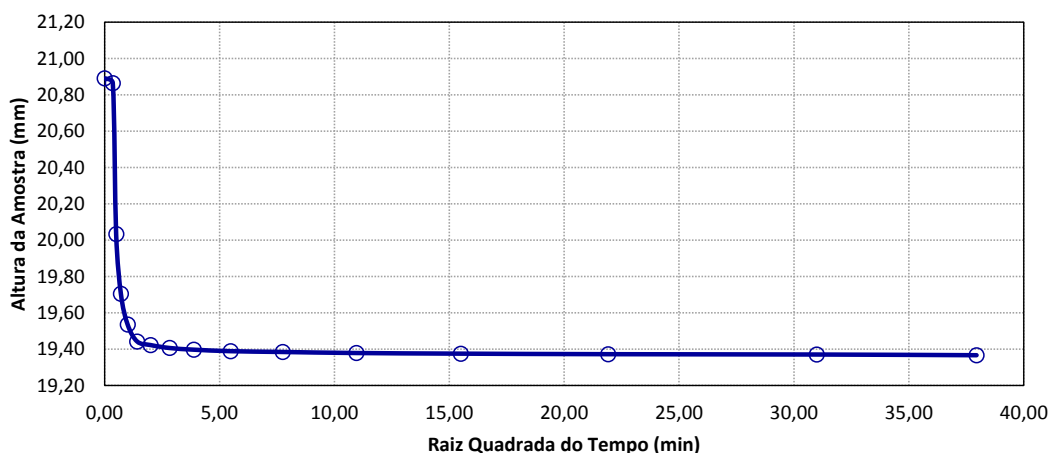
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	27	201	223	24
Massa da cápsula vazia (g)	10,47	9,75	9,85	50,47
Massa da cápsula + solo úmido (g)	27,87	22,98	22,08	497,85
Massa da cápsula + solo seco (g)	26	21,56	20,76	438,39
Teor de umidade (%)	12,0	12,0	12,1	15,3
Média do teor de umidade (%)	12,1			15,3

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,02
Massa específica natural (g/cm^3)	2,12
Massa específica seca (g/cm^3)	1,90
Índice de vazios	0,59
Grau de saturação (%)	61,4

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0052.19
Data do ensaio: 23/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL - 001
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,11
Massa do anel + solo (g)	638,29
Massa do solo (g)	460,18
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

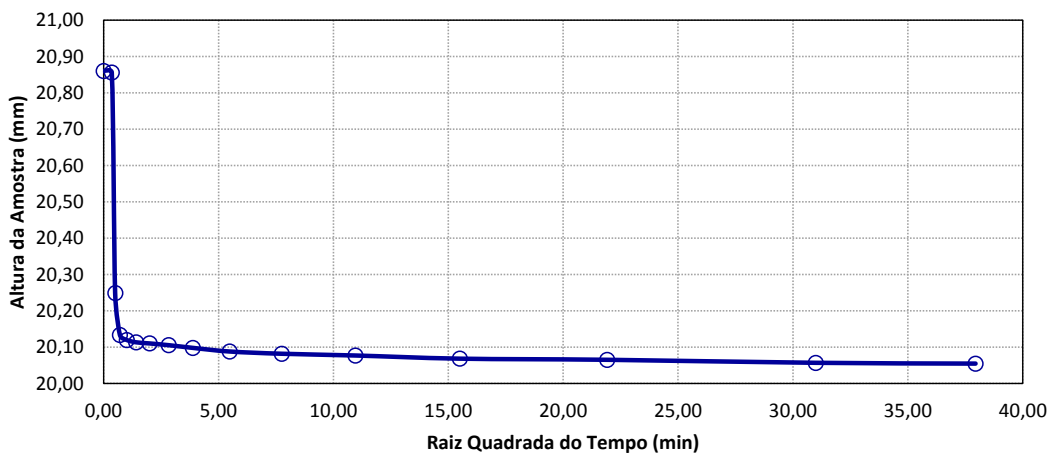
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	51	217	218	697
Massa da cápsula vazia (g)	10,32	9,8	9,56	52,58
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,05	23,42	21	518,6
Massa da cápsula + solo seco (g)	24,43	22,02	19,84	455,82
Teor de umidade (%)	11,5	11,5	11,3	15,6
Média do teor de umidade (%)	11,4			15,6

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,02
Massa específica natural (g/cm^3)	2,13
Massa específica seca (g/cm^3)	1,91
Índice de vazios	0,58
Grau de saturação (%)	59,2

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0052.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	10,9	12,1	11,4
Massa específica natural (g/cm ³)	2,11	2,12	2,13
Massa específica seca (g/cm ³)	1,90	1,90	1,91
Índice de vazios	0,59	0,59	0,58
Grau de saturação (%)	55,9	61,4	59,2
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,0	10,2

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm ³)	182,3	195,3	208,0
Variação de volume da amostra (cm ³)	34,1	15,4	8,4
Altura final da amostra (cm)	17,6	19,4	20,1
Índice de vazios	0,34	0,48	0,52
Porosidade (%)	25,2	32,3	34,3

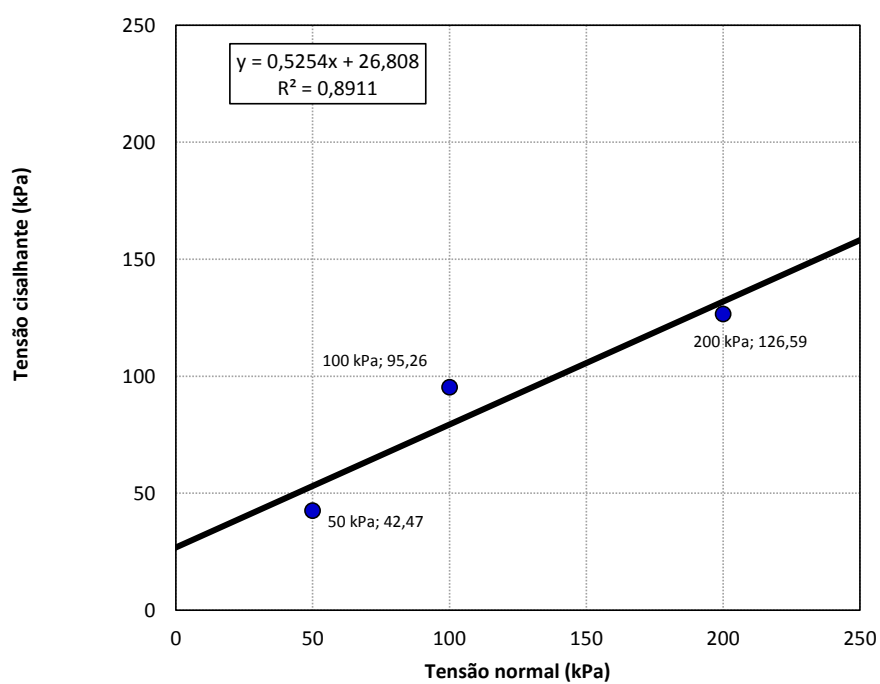
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	126,59	95,26	42,47
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	10,00	8,30	7,85
Teor de umidade (%)	16,1	15,3	15,6
Grau de saturação (%)	82,9	78,1	80,8
Ângulo de atrito (°):	27,7		
Intercepto coesivo (kPa):	26,8		

Amostra:

2.0052.19

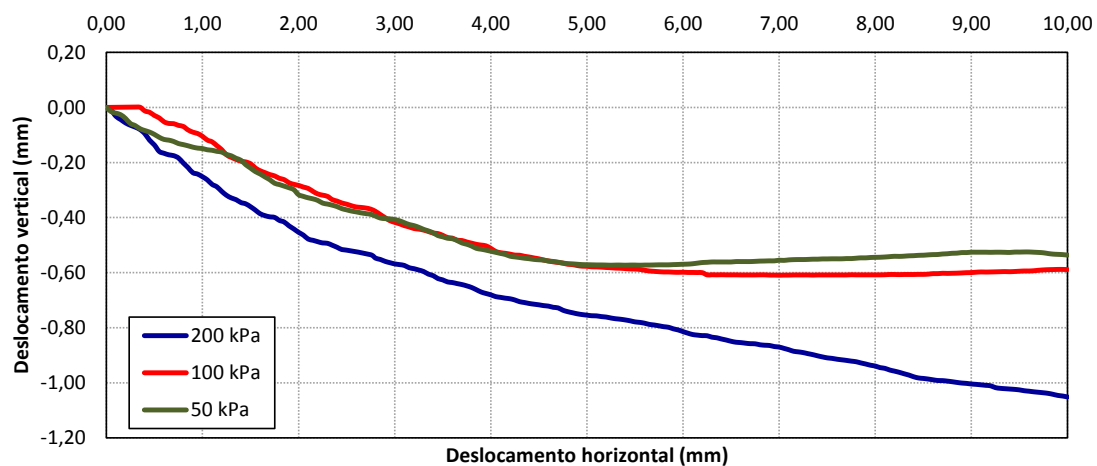
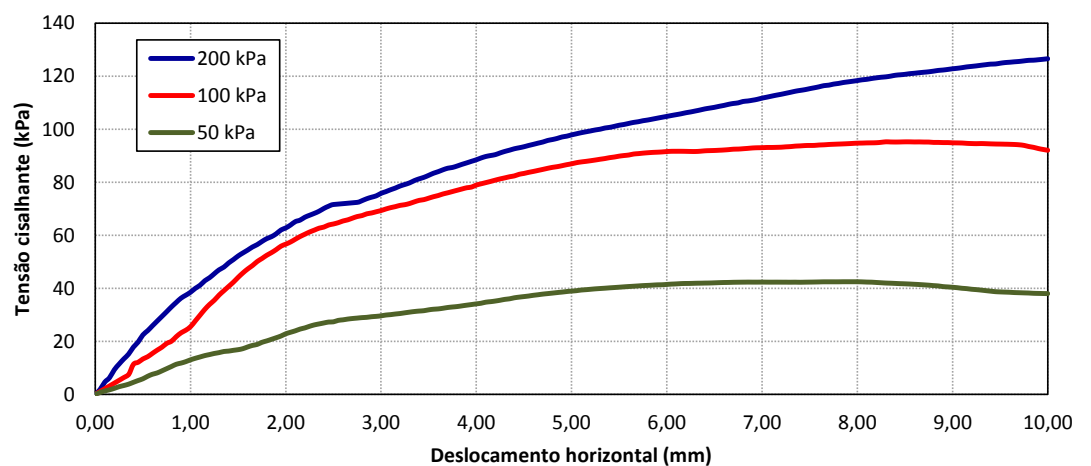
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0052.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0053.19
Data do ensaio: 25/04/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,11
Massa do anel + solo (g)	642,88
Massa do solo (g)	464,77
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

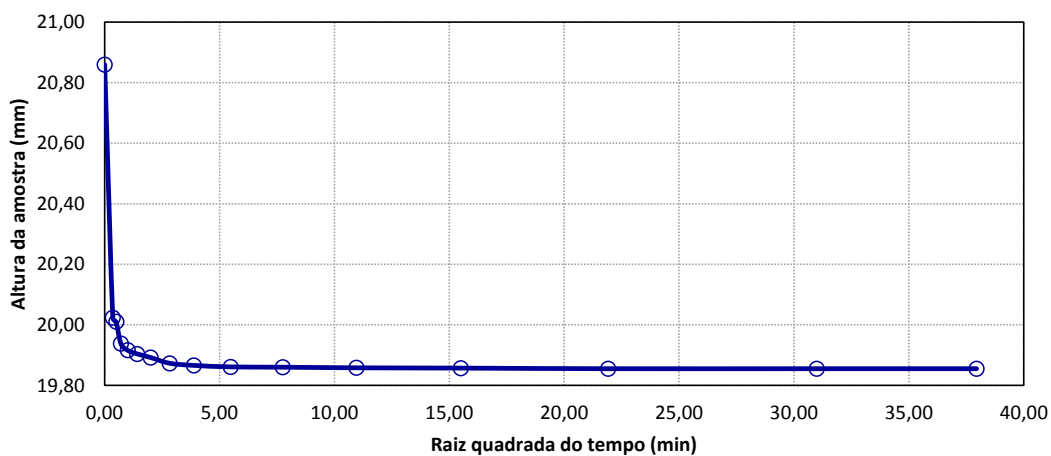
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	602	607	610	692
Massa da cápsula vazia (g)	9,03	10,15	10,25	56,28
Massa da cápsula + solo úmido (g)	36,7	42,17	34,93	512,42
Massa da cápsula + solo seco (g)	33,75	38,75	32,32	446,13
Teor de umidade (%)	11,9	12,0	11,8	17,0
Média do teor de umidade (%)	11,9			17,0

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,10
Massa específica natural (g/cm^3)	2,15
Massa específica seca (g/cm^3)	1,92
Índice de vazios	0,62
Grau de saturação (%)	60,0

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0053.19
Data do ensaio: 26/04/2019
Responsável pela execução: Luccas / Reginaldo
Número da prensa: PRC 001
Número da balança: BAL 002
Número da estufa: EST 002
Número do dessecador: DSS 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,11
Massa do anel + solo (g)	644,1
Massa do solo (g)	465,99
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

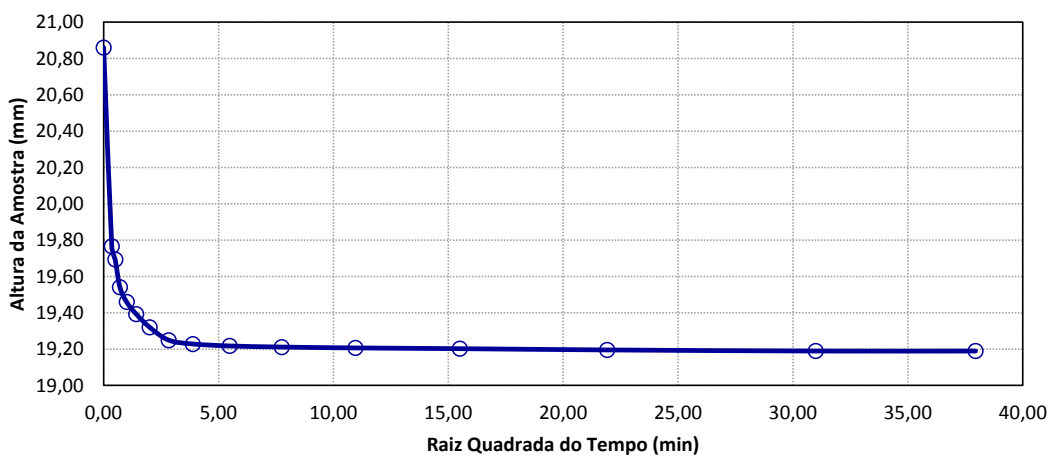
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	20	212	226	522
Massa da cápsula vazia (g)	10,6	9,87	10,77	50,1
Massa da cápsula + solo úmido (g)	25,4	22,5	23,21	484,51
Massa da cápsula + solo seco (g)	23,04	21,16	21,89	426,18
Teor de umidade (%)	19,0	11,9	11,9	15,5
Média do teor de umidade (%)	14,2			15,5

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,10
Massa específica natural (g/cm ³)	2,15
Massa específica seca (g/cm ³)	1,89
Índice de vazios	0,64
Grau de saturação (%)	68,5

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0053.19
Data do ensaio: 29/04/2019
Responsável pela execução: Luccas / Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de moltagem	D
Lado do anel (mm)	100,41
Altura do anel (mm)	20,89
Seção transversal (cm)	10,04

Massa do anel (g)	104,39
Massa do anel + solo (g)	550,52
Massa do solo (g)	446,13
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

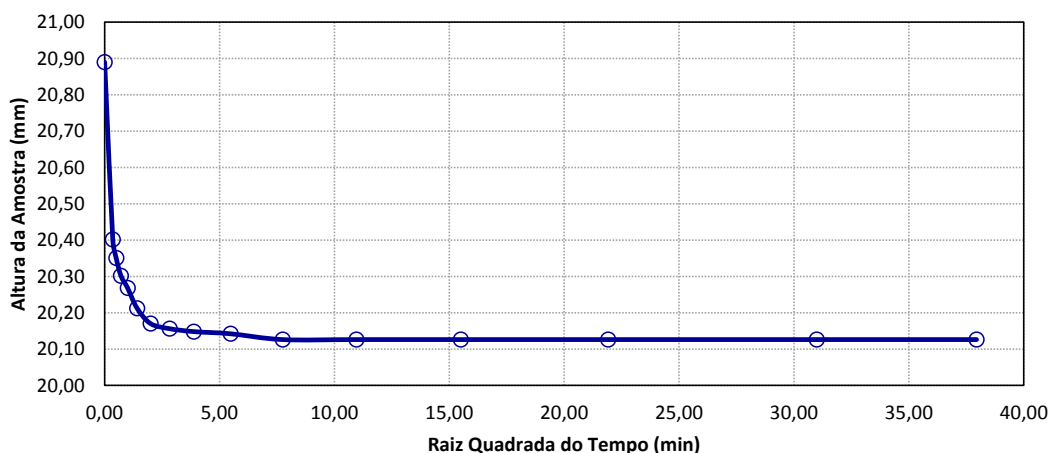
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	51	217	561	18
Massa da cápsula vazia (g)	10,3	9,8	10,86	42,31
Massa da cápsula + solo úmido (g)	24,55	25,96	19,45	475,85
Massa da cápsula + solo seco (g)	23,04	24,26	18,52	412,92
Teor de umidade (%)	11,9	11,8	12,1	17,0
Média do teor de umidade (%)	11,9			17,0

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,10
Massa específica natural (g/cm ³)	2,12
Massa específica seca (g/cm ³)	1,89
Índice de vazios	0,64
Grau de saturação (%)	57,9

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0053.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	11,9	14,2	11,9
Massa específica natural (g/cm ³)	2,15	2,15	2,12
Massa específica seca (g/cm ³)	1,92	1,89	1,89
Índice de vazios	0,62	0,64	0,64
Grau de saturação (%)	60,0	68,5	57,9
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,0

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm ³)	206,0	199,1	202,9
Variação de volume da amostra (cm ³)	10,4	17,3	7,7
Altura final da amostra (cm)	19,9	19,2	20,1
Índice de vazios	0,54	0,51	0,58
Porosidade (%)	35,0	33,9	36,6

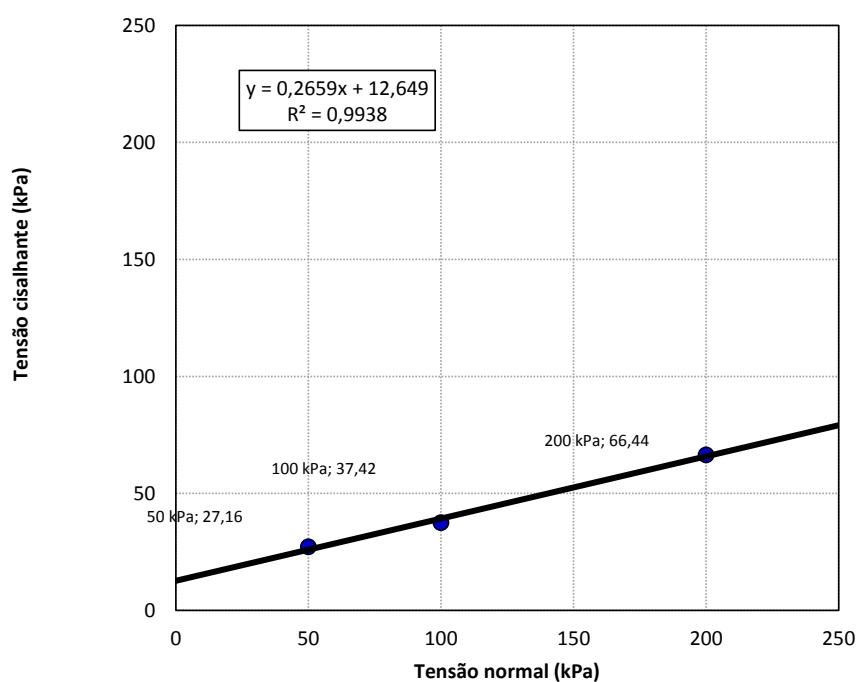
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	66,44	37,42	27,16
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	3,05	3,13	2,93
Teor de umidade (%)	17,0	15,5	17,0
Grau de saturação (%)	85,7	74,6	82,5
Ângulo de atrito (°):	14,9		
Intercepto coesivo (kPa):	12,6		

Amostra:

2.0053.19

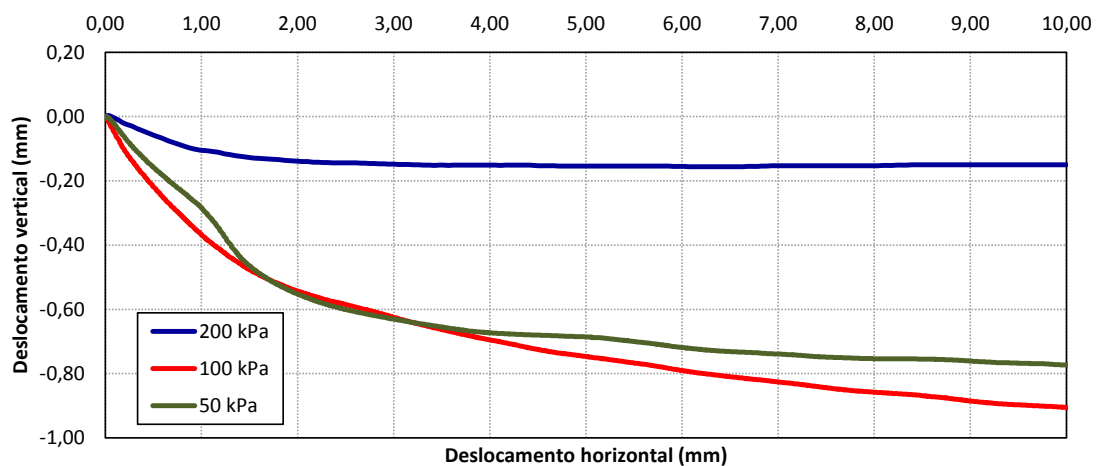
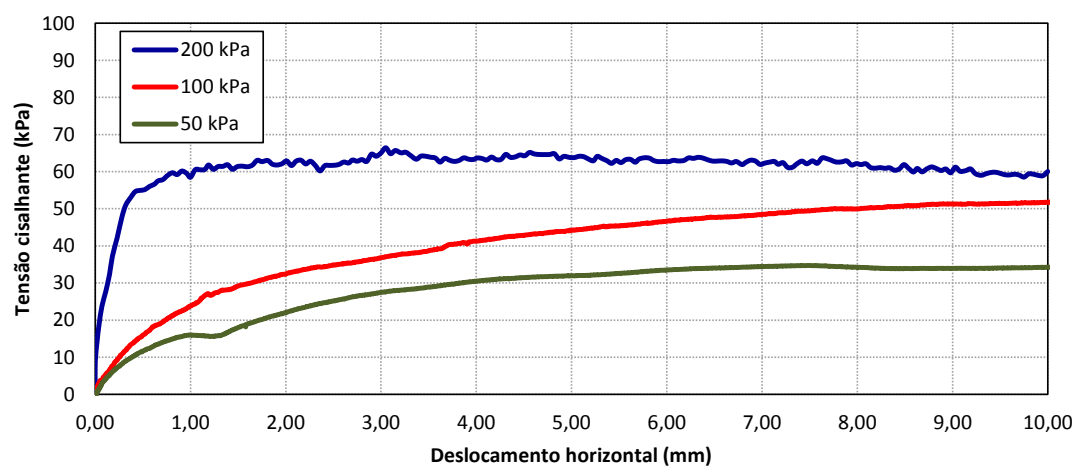
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0053.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0054.19
Data do ensaio: 26/04/2019
Responsável pela execução: Reginaldo / Luccas
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: Dss -001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	9
Lado do anel (mm)	101,54
Altura do anel (mm)	20,60
Seção transversal (cm)	10,15

Massa do anel (g)	177,55
Massa do anel + solo (g)	673,55
Massa do solo (g)	496
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

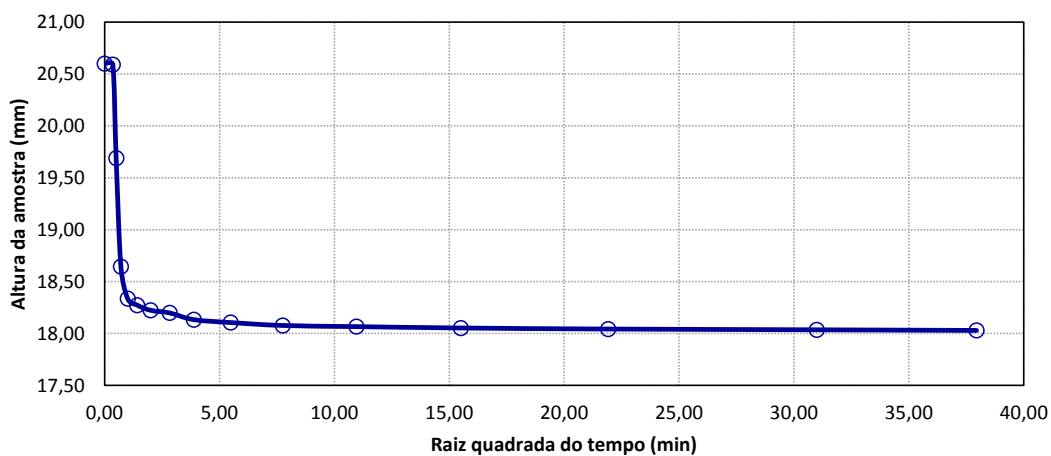
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
		220	234	254	702
Número da cápsula		220	234	254	702
Massa da cápsula vazia (g)		9,94	9,15	9,98	51,56
Massa da cápsula + solo úmido (g)		18,99	24,86	22,75	509,04
Massa da cápsula + solo seco (g)		18,32	23,69	21,8	450,7
Teor de umidade (%)		8,0	8,0	8,0	14,6
Média do teor de umidade (%)		8,0			14,6

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,06
Massa específica natural (g/cm ³)	2,34
Massa específica seca (g/cm ³)	2,16
Índice de vazios	0,42
Grau de saturação (%)	59,1

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0054.19
Data do ensaio: 29/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	9
Lado do anel (mm)	101,54
Altura do anel (mm)	20,60
Seção transversal (cm)	10,15

Massa do anel (g)	177,55
Massa do anel + solo (g)	674,84
Massa do solo (g)	497,29
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

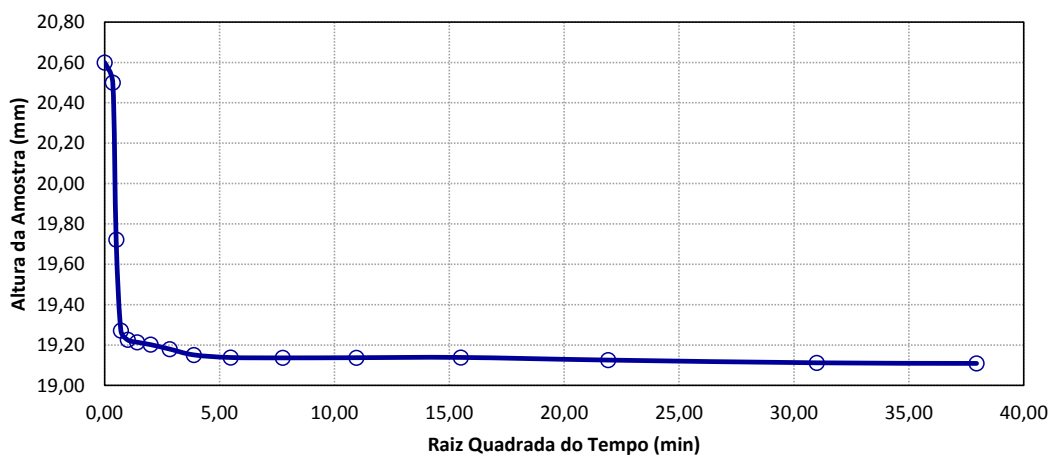
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
		211	220	234	
Número da cápsula		211	220	234	507
Massa da cápsula vazia (g)		9,71	9,94	9,14	44,36
Massa da cápsula + solo úmido (g)		24,1	26,78	21,55	500,28
Massa da cápsula + solo seco (g)		23,03	25,55	20,61	441,14
Teor de umidade (%)		8,0	7,9	8,2	14,9
Média do teor de umidade (%)		8,0			14,9

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,06
Massa específica natural (g/cm^3)	2,34
Massa específica seca (g/cm^3)	2,17
Índice de vazios	0,41
Grau de saturação (%)	59,7

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0054.19
Data do ensaio: 30/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL -002
Número da estufa: EST -002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	D
Lado do anel (mm)	100,41
Altura do anel (mm)	20,89
Seção transversal (cm)	10,04

Massa do anel (g)	104,39
Massa do anel + solo (g)	600,73
Massa do solo (g)	496,34
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

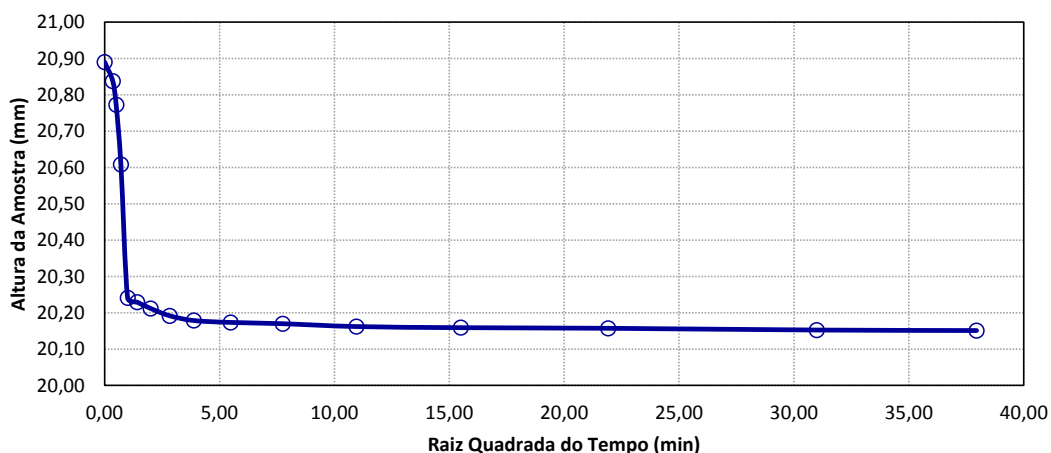
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	31	622	649	704
Massa da cápsula vazia (g)	11,47	9,57	9,75	52,46
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,52	29,01	32,38	532,61
Massa da cápsula + solo seco (g)	25,41	27,58	30,71	466,09
Teor de umidade (%)	8,0	7,9	8,0	16,1
Média do teor de umidade (%)	8,0			16,1

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,06
Massa específica natural (g/cm^3)	2,36
Massa específica seca (g/cm^3)	2,18
Índice de vazios	0,40
Grau de saturação (%)	60,6

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0054.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	8,0	8,0	8,0
Massa específica natural (g/cm³)	2,34	2,34	2,36
Massa específica seca (g/cm³)	2,16	2,17	2,18
Índice de vazios	0,42	0,41	0,40
Grau de saturação (%)	59,1	59,7	60,6
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,0

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm³)	185,9	197,0	203,2
Variação de volume da amostra (cm³)	26,5	15,4	7,5
Altura final da amostra (cm)	18,0	19,1	20,2
Índice de vazios	0,24	0,31	0,35
Porosidade (%)	19,3	23,6	26,0

Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	149,17	90,82	44,33
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	10,00	10,00	10,00
Teor de umidade (%)	14,6	14,9	16,1
Grau de saturação (%)	100,0	100,0	100,0
Ângulo de atrito (°):	34,3		
Intercepto coesivo (kPa):	15,2		



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

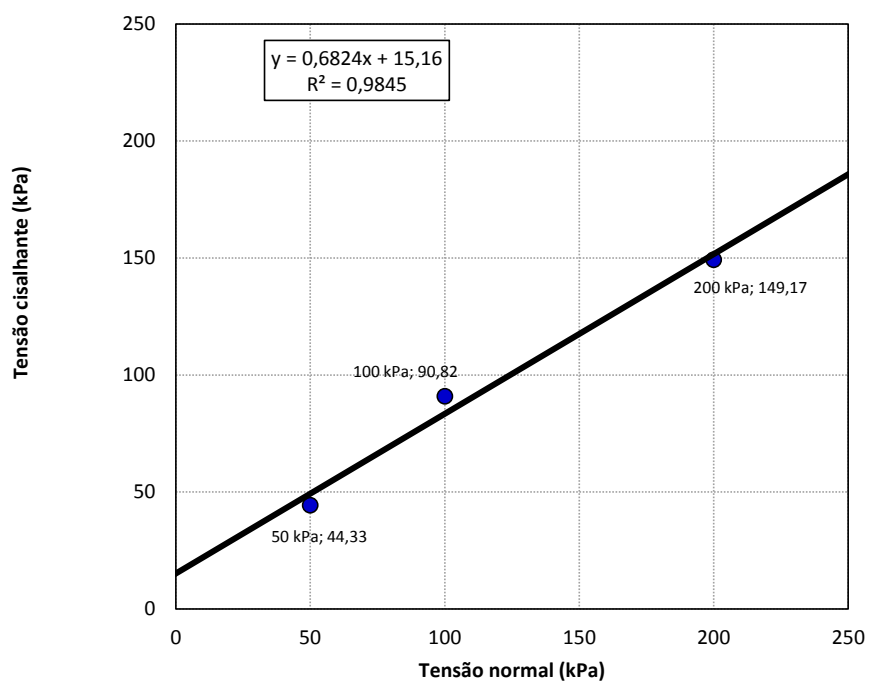
Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Amostra:

2.0054.19

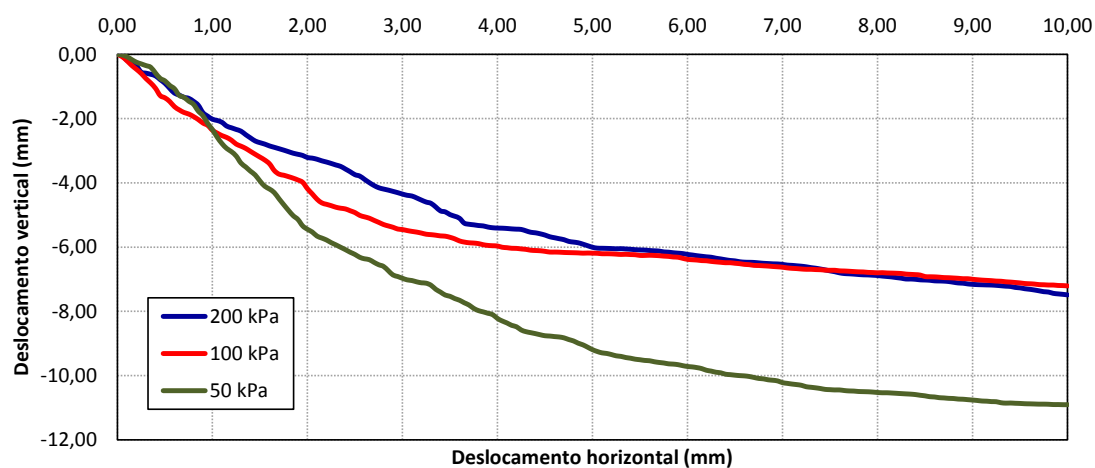
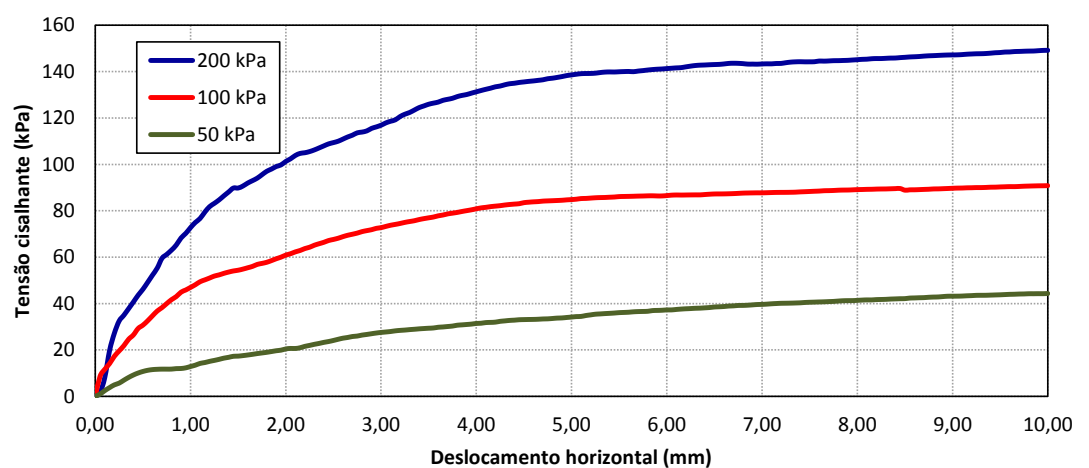
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0054.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0055.19
Data do ensaio: 08/05/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	9
Lado do anel (mm)	101,54
Altura do anel (mm)	20,60
Seção transversal (cm)	10,15

Massa do anel (g)	177,52
Massa do anel + solo (g)	632,82
Massa do solo (g)	455,3
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

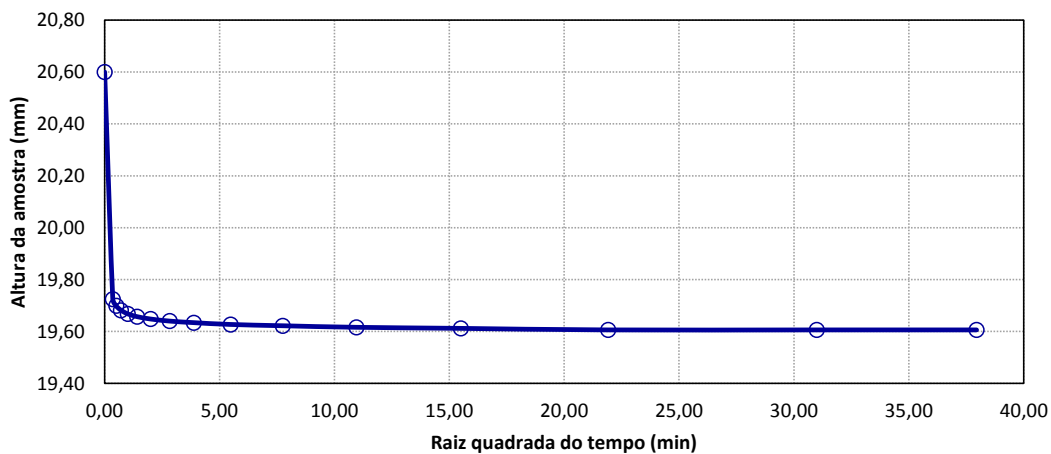
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
		607	622	649	505
Número da cápsula		607	622	649	505
Massa da cápsula vazia (g)		10,17	9,57	9,75	44,35
Massa da cápsula + solo úmido (g)		38,87	35,76	39,52	499,91
Massa da cápsula + solo seco (g)		35,49	32,69	35,95	441,15
Teor de umidade (%)		13,3	13,3	13,6	14,8
Média do teor de umidade (%)		13,4			14,8

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,03
Massa específica natural (g/cm ³)	2,14
Massa específica seca (g/cm ³)	1,89
Índice de vazios	0,60
Grau de saturação (%)	67,4

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0055.19
Data do ensaio: 07/05/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,07
Massa do anel + solo (g)	639,57
Massa do solo (g)	461,5
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

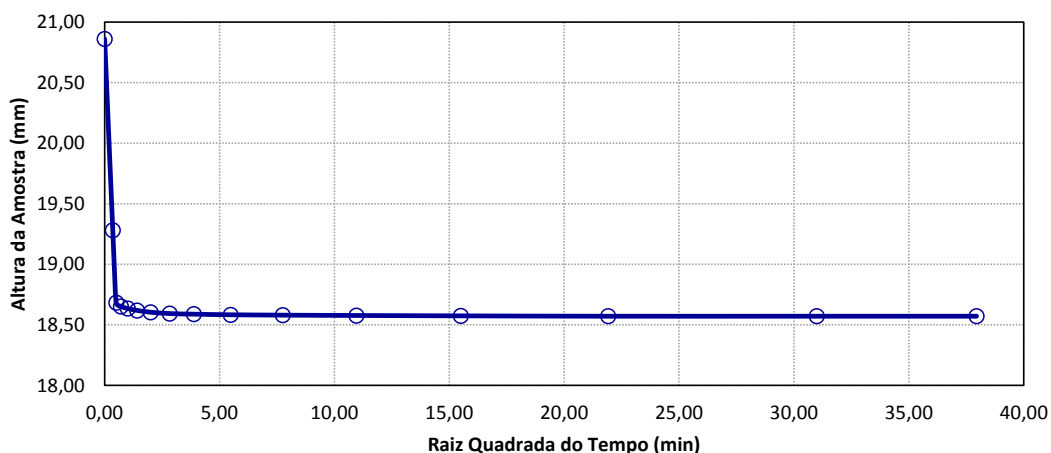
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	602	610	652	506
Massa da cápsula vazia (g)	8,99	10,25	9,65	45,16
Massa da cápsula + solo úmido (g)	30,72	33,98	42,22	498,07
Massa da cápsula + solo seco (g)	28,23	31,26	38,51	437,58
Teor de umidade (%)	12,9	12,9	12,9	15,4
Média do teor de umidade (%)	12,9			15,4

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,03
Massa específica natural (g/cm ³)	2,13
Massa específica seca (g/cm ³)	1,89
Índice de vazios	0,60
Grau de saturação (%)	64,8

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0055.19
Data do ensaio: 08/05/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molhagem	7
Lado do anel (mm)	101,67
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,16

Massa do anel (g)	176,5
Massa do anel + solo (g)	638,46
Massa do solo (g)	461,96
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

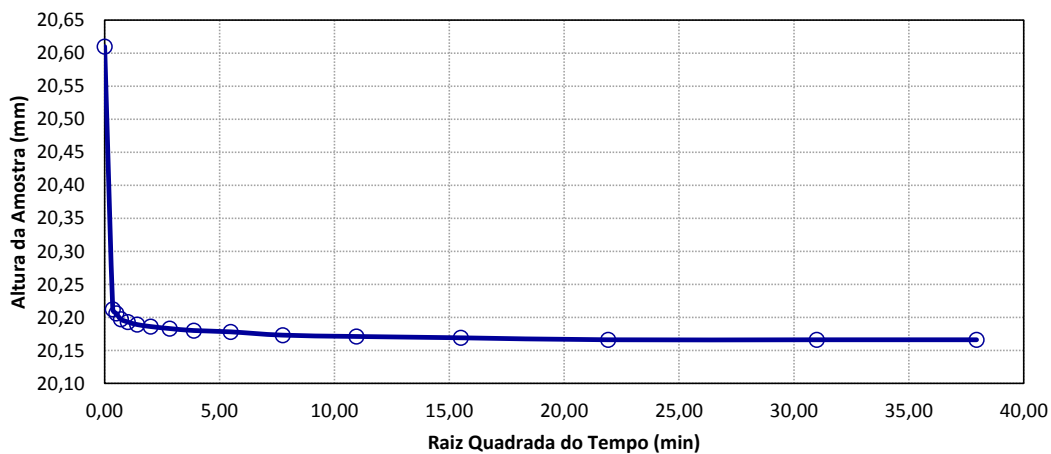
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
		205	209	211	707
Número da cápsula		205	209	211	707
Massa da cápsula vazia (g)		9,86	10,21	9,72	54,08
Massa da cápsula + solo úmido (g)		32,82	34,7	30,87	531,06
Massa da cápsula + solo seco (g)		30,17	31,84	28,45	466,63
Teor de umidade (%)		13,0	13,2	12,9	15,6
Média do teor de umidade (%)		13,1			15,6

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,03
Massa específica natural (g/cm ³)	2,17
Massa específica seca (g/cm ³)	1,92
Índice de vazios	0,58
Grau de saturação (%)	68,3

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0055.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	13,4	12,9	13,1
Massa específica natural (g/cm ³)	2,14	2,13	2,17
Massa específica seca (g/cm ³)	1,89	1,89	1,92
Índice de vazios	0,60	0,60	0,58
Grau de saturação (%)	67,4	64,8	68,3
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,2

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm ³)	202,1	192,6	208,5
Variação de volume da amostra (cm ³)	10,2	23,8	4,6
Altura final da amostra (cm)	19,6	18,6	20,2
Índice de vazios	0,53	0,43	0,55
Porosidade (%)	34,5	30,0	35,3

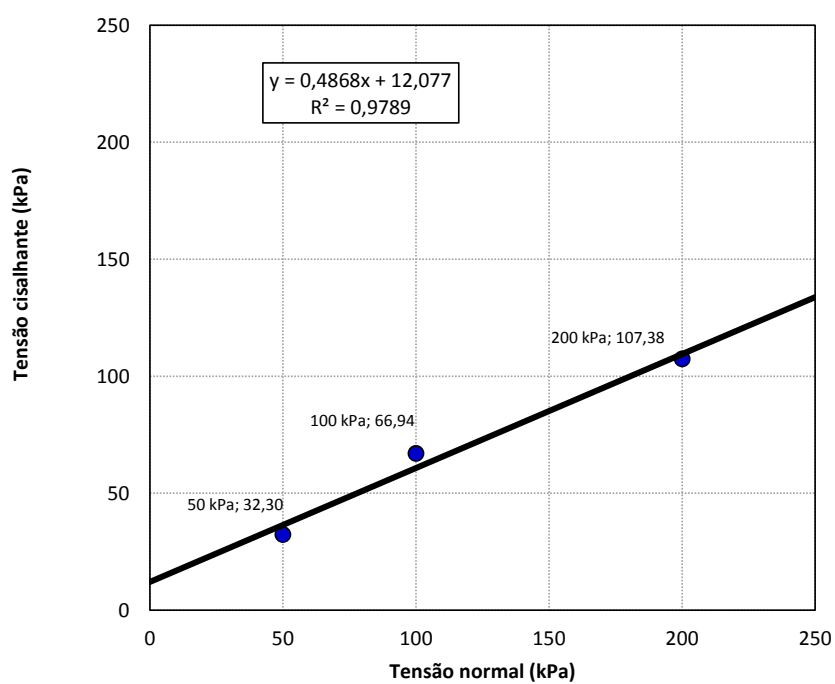
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	107,38	66,94	32,30
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	3,11	9,41	9,99
Teor de umidade (%)	14,8	15,4	15,6
Grau de saturação (%)	74,4	77,3	81,6
Ângulo de atrito (°):	26,0		
Intercepto coesivo (kPa):	12,1		

Amostra:

2.0055.19

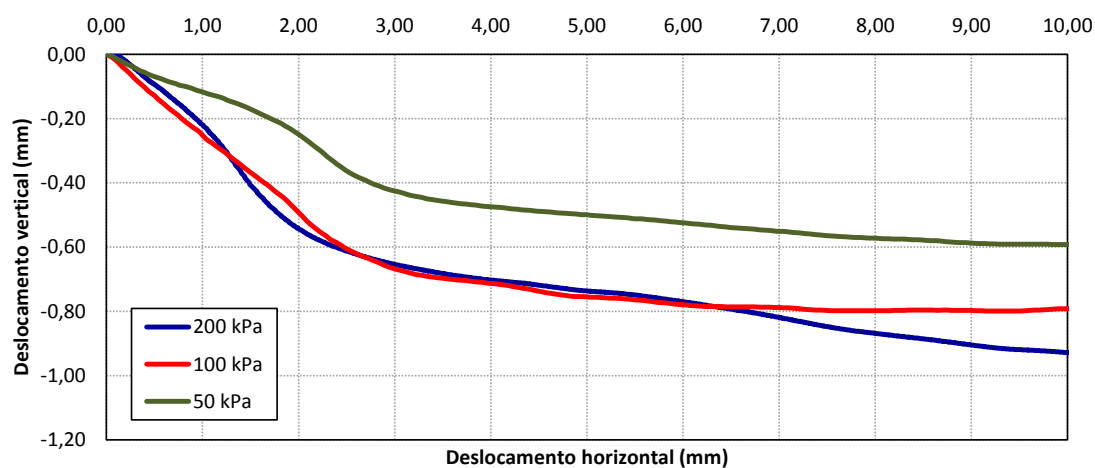
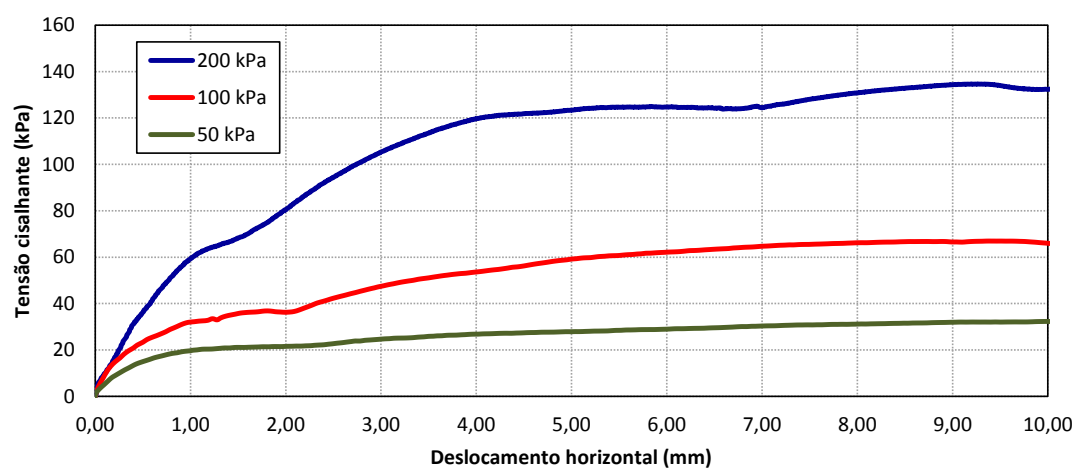
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0055.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0056.19
Data do ensaio: 10/04/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL 001
Número da estufa: EST 002
Número do dessecador: DSS 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	D
Lado do anel (mm)	100,41
Altura do anel (mm)	20,89
Seção transversal (cm)	10,04

Massa do anel (g)	104,38
Massa do anel + solo (g)	566,2
Massa do solo (g)	461,82
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

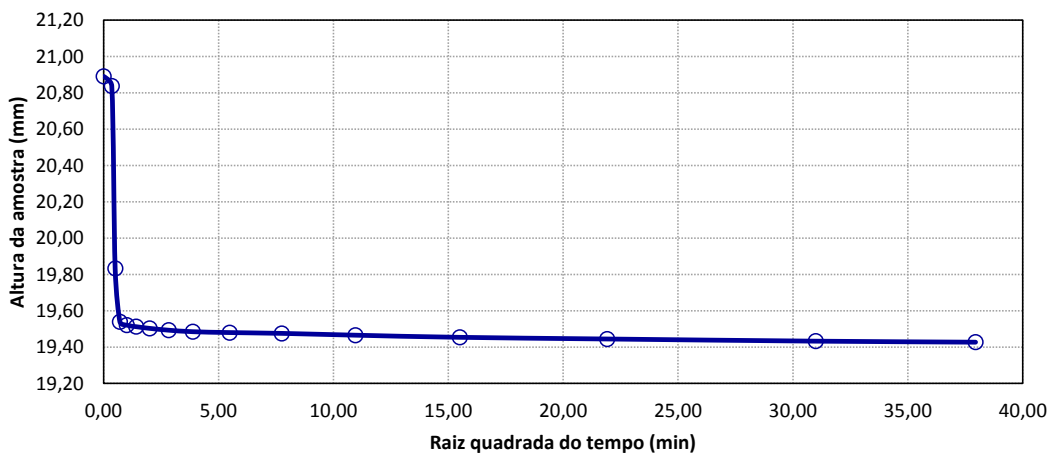
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	92	205	235	90
Massa da cápsula vazia (g)	11,04	9,9	10,97	48,88
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,08	28,42	35,49	489,91
Massa da cápsula + solo seco (g)	24,34	26,24	32,7	436,06
Teor de umidade (%)	13,1	13,3	12,8	13,9
Média do teor de umidade (%)	13,1			13,9

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,04
Massa específica natural (g/cm ³)	2,19
Massa específica seca (g/cm ³)	1,94
Índice de vazios	0,57
Grau de saturação (%)	70,1

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0056.19
Data do ensaio: 09/04/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC 03
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	7
Lado do anel (mm)	101,67
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,16

Massa do anel (g)	176,6
Massa do anel + solo (g)	637,9
Massa do solo (g)	461,3
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

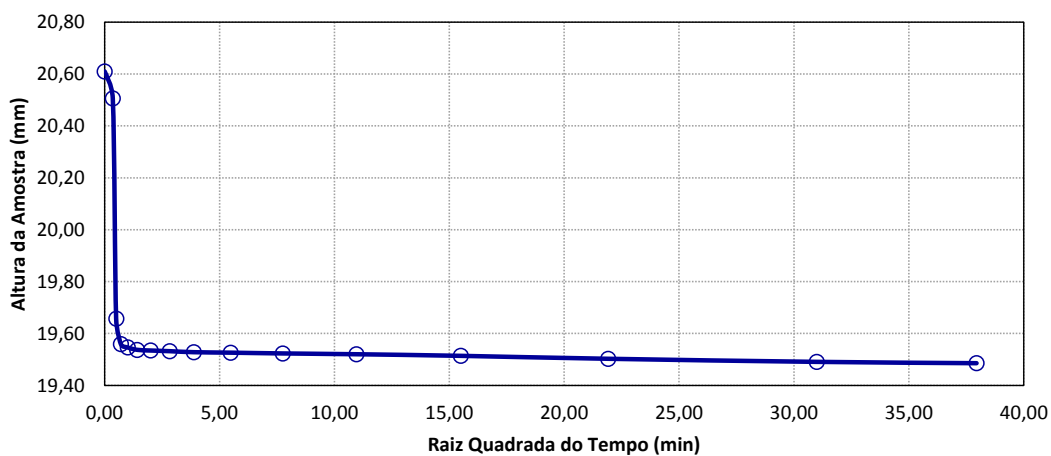
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	201	211	212	17
Massa da cápsula vazia (g)	9,75	9,74	9,88	42,82
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,79	34,66	32,28	510,53
Massa da cápsula + solo seco (g)	24,88	31,96	29,87	452,8
Teor de umidade (%)	12,6	12,2	12,1	14,1
Média do teor de umidade (%)	12,3			14,1

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,04
Massa específica natural (g/cm ³)	2,17
Massa específica seca (g/cm ³)	1,93
Índice de vazios	0,58
Grau de saturação (%)	64,8

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0056.19
Data do ensaio: 08/04/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL 001
Número da estufa: EST 002
Número do dessecador: DSS 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	D
Lado do anel (mm)	100,41
Altura do anel (mm)	20,89
Seção transversal (cm)	10,04

Massa do anel (g)	104,41
Massa do anel + solo (g)	553,27
Massa do solo (g)	448,86
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

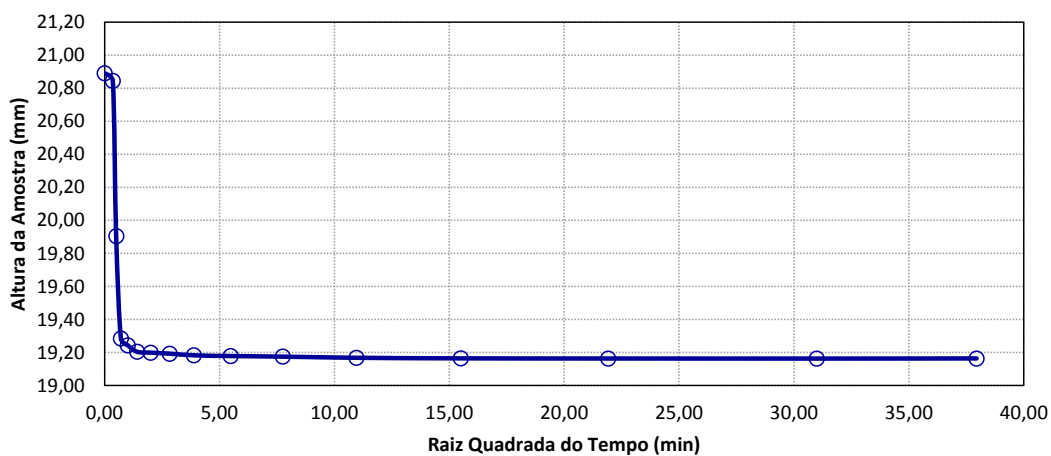
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	31	236	538	707
Massa da cápsula vazia (g)	11,46	12,04	10,75	54,12
Massa da cápsula + solo úmido (g)	31	39,47	29,85	533
Massa da cápsula + solo seco (g)	29,01	36,62	27,88	472,93
Teor de umidade (%)	11,3	11,6	11,5	14,3
Média do teor de umidade (%)	11,5			14,3

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,04
Massa específica natural (g/cm ³)	2,13
Massa específica seca (g/cm ³)	1,91
Índice de vazios	0,59
Grau de saturação (%)	59,1

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0056.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	13,1	12,3	11,5
Massa específica natural (g/cm ³)	2,19	2,17	2,13
Massa específica seca (g/cm ³)	1,94	1,93	1,91
Índice de vazios	0,57	0,58	0,59
Grau de saturação (%)	70,1	64,8	59,1
Seção transversal da amostra (cm)	10,0	10,2	10,0

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm ³)	195,9	201,4	193,2
Variação de volume da amostra (cm ³)	14,8	11,6	17,4
Altura final da amostra (cm)	19,4	19,5	19,2
Índice de vazios	0,46	0,49	0,46
Porosidade (%)	31,4	32,9	31,4

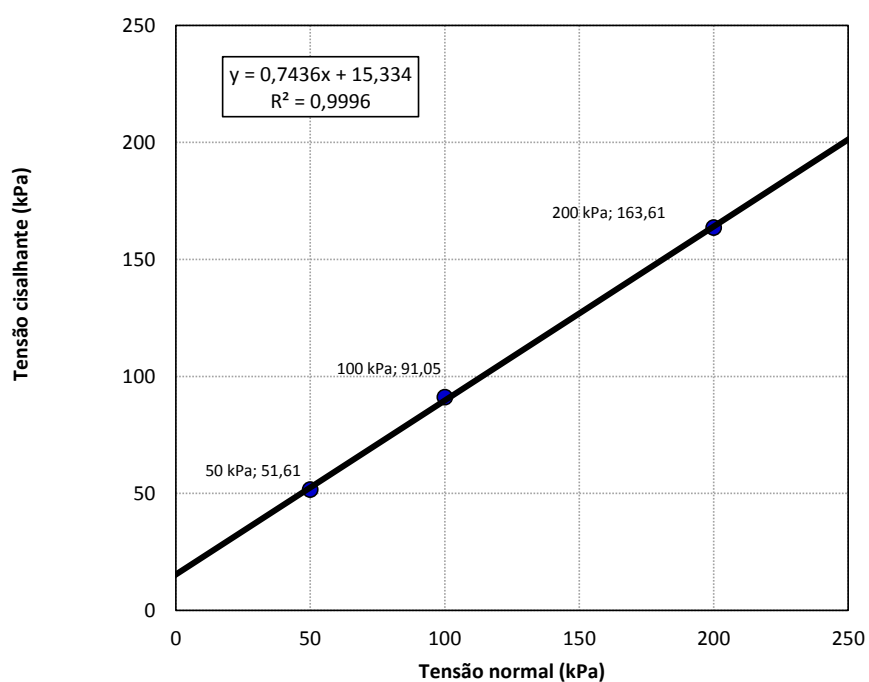
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	163,61	91,05	51,61
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	7,90	8,60	9,90
Teor de umidade (%)	13,9	14,1	14,3
Grau de saturação (%)	74,5	74,3	73,9
Ângulo de atrito (°):	36,6		
Intercepto coesivo (kPa):	15,3		

Amostra:

2.0056.19

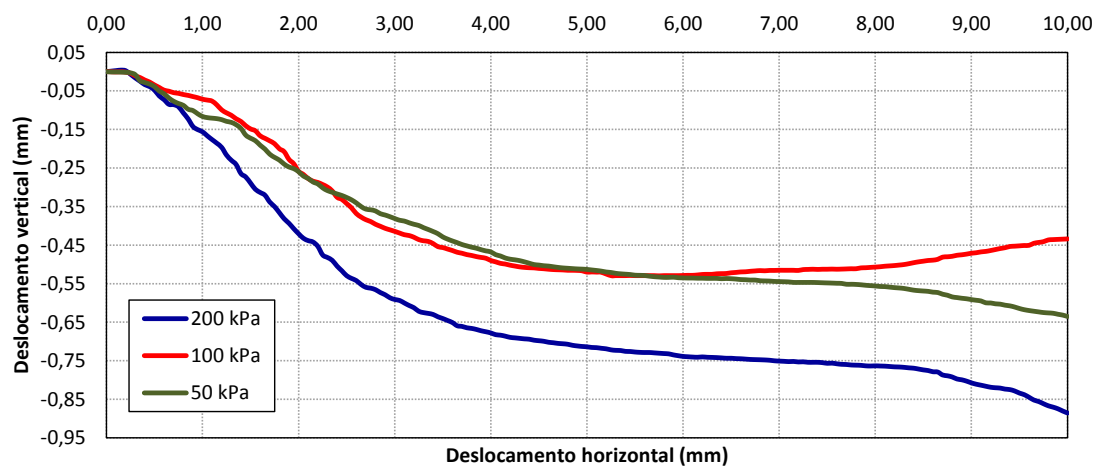
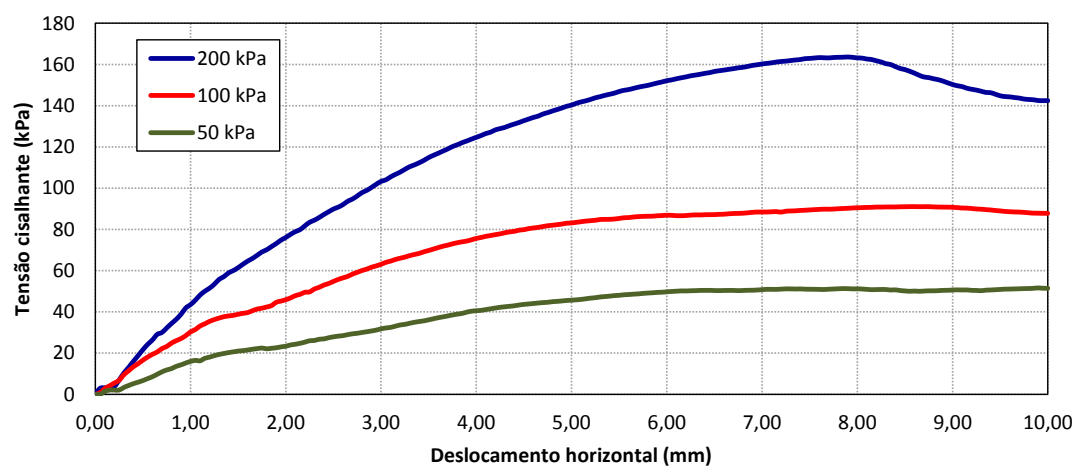
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0056.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0057.19
Data do ensaio: 11/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL-002
Número da estufa: EST-002
Número do dessecador: DSS-001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	7
Lado do anel (mm)	101,54
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,15

Massa do anel (g)	176,55
Massa do anel + solo (g)	670,66
Massa do solo (g)	494,11
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

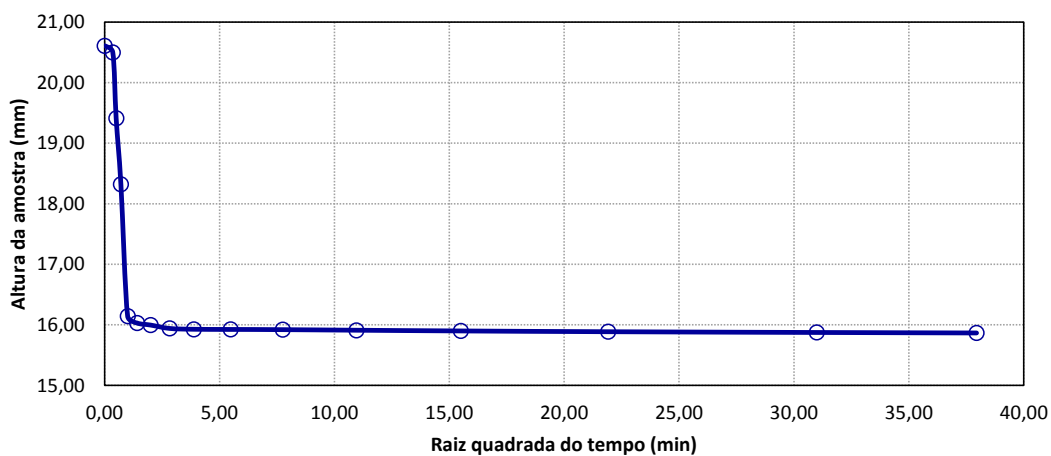
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	27	51	220	8
Massa da cápsula vazia (g)	10,46	10,3	9,96	71,97
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,44	25,34	25,74	494,82
Massa da cápsula + solo seco (g)	24,96	23,99	24,27	440,85
Teor de umidade (%)	10,2	9,9	10,3	14,6
Média do teor de umidade (%)	10,1			14,6

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	3,03
Massa específica natural (g/cm^3)	2,33
Massa específica seca (g/cm^3)	2,11
Índice de vazios	0,43
Grau de saturação (%)	70,5

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0057.19
Data do ensaio: 12/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC 03
Número da balança: BAL-002
Número da estufa: EST-002
Número do dessecador: DSS-001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	9
Lado do anel (mm)	101,54
Altura do anel (mm)	20,60
Seção transversal (cm)	10,15

Massa do anel (g)	177,55
Massa do anel + solo (g)	670,66
Massa do solo (g)	493,11
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

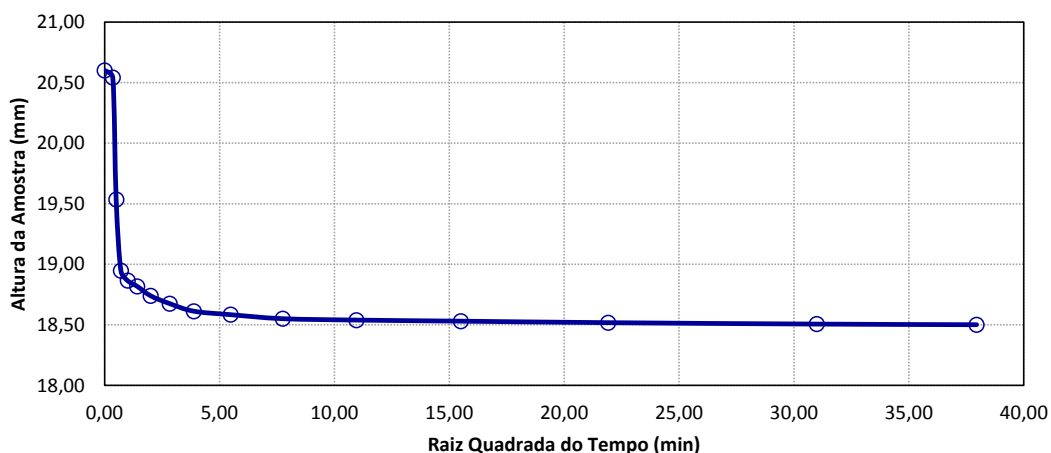
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	5	217	218	702
Massa da cápsula vazia (g)	10,45	9,8	9,57	85,81
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,41	27,44	23,29	517,01
Massa da cápsula + solo seco (g)	25,03	25,87	22,1	461,18
Teor de umidade (%)	9,5	9,8	9,5	14,9
Média do teor de umidade (%)	9,6			14,9

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,03
Massa específica natural (g/cm ³)	2,32
Massa específica seca (g/cm ³)	2,12
Índice de vazios	0,43
Grau de saturação (%)	67,5

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0057.19
Data do ensaio: 15/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL-002
Número da estufa: EST-002
Número do dessecador: DSS-001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,11
Massa do anel + solo (g)	675,81
Massa do solo (g)	497,7
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

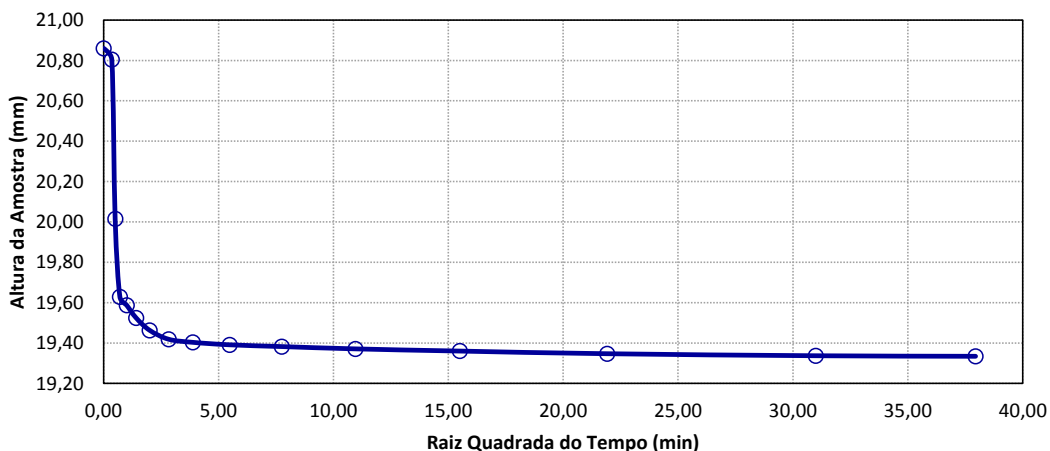
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	20	41	234	697
Massa da cápsula vazia (g)	10,6	10,97	9,18	52,59
Massa da cápsula + solo úmido (g)	26,23	26,13	21,85	468,18
Massa da cápsula + solo seco (g)	24,83	24,83	20,74	412,6
Teor de umidade (%)	9,8	9,4	9,6	15,4
Média do teor de umidade (%)	9,6			15,4

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	3,03
Massa específica natural (g/cm ³)	2,30
Massa específica seca (g/cm ³)	2,10
Índice de vazios	0,44
Grau de saturação (%)	65,6

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0057.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	10,1	9,6	9,6
Massa específica natural (g/cm³)	2,33	2,32	2,30
Massa específica seca (g/cm³)	2,11	2,12	2,10
Índice de vazios	0,43	0,43	0,44
Grau de saturação (%)	70,5	67,5	65,6
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,2

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm³)	163,6	190,8	200,6
Variação de volume da amostra (cm³)	48,9	21,6	15,8
Altura final da amostra (cm)	15,9	18,5	19,3
Índice de vazios	0,10	0,28	0,34
Porosidade (%)	9,5	22,1	25,3

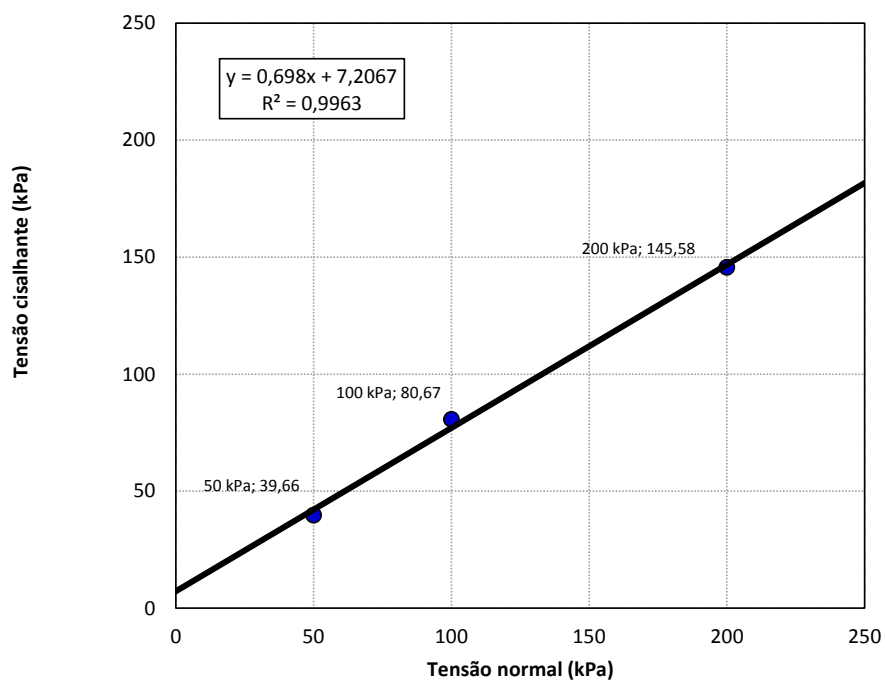
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	145,58	80,67	39,66
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	10,0001	9,9509	10,0007
Teor de umidade (%)	14,6	14,9	15,4
Grau de saturação (%)	100,0	100,0	100,0
Ângulo de atrito (°):	34,9		
Intercepto coesivo (kPa):	7,2		

Amostra:

2.0057.19

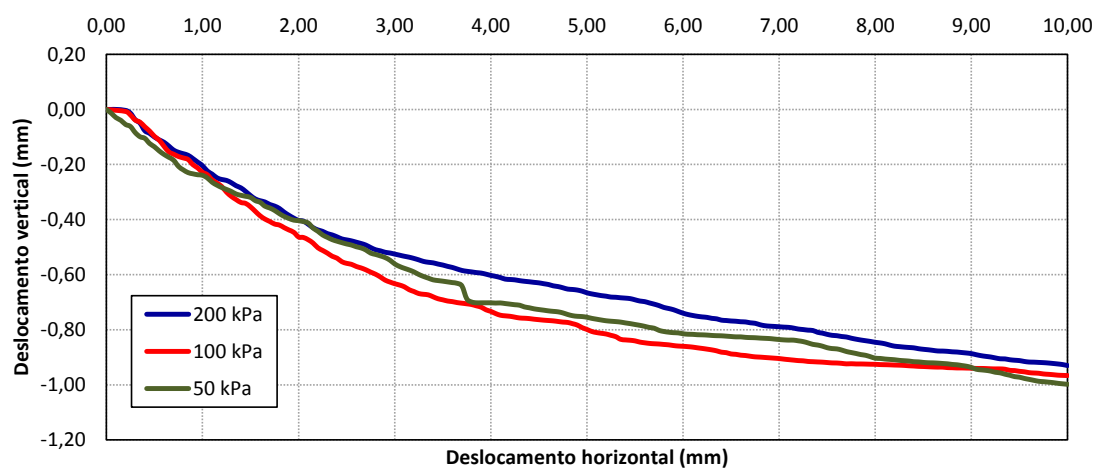
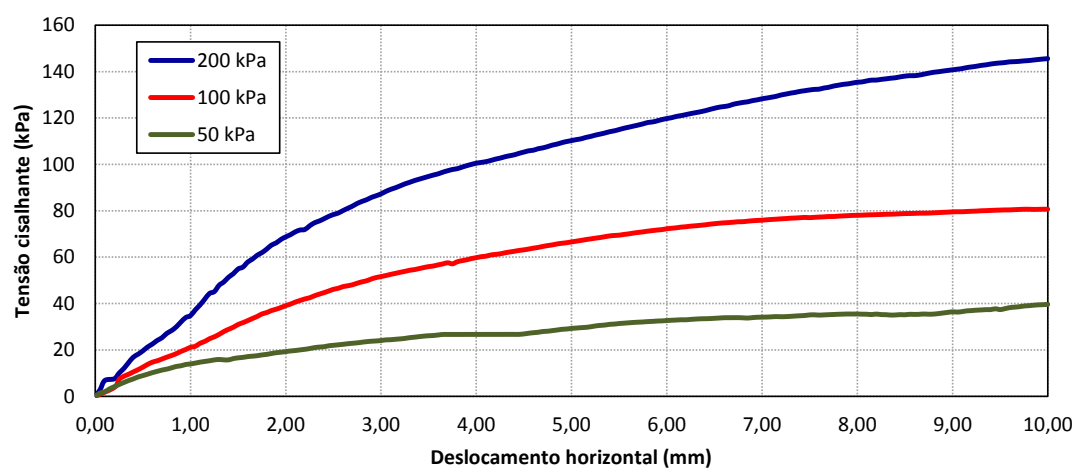
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0057.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0058.19
Data do ensaio: 16/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL 002
Número da estufa: EST 002
Número do dessecador: DSS 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,05
Massa do anel + solo (g)	654,58
Massa do solo (g)	476,53
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

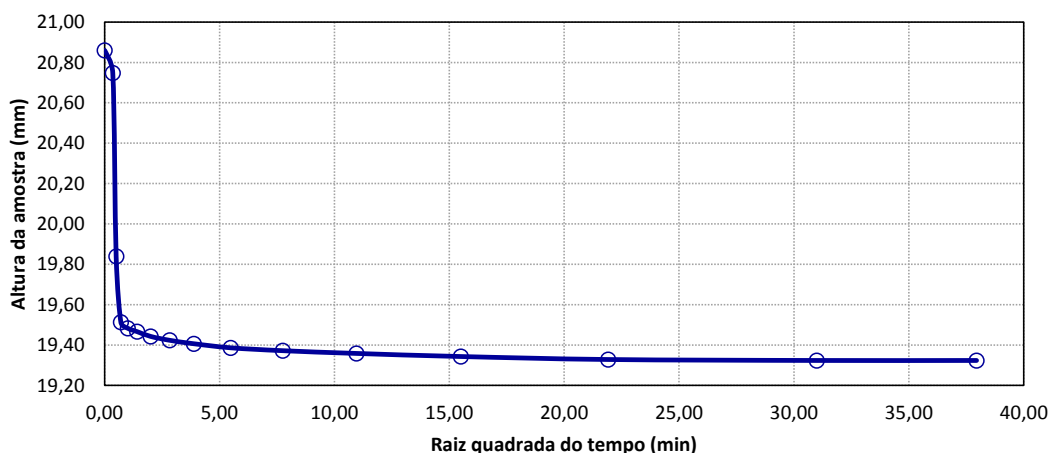
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	5	41	236	524
Massa da cápsula vazia (g)	10,47	10,96	12,03	46,17
Massa da cápsula + solo úmido (g)	38,13	26,71	35,7	492,7
Massa da cápsula + solo seco (g)	35,17	25	33,14	436,09
Teor de umidade (%)	12,0	12,2	12,1	14,5
Média do teor de umidade (%)	12,1			14,5

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	2,80
Massa específica natural (g/cm^3)	2,20
Massa específica seca (g/cm^3)	1,96
Índice de vazios	0,43
Grau de saturação (%)	79,6

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0058.19
Data do ensaio: 17/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL 002
Número da estufa: EST 002
Número do dessecador: DSS 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	7
Lado do anel (mm)	101,67
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,16

Massa do anel (g)	176,5
Massa do anel + solo (g)	637,37
Massa do solo (g)	460,87
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

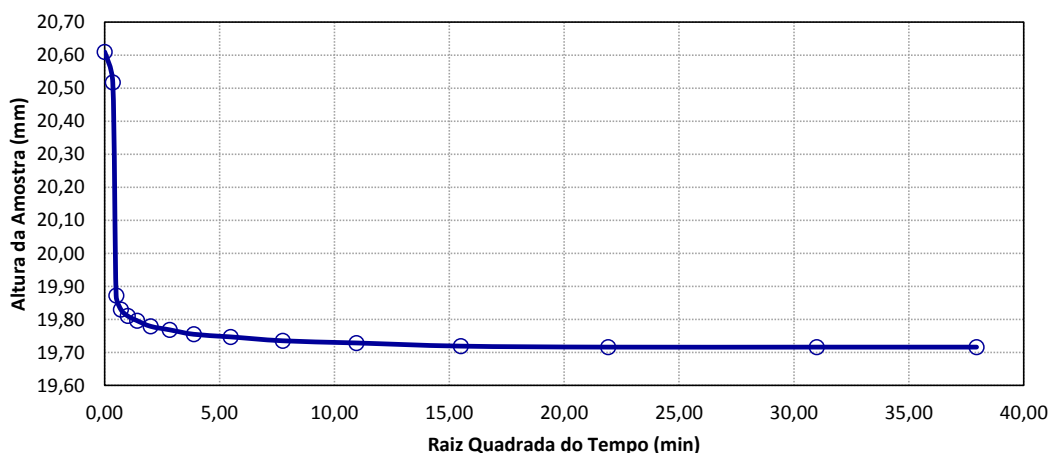
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	212	538	541	697
Massa da cápsula vazia (g)	9,86	10,14	11,3	52,59
Massa da cápsula + solo úmido (g)	24,79	30,68	35,95	516,23
Massa da cápsula + solo seco (g)	23,26	28,65	33,46	454,67
Teor de umidade (%)	11,4	11,0	11,2	15,3
Média do teor de umidade (%)	11,2			15,3

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Massa específica natural (g/cm ³)	2,16
Massa específica seca (g/cm ³)	1,95
Índice de vazios	0,44
Grau de saturação (%)	71,4

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0058.19
Data do ensaio: 18/04/2019
Responsável pela execução: Luccas
Número da prensa: PRC 003
Número da balança: BAL 001
Número da estufa: EST 002
Número do dessecador: DSS 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	7
Lado do anel (mm)	101,67
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,16

Massa do anel (g)	176,55
Massa do anel + solo (g)	641,79
Massa do solo (g)	465,24
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

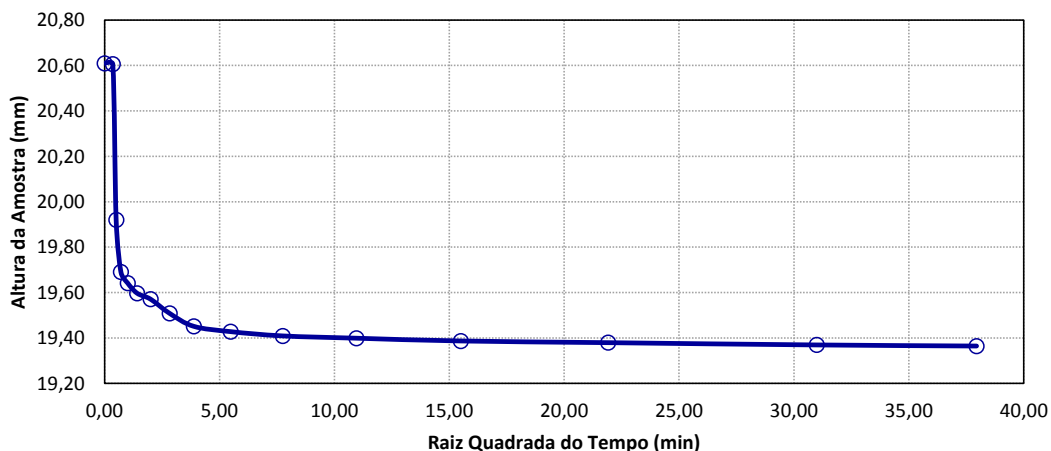
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial		Final
Número da cápsula		8	641	648
Massa da cápsula vazia (g)		12,71	9,87	10,13
Massa da cápsula + solo úmido (g)		23,87	23,64	28,93
Massa da cápsula + solo seco (g)		22,72	22,29	27,07
Teor de umidade (%)		11,5	10,9	11,0
Média do teor de umidade (%)		11,1		16,8

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Massa específica natural (g/cm ³)	2,18
Massa específica seca (g/cm ³)	1,97
Índice de vazios	0,42
Grau de saturação (%)	73,3

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0058.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	12,1	11,2	11,1
Massa específica natural (g/cm³)	2,20	2,16	2,18
Massa específica seca (g/cm³)	1,96	1,95	1,97
Índice de vazios	0,43	0,44	0,42
Grau de saturação (%)	79,6	71,4	73,3
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,2

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm³)	200,4	203,8	200,2
Variação de volume da amostra (cm³)	15,9	9,2	12,9
Altura final da amostra (cm)	19,3	19,7	19,4
Índice de vazios	0,32	0,38	0,34
Porosidade (%)	24,3	27,4	25,3

Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	163,81	92,20	49,53
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	8,05	9,35	10,40
Teor de umidade (%)	14,5	15,3	16,8
Grau de saturação (%)	95,6	97,6	100,0
Ângulo de atrito (°):	37,1		
Intercepto coesivo (kPa):	13,7		



lactec
INOVADORES POR NATUREZA

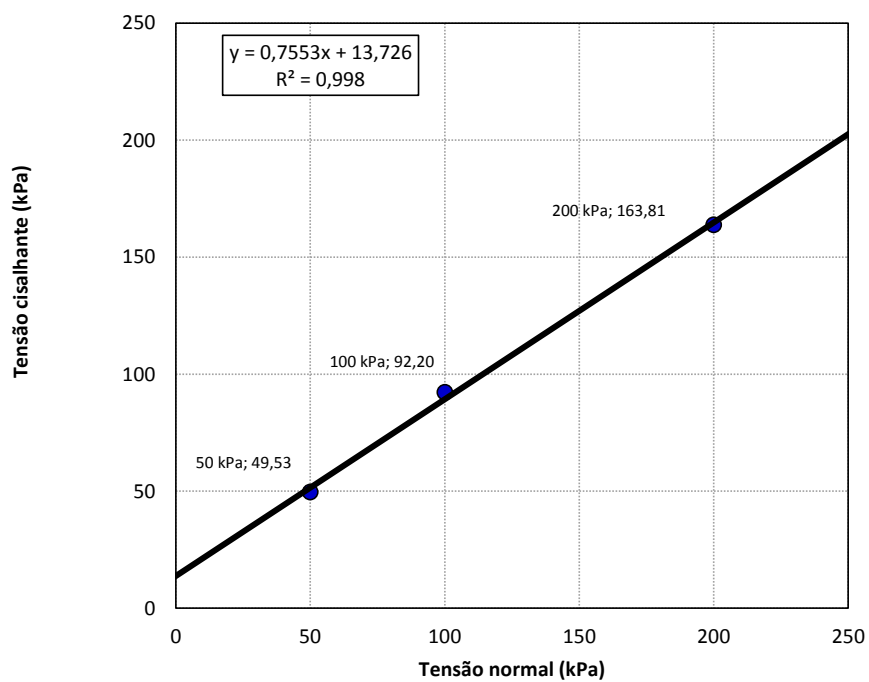
Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Amostra:

2.0058.19

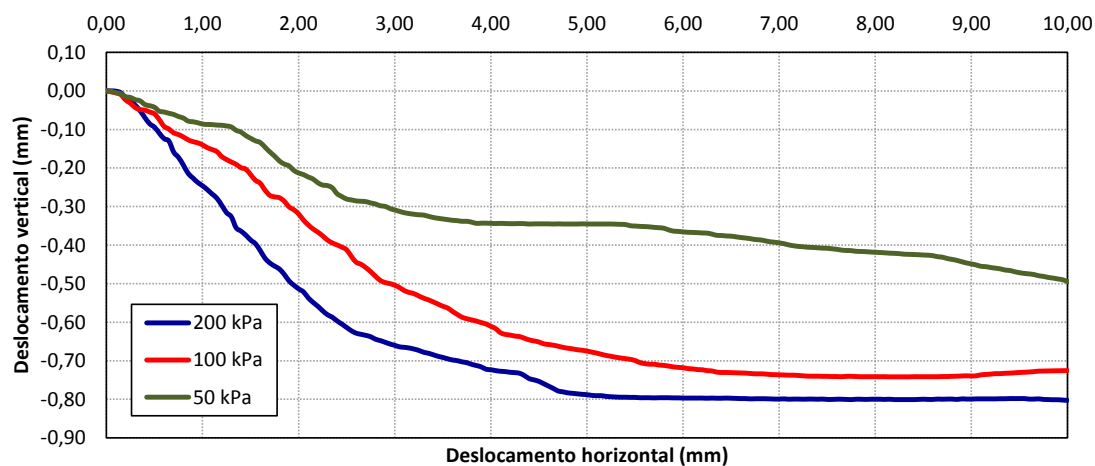
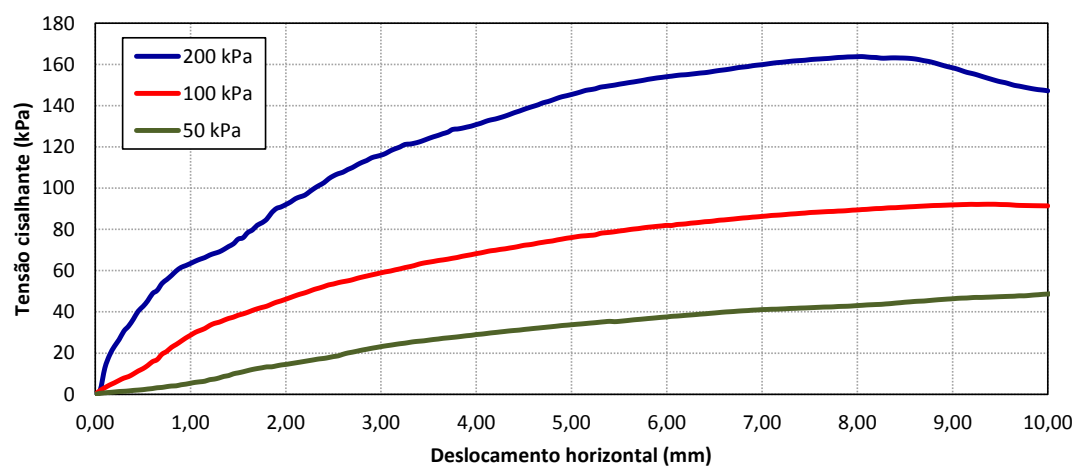
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0058.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0059.19
Data do ensaio: 03/06/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,1
Massa do anel + solo (g)	630,75
Massa do solo (g)	452,65
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

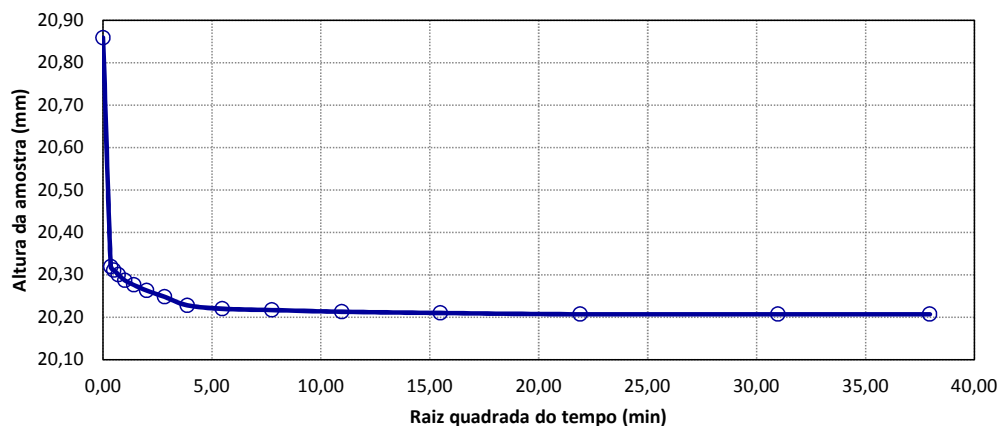
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
Número da cápsula		614	624	635	708
Massa da cápsula vazia (g)		10,19	9,62	9,67	56,13
Massa da cápsula + solo úmido (g)		36,78	30,65	30,98	492,28
Massa da cápsula + solo seco (g)		34,13	28,59	28,85	436,17
Teor de umidade (%)		11,1	10,9	11,1	14,8
Média do teor de umidade (%)		11,0			14,8

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,96
Massa específica natural (g/cm ³)	2,09
Massa específica seca (g/cm ³)	1,88
Índice de vazios	0,57
Grau de saturação (%)	57,1

CURVA DE ADENSAMENTO:



DOC LGEO - 010

Data: Set/2018

Revisão: 0



Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0059.19
Data do ensaio: 04/06/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	8
Lado do anel (mm)	101,85
Altura do anel (mm)	20,86
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	178,09
Massa do anel + solo (g)	658,83
Massa do solo (g)	480,74
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

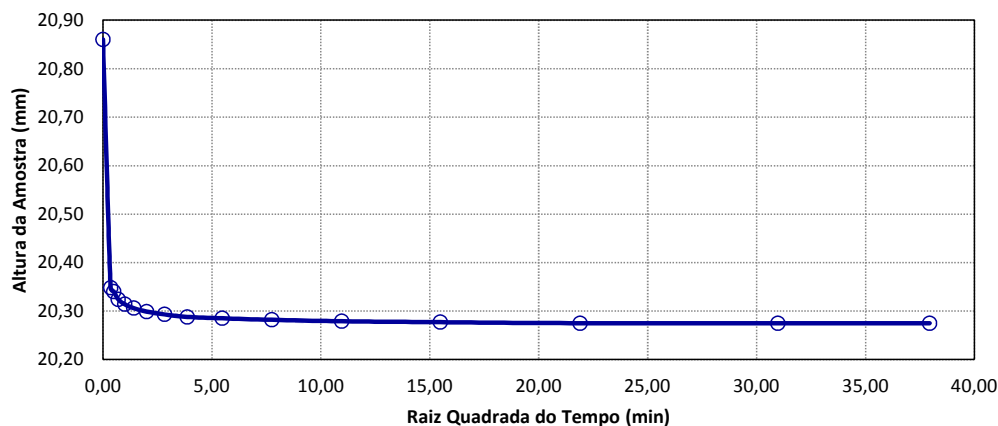
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
Número da cápsula		5	233	242	693
Massa da cápsula vazia	(g)	10,45	11,13	11,22	48,01
Massa da cápsula + solo úmido	(g)	35,56	37,05	36,3	506,16
Massa da cápsula + solo seco	(g)	33,07	34,5	33,82	448,31
Teor de umidade	(%)	11,0	10,9	11,0	14,5
Média do teor de umidade	(%)	11,0			14,5

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,96
Massa específica natural (g/cm ³)	2,22
Massa específica seca (g/cm ³)	2,00
Índice de vazios	0,48
Grau de saturação (%)	67,8

CURVA DE ADENSAMENTO:



DOC LGEO - 010

Data: Set/2018

Revisão: 0



Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0059.19
Data do ensaio: 30/05/2019
Responsável pela execução: Reginaldo
Número da prensa: PRC - 001
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	9
Lado do anel (mm)	101,54
Altura do anel (mm)	20,60
Seção transversal (cm)	10,15

Massa do anel (g)	177,53
Massa do anel + solo (g)	647,72
Massa do solo (g)	470,19
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

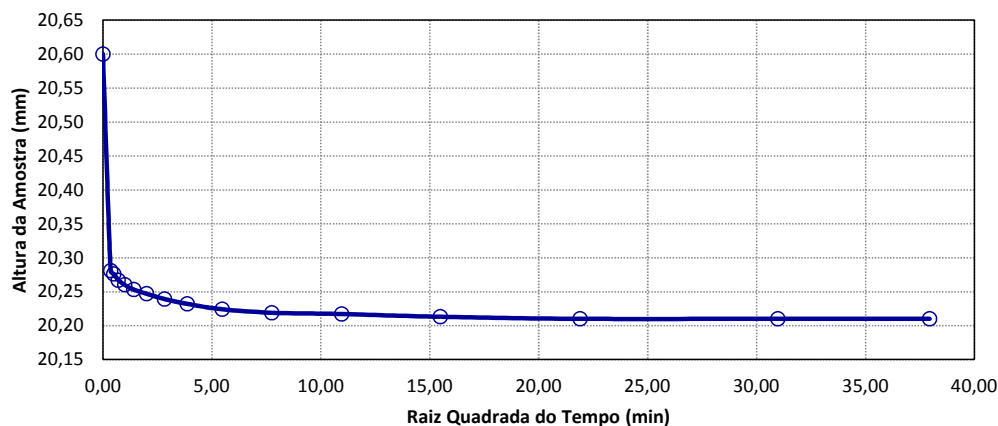
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
Número da cápsula		620	621	350	692
Massa da cápsula vazia (g)		9,23	9,7	10,03	56,22
Massa da cápsula + solo úmido (g)		34,47	34,13	42,52	505,63
Massa da cápsula + solo seco (g)		31,98	31,74	39,32	445,86
Teor de umidade (%)		10,9	10,8	10,9	15,3
Média do teor de umidade (%)		10,9			15,3

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,96
Massa específica natural (g/cm ³)	2,21
Massa específica seca (g/cm ³)	2,00
Índice de vazios	0,48
Grau de saturação (%)	66,8

CURVA DE ADENSAMENTO:



DOC LGEO - 010

Data: Set/2018

Revisão: 0



Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

RESUMO:

Amostra:

2.0059.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	11,0	11,0	10,9
Massa específica natural (g/cm ³)	2,09	2,22	2,21
Massa específica seca (g/cm ³)	1,88	2,00	2,00
Índice de vazios	0,57	0,48	0,48
Grau de saturação (%)	57,1	67,8	66,8
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,2

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm ³)	209,6	210,3	208,4
Variação de volume da amostra (cm ³)	6,8	6,1	4,0
Altura final da amostra (cm)	20,2	20,3	20,2
Índice de vazios	0,52	0,44	0,45
Porosidade (%)	34,3	30,4	31,3

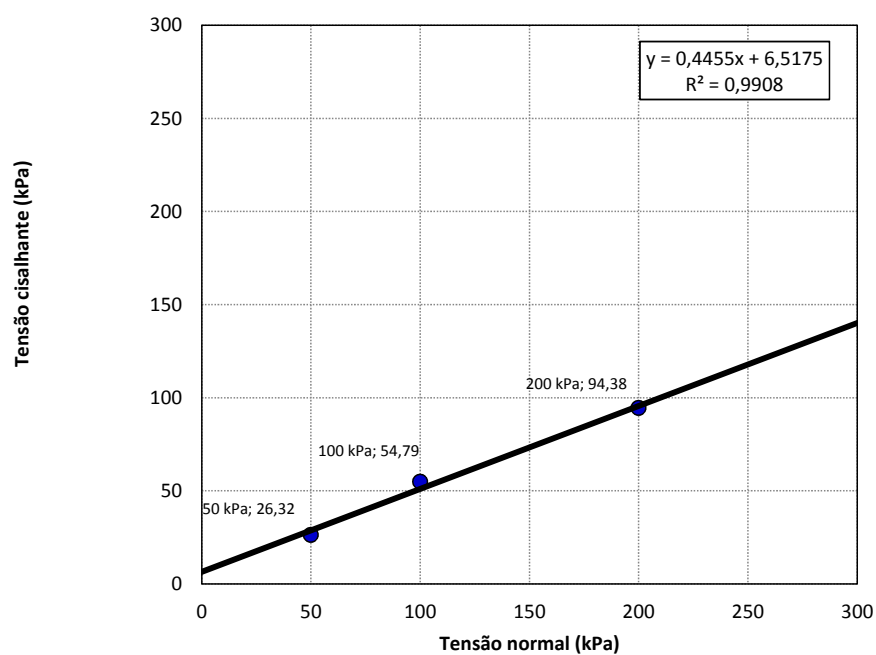
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	94,38	54,79	26,32
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	11,6	11,5	11,63
Teor de umidade (%)	14,8	14,5	15,3
Grau de saturação (%)	76,6	89,4	94,0
Ângulo de atrito (°):	24,0		
Intercepto coesivo (kPa):	6,5		

Amostra:

2.0059.19

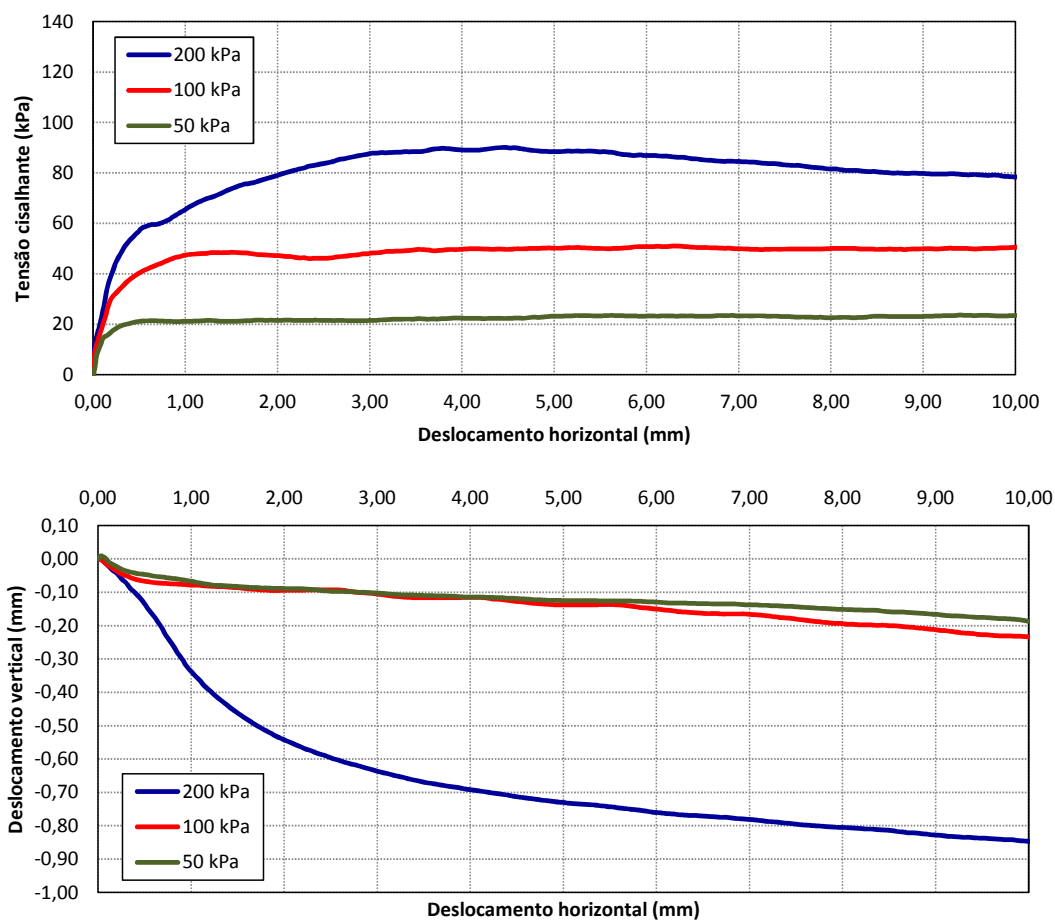
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0059.19

GRÁFICOS:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0059.19
Data do ensaio: 17/04/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL-001
Número da estufa: EST-002
Número do dessecador: DSS-001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	200
Anel de moldagem	7
Lado do anel (mm)	101,67
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,18

Massa do anel (g)	176,55
Massa do anel + solo (g)	647,99
Massa do solo (g)	471,44
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

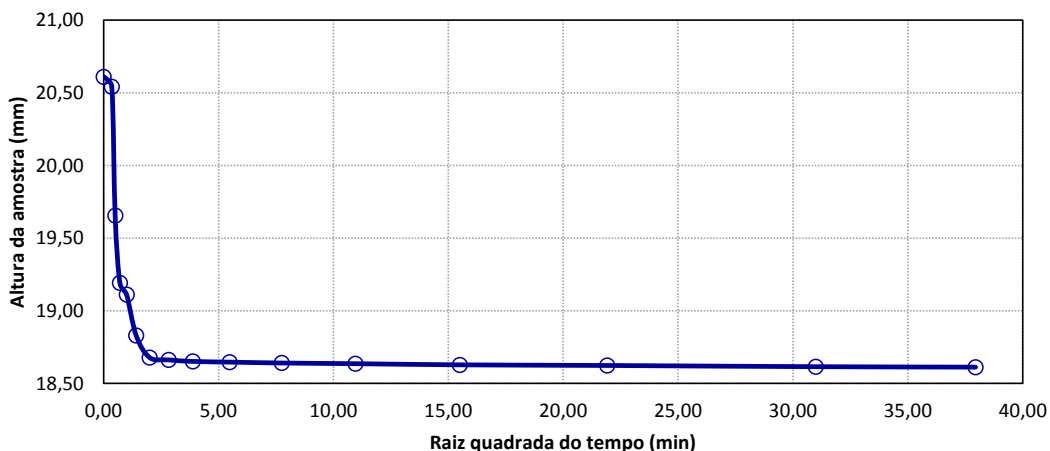
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	209	542	640	24
Massa da cápsula vazia (g)	10,23	10,96	10,16	50,49
Massa da cápsula + solo úmido (g)	24,84	28,71	26,49	450,22
Massa da cápsula + solo seco (g)	23,4	26,96	24,91	396,13
Teor de umidade (%)	10,9	10,9	10,7	15,6
Média do teor de umidade (%)	10,9			15,6

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm^3)	2,80
Massa específica natural (g/cm^3)	2,21
Massa específica seca (g/cm^3)	2,00
Índice de vazios	0,40
Grau de saturação (%)	75,5

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0059.19
Data do ensaio: 28/03/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: Bal - 002
Número da estufa: EST - 002
Número do dessecador: Dss - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	100
Anel de moldagem	7
Lado do anel (mm)	101,67
Altura do anel (mm)	20,61
Seção transversal (cm)	10,16

Massa do anel (g)	176,55
Massa do anel + solo (g)	657,91
Massa do solo (g)	481,36
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

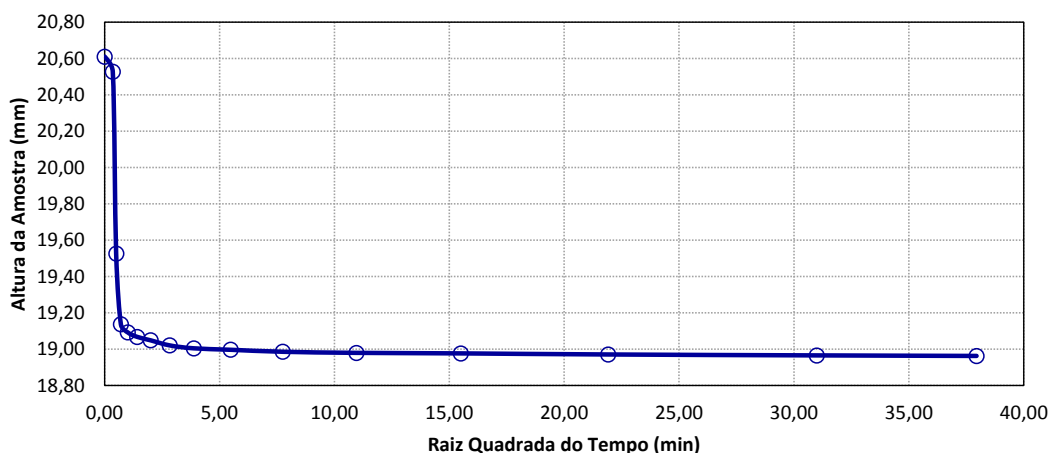
TEOR DE UMIDADE:

	Inicial			Final
Número da cápsula	10	18	559	509
Massa da cápsula vazia (g)	9,16	10,11	11,07	46,57
Massa da cápsula + solo úmido (g)	24,14	28,44	22,79	487,36
Massa da cápsula + solo seco (g)	22,51	26,45	21,49	428,87
Teor de umidade (%)	12,2	12,2	12,5	15,3
Média do teor de umidade (%)	12,3			15,3

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Massa específica natural (g/cm ³)	2,26
Massa específica seca (g/cm ³)	2,01
Índice de vazios	0,39
Grau de saturação (%)	87,9

CURVA DE ADENSAMENTO:





Cisalhamento direto

BS 1377-7:1990 - Part 7: Shear strength tests (total stress)

Registro da amostra: 2.0059.19
Data do ensaio: 29/03/2019
Responsável pela execução: Luccas/Reginaldo
Número da prensa: PRC - 003
Número da balança: BAL - 002
Número da estufa: EST - 001
Número do dessecador: DSS - 001

DADOS DO ENSAIO:

Tensão normal (kPa)	50
Anel de molgagem	D
Lado do anel (mm)	100,41
Altura do anel (mm)	20,89
Seção transversal (cm)	10,04

Massa do anel (g)	104,39
Massa do anel + solo (g)	583,7
Massa do solo (g)	479,31
Velocidade do ensaio (mm/min)	0,05

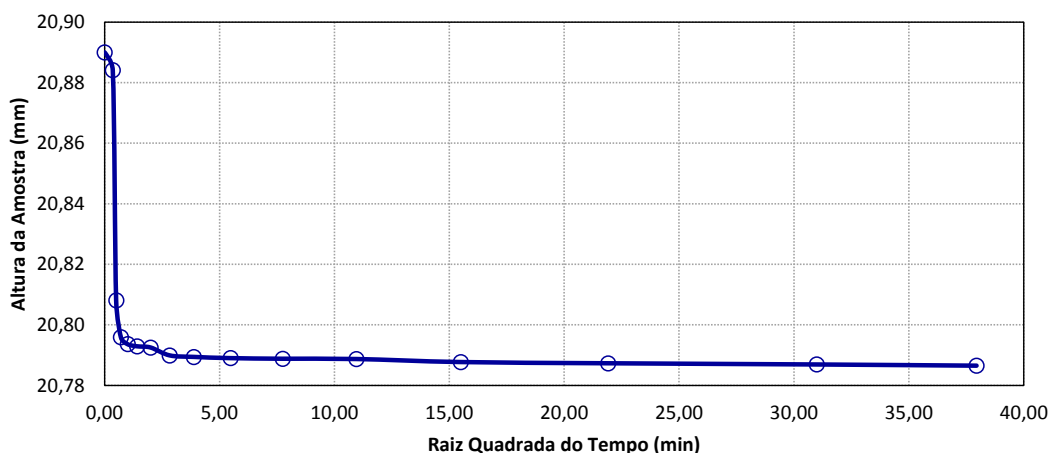
TEOR DE UMIDADE:

		Inicial			Final
Número da cápsula		25	619	635	701
Massa da cápsula vazia	(g)	10,3	9,05	9,66	44,21
Massa da cápsula + solo úmido	(g)	25,16	25,27	25,16	515,39
Massa da cápsula + solo seco	(g)	23,59	23,52	23,48	453,6
Teor de umidade	(%)	11,8	12,1	12,2	15,1
Média do teor de umidade	(%)	12,0			15,1

ÍNDICES FÍSICOS INICIAIS:

Massa específica dos grãos (g/cm ³)	2,80
Massa específica natural (g/cm ³)	2,28
Massa específica seca (g/cm ³)	2,03
Índice de vazios	0,38
Grau de saturação (%)	89,0

CURVA DE ADENSAMENTO:



RESUMO:

Amostra:

2.0059.19

Dados Iniciais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Teor de umidade (%)	10,9	12,3	12,0
Massa específica natural (g/cm ³)	2,21	2,26	2,28
Massa específica seca (g/cm ³)	2,00	2,01	2,03
Índice de vazios	0,40	0,39	0,38
Grau de saturação (%)	75,5	87,9	89,0
Seção transversal da amostra (cm)	10,2	10,2	10,0

Índices físicos finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Volume final da amostra (cm ³)	192,4	196,0	209,6
Variação de volume da amostra (cm ³)	20,7	17,0	1,0
Altura final da amostra (cm)	18,6	19,0	20,8
Índice de vazios	0,27	0,28	0,37
Porosidade (%)	21,1	21,9	27,1

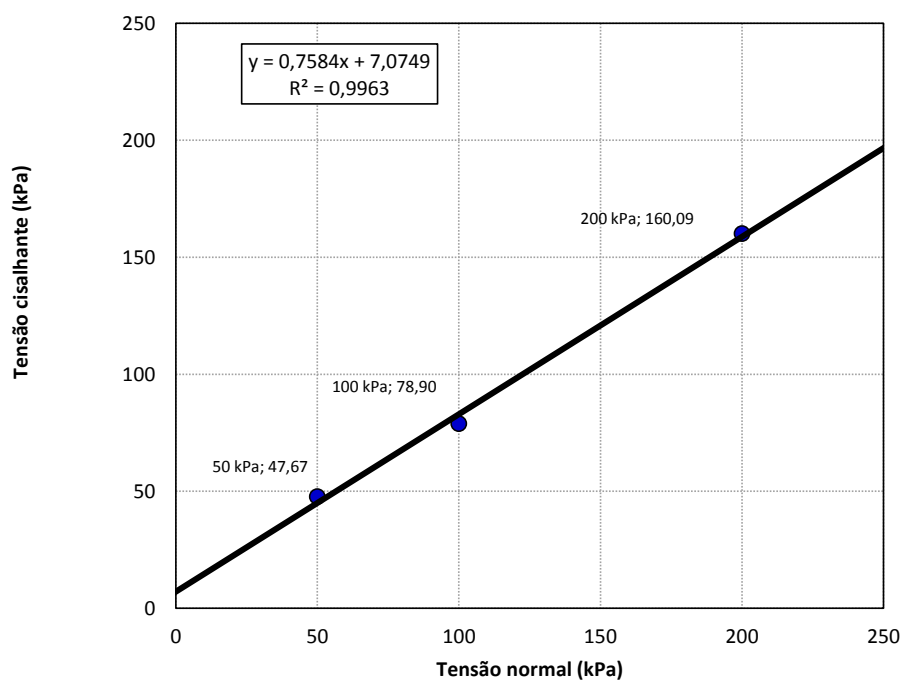
Dados finais:

Tensão normal	200 kPa	100 kPa	50 kPa
Máxima tensão cisalhante (kPa)	160,09	78,90	47,67
Deslocamento da máxima tensão cisalhante (mm)	8,00	6,40	7,55
Teor de umidade (%)	15,6	15,3	15,1
Grau de saturação (%)	100,0	100,0	100,0
Ângulo de atrito (°):	37,2		
Intercepto coesivo (kPa):	7,1		

Amostra:

2.0059.19

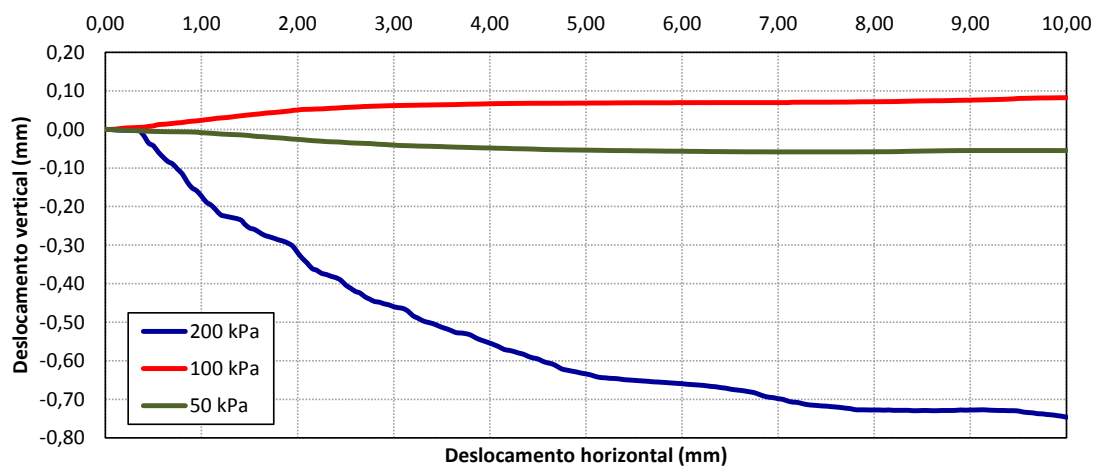
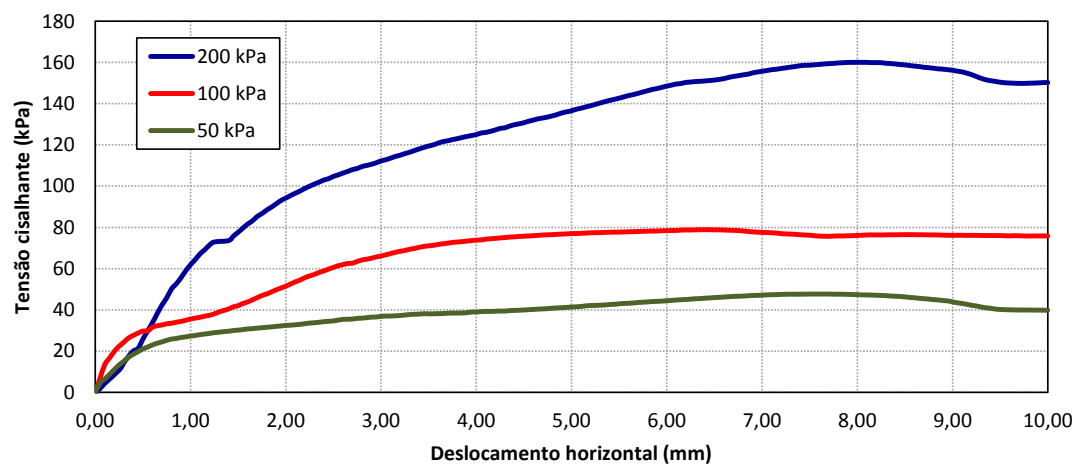
ENVOLTÓRIA DE RESISTÊNCIA:



Amostra:

2.0059.19

GRÁFICOS:



Relatório de ensaios
REL EC 11817 2019

APÊNDICE III – ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL



ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	ADE-002	
Diâmetro do anel (cm)	5	
Altura do anel (cm)	1,90	
Volume do anel (cm³)	37,31	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	57,06
Massa do anel + solo (g) Inicial	137,72
Massa do anel + solo (g) Final	137,39

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
234	20,50	73,45	67,58	12,47
237	20,81	61,52	57,03	12,40
261	21,02	72,51	66,81	12,45
Teor de umidade (%)				12,4

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,16
Massa específica seca inicial (v_n)	1,92
Índice de vazios inicial (e_0)	0,57
Altura de sólidos (H_s)	1,21
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	3,02
Grau de saturação inicial (Si)	65,8
Grau de saturação final (Sf)	92,7

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10
		Data	28/03/19	29/03/19	01/04/19	02/04/19	03/04/19	04/04/19	05/04/19	06/04/19	07/04/19	08/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19
Tempo Decorrido		Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura	Leitura
		Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
dia	hora	min.	seg.	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
			0	0	-0,09	-0,20	-0,3	-0,43	-0,61	-0,84	-1,16	-1,58	-1,43	-1,43	-1,35
			8	0	-0,06	-0,16	-0,26	-0,39	-0,55	-0,76	-1,06	-1,47	-1,57	-1,44	-1,30
			15	0	-0,07	-0,16	-0,26	-0,39	-0,55	-0,77	-1,07	-1,48	-1,57	-1,44	-1,30
			30	0	-0,07	-0,16	-0,27	-0,4	-0,56	-0,78	-1,08	-1,48	-1,54	-1,36	-1,30
			1		-0,07	-0,17	-0,27	-0,4	-0,57	-0,78	-1,09	-1,49	-1,54	-1,36	-1,30
			2		-0,07	-0,17	-0,27	-0,4	-0,57	-0,79	-1,09	-1,50	-1,53	-1,36	-1,29
			4		-0,07	-0,17	-0,28	-0,41	-0,58	-0,79	-1,10	-1,51	-1,53	-1,43	-1,29
			8		-0,08	-0,17	-0,28	-0,41	-0,58	-0,80	-1,11	-1,52	-1,53	-1,43	-1,29
			15		-0,08	-0,17	-0,28	-0,42	-0,58	-0,80	-1,11	-1,53	-1,53	-1,35	-1,29
			30		-0,08	-0,18	-0,28	-0,42	-0,59	-0,81	-1,12	-1,53	-1,53	-1,35	-1,28
			1		-0,08	-0,18	-0,28	-0,42	-0,59	-0,81	-1,13	-1,54	-1,53	-1,43	-1,28
			2		-0,08	-0,18	-0,29	-0,42	-0,59	-0,82	-1,13	-1,55	-1,53	-1,43	-1,28
			4		-0,08	-0,18	-0,29	-0,43	-0,60	-0,82	-1,14	-1,56	-1,53	-1,43	-1,28
			8		-0,08	-0,18	-0,29	-0,43	-0,60	-0,83	-1,14	-1,57	-1,53	-1,43	-1,27
1				0	-0,09	-0,19	-0,30	-0,43	-0,61	-0,84	-1,15	-1,58	-1,53	-1,43	-1,27
2						-0,20					-1,15				
3															
4						-0,20					-1,16				

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_f):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
576	21,5	101,65	91,63	14,3

Observações:

Observações:	
Executante	Jacke
Conferente	Joubert

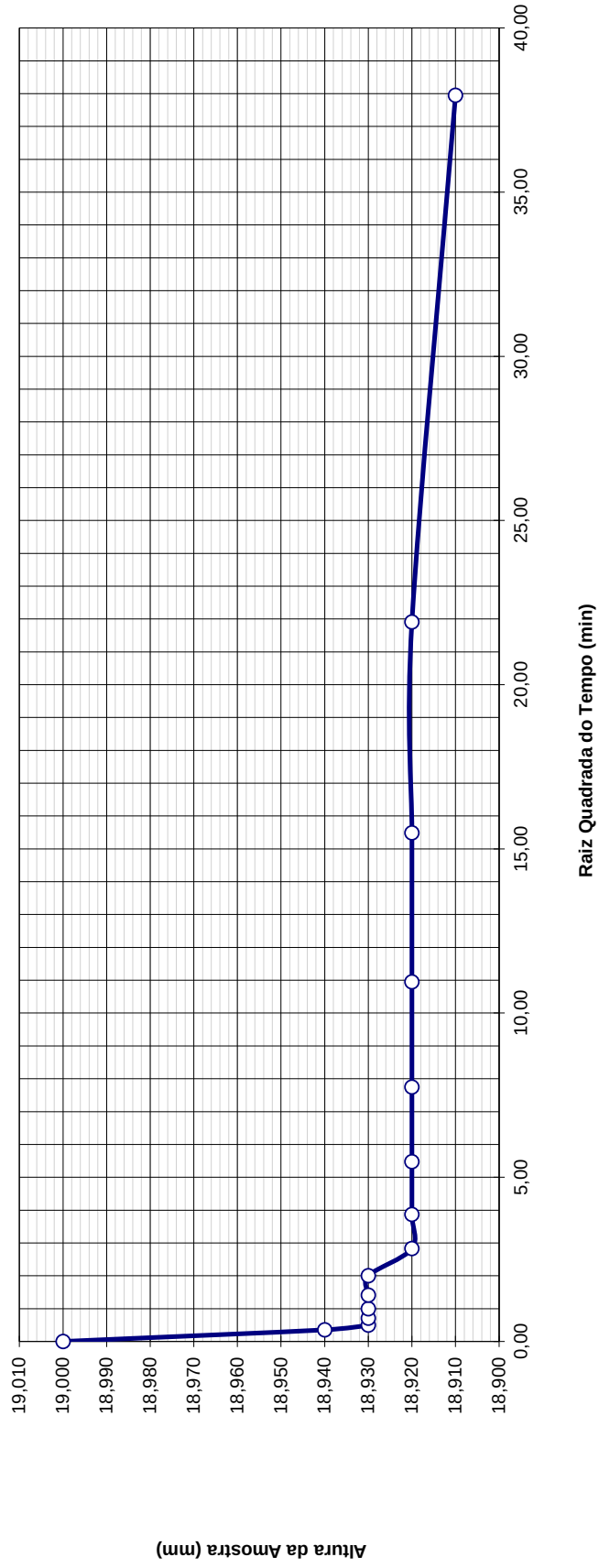
DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0

 INNOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

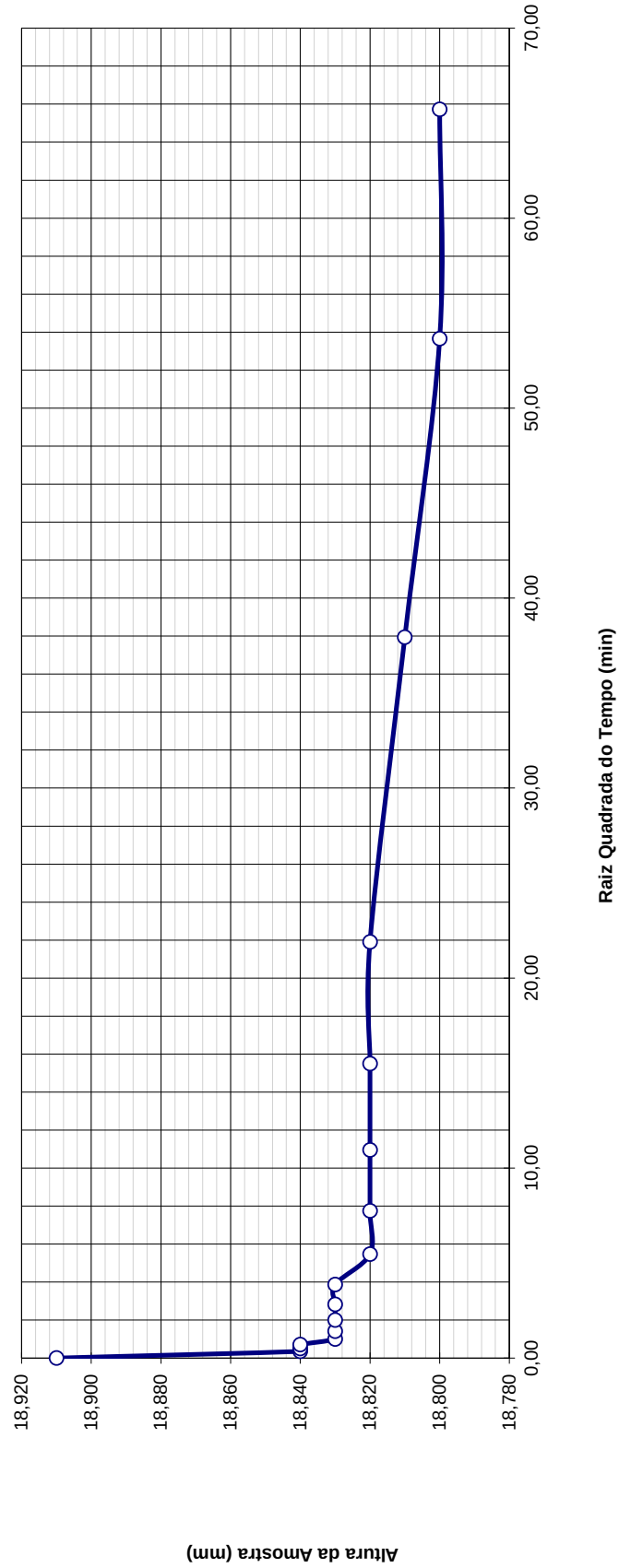
2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

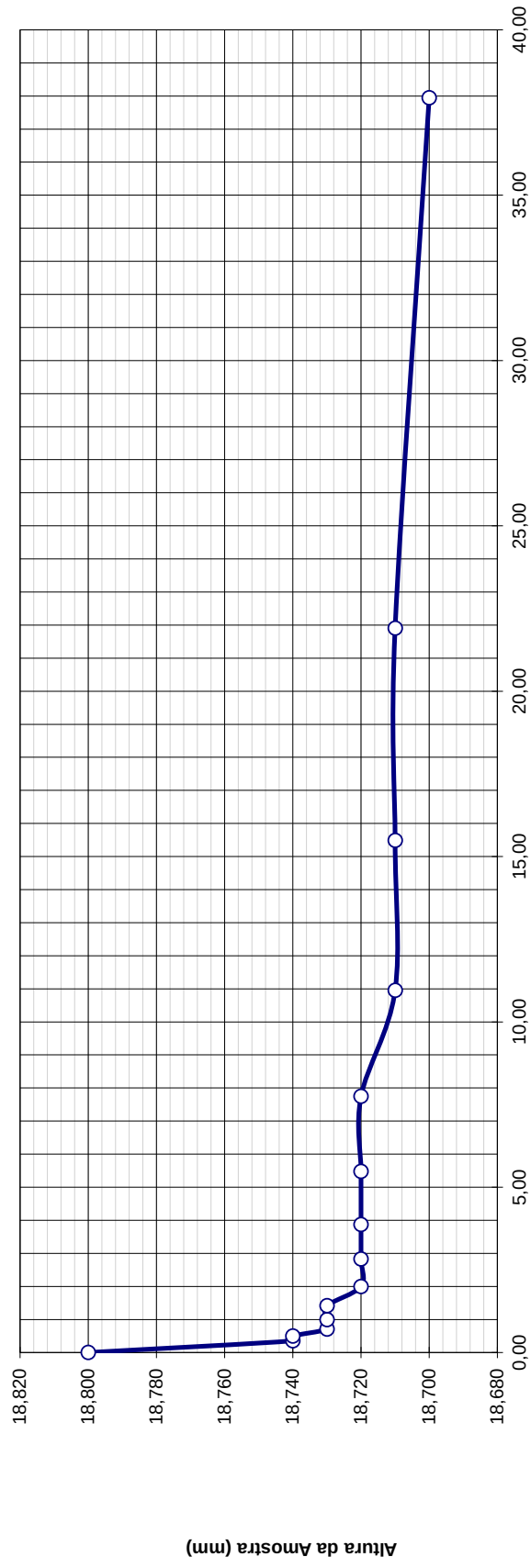
TENSÃO NORMAL (kPa):

20



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

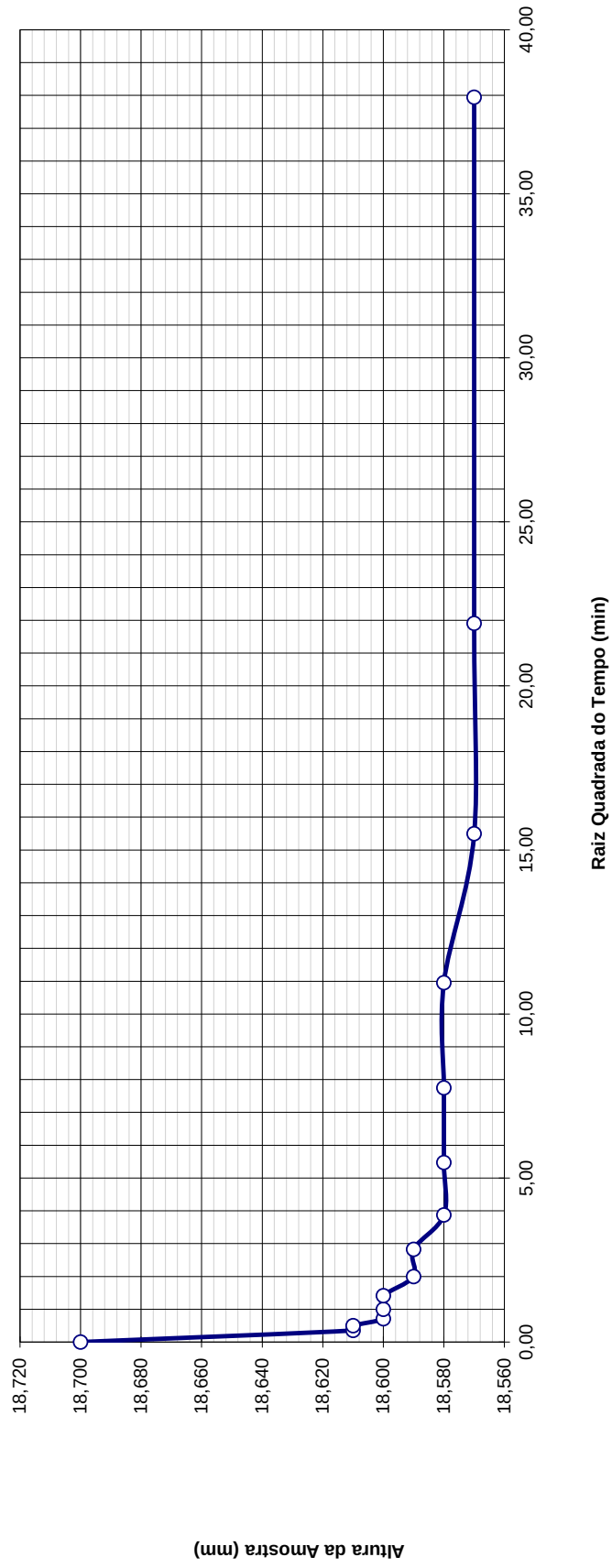
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



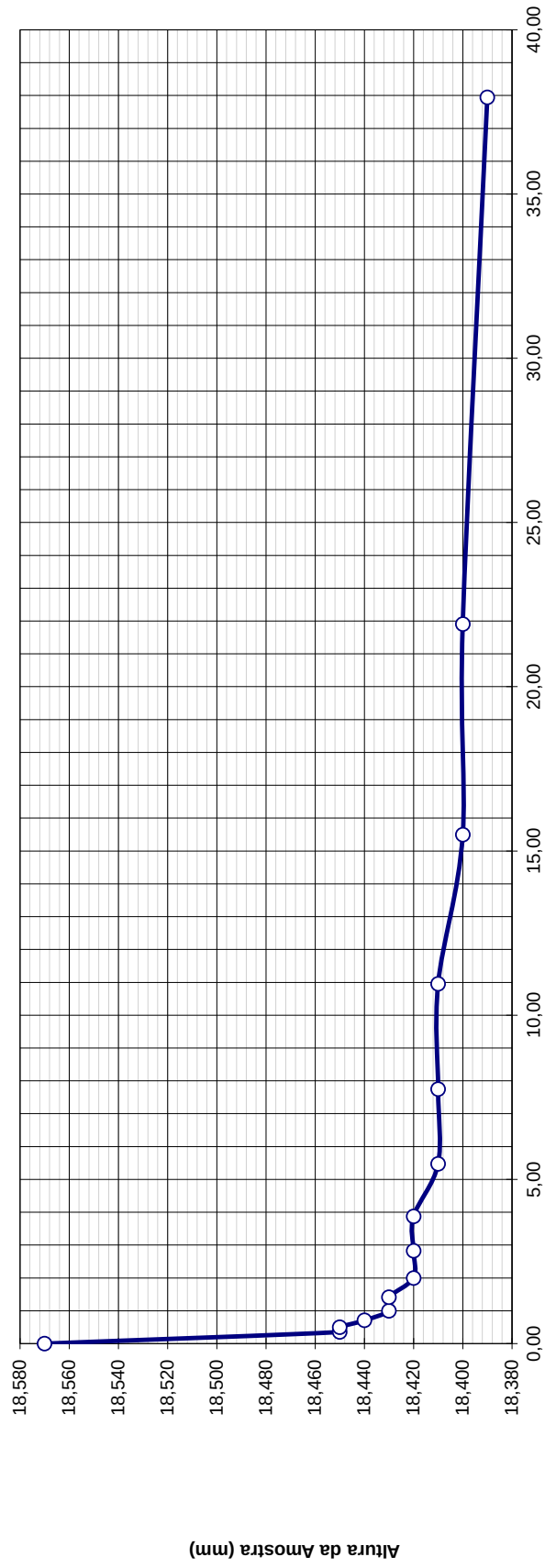
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

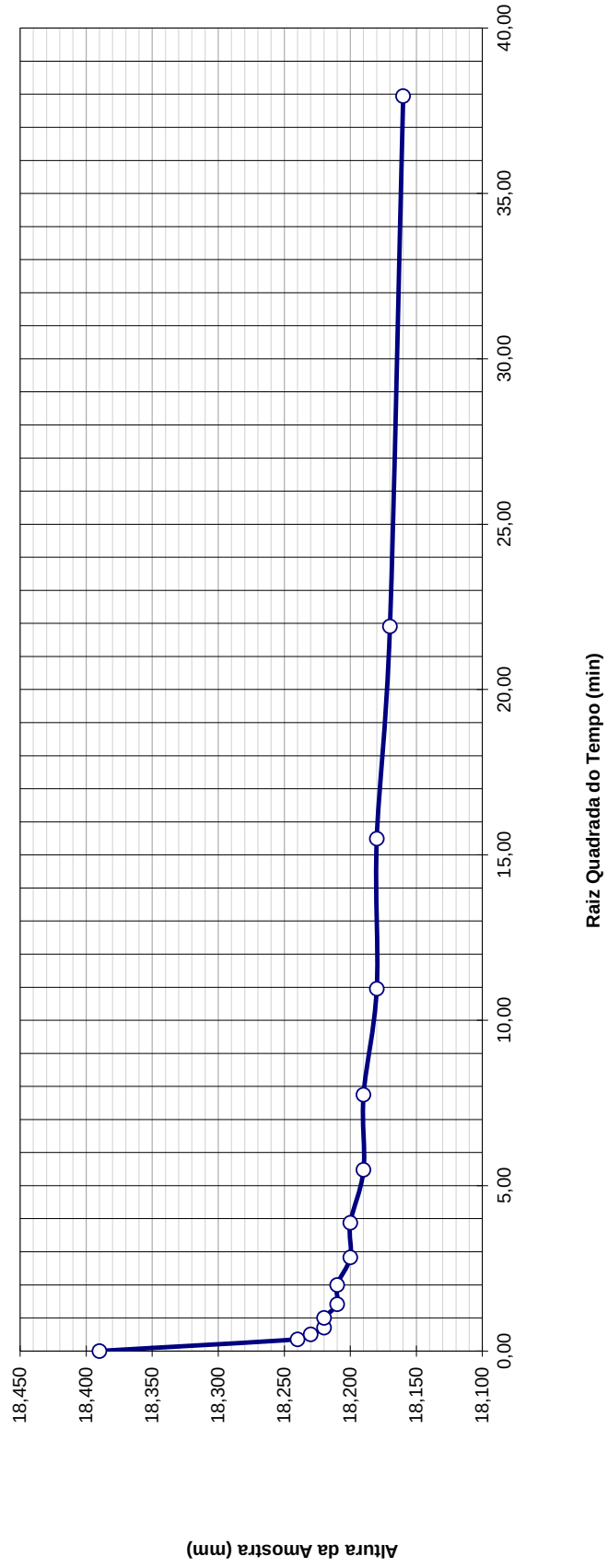
TENSÃO NORMAL (kPa): 160



Raiz Quadrada do Tempo (min)

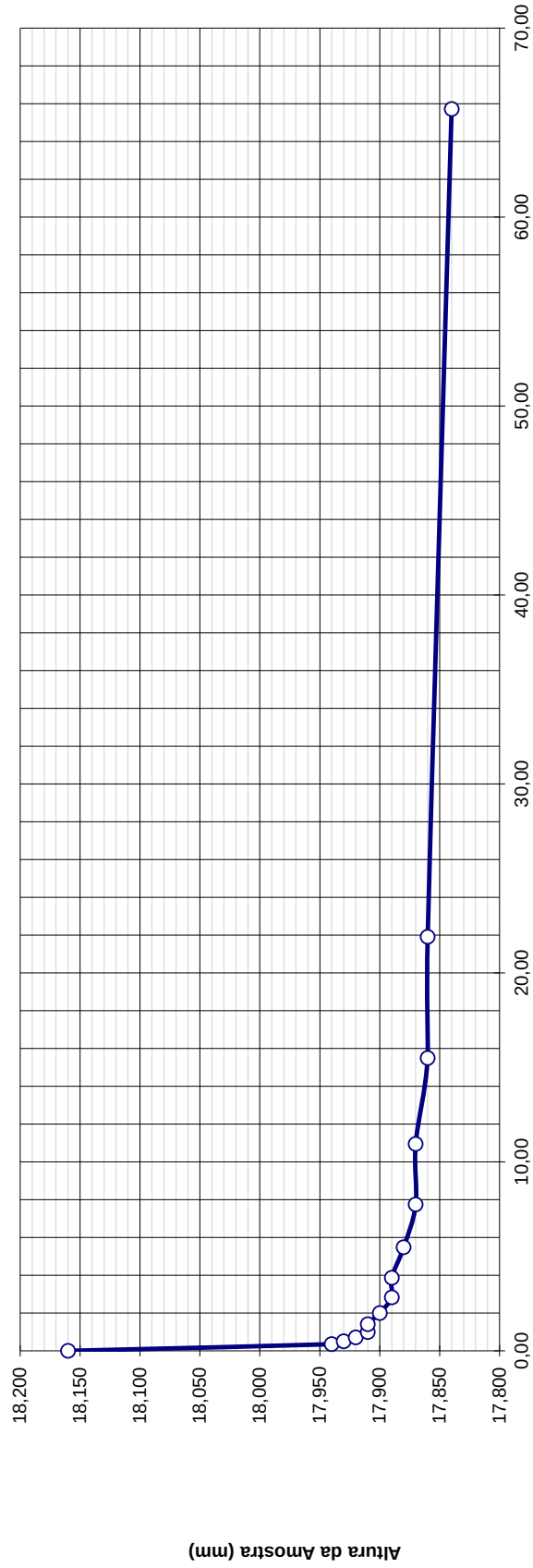
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

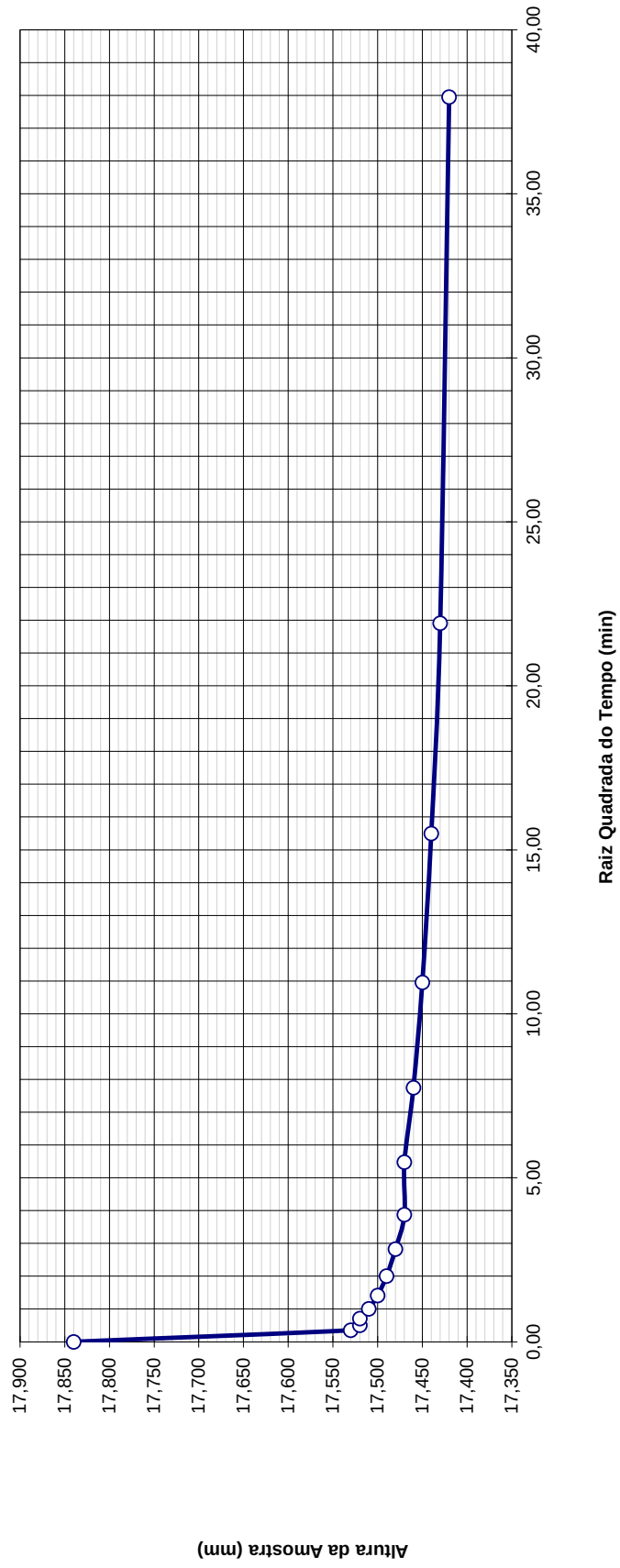
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



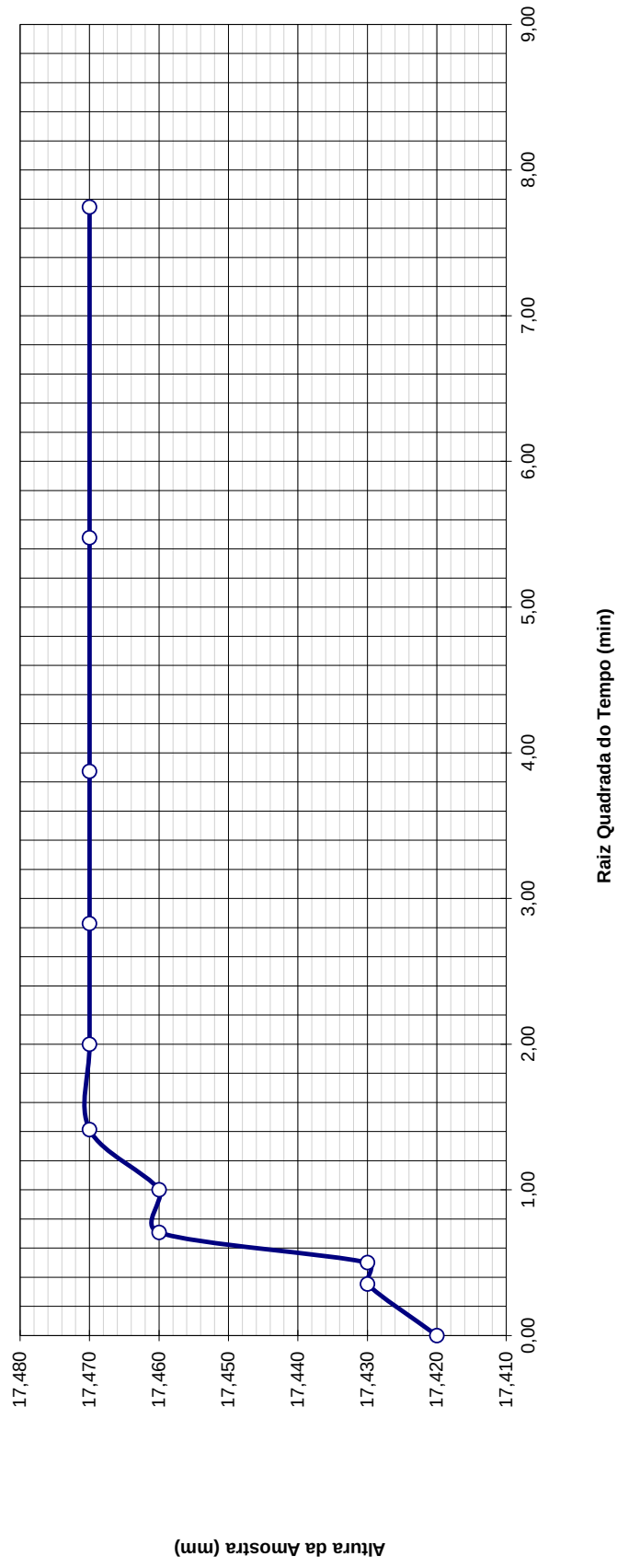
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

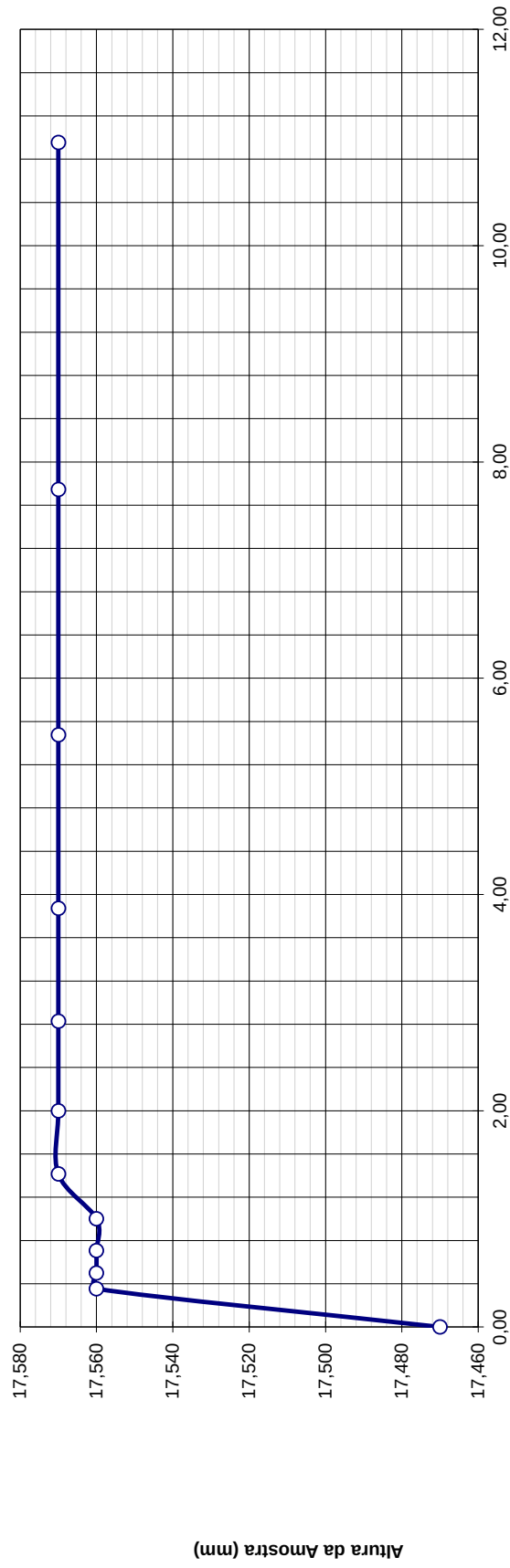
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa): 640



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

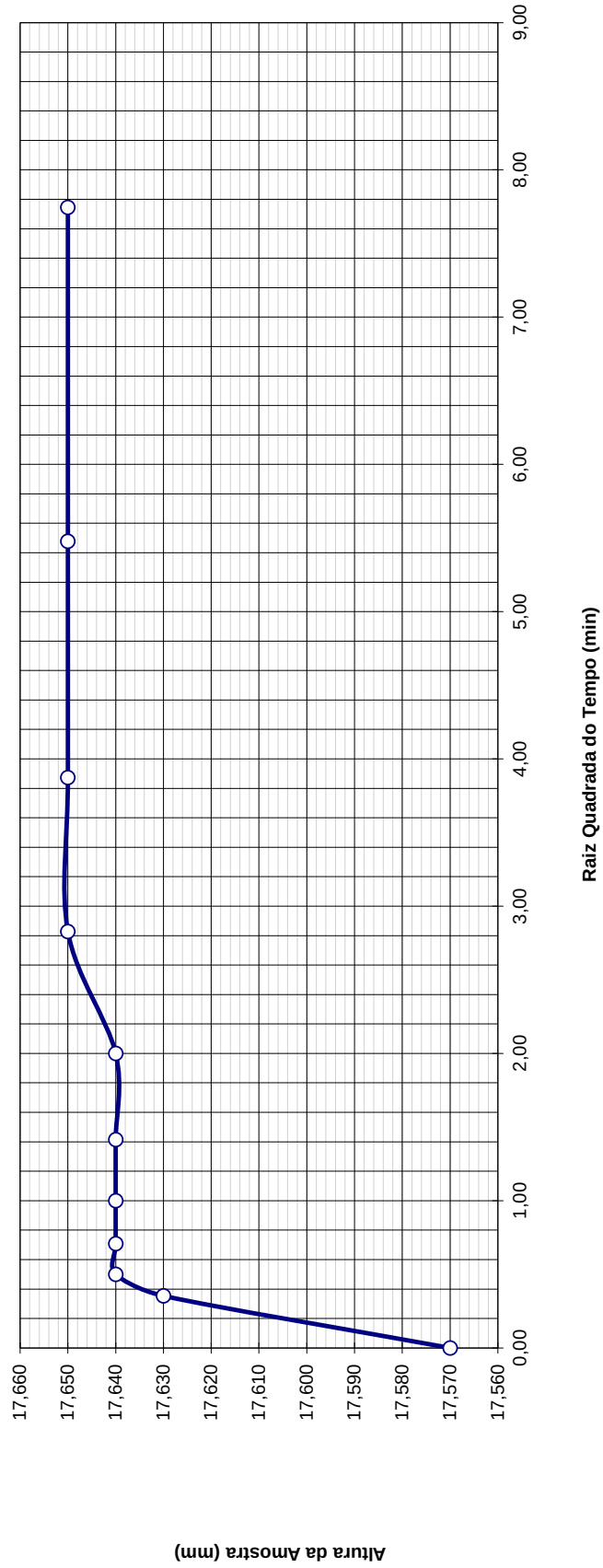
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

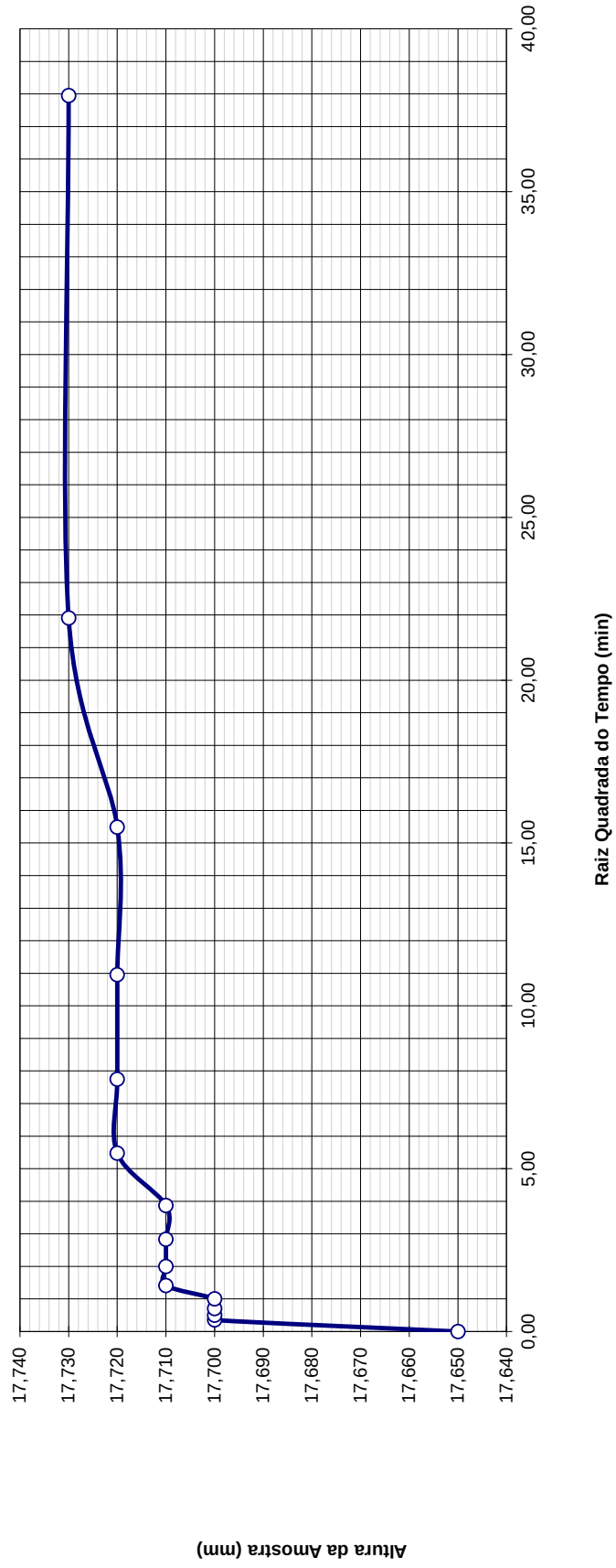
	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

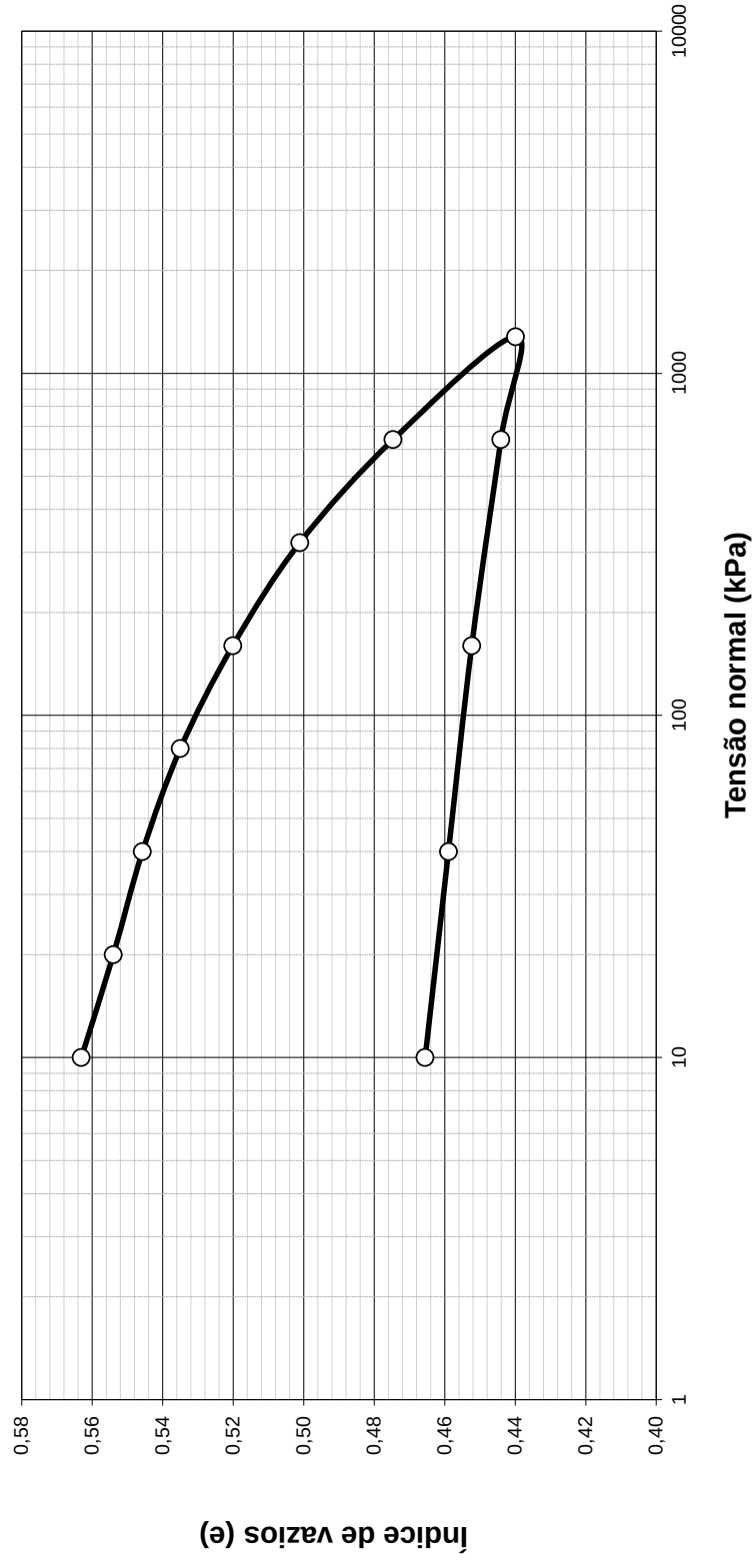
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0052.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0052.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke





ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	ADE-003	
Diâmetro do anel (cm)	5,013	
Altura do anel (cm)	1,90	
Volume do anel (cm³)	37,56	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	55,17
Massa do anel + solo (g) Inicial	138,56
Massa do anel + solo (g) Final	138,03

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
224	20,56	77,27	71,15	12,10
241	19,71	76,70	70,56	12,07
252	20,50	77,80	71,66	12,00
Teor de umidade (%)				12,1

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,22
Massa específica seca inicial (v_n)	1,98
Índice de vazios inicial (e_0)	0,56
Altura de sólidos (H_s)	1,22
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	3,10
Grau de saturação inicial (Si)	66,2
Grau de saturação final (Sf)	86,7

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)				Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10	
				Data	28/03/19	29/03/19	01/04/19	02/04/19	03/04/19	04/04/19	05/04/19	08/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19	
Tempo Decorrido	dia	hora	min.	seg.	Leitura Vertical	Leitura δvertical	Leitura Vertical	Leitura δvertical	Leitura Vertical	Leitura δvertical	Leitura Vertical	Leitura δvertical	Leitura Vertical	Leitura δvertical	Leitura Vertical	Leitura δvertical	Leitura Vertical	Leitura δvertical
				0	0	0	-0,04	-0,09	-0,16	-0,26	-0,40	-0,62	-0,94	-1,33	-1,29	-1,19	-1,12	
				8	0	-0,02	-0,07	-0,13	-0,22	-0,35	-0,55	-0,84	-1,22	-1,29	-1,20	-1,14	-1,07	
				15	0	-0,02	-0,07	-0,13	-0,23	-0,35	-0,55	-0,85	-1,23	-1,29	-1,20	-1,13	-1,07	
				30	0	-0,02	-0,07	-0,14	-0,23	-0,36	-0,56	-0,86	-1,24	-1,29	-1,20	-1,13	-1,07	
		1		0	-0,02	-0,07	-0,14	-0,23	-0,36	-0,57	-0,87	-1,25	-1,29	-1,20	-1,13	-1,07		
		2		0	-0,02	-0,08	-0,14	-0,24	-0,37	-0,57	-0,87	-1,25	-1,29	-1,20	-1,13	-1,06		
		4		0	-0,03	-0,08	-0,14	-0,24	-0,37	-0,58	-0,88	-1,26	-1,29	-1,20	-1,13	-1,06		
		8		0	-0,03	-0,08	-0,14	-0,24	-0,38	-0,58	-0,89	-1,27	-1,29	-1,20	-1,12	-1,06		
		15		0	-0,03	-0,08	-0,15	-0,24	-0,38	-0,59	-0,89	-1,28	-1,29	-1,20	-1,12	-1,06		
		30		0	-0,03	-0,08	-0,15	-0,25	-0,38	-0,59	-0,90	-1,28	-1,29	-1,20	-1,12	-1,05		
	1			0	-0,03	-0,08	-0,15	-0,25	-0,39	-0,60	-0,90	-1,29	-1,29	-1,19	-1,12	-1,05		
	2			0	-0,03	-0,08	-0,15	-0,25	-0,39	-0,60	-0,91	-1,30	-1,29	-1,19	-1,12	-1,05		
	4			0	-0,03	-0,08	-0,15	-0,25	-0,39	-0,61	-0,91	-1,30	-1,29	-1,19	-1,12	-1,05		
	8			0	-0,04	-0,09	-0,16	-0,26	-0,40	-0,61	-0,92	-1,31	-1,29	-1,19	-1,12	-1,05		
1				0	-0,04	-0,09	-0,16	-0,26	-0,40	-0,62	-0,92	-1,32	-1,29	-1,19	-1,12	-1,04		
2				0		-0,09					-0,93							
3				0		-0,09					-0,94							
4						-0,09												

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_f):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
674	22,1	104,78	95	13,4

Observações:

Executante		Jacke	
Confidente		Joubert	

DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0



ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

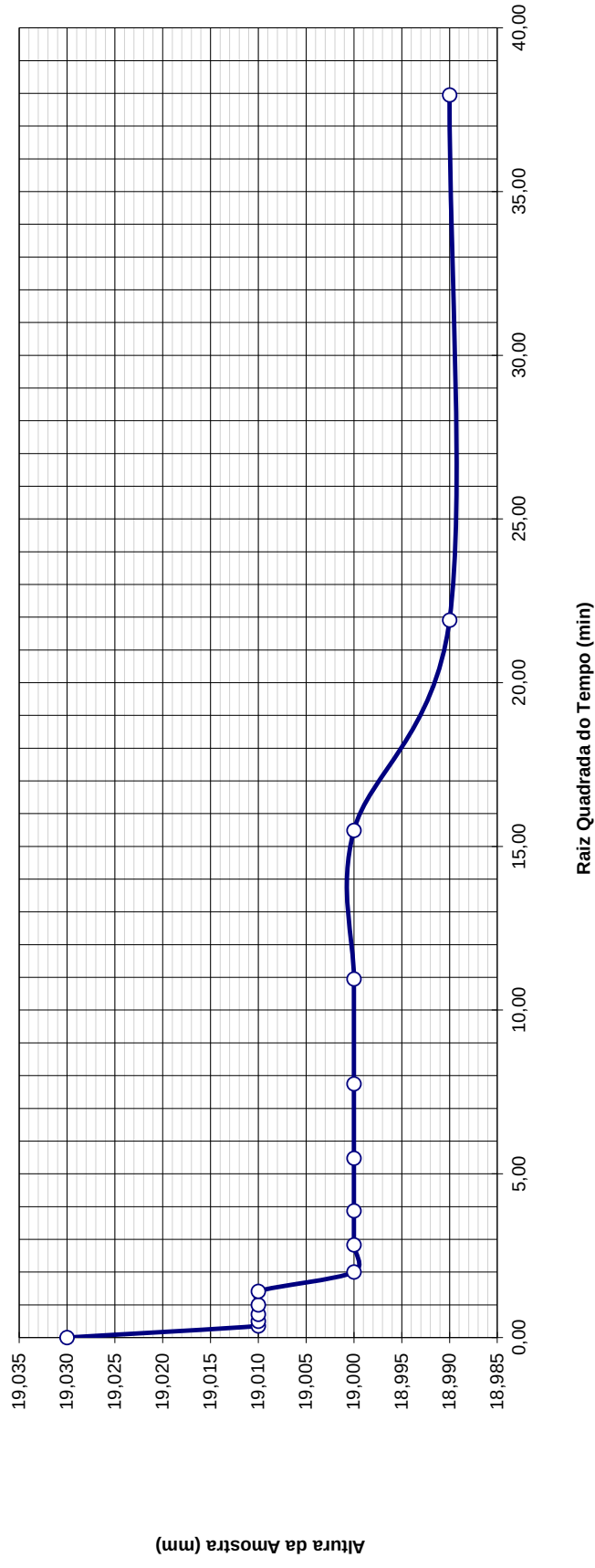
ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa): 10

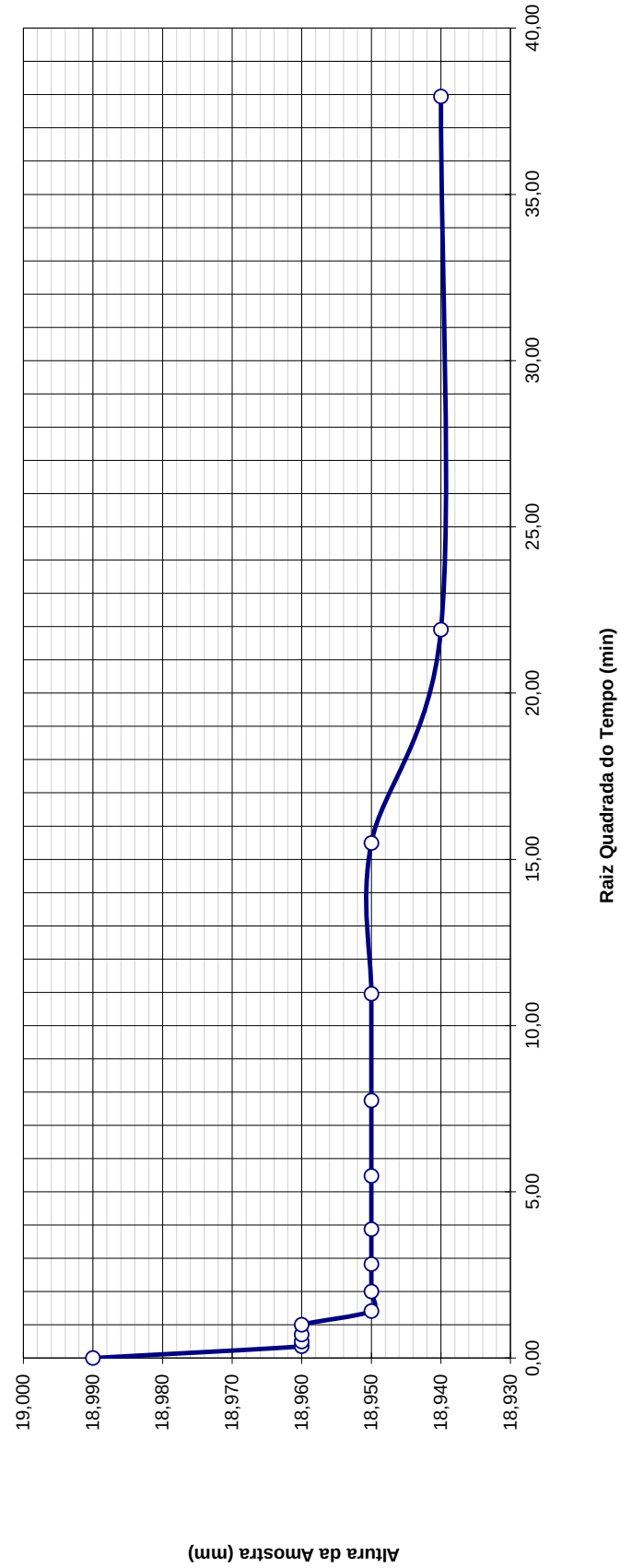


DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :
28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:
2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:
Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa):
20



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

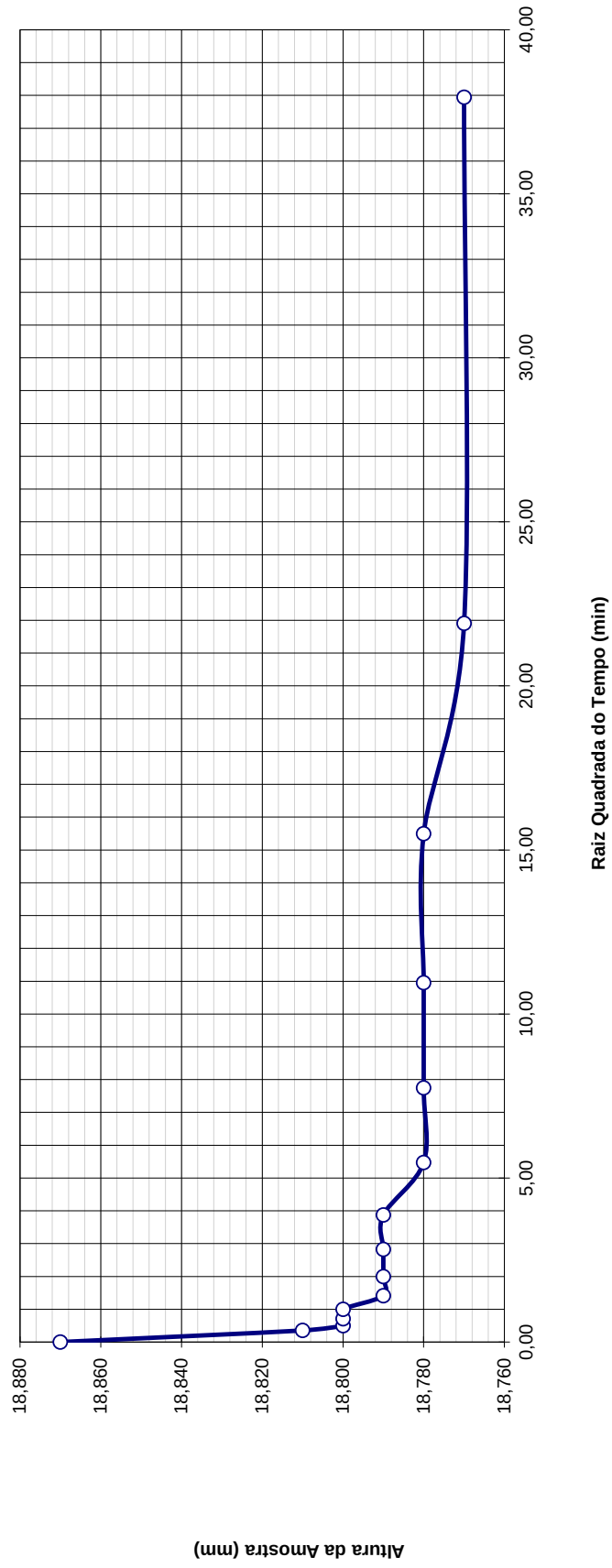
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

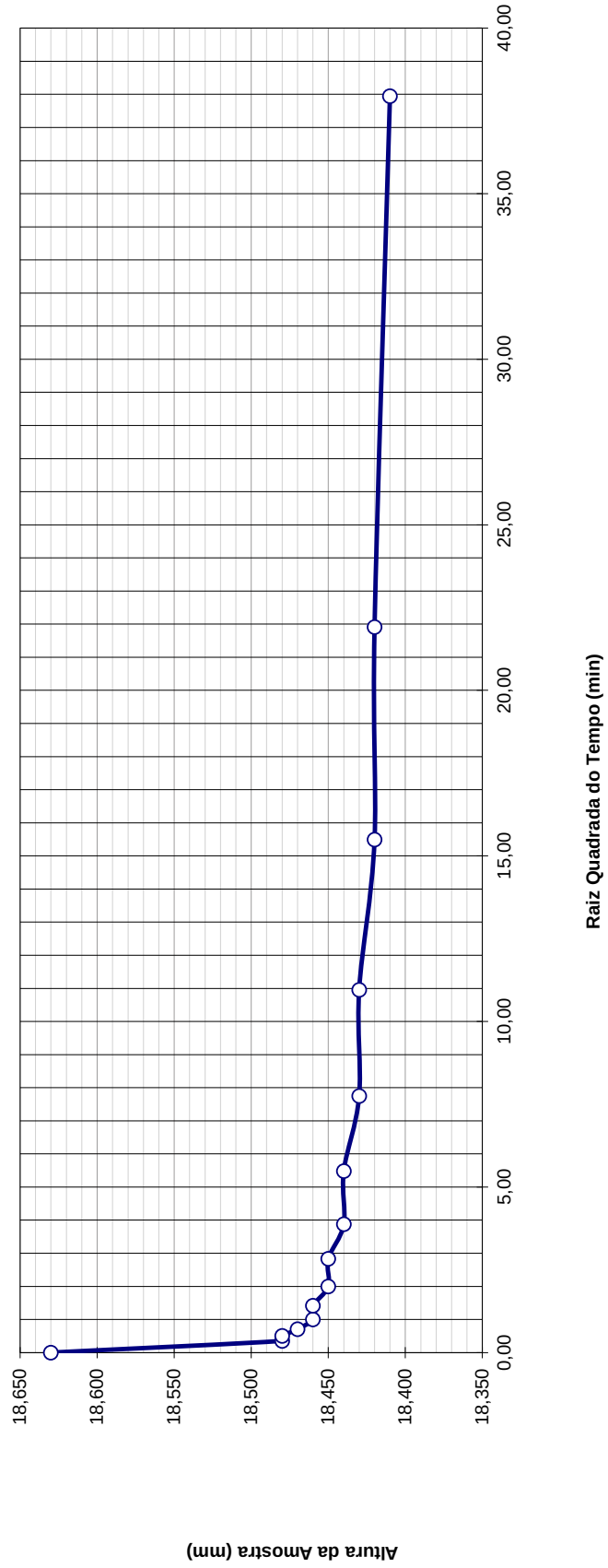
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

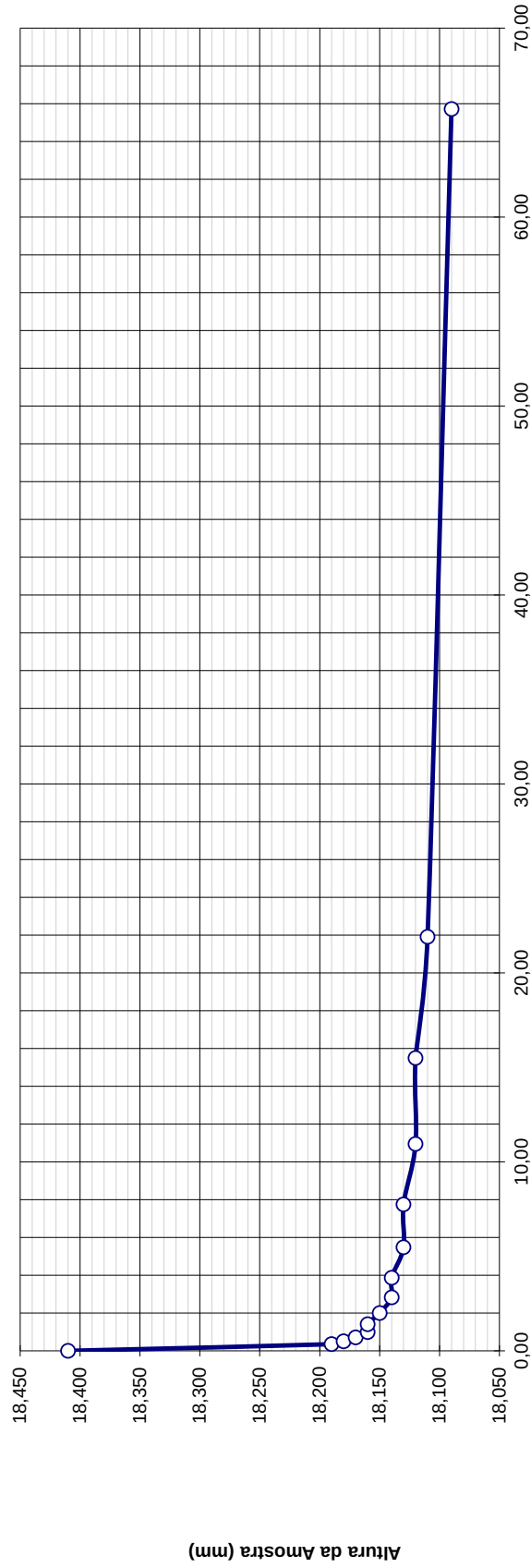
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

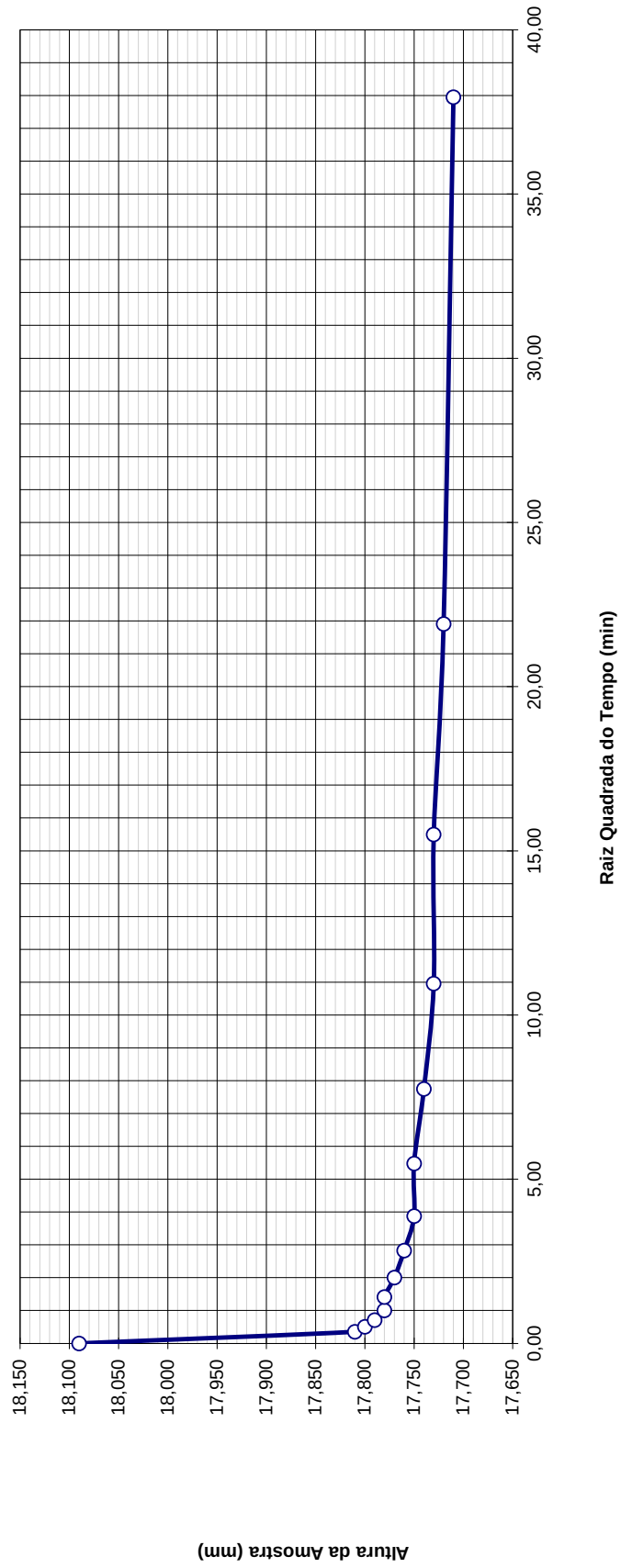
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

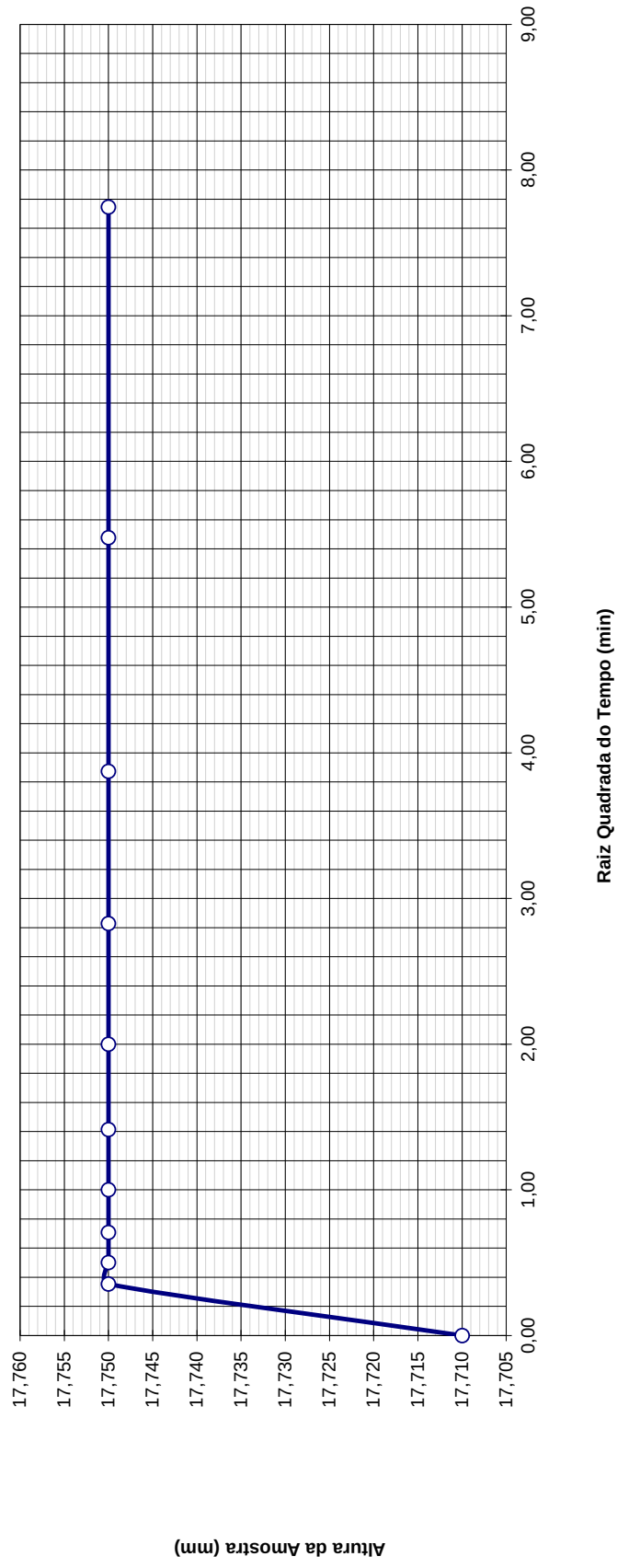
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



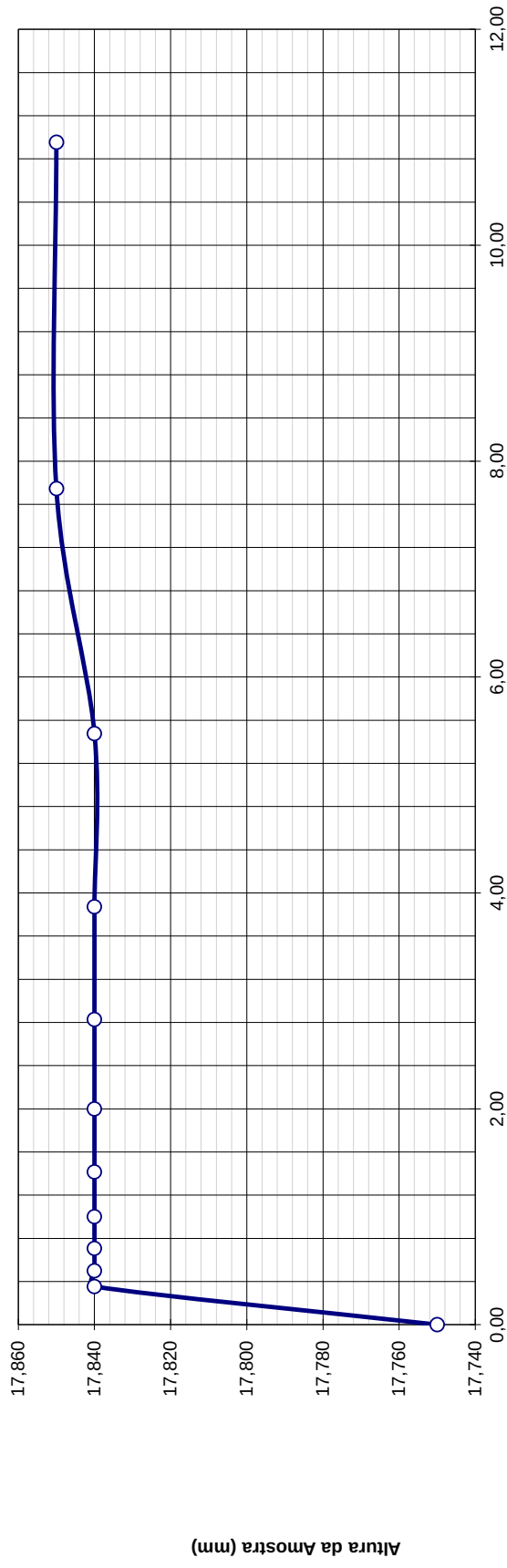
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa): 160



Raiz Quadrada do Tempo (min)

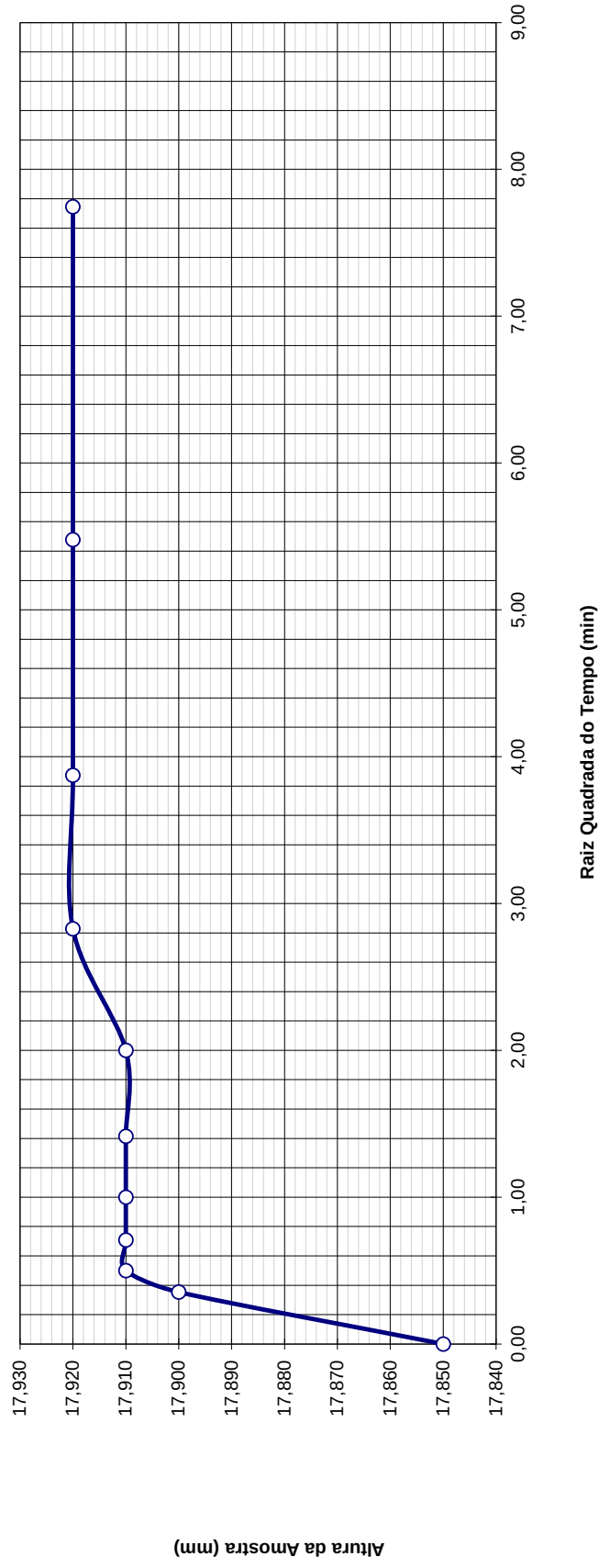
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

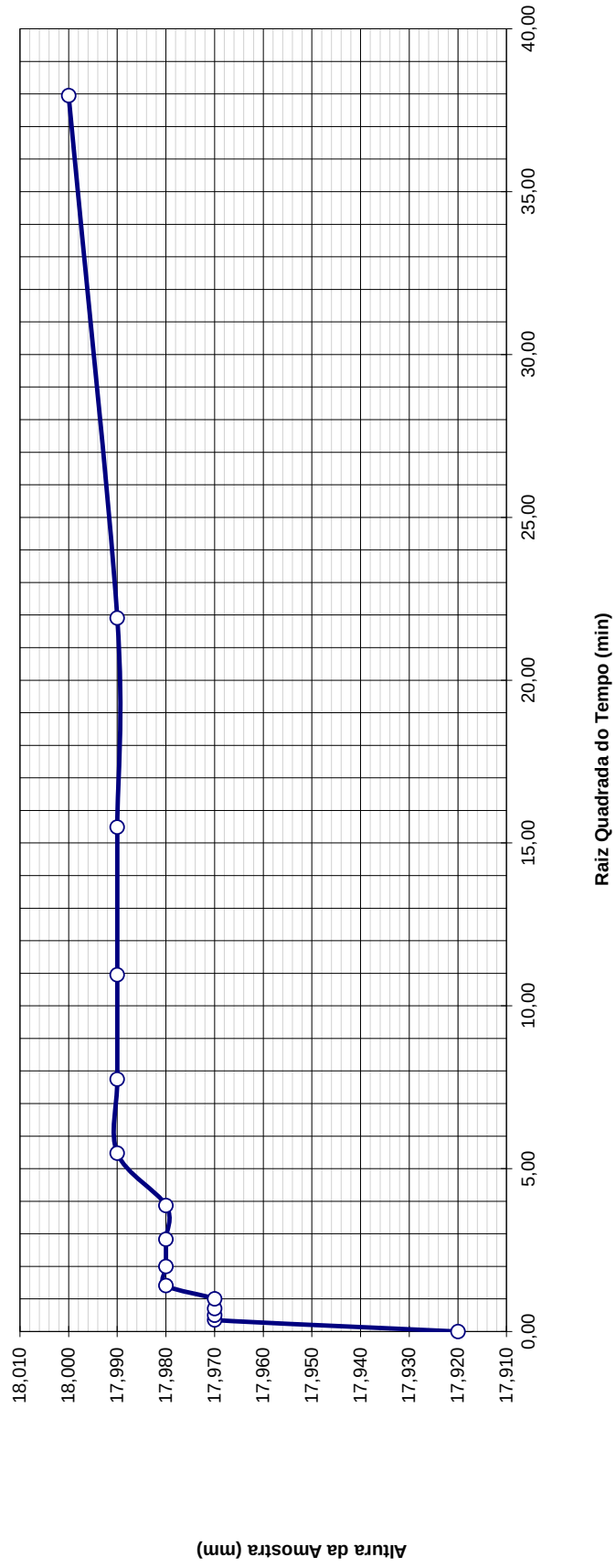
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa): 40



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

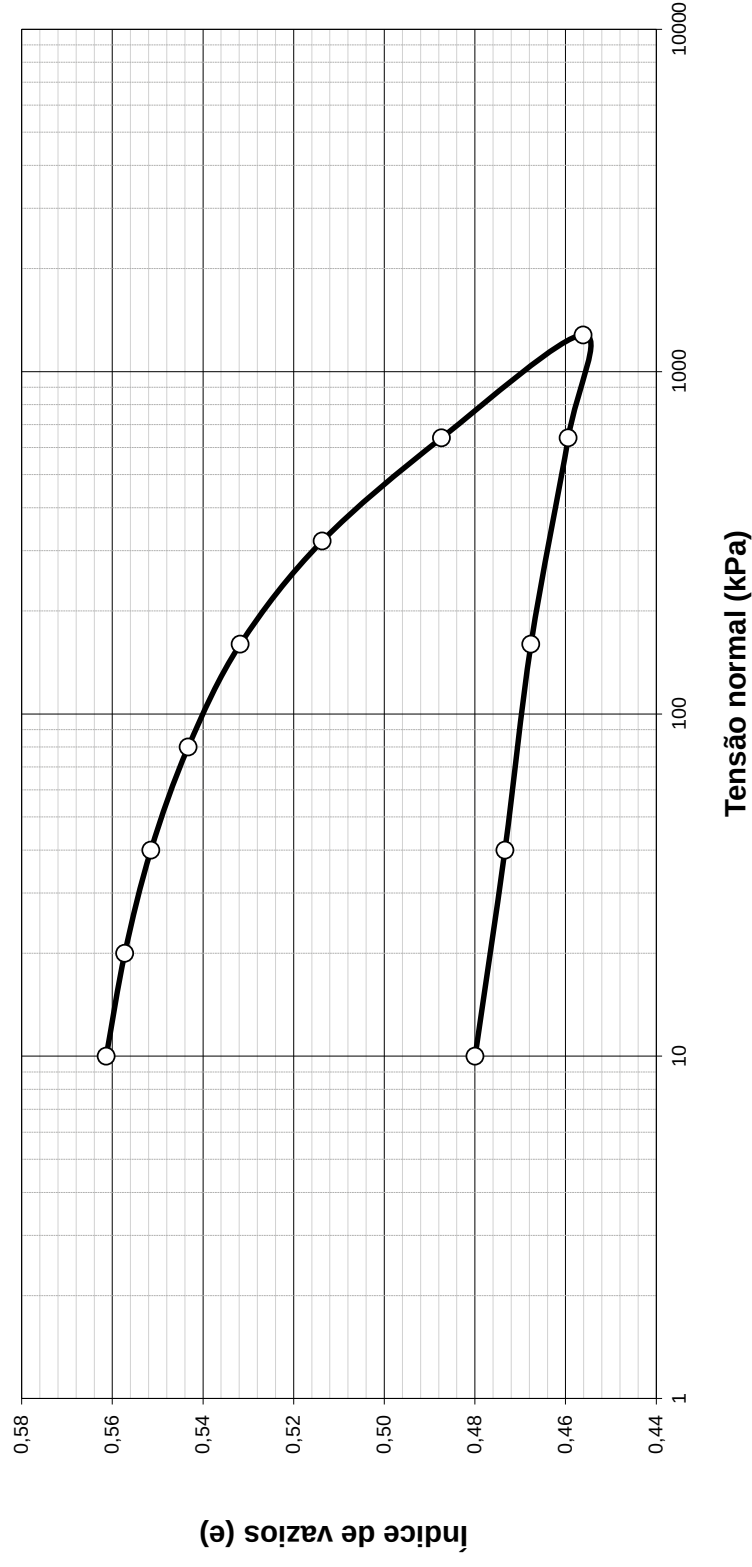
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0053.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0053.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke





ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	ADE-005	
Diâmetro do anel (cm)	5,004	
Altura do anel (cm)	1,90	
Volume do anel (cm³)	37,41	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	57,21
Massa do anel + solo (g) Inicial	143,34
Massa do anel + solo (g) Final	144,76

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
231	20,29	58,71	55,67	8,59
232	20,68	72,68	69,08	7,44
247	20,61	71,82	67,74	8,66
Teor de umidade (%)				8,2

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,30
Massa específica seca inicial (v_n)	2,13
Índice de vazios inicial (e_0)	0,44
Altura de sólidos (H_s)	1,32
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	3,06
Grau de saturação inicial (Si)	57,5
Grau de saturação final (Sf)	86,3

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10
		Data	Leitura	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
Tempo Decorrido		dia		hora	min.	seg.	Leitura	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
							Leitura	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical	Vertical
						0	0	0	-0,1	-0,24	-0,34	-0,44	-0,57	-0,72	-1,07
						8	0	-0,05	-0,2	-0,31	-0,41	-0,53	-0,67	-0,84	-1,08
						15	0	-0,05	-0,2	-0,31	-0,41	-0,53	-0,67	-0,84	-1,08
						30	0	-0,06	-0,2	-0,31	-0,41	-0,54	-0,68	-0,85	-1,07
						1	0	-0,06	-0,2	-0,31	-0,42	-0,54	-0,68	-0,85	-1,07
						2	0	-0,06	-0,21	-0,31	-0,42	-0,54	-0,68	-0,85	-1,07
						4	0	-0,06	-0,21	-0,32	-0,42	-0,54	-0,69	-0,86	-1,07
						8	0	-0,07	-0,21	-0,32	-0,43	-0,55	-0,69	-0,86	-1,07
						15	0	-0,07	-0,21	-0,32	-0,43	-0,55	-0,69	-0,86	-1,07
						30	0	-0,07	-0,21	-0,32	-0,43	-0,55	-0,70	-0,87	-1,07
						1	0	-0,07	-0,22	-0,33	-0,43	-0,56	-0,70	-0,87	-1,07
						2	0	-0,08	-0,22	-0,33	-0,43	-0,56	-0,70	-0,87	-1,07
						4	0	-0,08	-0,22	-0,33	-0,44	-0,56	-0,71	-0,88	-1,07
						8	0	-0,09	-0,23	-0,33	-0,44	-0,56	-0,71	-0,88	-1,07
						1	0	-0,1	-0,23	-0,34	-0,44	-0,57	-0,72	-0,89	-1,07
						2	0	-0,23	-0,23						
						3	0	-0,24	-0,24						
						4	0								

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_f):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
207	32,7	120,05	111,67	10,6

Observações:

Executante		Conferente	
Jacke		Joubert	

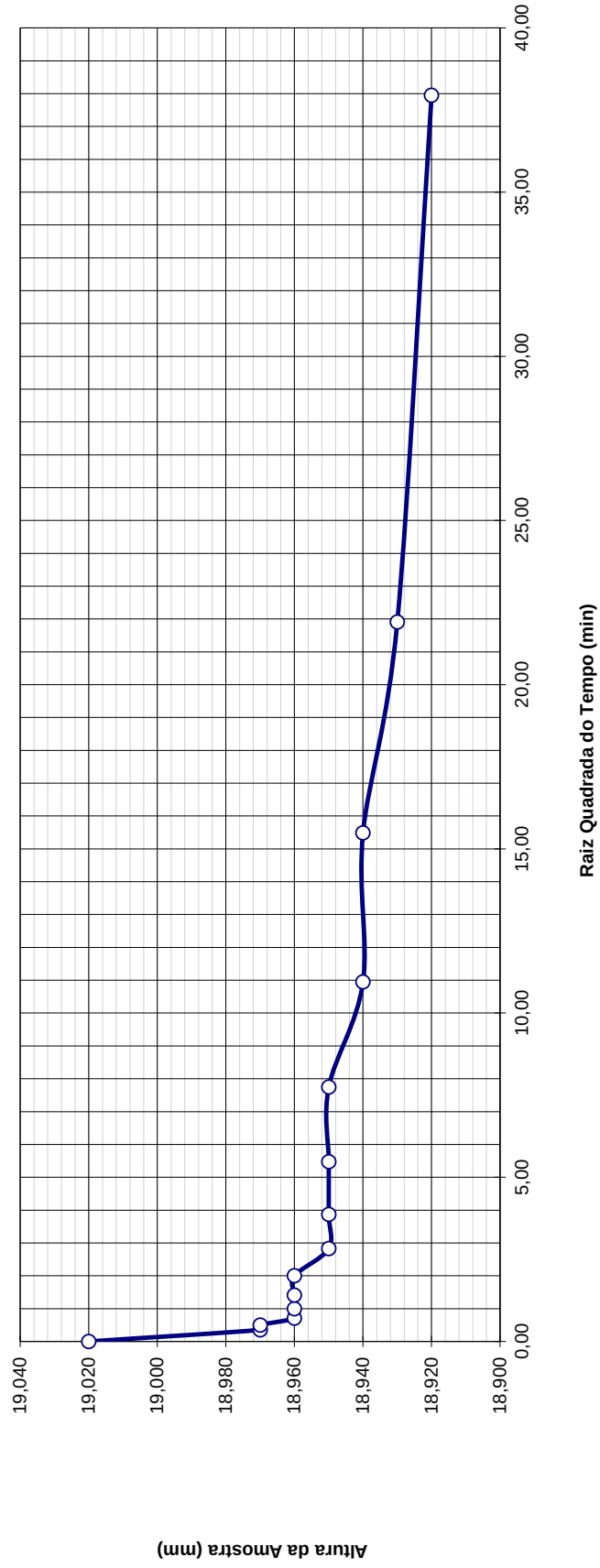
DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0

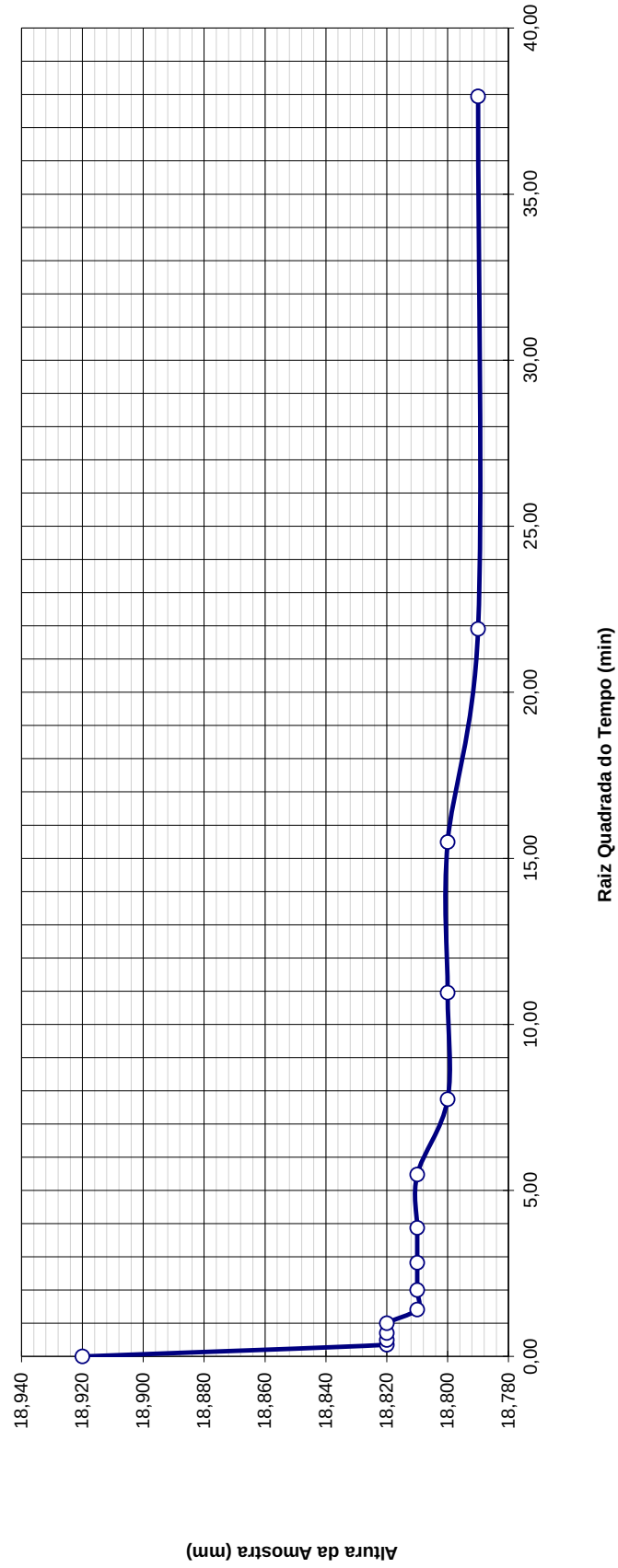
 INNOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



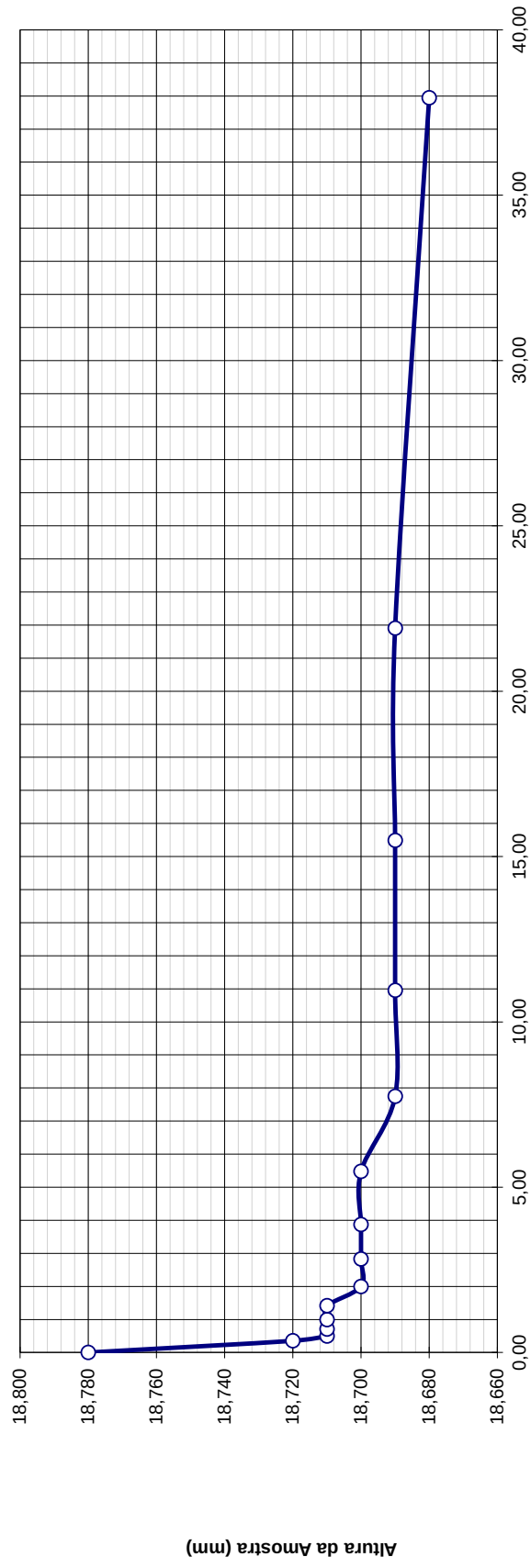
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>20</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

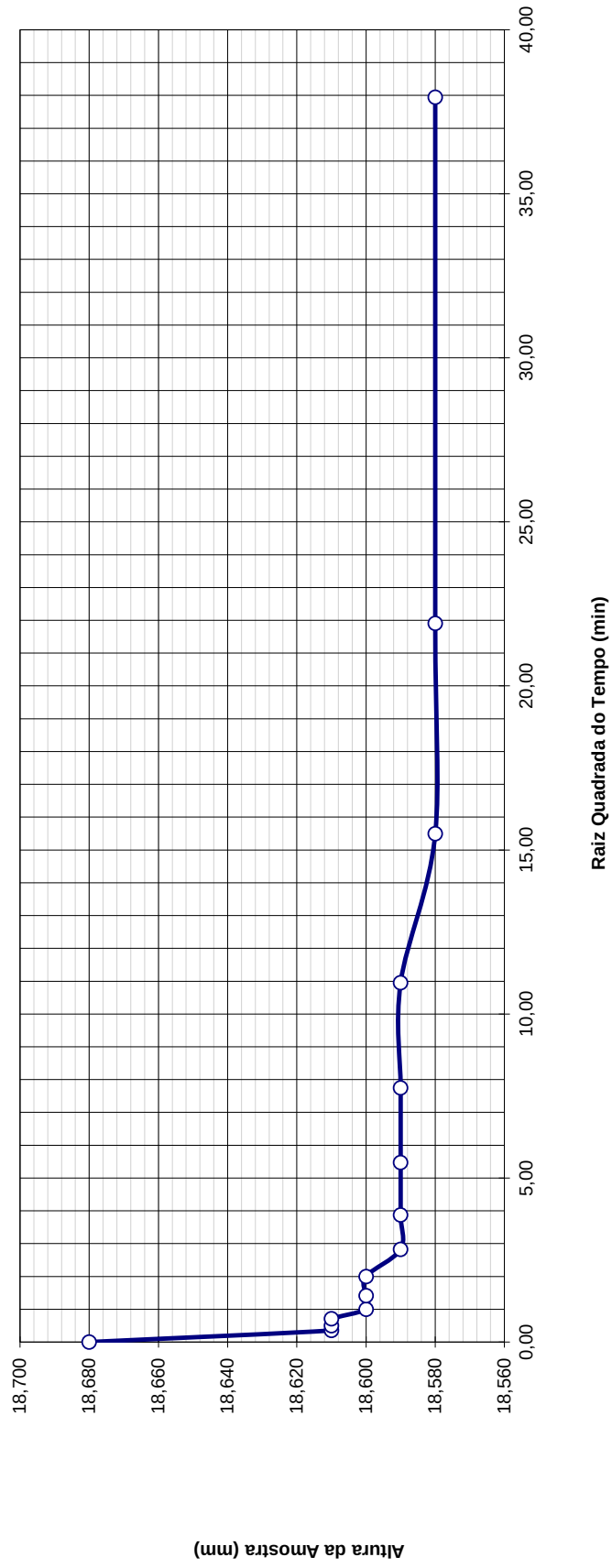
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

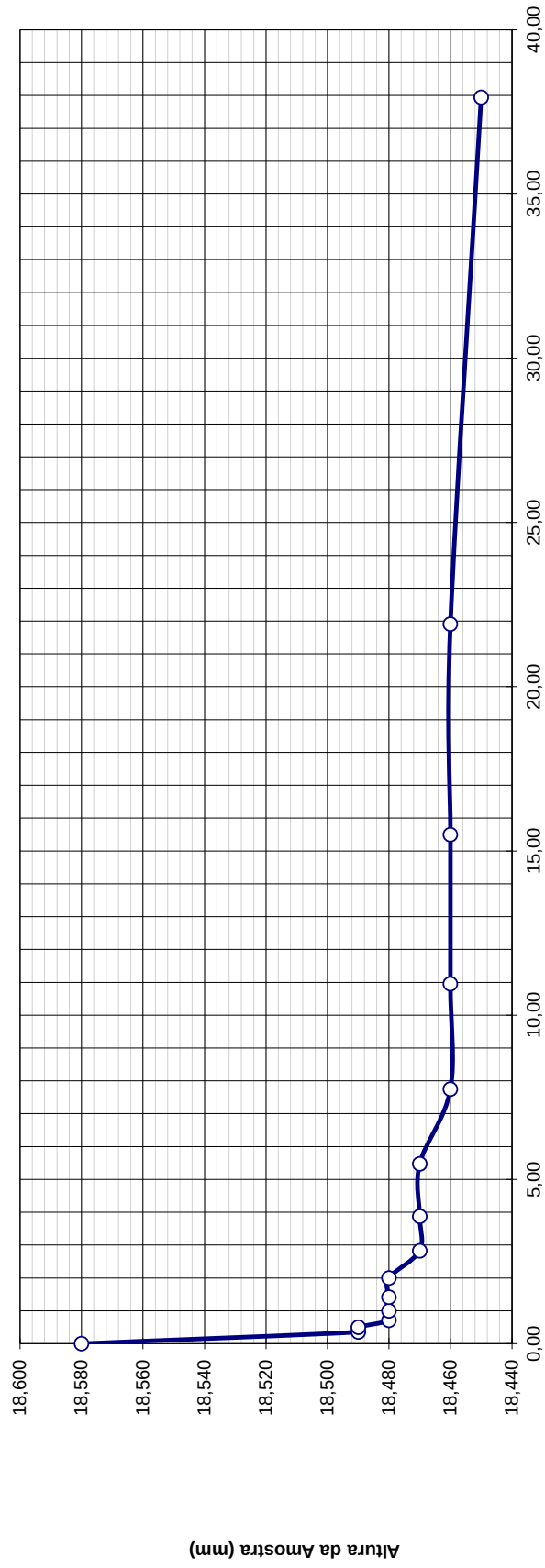
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

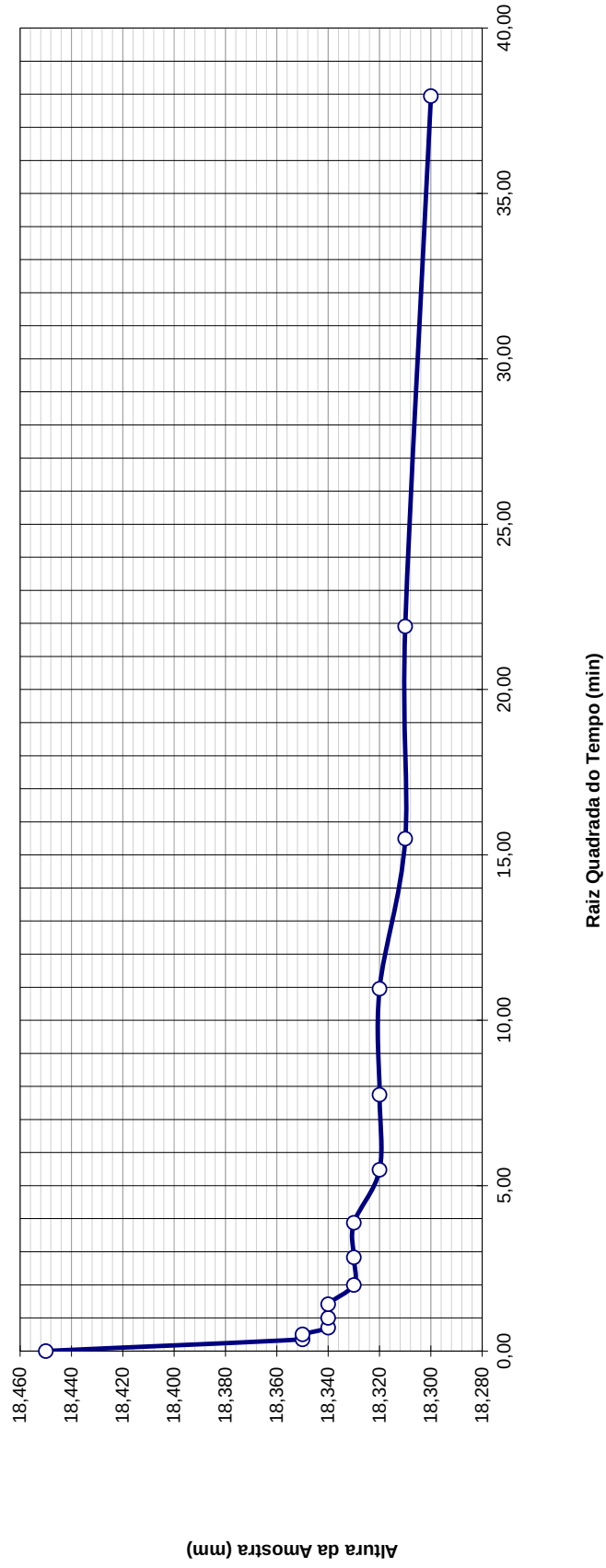
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

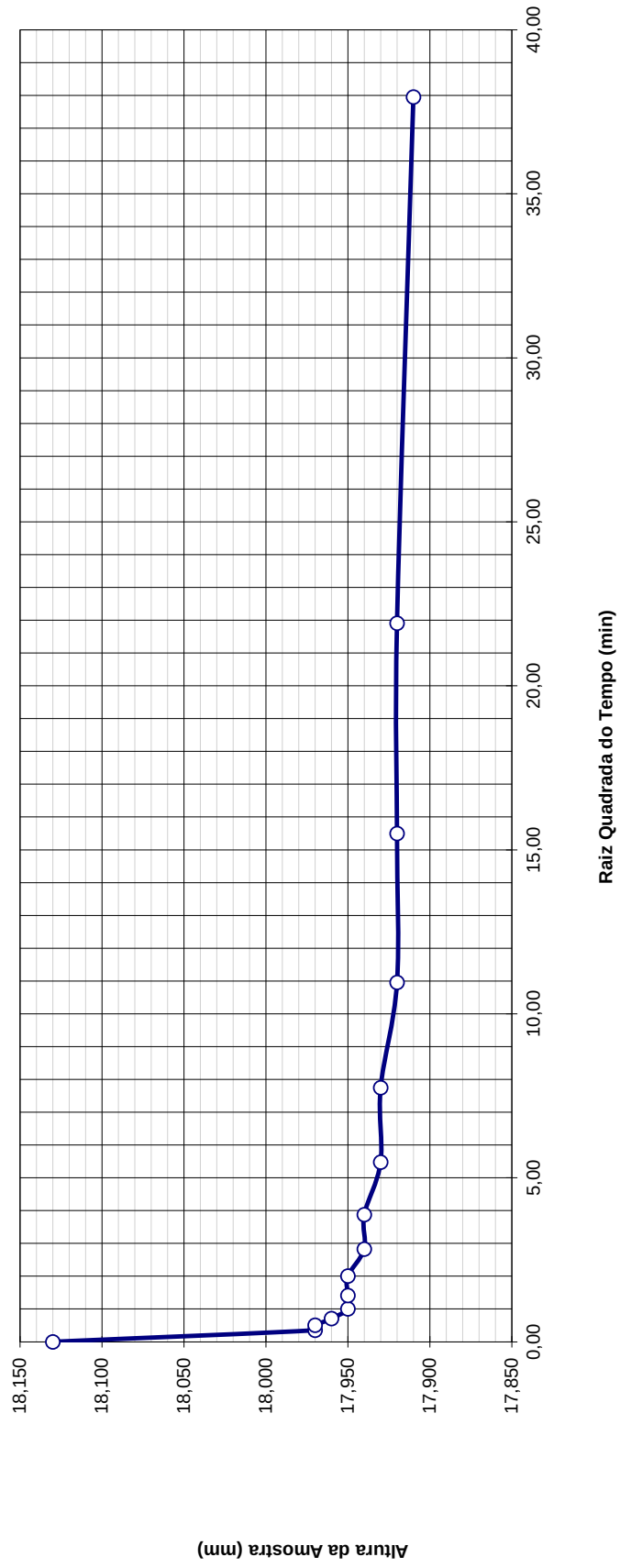
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

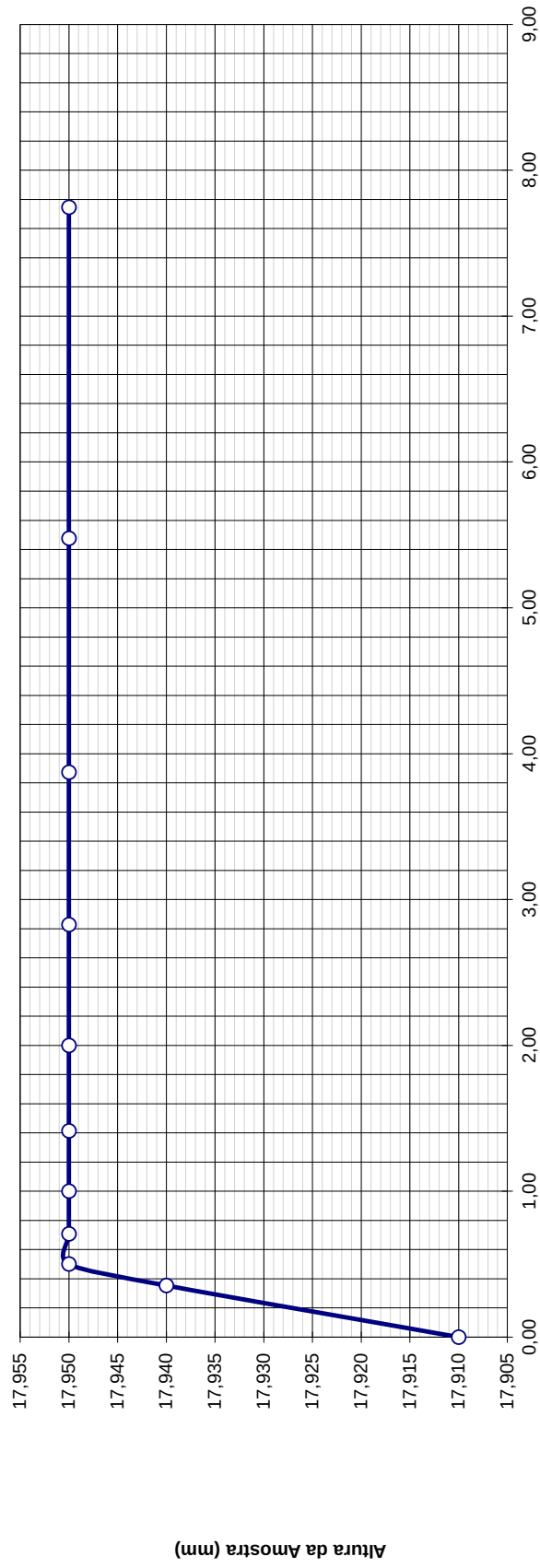
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

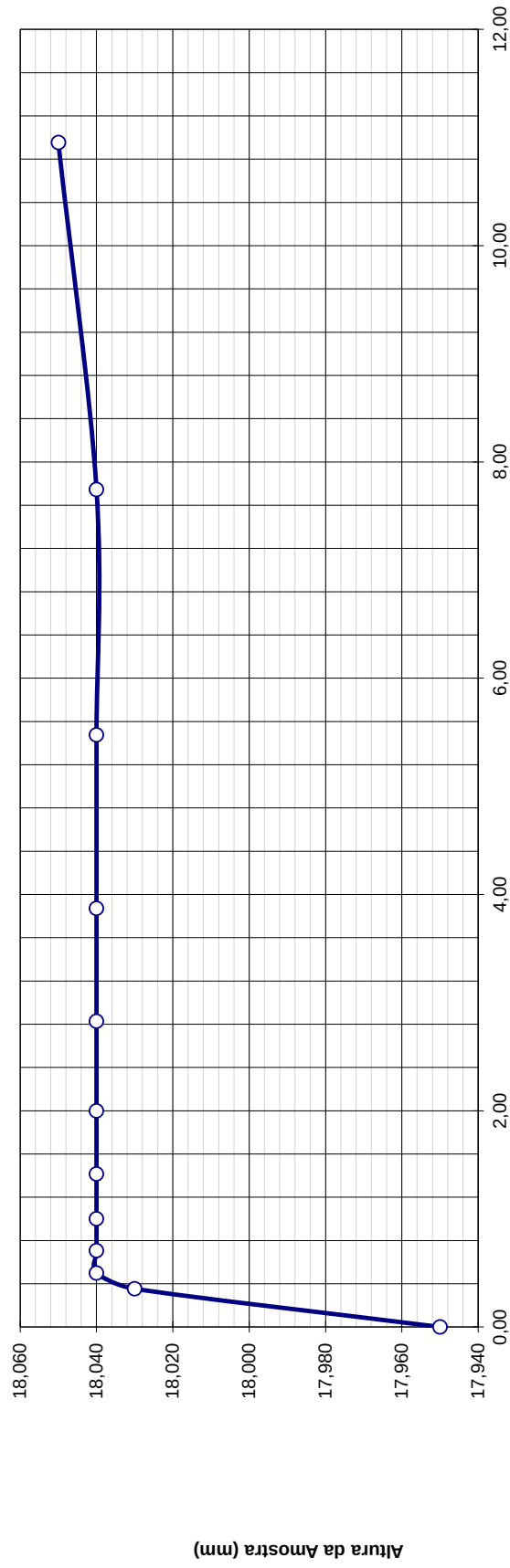
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

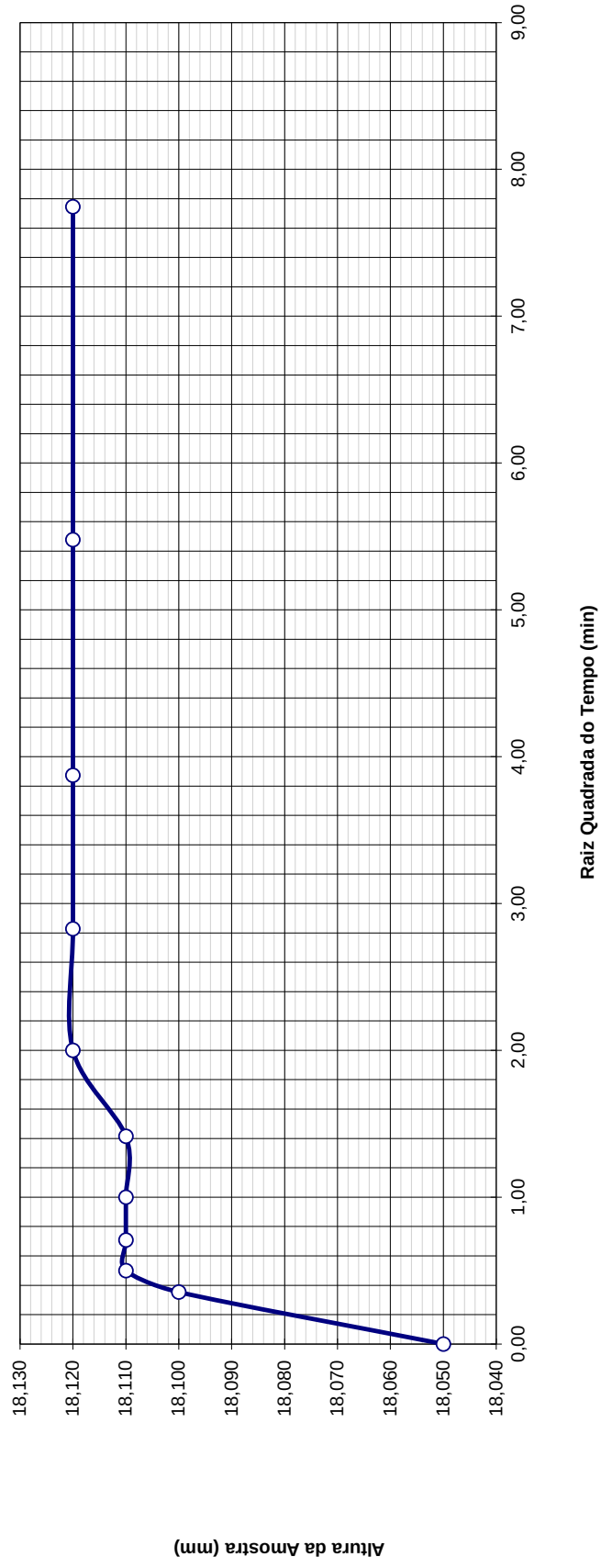
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

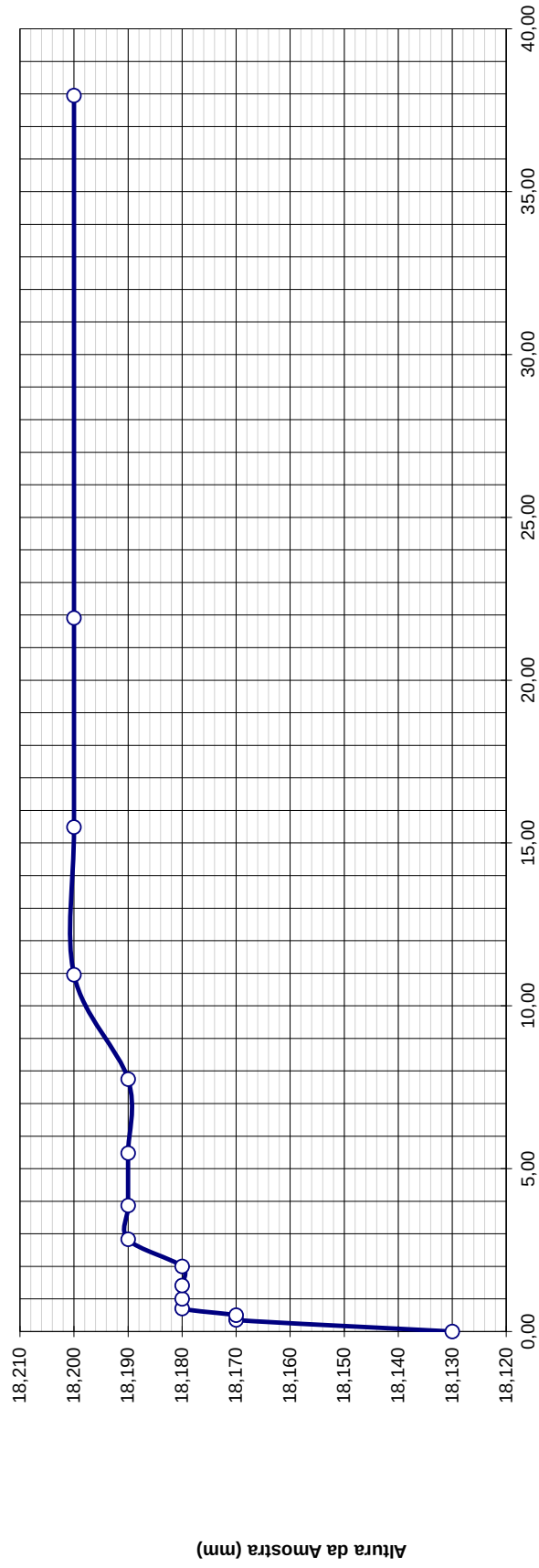
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0054.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>

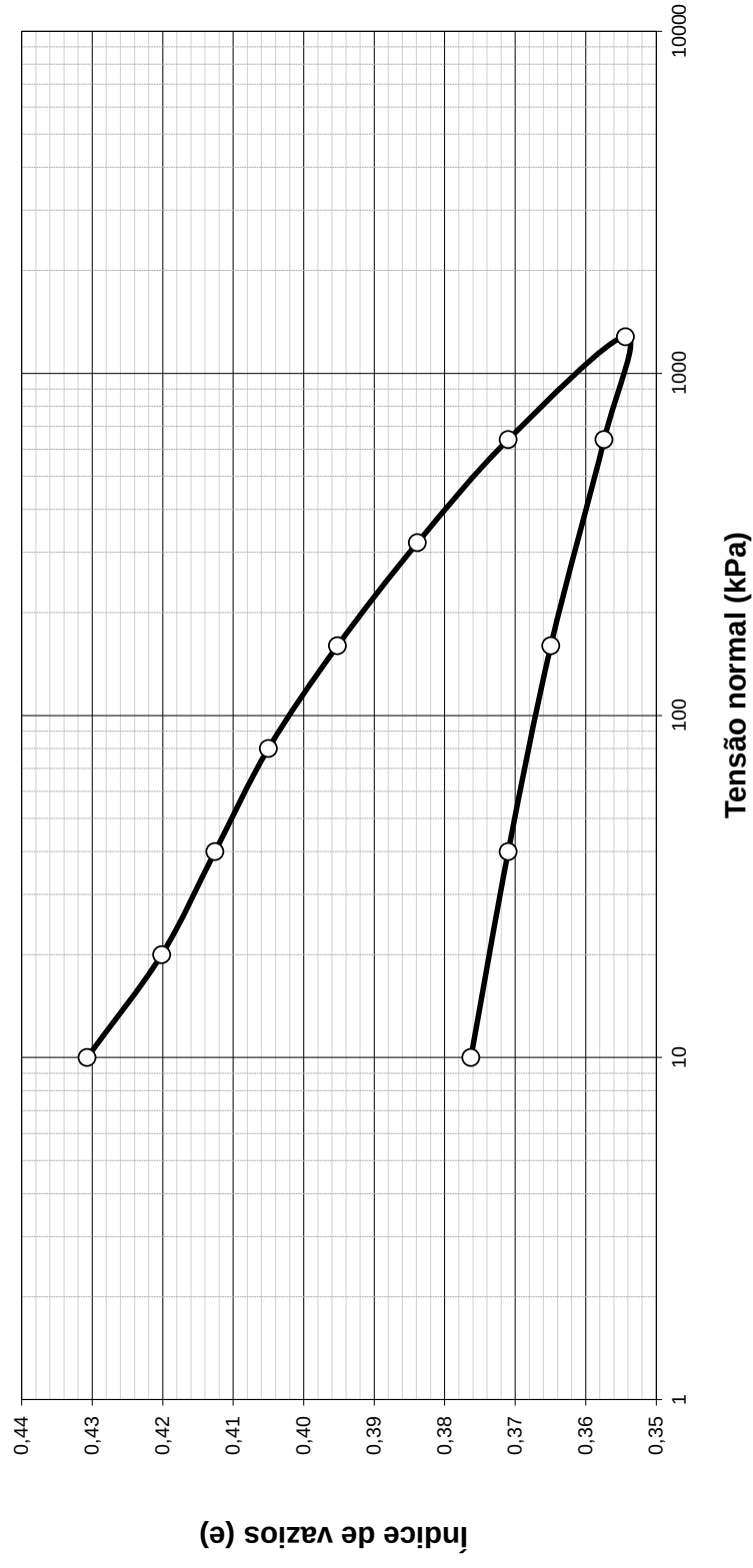


Raiz Quadrada do Tempo (min)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0054.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke





ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	ADE-007	
Diâmetro do anel (cm)	5,02	
Altura do anel (cm)	1,91	
Volume do anel (cm³)	37,84	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	57,60
Massa do anel + solo (g) Inicial	137,36
Massa do anel + solo (g) Final	138,69

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
239	20,14	62,69	58,25	11,65
263	20,27	69,52	64,36	11,70
245	26,44	89,35	82,77	11,68
Teor de umidade (%)				11,7

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,11
Massa específica seca inicial (v_n)	1,89
Índice de vazios inicial (e_0)	0,61
Altura de sólidos (H_s)	1,19
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	3,03
Grau de saturação inicial (Si)	58,4
Grau de saturação final (Sf)	94,5

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10
		Data	28/03/19	29/03/19	01/04/19	02/04/19	03/04/19	04/04/19	05/04/19	06/04/19	08/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19
Tempo Decorrido		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
		dia	hora	min.	seg.	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)
					0	0	0,00	-0,11	-0,29	-0,46	-0,69	-0,97	-1,33	-1,75	-2,04
					8	0	-0,05	-0,24	-0,40	-0,62	-0,88	-1,23	-1,64	-2,08	-2,05
					15	0	-0,06	-0,24	-0,40	-0,62	-0,89	-1,24	-1,65	-2,09	-2,05
					30	0	-0,06	-0,24	-0,41	-0,63	-0,90	-1,25	-1,66	-2,10	-2,05
					1		0	-0,06	-0,25	-0,41	-0,64	-0,91	-1,26	-1,67	-2,05
					2		0	-0,07	-0,25	-0,42	-0,64	-0,92	-1,26	-1,67	-2,05
					4		0	-0,07	-0,25	-0,42	-0,65	-0,92	-1,27	-1,68	-2,05
					8		0	-0,08	-0,25	-0,43	-0,65	-0,93	-1,28	-1,69	-2,05
					15		0	-0,08	-0,26	-0,43	-0,66	-0,94	-1,29	-1,70	-2,05
					30		0	-0,09	-0,26	-0,44	-0,66	-0,94	-1,30	-1,70	-2,05
					1		0	-0,09	-0,26	-0,44	-0,67	-0,95	-1,30	-1,71	-2,04
					2		0	-0,09	-0,27	-0,45	-0,67	-0,96	-1,31	-1,72	-2,04
					4		0	-0,10	-0,27	-0,45	-0,68	-0,96	-1,32	-1,72	-2,04
					8		0	-0,10	-0,27	-0,45	-0,68	-0,97	-1,32	-1,73	-2,04
					1		0	-0,11	-0,28	-0,46	-0,69	-0,97	-1,33	-1,73	-2,04
					2		0	-0,28	-0,28						
					3		0	-0,29	-0,29						
					4		0								

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_1):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
671	19,87	100,76	90,82	14,0

Observações:

Observações:	
Executante	Jacke
Conferente	Joubert

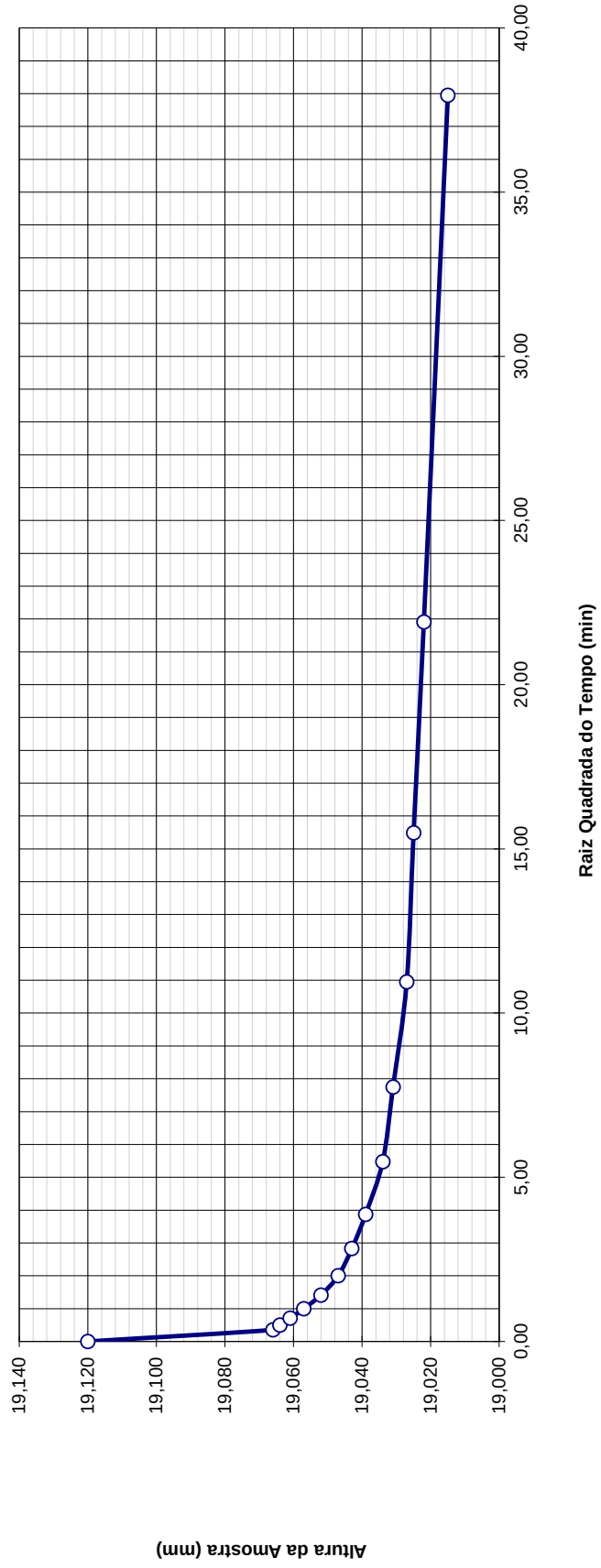
DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0

 INNOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>

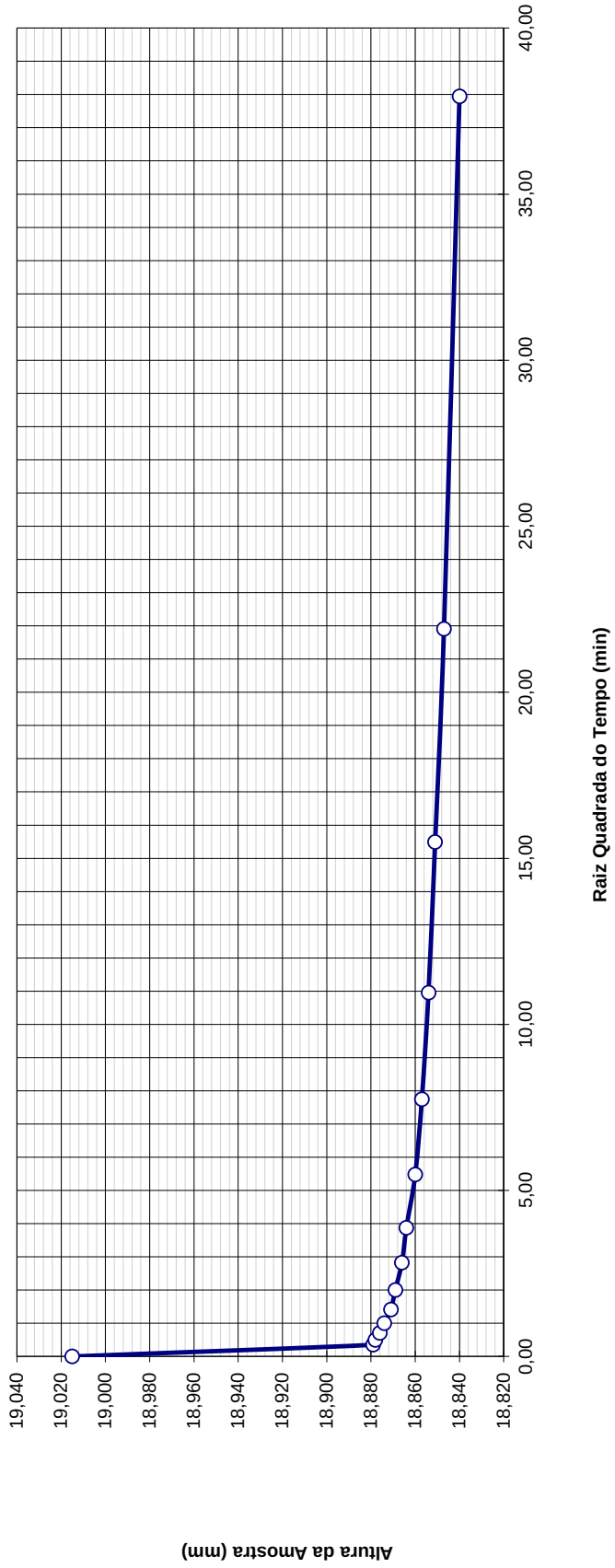


DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :
28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:
2.0055.19

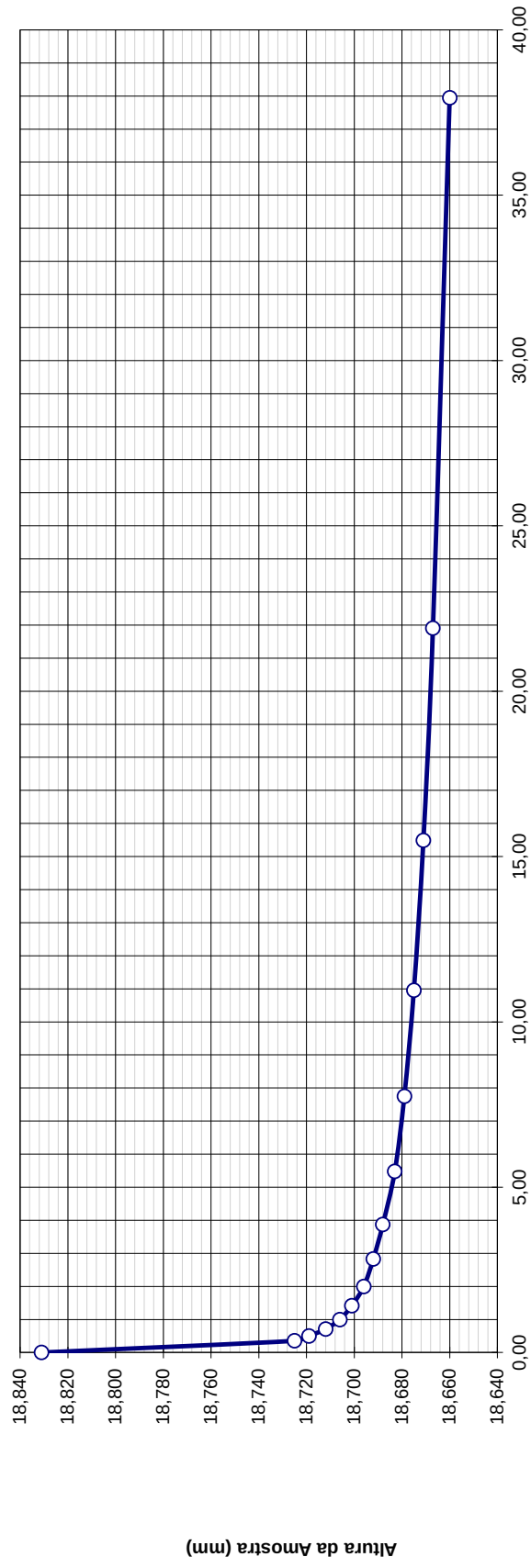
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:
Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa):
20



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

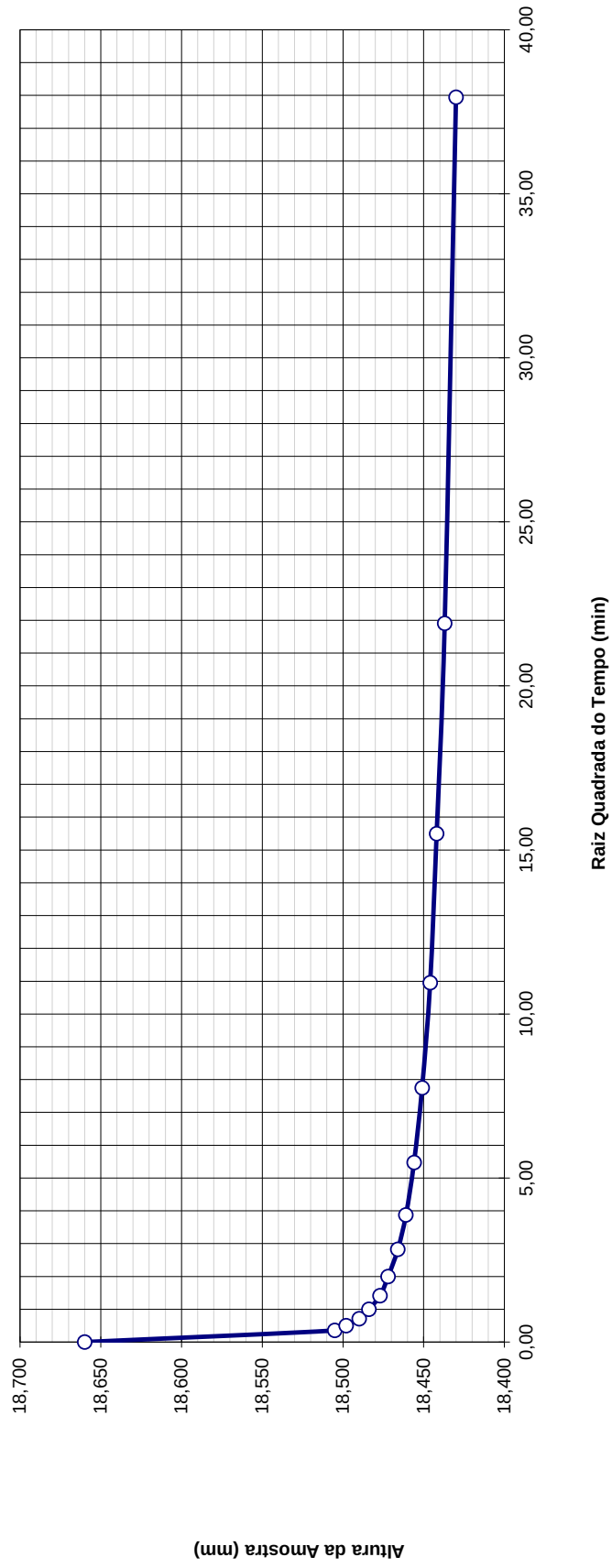
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

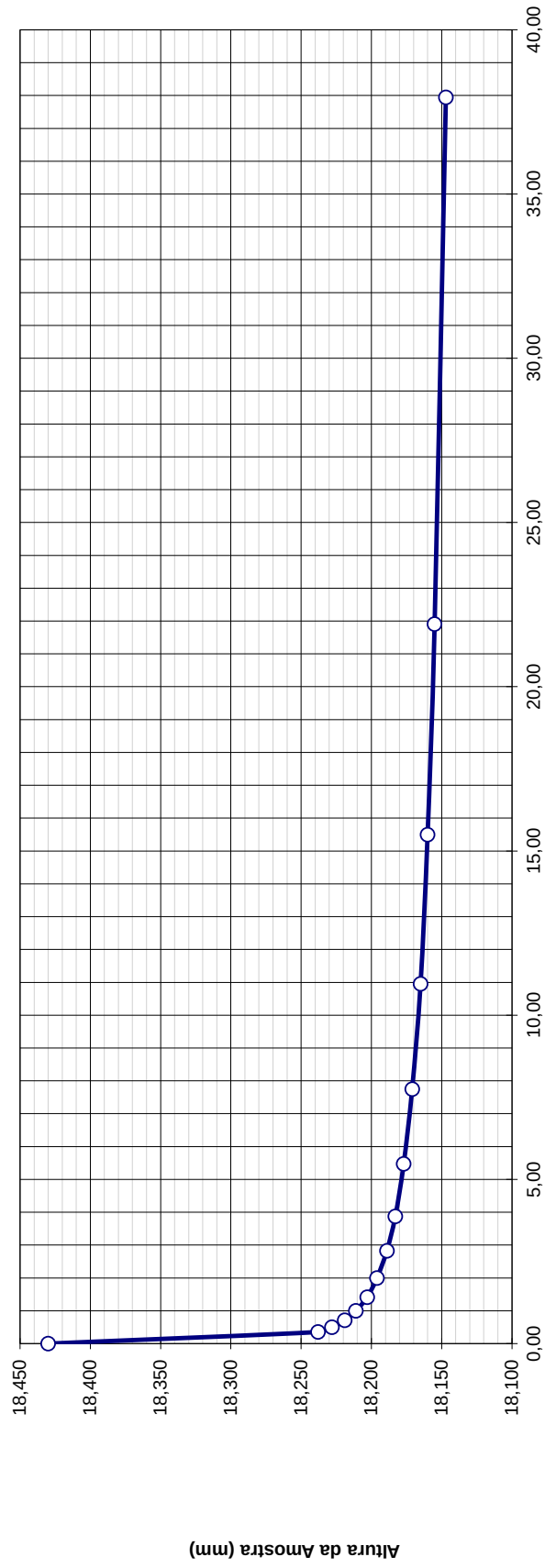
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

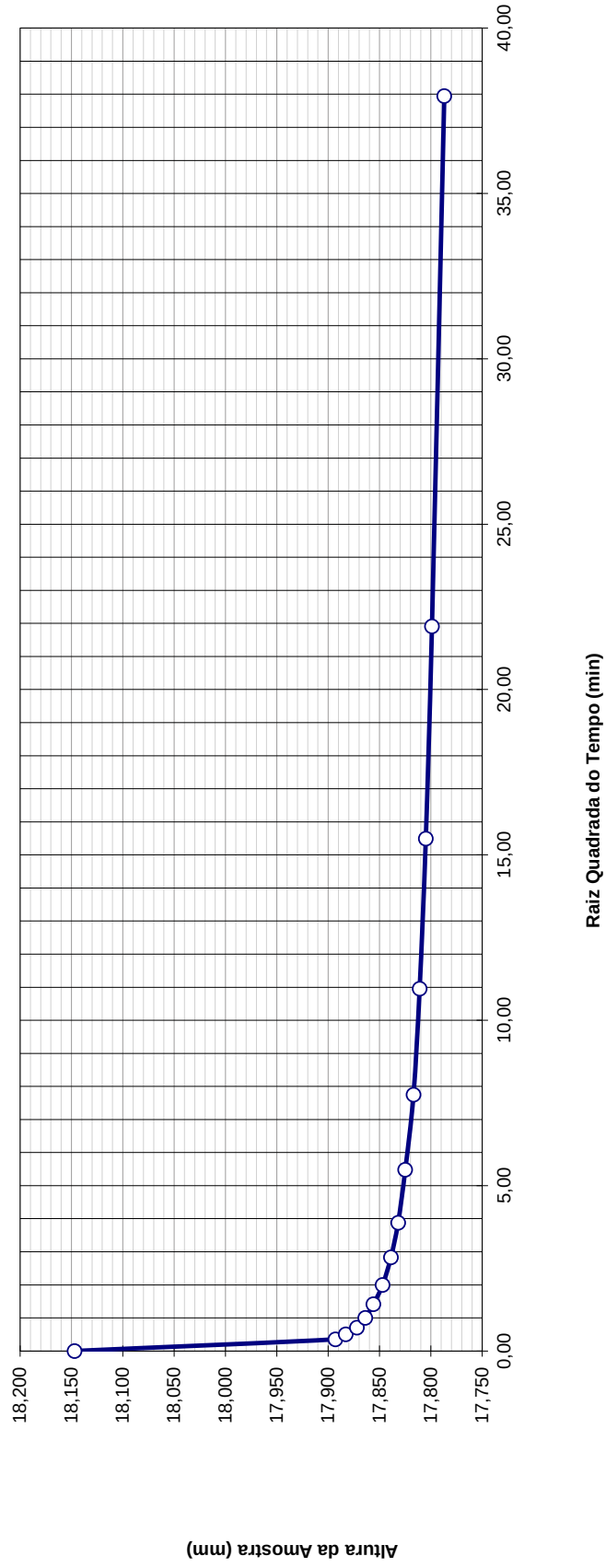
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

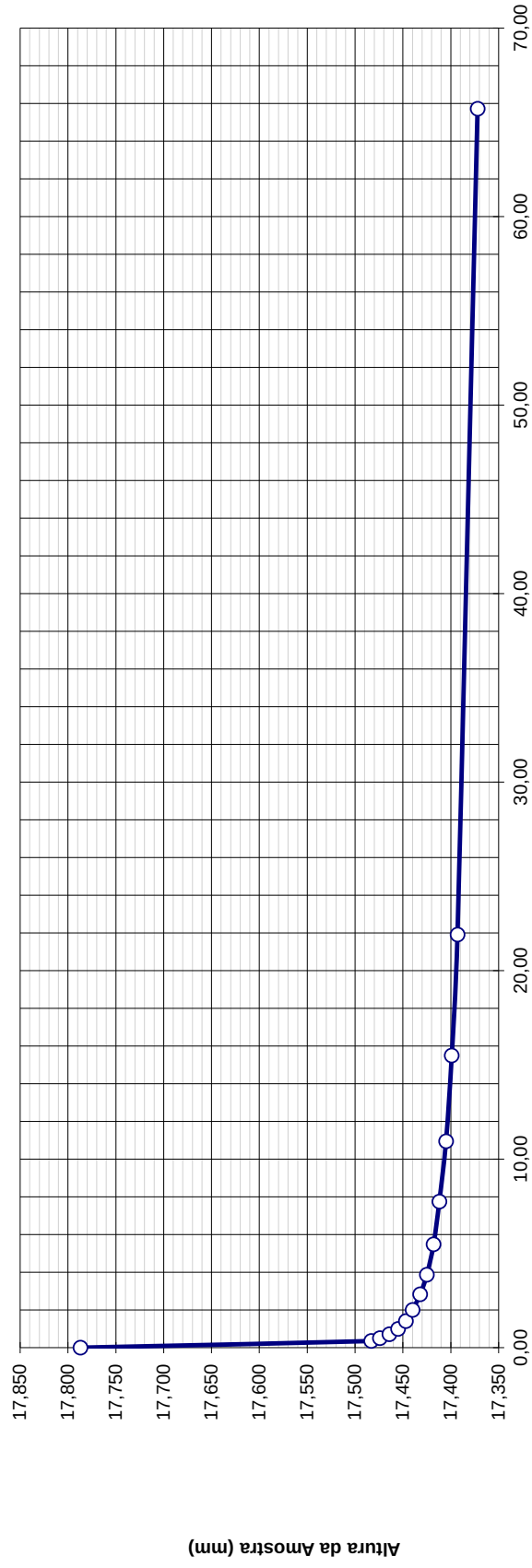
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
ABNT NBR 12007:1990	

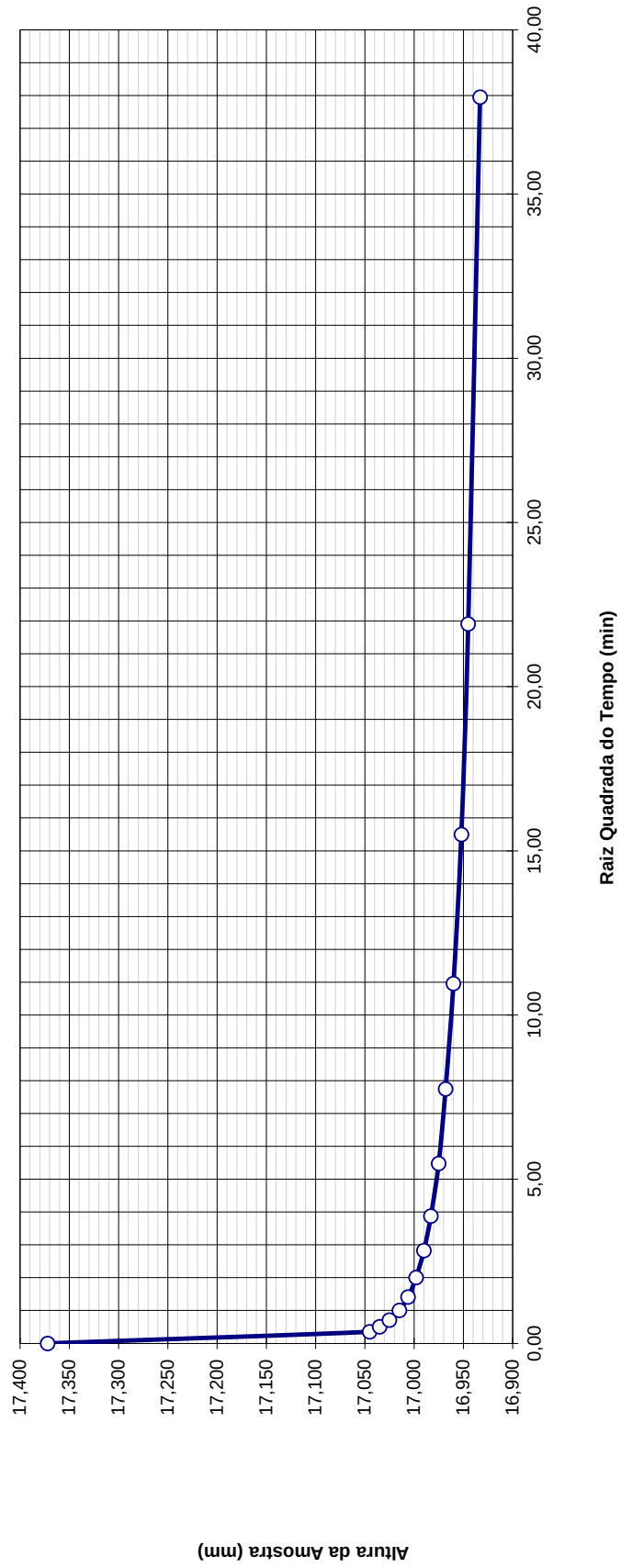
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



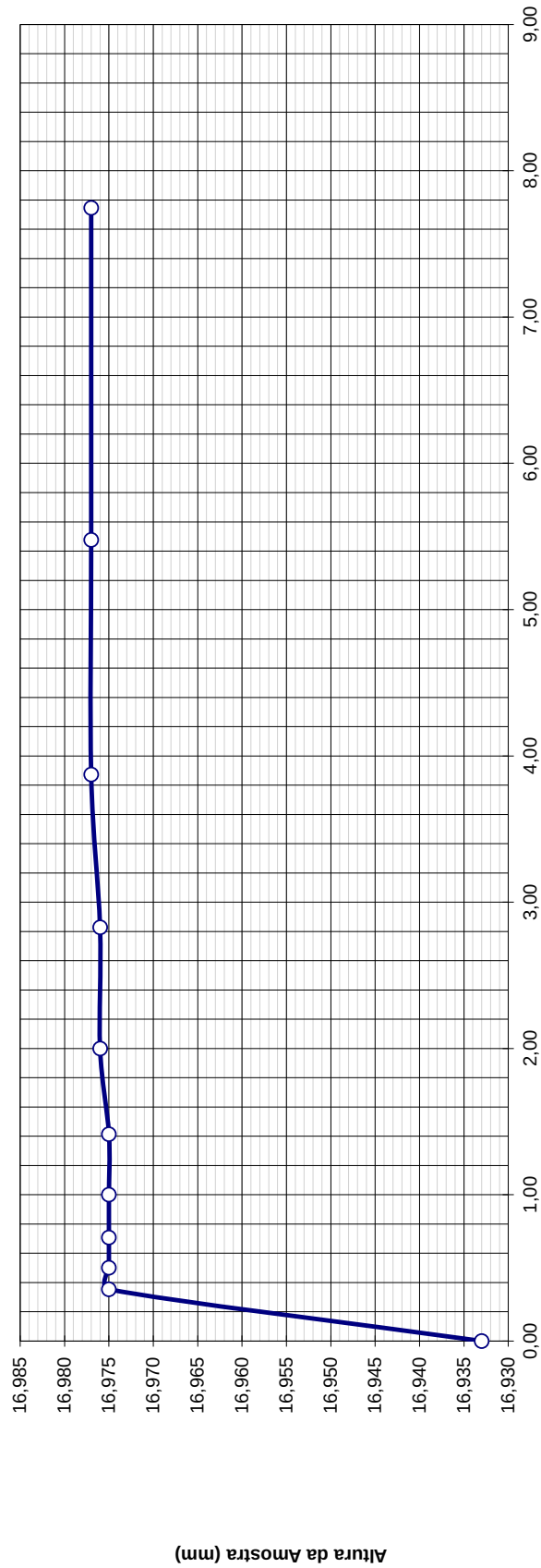
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

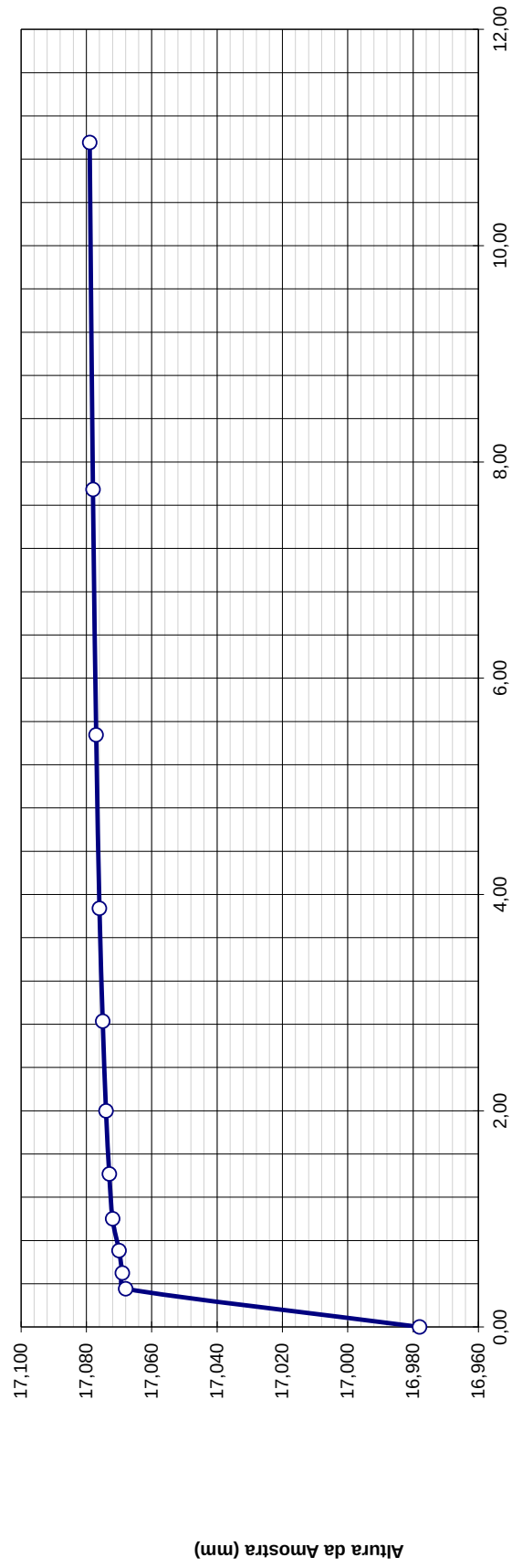
TENSÃO NORMAL (kPa): 640



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

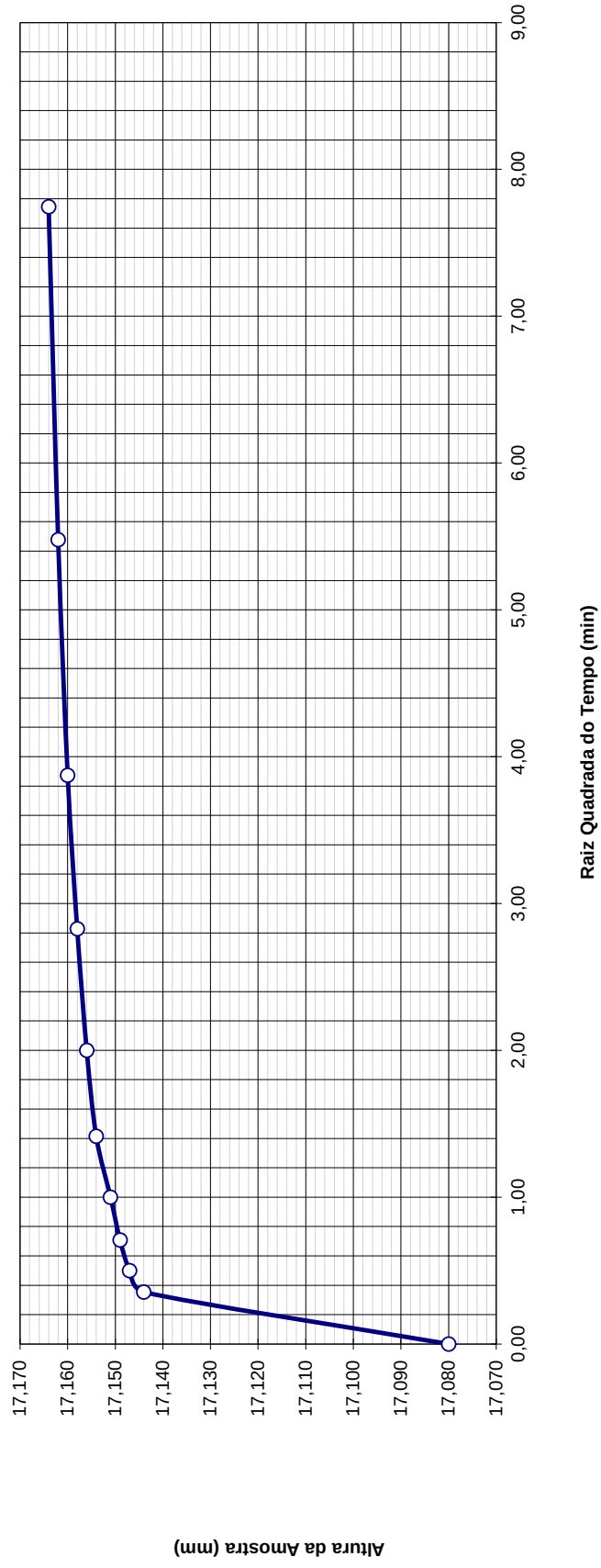
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

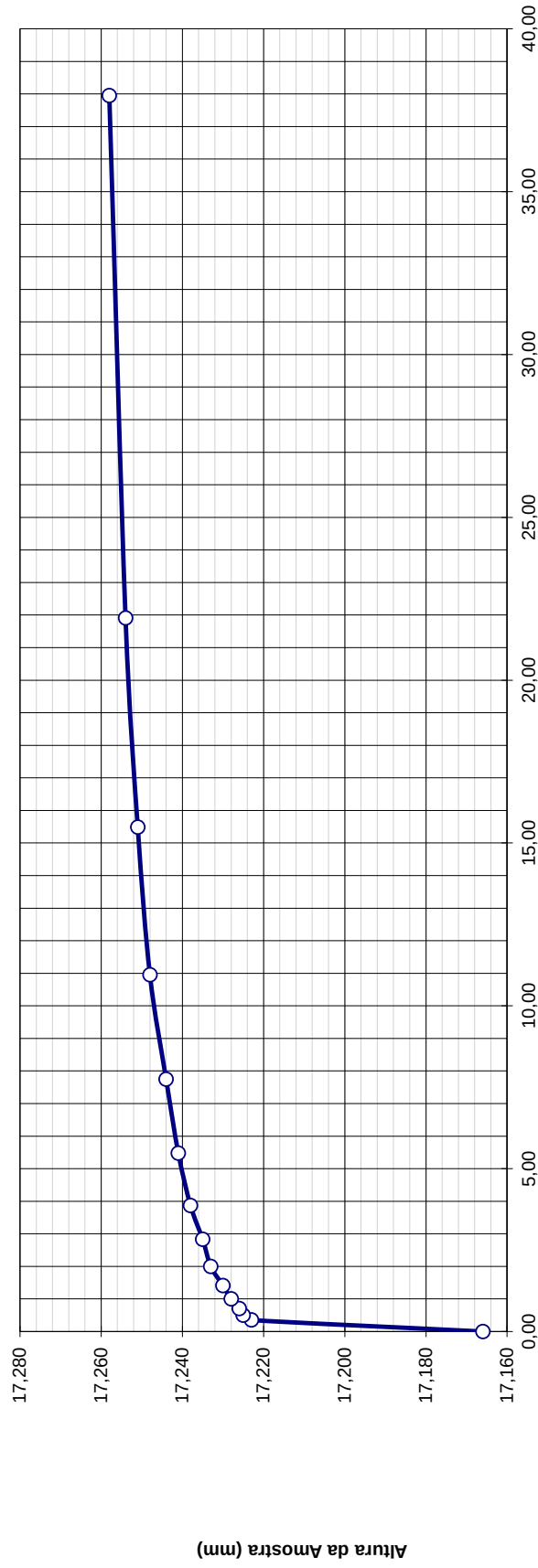
	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0055.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>

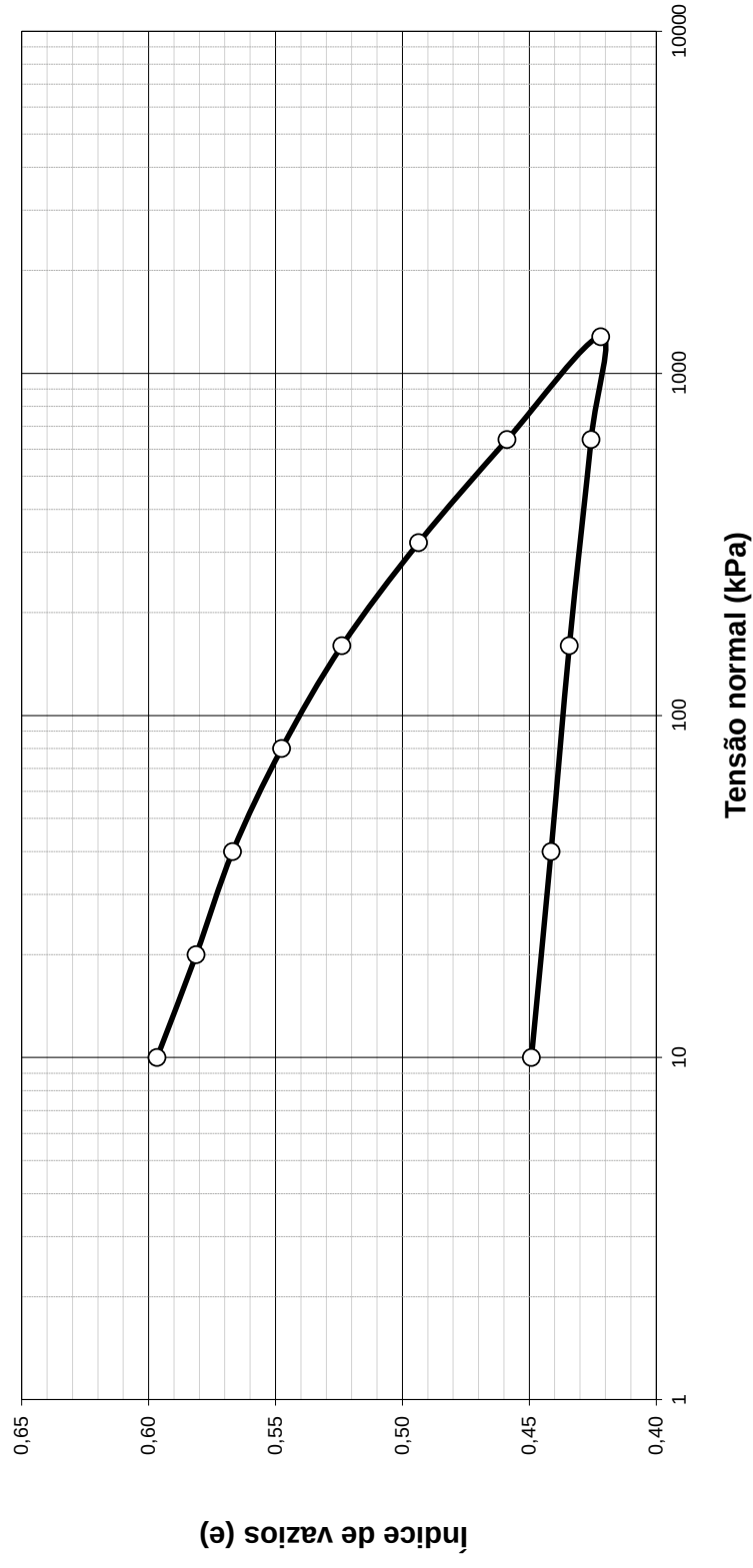


Raiz Quadrada do Tempo (min)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0055.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke





ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	AAN-014	
Diâmetro do anel (cm)	5,028	
Altura do anel (cm)	2,00	
Volume do anel (cm³)	39,79	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	61,53
Massa do anel + solo (g) Inicial	146,43
Massa do anel + solo (g) Final	148,06

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
323	22,23	108,92	99,40	12,34
587	27,32	102,76	94,28	12,66
682	20,05	109,11	98,90	12,95
Teor de umidade (%)				12,6

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,13
Massa específica seca inicial (v_n)	1,89
Índice de vazios inicial (e_0)	0,68
Altura de sólidos (H_s)	1,19
Massa específica dos grãos (G_{cm^3})	3,18
Grau de saturação inicial (Si)	59,3
Grau de saturação final (Sf)	83,0

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10
		Data	28/03/19	29/03/19	01/04/19	02/04/19	03/04/19	04/04/19	05/04/19	06/04/19	07/04/19	08/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19
Tempo Decorrido		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
		dia	hora	min.	seg.	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)
					0	0	-0,07	-0,18	-0,29	-0,44	-0,63	-0,90	-1,31	-1,67	-1,58
				8		0	-0,03	-0,13	-0,24	-0,4	-0,57	-0,82	-1,19	-1,67	-1,52
				15		0	-0,03	-0,14	-0,25	-0,4	-0,58	-0,82	-1,20	-1,68	-1,52
				30		0	-0,04	-0,14	-0,25	-0,41	-0,58	-0,83	-1,21	-1,70	-1,51
				1		0	-0,04	-0,14	-0,25	-0,41	-0,59	-0,84	-1,22	-1,71	-1,59
				2		0	-0,04	-0,15	-0,26	-0,42	-0,59	-0,84	-1,23	-1,72	-1,51
				4		0	-0,04	-0,15	-0,26	-0,42	-0,60	-0,85	-1,24	-1,73	-1,51
				8		0	-0,05	-0,15	-0,26	-0,42	-0,60	-0,86	-1,25	-1,74	-1,50
				15		0	-0,05	-0,15	-0,27	-0,42	-0,61	-0,86	-1,25	-1,75	-1,50
				30		0	-0,05	-0,16	-0,27	-0,43	-0,61	-0,87	-1,26	-1,76	-1,50
				1		0	-0,06	-0,16	-0,27	-0,43	-0,61	-0,87	-1,27	-1,77	-1,49
				2		0	-0,06	-0,16	-0,27	-0,43	-0,62	-0,88	-1,27	-1,77	-1,49
				4		0	-0,06	-0,16	-0,28	-0,43	-0,62	-0,88	-1,28	-1,78	-1,48
				8		0	-0,06	-0,17	-0,28	-0,44	-0,62	-0,89	-1,29	-1,79	-1,48
				1		0	-0,07	-0,17	-0,29	-0,44	-0,63	-0,90	-1,29	-1,80	-1,48
				2		0		-0,17				-1,29			
				3		0		-0,18				-1,31			
				4		0									

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_f):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
566	21,97	107,82	96,96	14,5

Observações:

Executante		Conferente	
Jacke		Joubert	

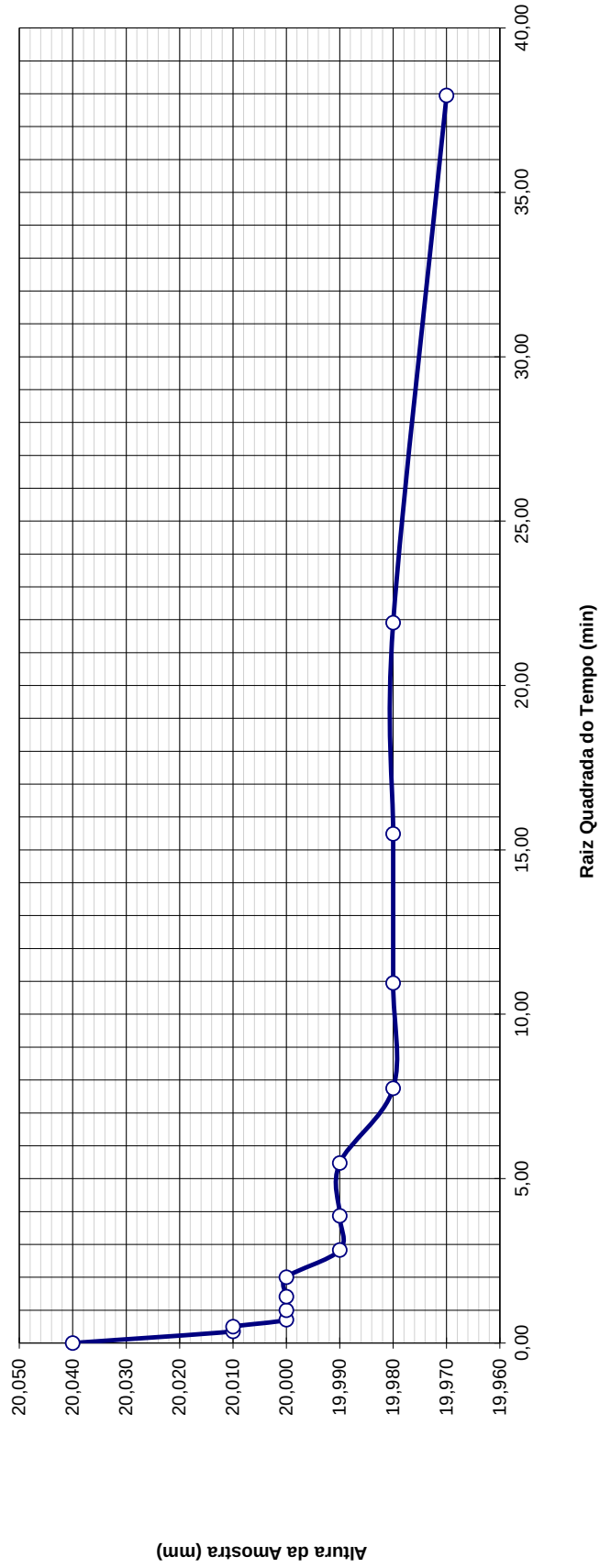
DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0

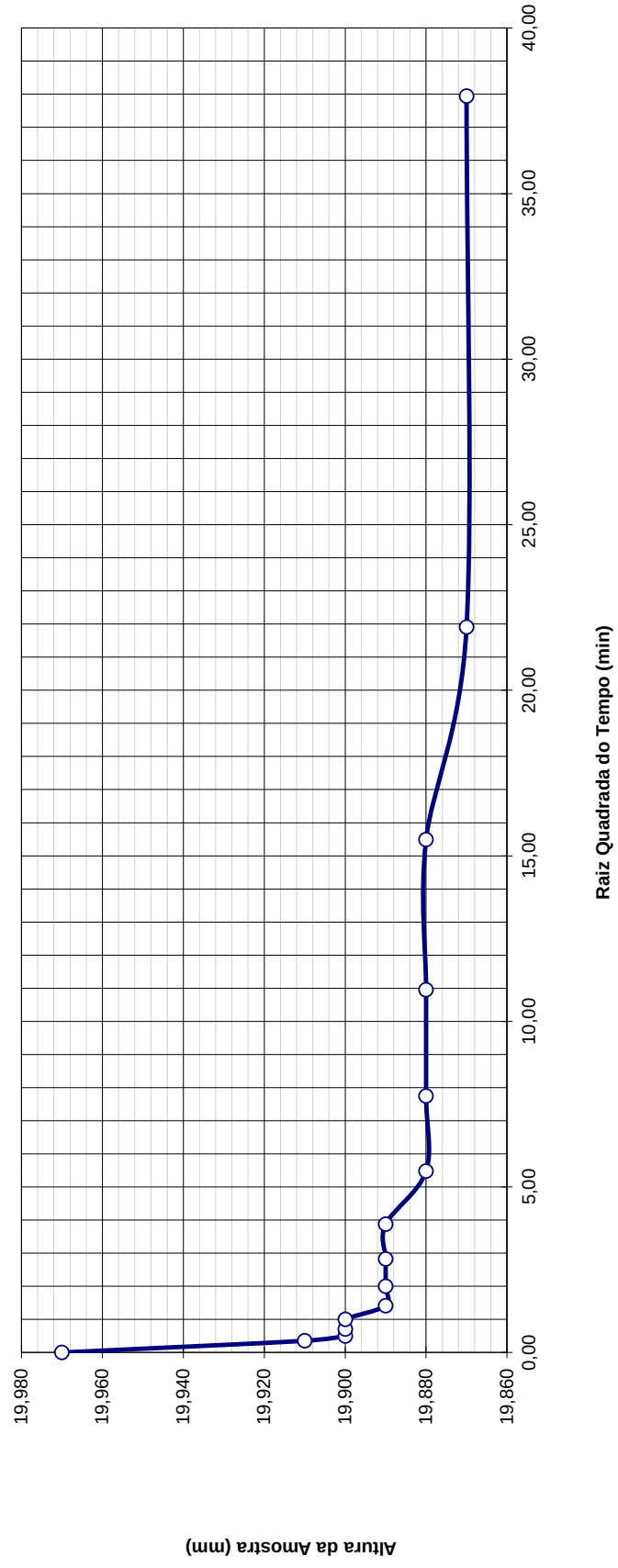
 INNOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



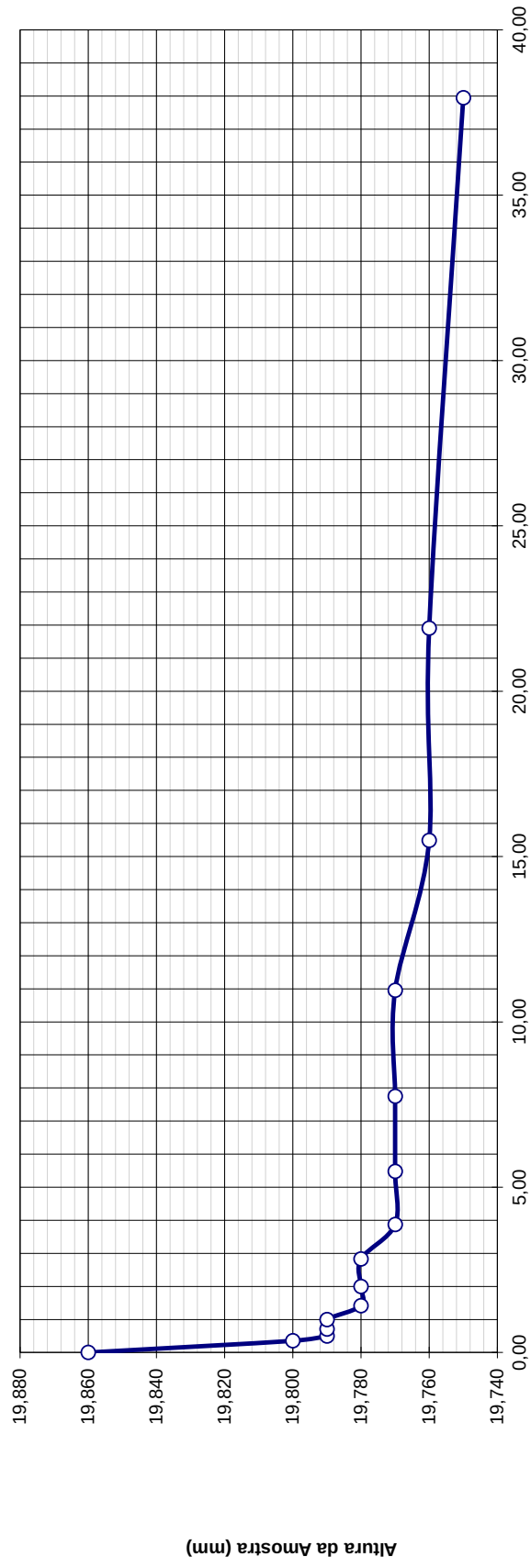
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>20</u>



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

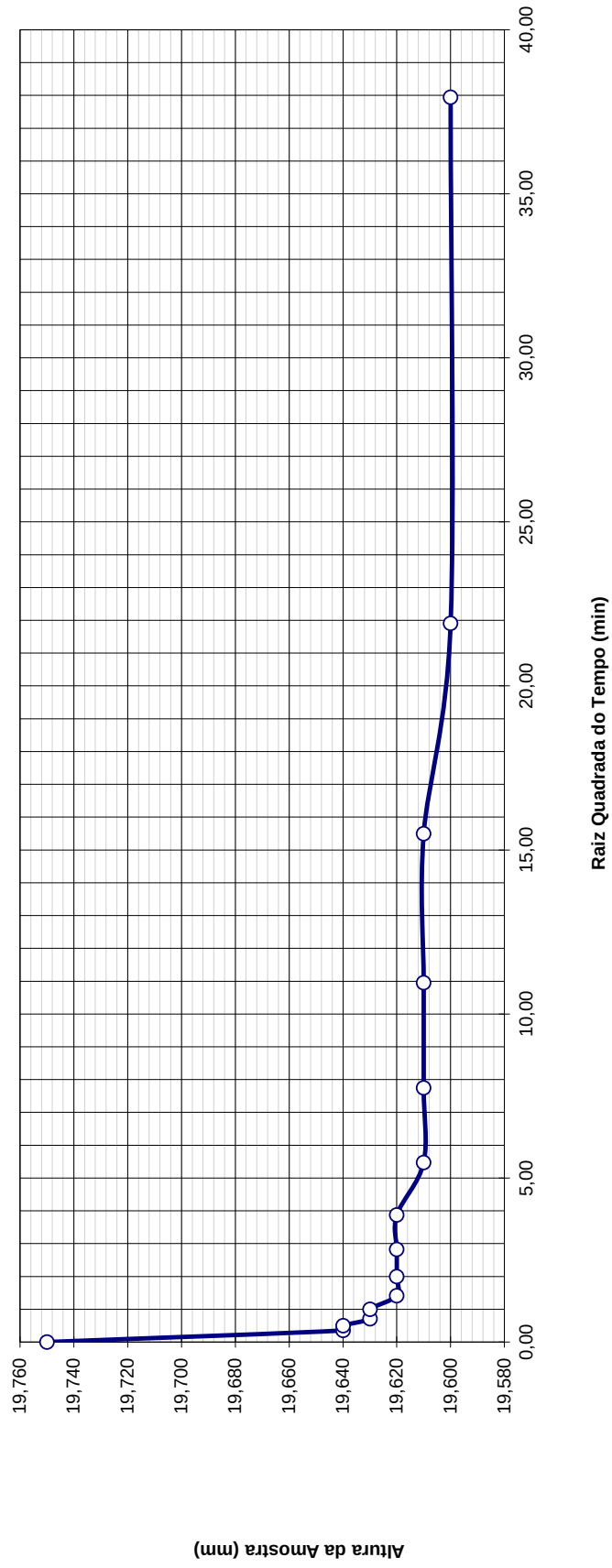
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

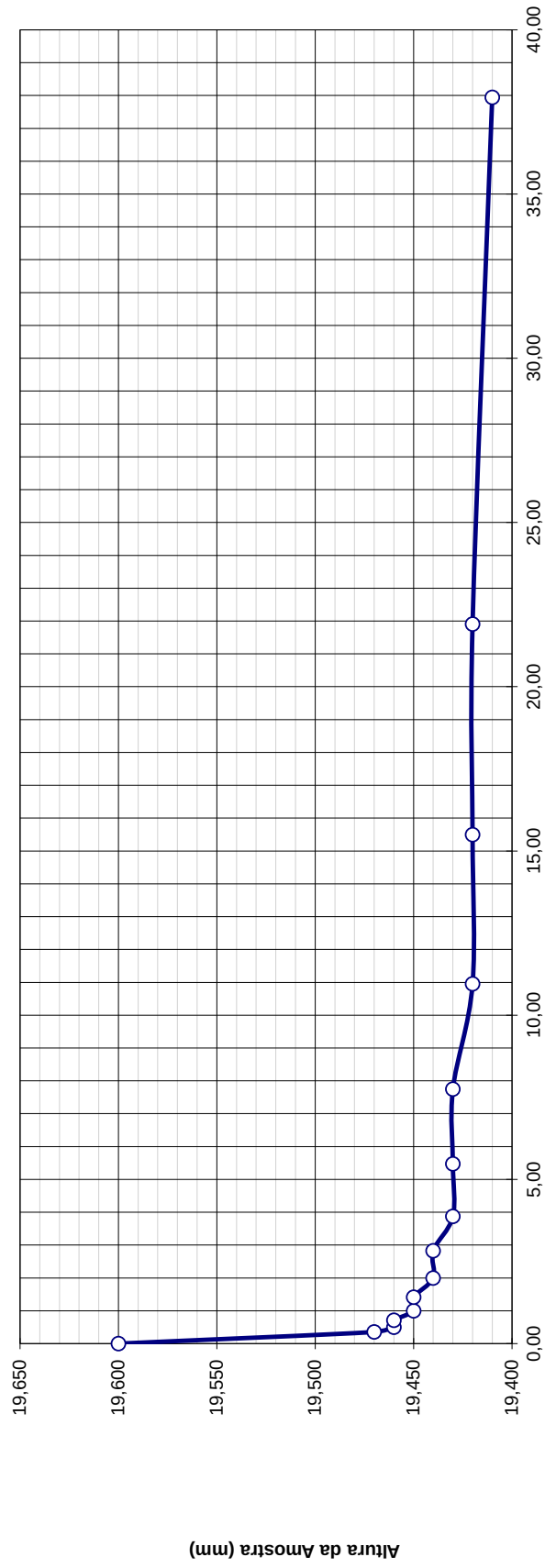
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

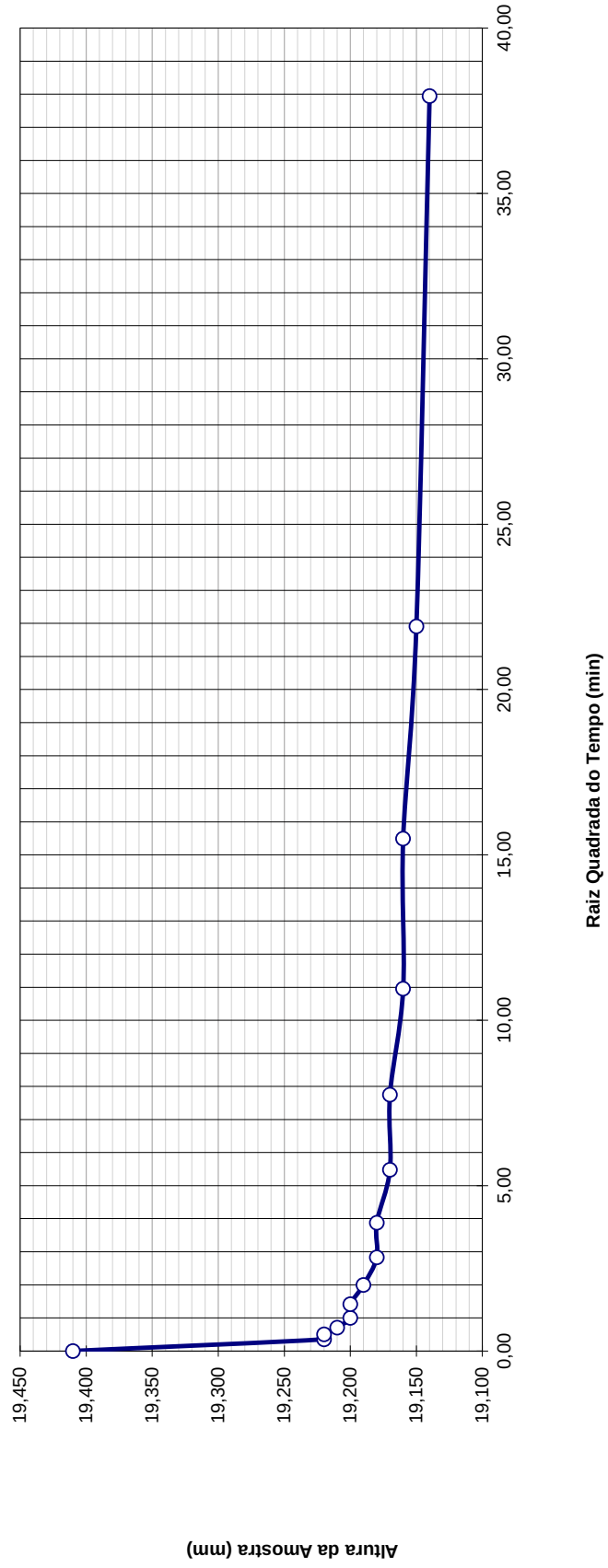
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

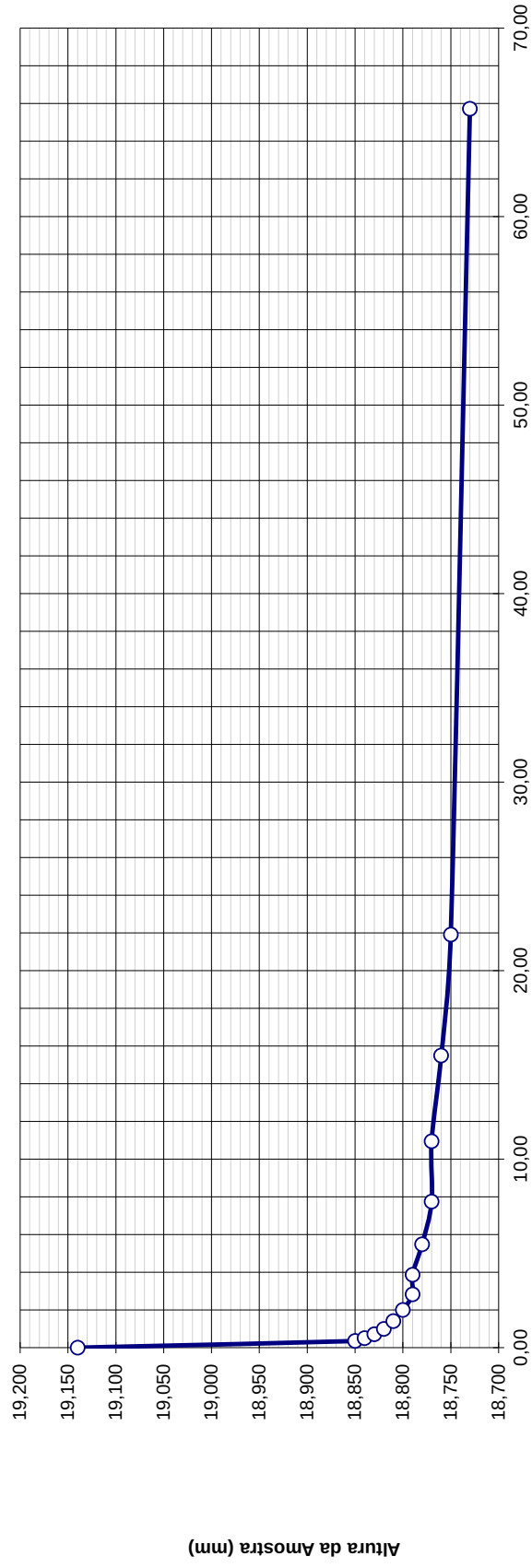
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
ABNT NBR 12007:1990	

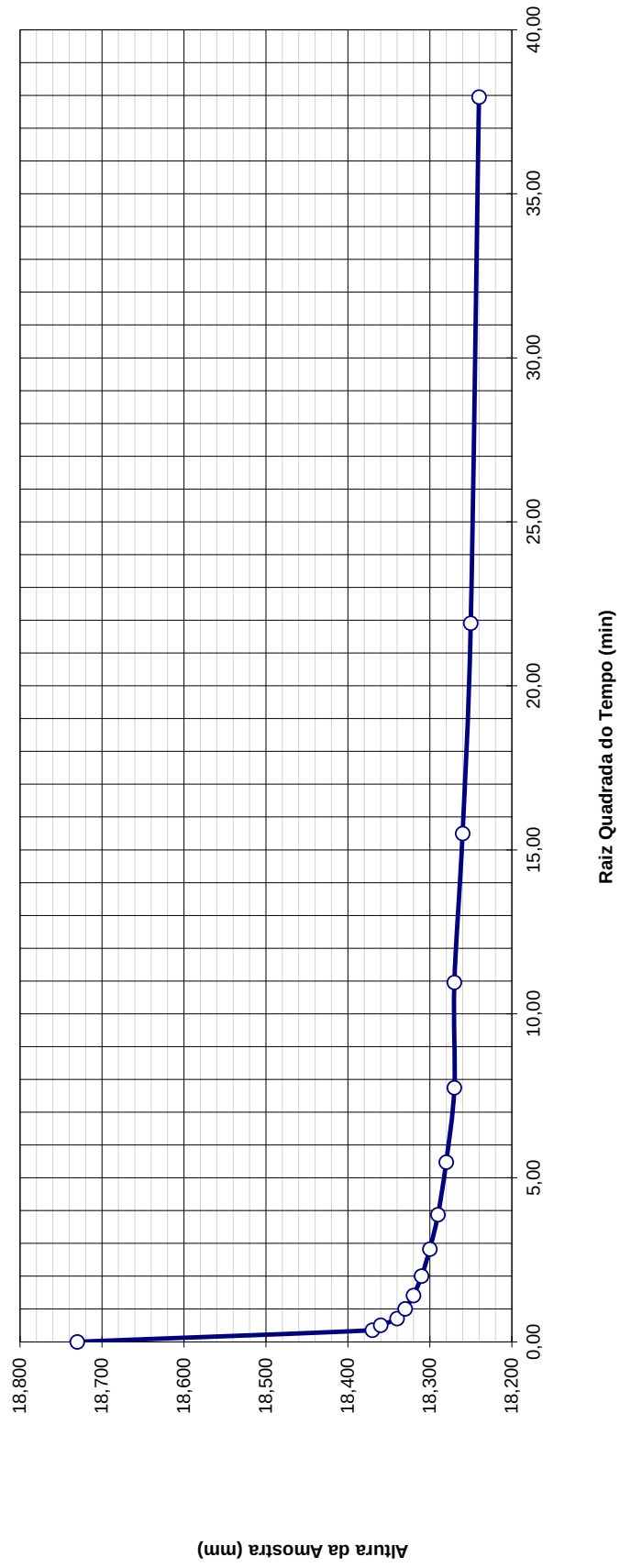
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

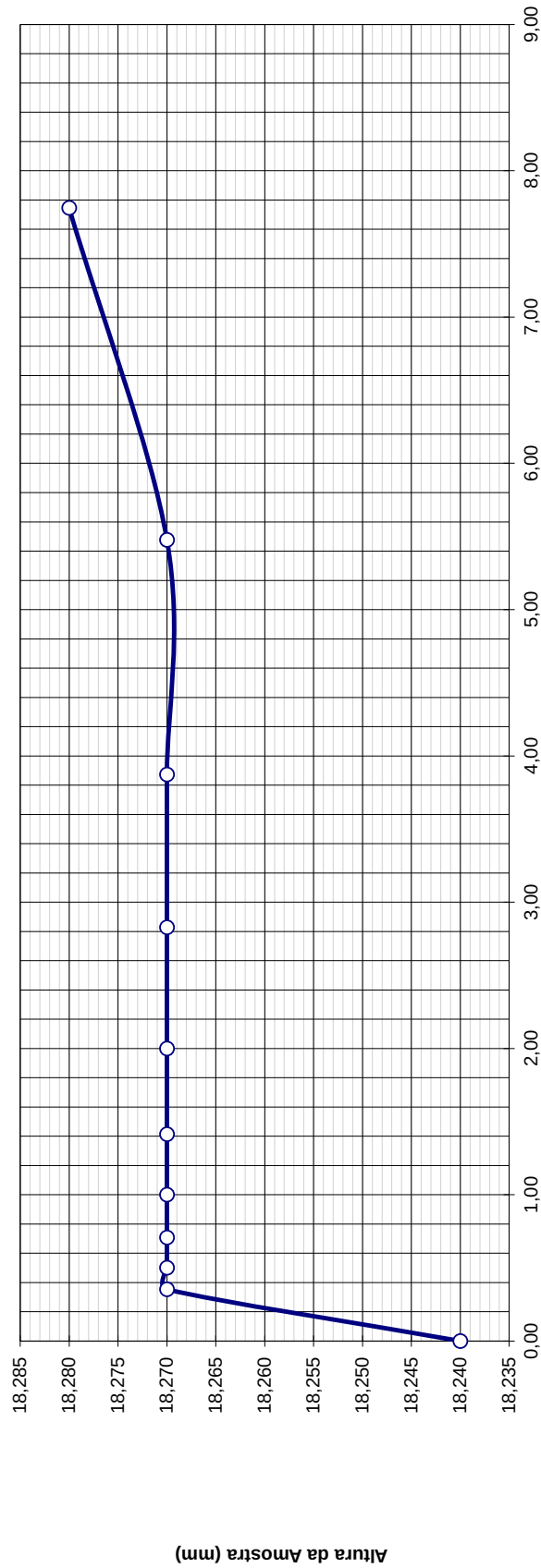
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

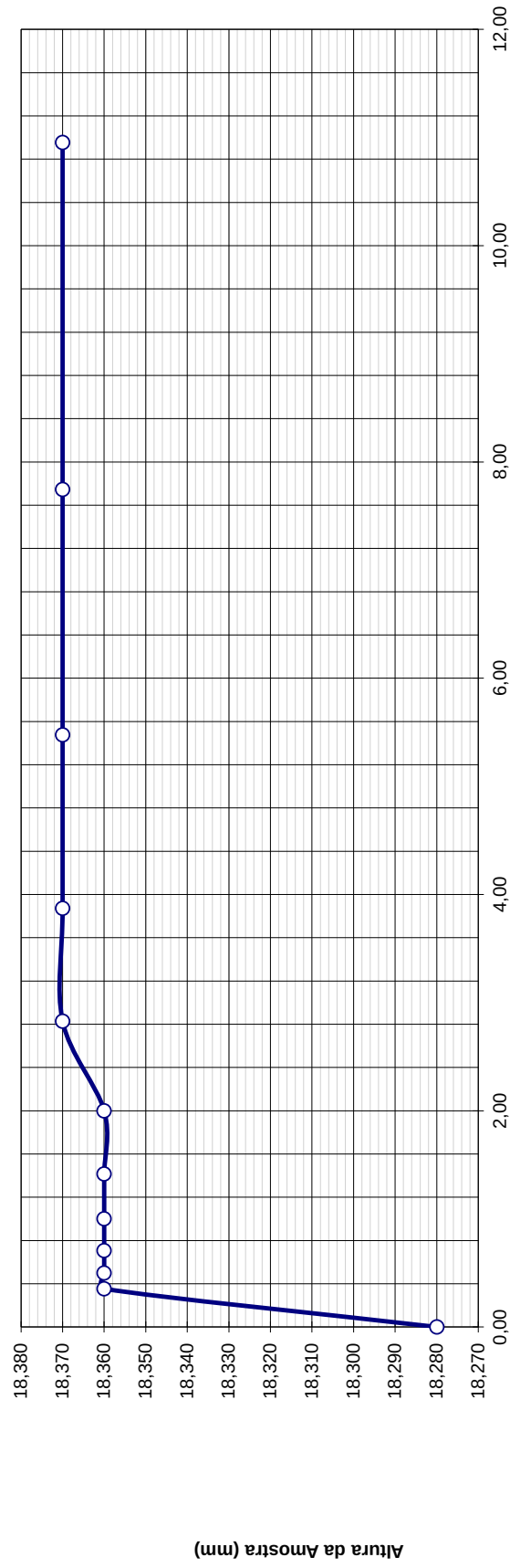
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

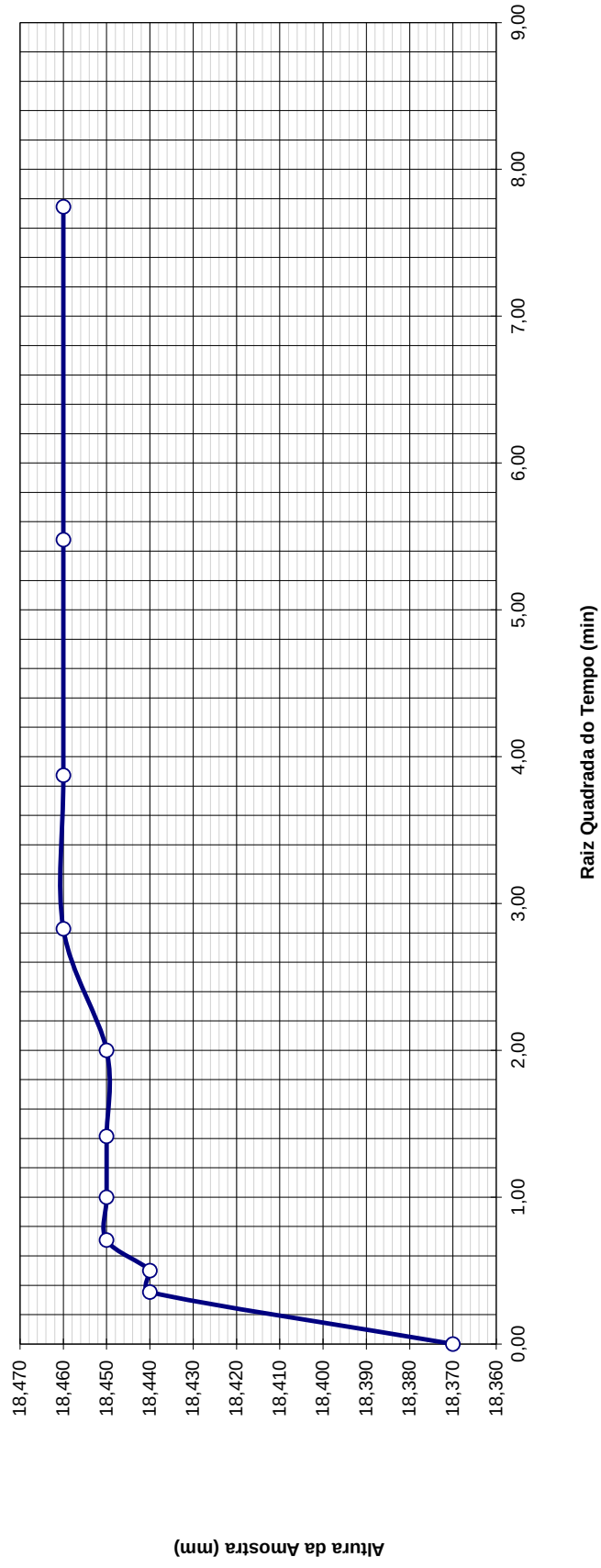
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

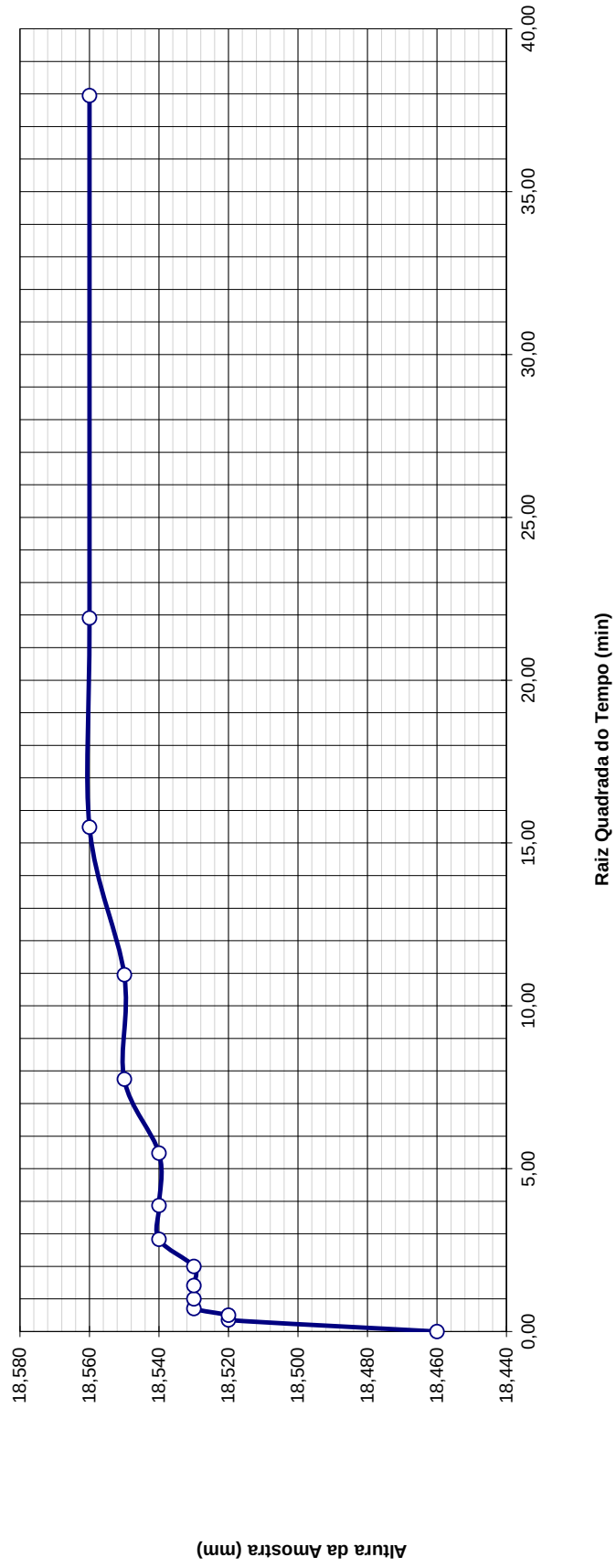
	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

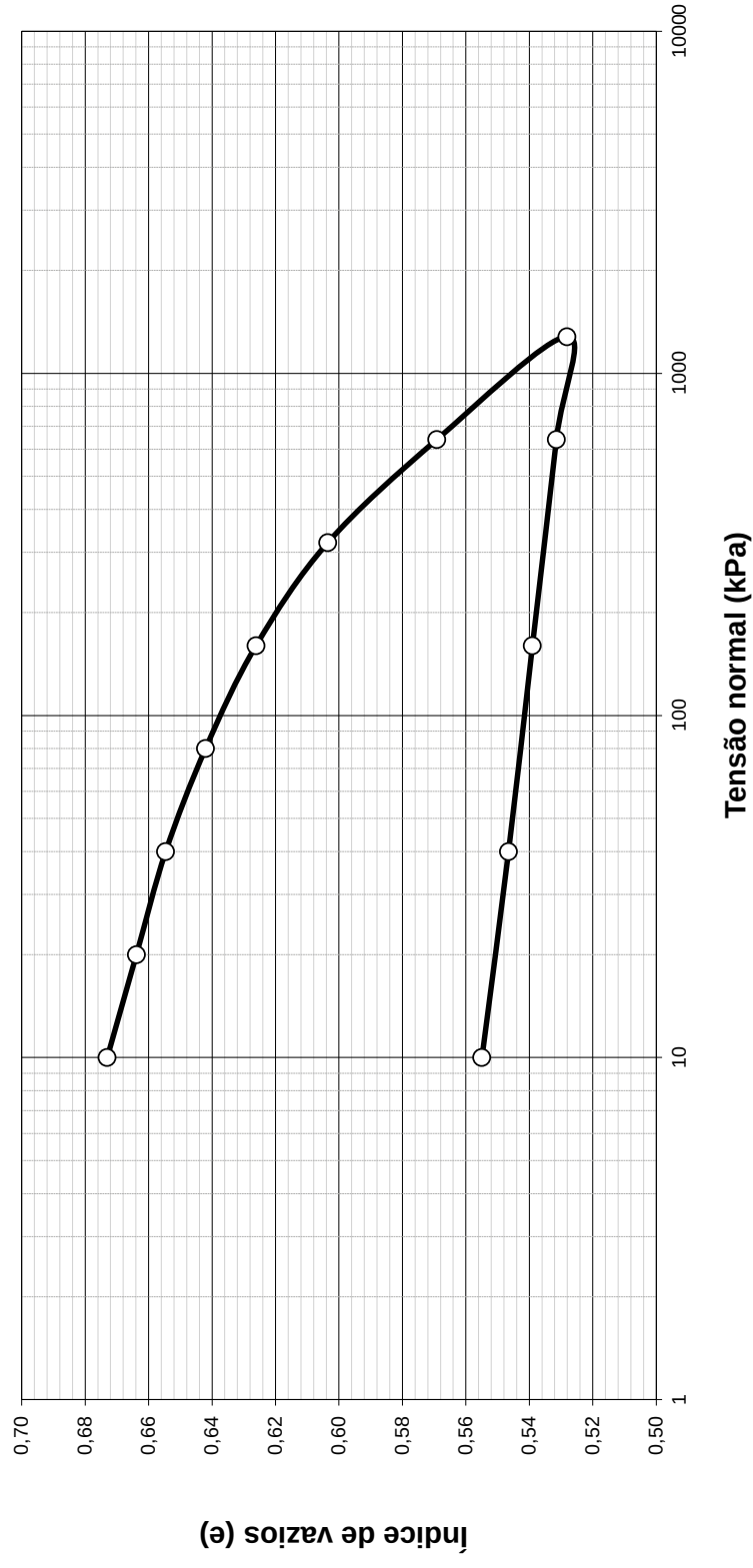
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0056.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0056.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke





ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0057.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	AAN-016	
Diâmetro do anel (cm)	5,039	
Altura do anel (cm)	2,00	
Volume do anel (cm³)	39,79	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	59,55
Massa do anel + solo (g) Inicial	155,99
Massa do anel + solo (g) Final	156,25

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
586	26,56	79,95	74,85	10,56
676	21,57	89,01	82,68	10,36
687	19,78	87,89	81,31	10,69
Teor de umidade (%)				10,5

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,42
Massa específica seca inicial (v_n)	2,19
Índice de vazios inicial (e_0)	0,38
Altura de sólidos (H_s)	1,44
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	3,03
Grau de saturação inicial (Si)	83,6
Grau de saturação final (Sf)	124,0

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10
		Data	28/03/19	29/03/19	01/04/19	02/04/19	03/04/19	04/04/19	05/04/19	06/04/19	07/04/19	08/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19
Tempo Decorrido		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
		dia	hora	min.	seg.	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)
					0	0	0	-0,26	-0,45	-0,56	-0,68	-0,80	-0,94	-1,13	-1,22
				8		0	0	-0,13	-0,39	-0,52	-0,63	-0,75	-0,89	-1,06	-1,24
				15		0	0	-0,14	-0,39	-0,53	-0,63	-0,75	-0,90	-1,07	-1,24
				30		0	0	-0,15	-0,4	-0,53	-0,64	-0,76	-0,90	-1,07	-1,23
						0	0	-0,16	-0,4	-0,53	-0,64	-0,76	-0,91	-1,08	-1,23
				1		0	0	-0,17	-0,41	-0,54	-0,64	-0,77	-0,91	-1,08	-1,23
				2		0	0	-0,18	-0,41	-0,54	-0,65	-0,77	-0,91	-1,09	-1,23
				4		0	0	-0,2	-0,41	-0,54	-0,65	-0,77	-0,92	-1,09	-1,23
				8		0	0	-0,21	-0,42	-0,54	-0,65	-0,78	-0,92	-1,09	-1,23
				15		0	0	-0,21	-0,42	-0,55	-0,66	-0,78	-0,92	-1,09	-1,23
				30		0	0	-0,22	-0,42	-0,55	-0,66	-0,78	-0,93	-1,10	-1,23
				1		0	0	-0,22	-0,42	-0,55	-0,66	-0,78	-0,93	-1,10	-1,23
				2		0	0	-0,22	-0,42	-0,55	-0,66	-0,79	-0,93	-1,11	-1,23
				4		0	0	-0,23	-0,43	-0,55	-0,67	-0,79	-0,94	-1,11	-1,23
				8		0	0	-0,23	-0,43	-0,56	-0,67	-0,79	-0,94	-1,11	-1,23
1						0	0	-0,26	-0,43	-0,56	-0,68	-0,80	-0,94	-1,11	-1,23
2						0	0		-0,43					-1,11	
3						0	0		-0,45					-1,13	
4						0	0								

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_1):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
679	20,25	116,72	105,89	12,6

Observações:

Observações:	
Executante	Jacke
Conferente	Joubert

DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0



ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	AAN-040	
Diâmetro do anel (cm)	5,01	
Altura do anel (cm)	2,05	
Volume do anel (cm³)	40,39	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	86,84
Massa do anel + solo (g) Inicial	150,31
Massa do anel + solo (g) Final	151,35

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
402	24,97	100,56	92,90	11,28
415	23,73	87,11	79,90	12,84
570	21,35	110,13	100,85	11,67
Teor de umidade (%)				11,9

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	1,57
Massa específica seca inicial (v_s)	1,40
Índice de vazios inicial (e_0)	1,09
Altura de sólidos (H_s)	0,98
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	2,94
Grau de saturação inicial (Si)	32,0
Grau de saturação final (Sf)	39,7

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10		20		40		80		160		320		640		1280		160		40		10	
		Data		28/03/19		29/03/19		01/04/19		02/04/19		03/04/19		04/04/19		05/04/19		08/04/19		09/04/19		09/04/19		09/04/19	
Tempo Decorrido		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
		dia	hora	min.	seg.	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)	δvertical (mm)
					0	0	0	-0,133	-0,436	-0,619	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821	-0,821
					8	0	0	-0,06	-0,33	-0,545	-0,742	-0,9660	-1,23	-1,55	-1,93	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					15	0	0	-0,063	-0,34	-0,552	-0,749	-0,9740	-1,24	-1,56	-1,94	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					30	0	0	-0,073	-0,349	-0,558	-0,756	-0,9820	-1,25	-1,57	-1,95	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					1		0	-0,078	-0,356	-0,564	-0,762	-0,9890	-1,26	-1,58	-1,96	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					2		0	-0,083	-0,363	-0,569	-0,769	-0,9970	-1,27	-1,59	-1,97	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					4		0	-0,085	-0,368	-0,575	-0,774	-1,0040	-1,28	-1,60	-1,98	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					8		0	-0,089	-0,374	-0,58	-0,78	-1,0100	-1,28	-1,61	-1,99	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					15		0	-0,091	-0,378	-0,584	-0,785	-1,0150	-1,29	-1,62	-2,00	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					30		0	-0,094	-0,384	-0,589	-0,79	-1,0220	-1,30	-1,62	-2,01	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					1		0	-0,098	-0,389	-0,594	-0,795	-1,0280	-1,30	-1,63	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02	-2,02
					2		0	-0,103	-0,396	-0,599	-0,801	-1,0350	-1,31	-1,64	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03
					4		0	-0,11	-0,402	-0,604	-0,806	-1,0410	-1,32	-1,65	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03	-2,03
					8		0	-0,116	-0,411	-0,609	-0,811	-1,0460	-1,32	-1,66	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04	-2,04
					1		0	-0,133	-0,411	-0,619	-0,821	-1,0570	-1,34	-1,66	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06	-2,06
					2		0		-0,411					-1,66											
					3		0		-0,436					-1,68											
					4		0																		

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_f):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
403	15,99	101,21	91,79	12,4

Observações:

Executante		Jacke		Joubert	
Confederante					

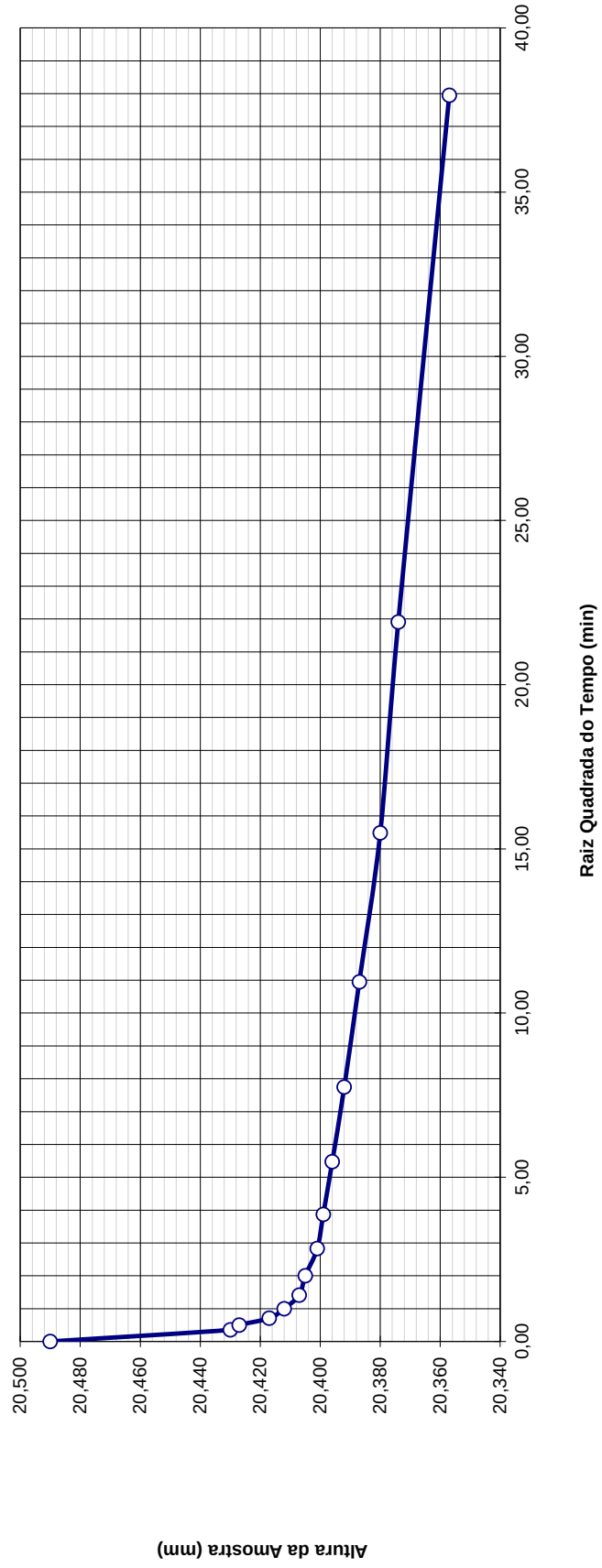
DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

Revisão: 0

 INNOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



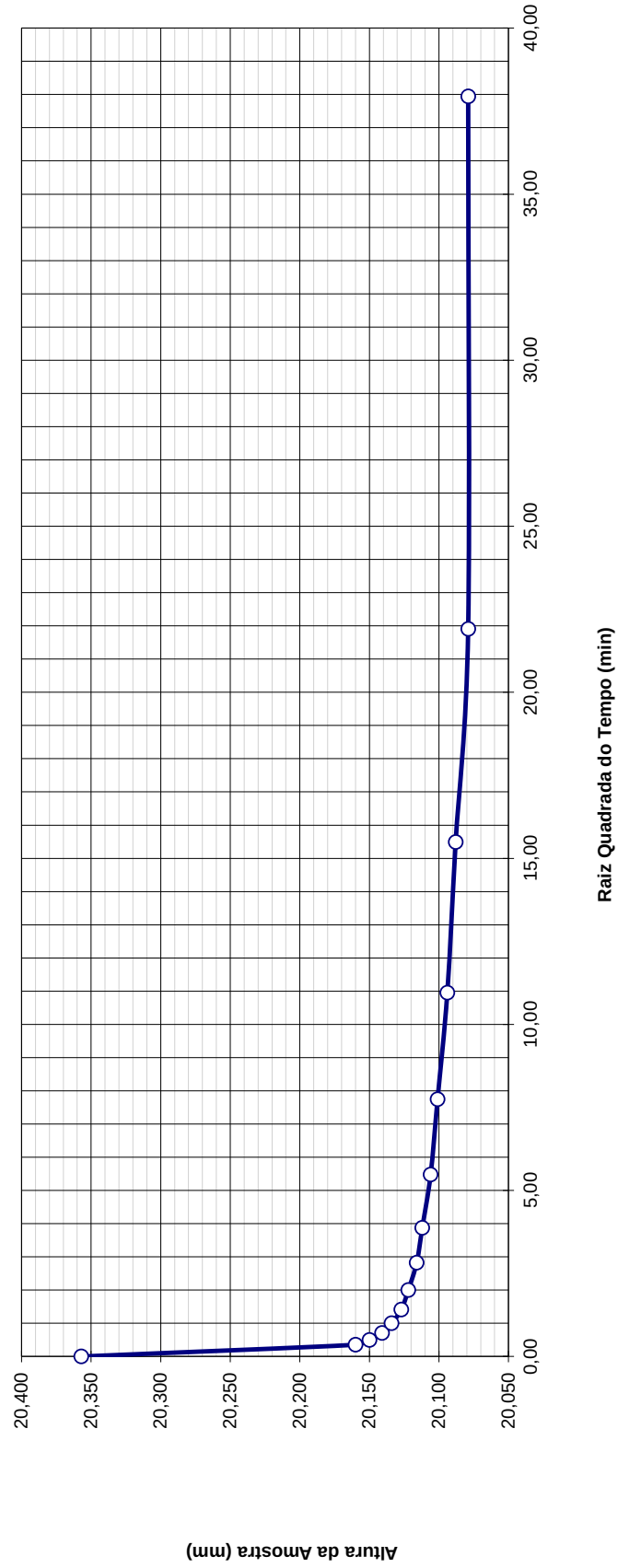
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

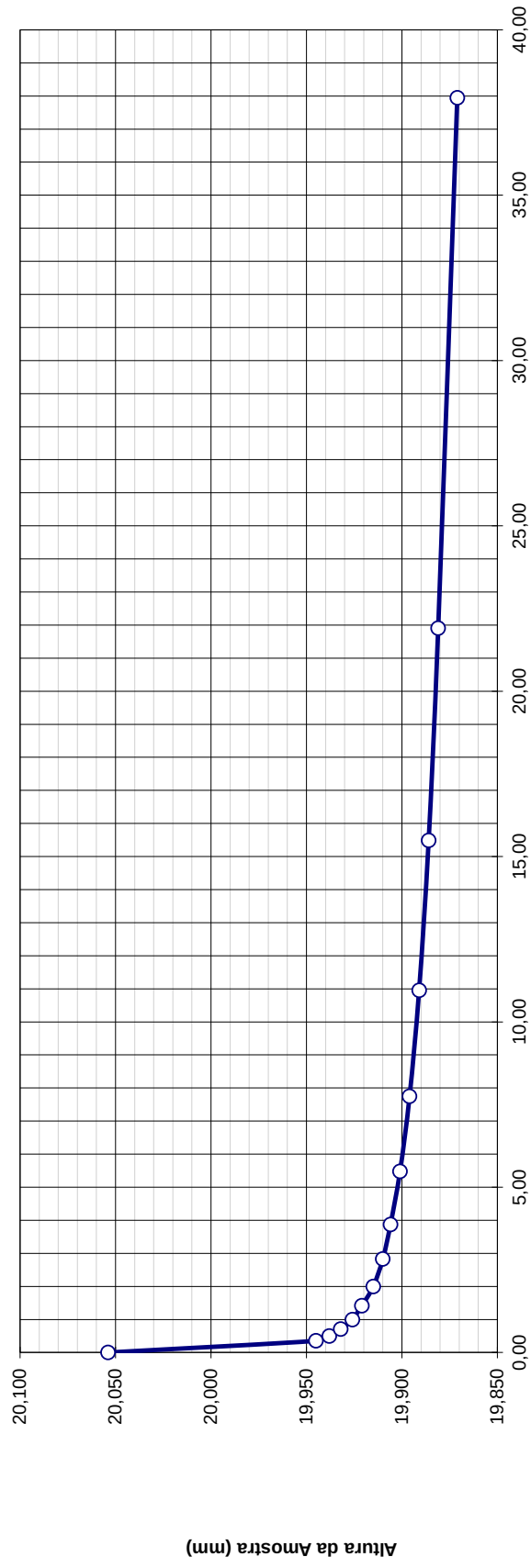
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa): 20



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

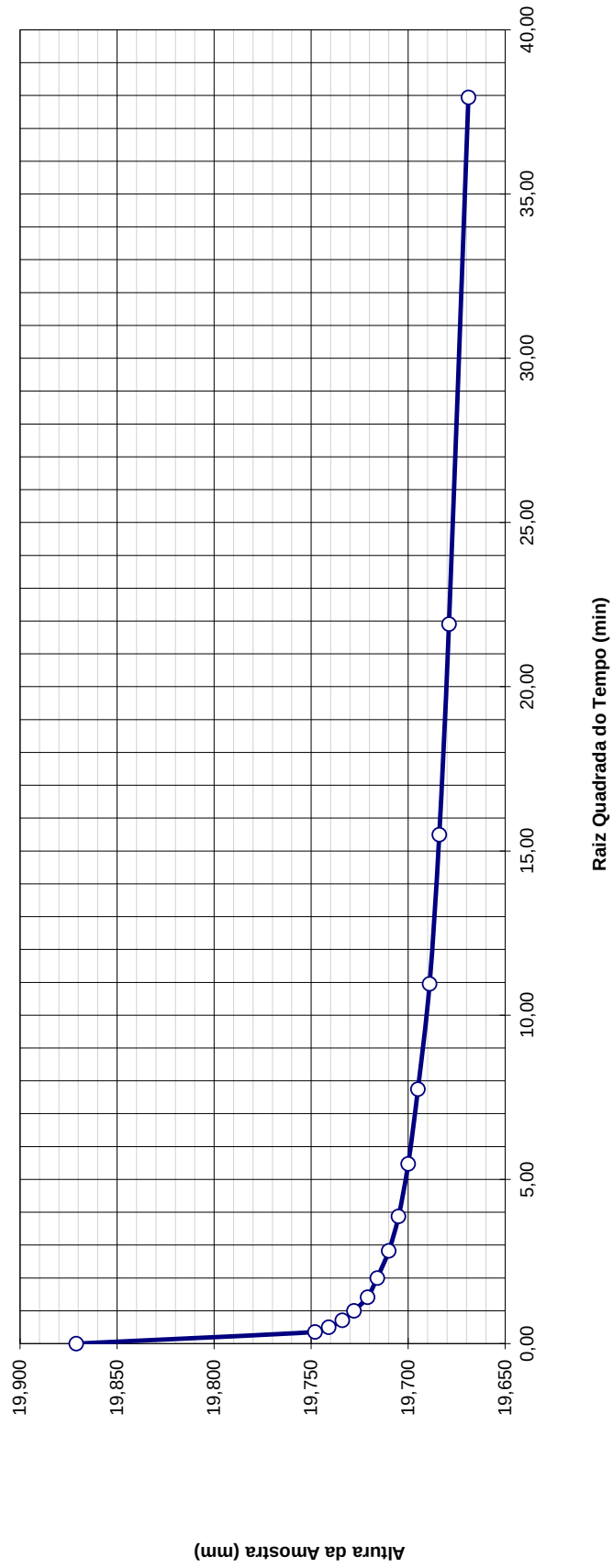
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

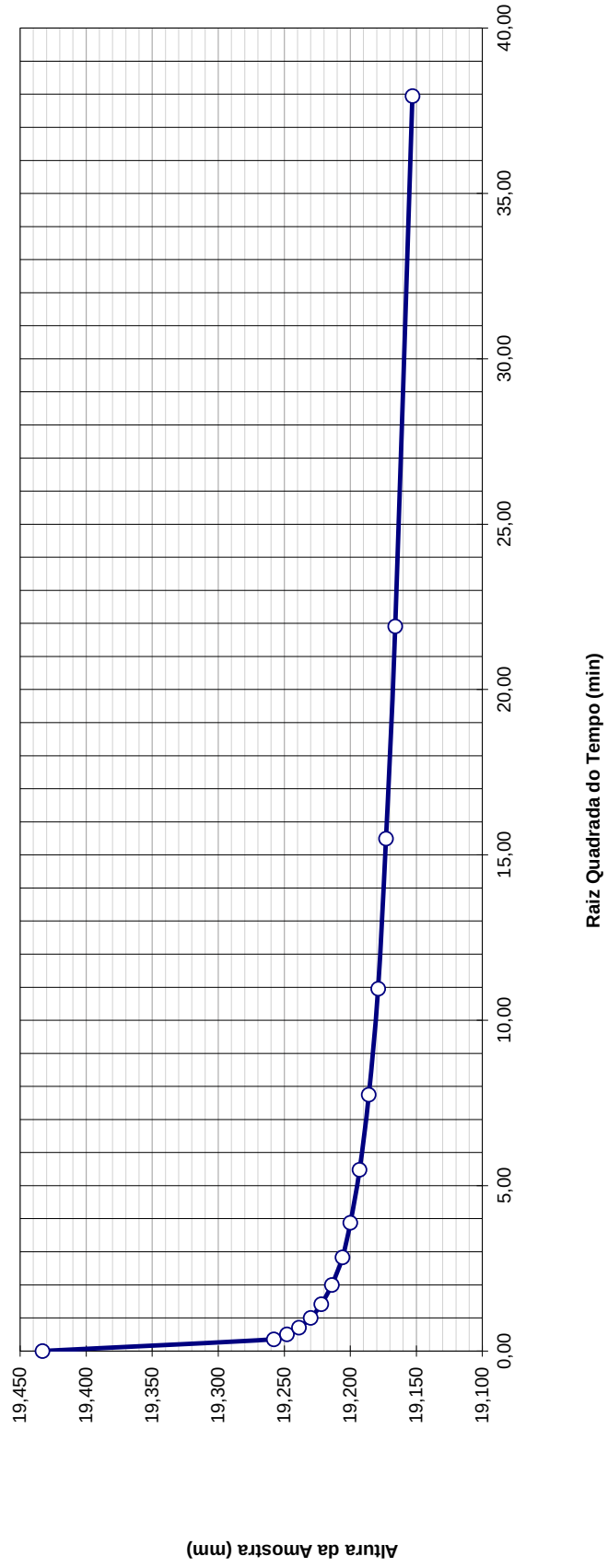
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

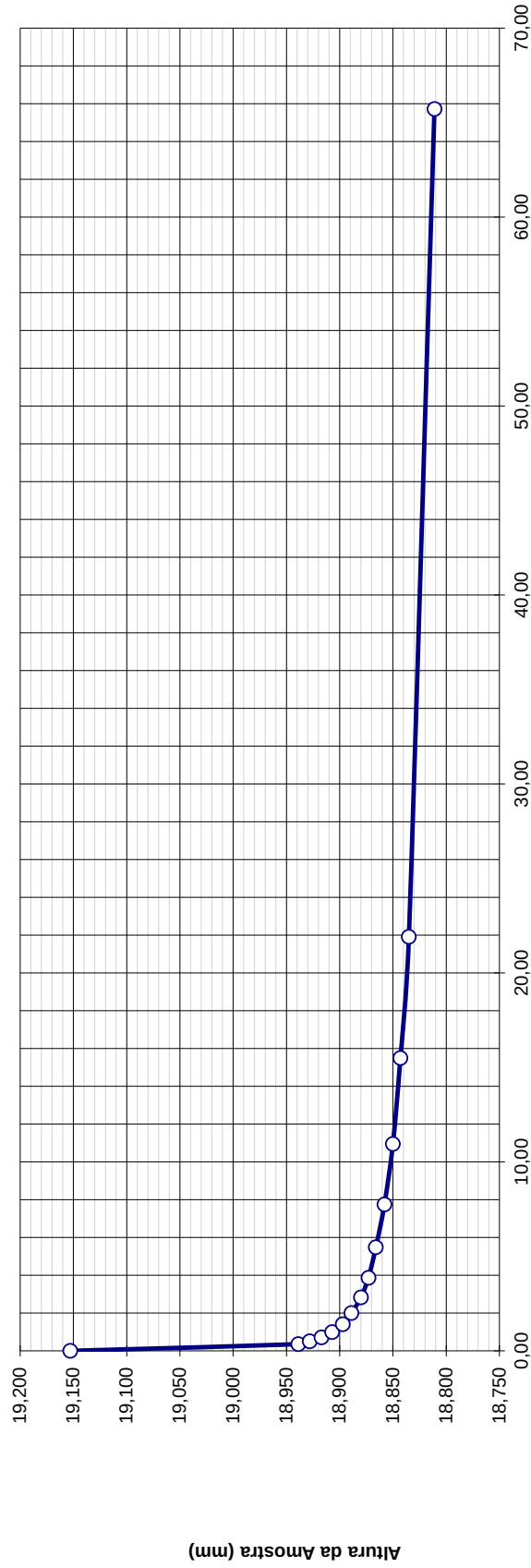
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

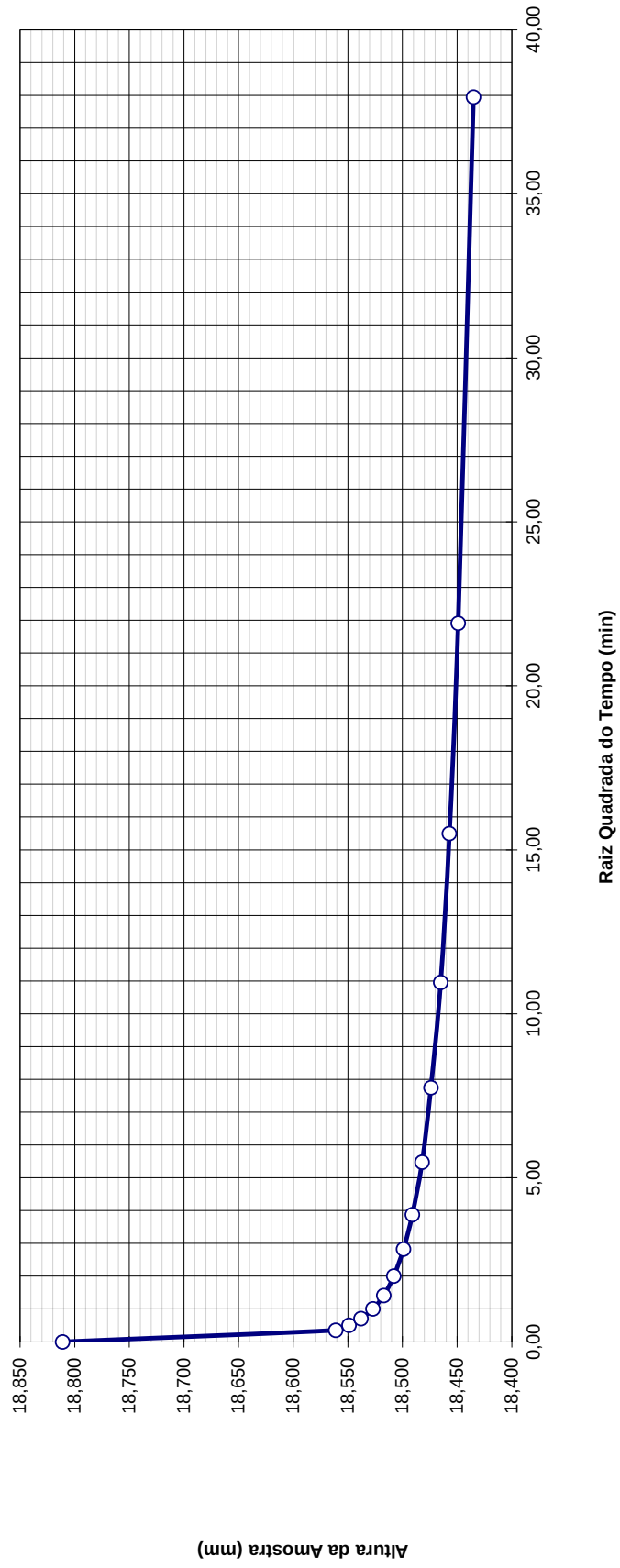
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

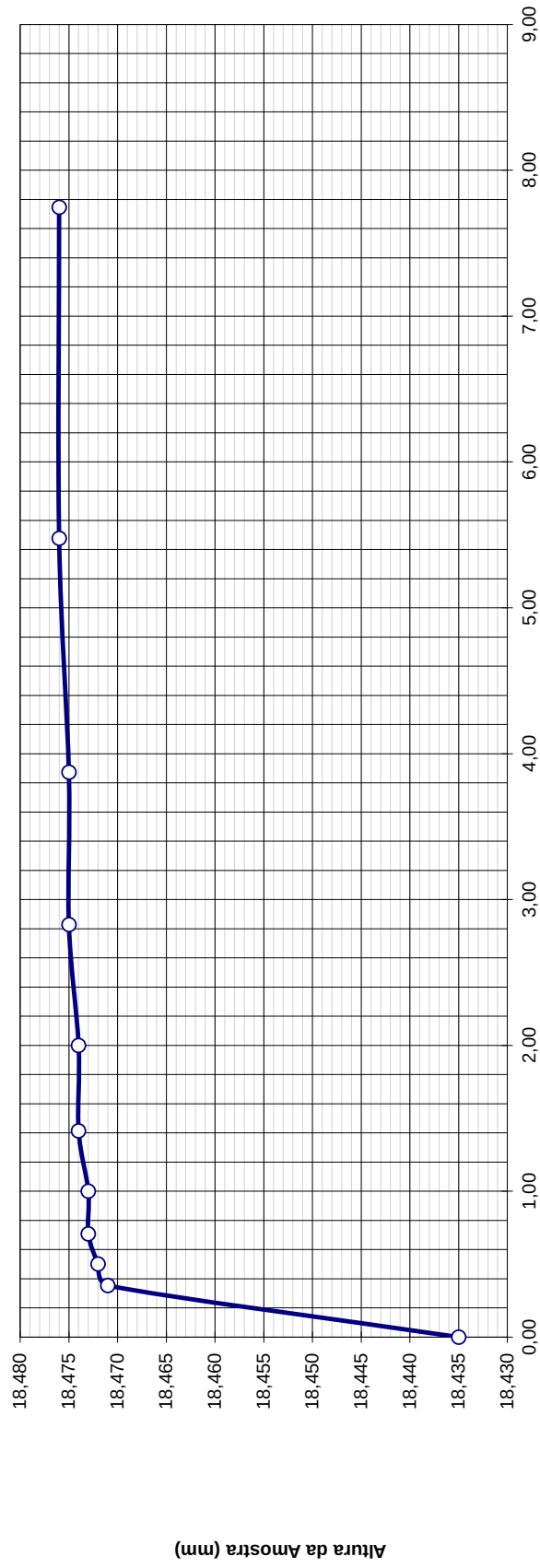
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

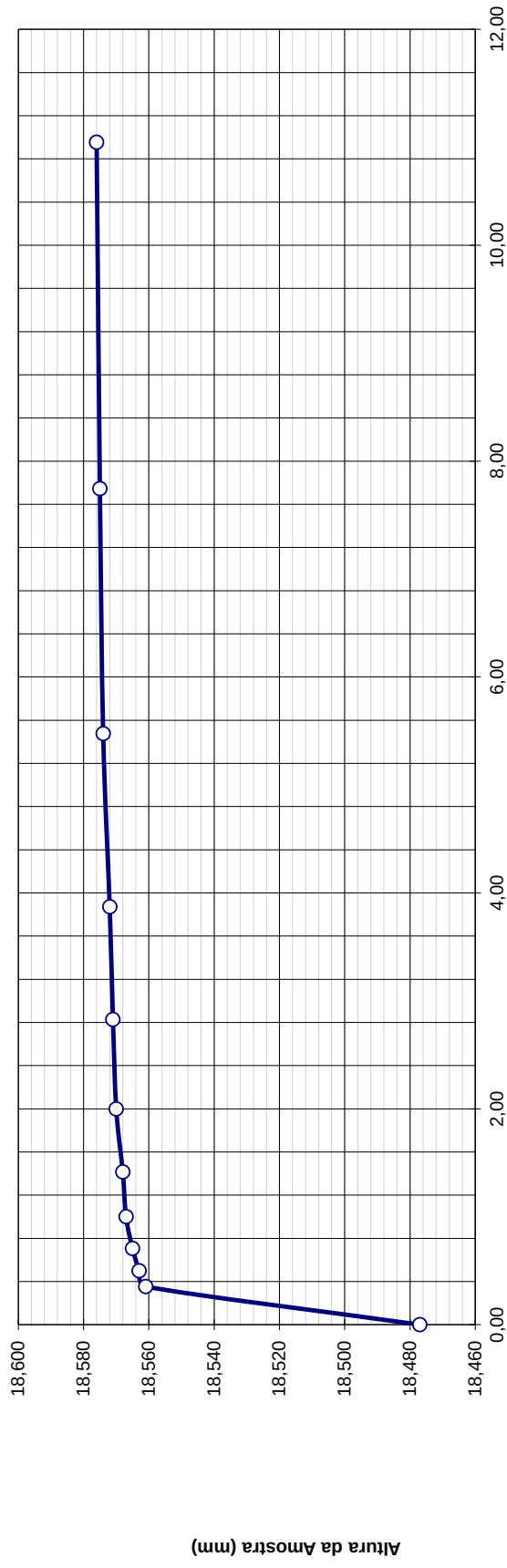
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
ABNT NBR 12007:1990	

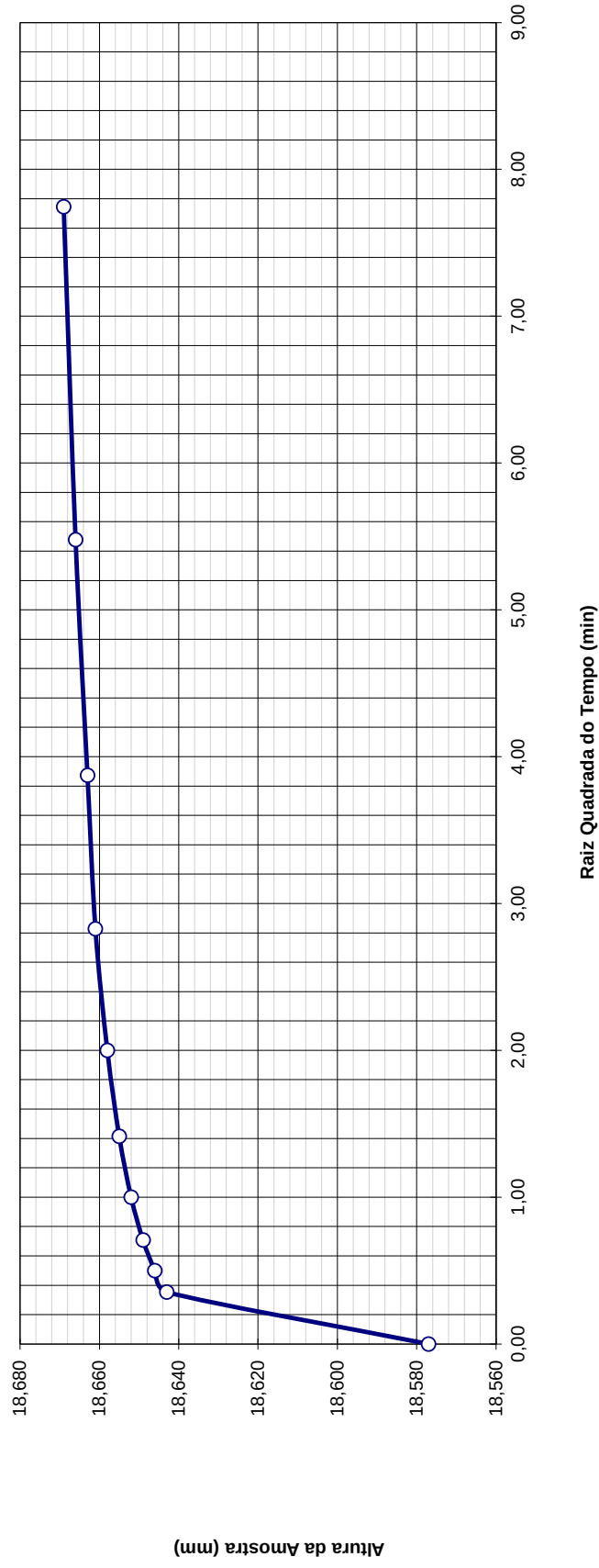
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	28/03/2019
REGISTRO DA AMOSTRA:	2.0058.19
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	Jacke
TENSÃO NORMAL (kPa):	160



Raiz Quadrada do Tempo (min)

	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0058.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>

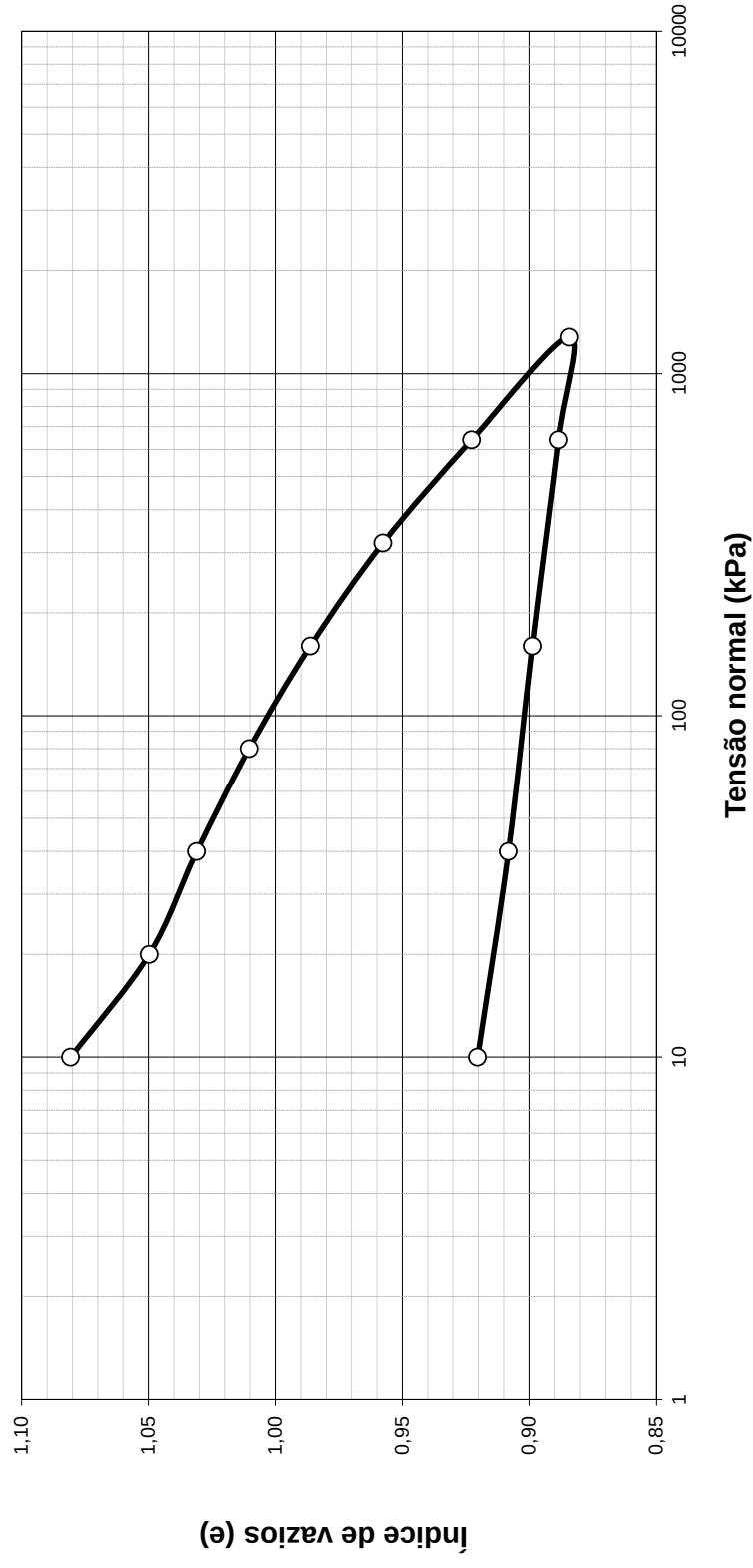


Raiz Quadrada do Tempo (min)

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0058.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke





ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL

ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

DADOS :

Anel de Moldagem	AAN-040	
Diâmetro do anel (cm)	5,01	
Altura do anel (cm)	2,05	
Volume do anel (cm³)	40,39	

Número da Balança	BAL - 002
Massa do anel (g)	60,31
Massa do anel + solo (g) Inicial	147,04
Massa do anel + solo (g) Final	147,92

TEOR DE UMIDADE INICIAL :

Número da cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
568	21,07	98,32	90,38	11,46
663	21,88	100,87	92,94	11,16
679	20,29	111,99	102,85	11,07
Teor de umidade (%)				11,2

ÍNDICES FÍSICOS :

Massa específica úmida inicial (v_i)	2,15
Massa específica seca inicial (v_n)	1,93
Índice de vazios inicial (e_0)	0,53
Altura de sólidos (H_s)	1,34
Massa específica dos grãos (ρ_{cm^3})	2,96
Grau de saturação inicial (Si)	62,3
Grau de saturação final (Sf)	88,6

QUADRO DE LEITURAS

Tensão de Ensaio (kPa)		Pré-Carga 2 ou 5		10	20	40	80	160	320	640	1280	640	160	40	10
		Data	28/03/19	29/03/19	01/04/19	02/04/19	03/04/19	04/04/19	05/04/19	06/04/19	07/04/19	08/04/19	09/04/19	09/04/19	09/04/19
Tempo Decorrido		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura		Leitura	
		dia	hora	min.	seg.	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)	Vertical (mm)
					0	0	0	-0,04	-0,16	-0,34	-0,55	-0,75	-0,96	-1,15	-1,48
					8	0	0	-0,01	-0,09	-0,26	-0,49	-0,75	-0,96	-1,15	-1,41
					15	0	0	-0,01	-0,09	-0,27	-0,51	-0,70	-0,91	-1,15	-1,41
					30	0	0	-0,01	-0,1	-0,28	-0,51	-0,70	-0,91	-1,16	-1,41
					1		0	-0,01	-0,1	-0,29	-0,52	-0,71	-0,92	-1,17	-1,41
					2		0	-0,02	-0,11	-0,3	-0,52	-0,71	-0,92	-1,17	-1,41
					4		0	-0,02	-0,11	-0,31	-0,52	-0,72	-0,93	-1,18	-1,41
					8		0	-0,02	-0,11	-0,31	-0,53	-0,72	-0,93	-1,18	-1,41
					15		0	-0,02	-0,12	-0,31	-0,53	-0,73	-0,94	-1,19	-1,41
					30		0	-0,02	-0,12	-0,32	-0,53	-0,73	-0,94	-1,19	-1,41
					1		0	-0,03	-0,12	-0,32	-0,54	-0,73	-0,94	-1,19	-1,41
					2		0	-0,03	-0,13	-0,33	-0,54	-0,74	-0,95	-1,20	-1,41
					4		0	-0,03	-0,13	-0,33	-0,54	-0,74	-0,95	-1,20	-1,41
					8		0	-0,04	-0,14	-0,33	-0,55	-0,74	-0,96	-1,21	-1,41
					1		0	-0,04	-0,14	-0,34	-0,55	-0,76	-0,96	-1,21	-1,41
					2		0		-0,14			-1,21			
					3		0		-0,16			-1,24			
					4		0								

Teor de umidade ao final do último carregamento (h_t):

Número de cápsula	Massa da cápsula vazia (g)	Massa da cápsula mais solo úmido (g)	Massa da cápsula mais solo seco (g)	Teor de umidade (%)
676	21,56	109,83	99,59	13,1

Observações:

Observações:	
Executante	Jacke
Conferente	Joubert

DOC LGEO - 029

Data: Jul/2018

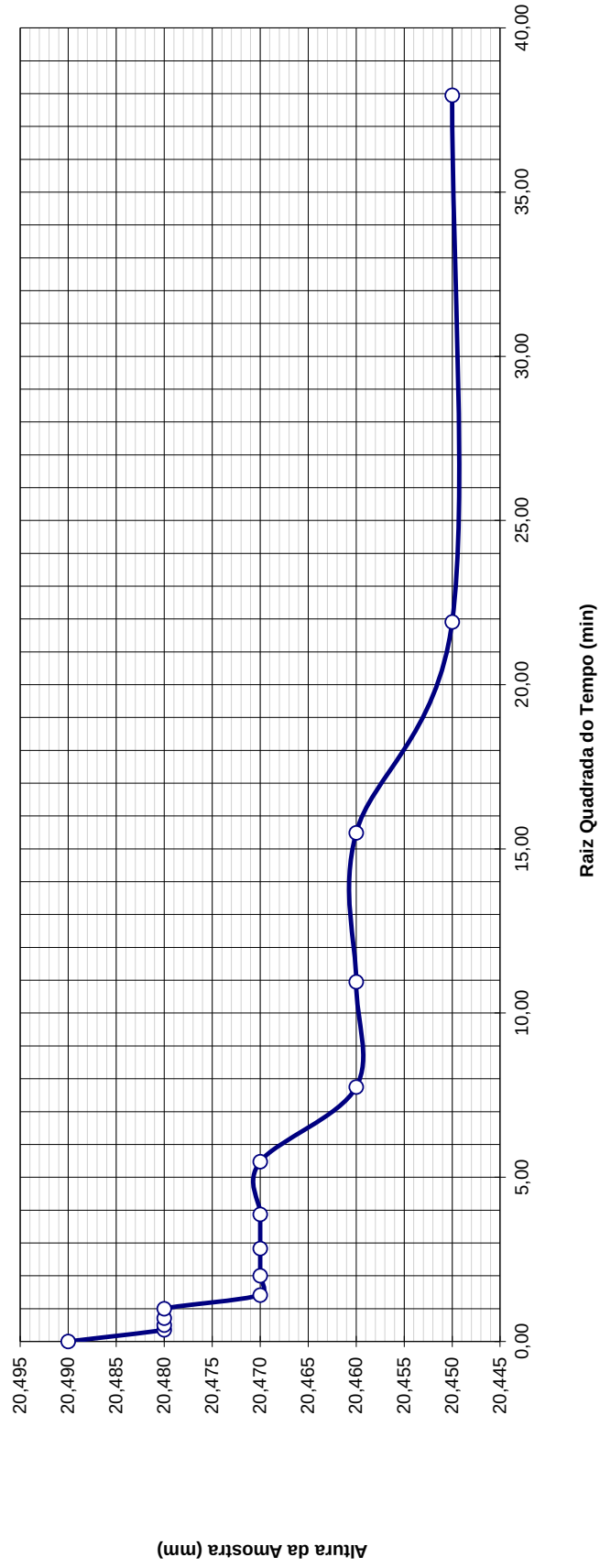
Revisão: 0

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke

TENSÃO NORMAL (kPa): 10



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :

28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA:

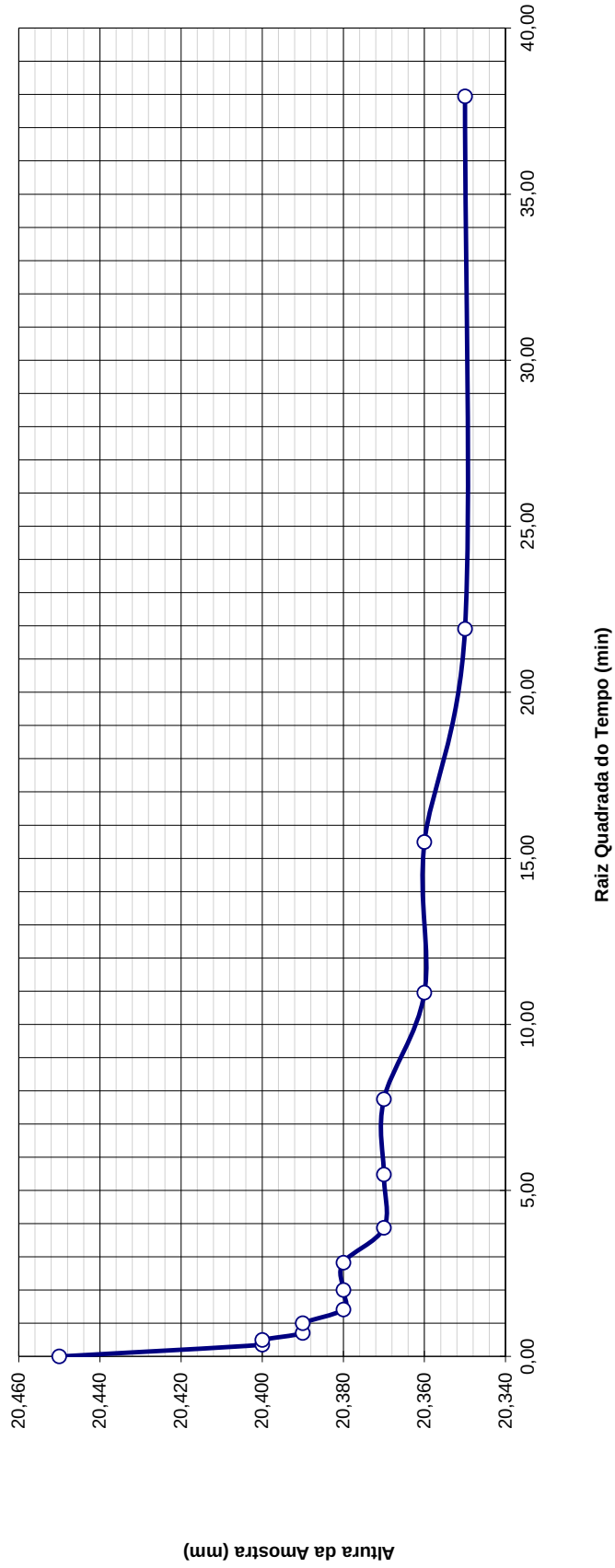
2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:

Jacke

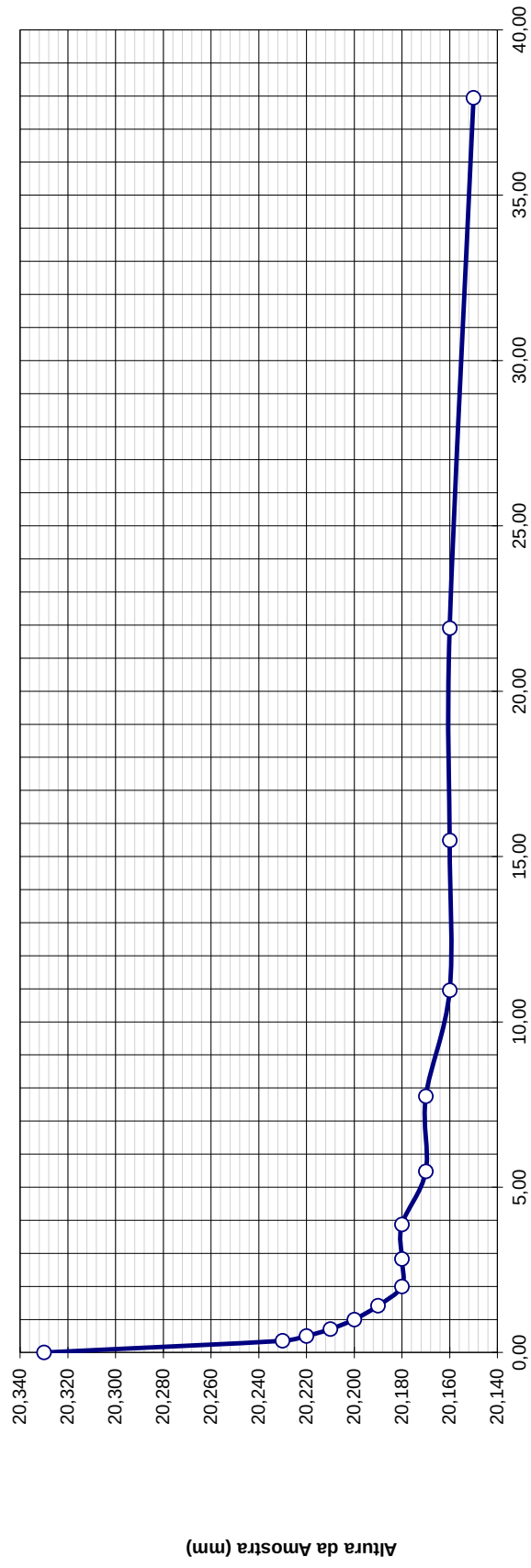
TENSÃO NORMAL (kPa):

20



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

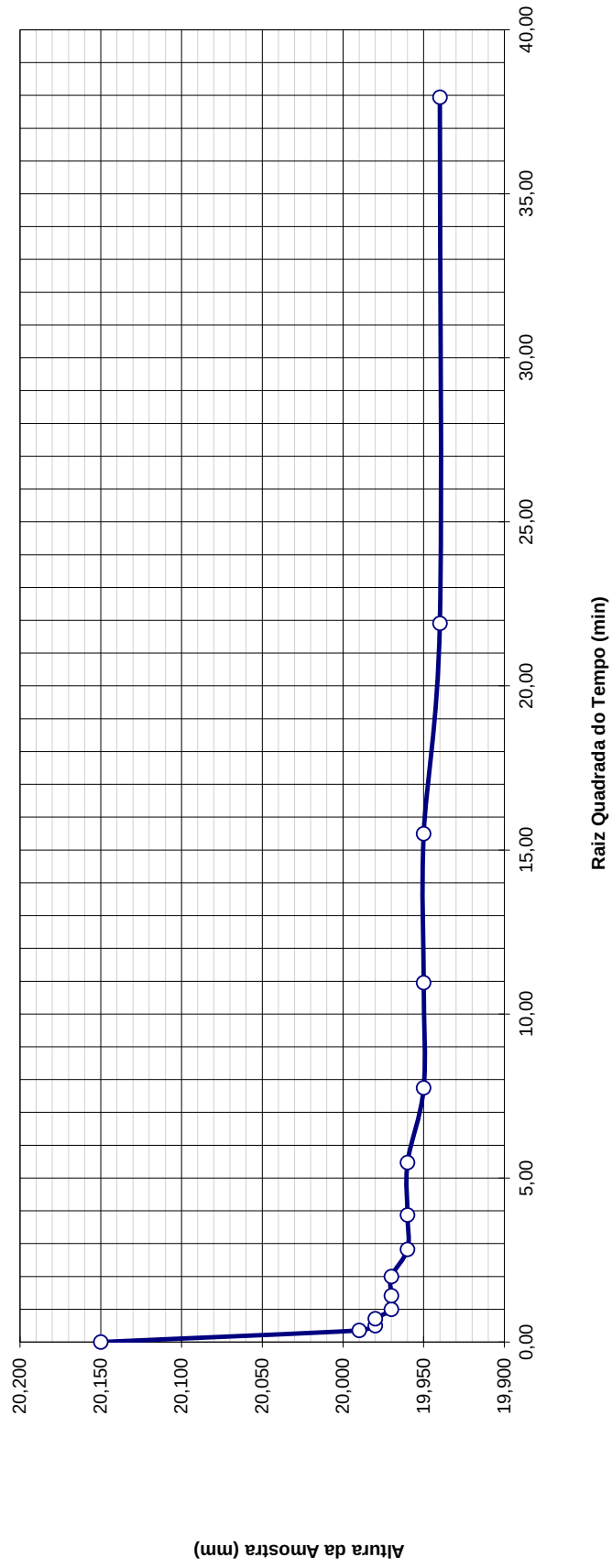
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

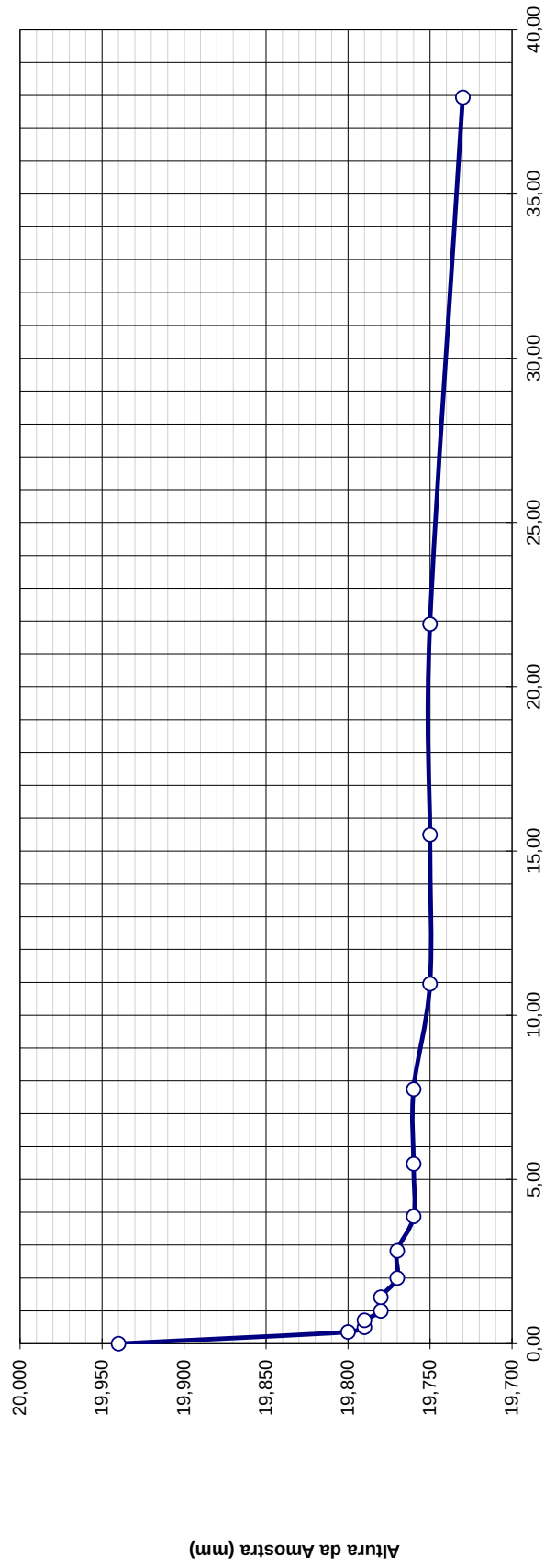
 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>80</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

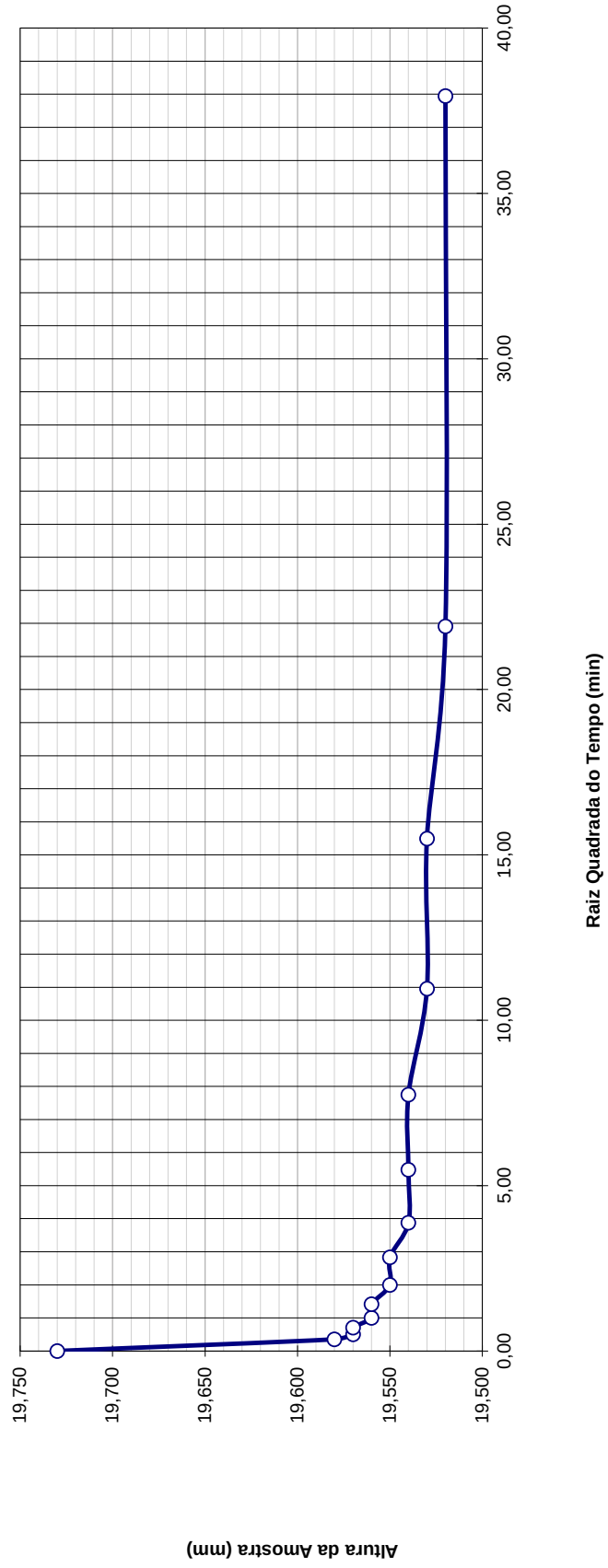
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

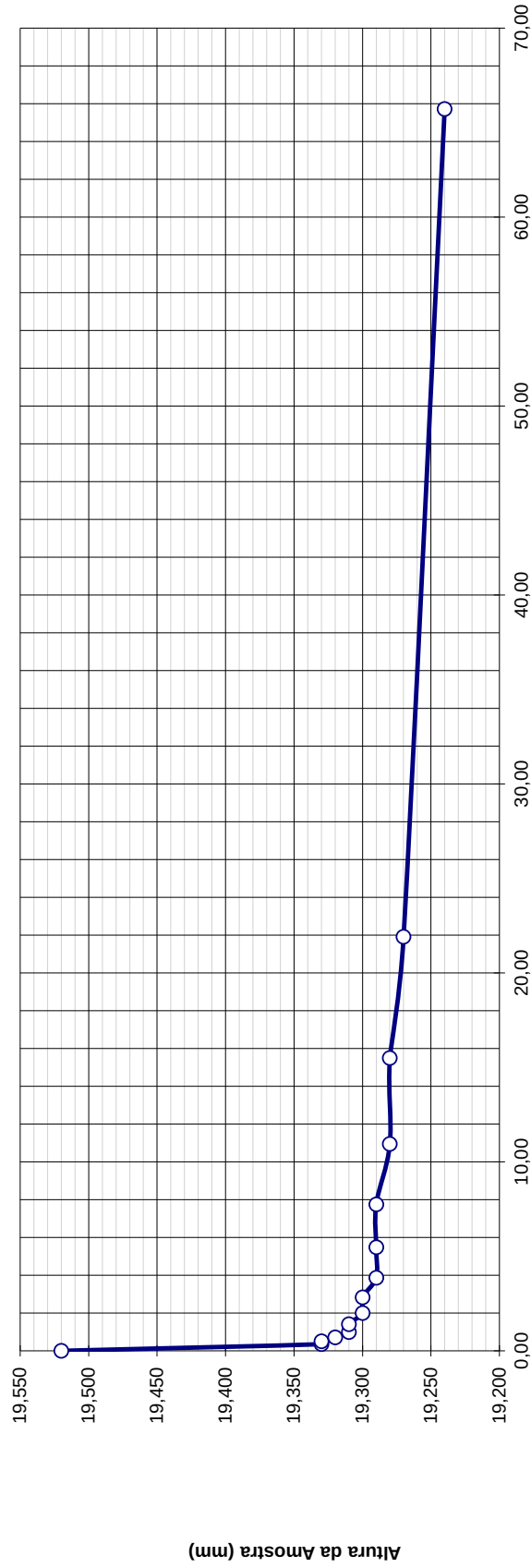
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>320</u>



	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

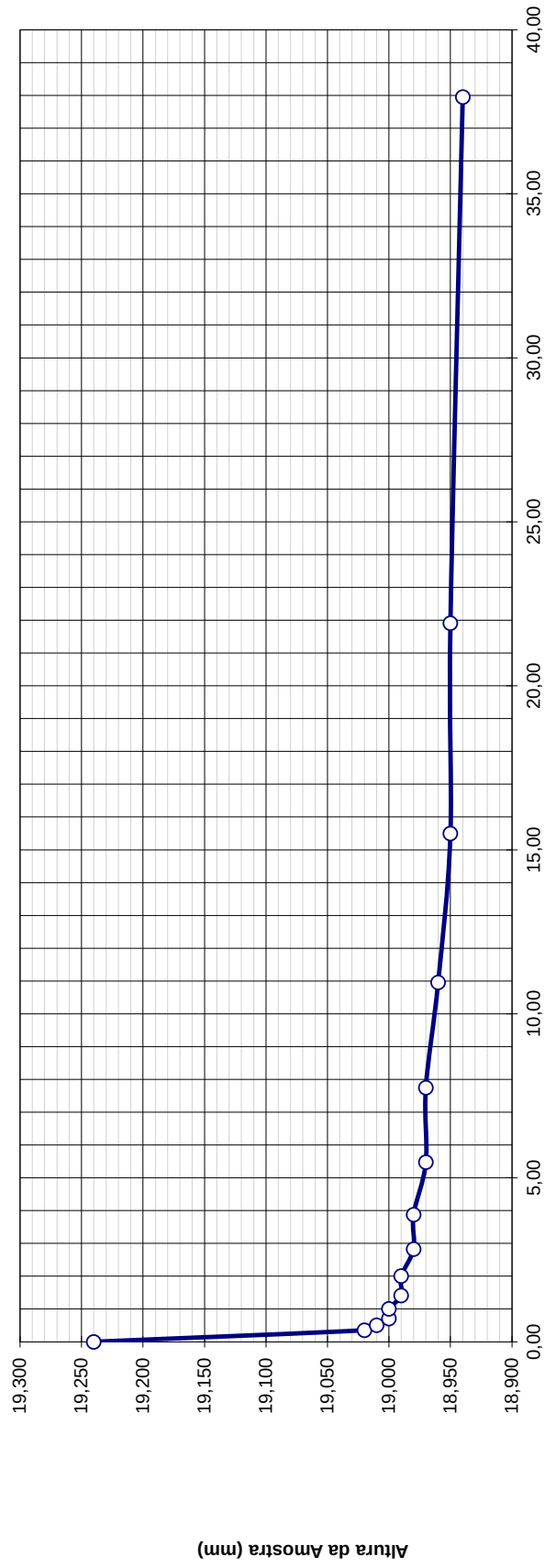
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

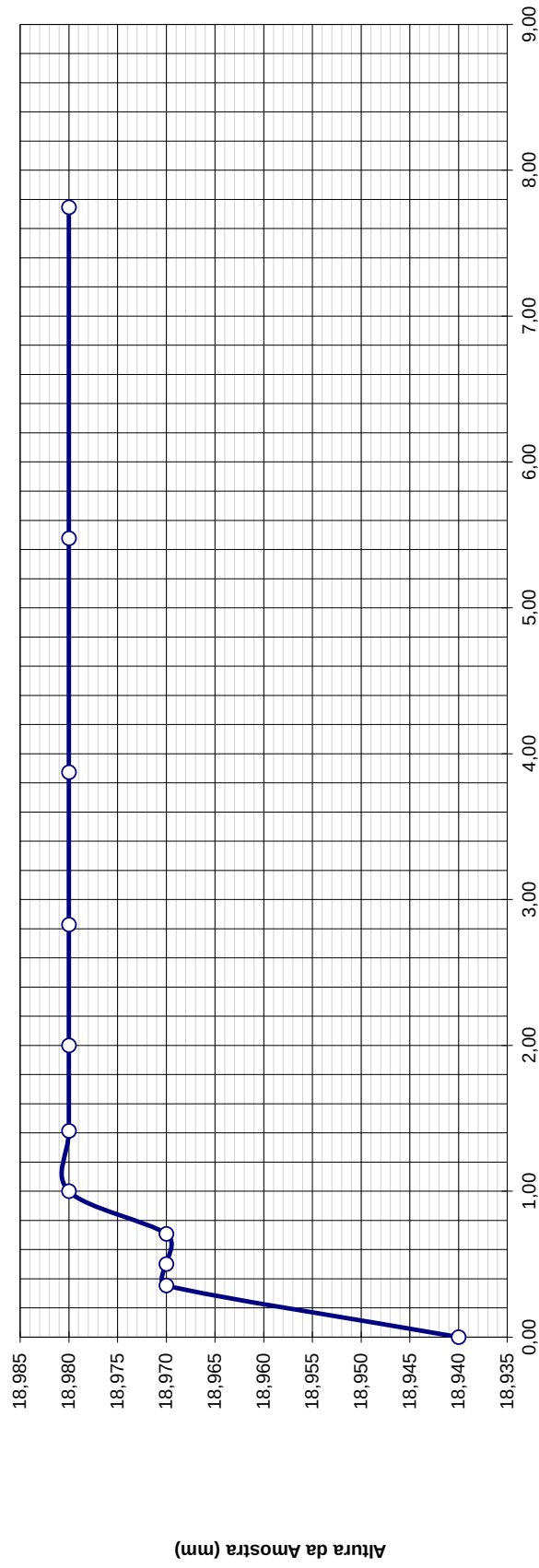
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>1280</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

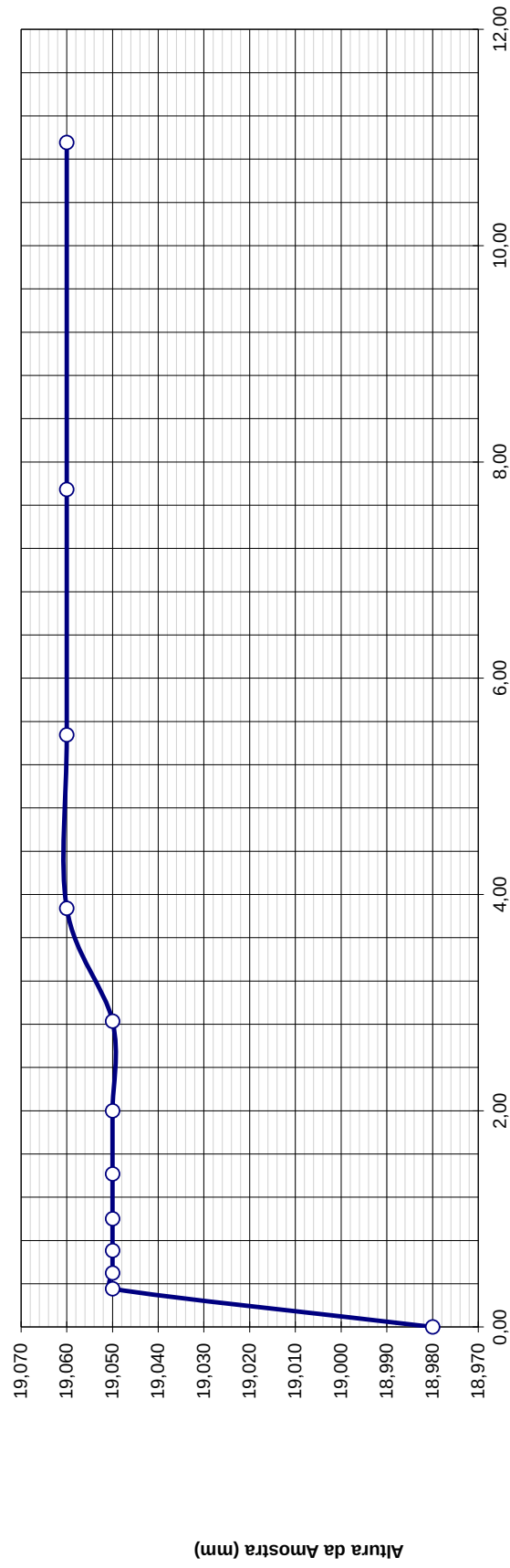
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>640</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

 INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL	
	ABNT NBR 12007:1990	

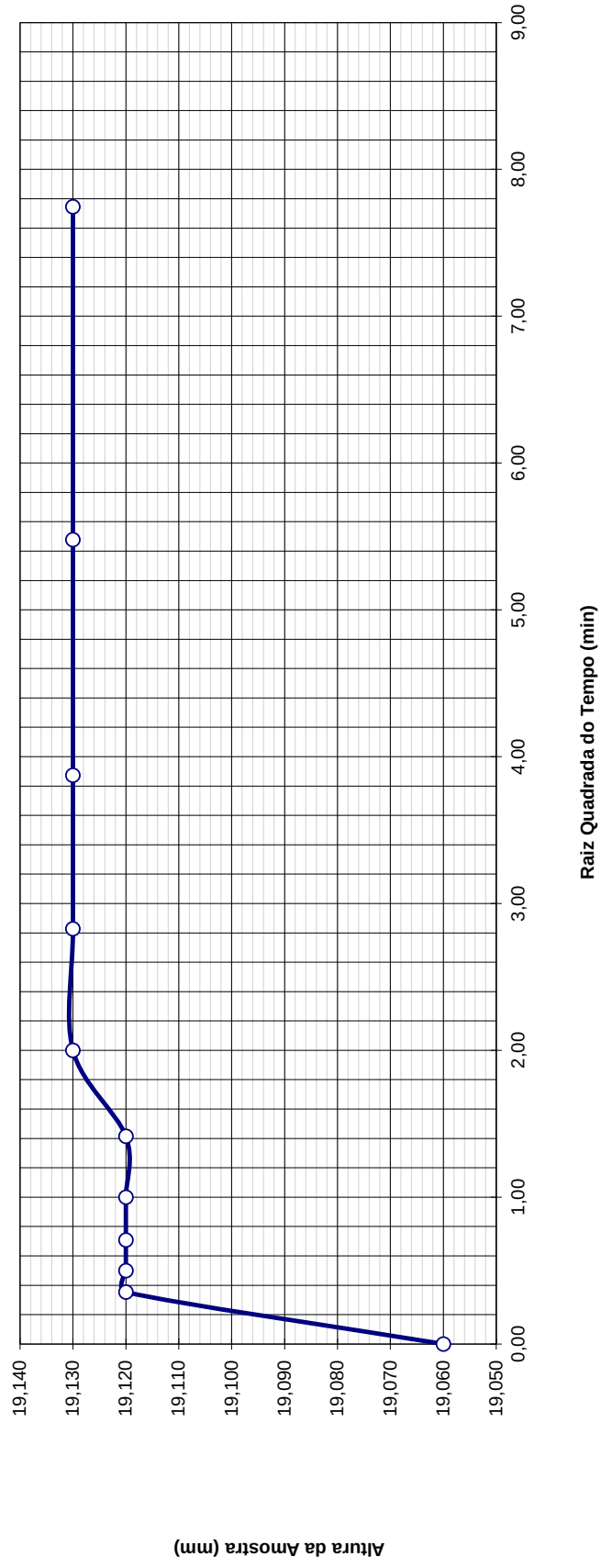
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>160</u>



Raiz Quadrada do Tempo (min)

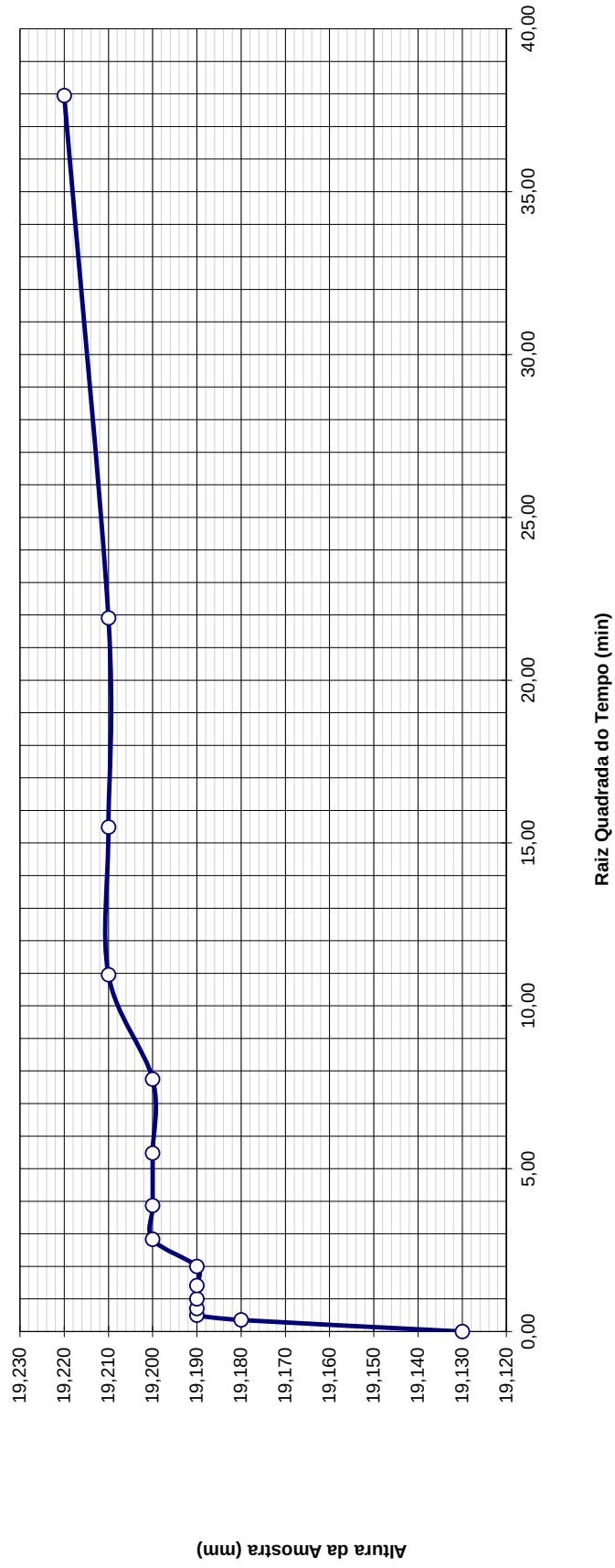
 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>40</u>



 lactec INOVADORES POR NATUREZA	ADENSAMENTO UNIDIMENSIONAL
	ABNT NBR 12007:1990

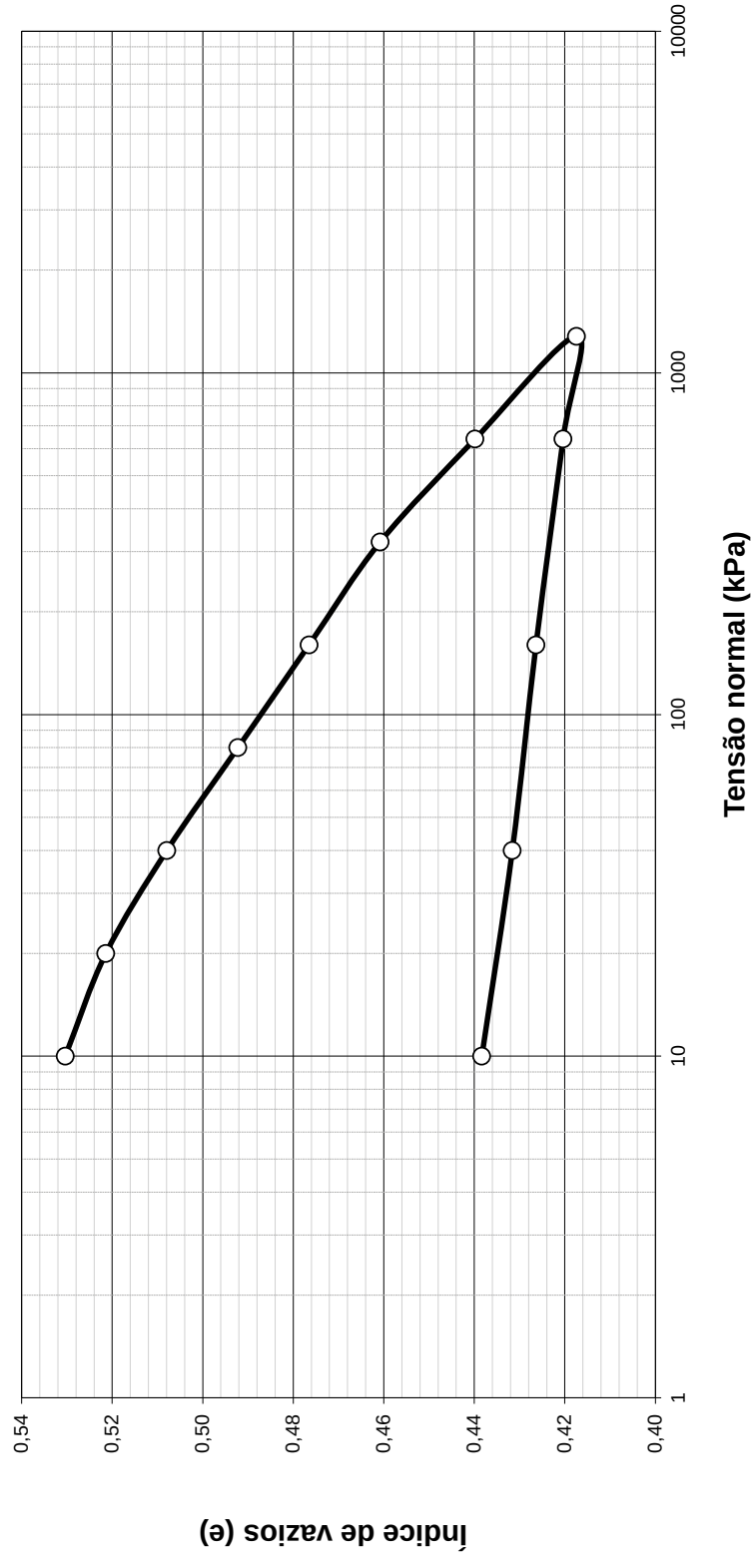
DATA DO INÍCIO DO ENSAIO :	<u>28/03/2019</u>
REGISTRO DA AMOSTRA:	<u>2.0059.19</u>
RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO:	<u>Jacke</u>
TENSÃO NORMAL (kPa):	<u>10</u>



DATA DO INÍCIO DO ENSAIO : 28/03/2019

REGISTRO DA AMOSTRA: 2.0059.19

RESPONSÁVEL PELA EXECUÇÃO: Jacke



APÊNDICE J – ERODIBILIDADE DAS AMOSTRAS DE REJEITO CALCULADAS A PARTIR DA EQUAÇÃO DE WISCHMEIER; SMITH (1978)

Tabela 1 – Distribuição granulométrica das amostras de rejeito depositado coletadas ao longo do Compartimento 1, com os respectivos valores de erodibilidade (fator K da RUSLE 1) calculados a partir da equação de Wischmeier; Smith (1978). O valor médio de K entre as amostras foi de 0,0792 (t ha^{-1}) ($(\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1})^{-1}$).

Ponto	Argila	Silte	AT	AG	AF	M	Estrut. (K _b)	Classe textura	Perm. (K _c)	MO (K _a)	K
	----- % -----									%	(t ha ⁻¹) ((MJ ha ⁻¹) (mm h ⁻¹)) ⁻¹
STS1.2	15,0	37,5	47,5	8,3	39,2	6518	4	arenoso	2	0,28	0,0773
STS1.3	13,8	40,0	46,3	7,2	39,0	6816	4	arenoso	2	0,28	0,0810
STS1.4	15,0	41,3	43,8	5,9	37,8	6722	4	arenoso	2	0,29	0,0798
STS1.4	15,0	42,5	42,5	6,7	35,8	6657	4	arenoso	2	0,28	0,0790
STS1.5	13,8	38,8	47,5	9,3	38,2	6640	4	arenoso	2	0,29	0,0788
STS2.2	13,8	41,3	45,0	6,9	38,1	6840	4	arenoso	2	0,28	0,0813
STS2.2	15,0	41,3	43,8	7,8	35,9	6560	4	arenoso	2	0,31	0,0776
STS2.3	15,0	40,0	45,0	6,4	38,6	6682	4	arenoso	2	0,29	0,0793
STS2.3	17,5	37,5	45,0	7,6	37,4	6178	4	média	3	0,31	0,0761
STS2.4	15,0	42,5	42,5	6,4	36,1	6685	4	arenoso	2	0,28	0,0794
STS2.4	12,5	38,8	48,8	6,4	42,3	7093	4	arenoso	2	0,28	0,0846
STS2.5	13,8	41,3	45,0	6,6	38,4	6869	4	arenoso	2	0,29	0,0817
STS3.2	17,5	37,5	45,0	11,6	33,4	5845	4	média	3	0,30	0,0721
STS3.2	17,5	32,5	50,0	16,4	33,6	5453	4	média	3	0,30	0,0672
STS3.3	15,0	36,3	48,8	11,6	37,1	6235	4	arenoso	2	0,29	0,0737
STS3.3	15,0	32,5	52,5	14,5	38,0	5992	4	arenoso	2	0,29	0,0706
STS3.4	12,5	47,5	40,0	7,1	32,9	7035	4	arenoso	2	0,30	0,0837
STS3.4	15,0	41,3	43,8	6,4	37,3	6679	4	arenoso	2	0,29	0,0792
STS3.5	17,5	27,5	55,0	16,8	38,2	5424	4	média	3	0,24	0,0672
STS3.5	17,5	30,0	52,5	9,3	43,2	6037	4	média	3	0,31	0,0744
STS4.2	16,3	46,3	37,5	4,3	33,2	6651	4	média	3	0,28	0,0822
STS4.2	18,8	42,5	38,8	4,4	34,4	6244	4	média	3	0,28	0,0771
STS4.3	15,0	45,0	40,0	5,1	34,9	6789	4	arenoso	2	0,29	0,0807
STS4.3	15,0	43,8	41,3	5,1	36,2	6794	4	arenoso	2	0,28	0,0808
STS4.4	13,8	40,0	46,3	6,8	39,4	6852	4	arenoso	2	0,30	0,0813
STS4.4	15,0	43,8	41,3	4,7	36,6	6829	4	arenoso	2	0,29	0,0812
STS4.5	13,8	45,0	41,3	4,9	36,3	7016	4	arenoso	2	0,30	0,0835
STS4.5	16,3	41,3	42,5	6,0	36,5	6515	4	média	3	0,28	0,0805
STS5.2	16,3	40,0	43,8	5,7	38,1	6538	4	média	3	0,22	0,0812
STS5.2	15,0	38,8	46,3	6,4	39,9	6684	4	arenoso	2	0,22	0,0797
STS5.3	16,3	42,5	41,3	5,1	36,1	6583	4	média	3	0,23	0,0817
STS5.3	15,0	43,8	41,3	5,4	35,8	6764	4	arenoso	2	0,24	0,0807
STS5.4	12,5	45,0	42,5	6,0	36,5	7133	4	arenoso	2	0,25	0,0853
STS5.4	13,8	47,5	38,8	3,2	35,5	7160	4	arenoso	2	0,22	0,0858

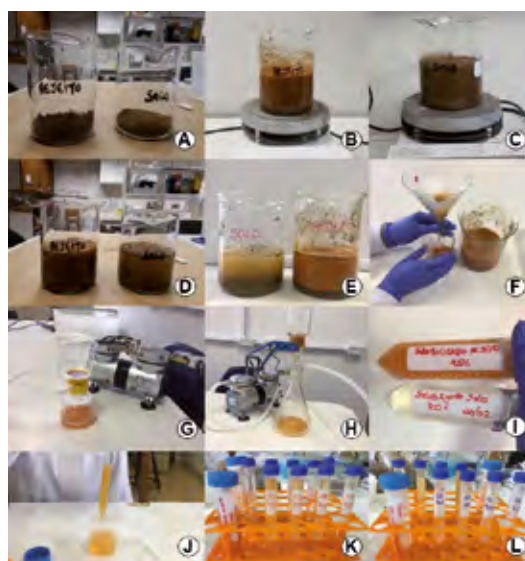
Ponto	Argila	Silte	AT	AG	AF	M	Estrut. (K _b)	Classe textura	Perm. (K _c)	MO (K _a)	K
	----- % -----									%	(t ha ⁻¹) ((MJ ha ⁻¹) (mm h ⁻¹)) ⁻¹
STS5.5	8,8	37,5	53,8	6,3	47,4	7750	5	arenoso	2	0,23	0,0976
STS5.5	15,0	41,3	43,8	5,7	38,0	6739	4	arenoso	2	0,22	0,0805
STS6.2	15,0	41,3	43,8	5,4	38,3	6766	4	arenoso	2	0,23	0,0807
STS6.2	13,8	16,3	70,0	9,1	60,9	6652	4	arenoso	2	0,29	0,0789
STS6.3	13,8	43,8	42,5	5,7	36,8	6950	4	arenoso	2	0,28	0,0827
STS6.3	11,3	30,0	58,8	19,0	39,8	6193	4	arenoso	2	0,29	0,0731
STS6.4	13,8	40,0	46,3	8,9	37,3	6670	4	arenoso	2	0,31	0,0790
STS6.4	13,8	42,5	43,8	6,5	37,2	6878	4	arenoso	2	0,29	0,0818
STS6.5	12,5	42,5	45,0	8,4	36,6	6918	4	arenoso	2	0,28	0,0823
STS7.2	15,0	42,5	42,5	6,7	35,8	6658	4	arenoso	2	0,29	0,0790
STS7.2	15,0	45,0	40,0	5,1	34,9	6792	4	arenoso	2	0,28	0,0807
STS7.3	15,0	40,0	45,0	6,8	38,2	6649	4	arenoso	2	0,30	0,0788
STS7.3	15,0	41,3	43,8	6,3	37,5	6693	4	arenoso	2	0,29	0,0794
STS7.5	16,3	37,5	46,3	15,0	31,2	5758	4	média	3	0,30	0,0710
STS7.5	15,0	43,8	41,3	5,1	36,1	6790	4	arenoso	2	0,28	0,0807
STS8.3	10,0	20,0	70,0	26,5	43,5	5719	5	arenoso	2	0,30	0,0715
STS8.3	13,8	36,3	50,0	12,5	37,5	6357	4	arenoso	2	0,29	0,0752
STS8.5	13,8	27,5	58,8	17,4	41,4	5941	4	arenoso	2	0,31	0,0699
STS9.2	16,3	41,3	42,5	5,8	36,7	6532	4	média	3	0,29	0,0807
STS9.2	15,0	42,5	42,5	5,8	36,7	6730	4	arenoso	2	0,29	0,0799
STS9.3	15,0	43,8	41,3	6,3	35,0	6690	4	arenoso	2	0,31	0,0793
STS9.3	15,0	41,3	43,8	5,8	37,9	6730	4	arenoso	2	0,29	0,0799
STS9.4	13,8	43,8	42,5	7,1	35,4	6824	4	arenoso	2	0,29	0,0811
STS9.4	16,3	43,8	40,0	9,1	30,9	6250	4	média	3	0,29	0,0772
STS9.5	15,0	42,5	42,5	8,2	34,3	6531	4	arenoso	2	0,28	0,0774
STS9.5	12,5	45,0	42,5	6,2	36,3	7116	4	arenoso	2	0,28	0,0848
STS10.3	16,3	37,5	46,3	10,4	35,9	6147	4	média	3	0,30	0,0758
STS10.3	13,8	42,5	43,8	6,4	37,3	6883	4	arenoso	2	0,30	0,0818
STS10.4	16,3	42,5	41,3	6,0	35,3	6516	4	média	3	0,29	0,0804

APÊNDICE K – DETALHES DOS PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS DA AVALIAÇÃO DE CITOTENOTOXICIDADE DO REJEITO E SOLO CONTROLE

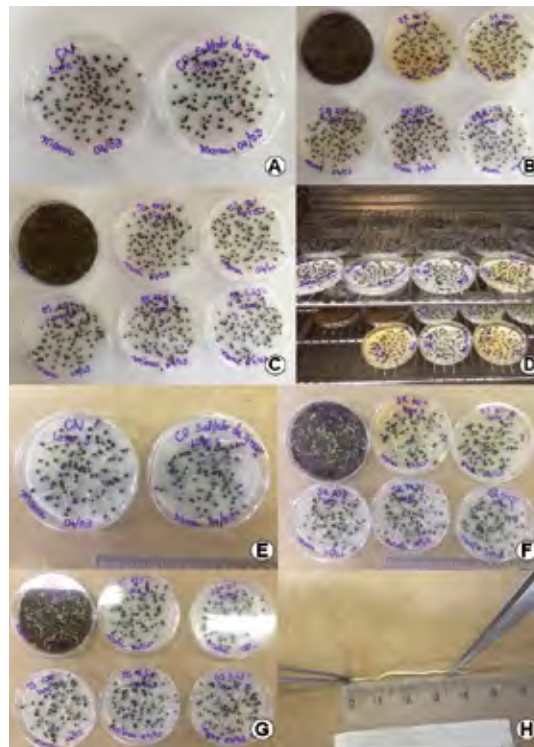
Apêndice K – Tabela 1. Preparo das diferentes diluições dos extratos aquosos (solubilizado) de rejeito e solo.

SOLUBILIZADO	PREPARO
Solubilizado 100%	Extrato solubilizado puro
Solubilizado 50%	15 mL de solubilizado 100% + 15 mL de água ultrapura
Solubilizado 25%	15 mL de solubilizado 50% + 15 mL de água ultrapura
Solubilizado 12,5%	15 mL de solubilizado 25% + 15 mL de água ultrapura
Solubilizado 6,25%	15 mL de solubilizado 12,5% + 15 mL de água ultrapura

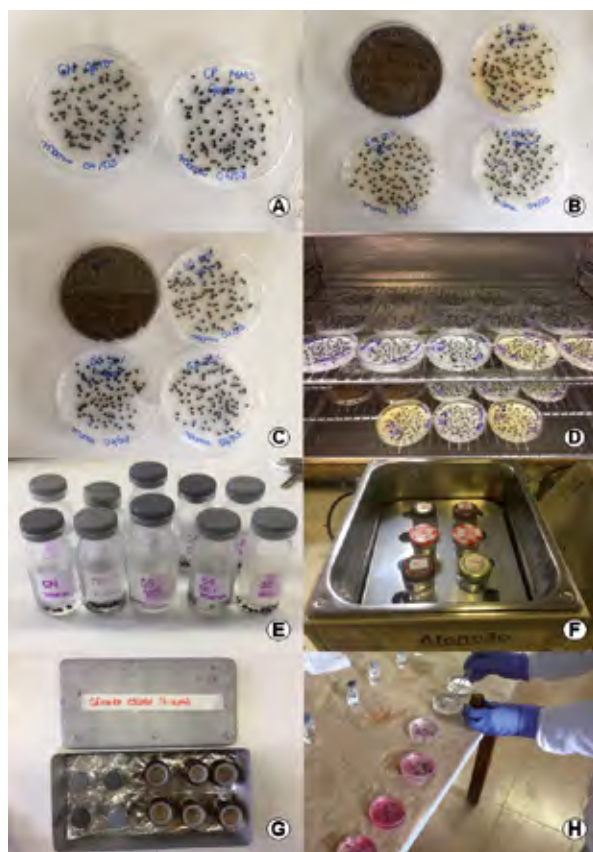
Apêndice K – Figura 1– Imagens do preparo dos extratos aquosos (solubilizado) de rejeito e solo. **(A)** 125 g de rejeito e solo antes da adição de água; **(B)** Rejeito em agitador magnético após a adição de 500 mL de água; **(C)** Solo em agitador magnético após a adição de 500 mL de água; **(D)** Rejeito e solo após 5 minutos de agitação; **(E)** Solo e rejeito após decantação de 7 dias; **(F)** Filtração em papel filtro qualitativo; **(G)** Filtração do rejeito em membrana de 0,45 µm; **(H)** Filtração do solo em membrana de 0,45 µm; **(I)** Extratos solubilizados de rejeito e solo após filtração; **(J)** Diluição seriada; **(K)** Solubilizados de rejeito 100, 50, 25, 12,5 e 6,25%-v/v; **(L)** Solubilizados de solo 100, 50, 25, 12,5 e 6,25%-v/v.



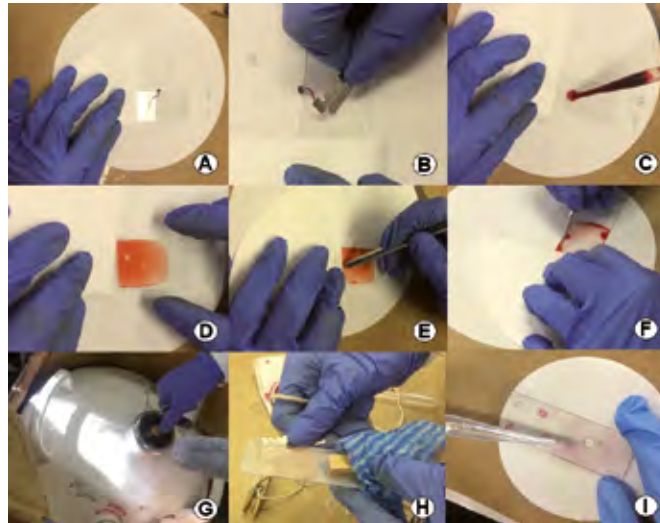
Apêndice K – Figura 2 – Teste de toxicidade em *A. cepa*. **(A)** Sementes expostas aos controles negativo (CN) e positivo (CP); **(B)** Sementes expostas ao rejeito bruto e aos solubilizados de rejeito; **(C)** Sementes expostas ao solo bruto e aos solubilizados de solo; **(D)** Placas com sementes em B.O.D. a 25°C; **(E)** Raízes germinadas nos CN e CP após 5 dias; **(F)** Raízes germinadas no rejeito bruto e nos solubilizados de rejeito após 5 dias; **(G)** Raízes germinadas no solo bruto e nos solubilizados de solo após 5 dias; **(H)** Medição de raiz.



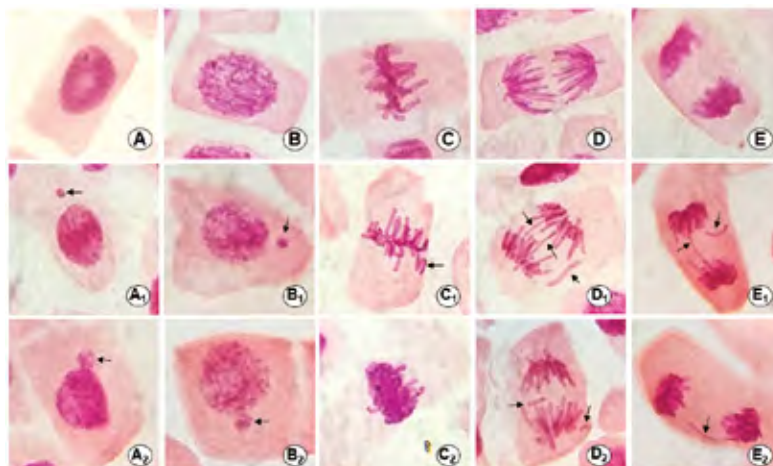
Apêndice K – Figura 3 – Teste de citotoxicidade e genotoxicidade em *A. cepa*. **(A)** Sementes expostas aos controles negativo (CN) e positivo (CP); **(B)** Sementes expostas ao rejeito bruto e aos solubilizados de rejeito; **(C)** Sementes expostas ao solo bruto e aos solubilizados de solo; **(D)** Placas com sementes em B.O.D. a 25°C; **(E)** Raízes fixadas em álcool e ácido acético (3:1–v/v); **(F)** Hidrólise das raízes com HCL 1N em banho a 60°C; **(G)** Raízes incubadas com reativo de Schiff em câmara escura; **(H)** Banhos nas raízes após 2 h de coloração com reativo de Schiff.



Apêndice K – Figura 4 – Confecção de lâminas de *A. cepa*. **(A)** Raiz de *A. cepa* corada; **(B)** Corte da região meristemática; **(C)** Adição de carmim acético 2%; **(D)** Recobrimento com lamínula; **(E)** Leve maceramento da região meristemática; **(F)** Retirada do excesso de carmim; **(G)** Fixação em nitrogênio líquido; **(H)** Retirada da lamínula; **(I)** Montagem da lâmina com Entellan.



Apêndice K – Figura 5 – Células meristemáticas de *A. cepa* normais e portadoras de anormalidades nas diferentes fases do ciclo celular. **(A)** Intérfase normal; **(A₁)** Intérfase com micronúcleo; **(A₂)** Intérfase com broto nuclear; **(B)** Prófase normal; **(B₁)** Prófase com micronúcleo; **(B₂)** Prófase com broto nuclear; **(C)** Metáfase normal; **(C₁)** Metáfase com perda cromossômica; **(C₂)** Metáfase com aderência cromossômica; **(D)** Anáfase normal; **(D₁)** Anáfase com perda e pontes cromossômicas; **(D₂)** Anáfase com quebras cromossômicas; **(E)** Telófase normal; **(E₁)** Telófase com ponte e perda cromossômica; **(E₂)** Telófase com atraso.



APÊNDICE L – ANÁLISES DE ESTABILIDADE DE TALUDE



Figura 1 – Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

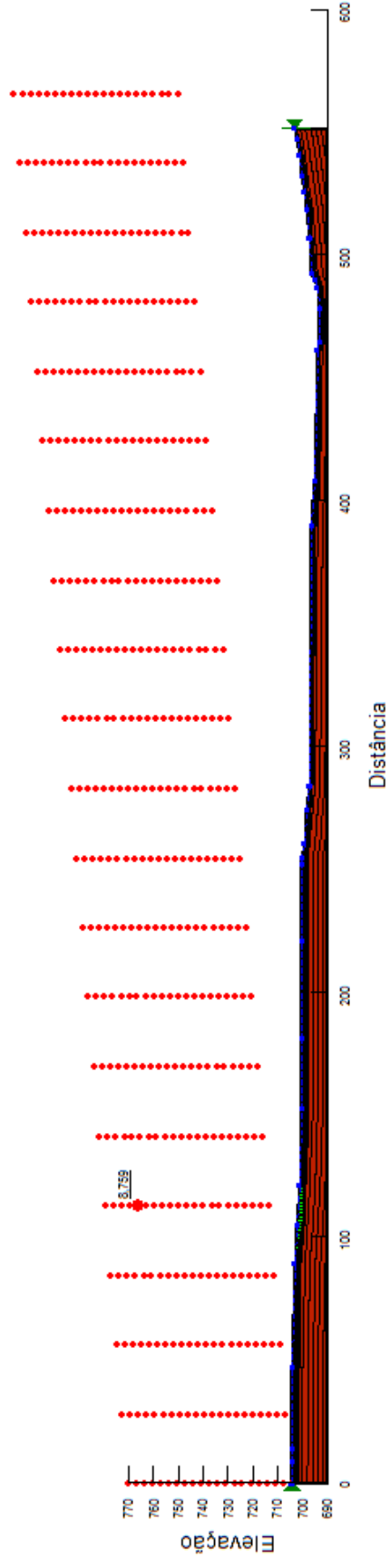


Figura 2 – Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

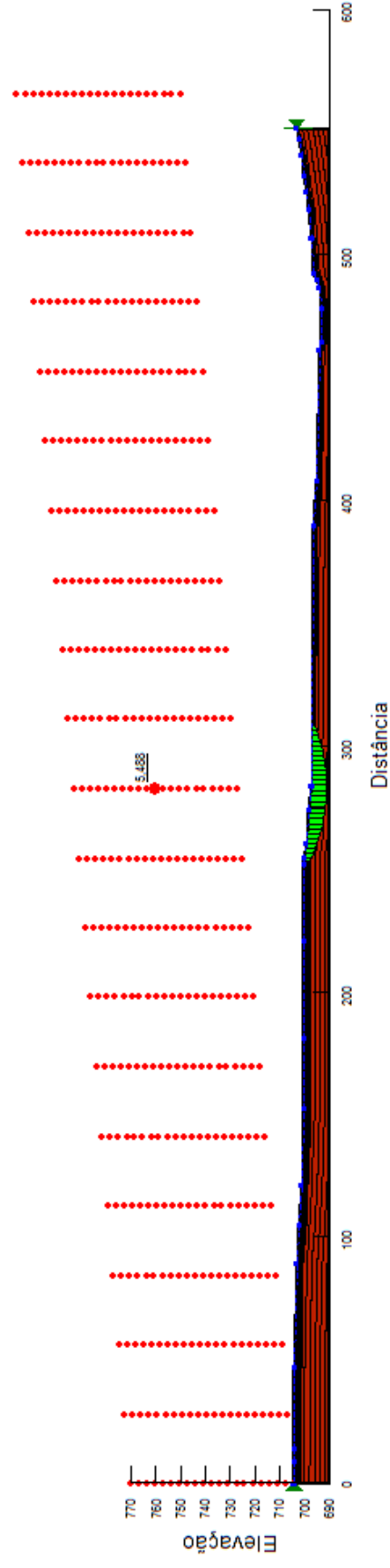


Figura 3 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

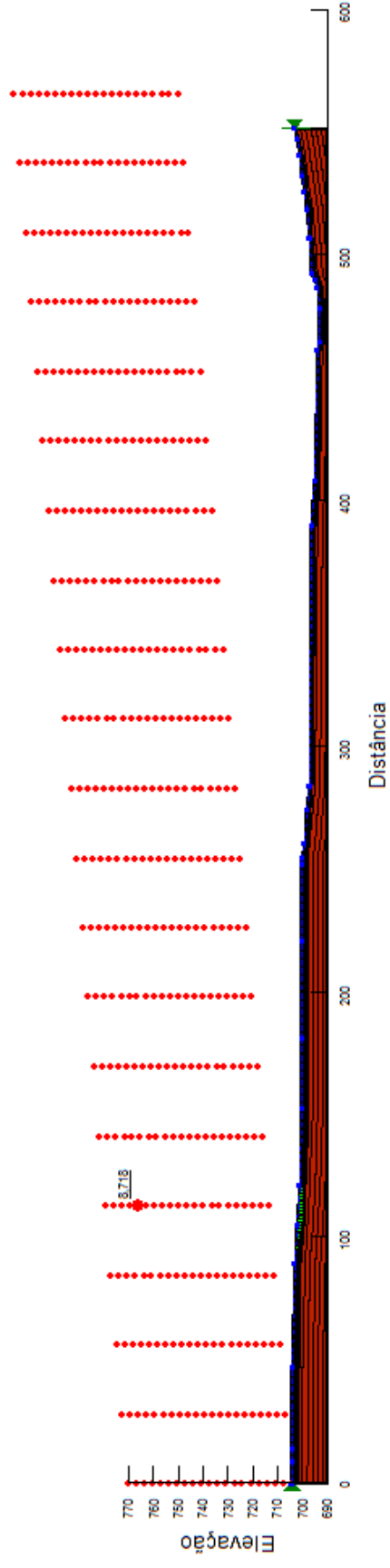


Figura 4 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

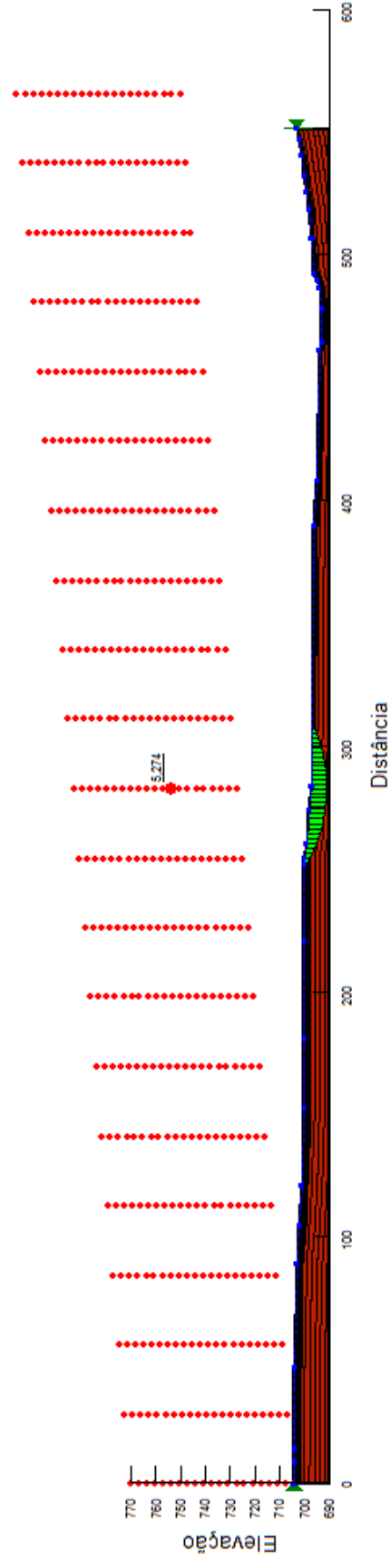


Figura 5 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

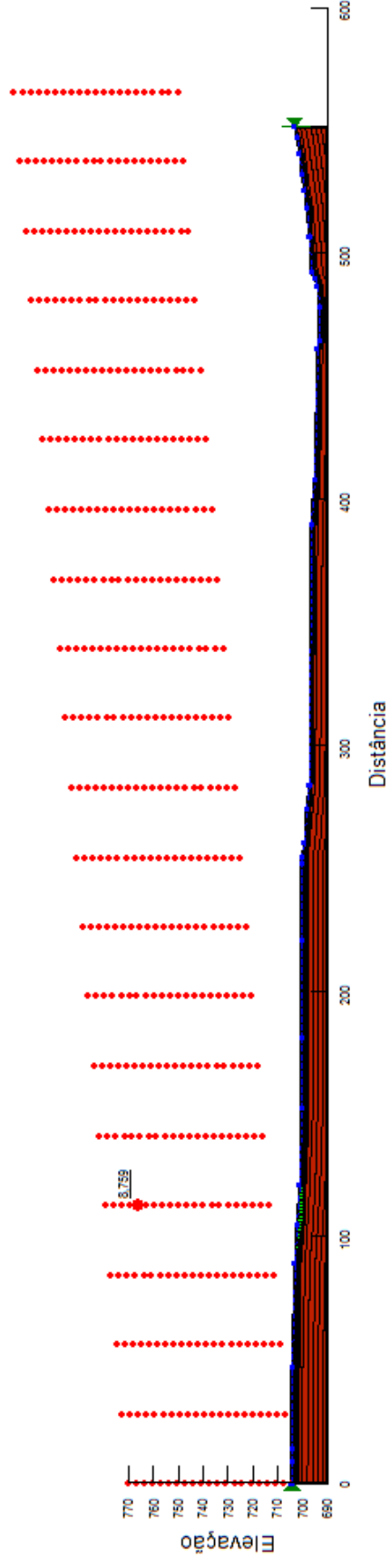


Figura 6 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

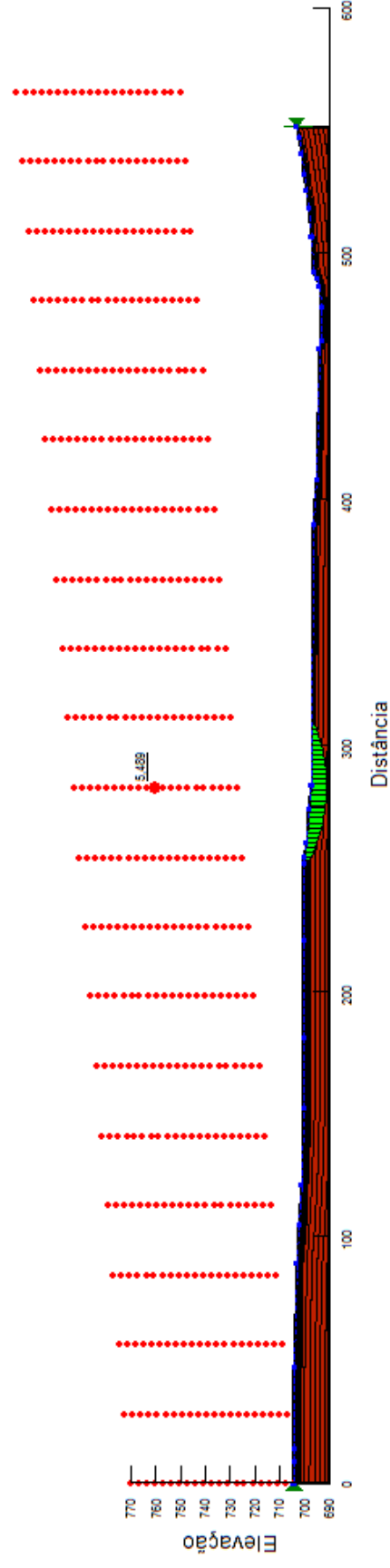


Figura 7 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

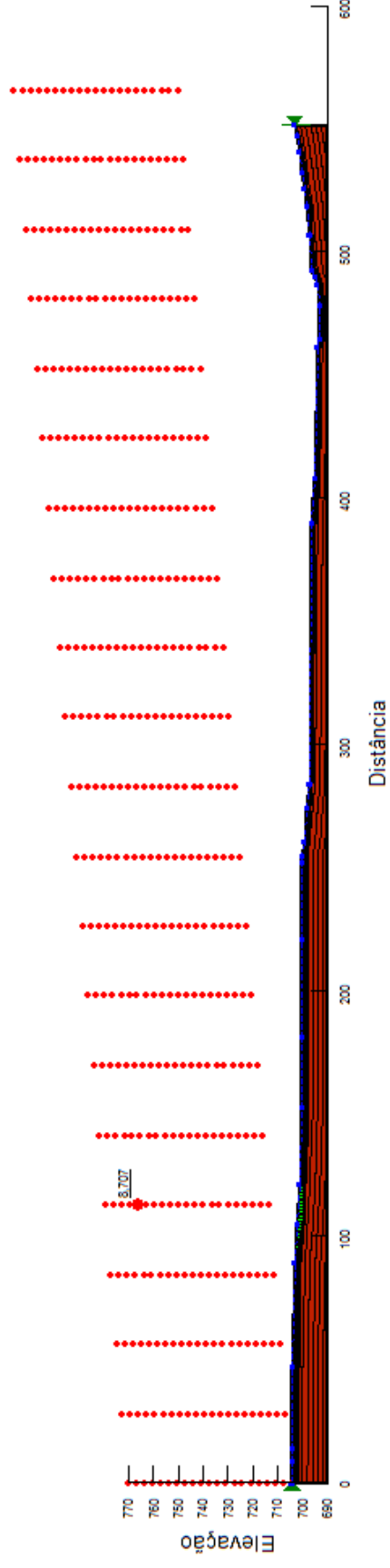


Figura 8 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

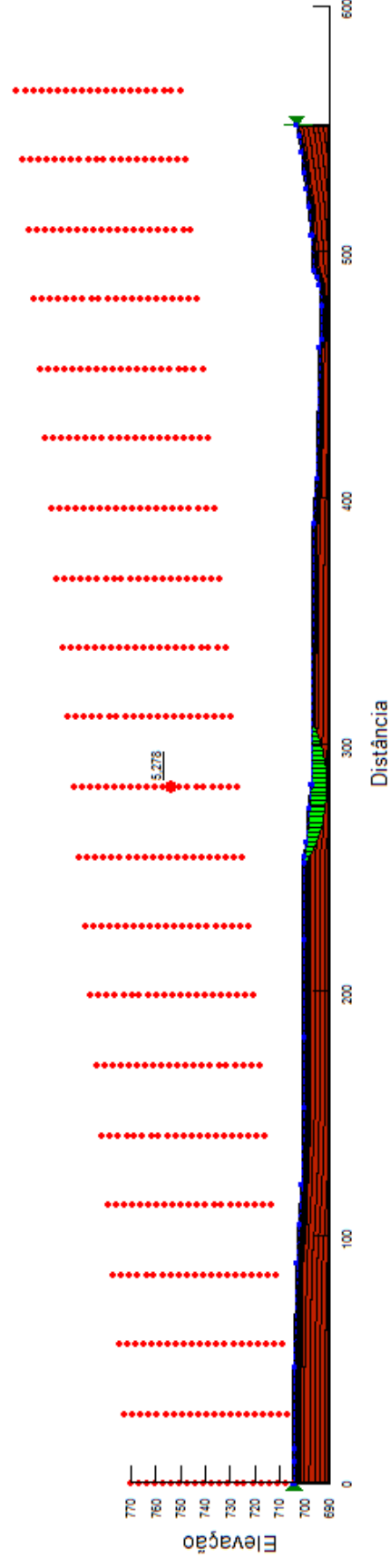


Figura 9 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

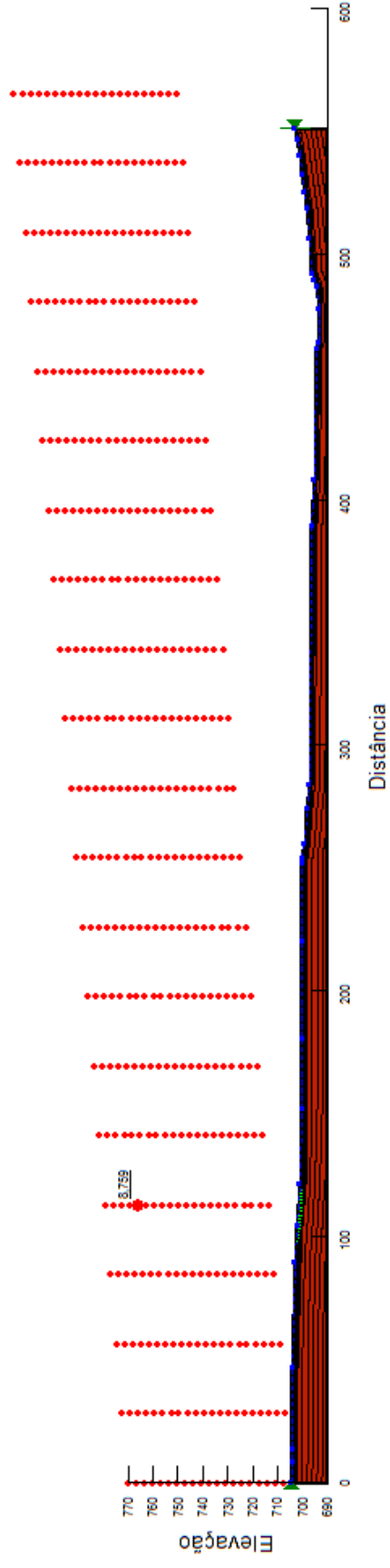


Figura 10 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0052.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

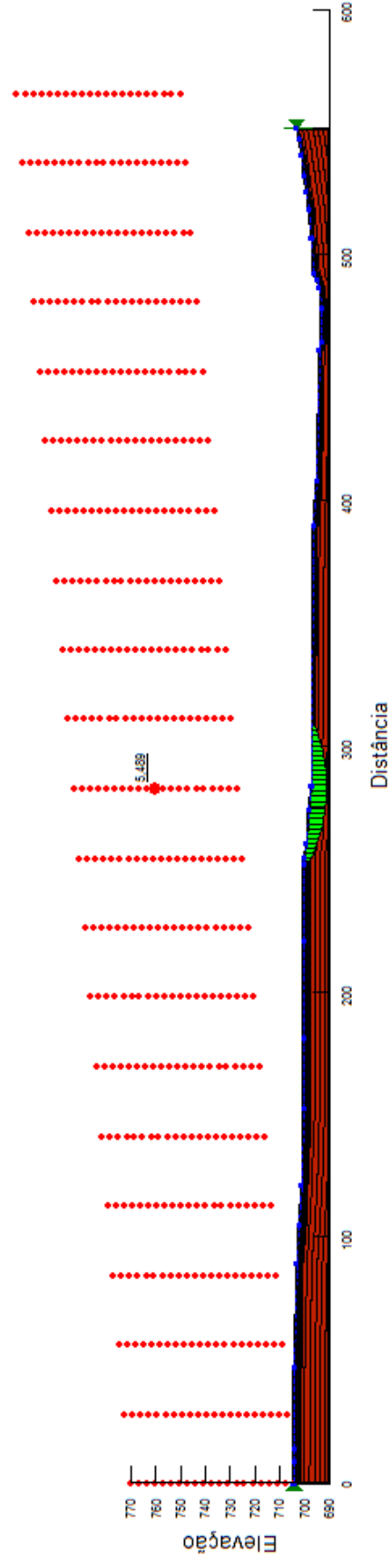


Figura 11 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

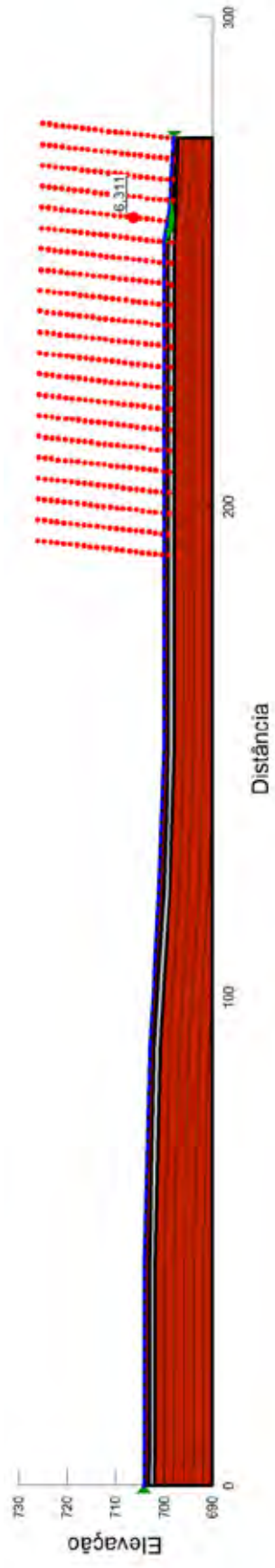


Figura 12 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

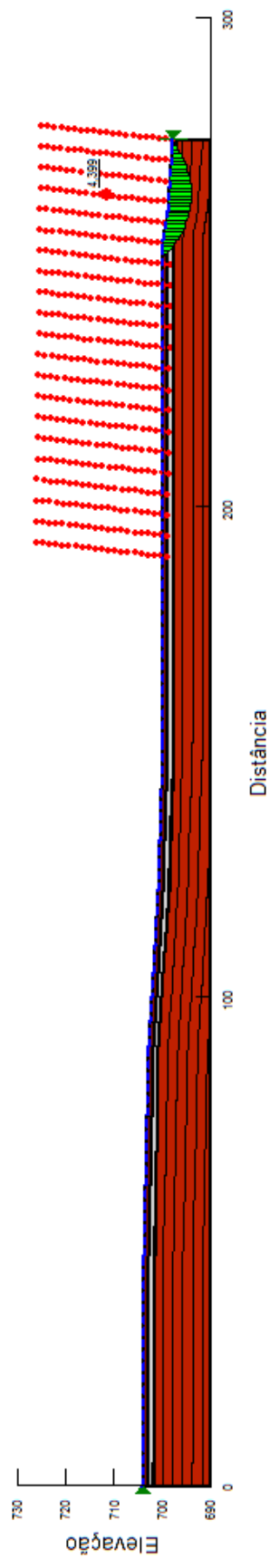


Figura 13 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

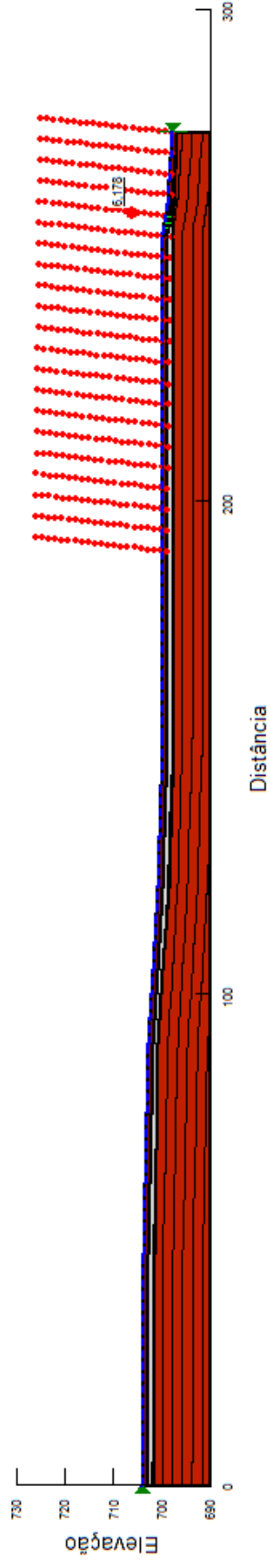


Figura 14 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

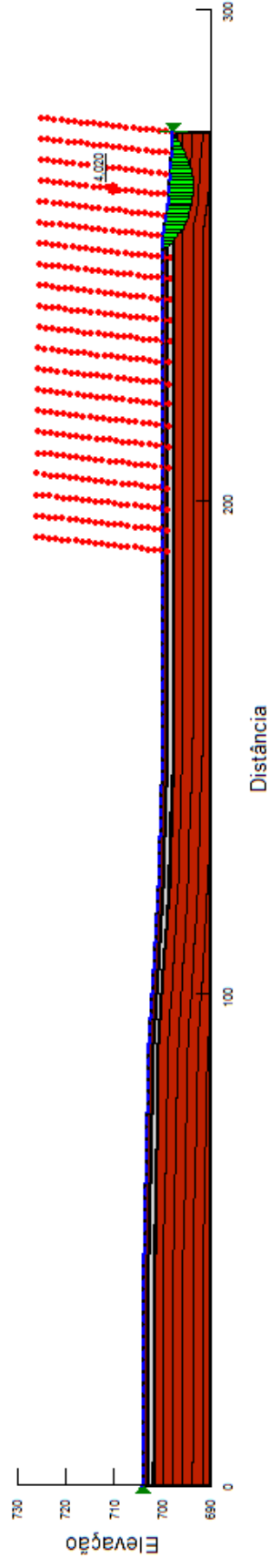


Figura 15 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

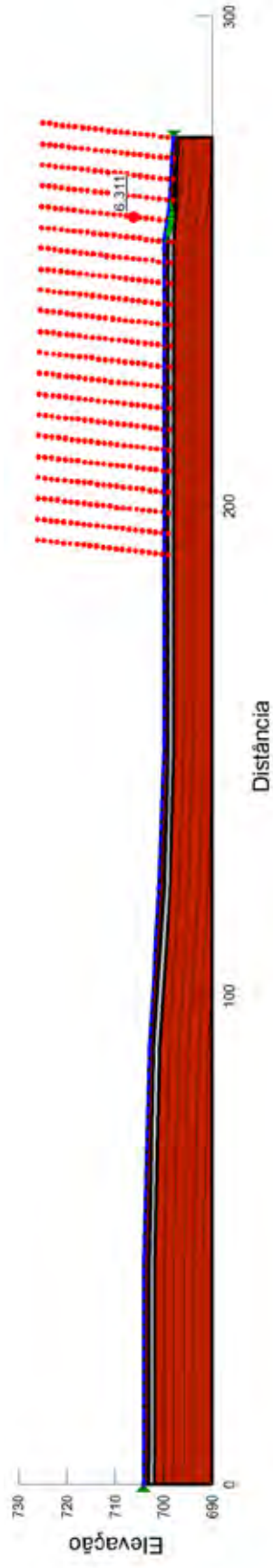


Figura 16 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

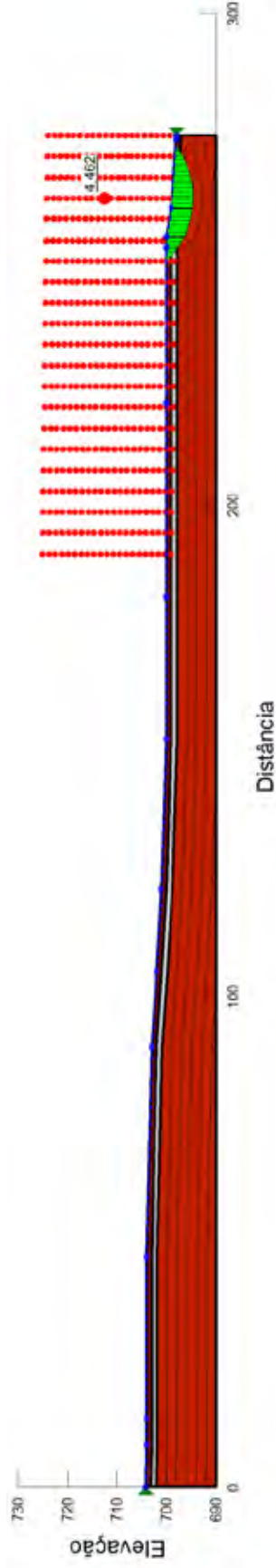


Figura 17 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

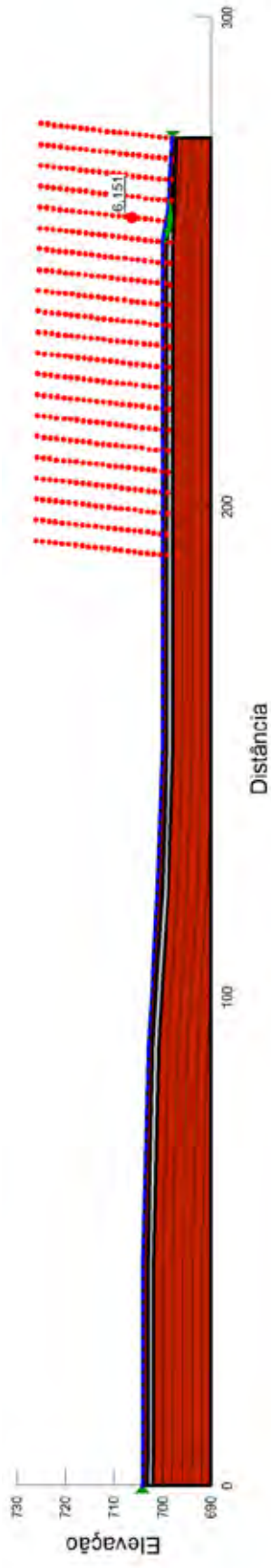


Figura 18 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

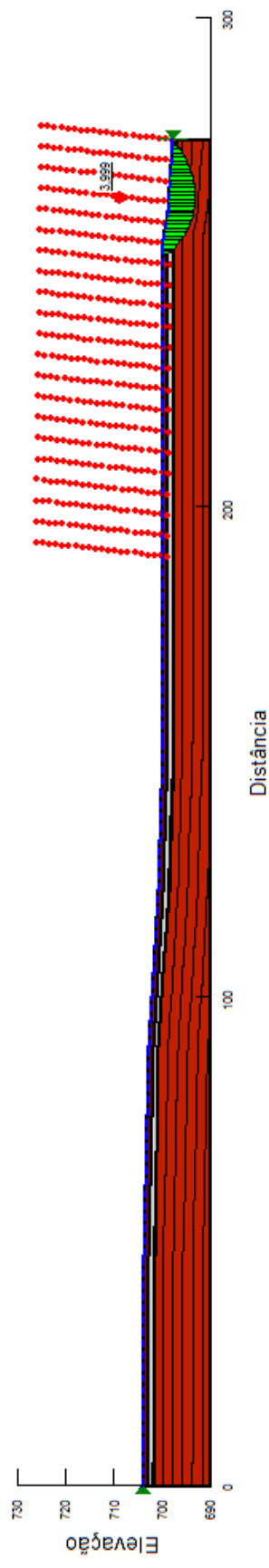


Figura 19 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

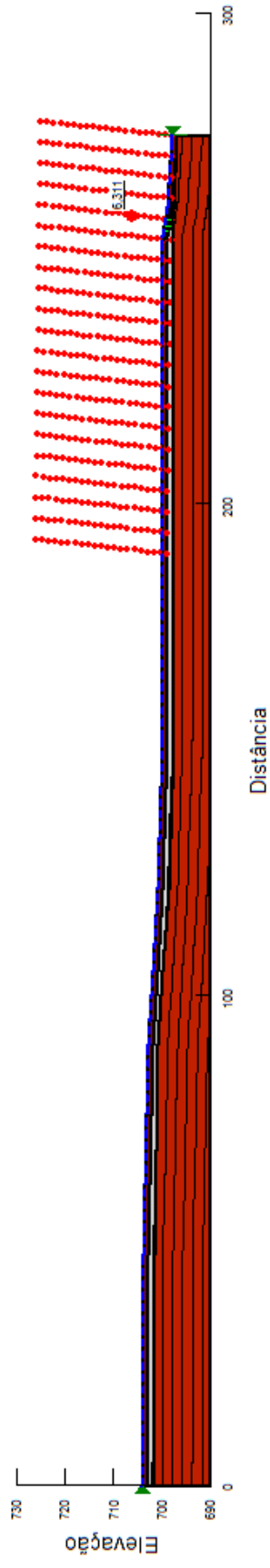


Figura 20 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0052.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

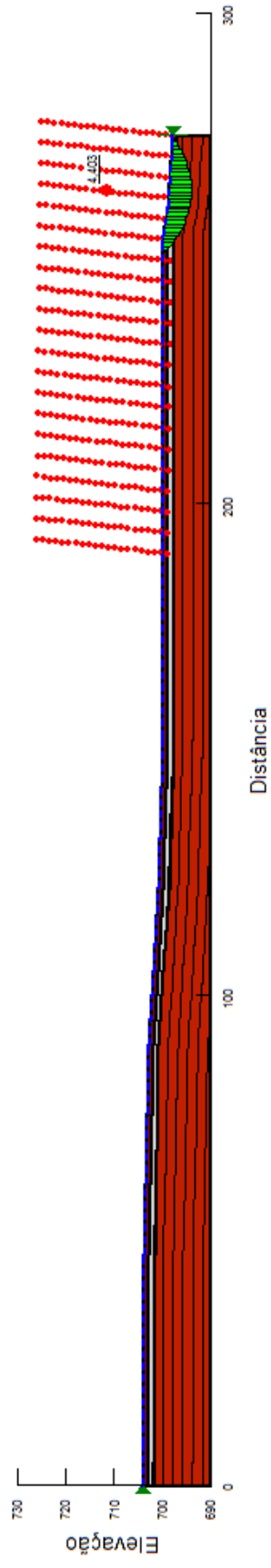


Figura 21 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

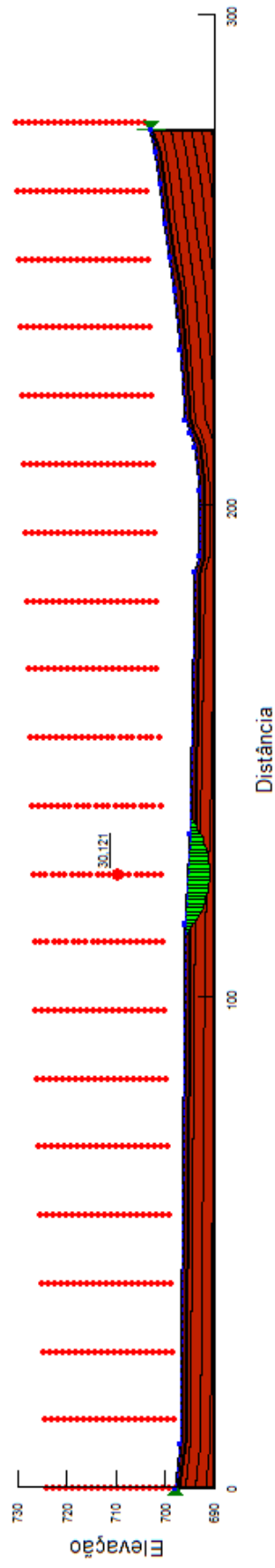


Figura 22 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

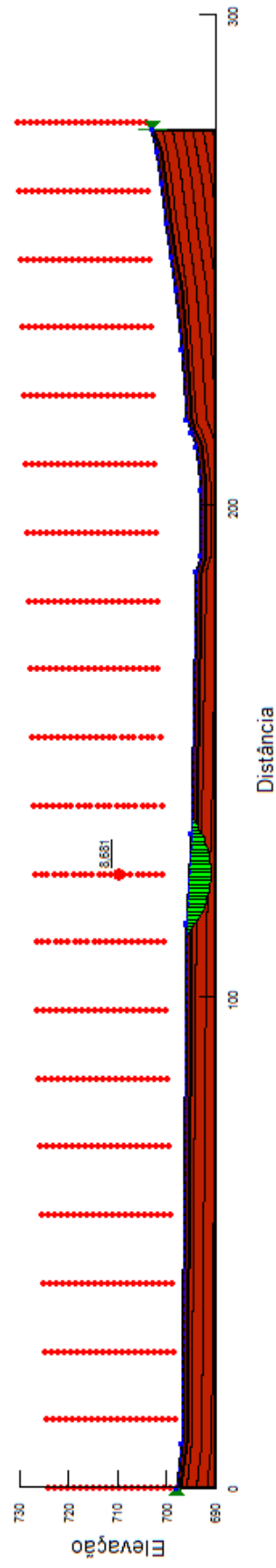


Figura 23 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

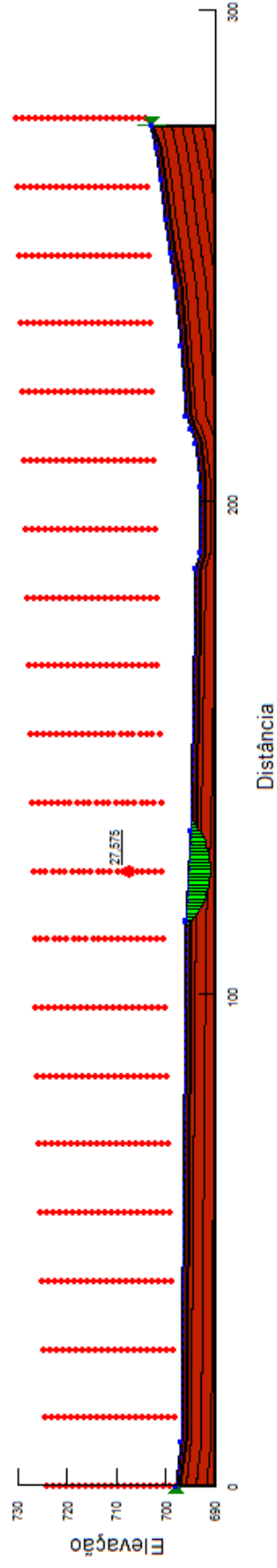


Figura 24 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

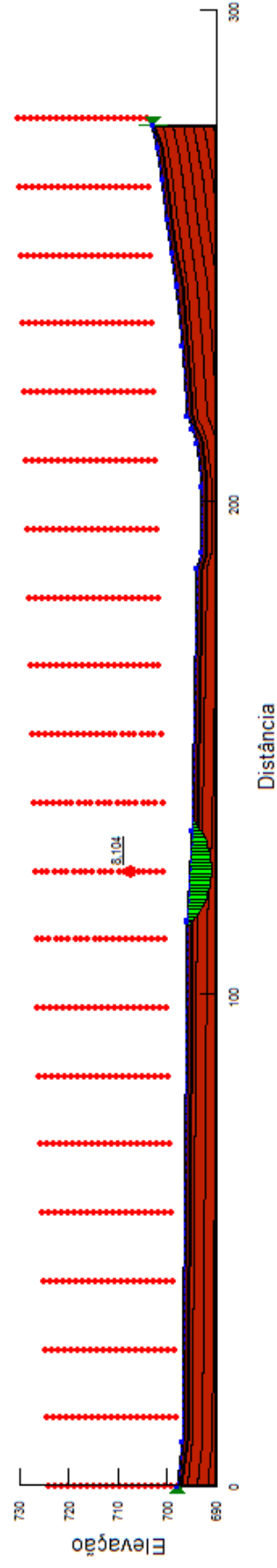


Figura 25 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

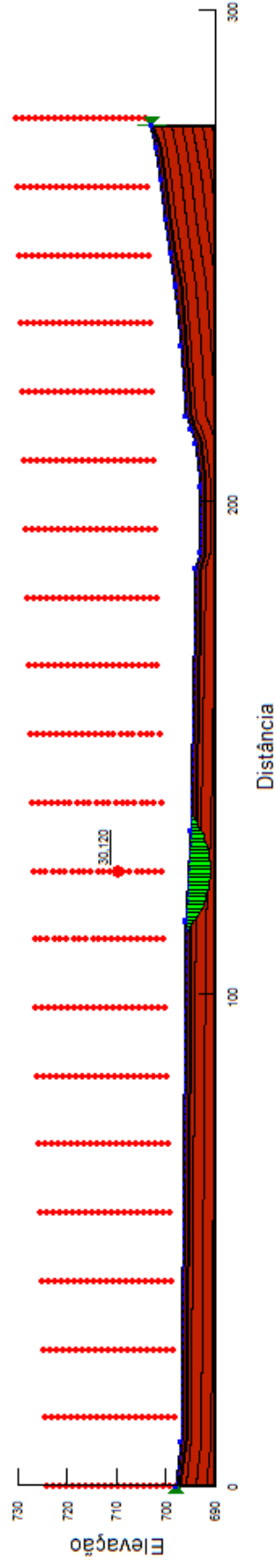


Figura 26 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

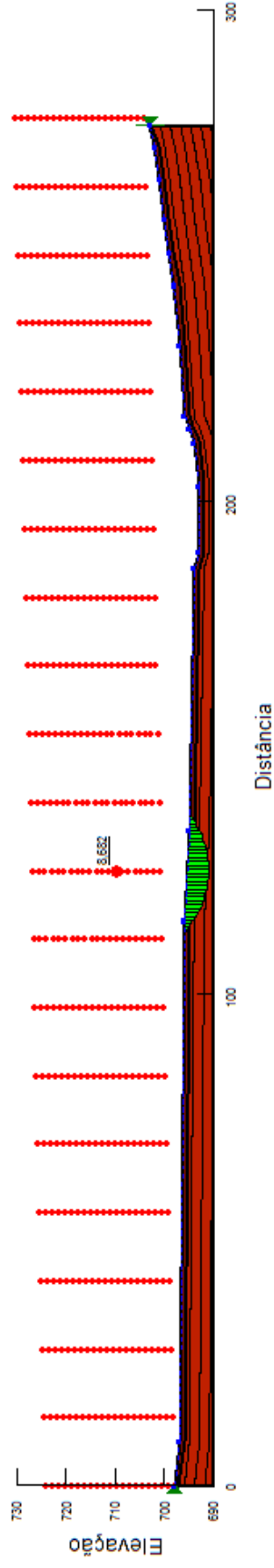


Figura 27 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

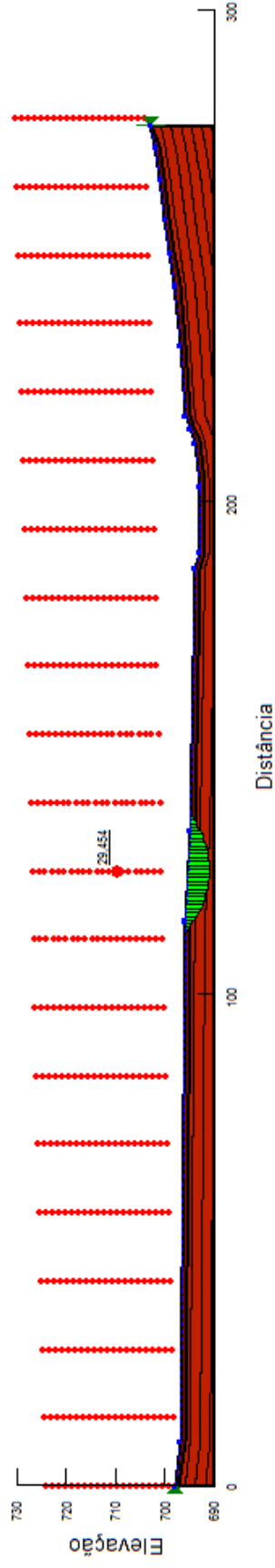


Figura 28 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

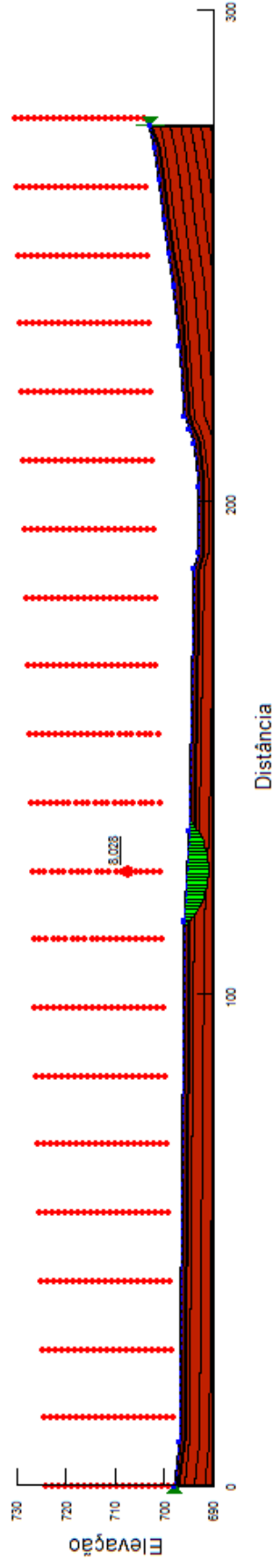


Figura 29 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

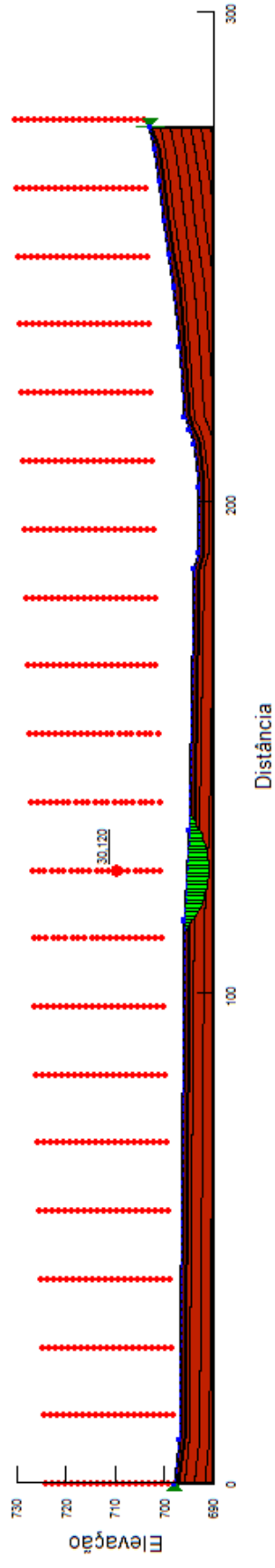


Figura 30 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0052.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

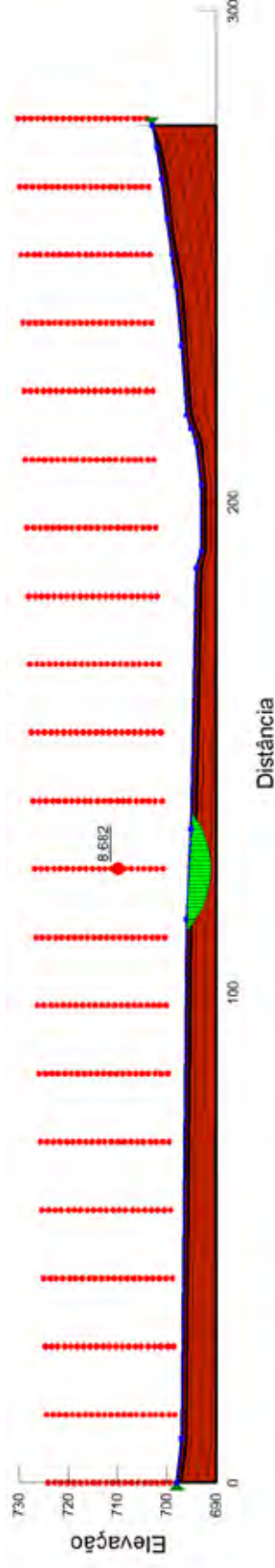


Figura 31 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

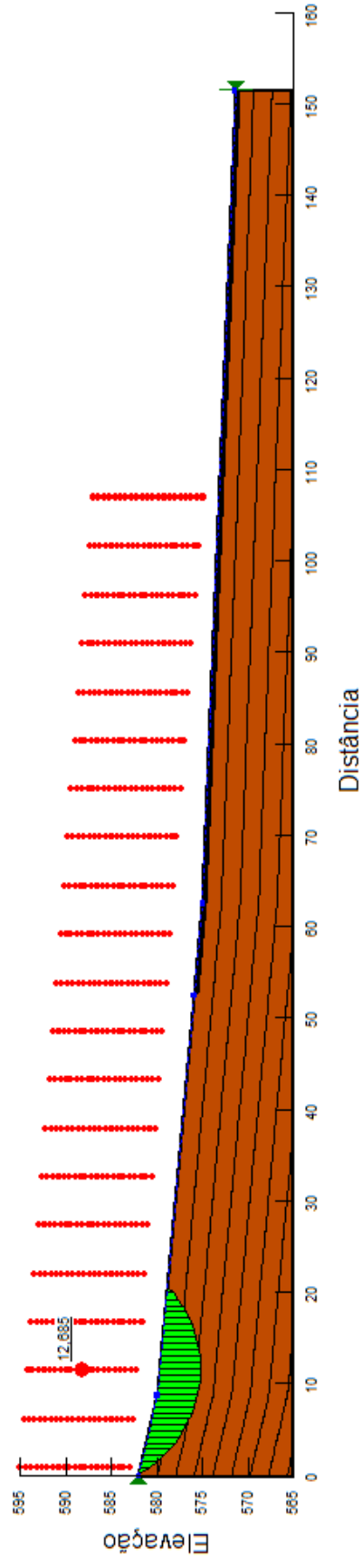


Figura 32 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

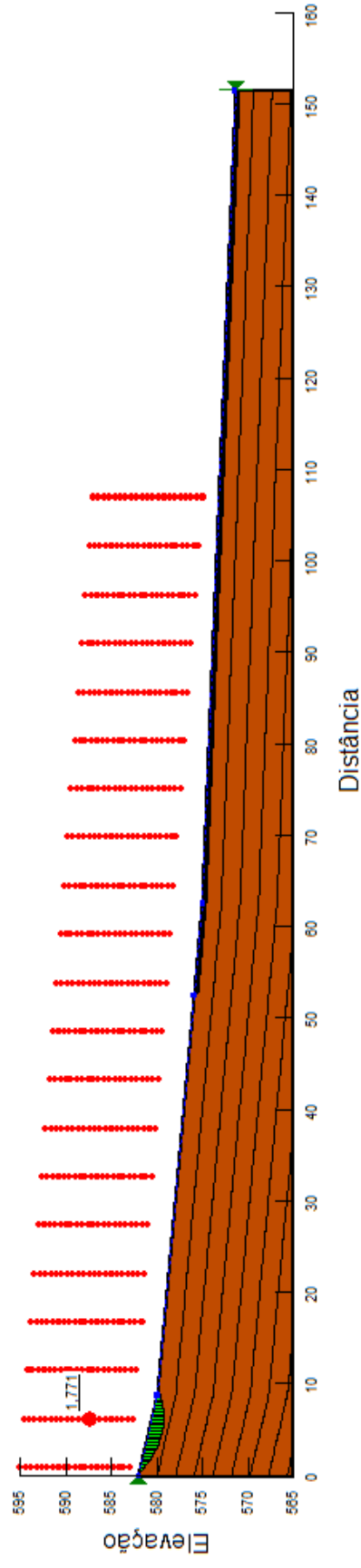


Figura 33 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

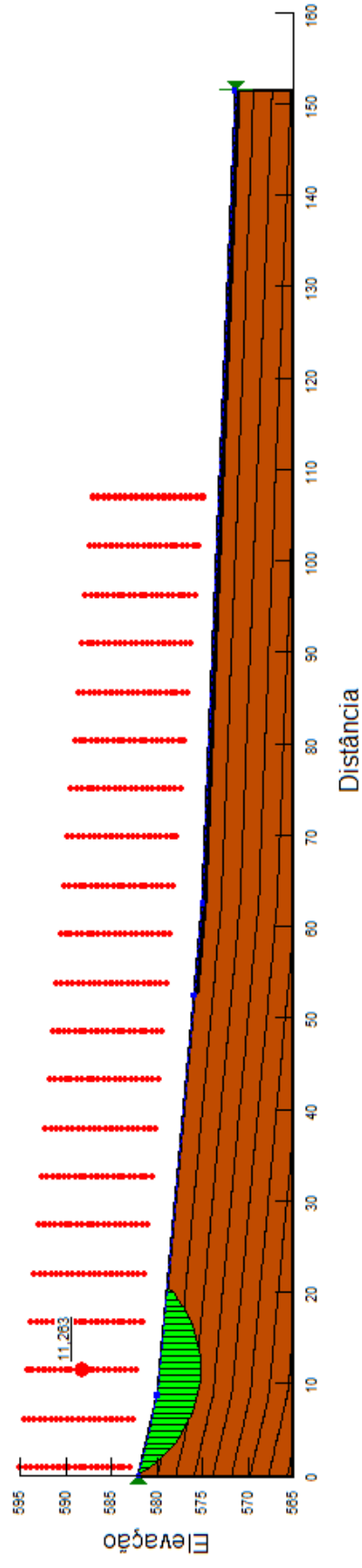


Figura 34 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

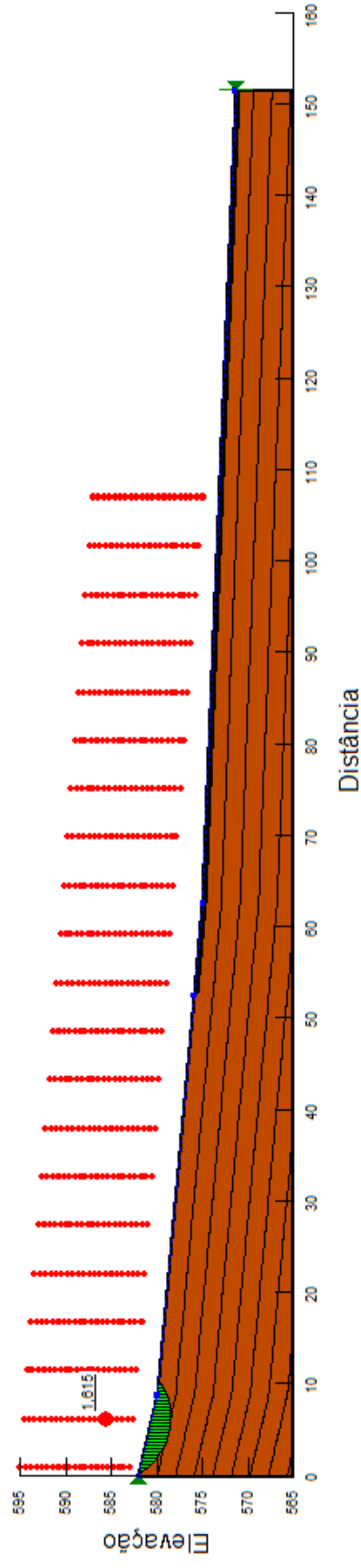


Figura 35 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

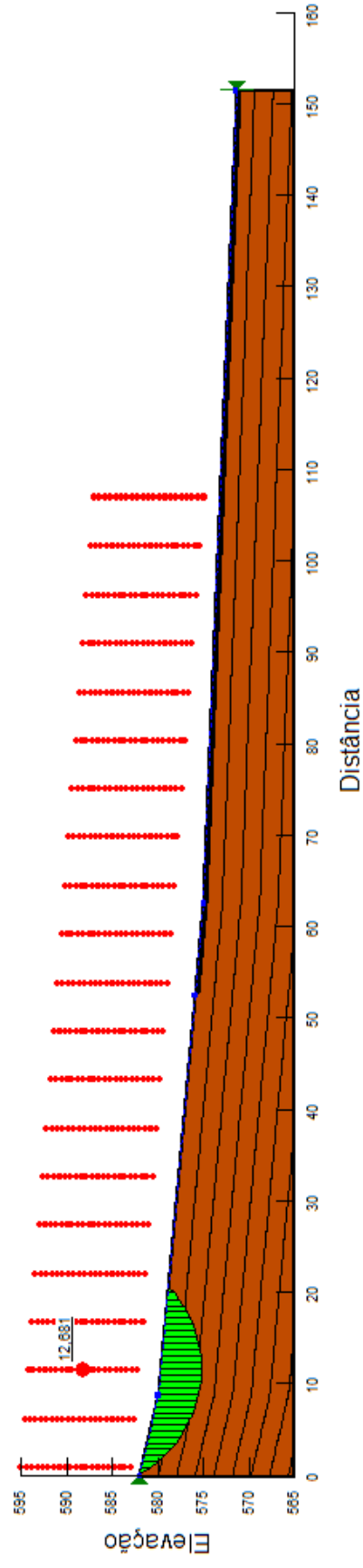


Figura 36 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

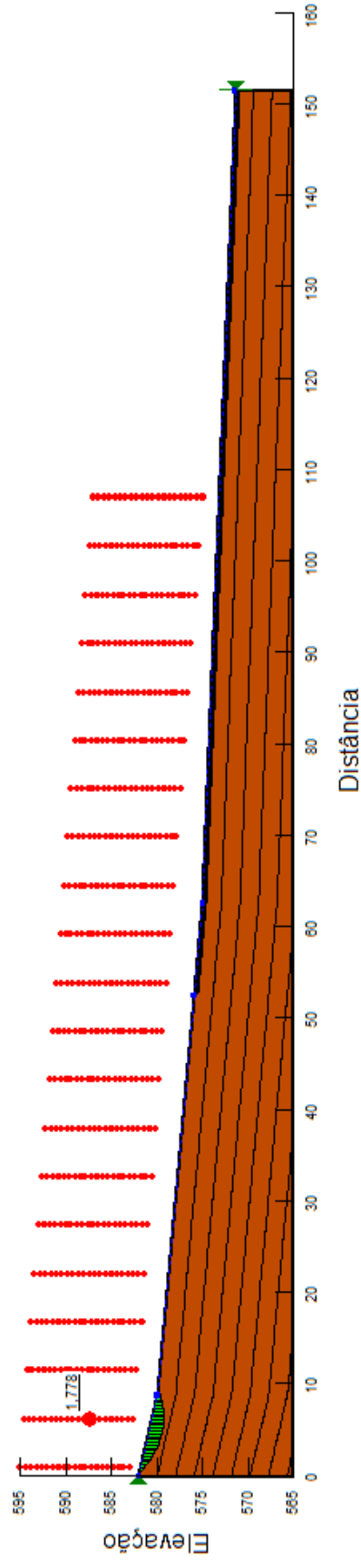


Figura 37 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

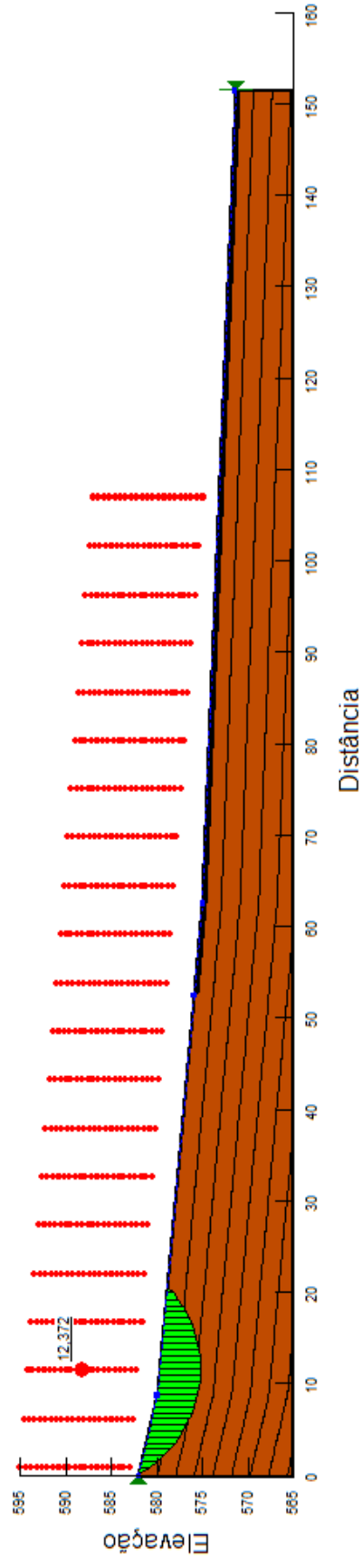


Figura 38 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

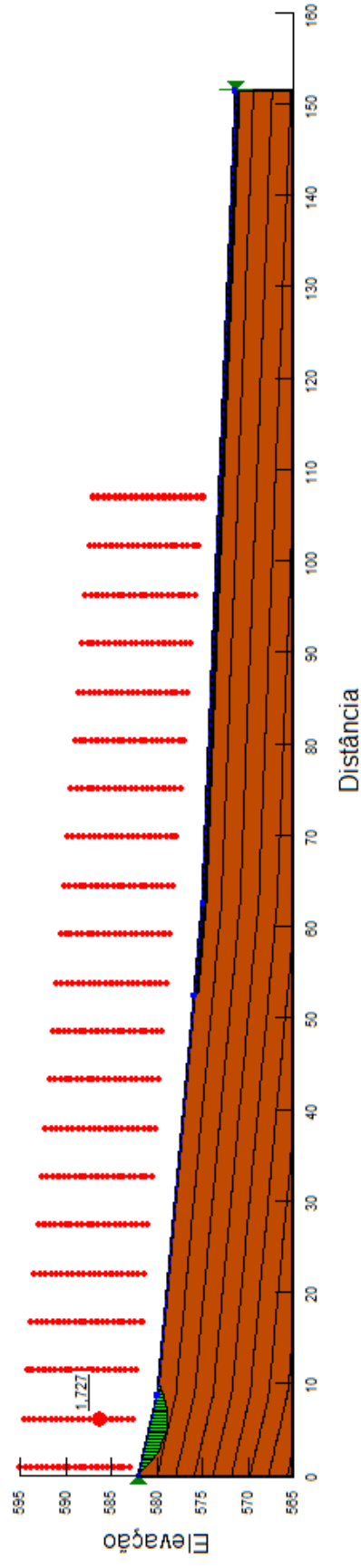


Figura 39 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

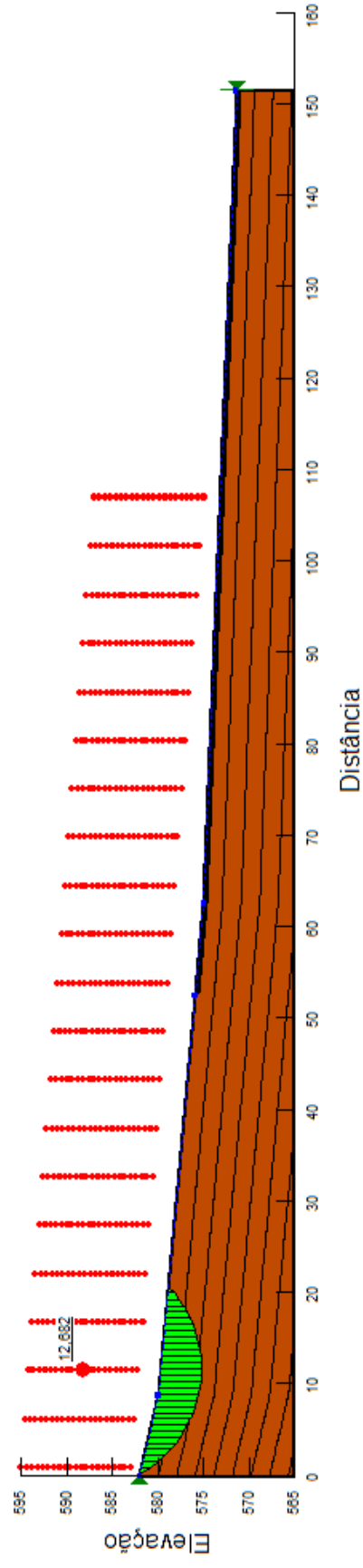
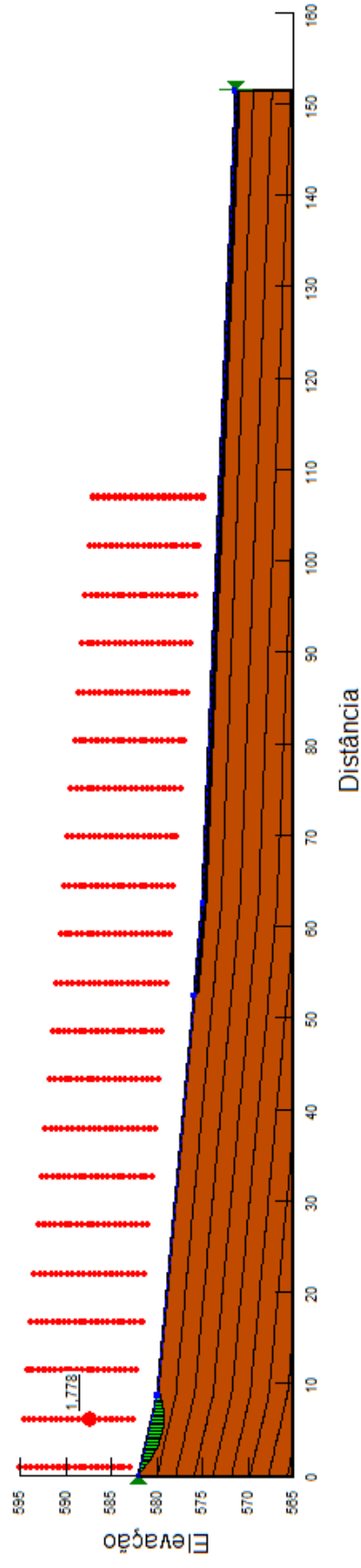


Figura 40 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0053.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo



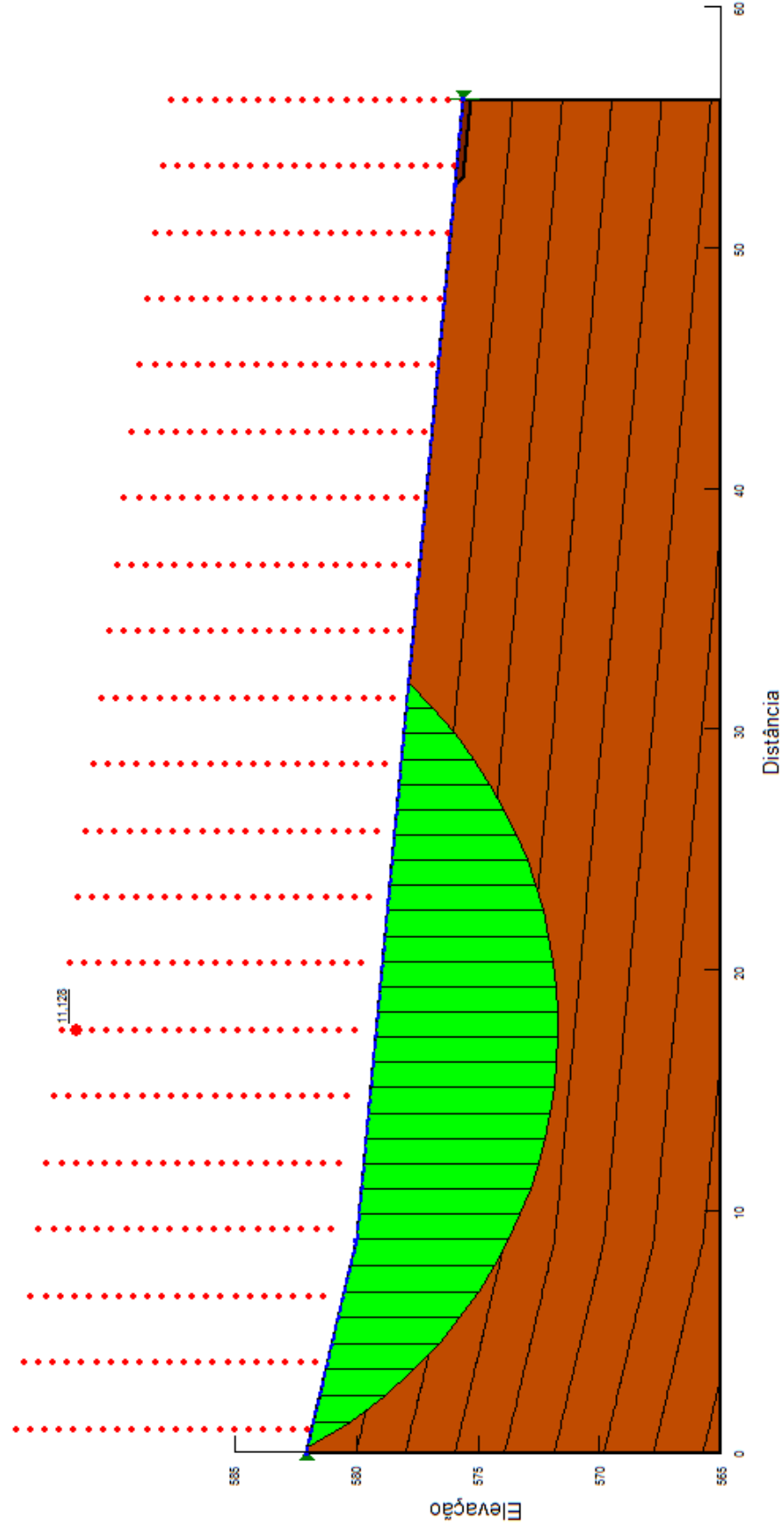
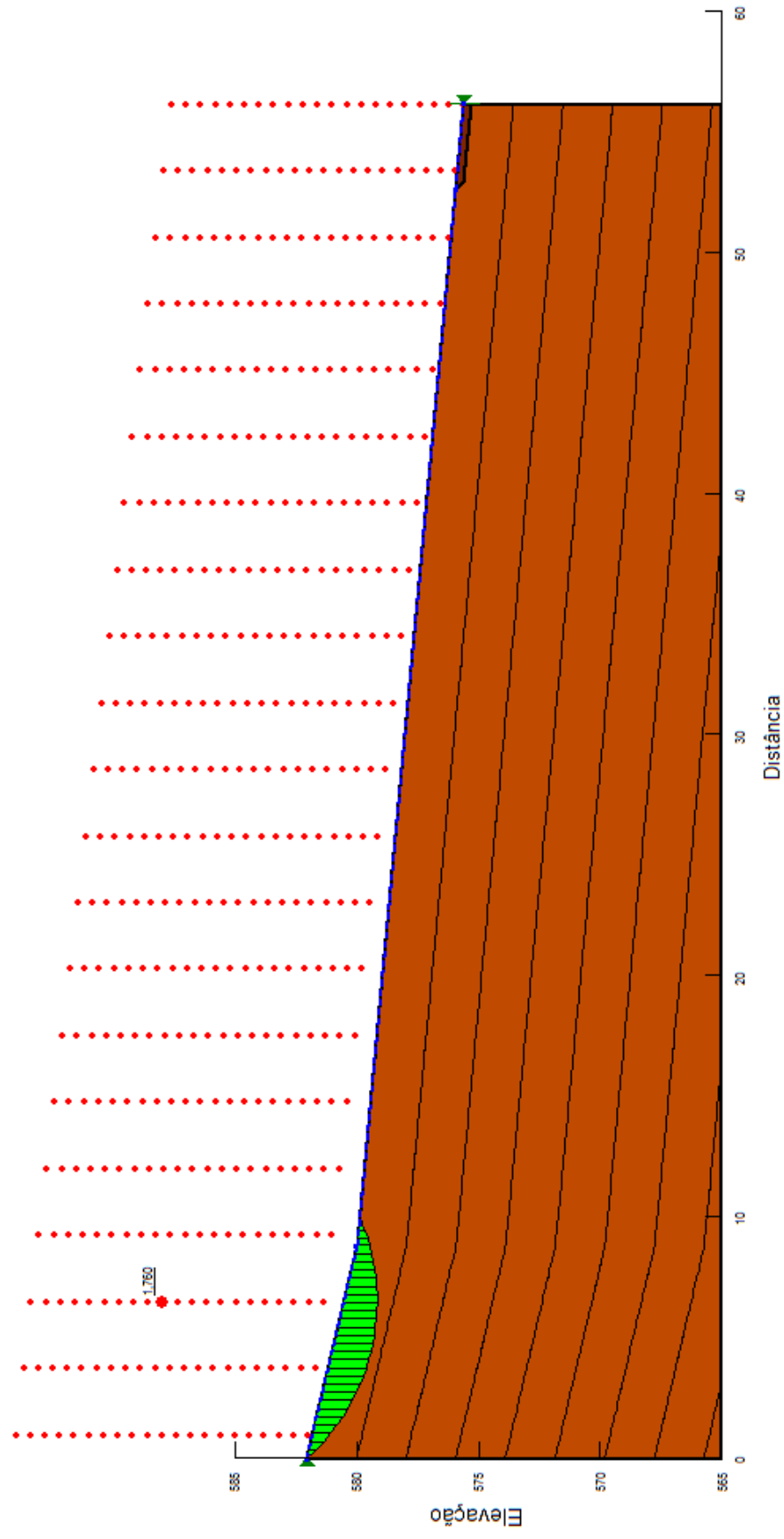


Figura 41 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

Figura 42 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo



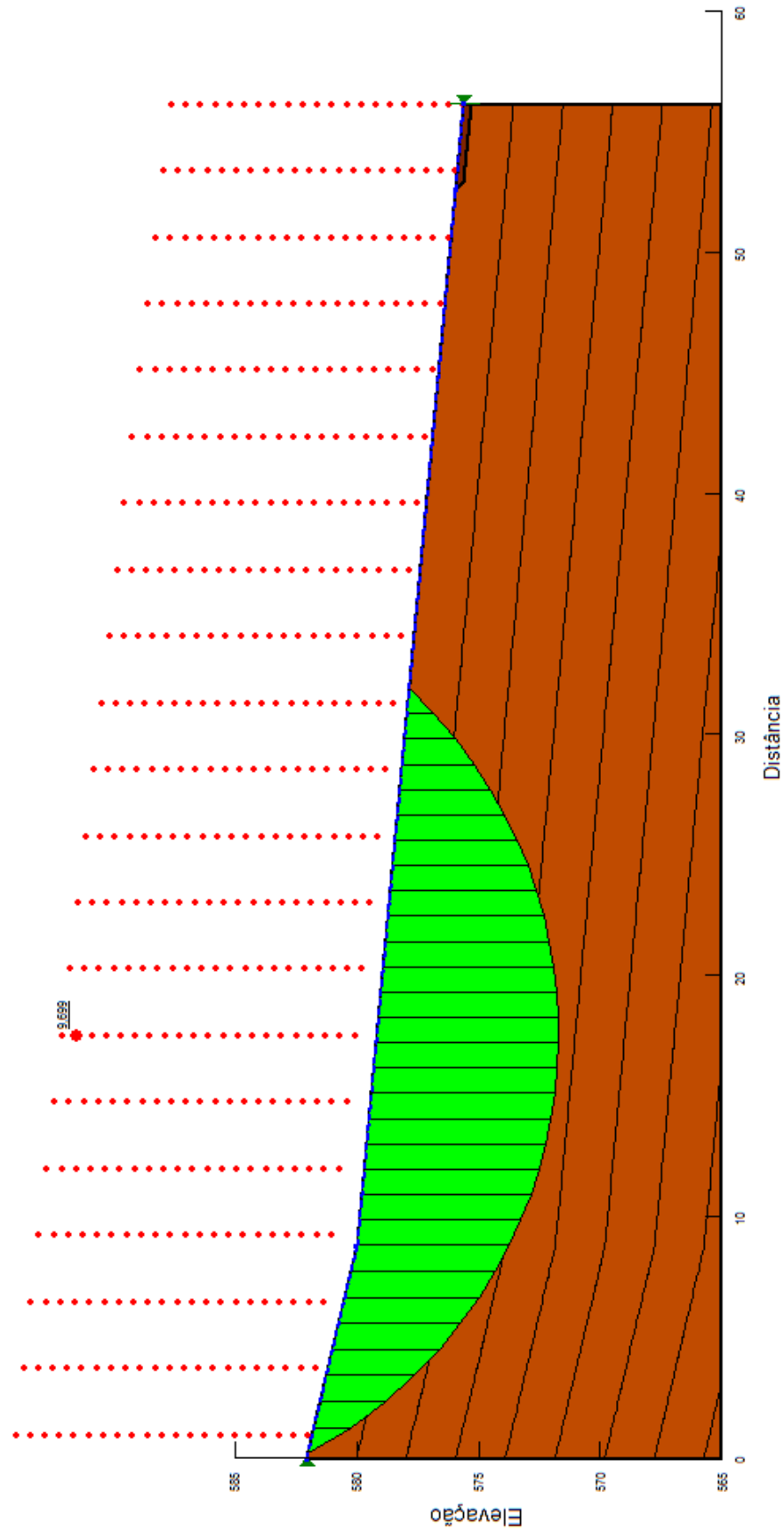


Figura 43 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

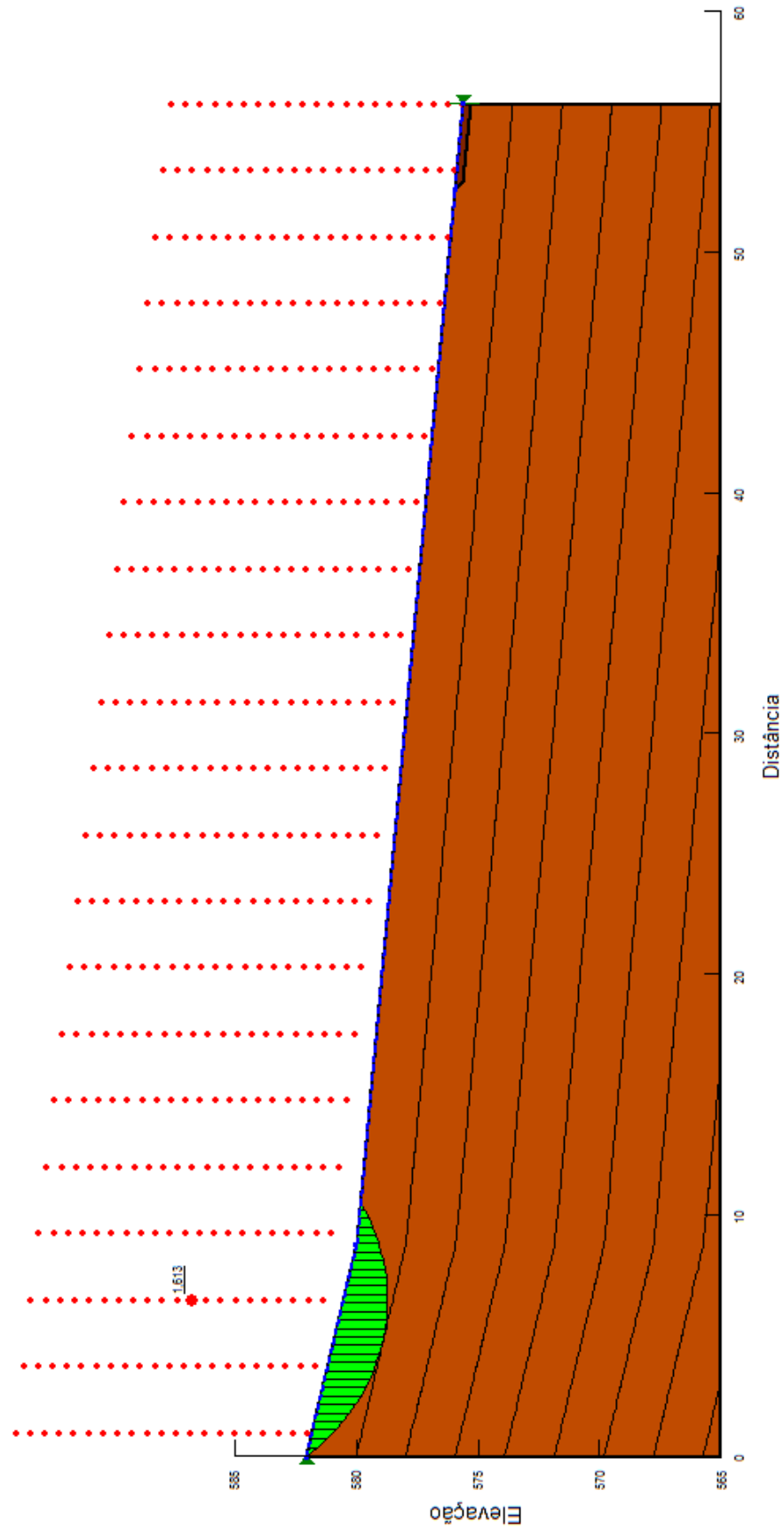


Figura 44 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

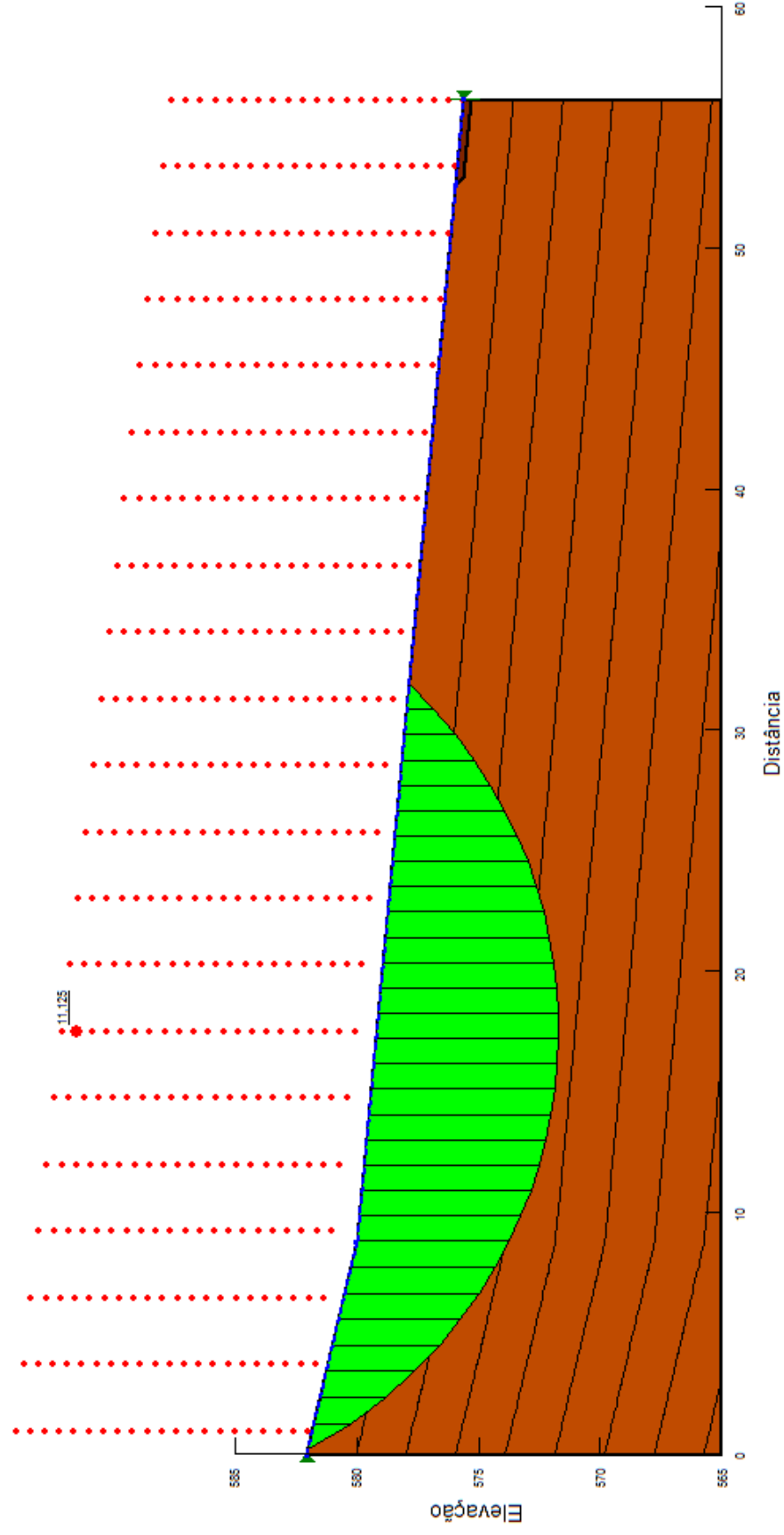
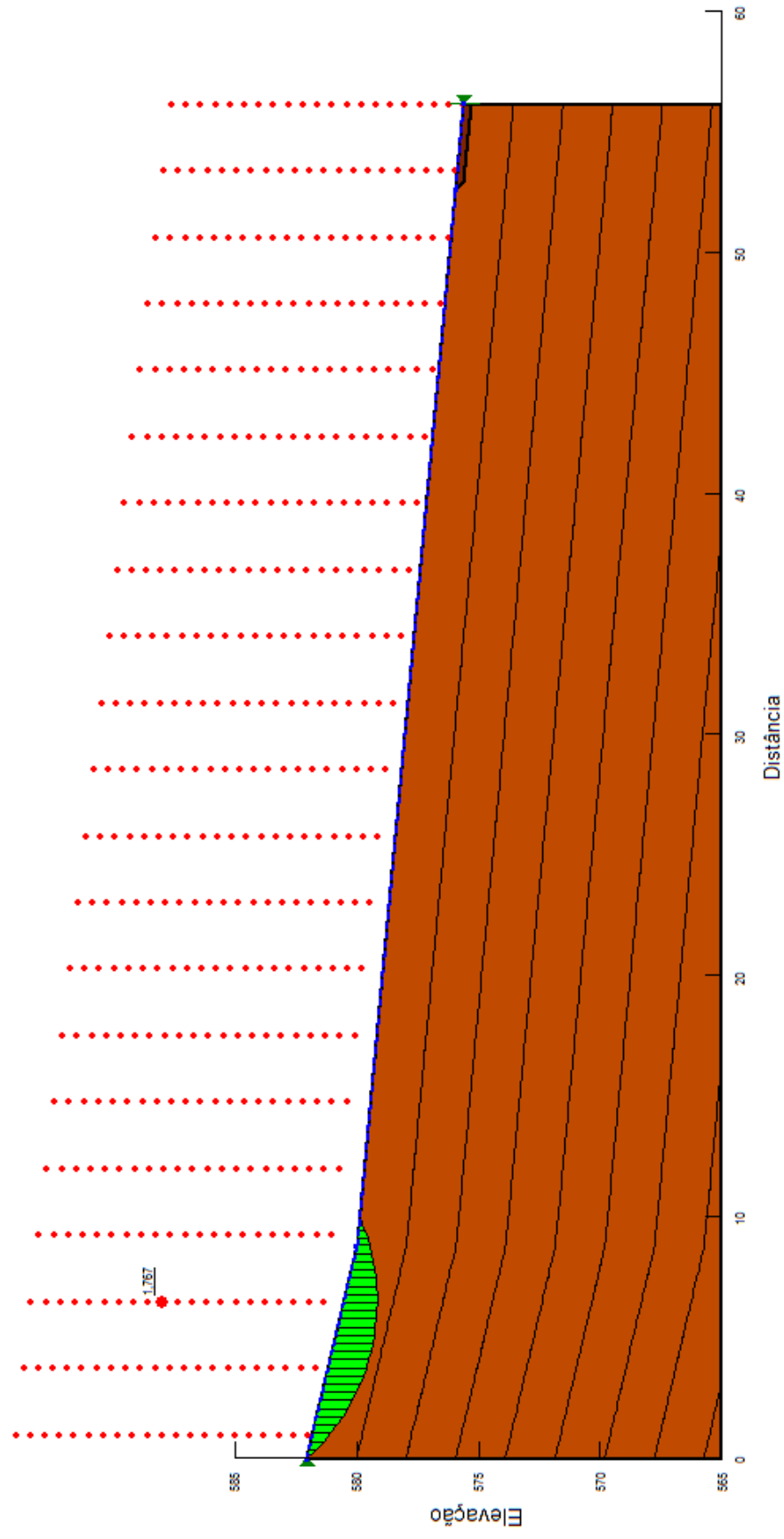


Figura 45 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

Figura 46 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo



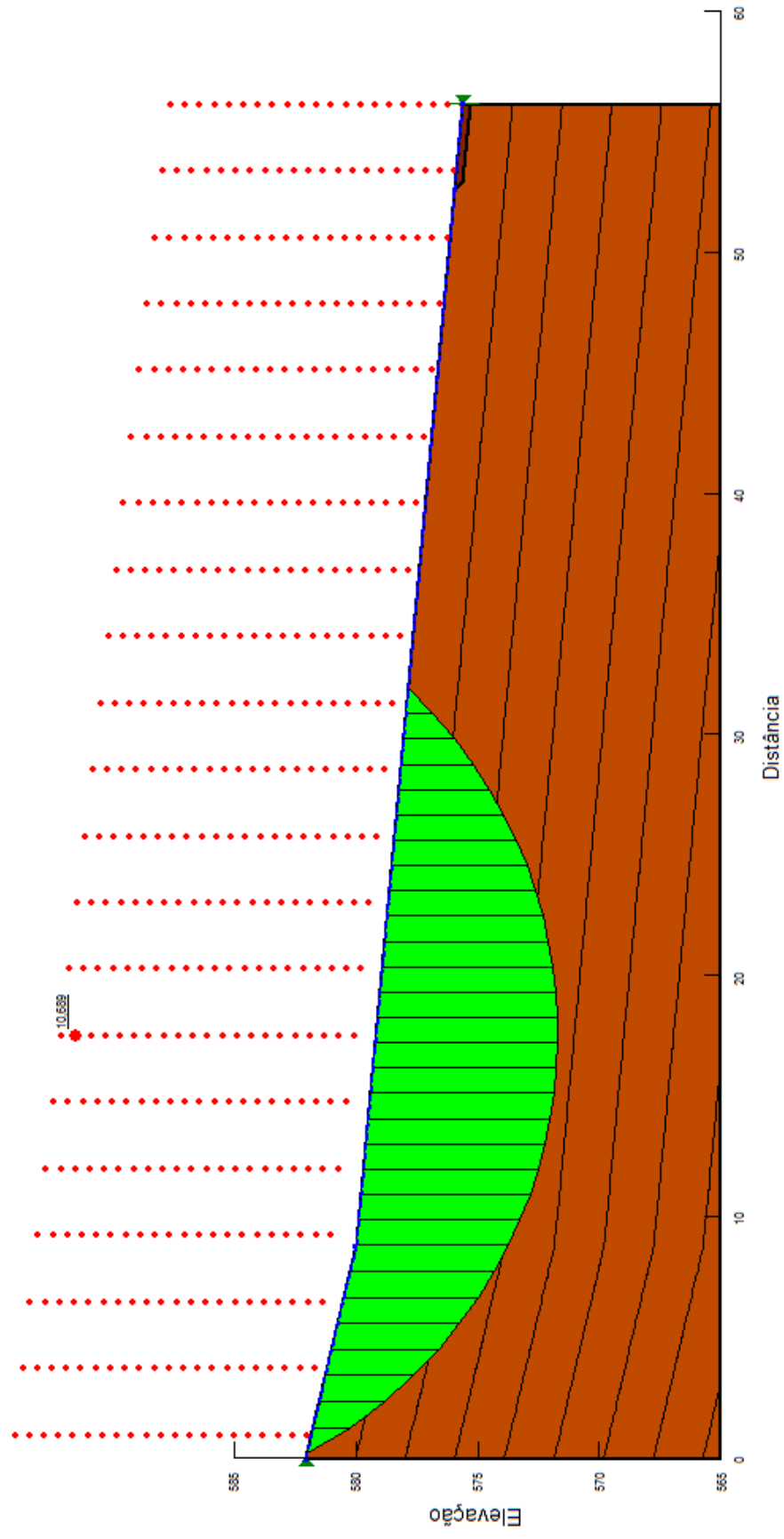


Figura 47 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

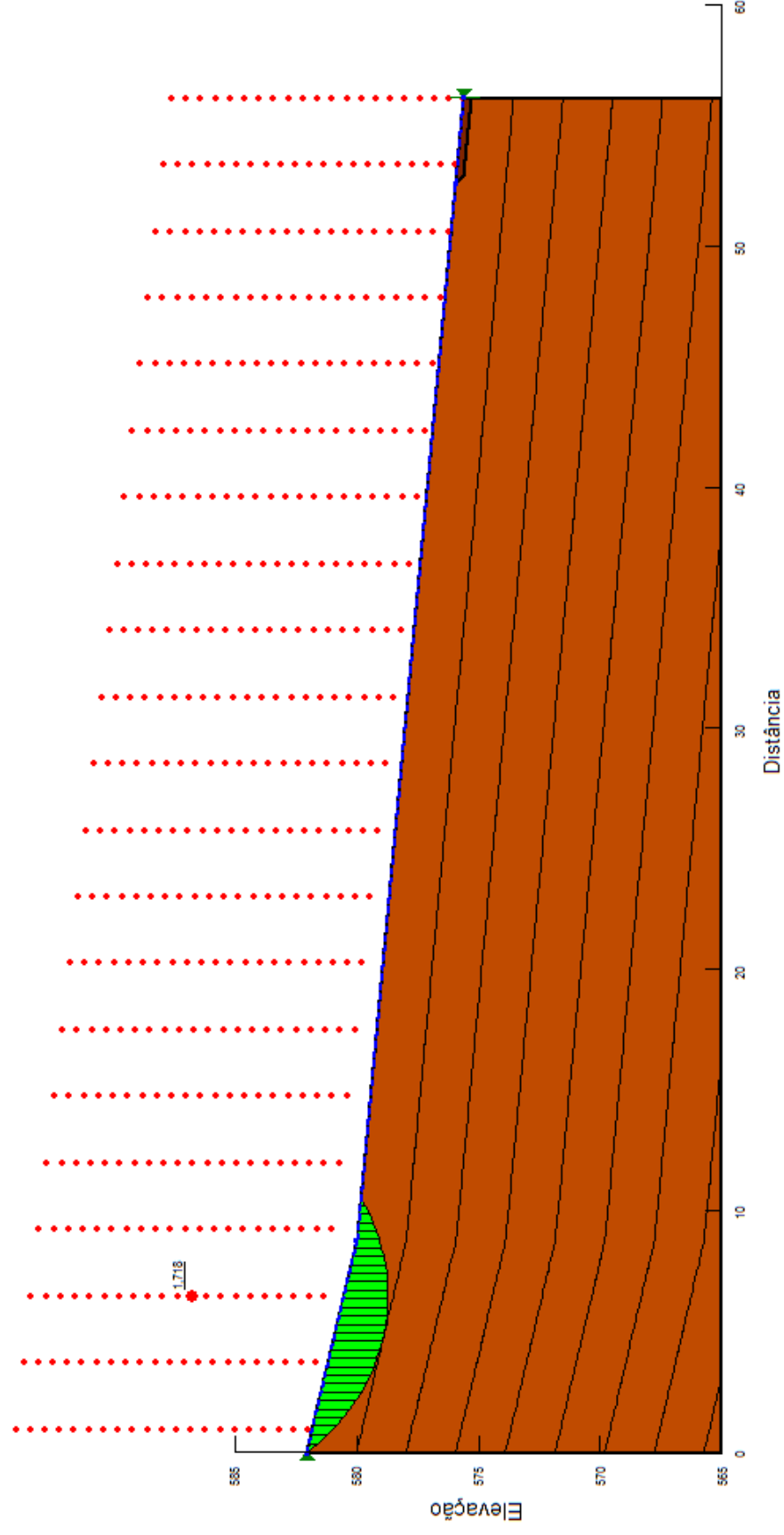


Figura 48 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

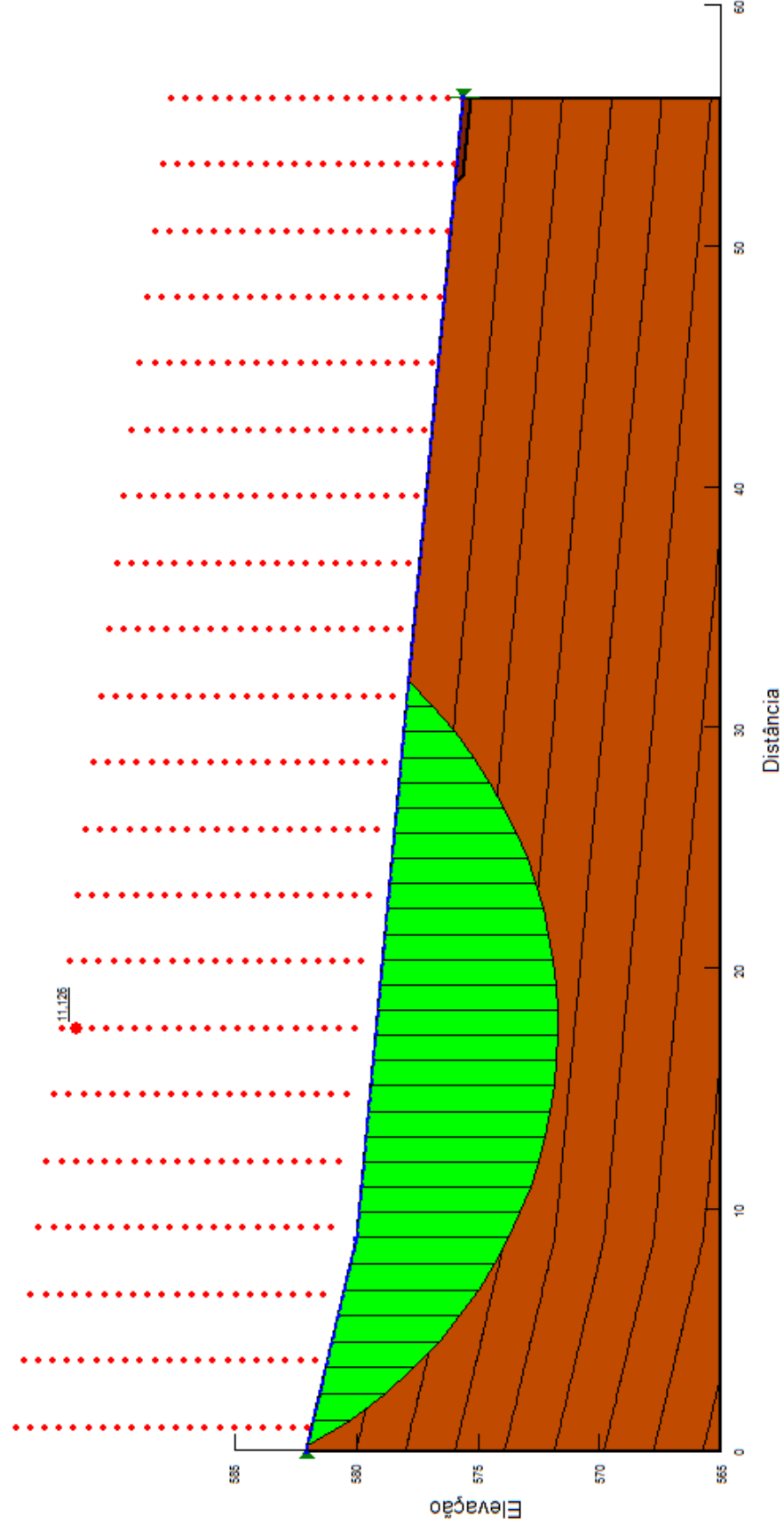
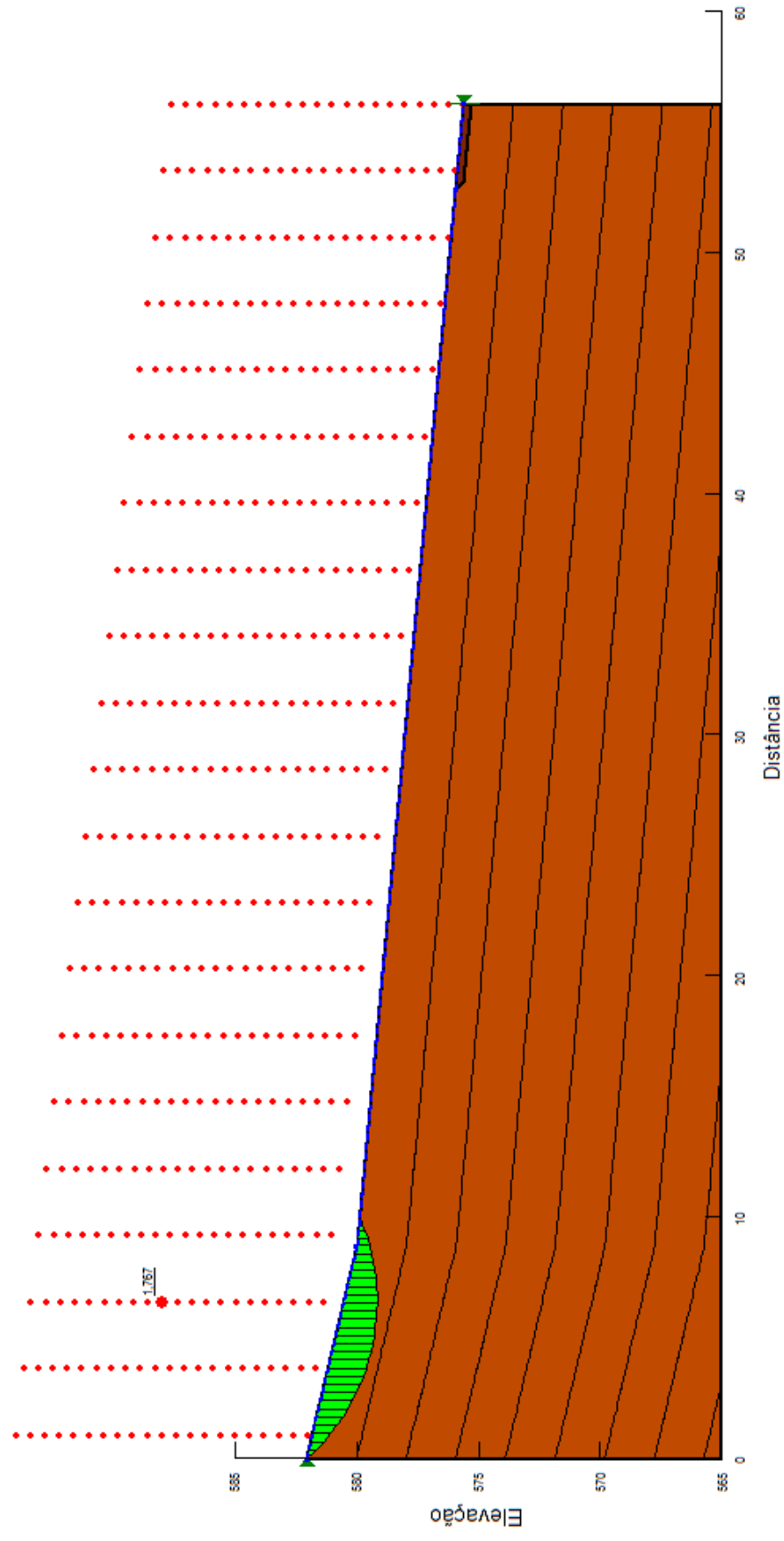


Figura 49 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

Figura 50 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0053.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo



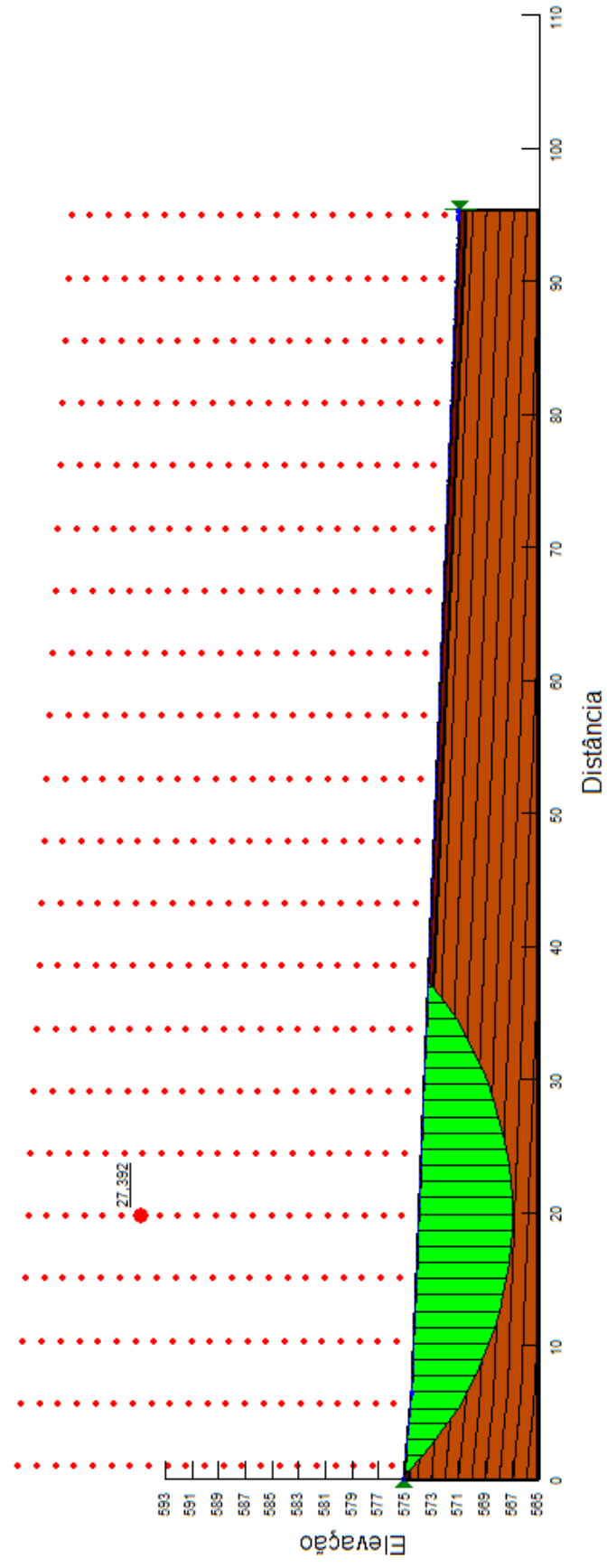
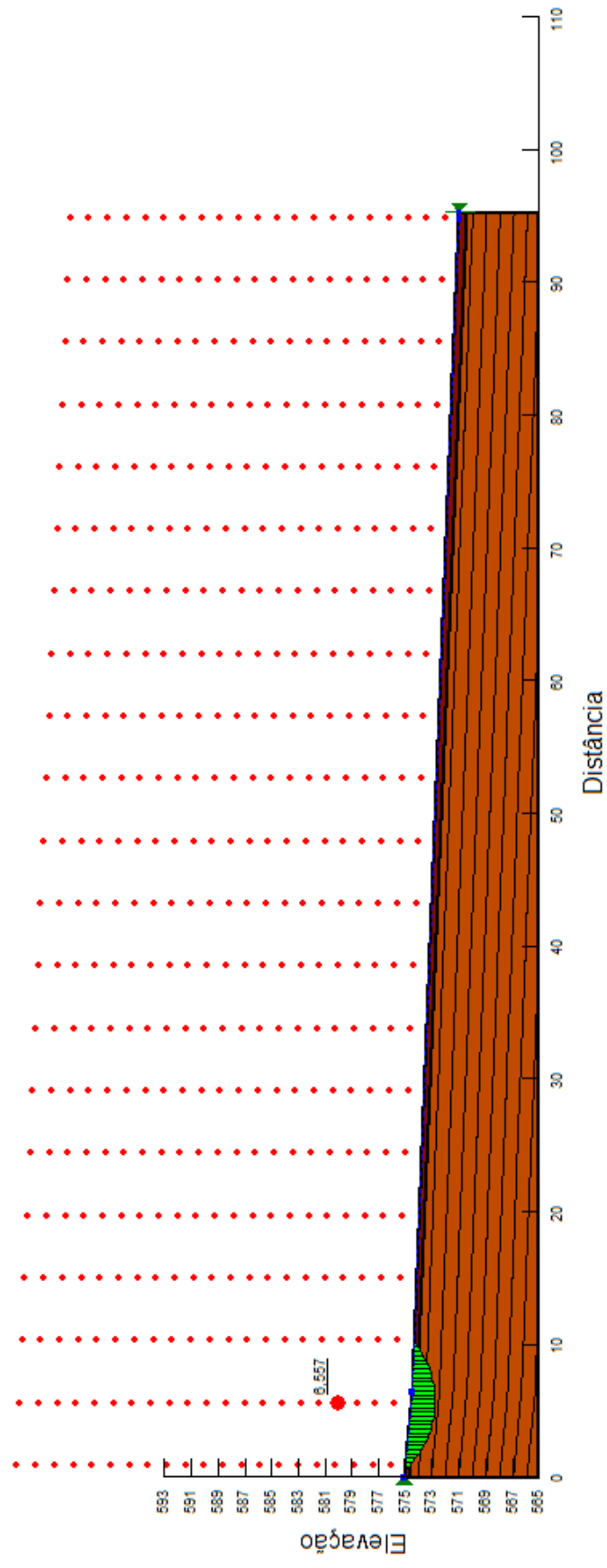


Figura 51 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

Figura 52 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo



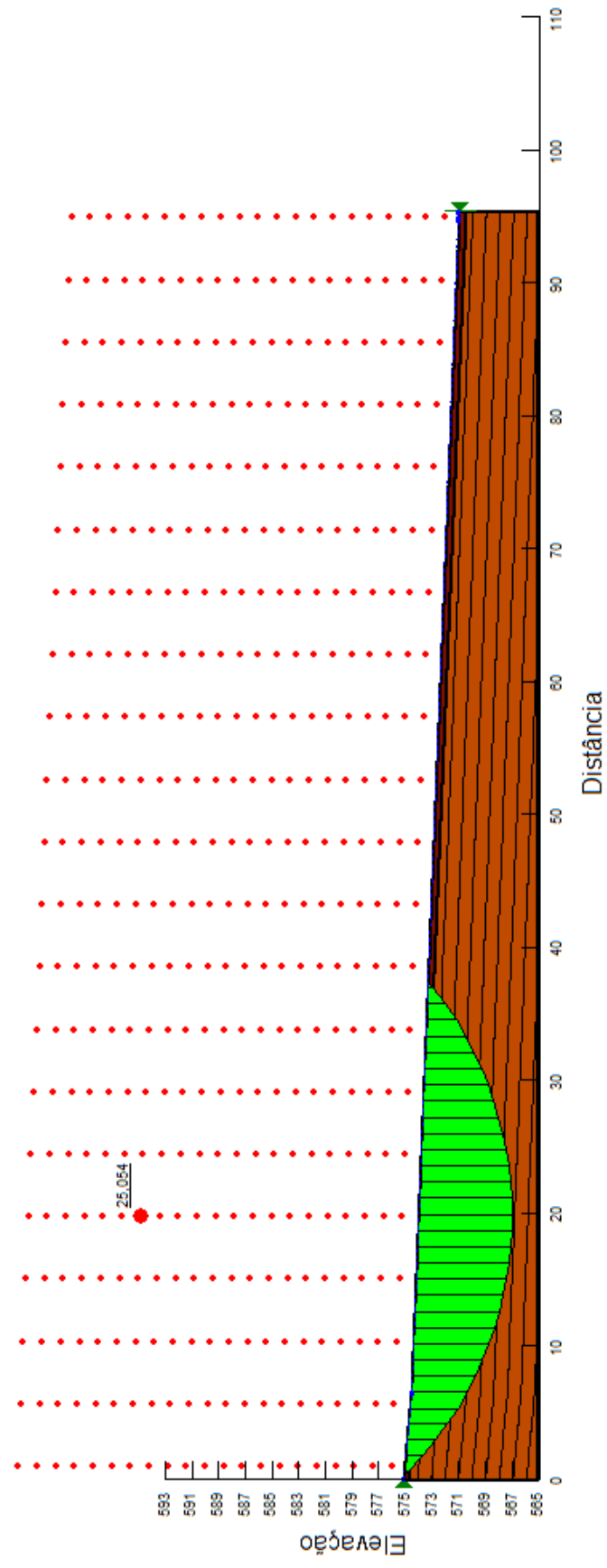


Figura 53 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

Figura 54 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

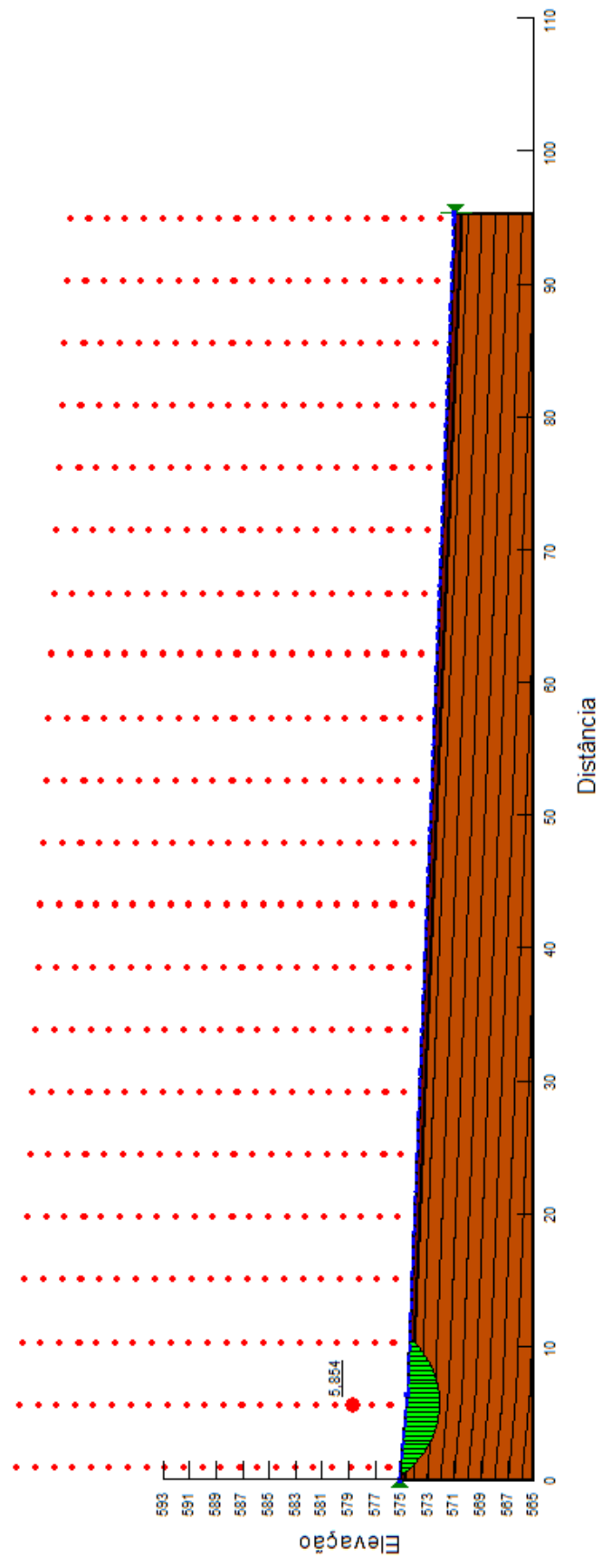


Figura 55 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

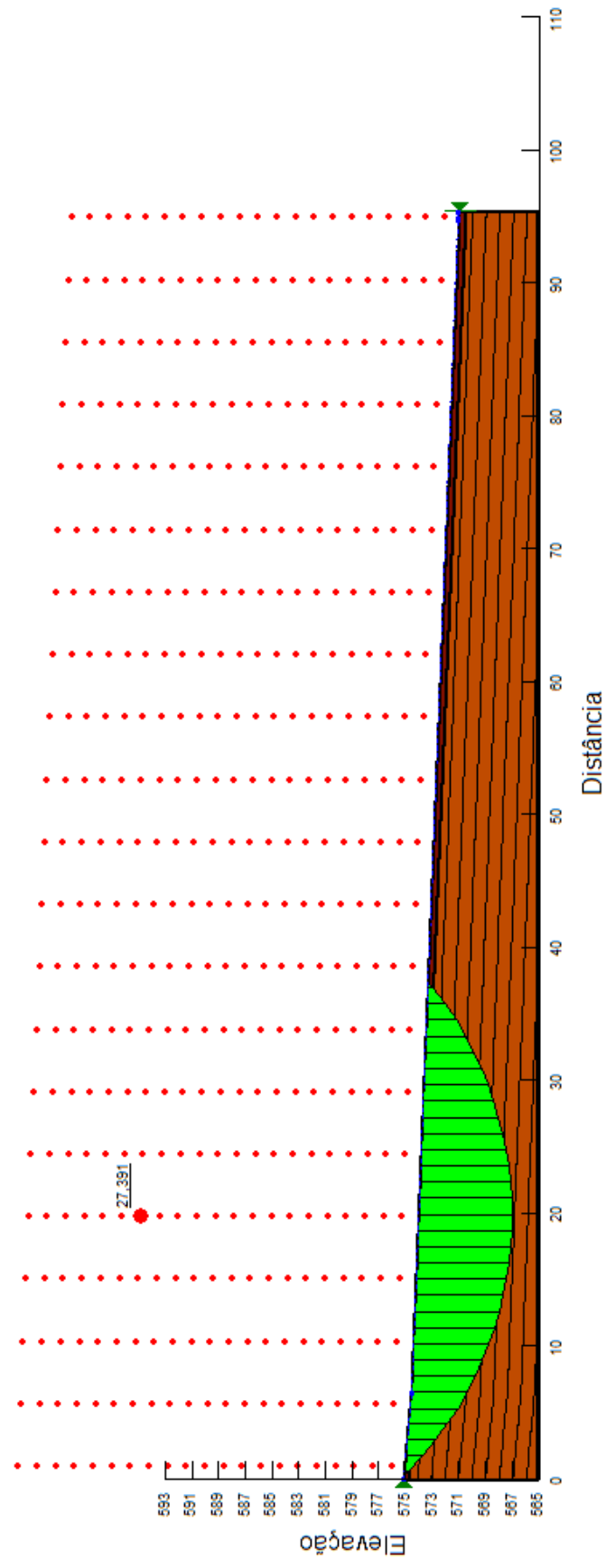


Figura 56 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Morgenster Price – solo não coesivo

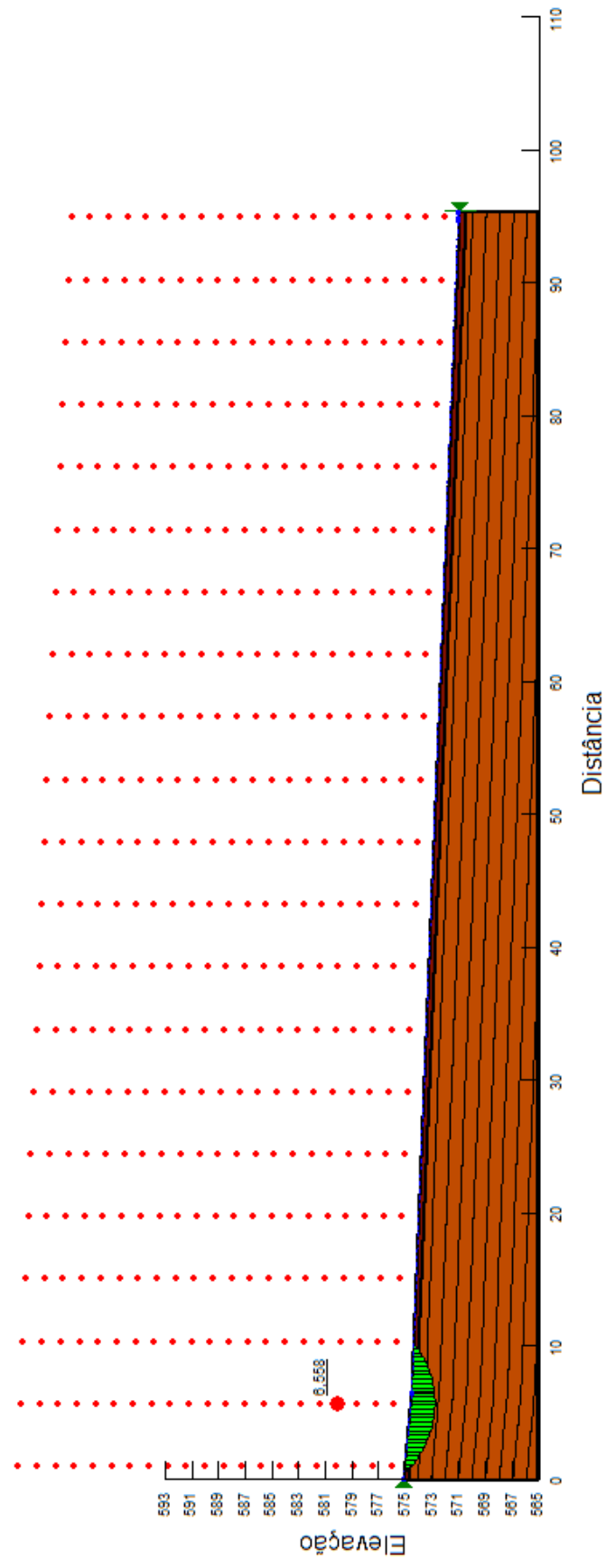


Figura 57 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

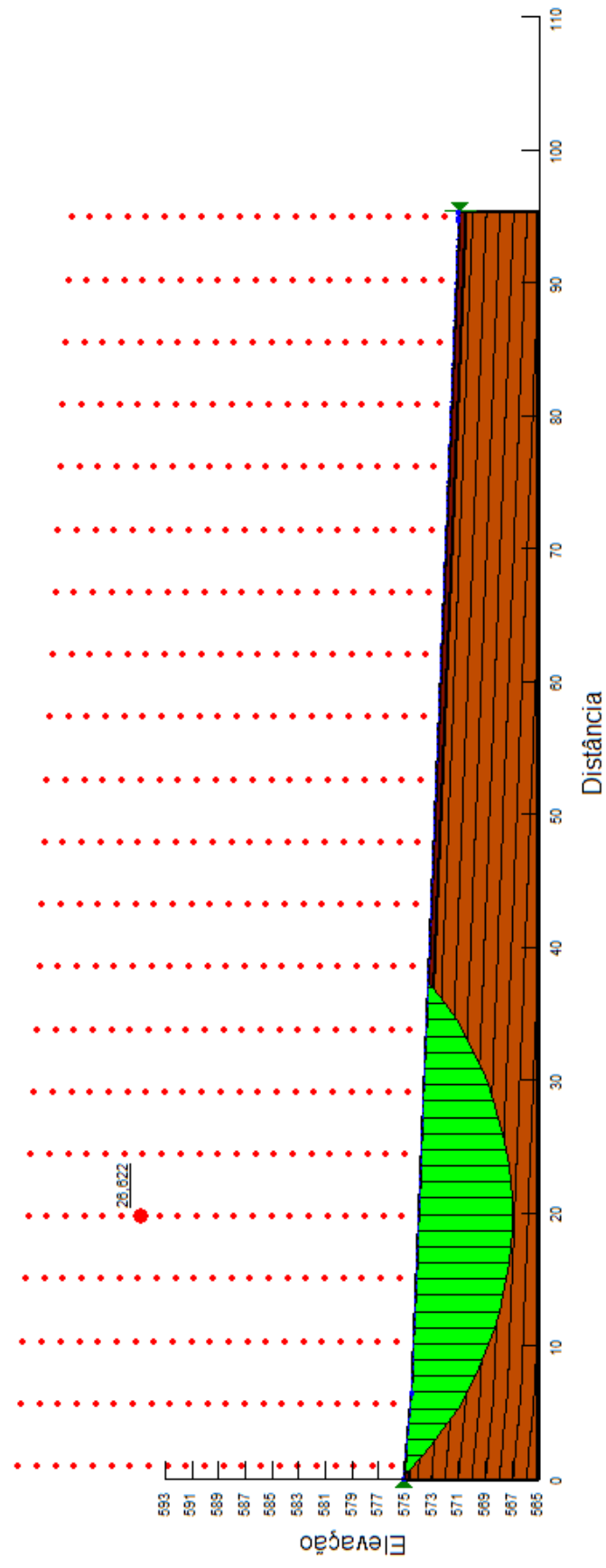


Figura 58 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

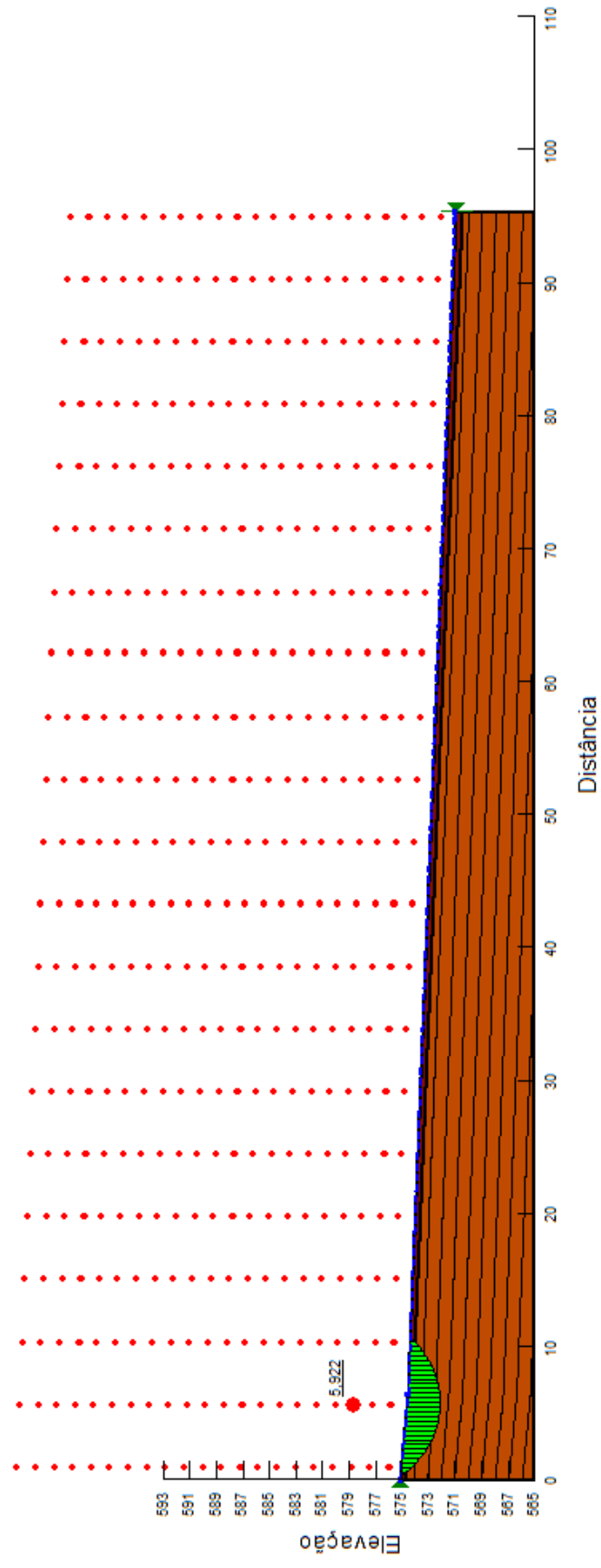


Figura 59 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

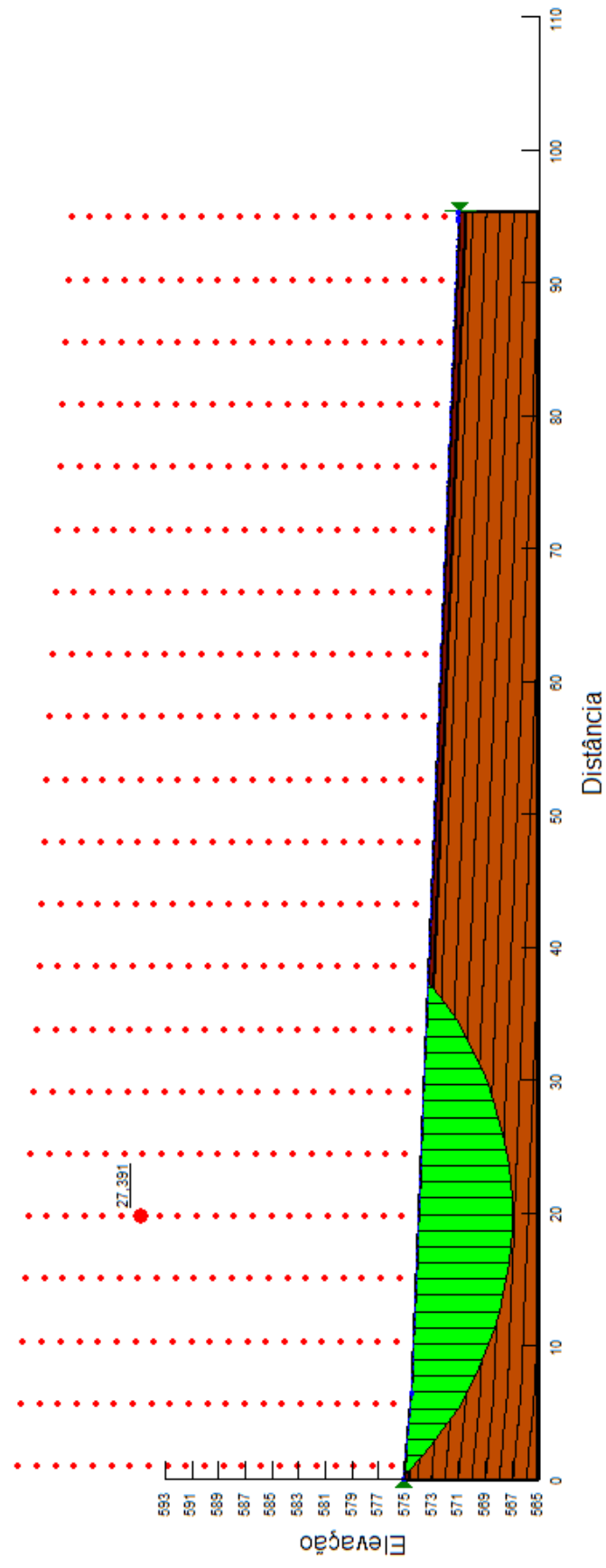


Figura 60 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0053.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

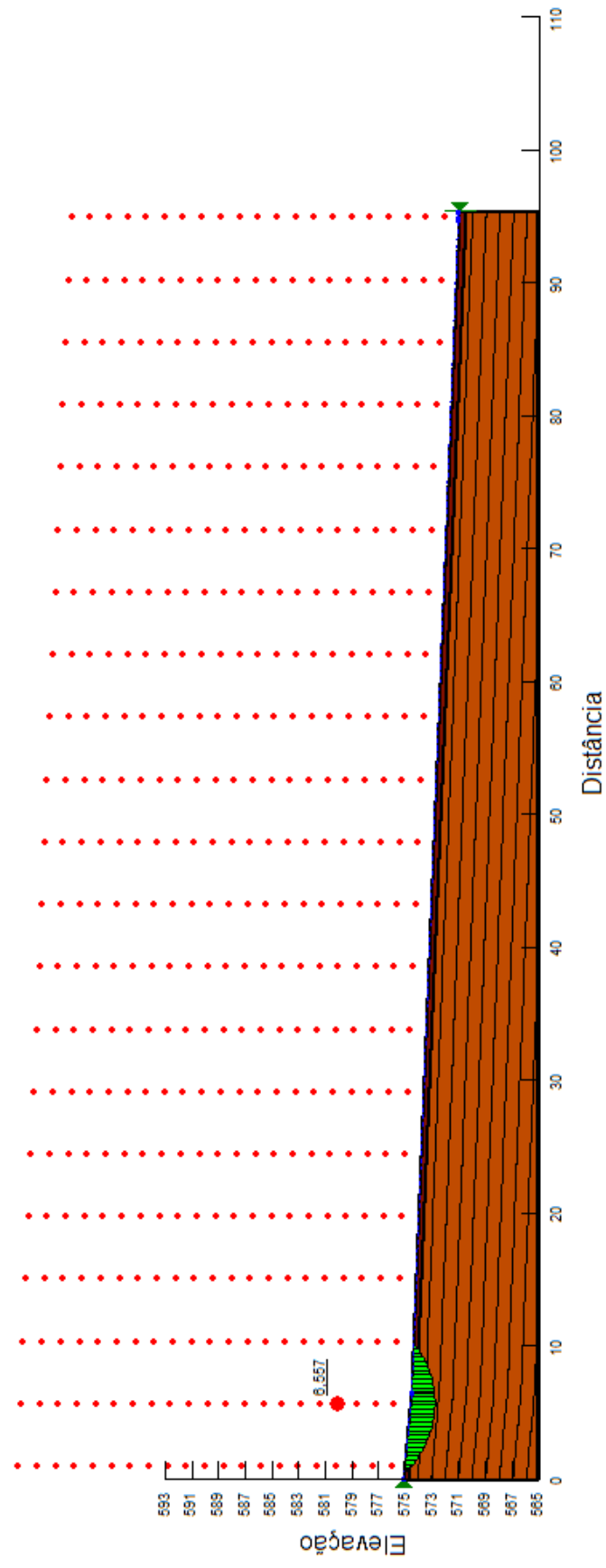


Figura 61 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

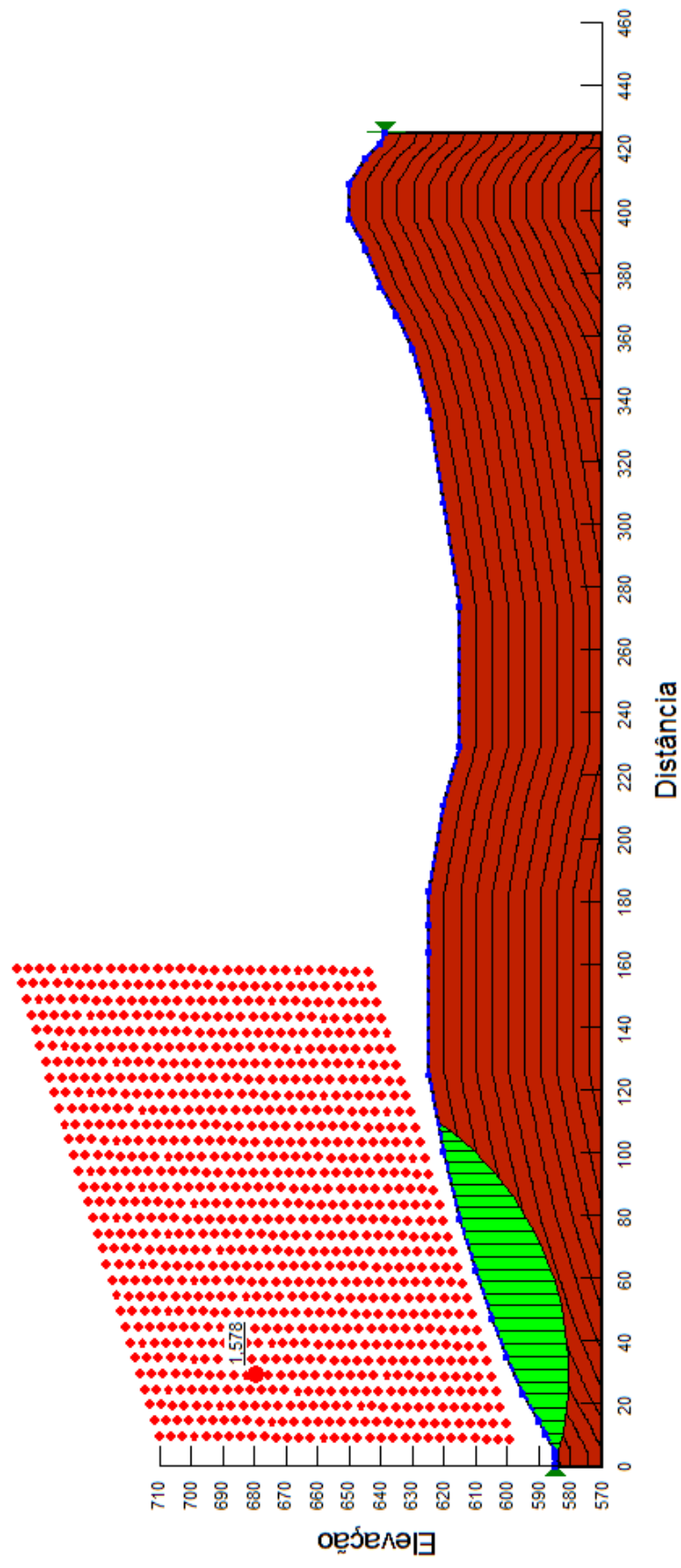


Figura 62 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

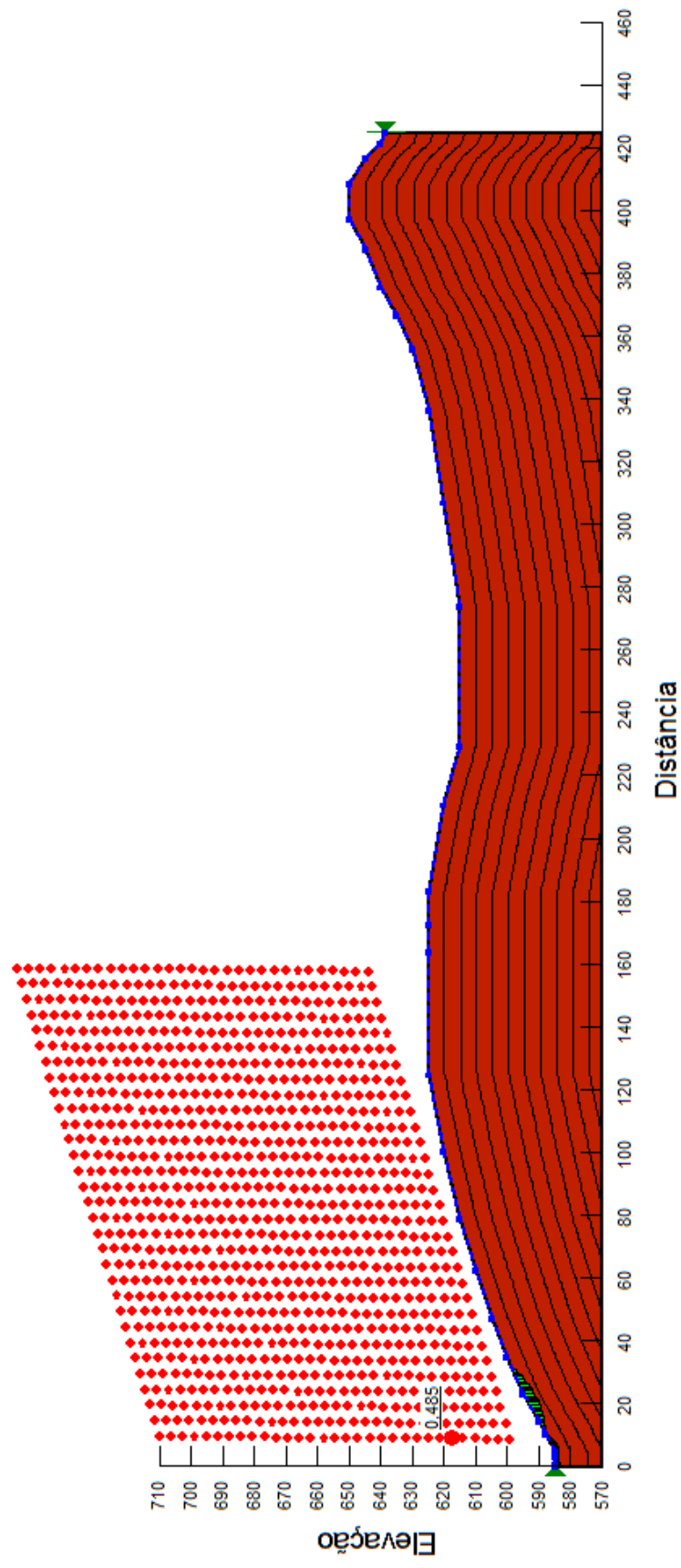


Figura 63 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

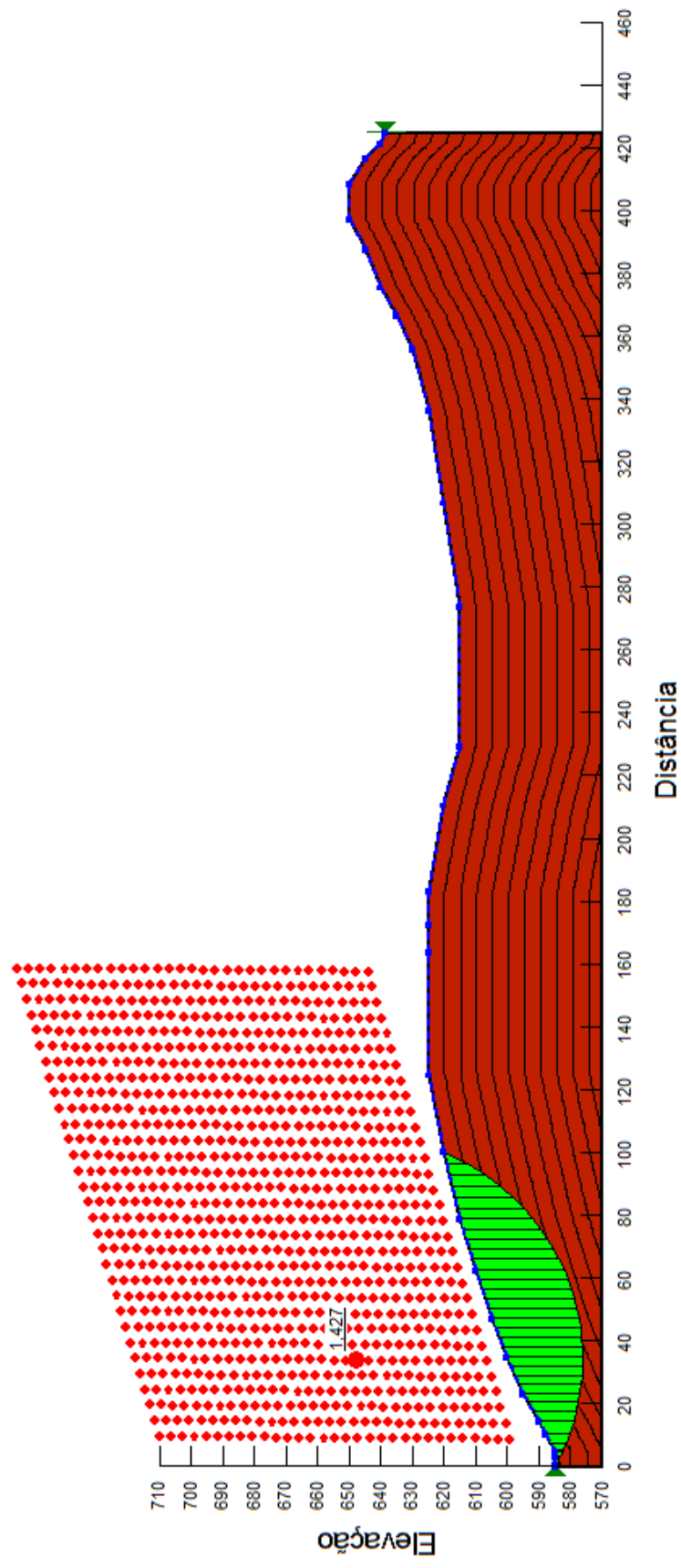


Figura 64 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

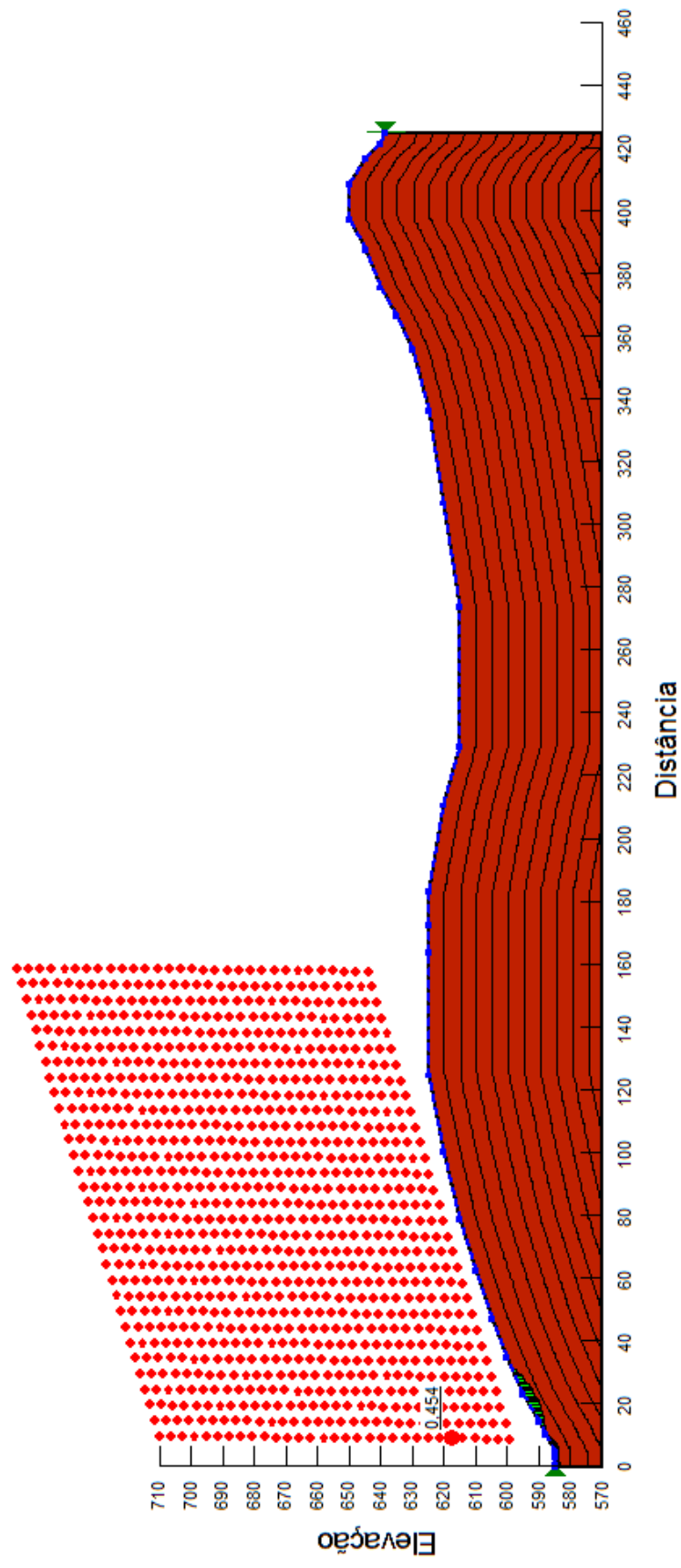


Figura 65 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

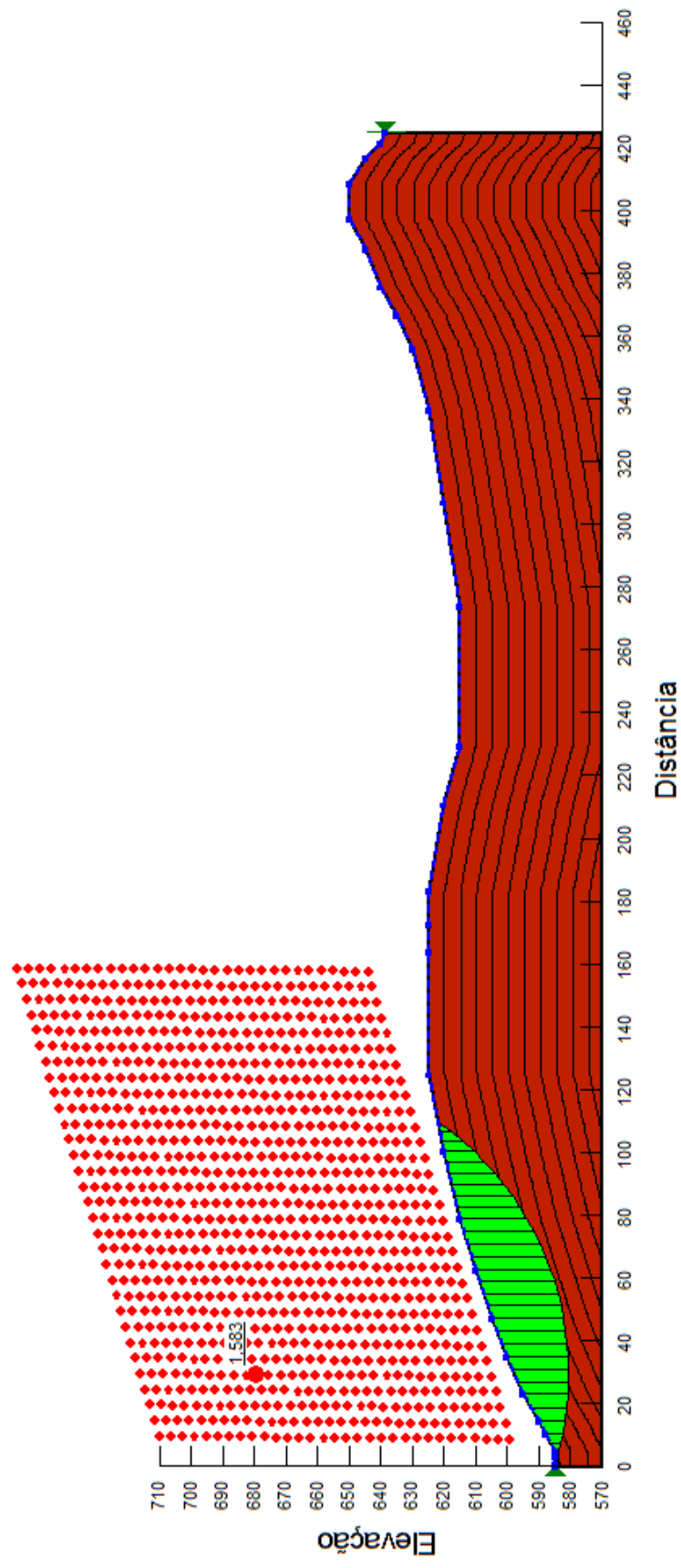


Figura 66 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

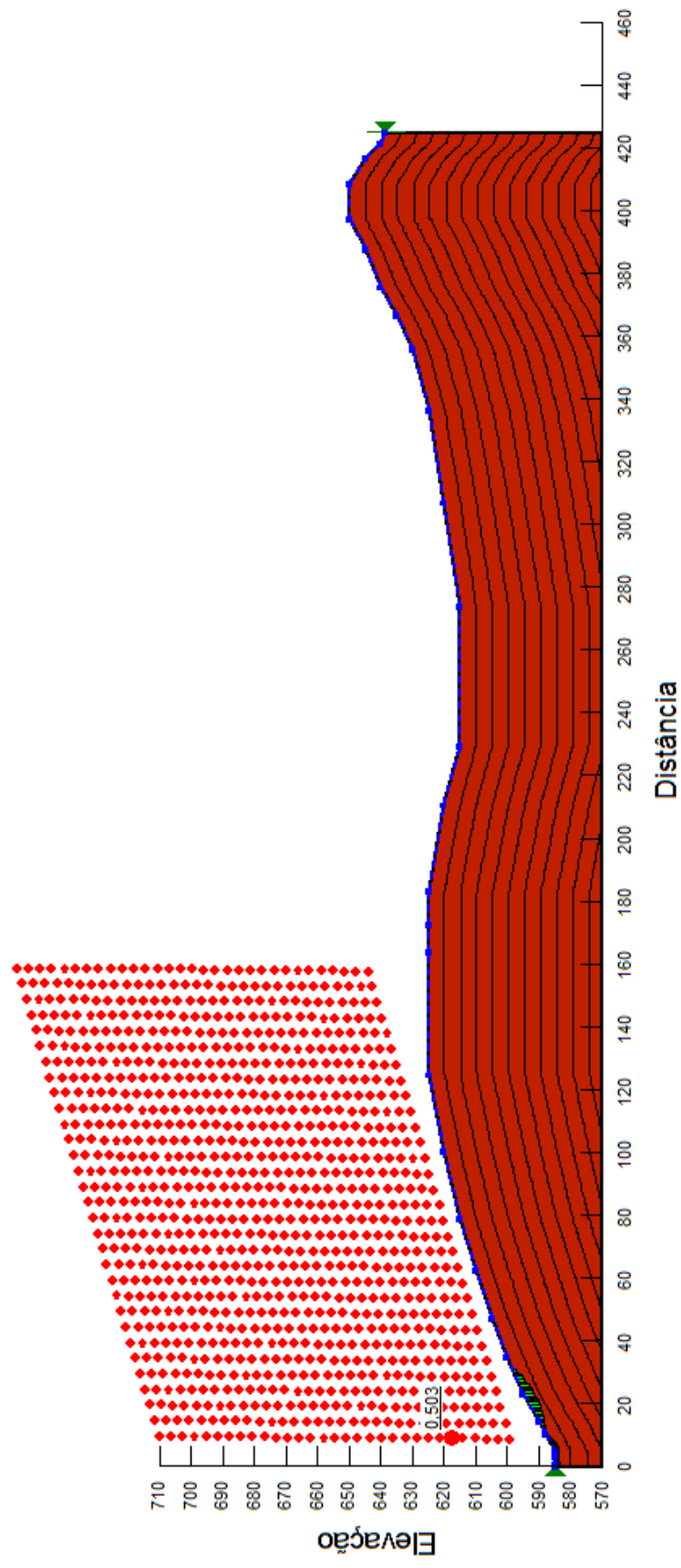


Figura 67 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

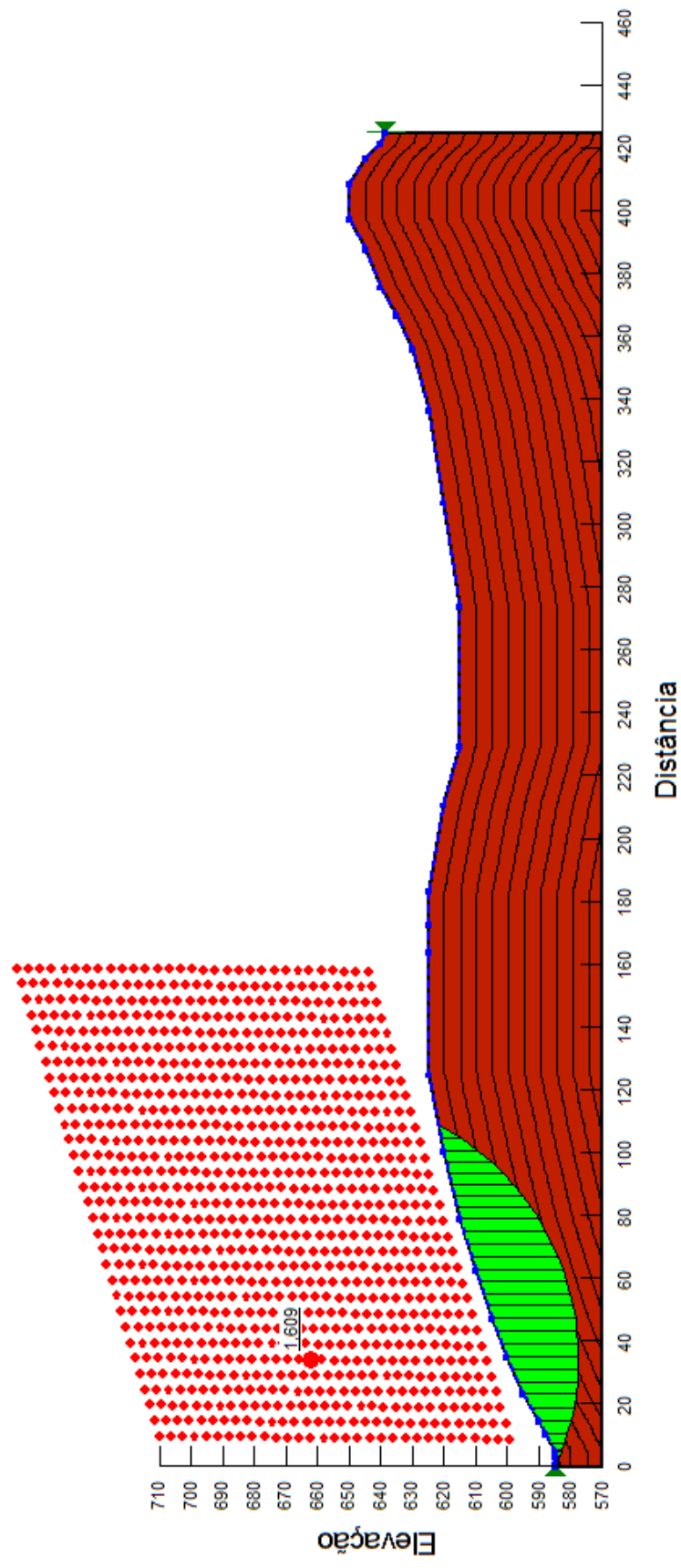


Figura 68 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

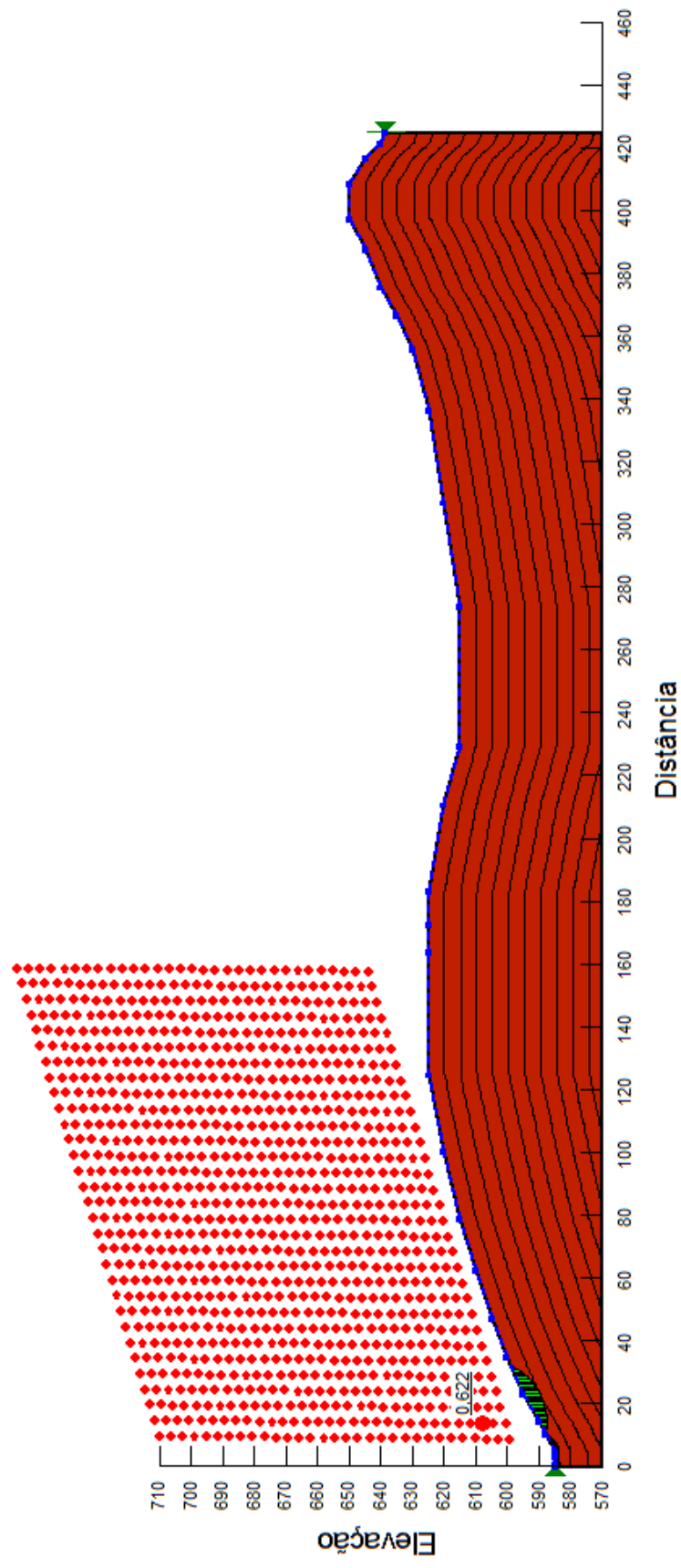


Figura 69 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

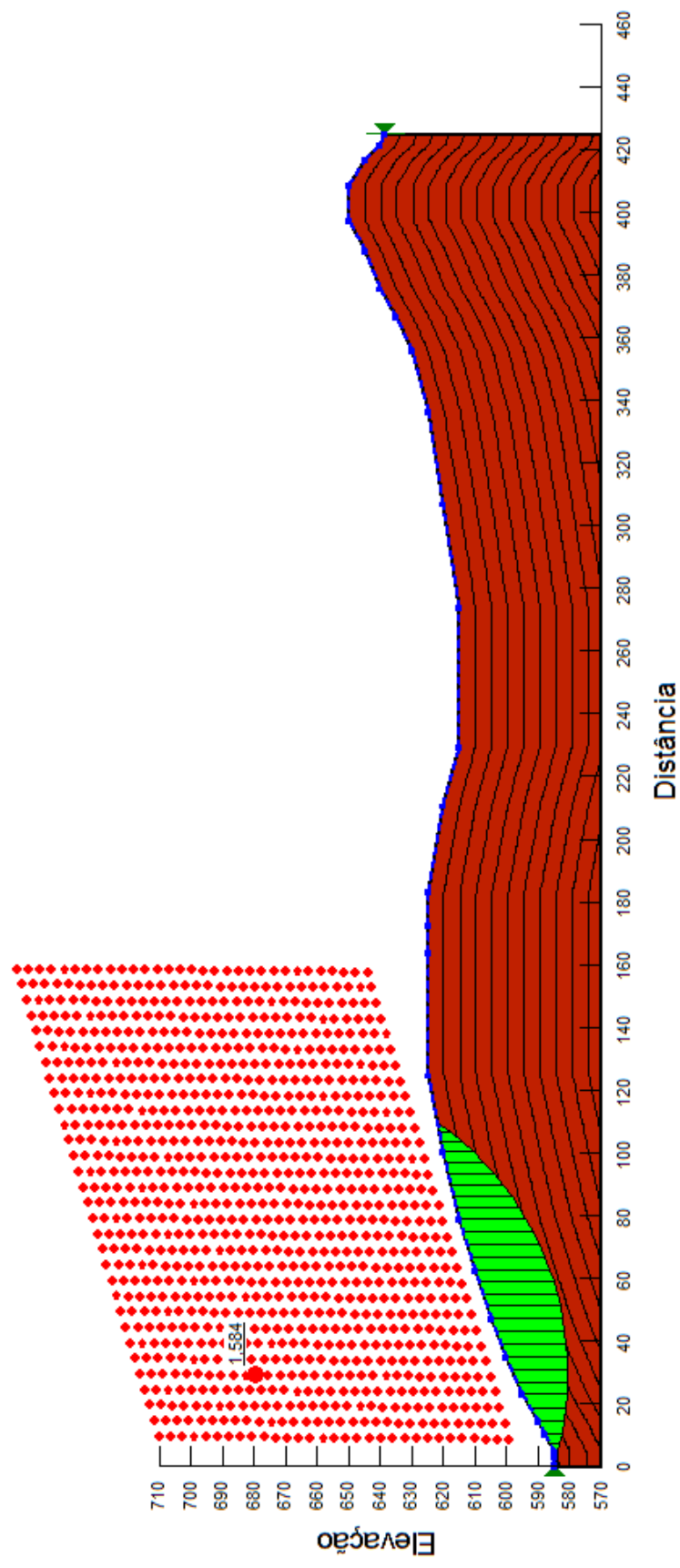
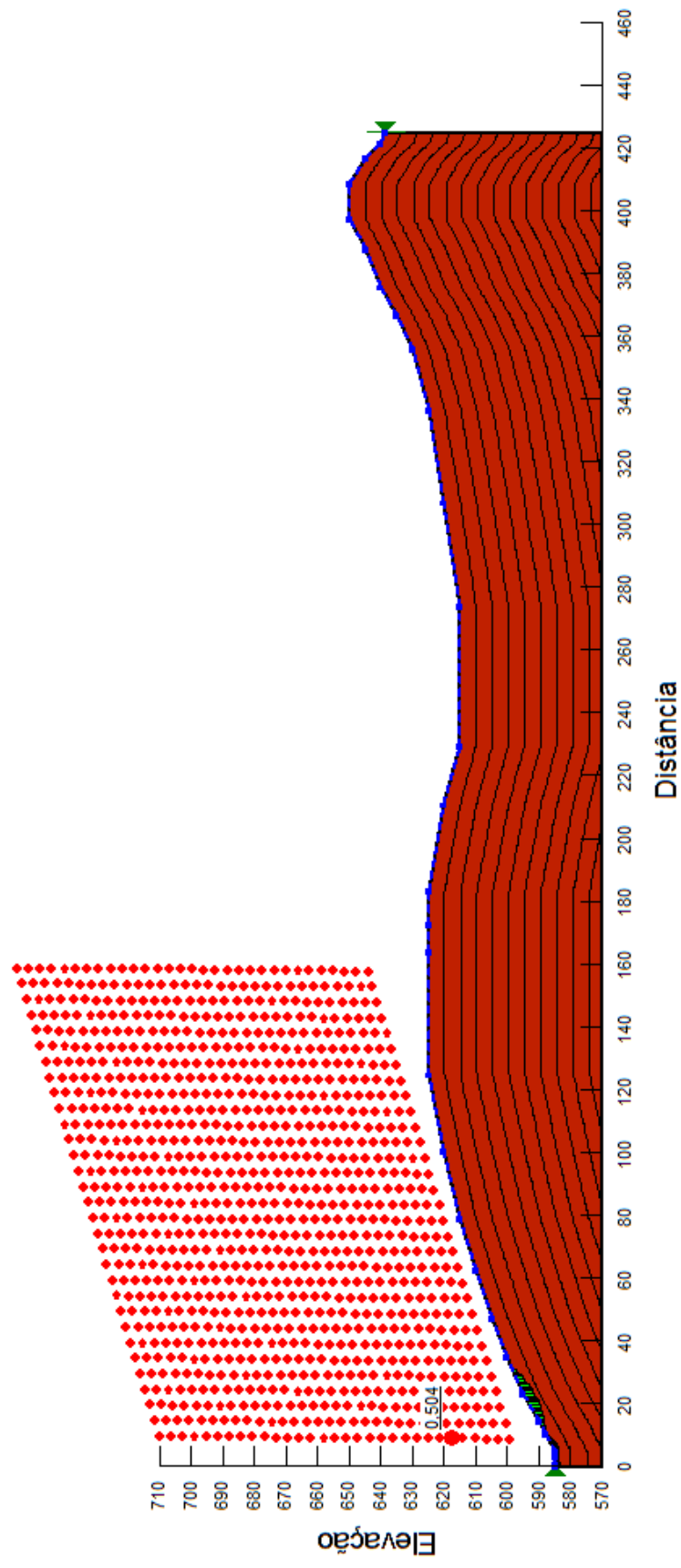


Figura 70 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0054.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo



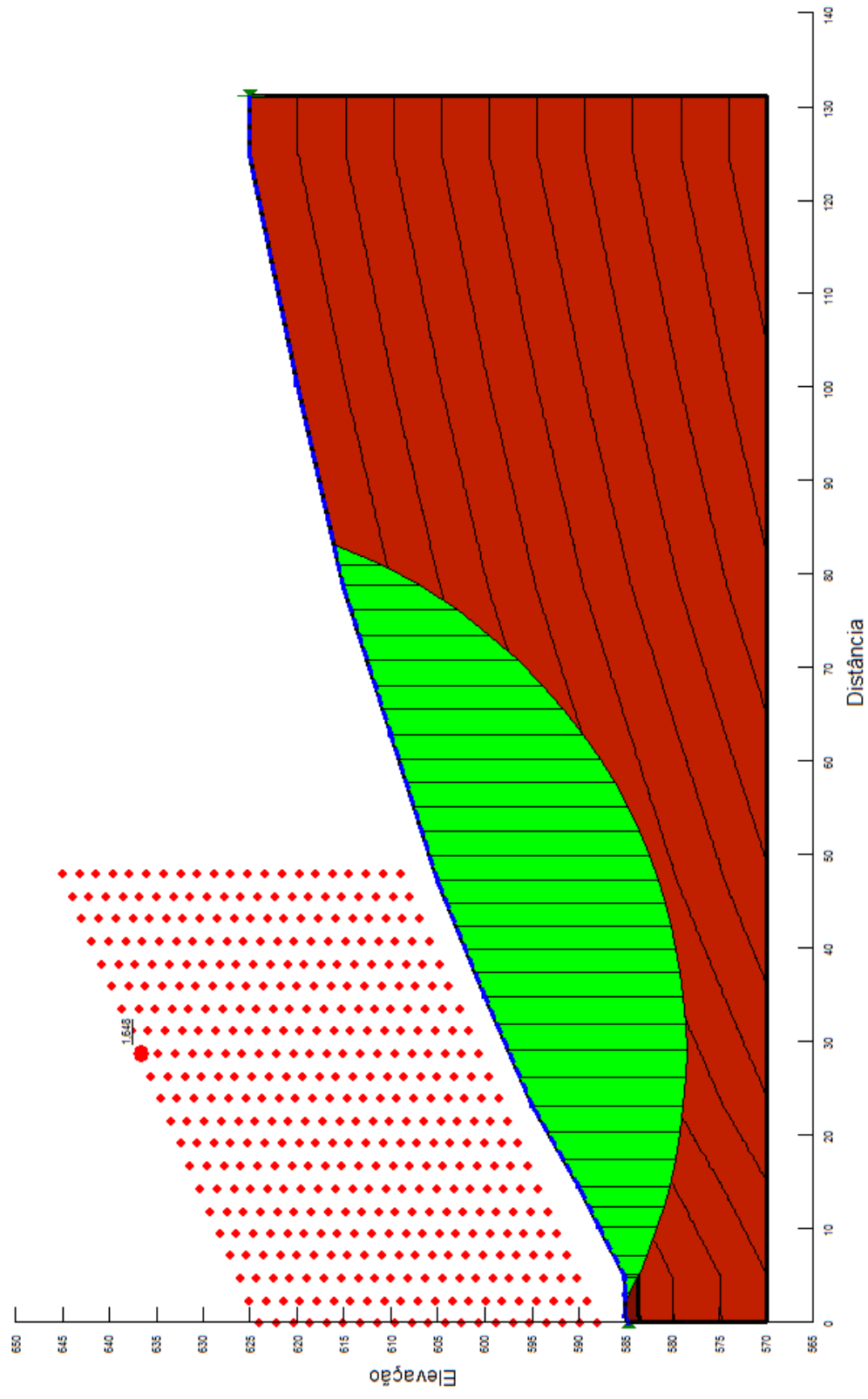


Figura 71 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

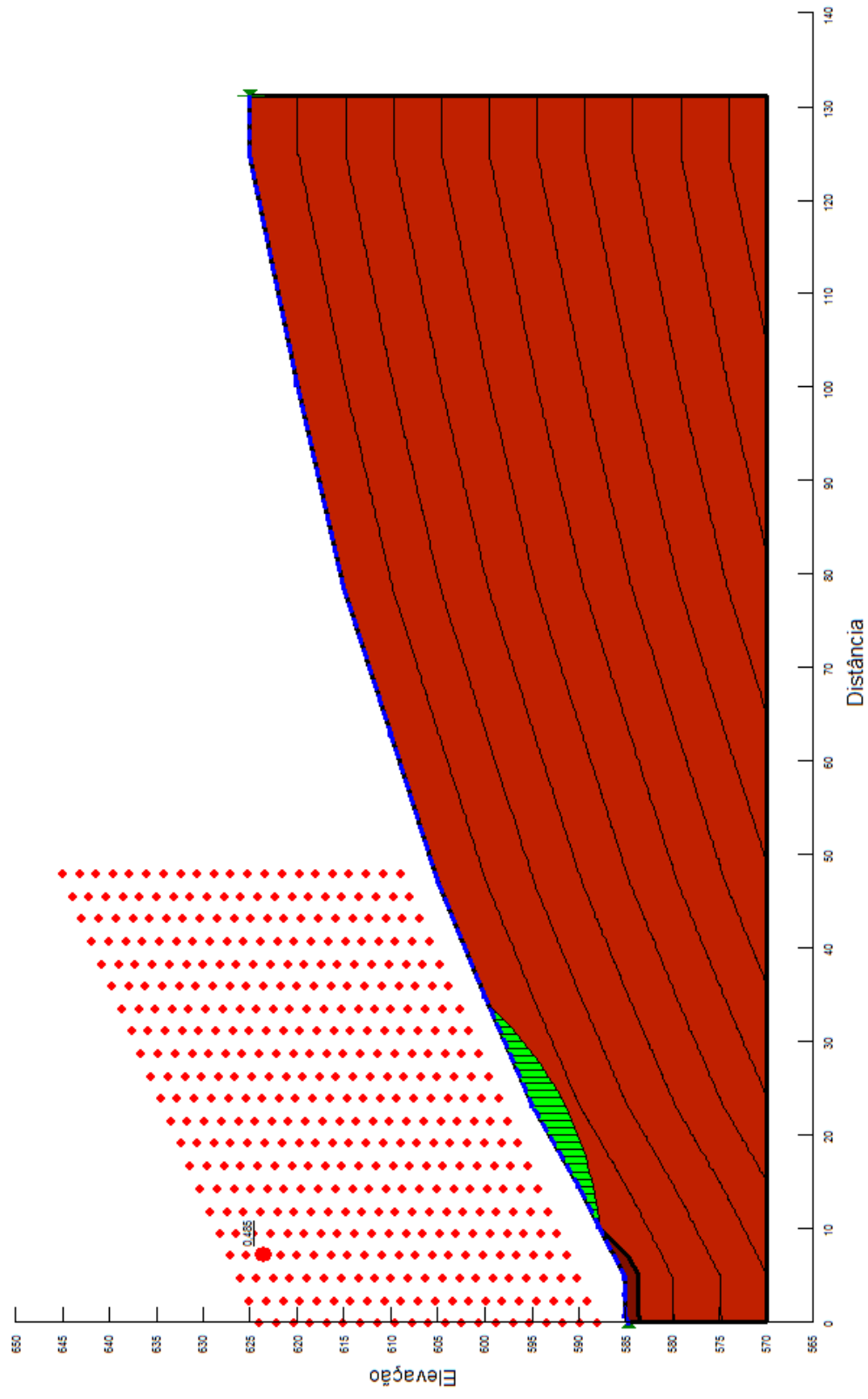


Figura 72 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

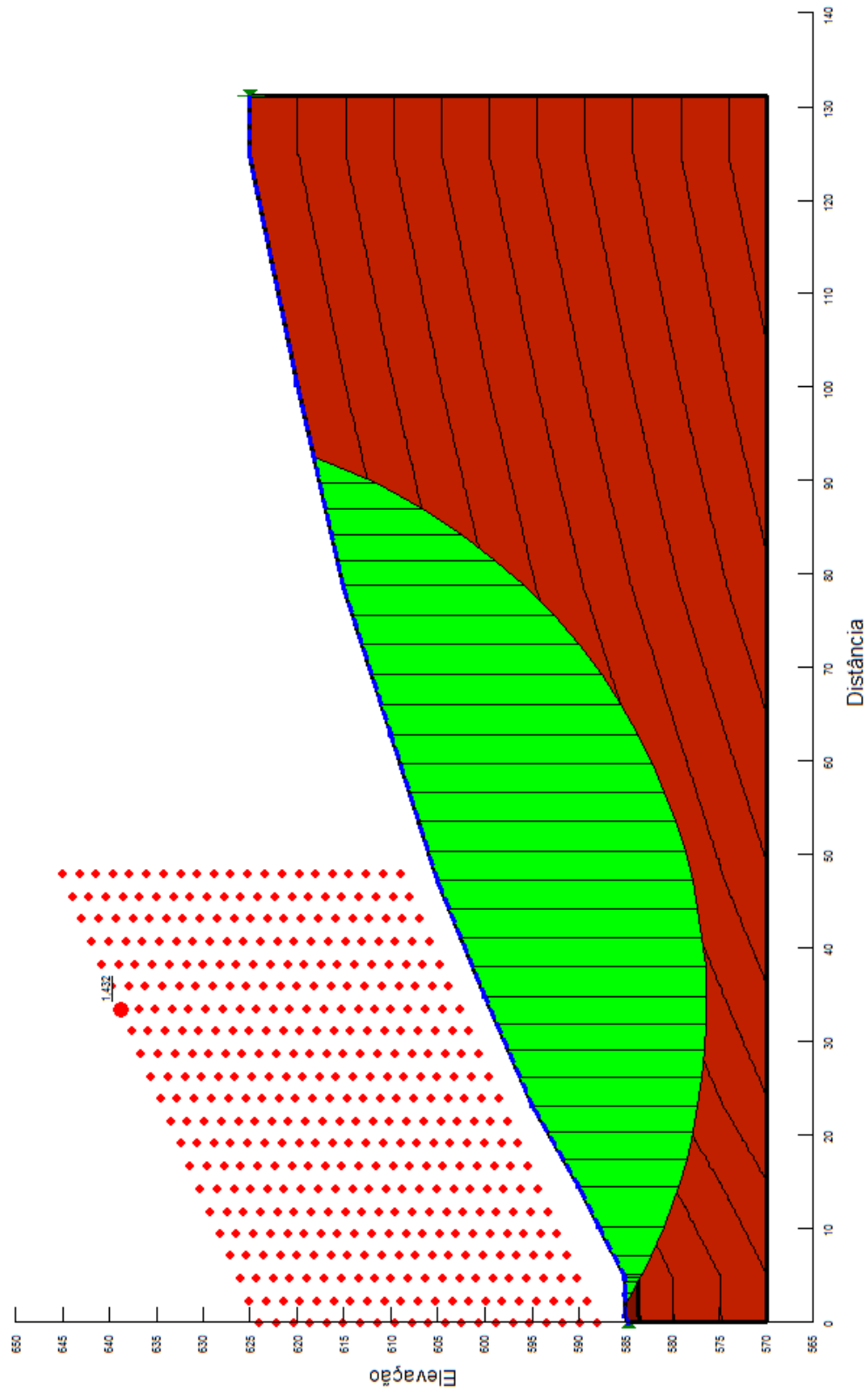


Figura 73 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

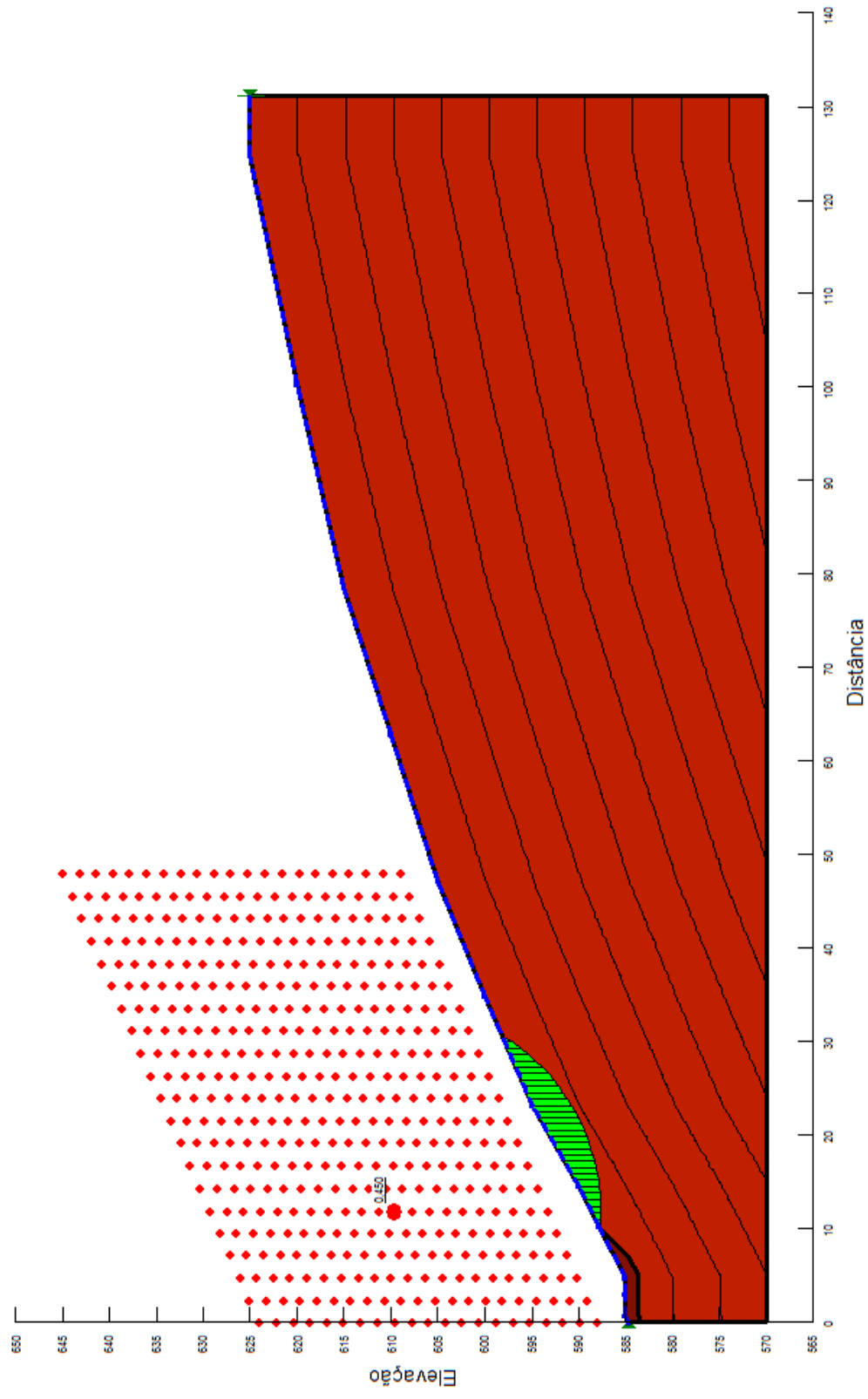


Figura 74 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

Figura 75 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

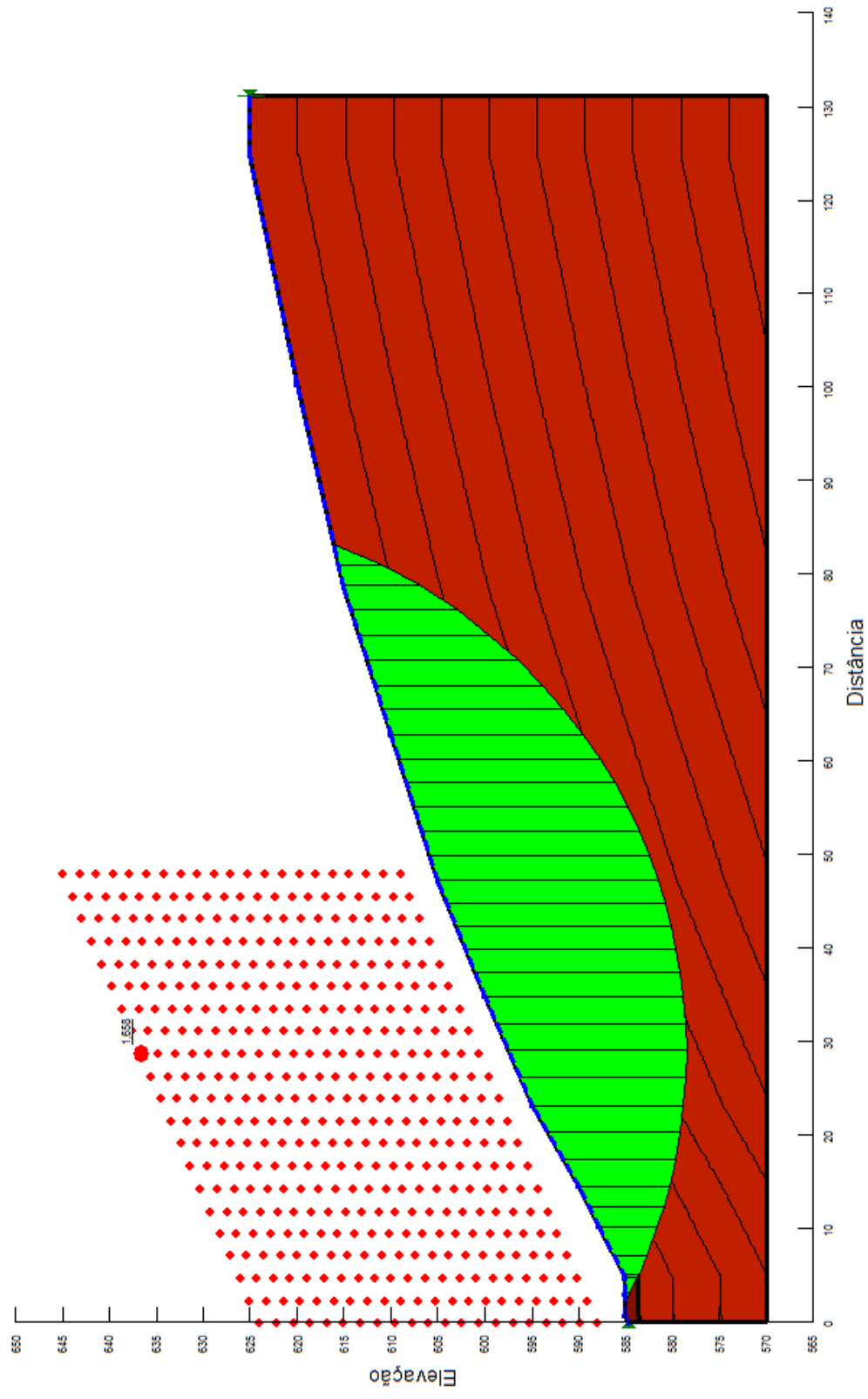
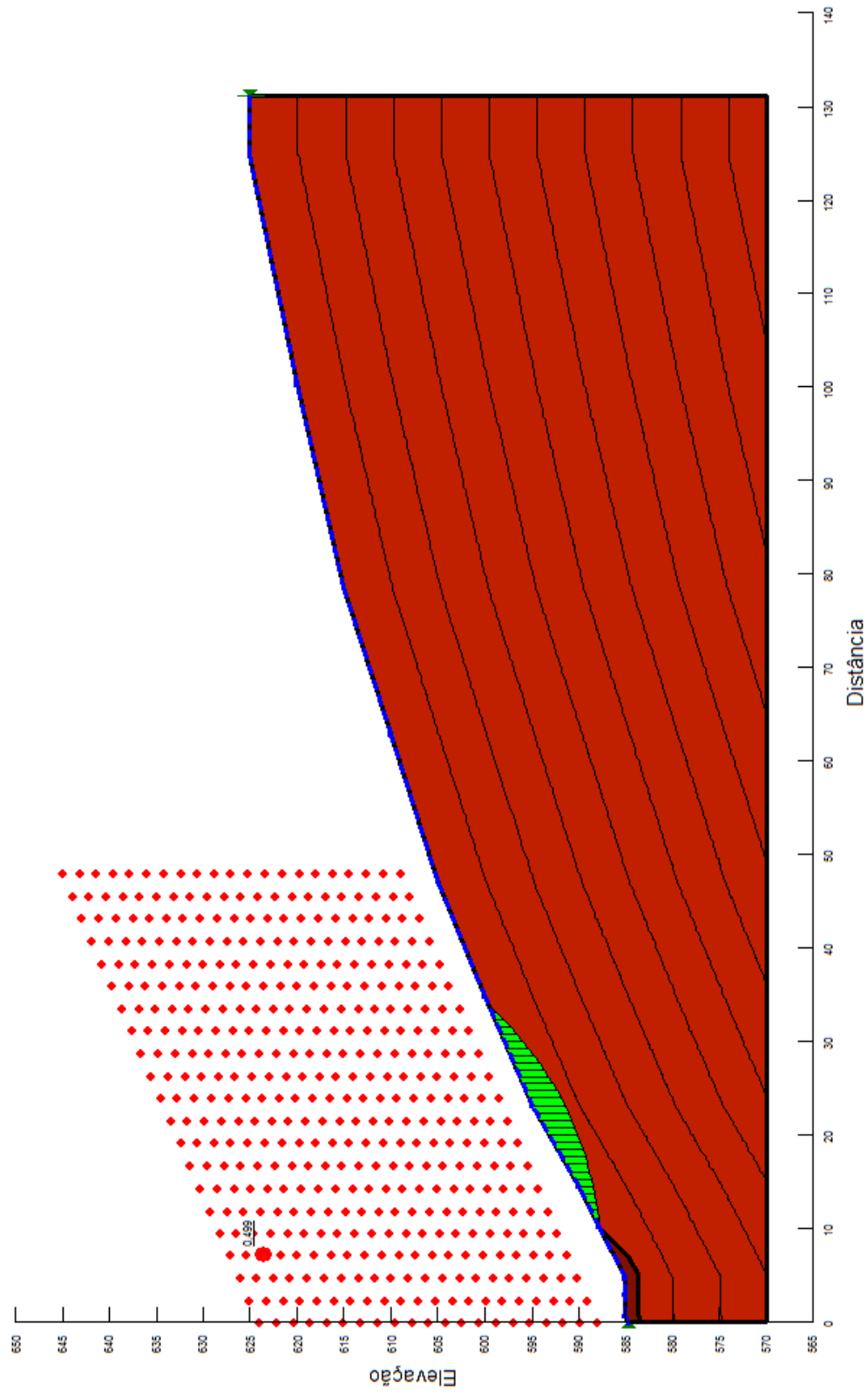


Figura 76 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo



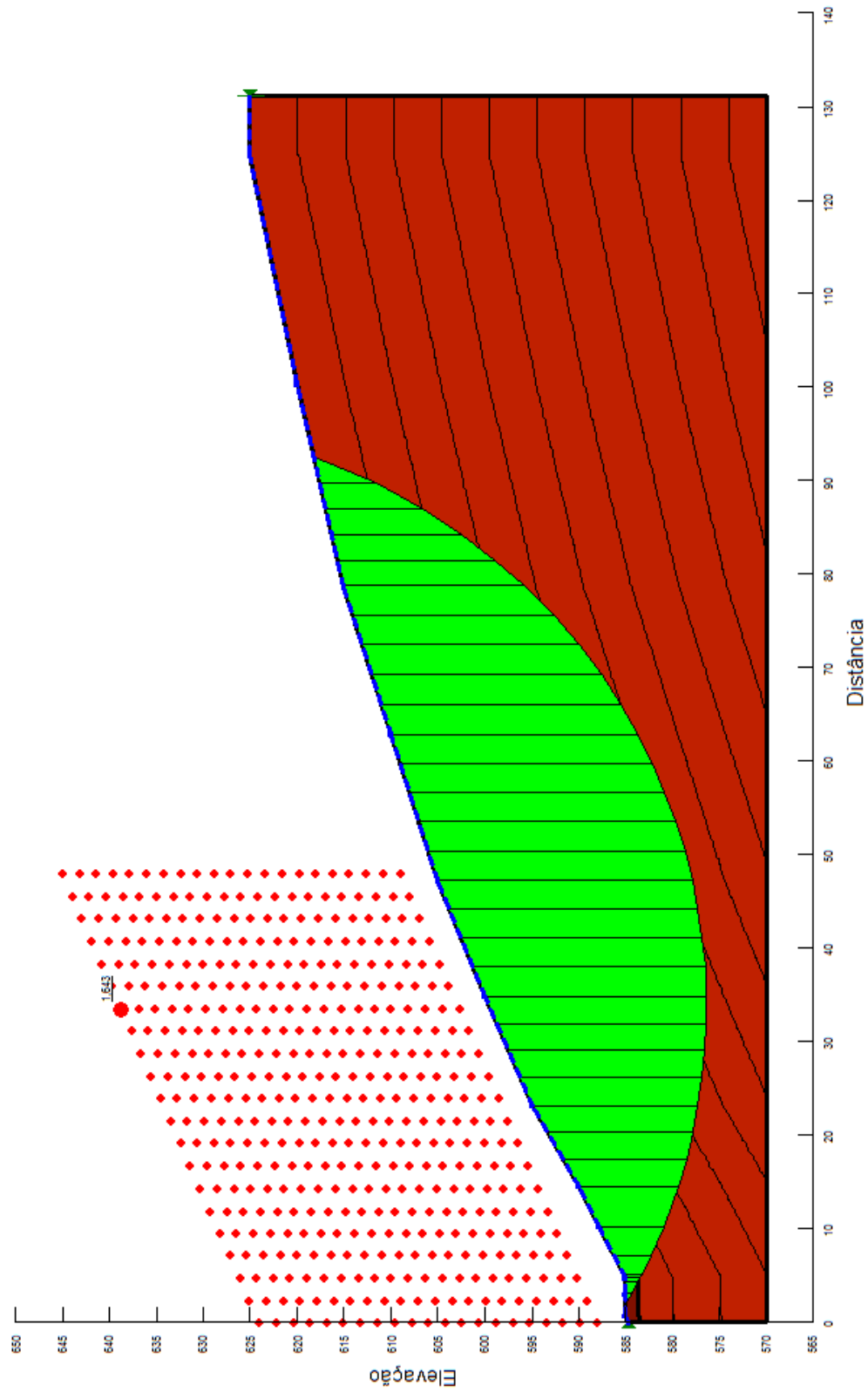


Figura 77 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

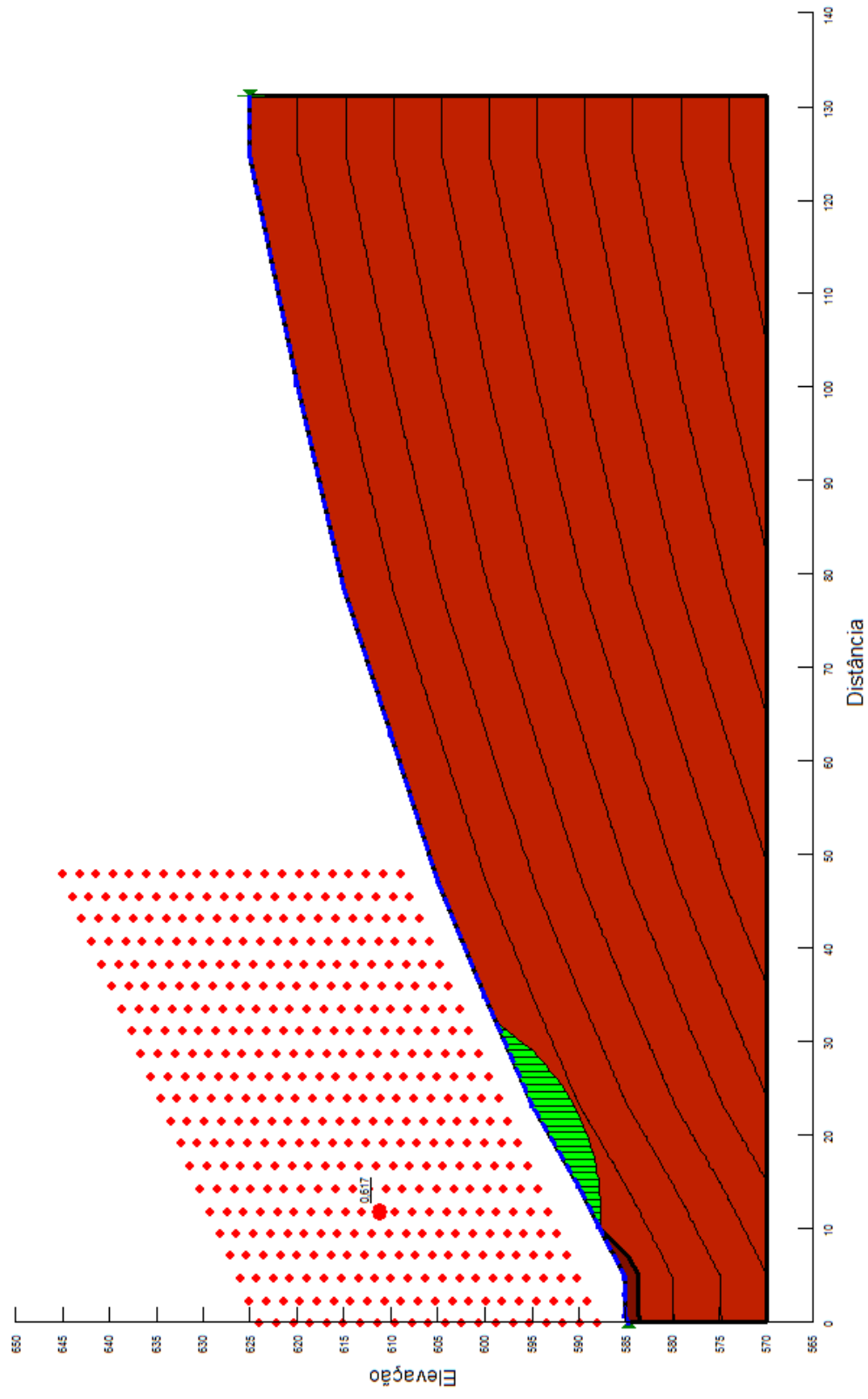


Figura 78 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

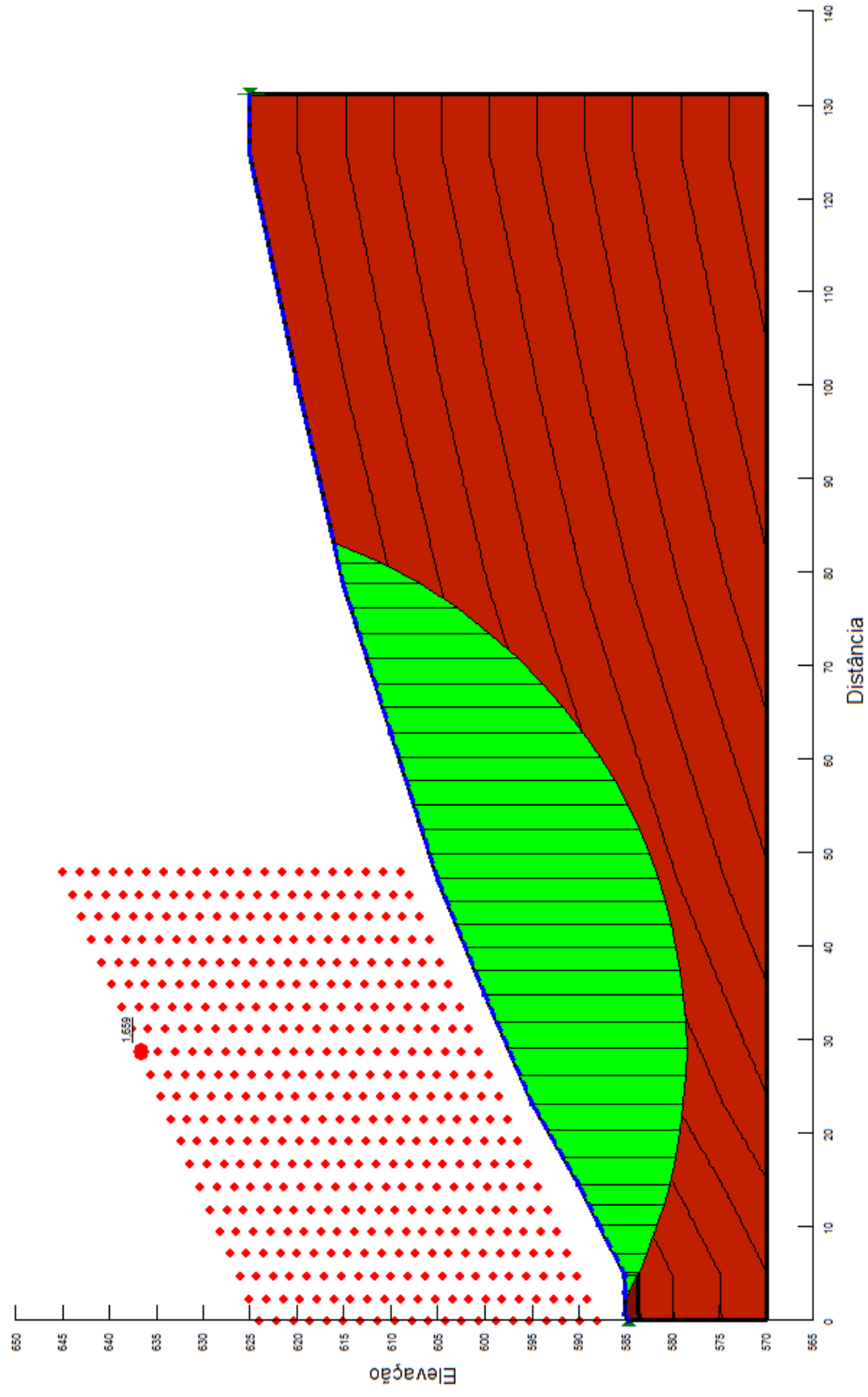


Figura 79 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

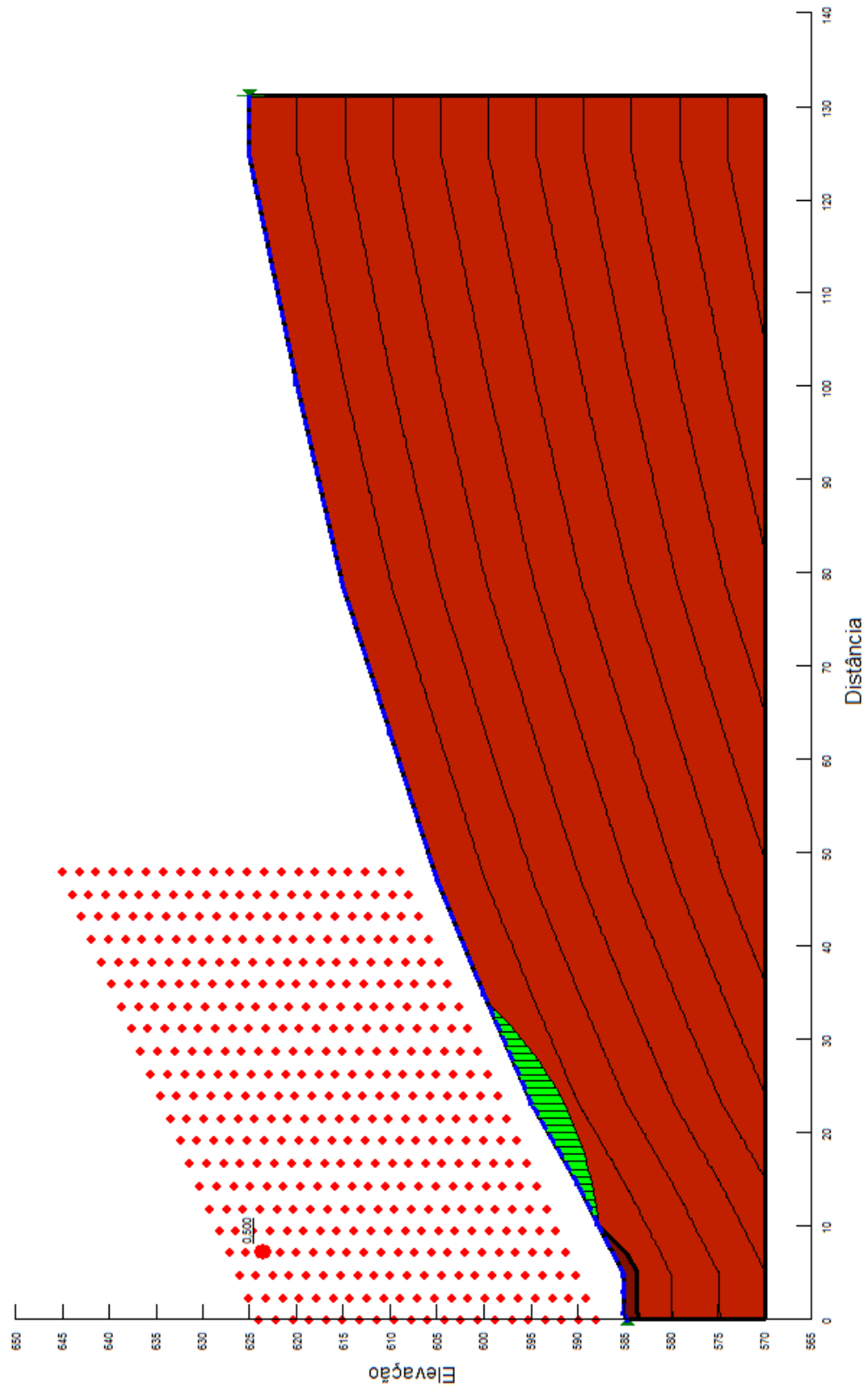
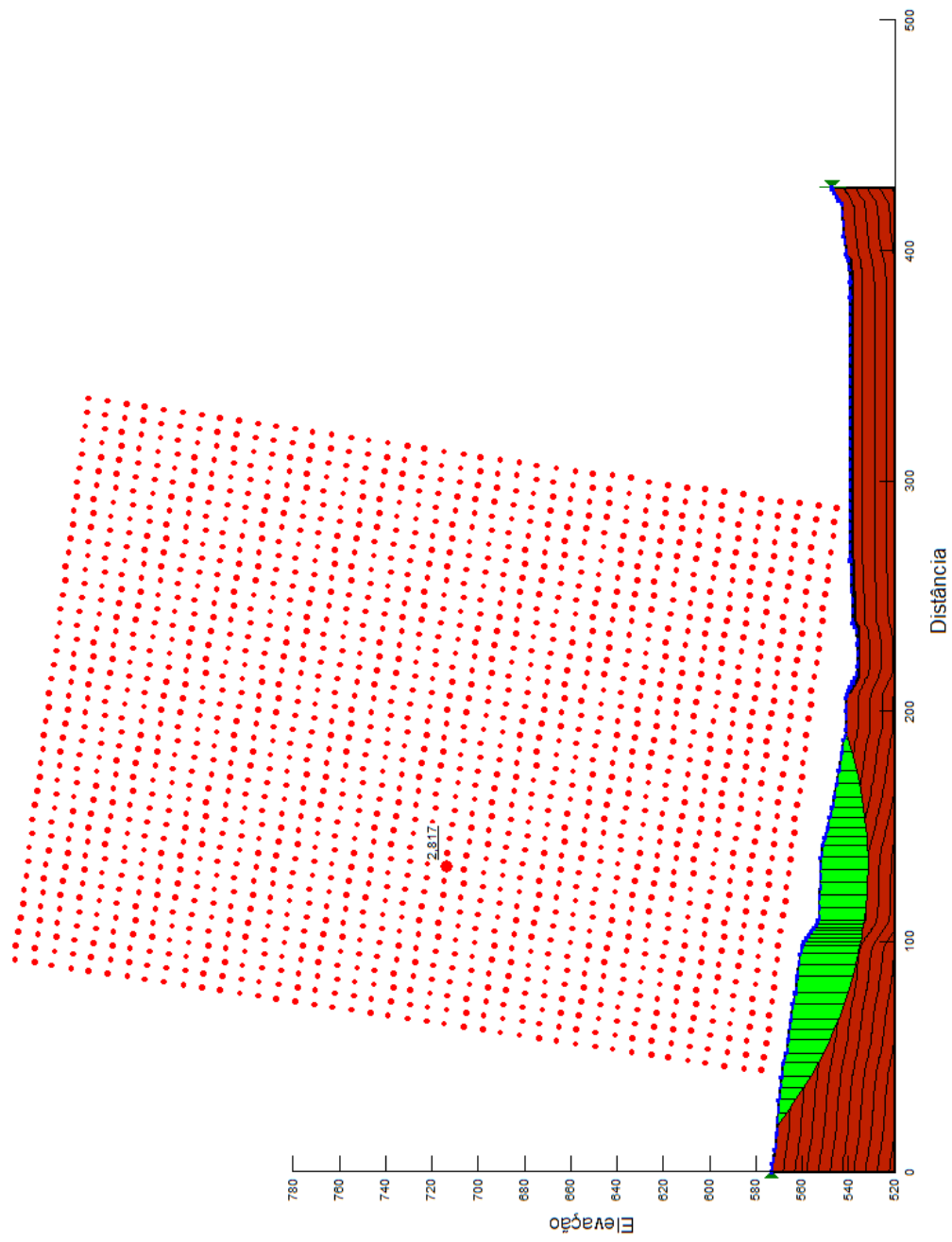


Figura 80 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0054.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

Figura 81 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Bishop – solo coesivo



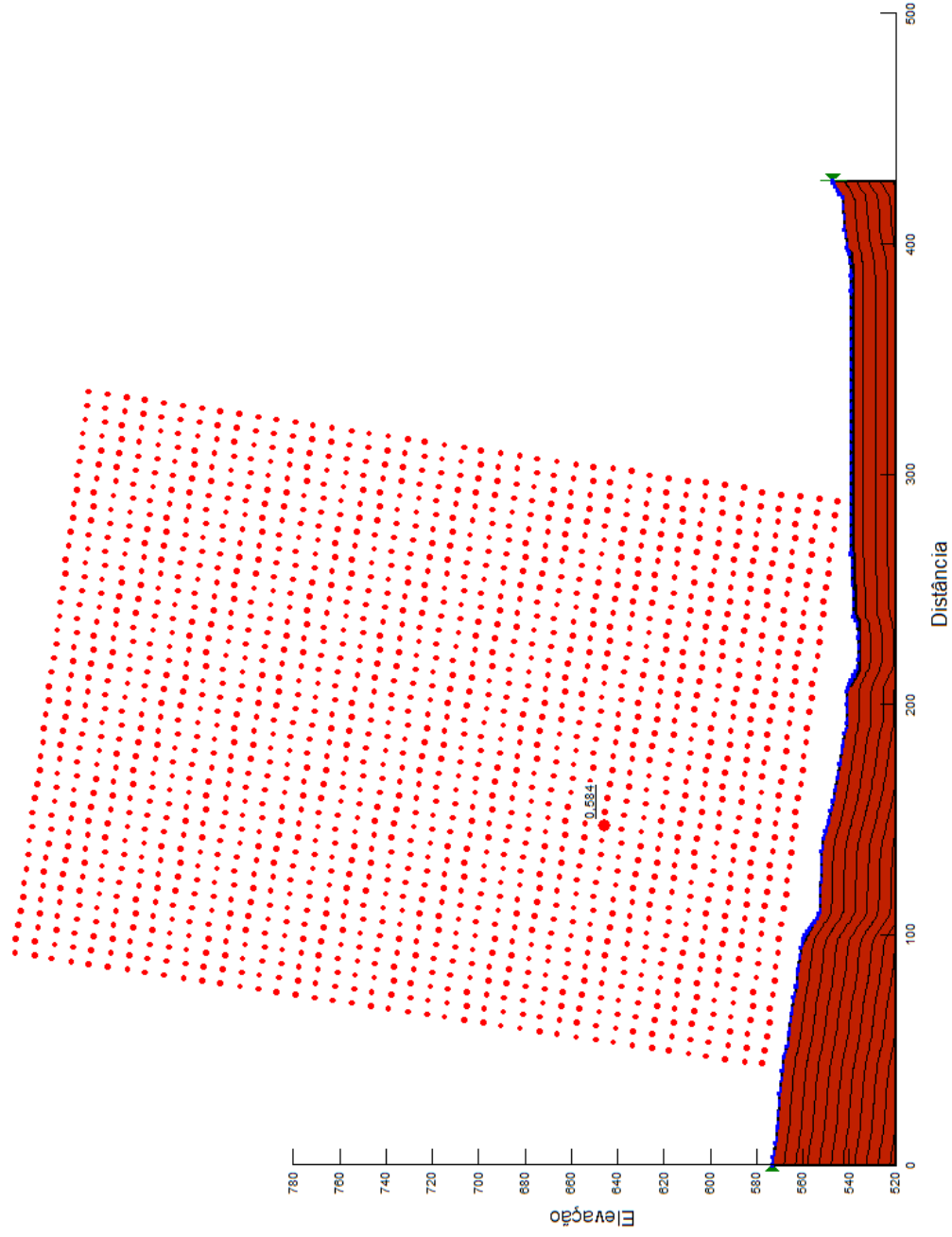


Figura 82 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

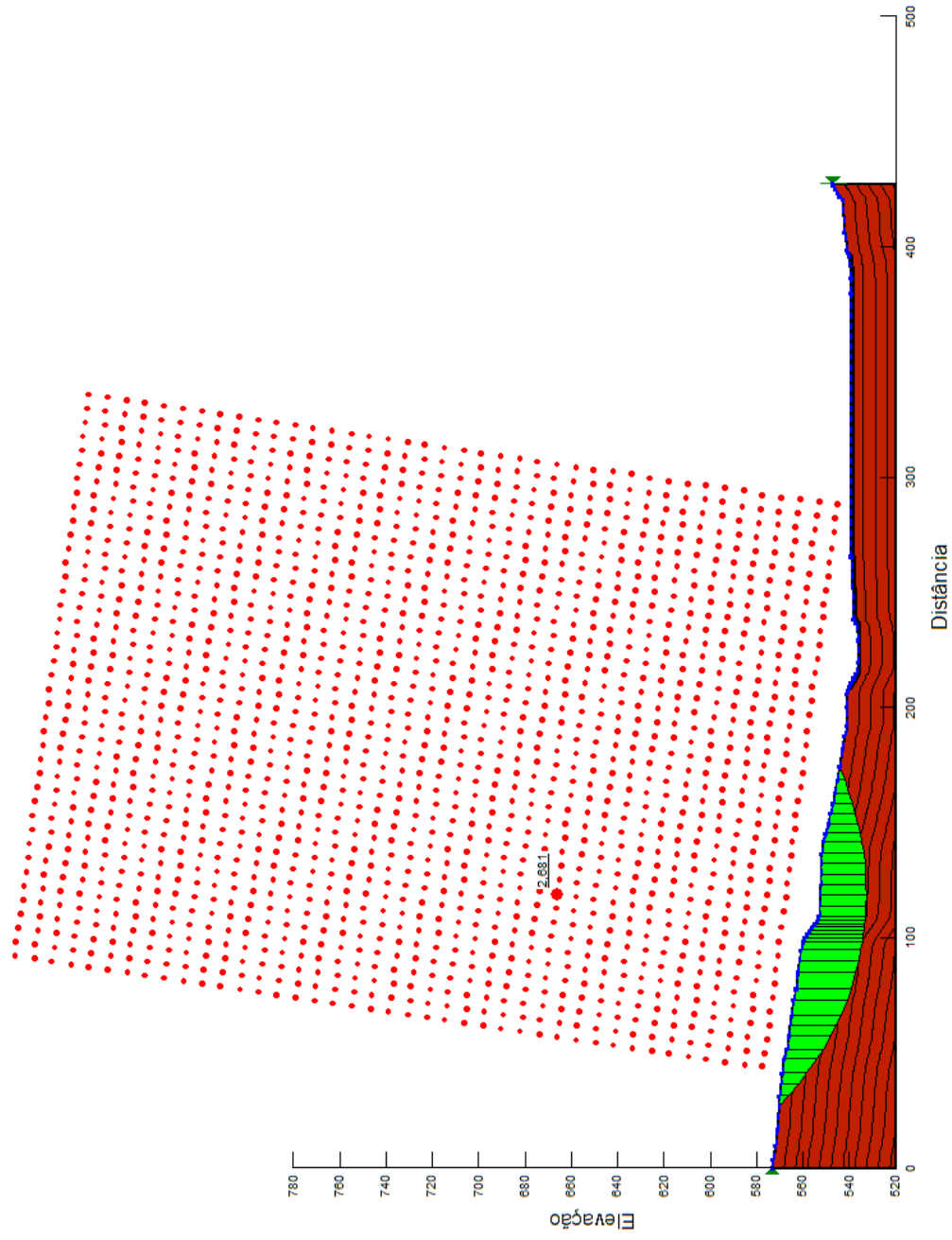


Figura 83 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

Figura 84 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

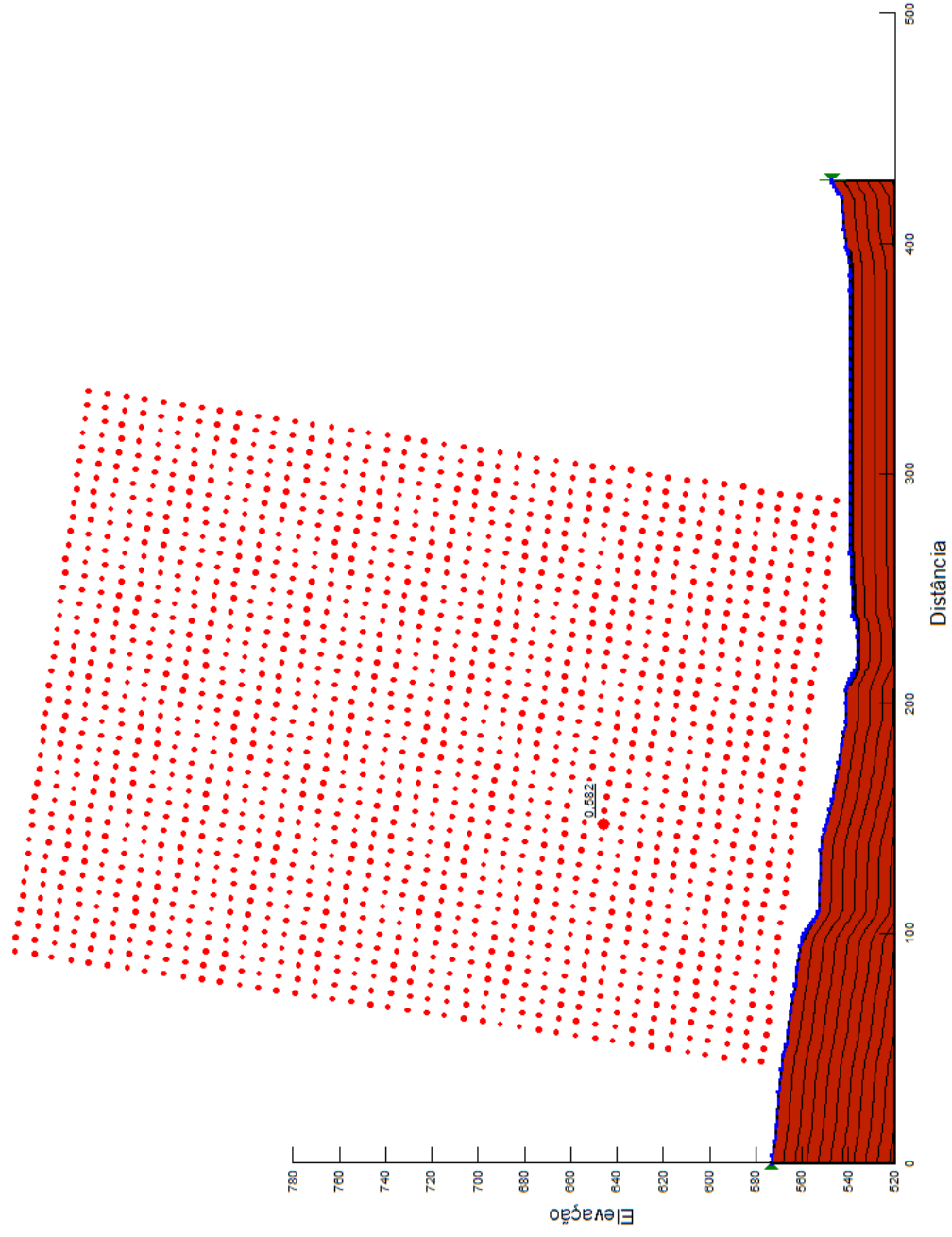


Figura 85 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

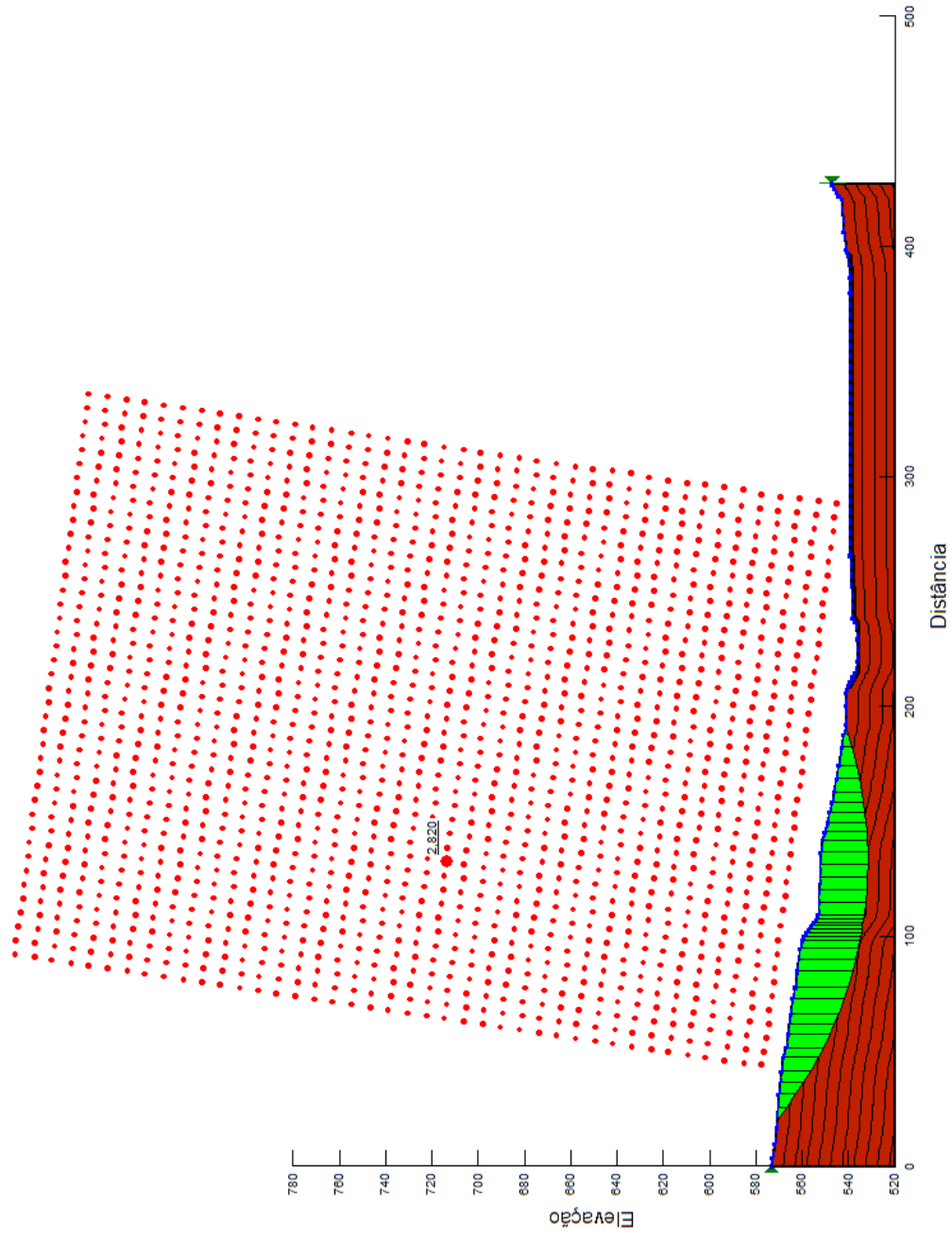


Figura 86 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

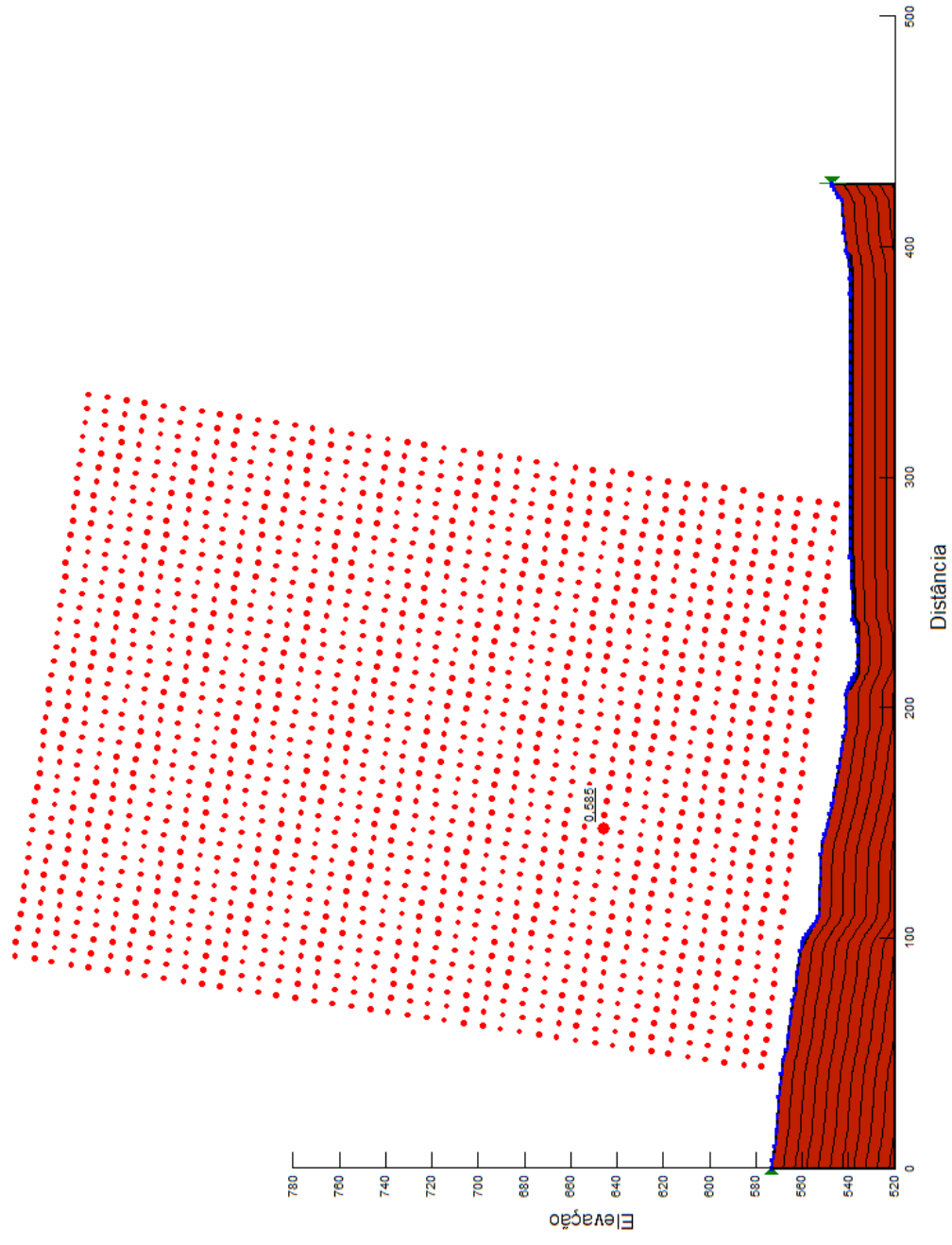


Figura 87 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

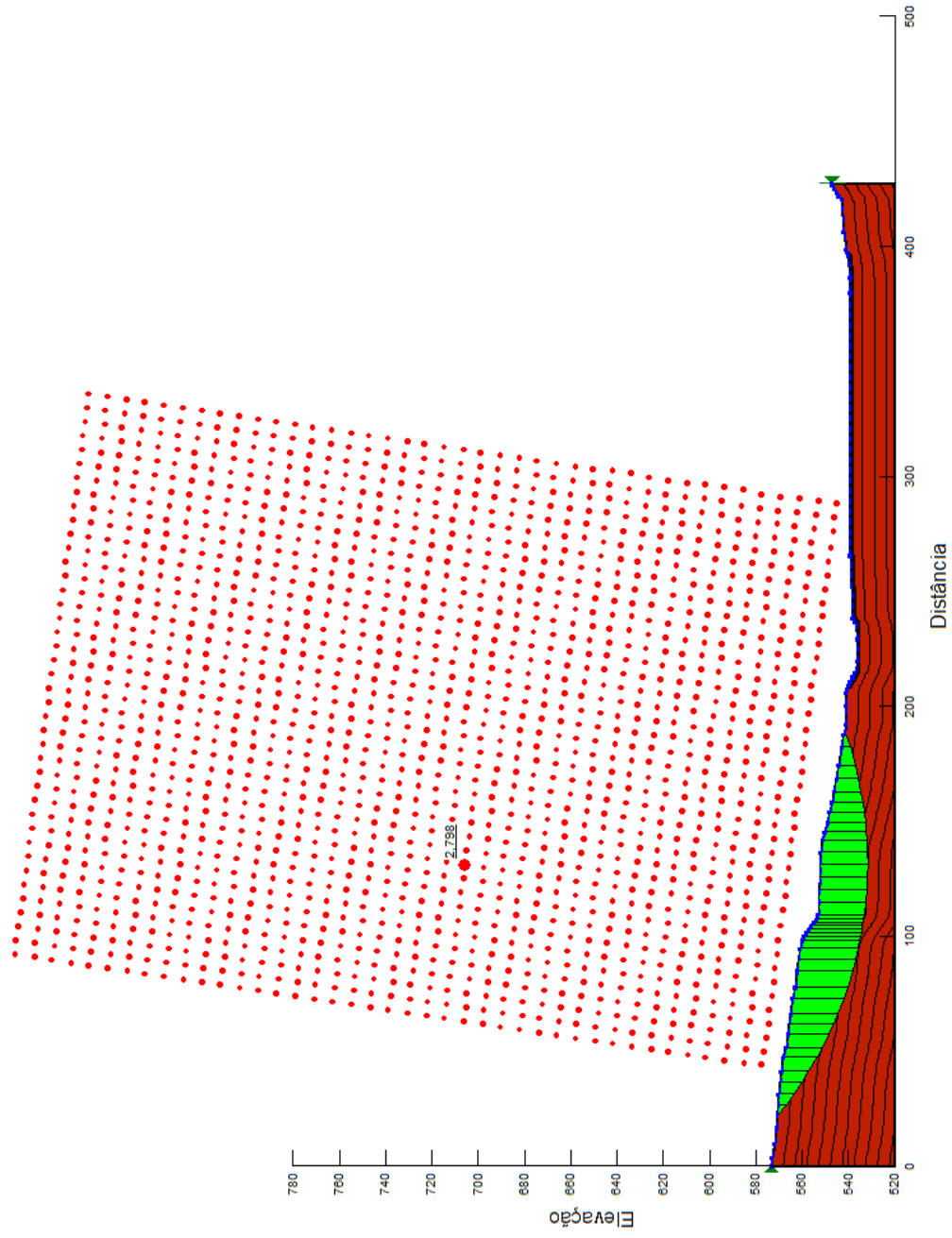


Figura 88 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

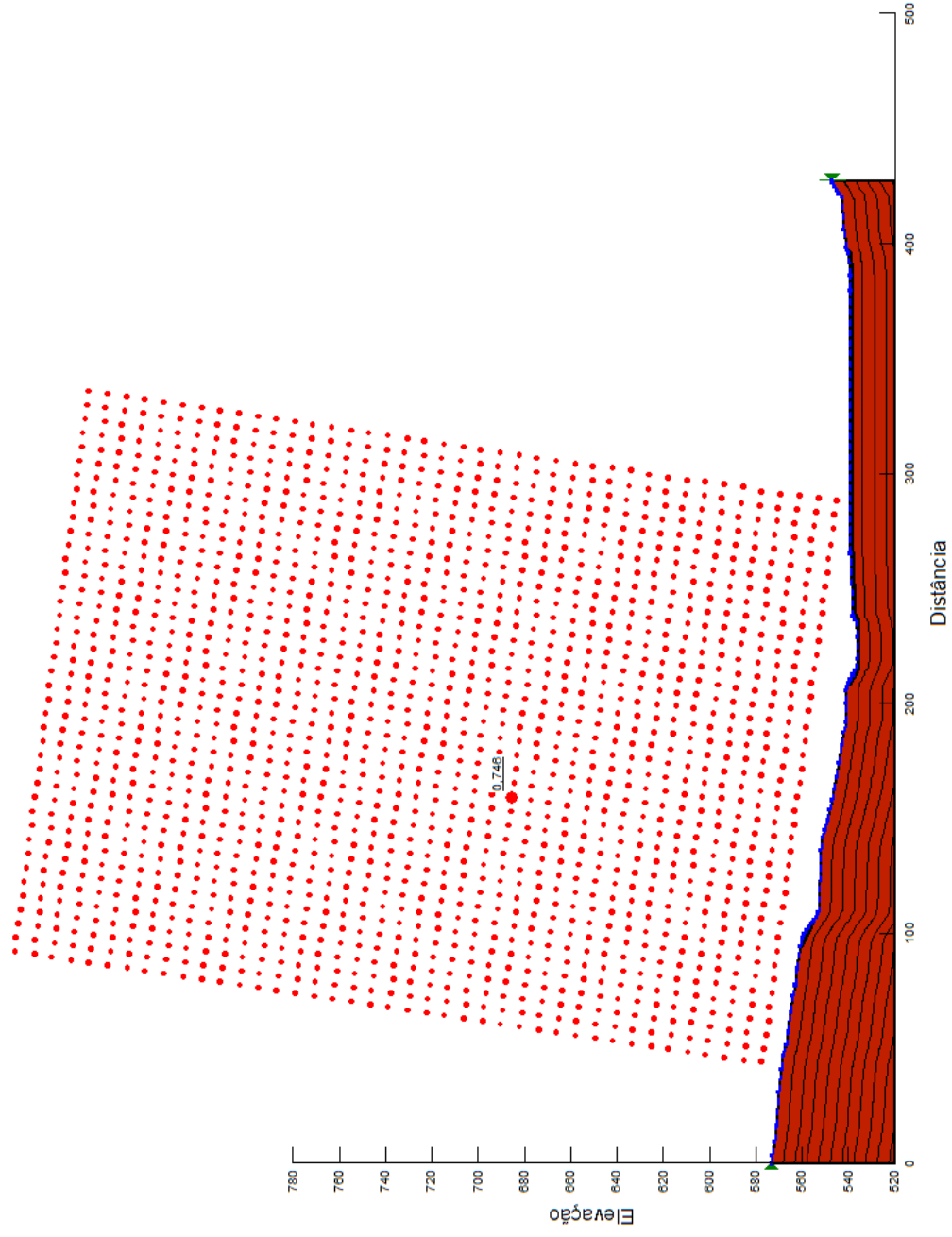
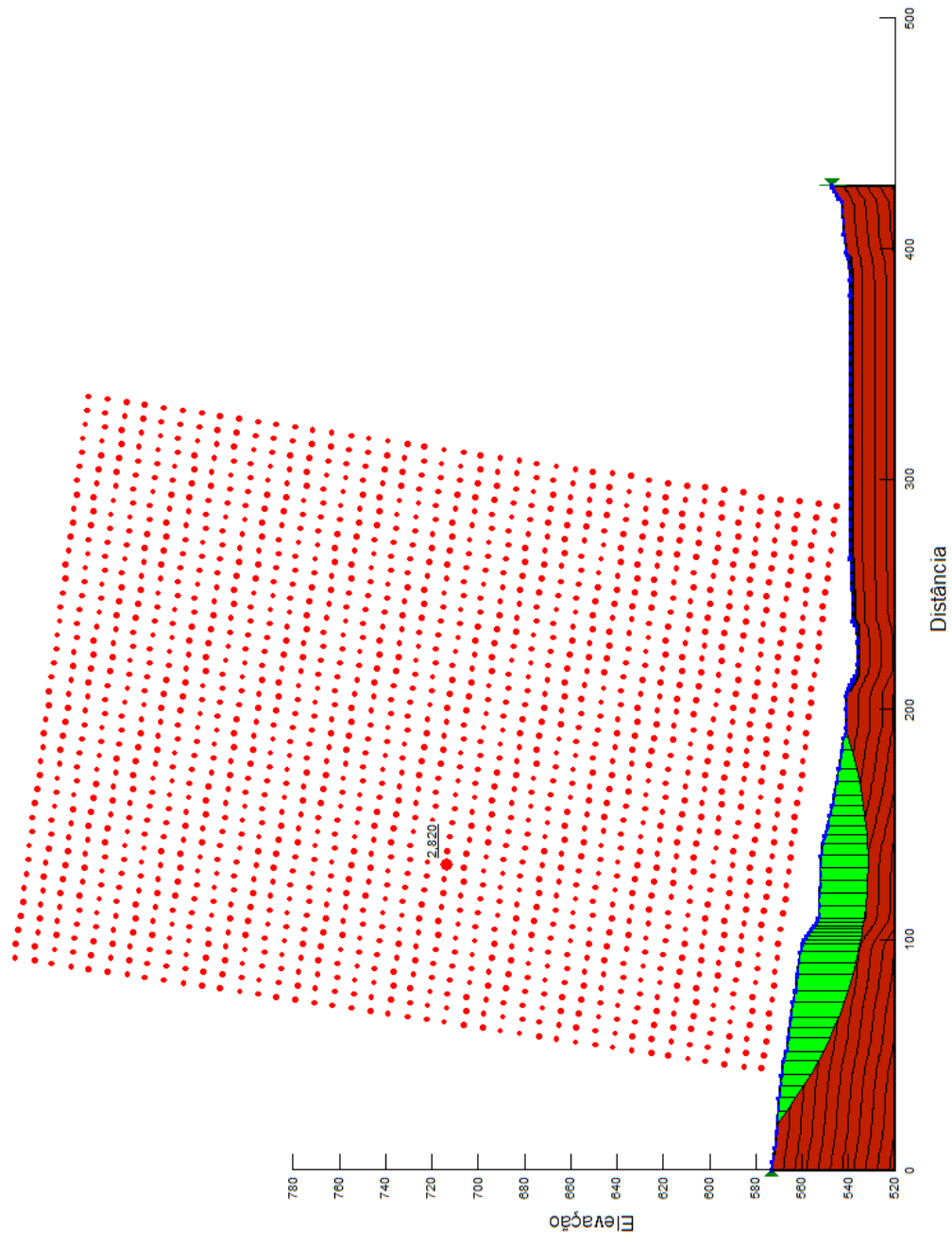


Figura 89 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Spencer – solo coesivo



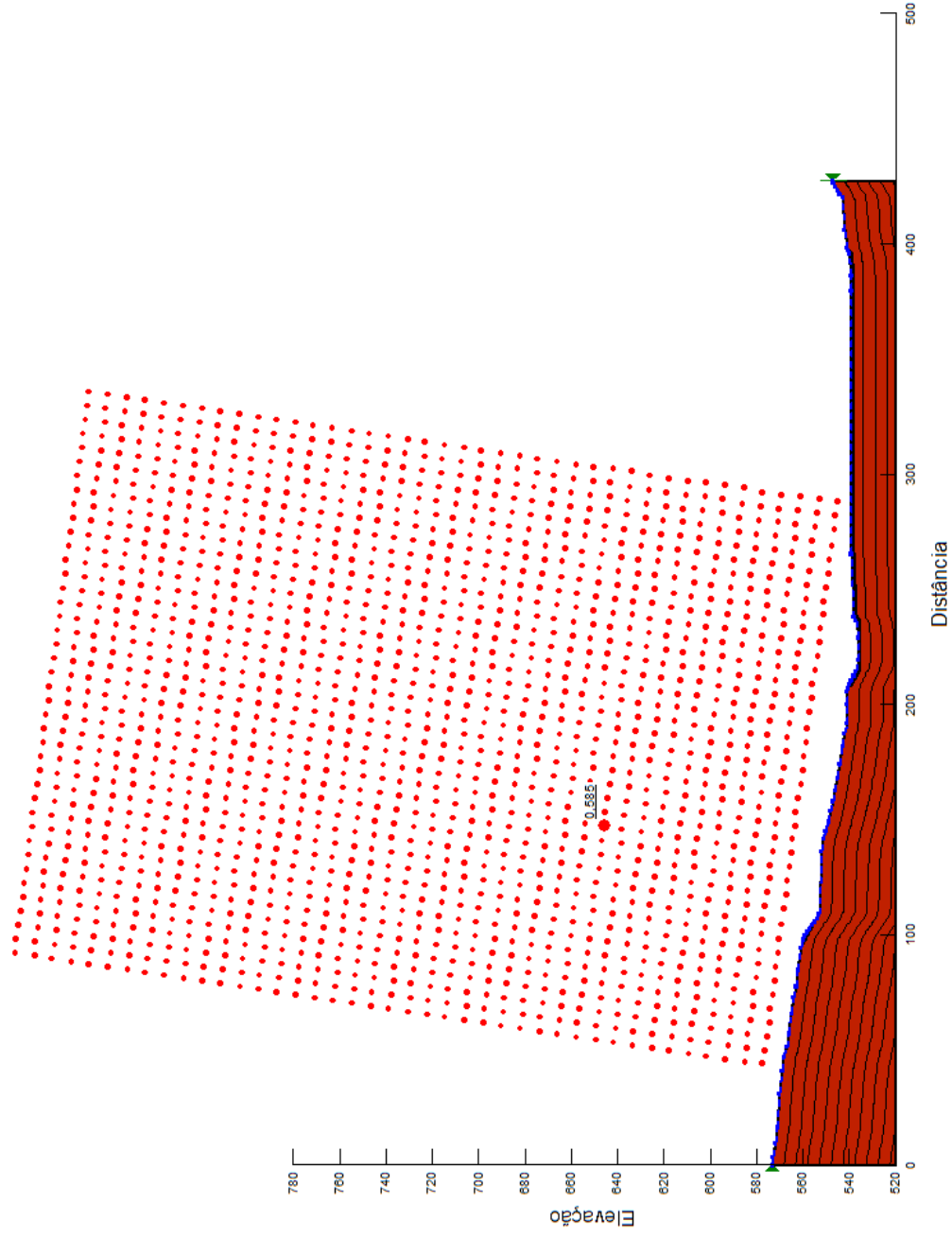


Figura 90 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0055.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

Figura 91 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

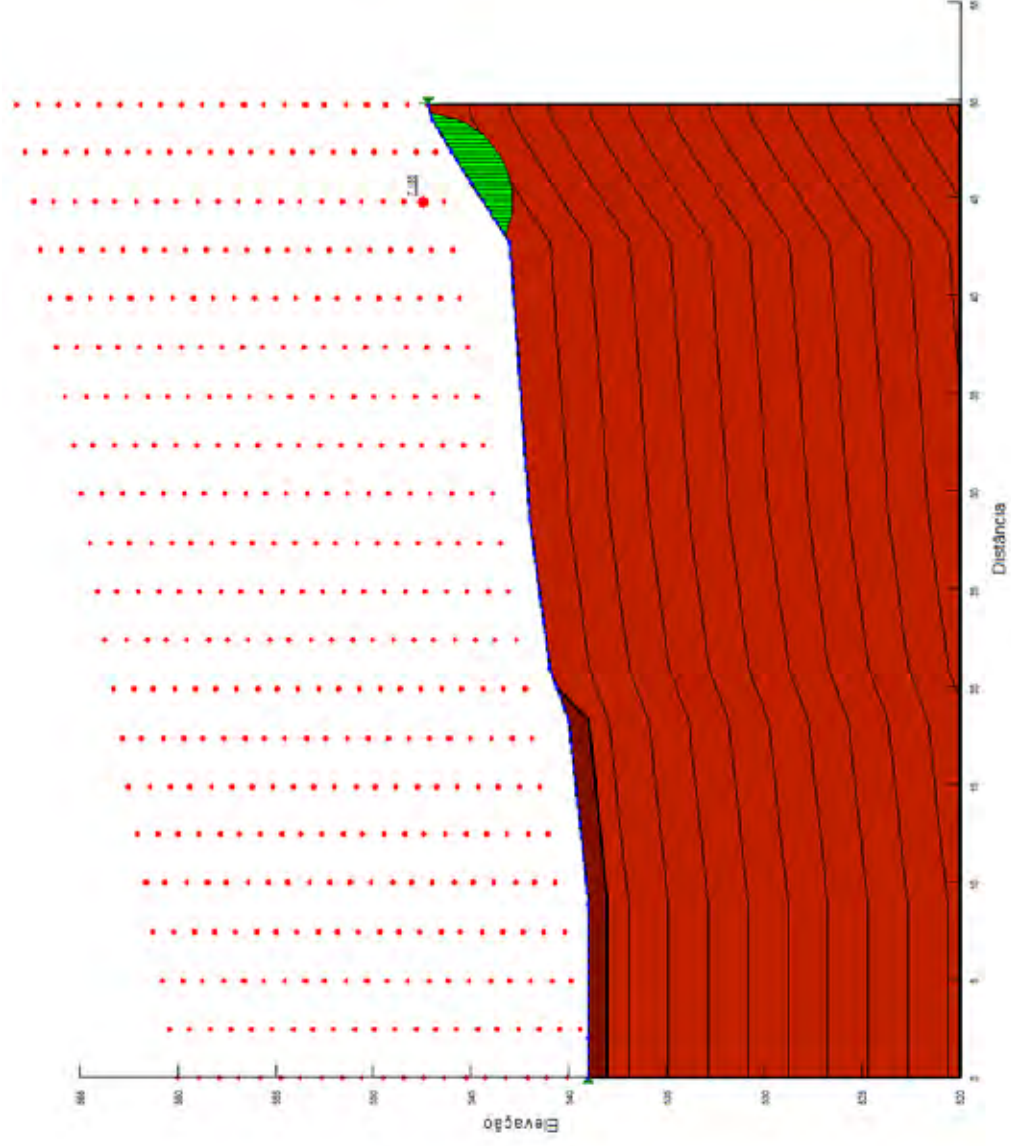


Figura 92 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

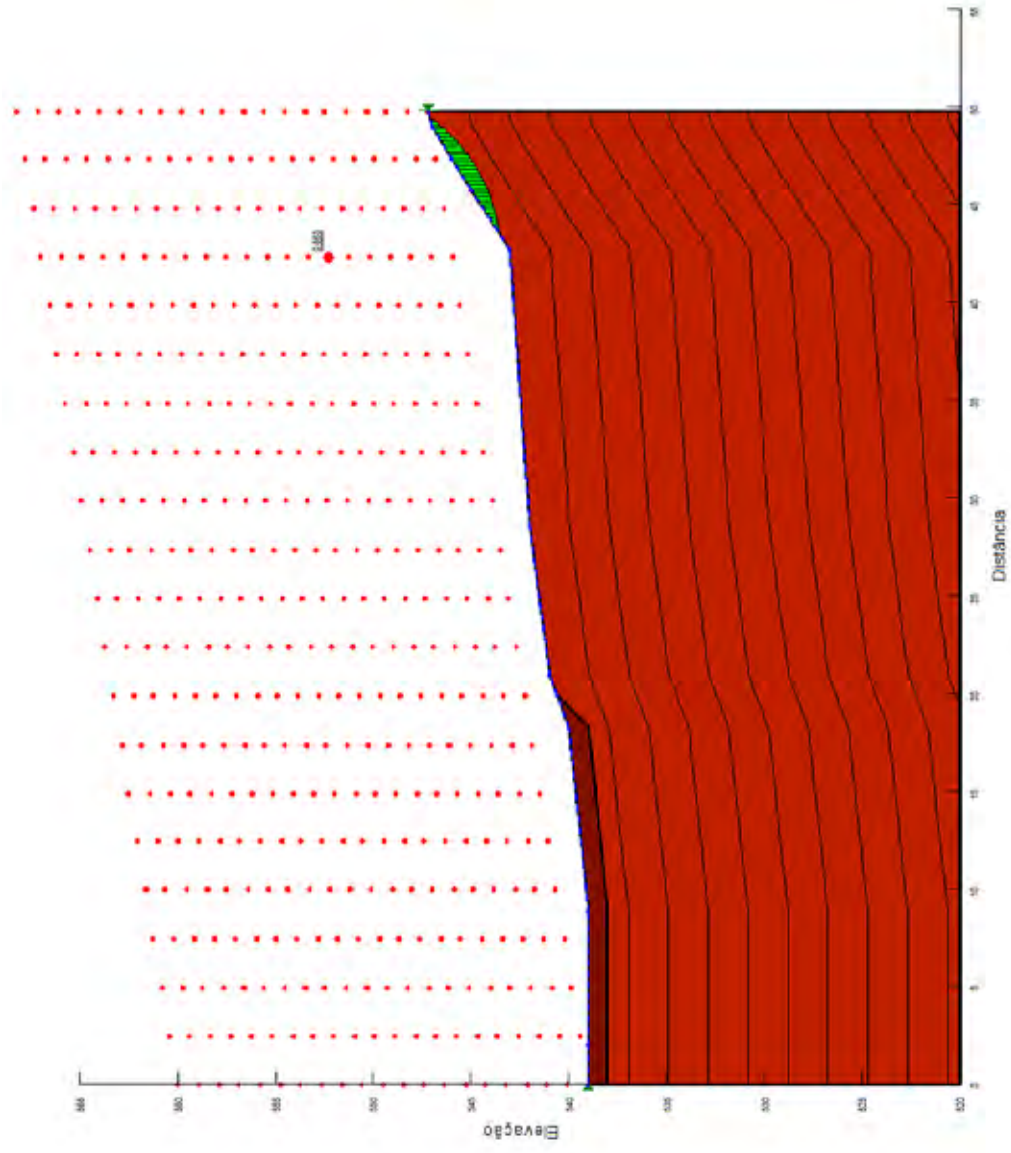


Figura 93 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

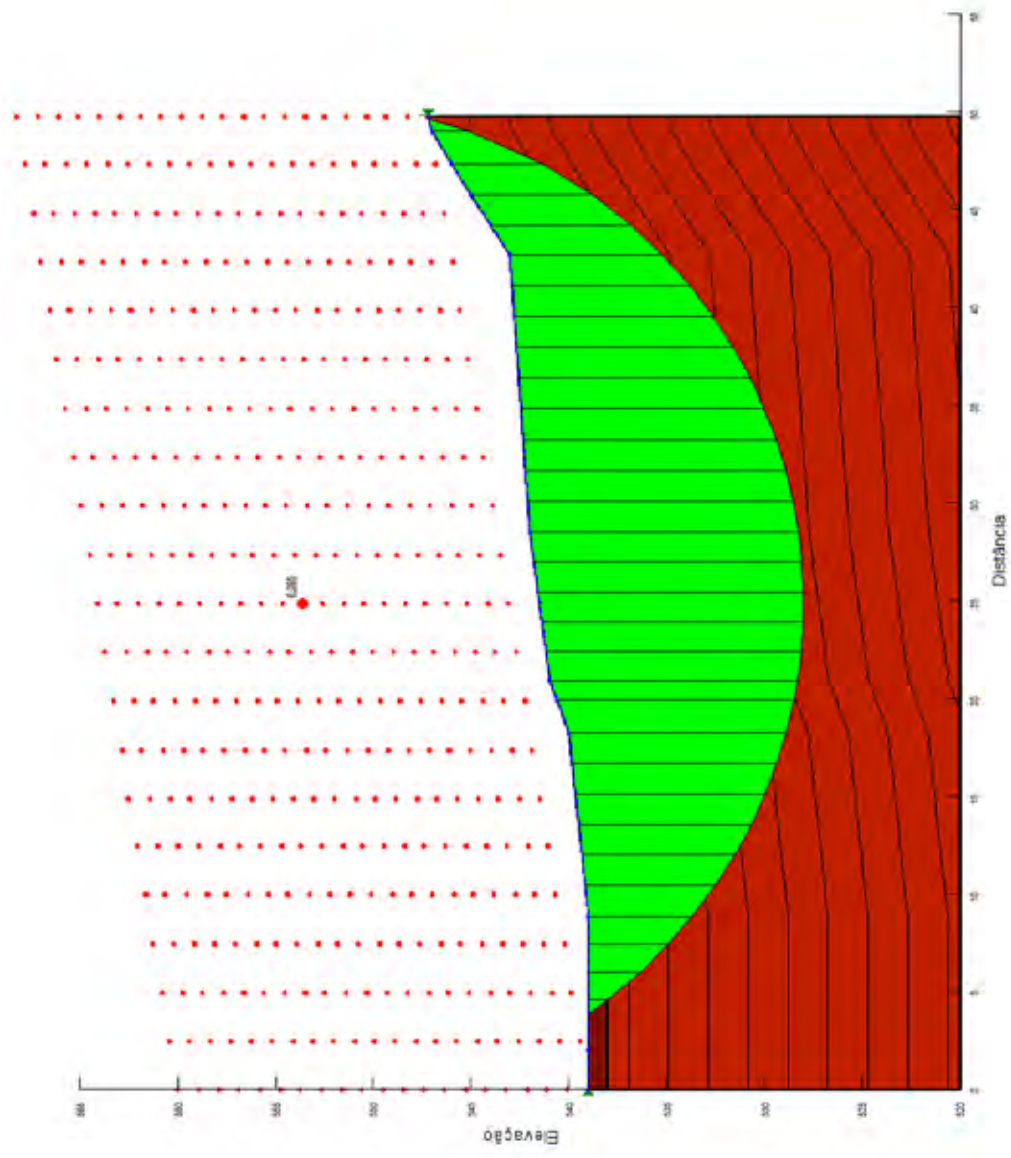


Figura 94 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

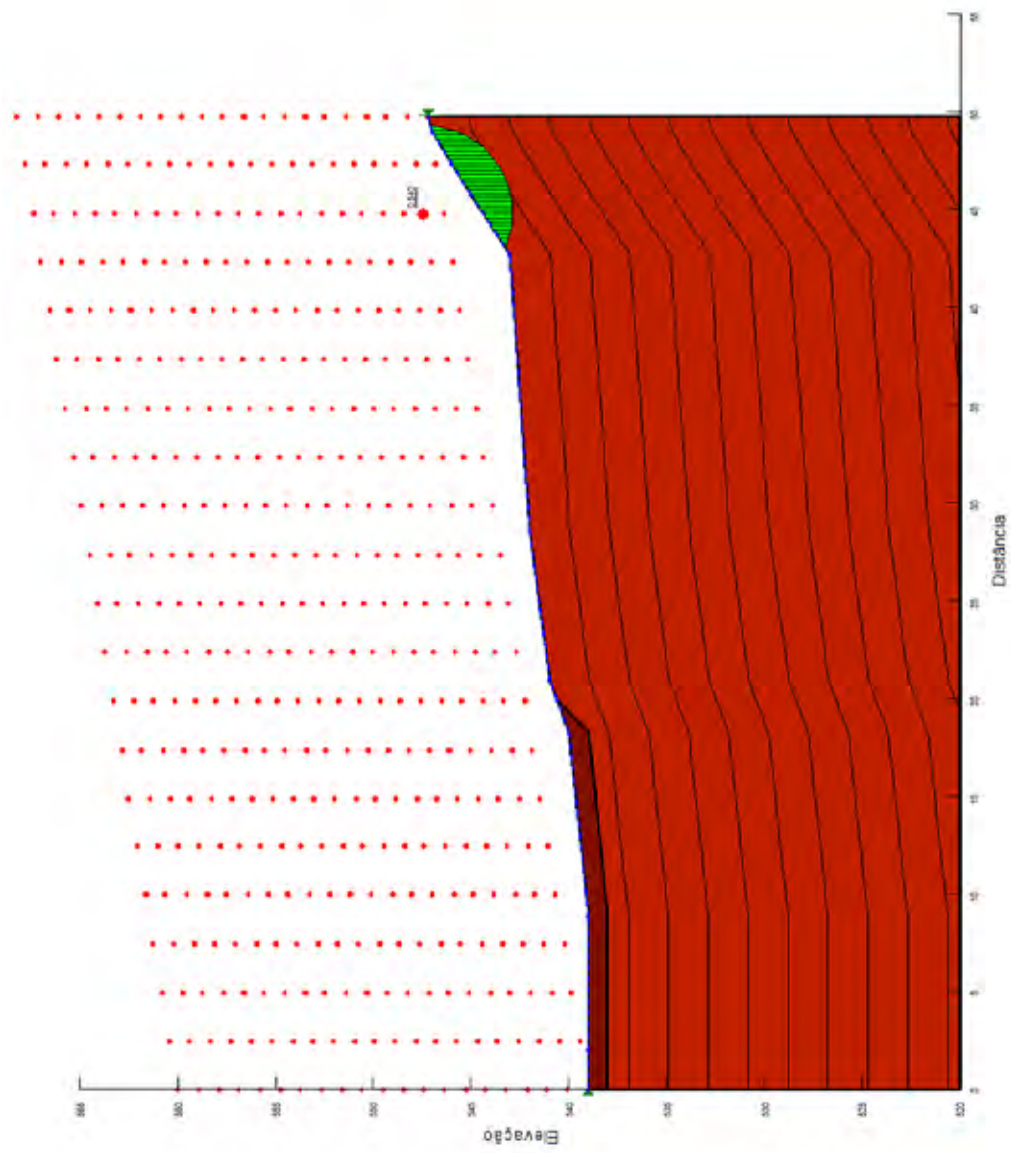


Figura 95 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

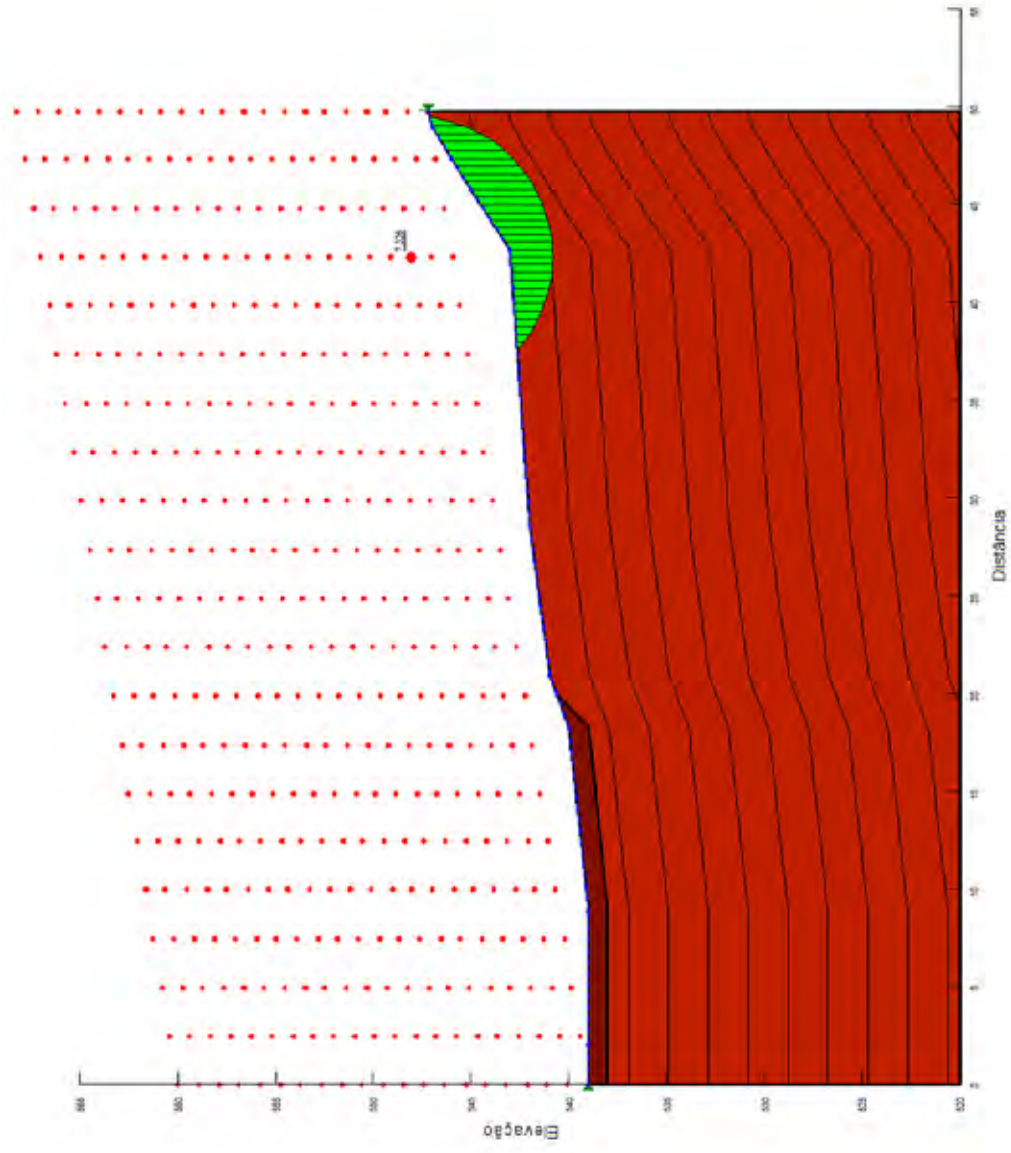


Figura 96 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

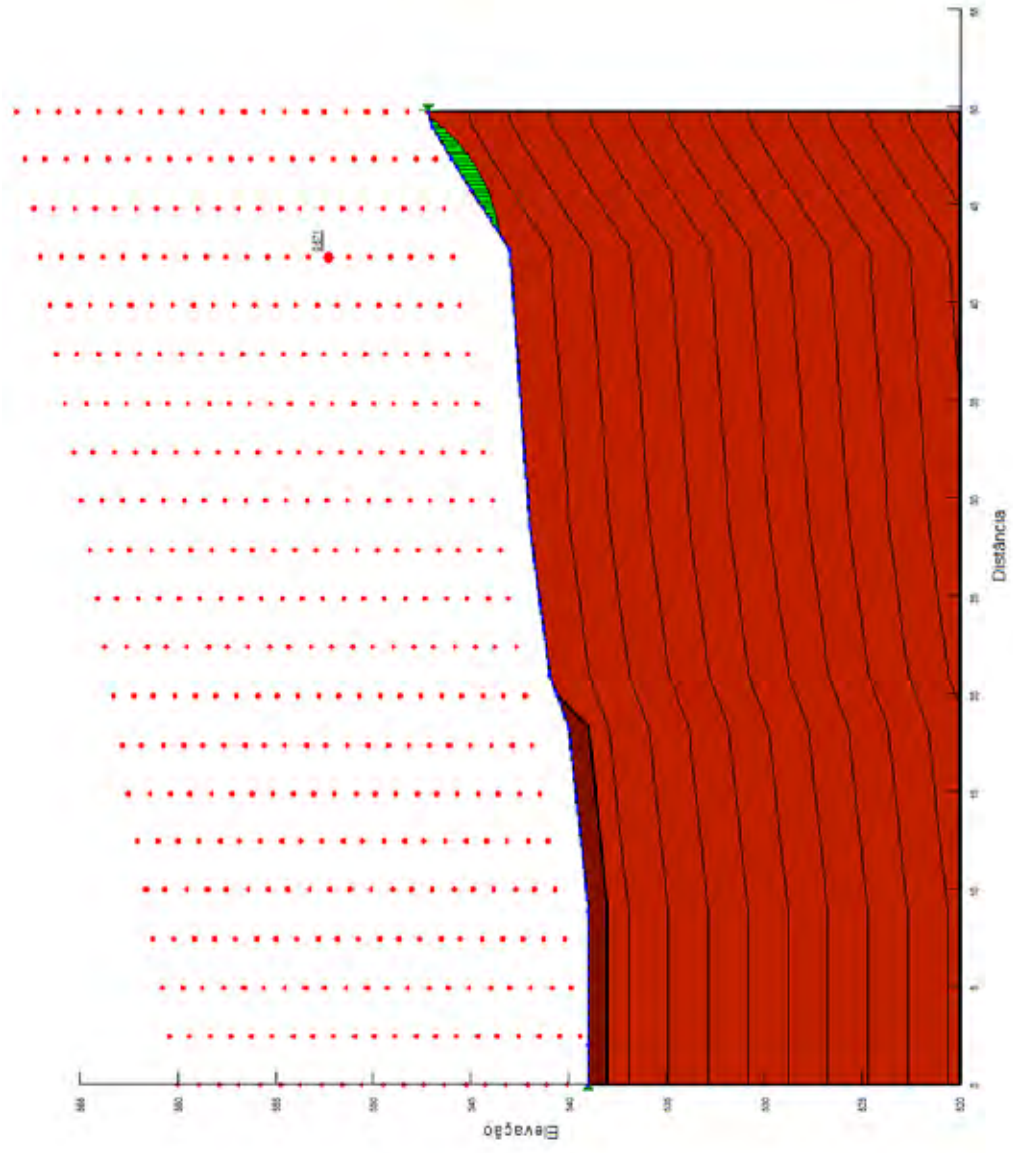


Figura 97 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

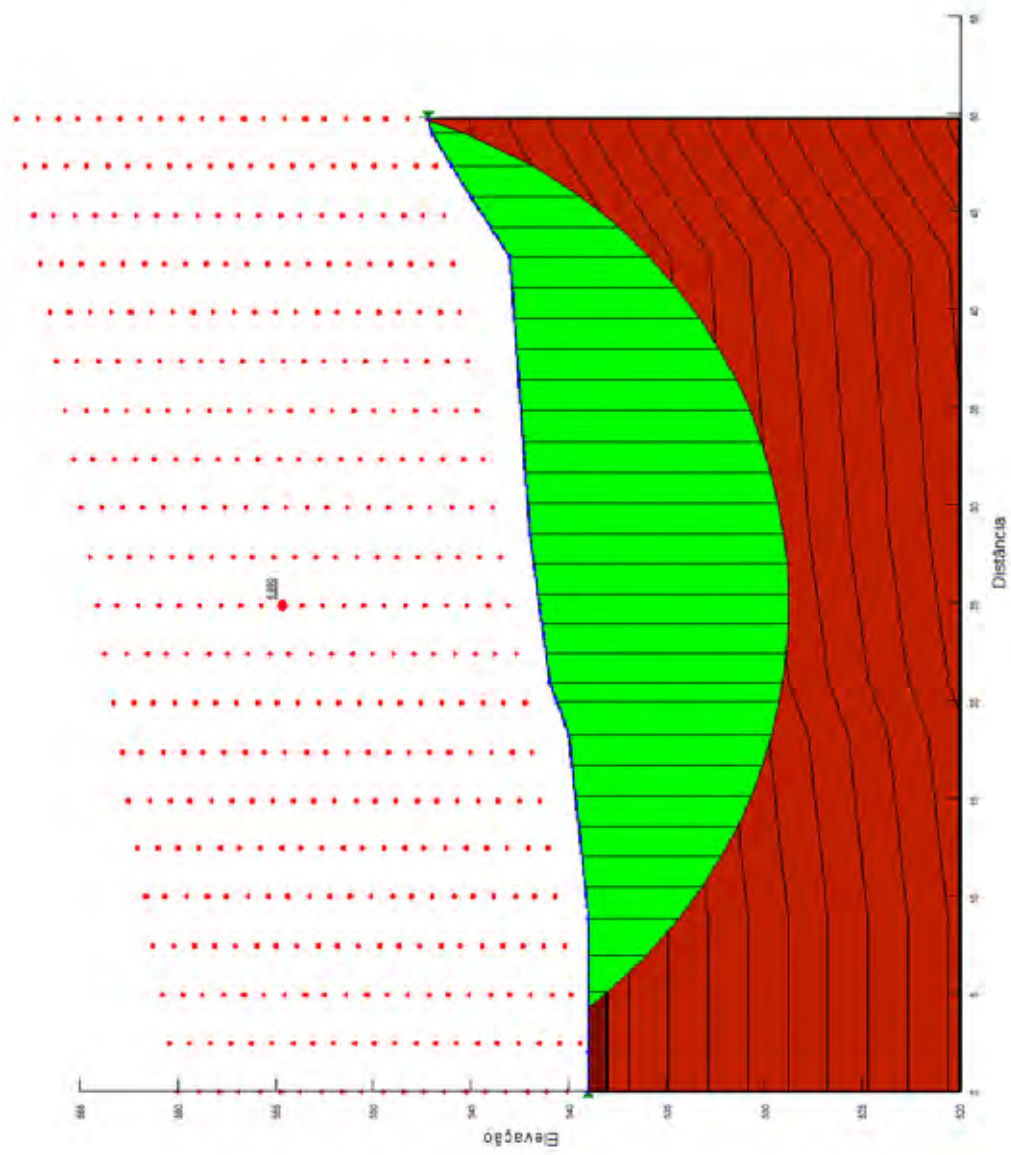


Figura 98 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

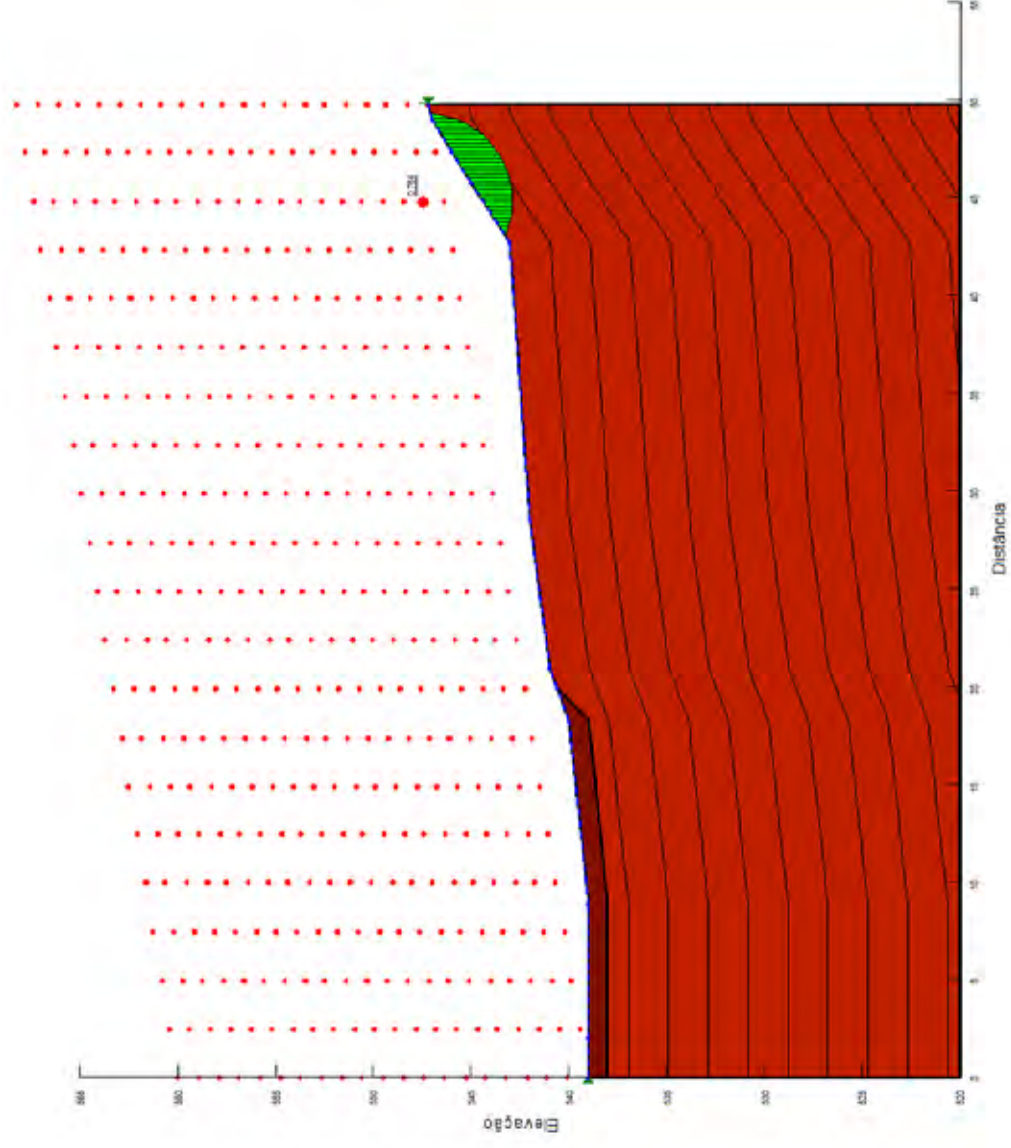


Figura 99 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

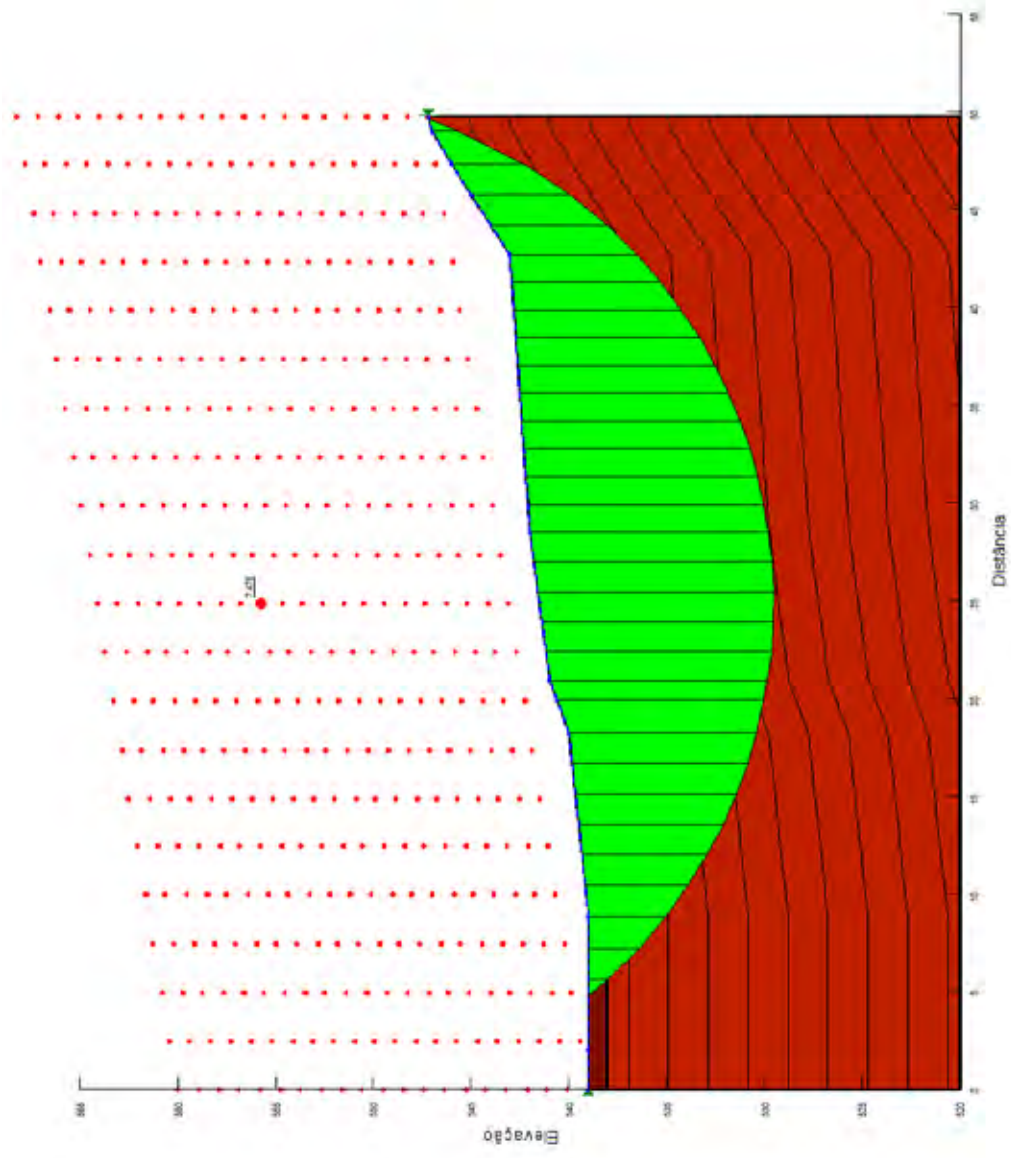


Figura 100 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0055.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

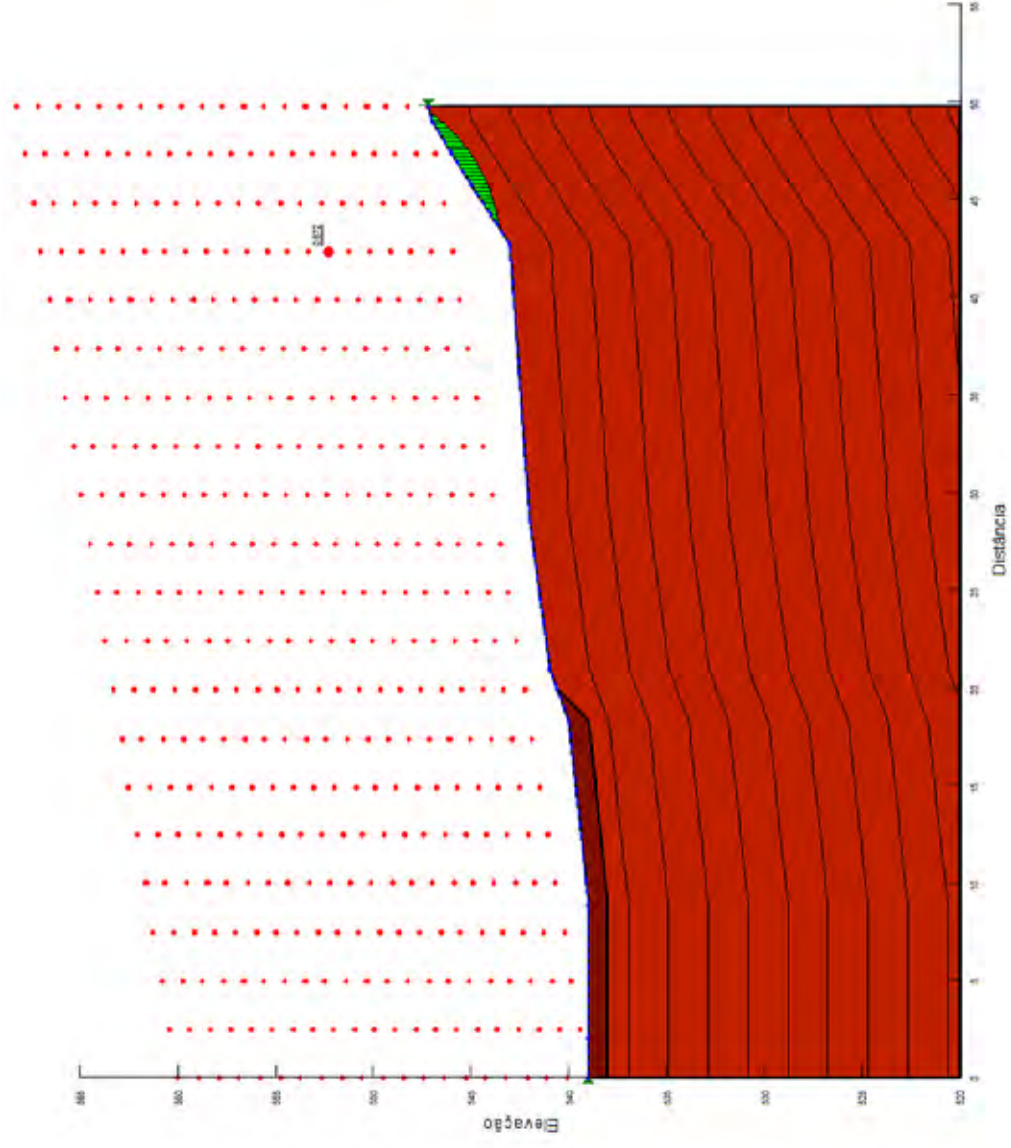


Figura 101 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

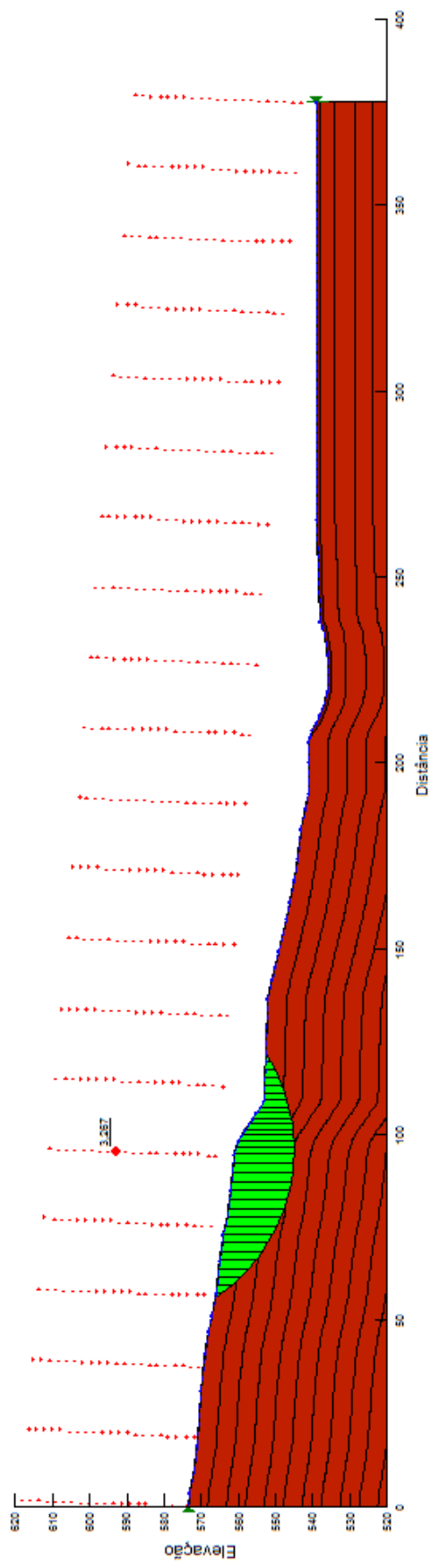


Figura 102 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

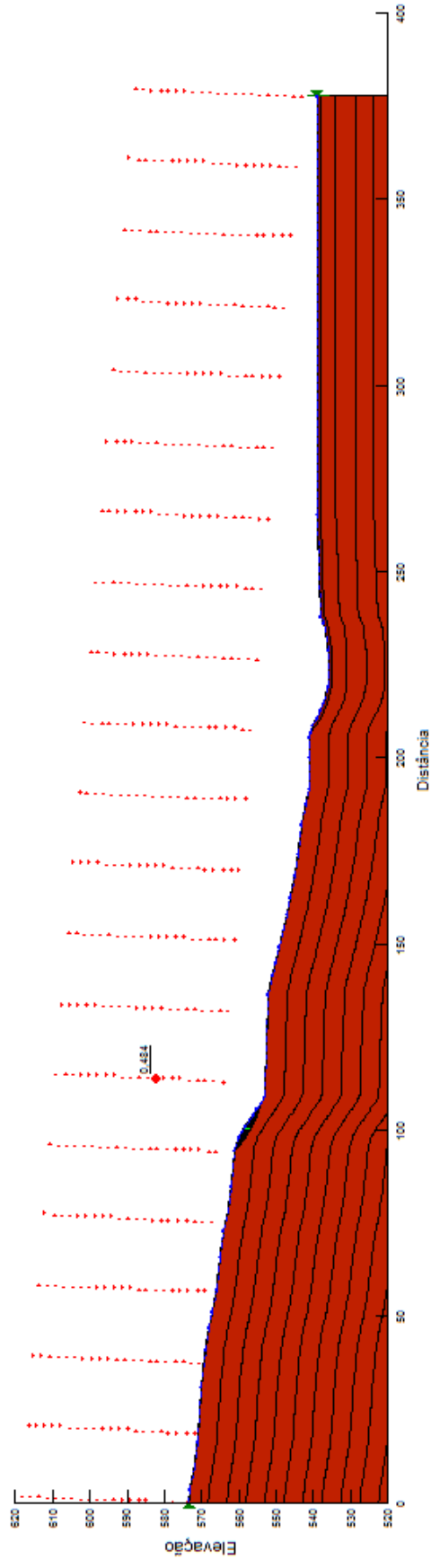


Figura 103 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

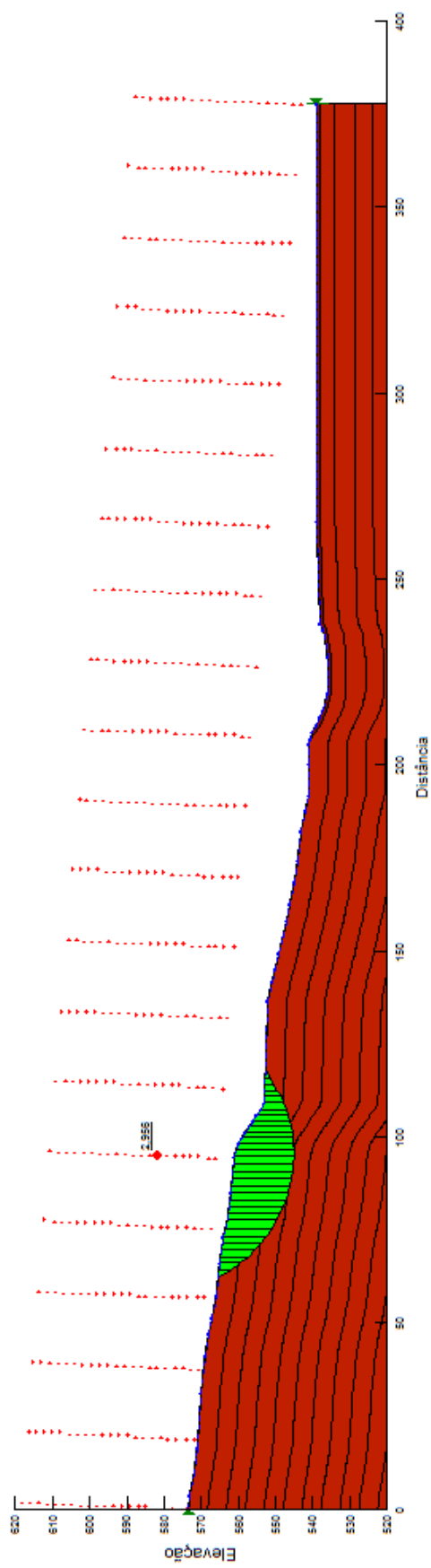


Figura 104 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

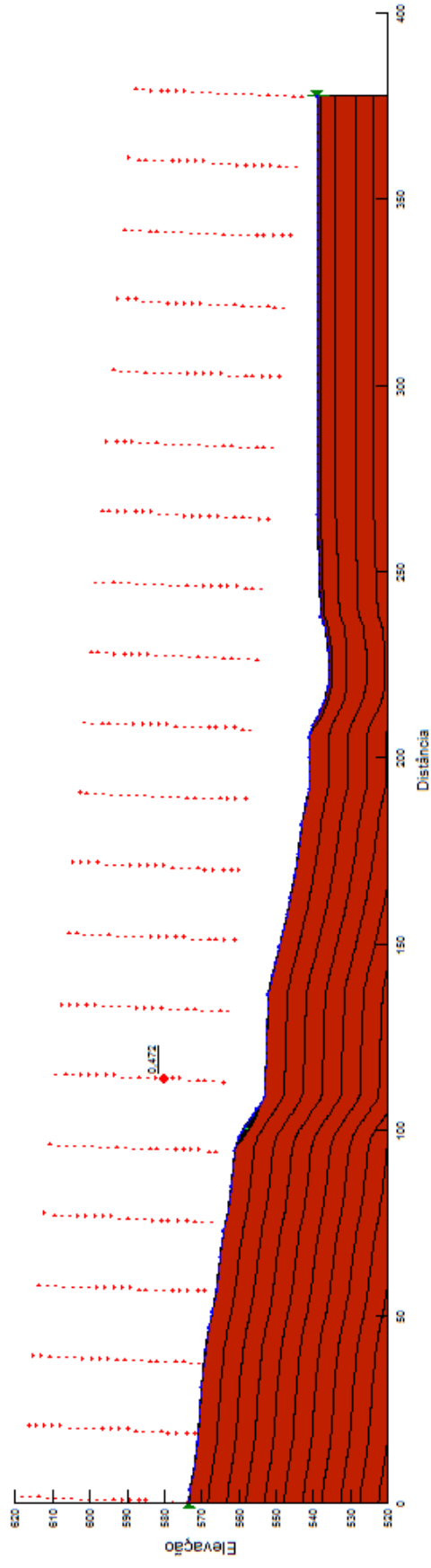


Figura 105 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

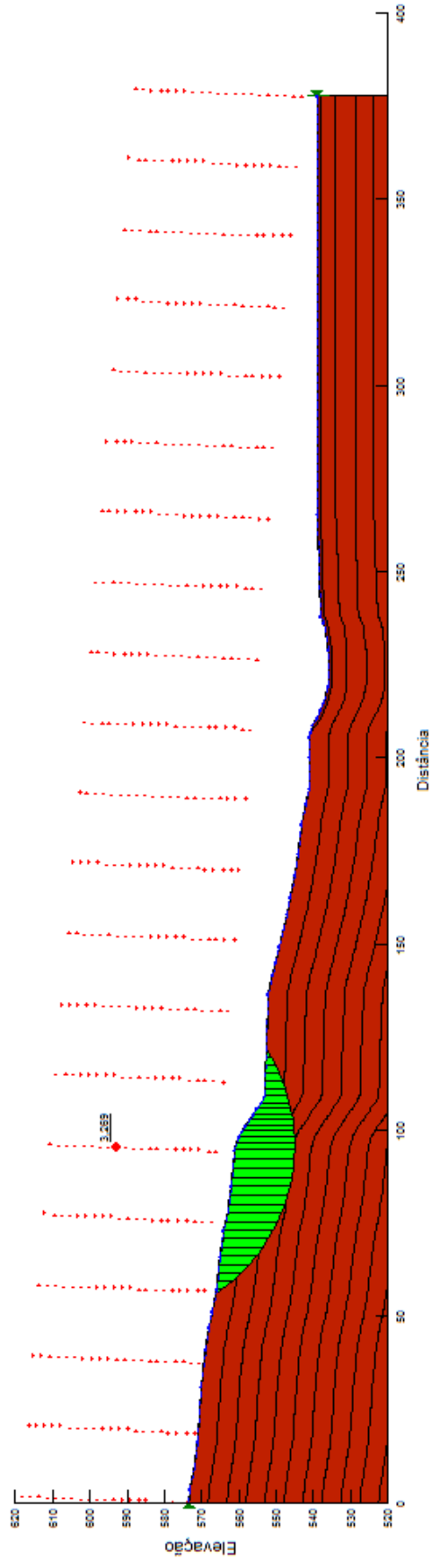


Figura 106 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

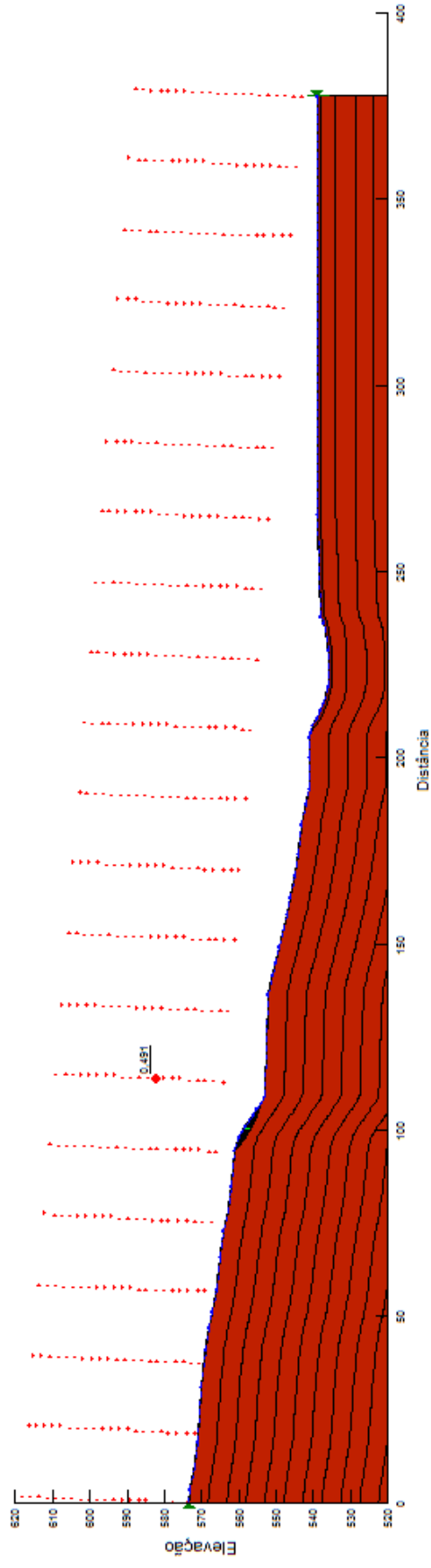


Figura 107 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

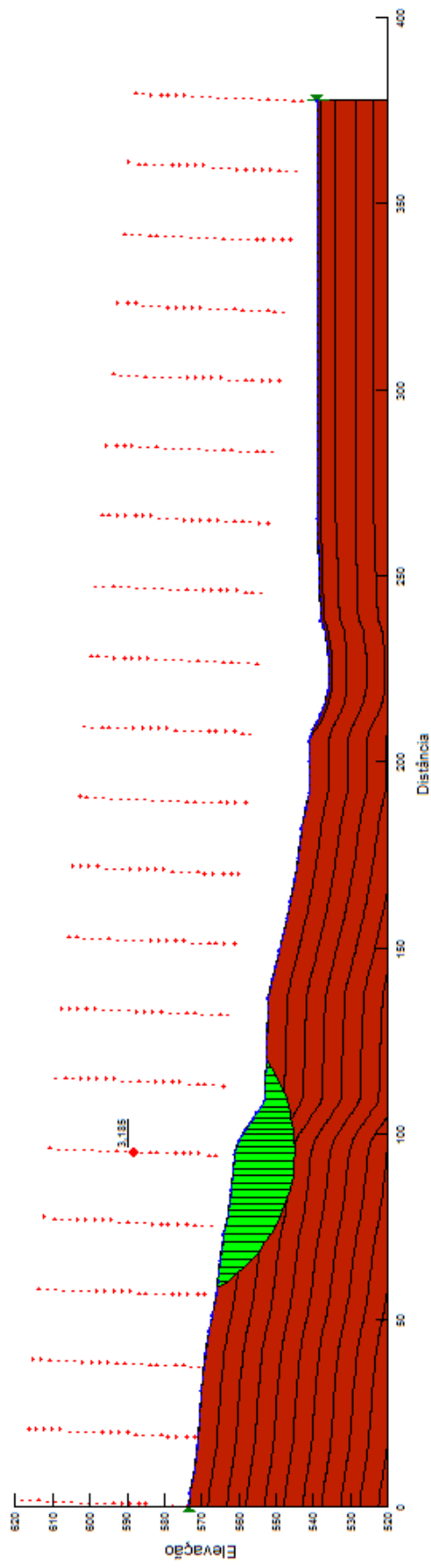


Figura 108 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

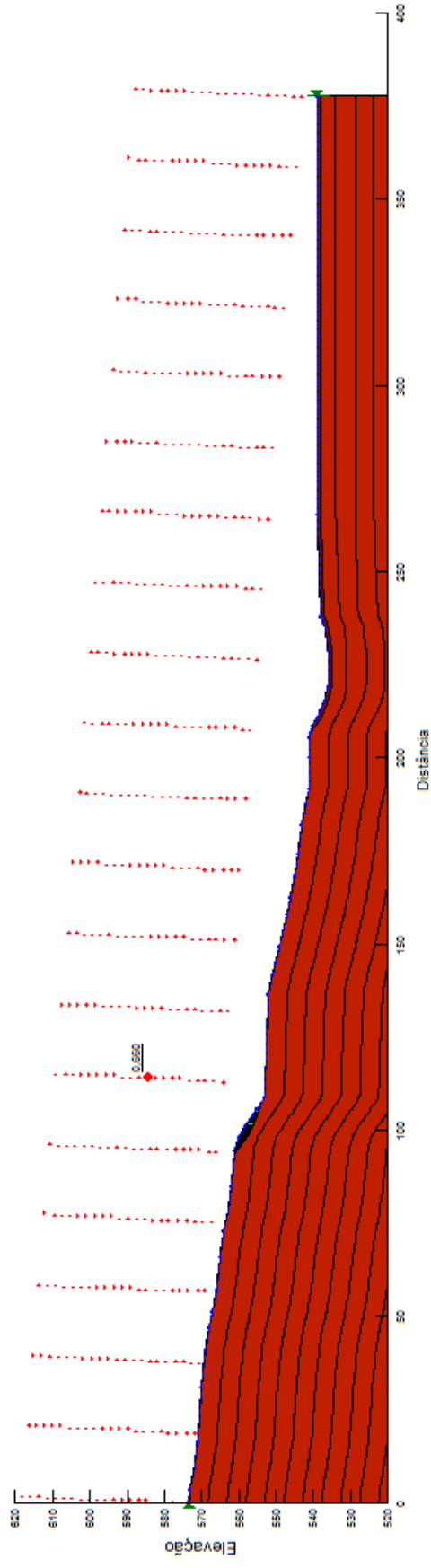


Figura 109 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

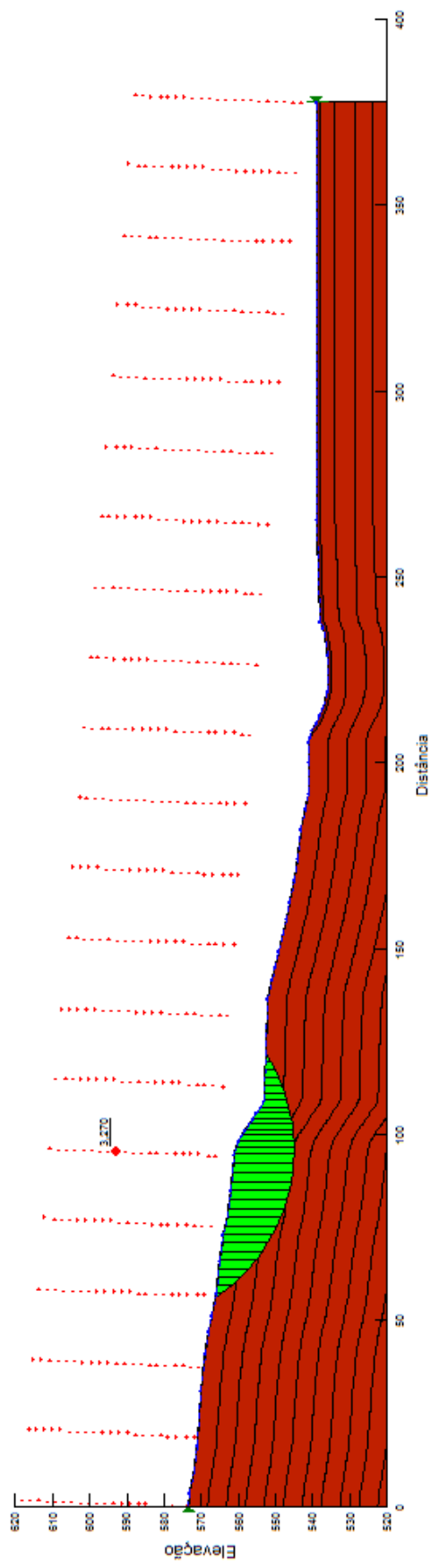


Figura 110 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0055.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

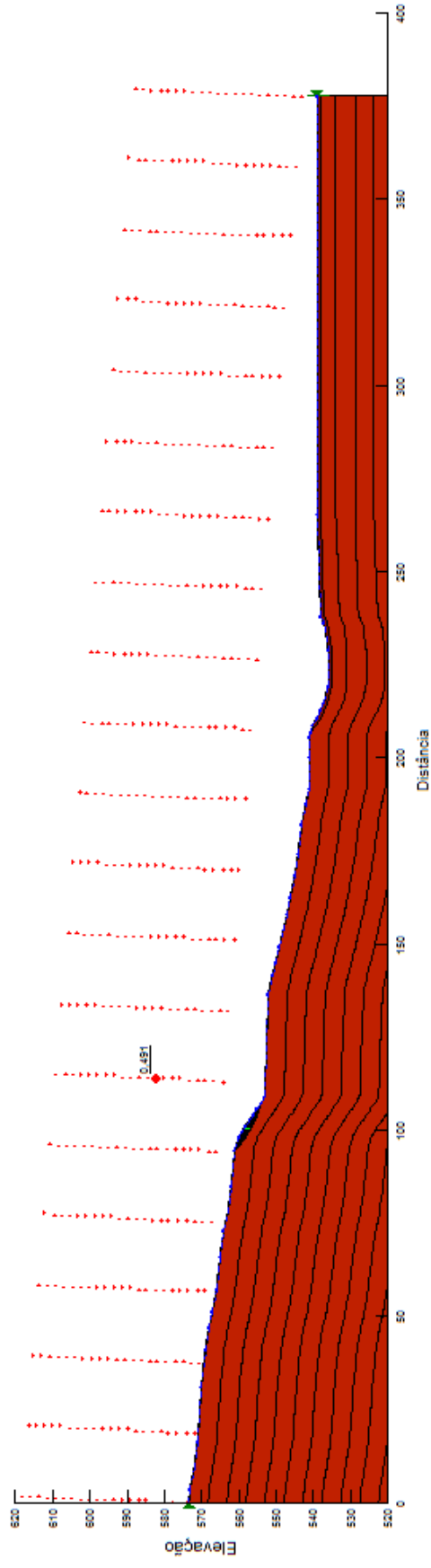


Figura 111 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

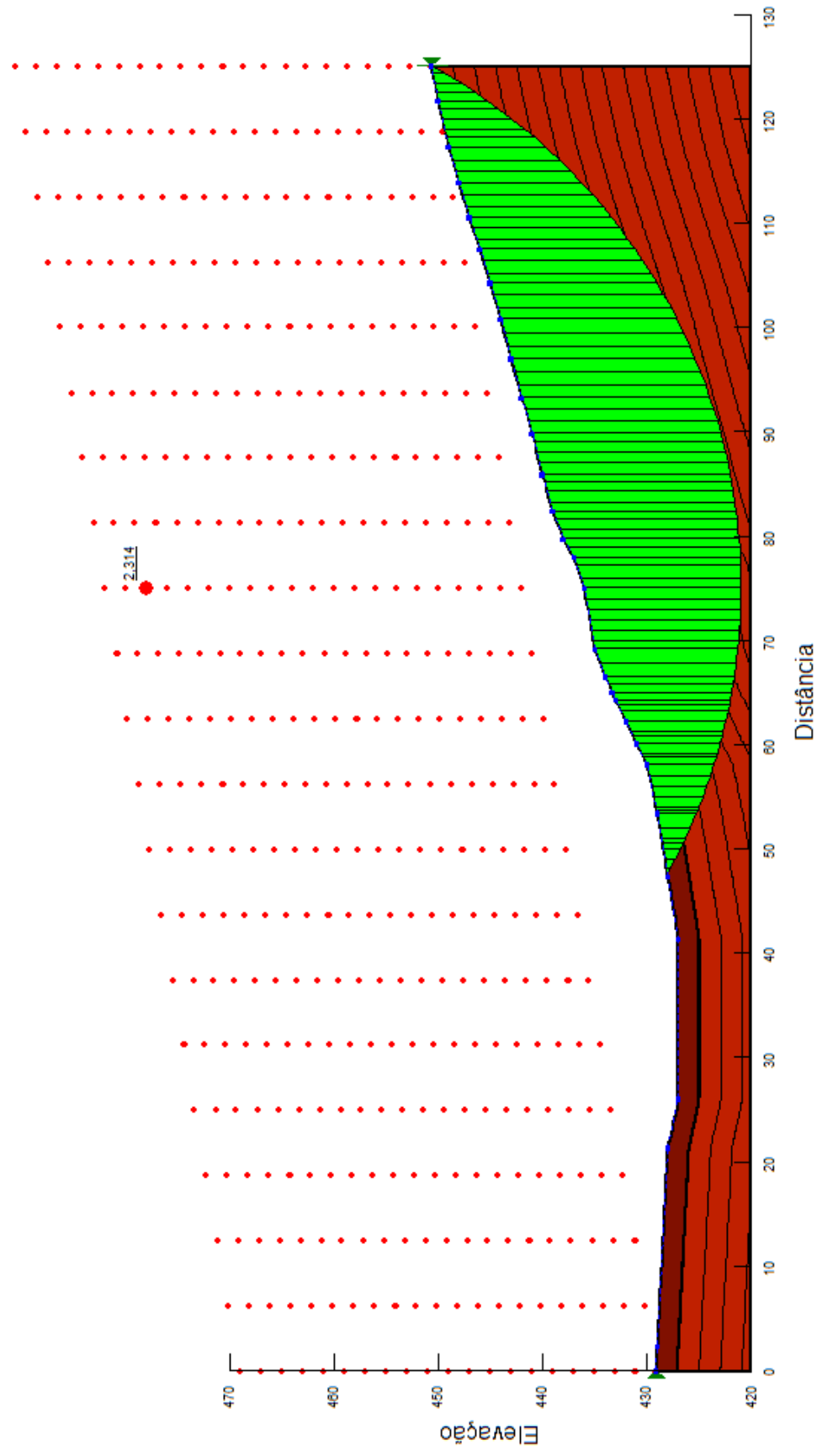


Figura 112 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

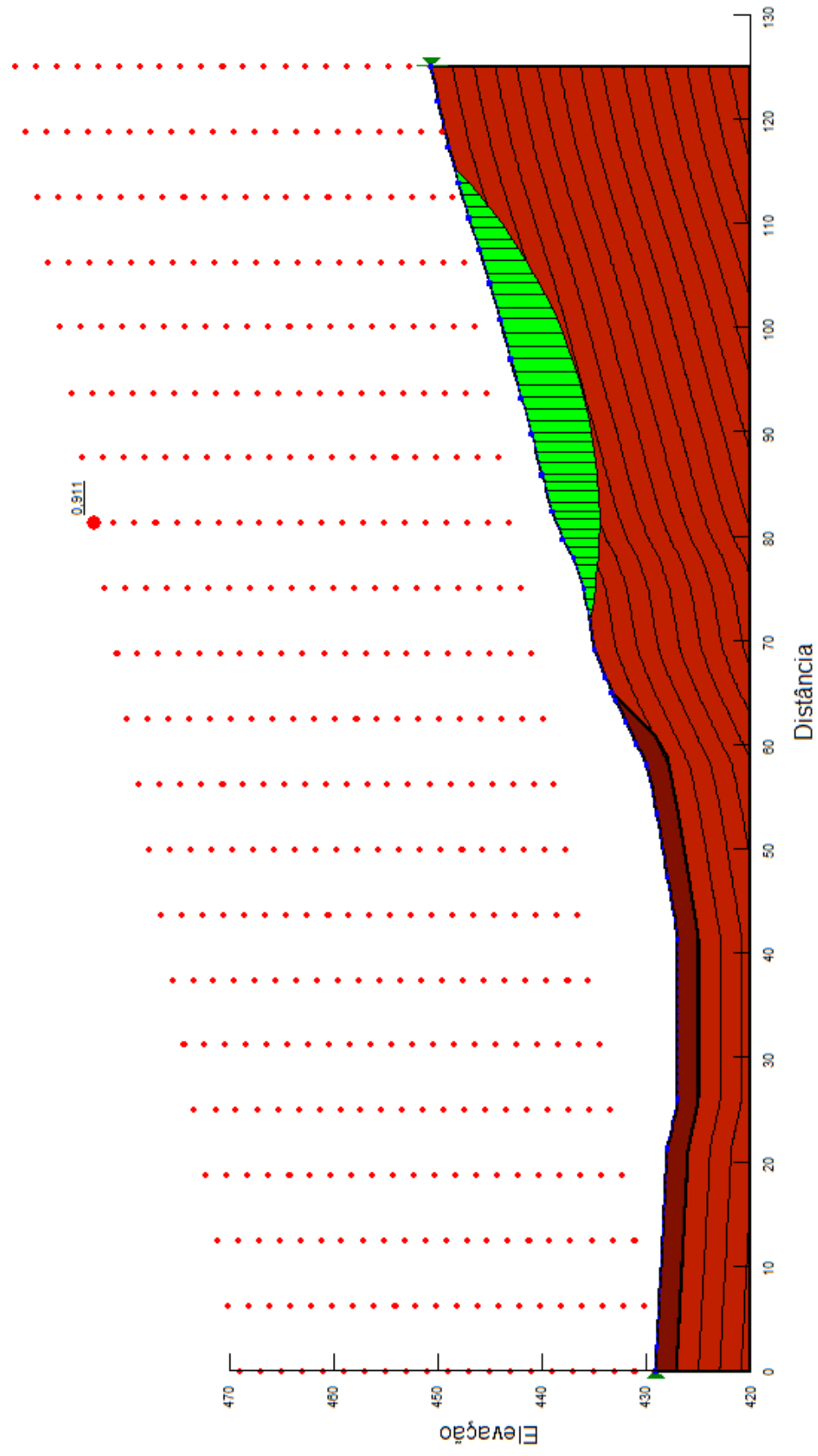


Figura 113 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

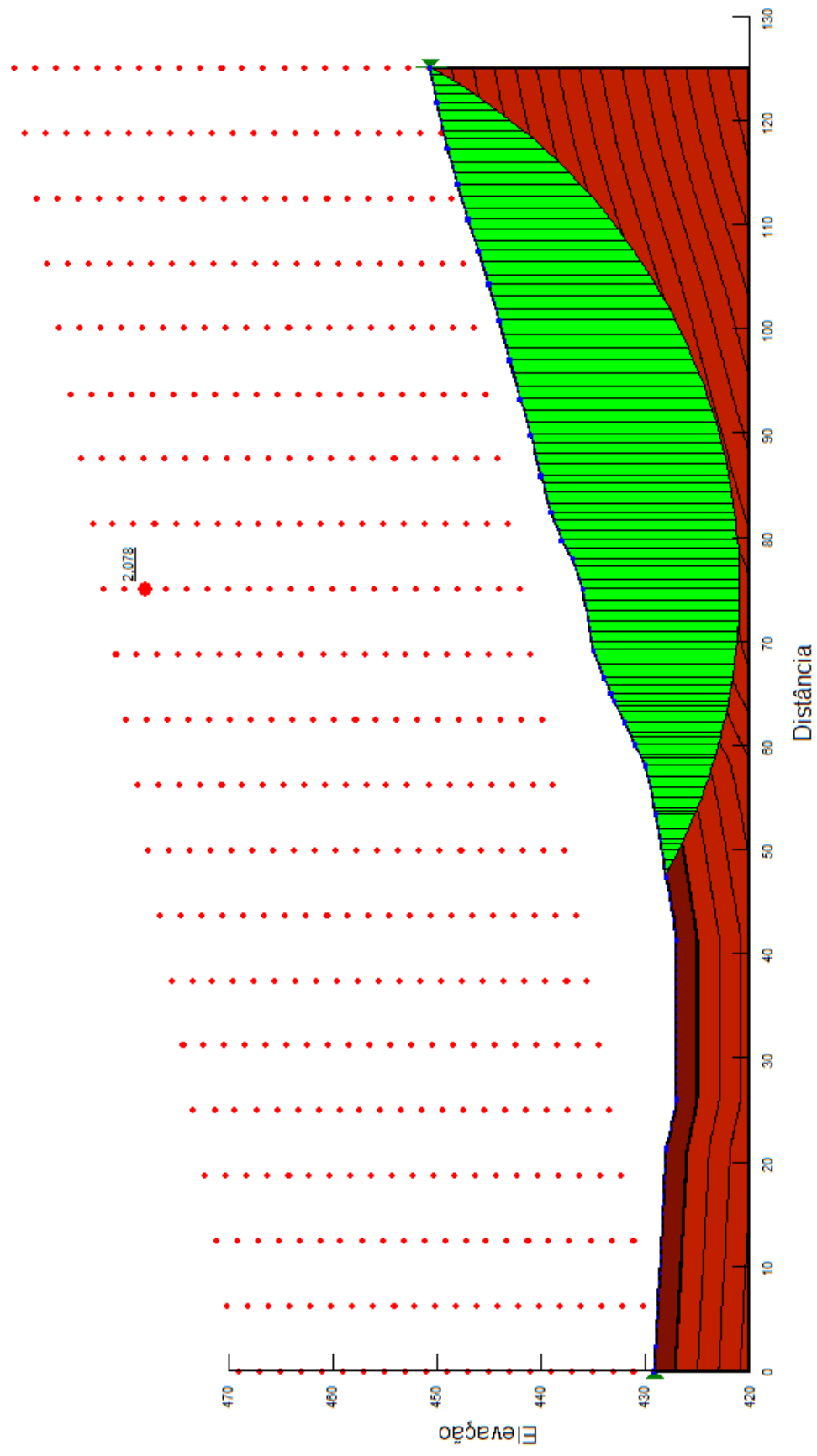


Figura 114 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

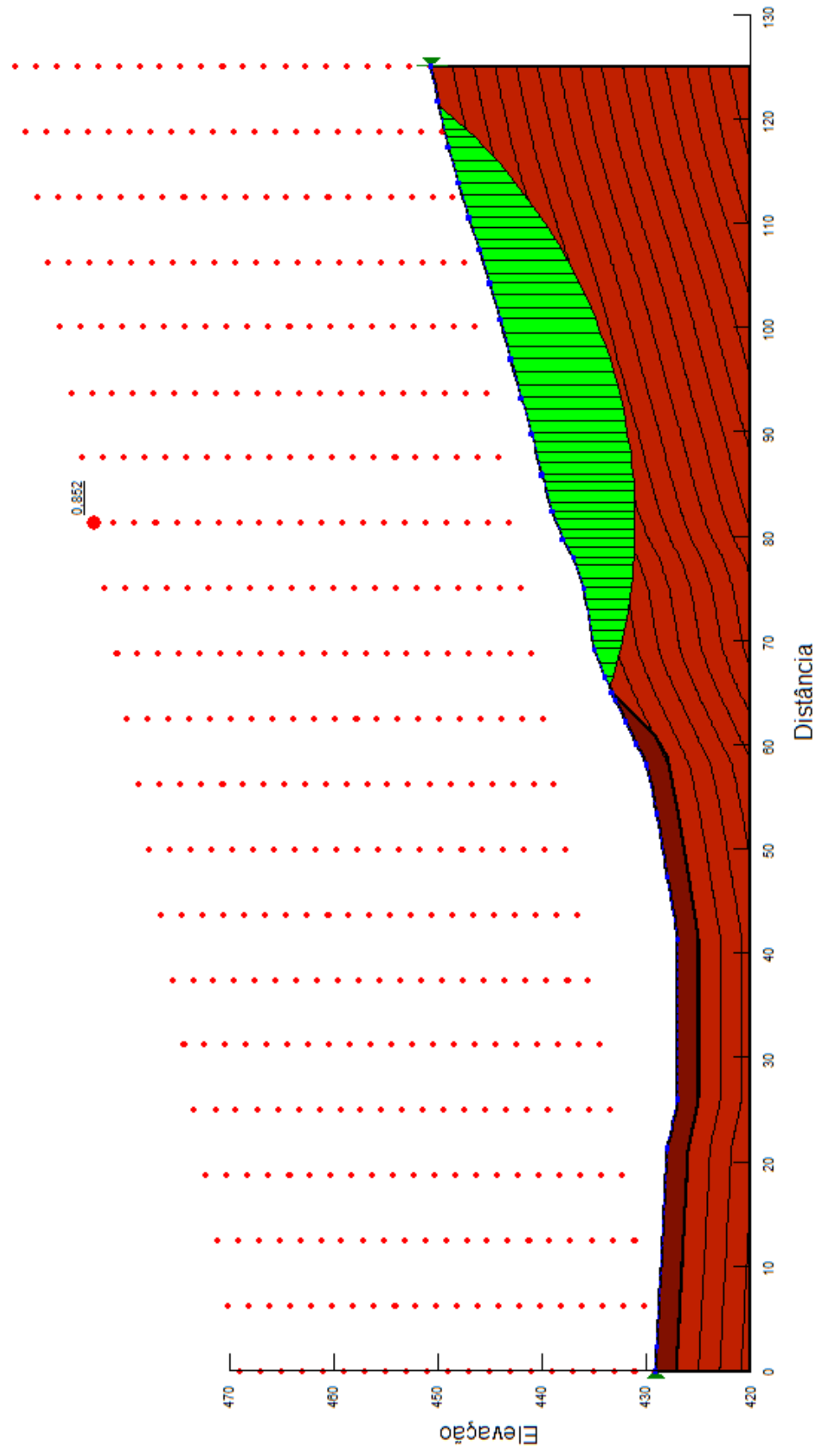


Figura 115 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

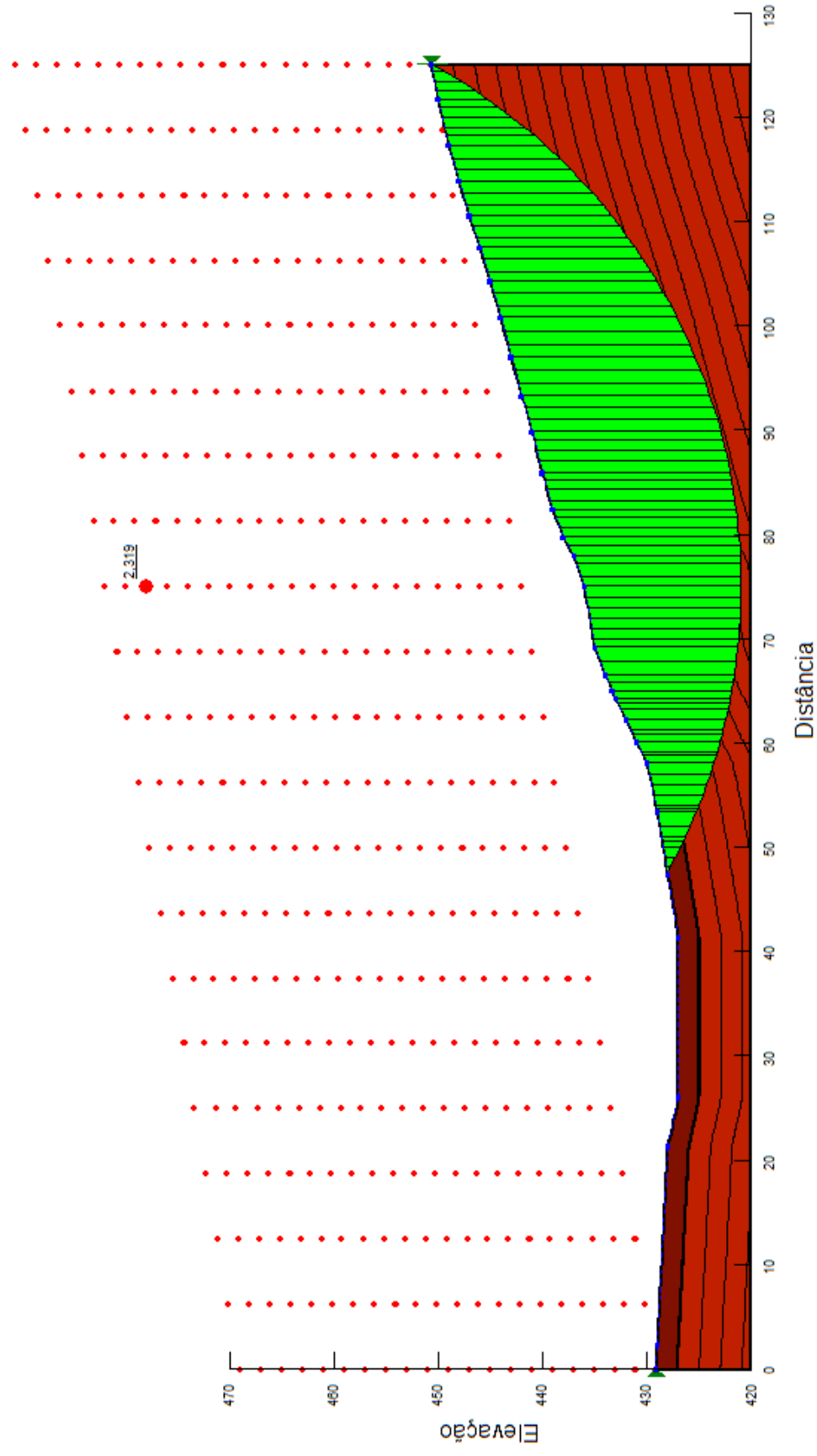


Figura 116 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

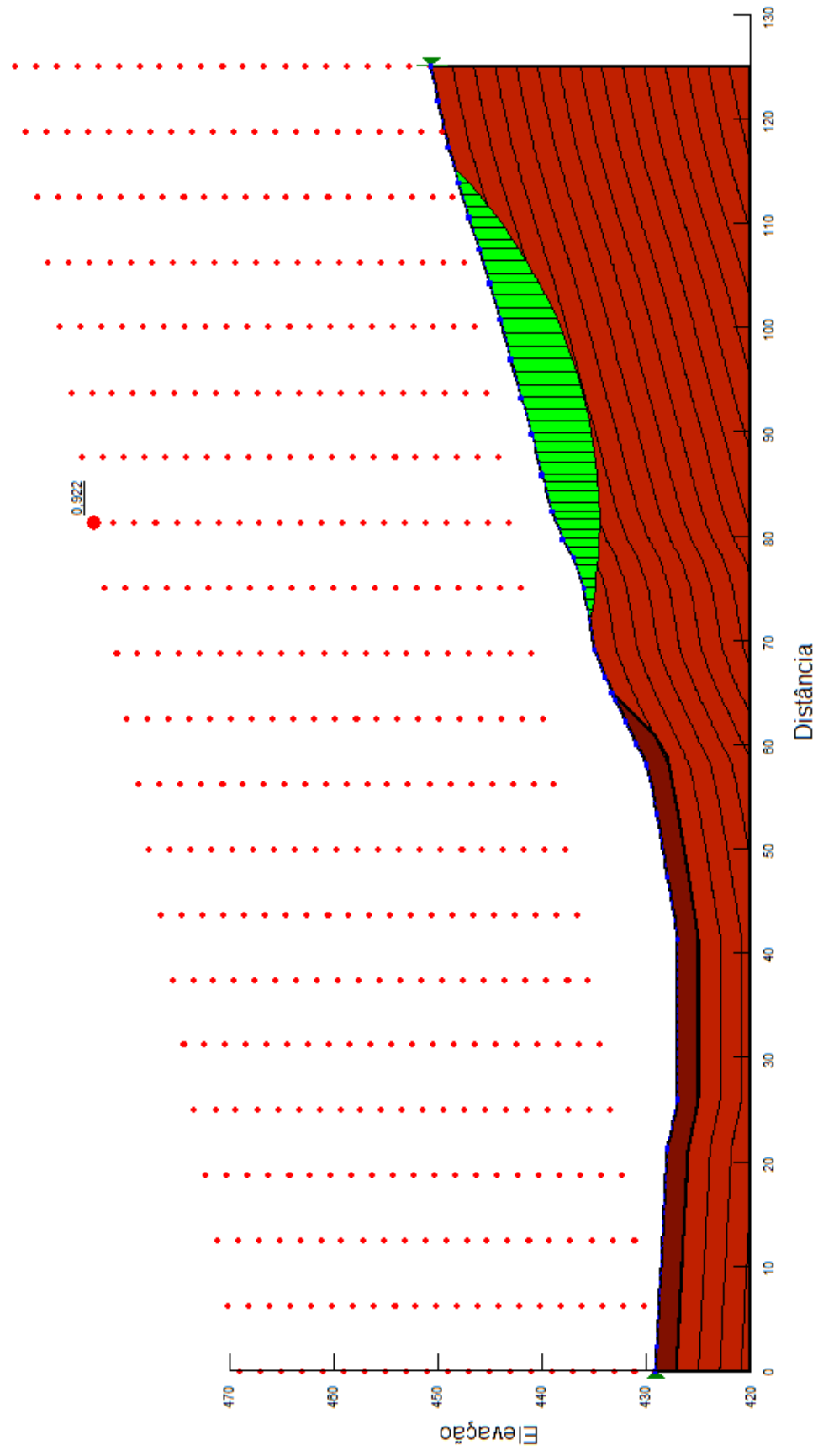


Figura 117 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

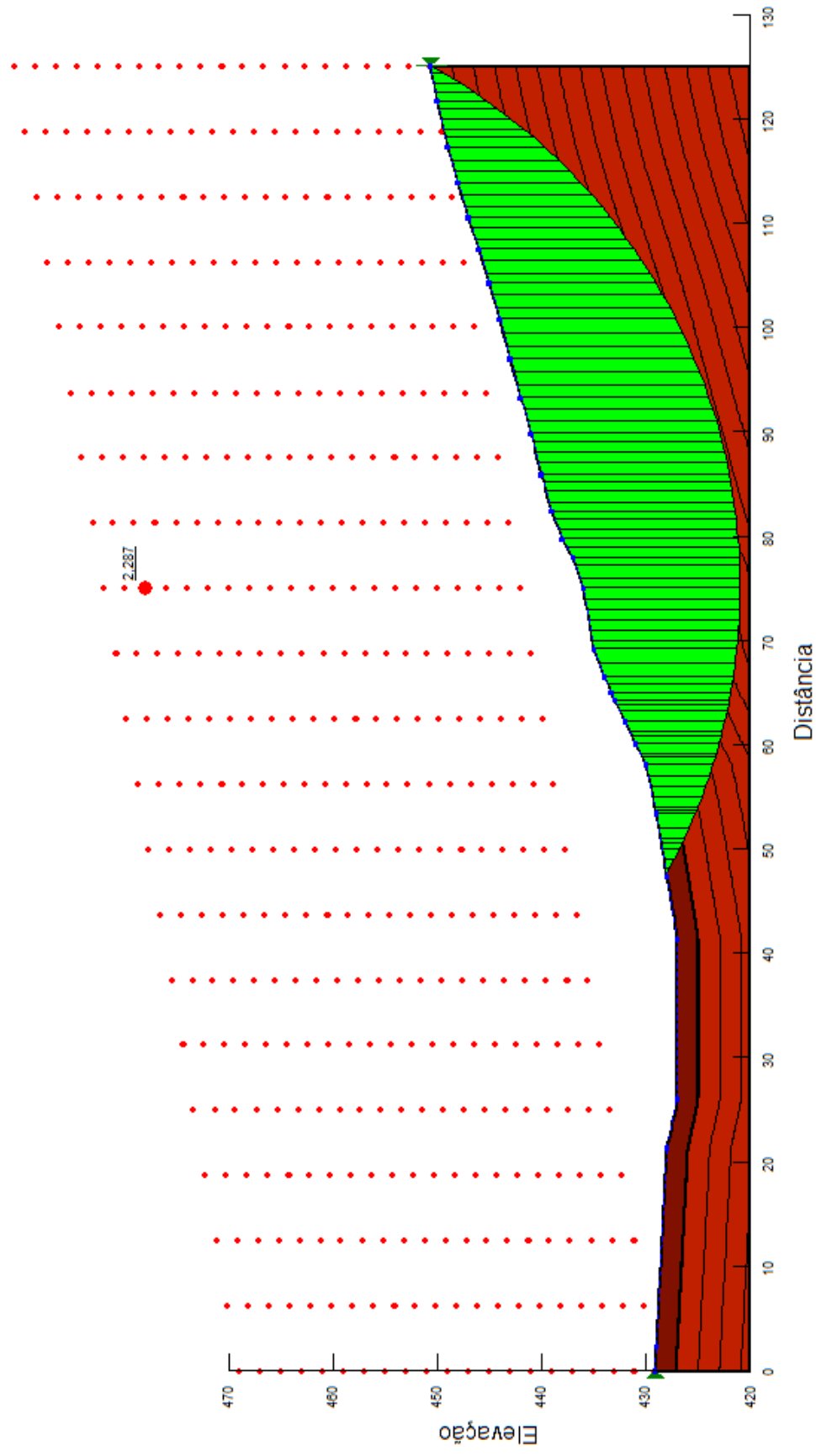


Figura 118 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

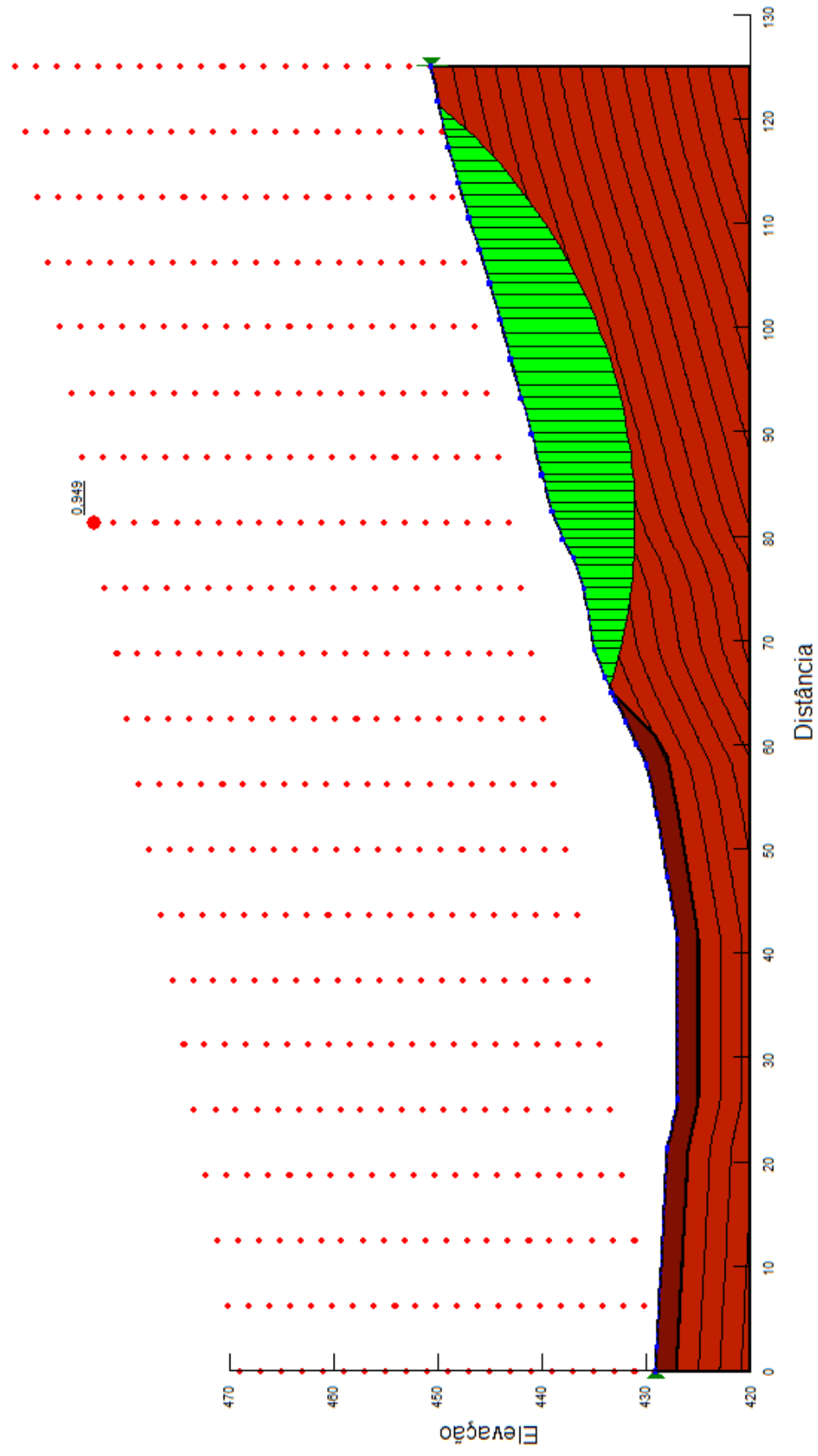


Figura 119 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

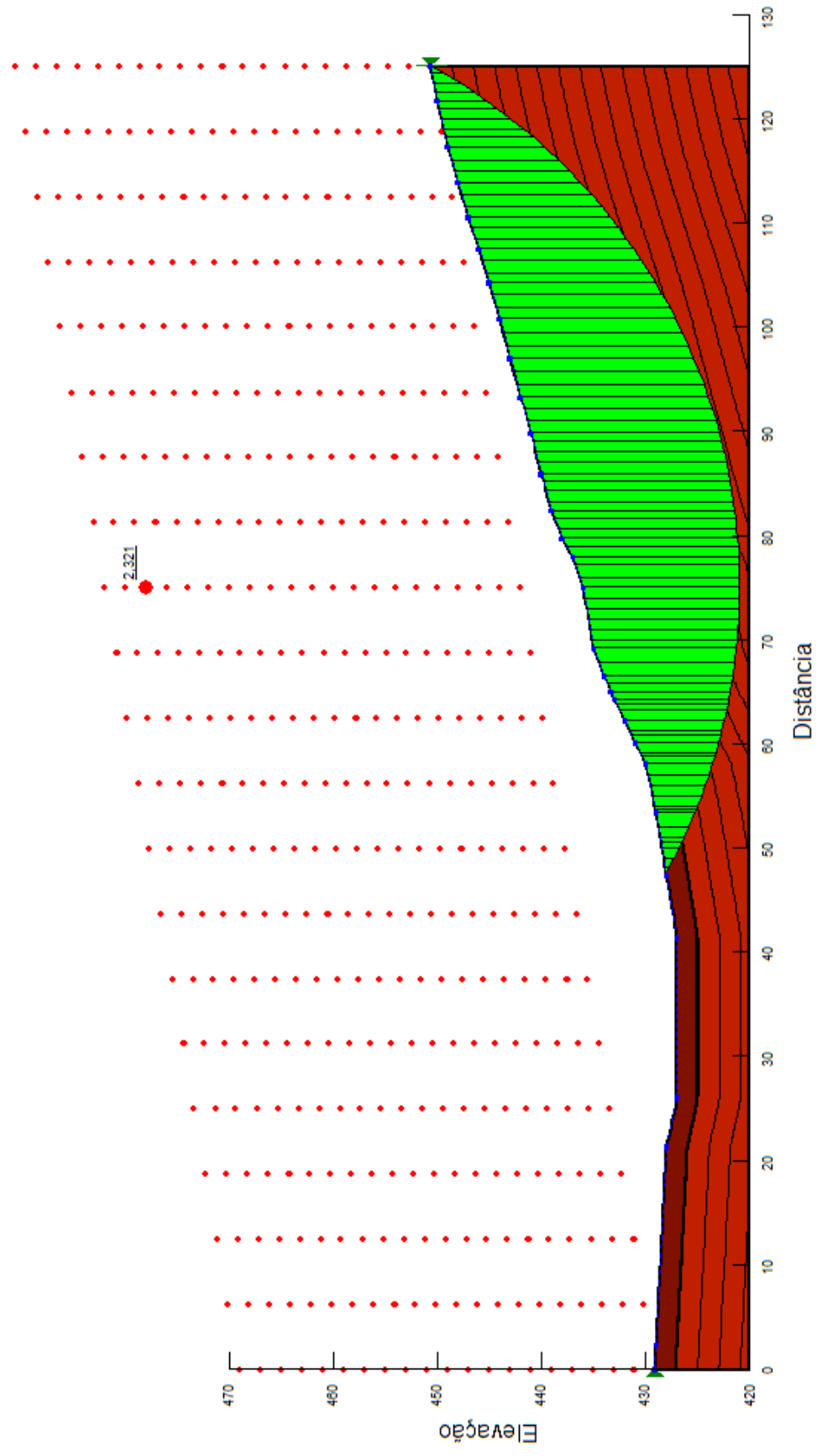


Figura 120 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0056.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

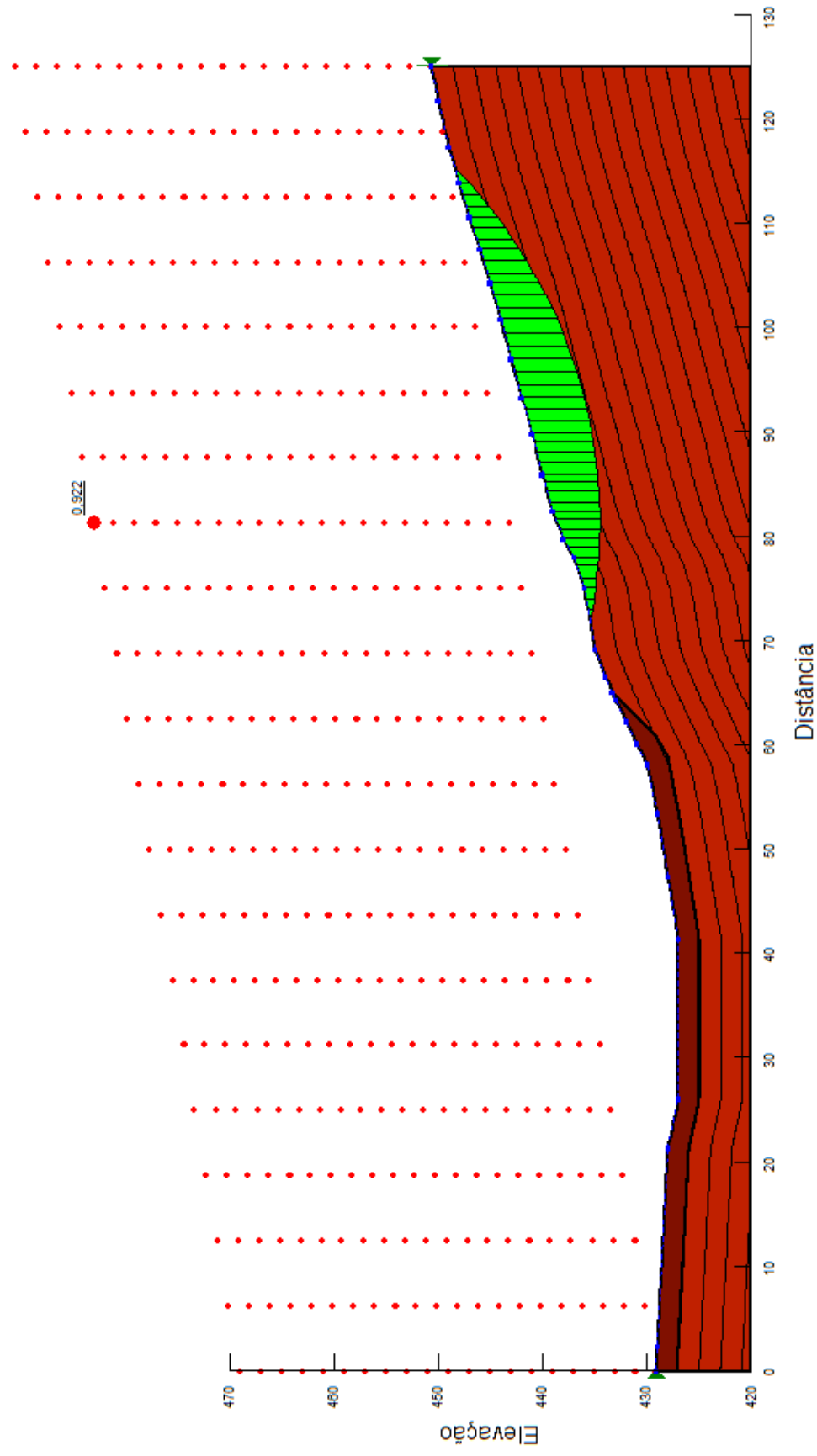


Figura 121 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

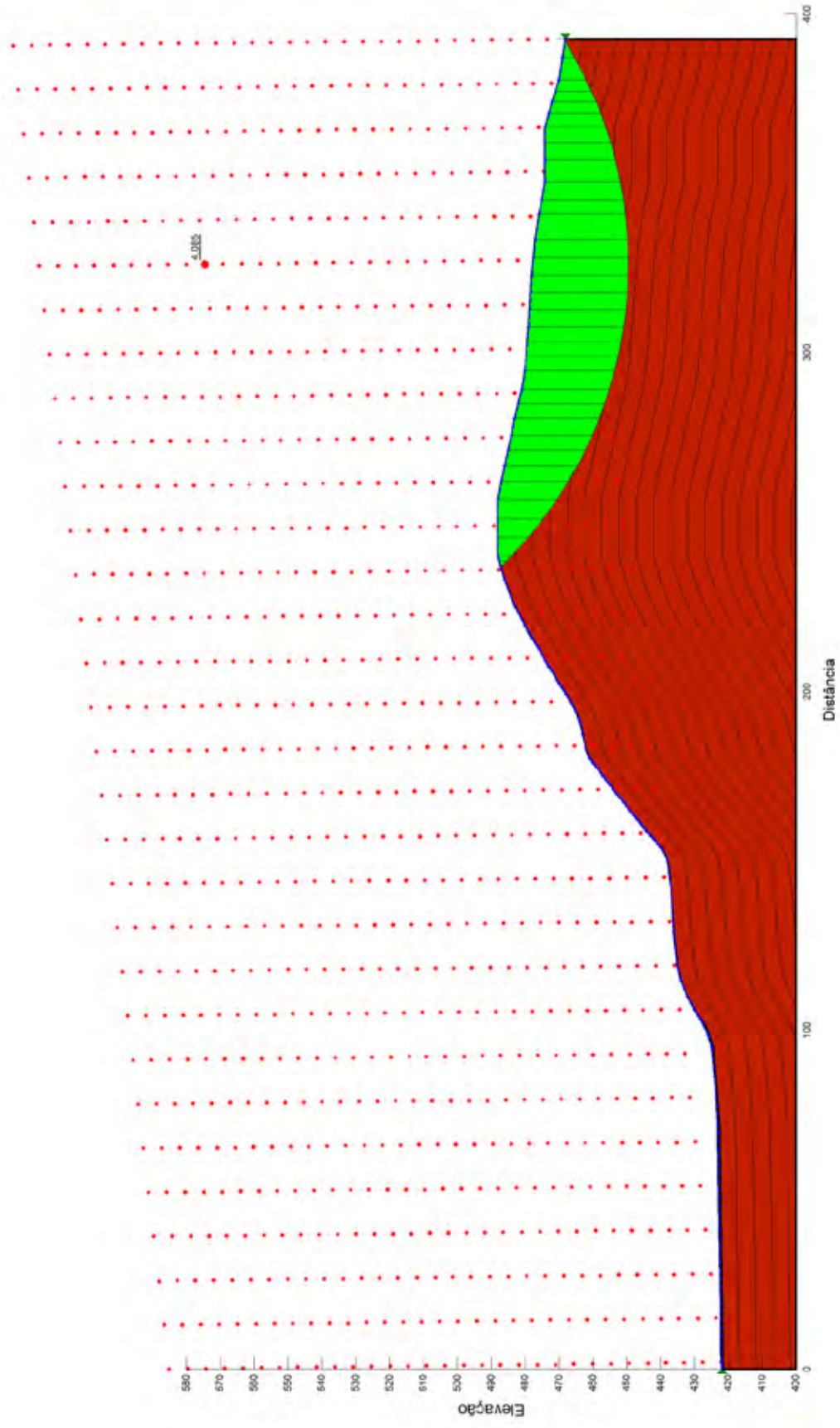


Figura 122 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Bihop – solo não coesivo

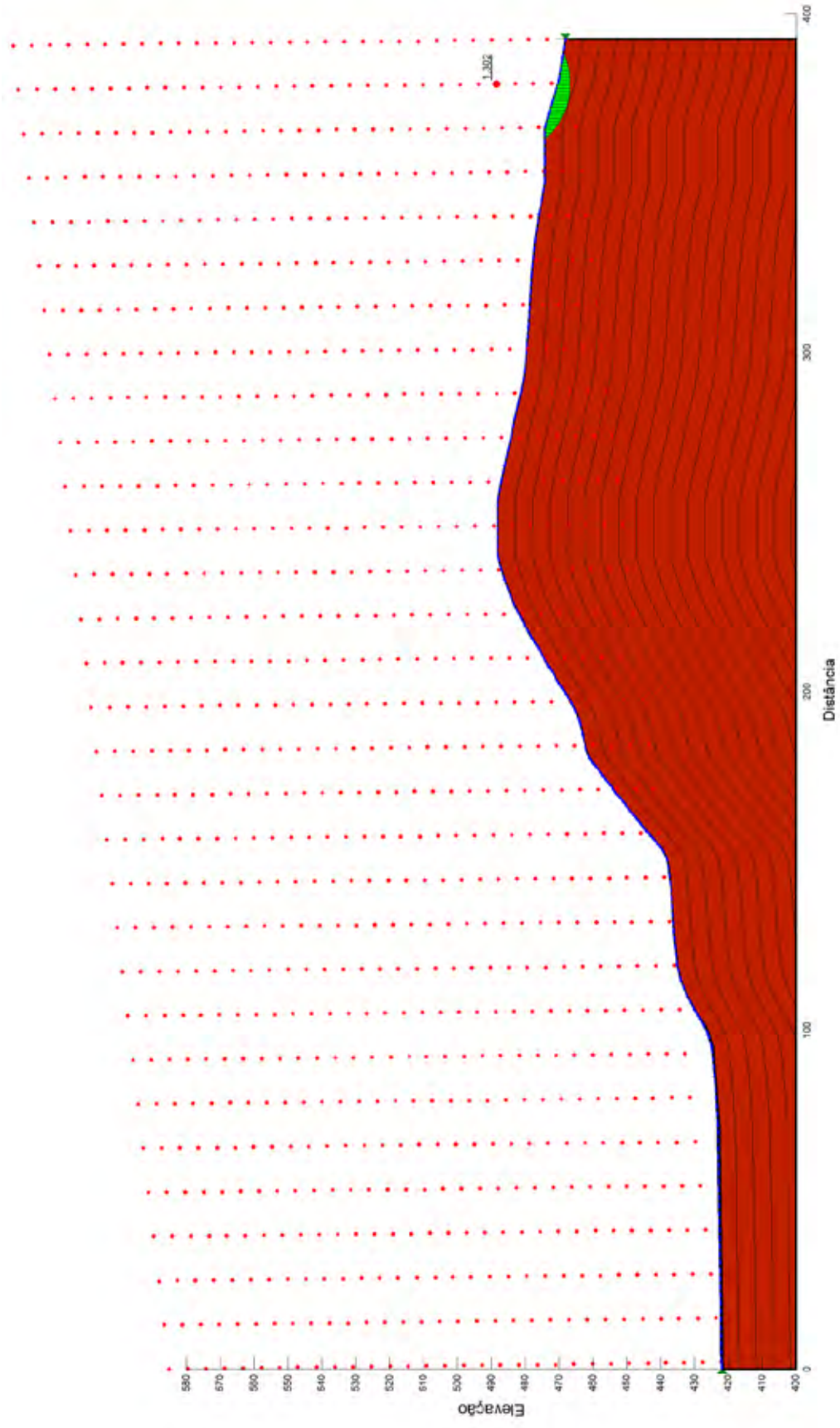


Figura 123 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

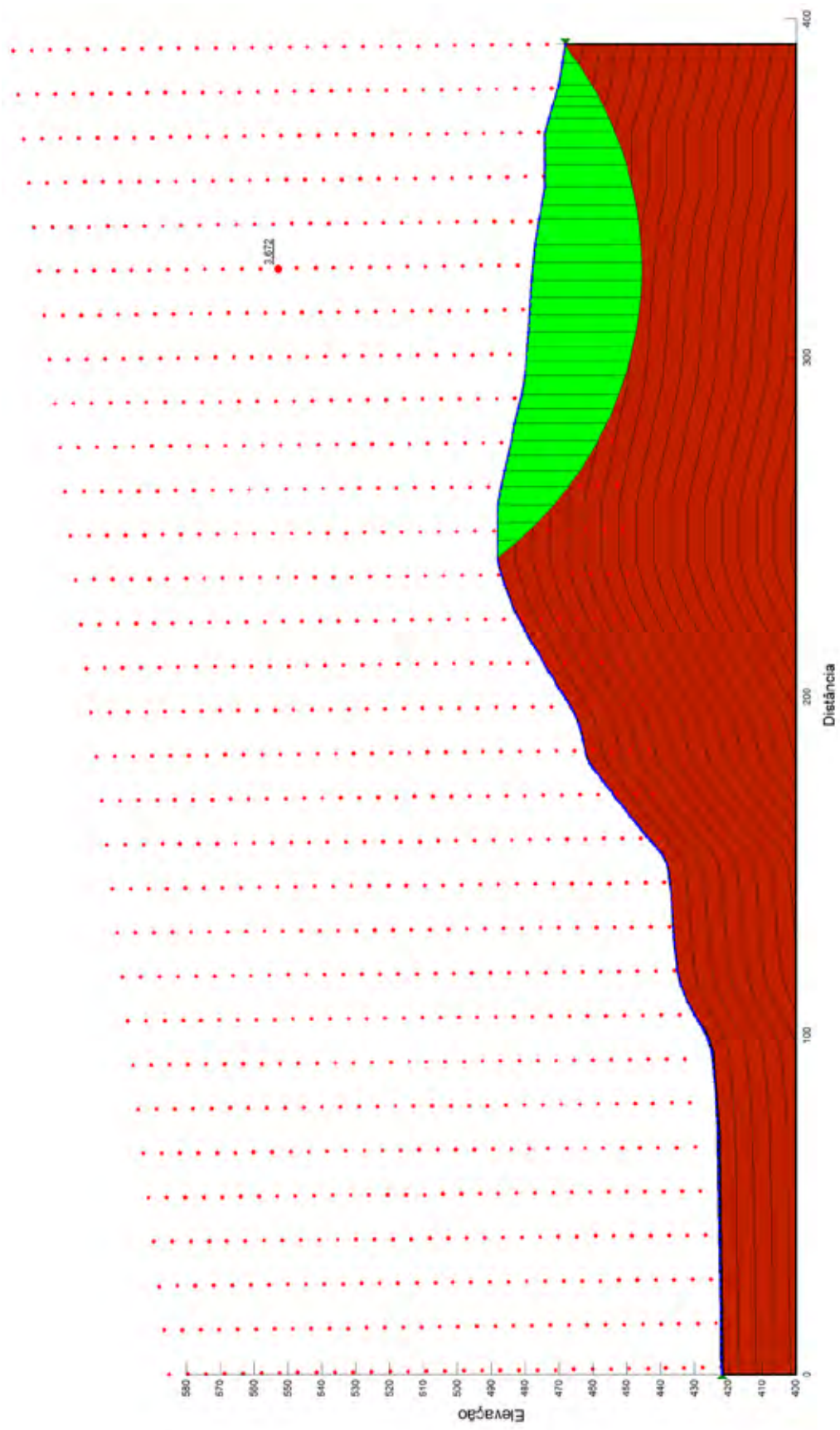


Figura 124 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

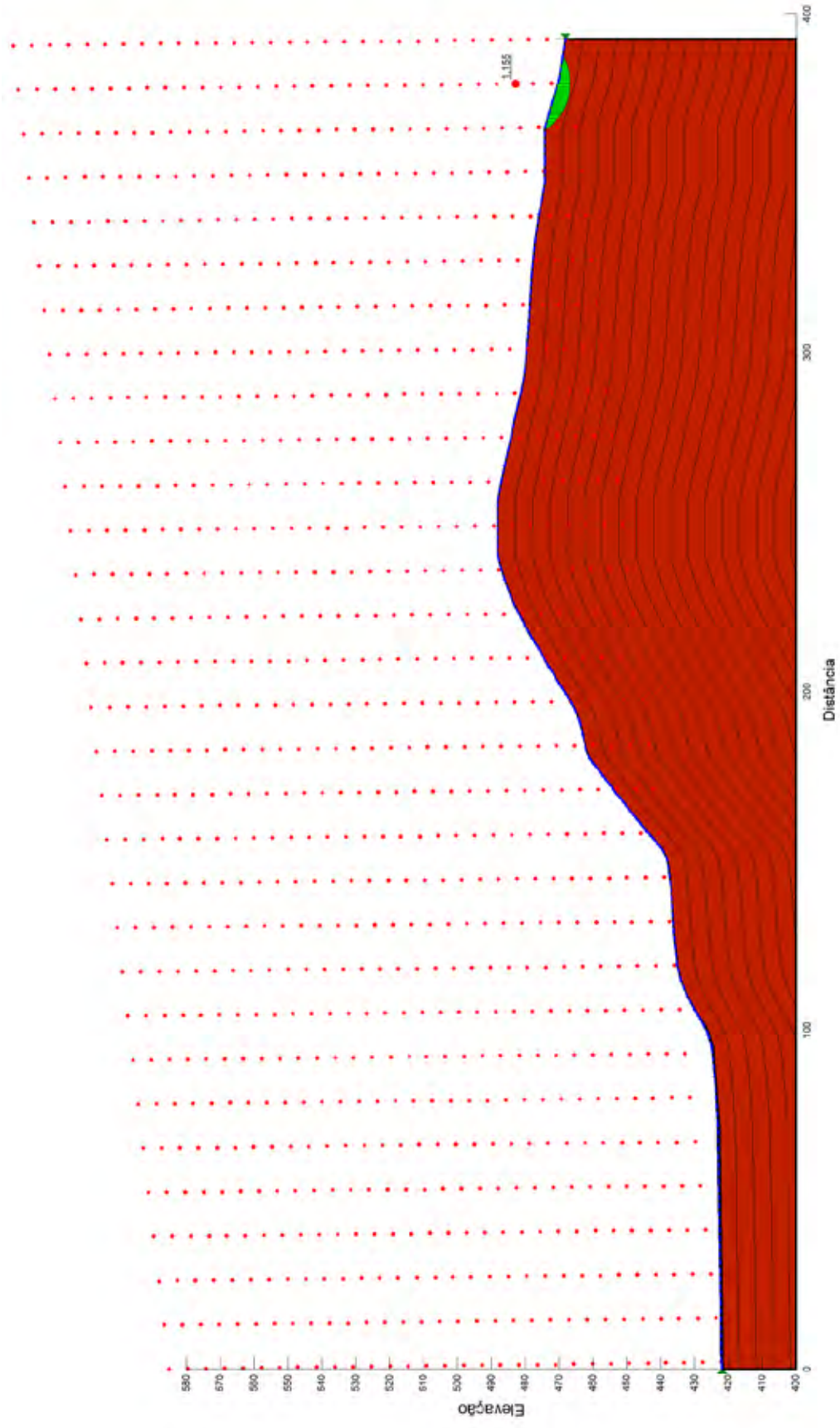


Figura 125 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

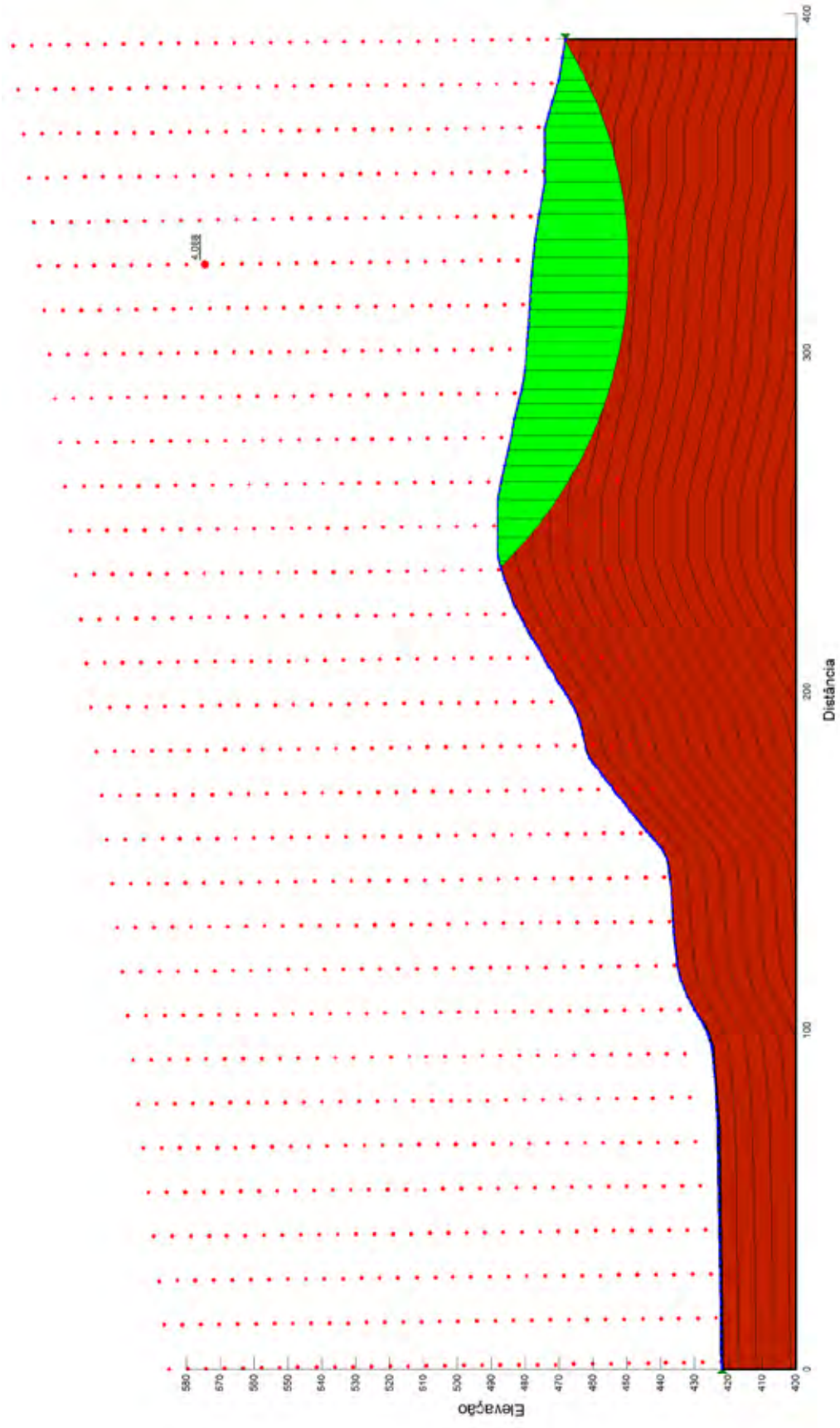


Figura 126 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

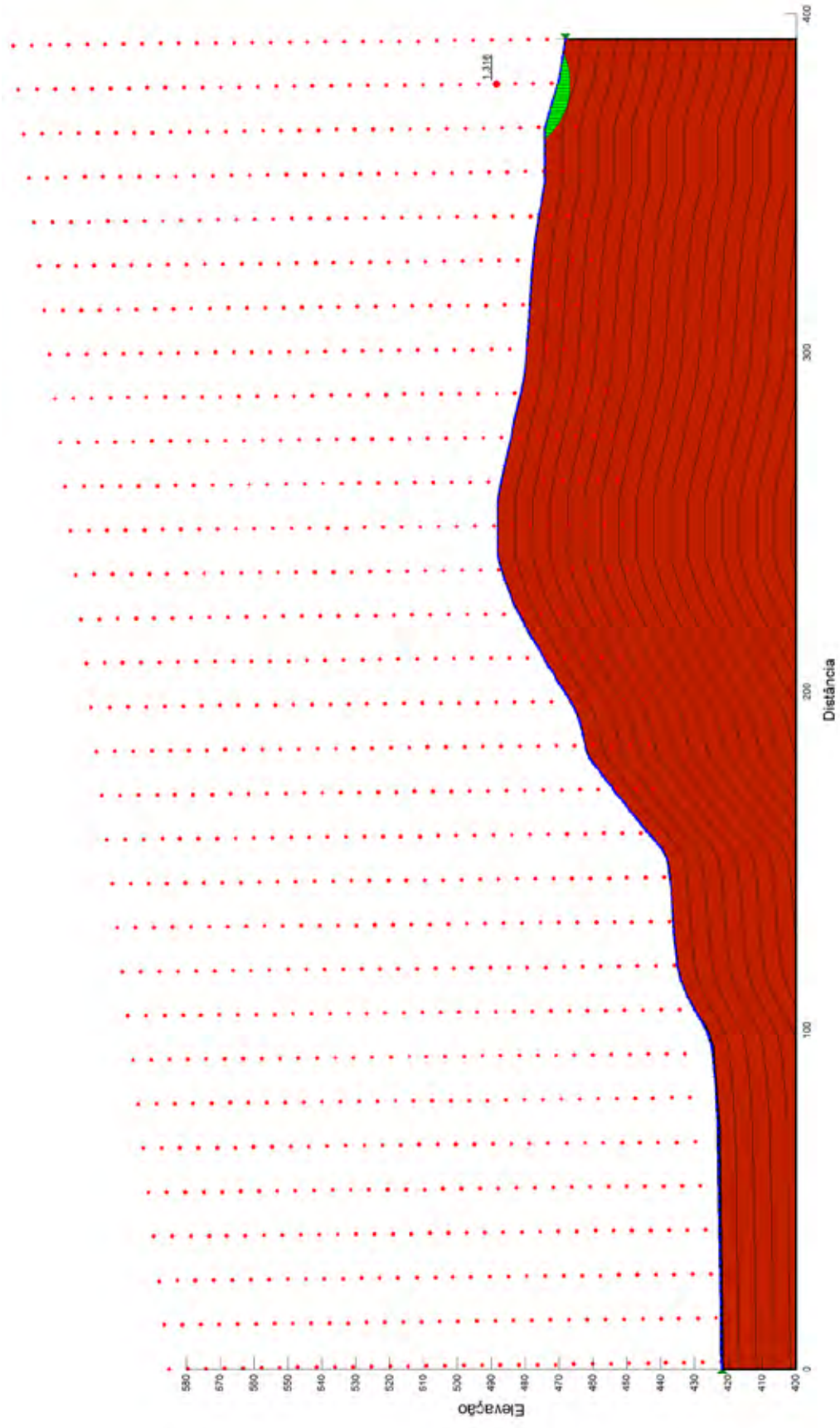


Figura 127 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

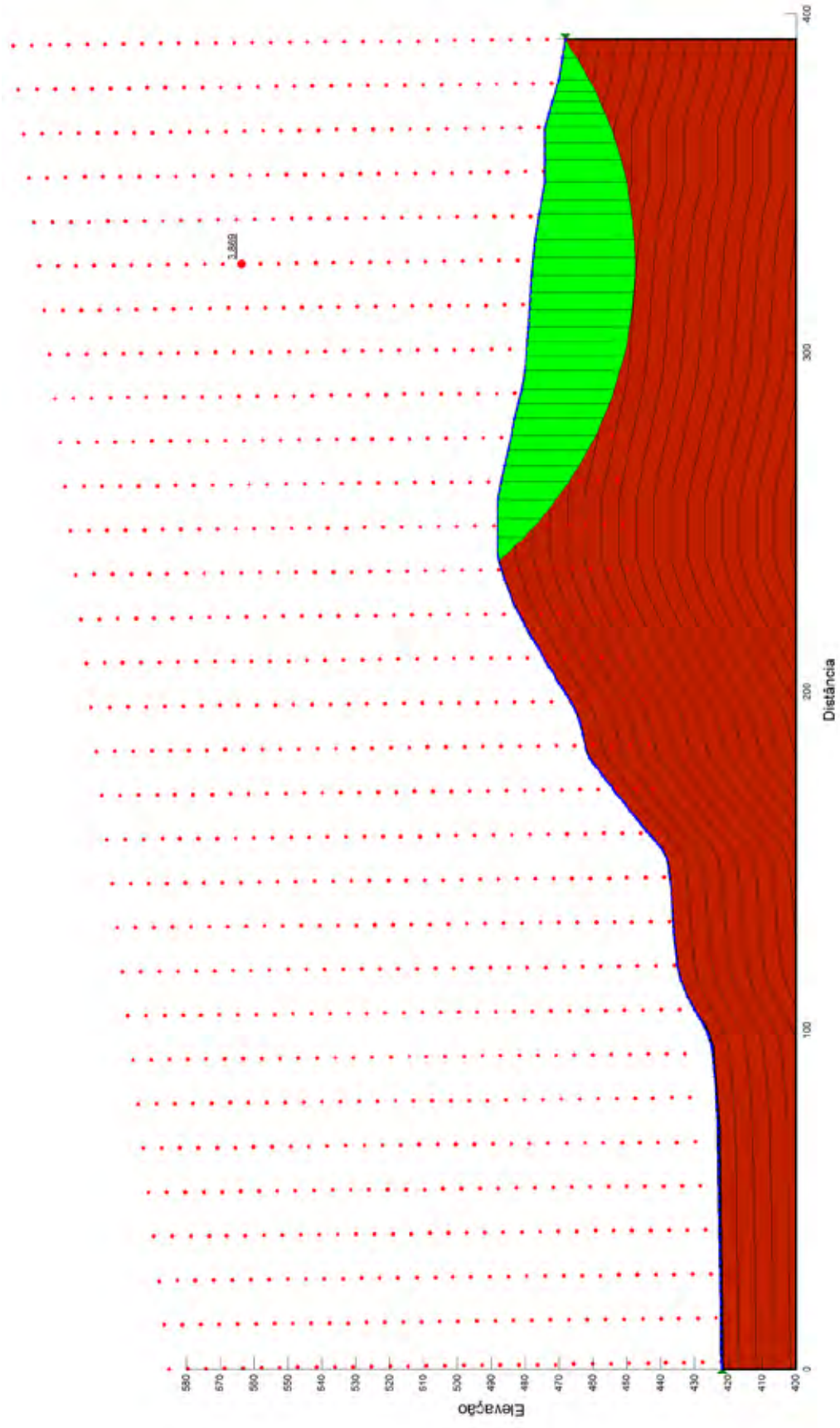


Figura 128 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

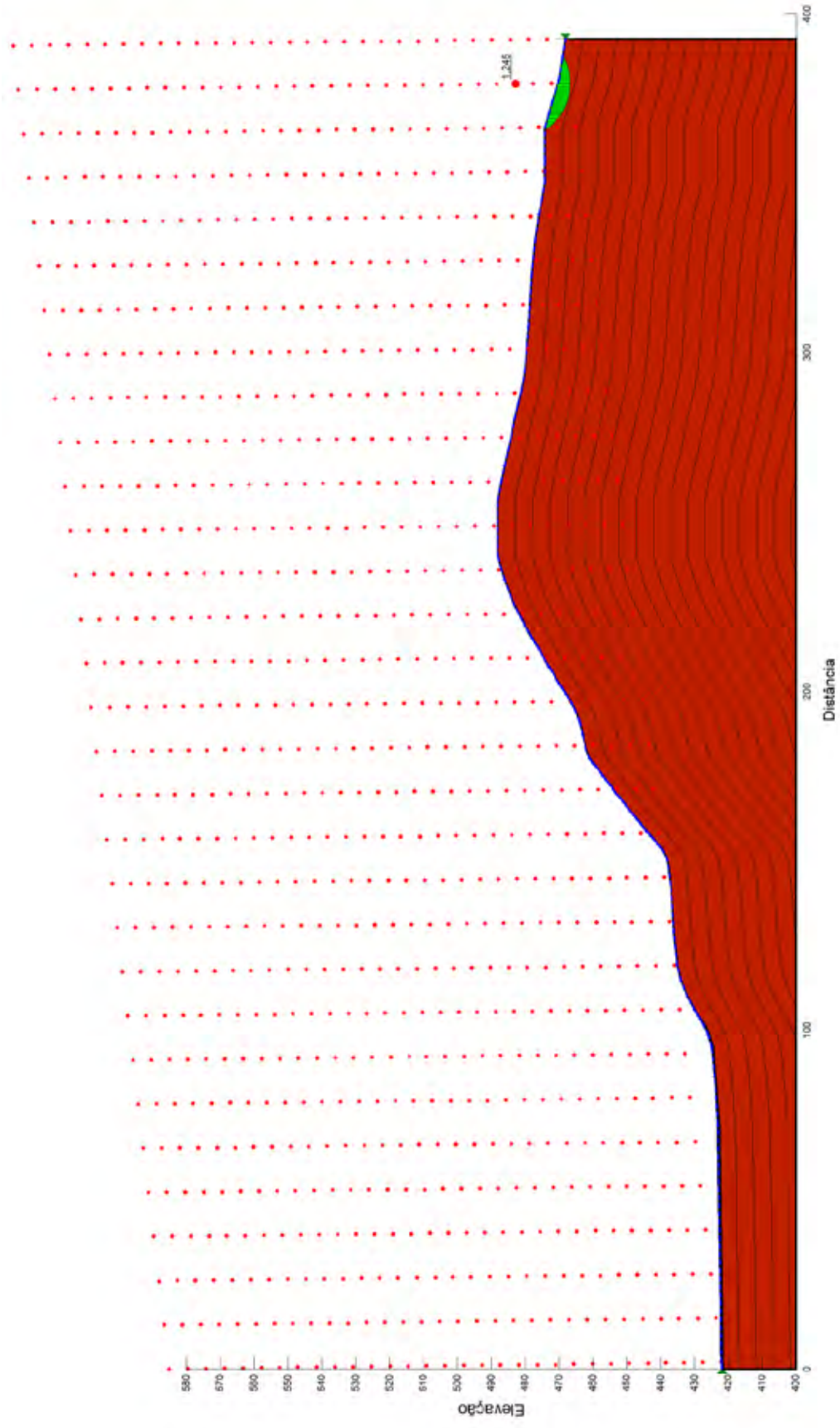


Figura 129 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

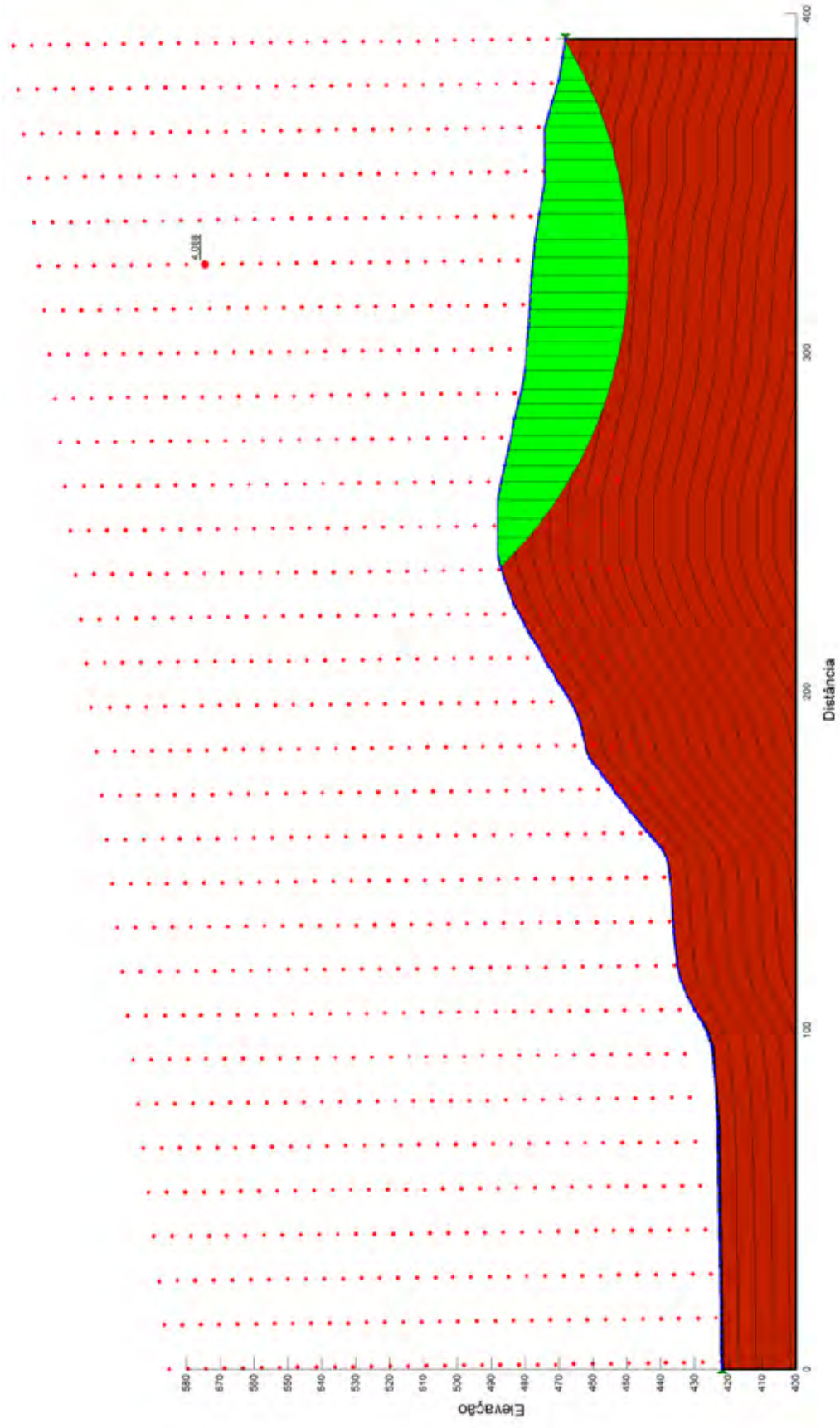


Figura 130 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

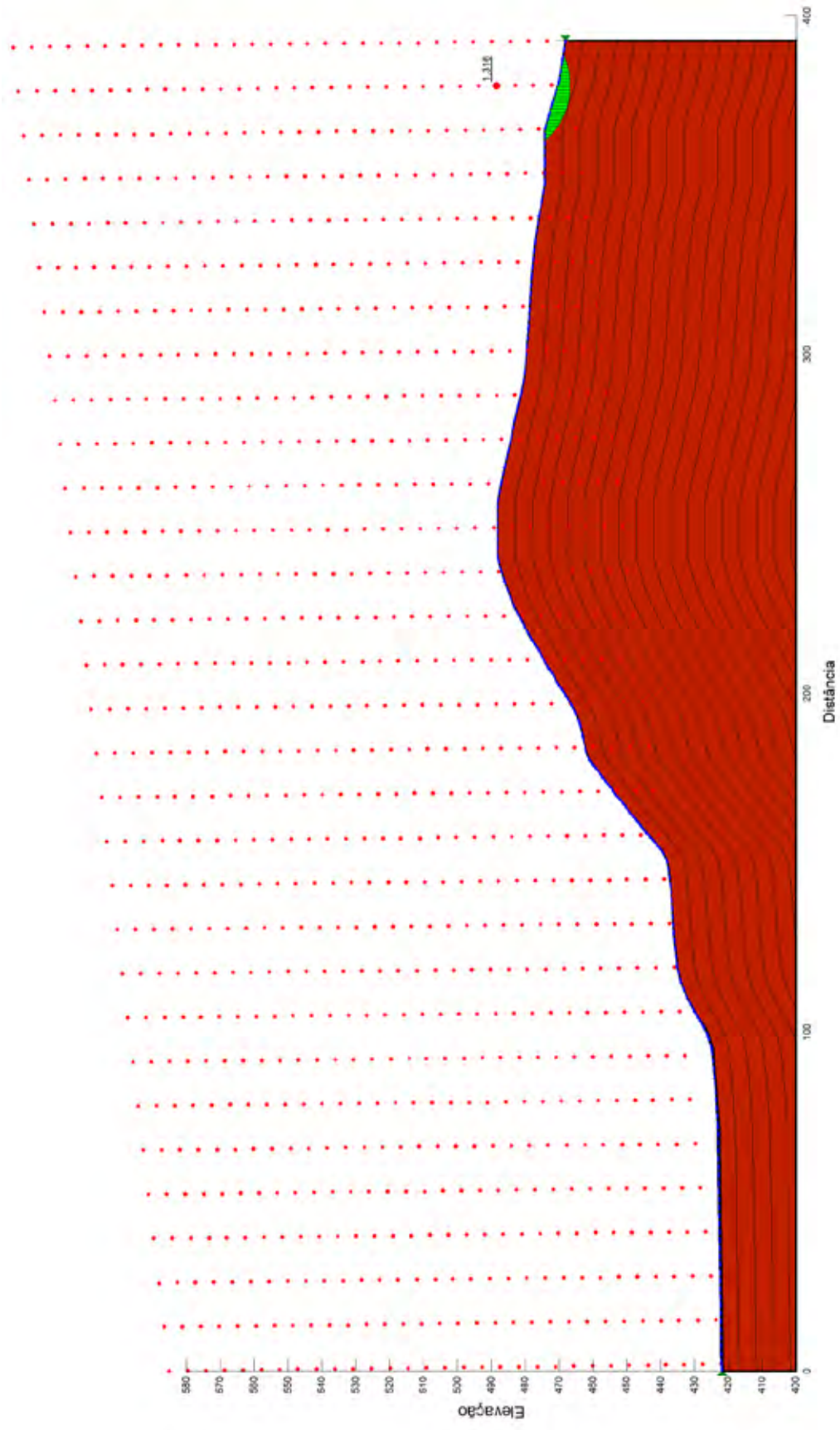


Figura 131 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

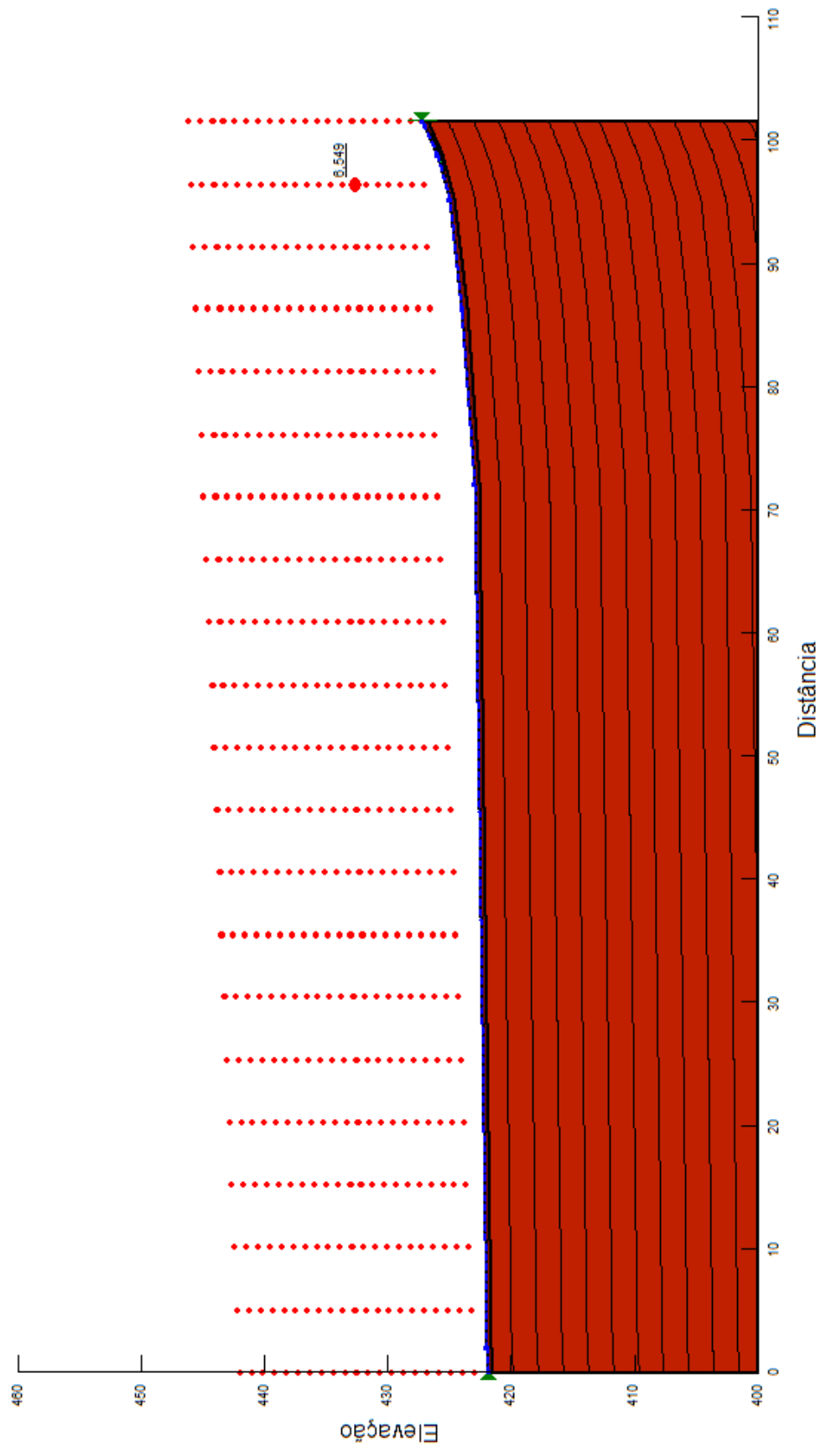


Figura 132 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

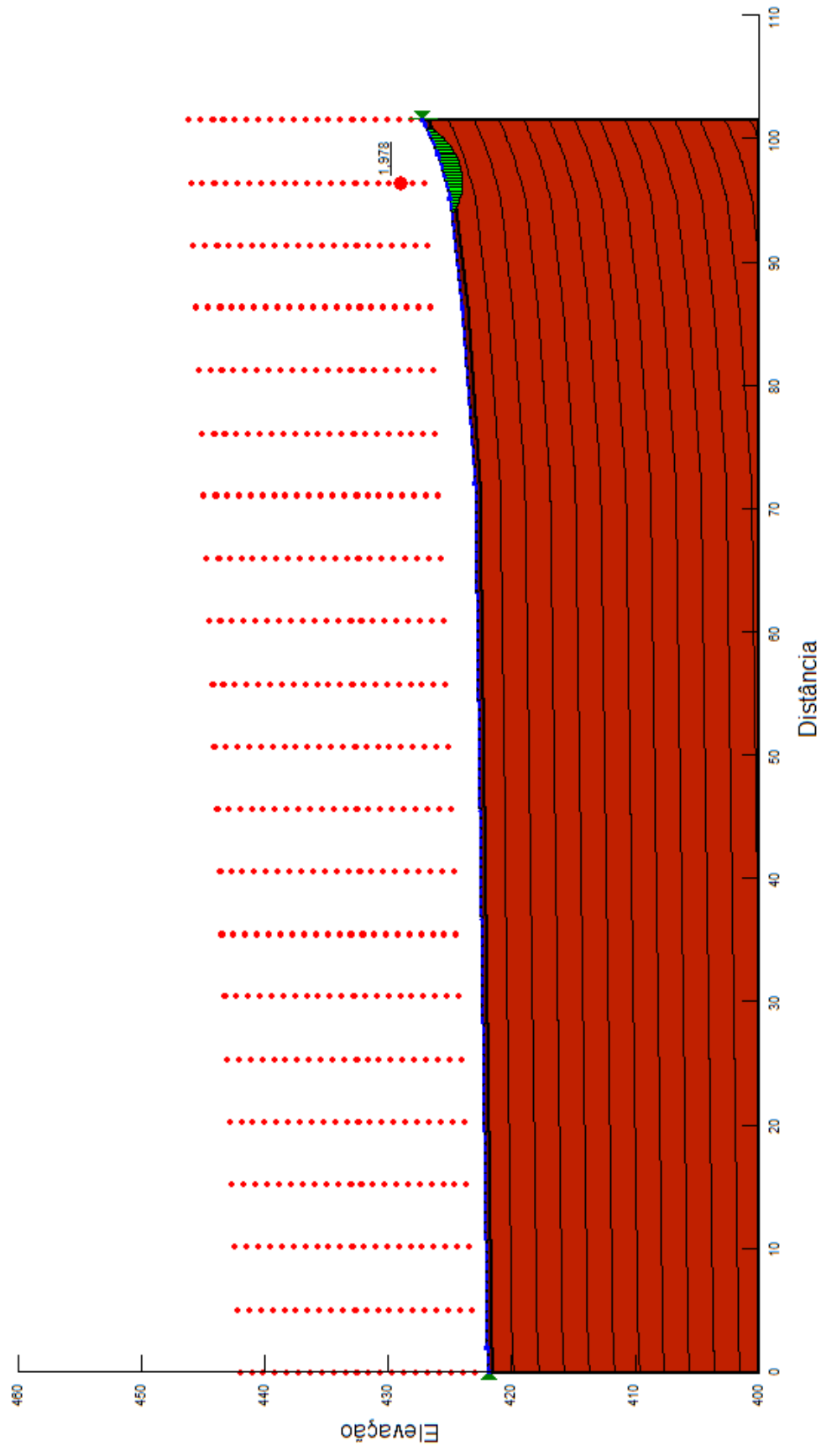


Figura 133 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

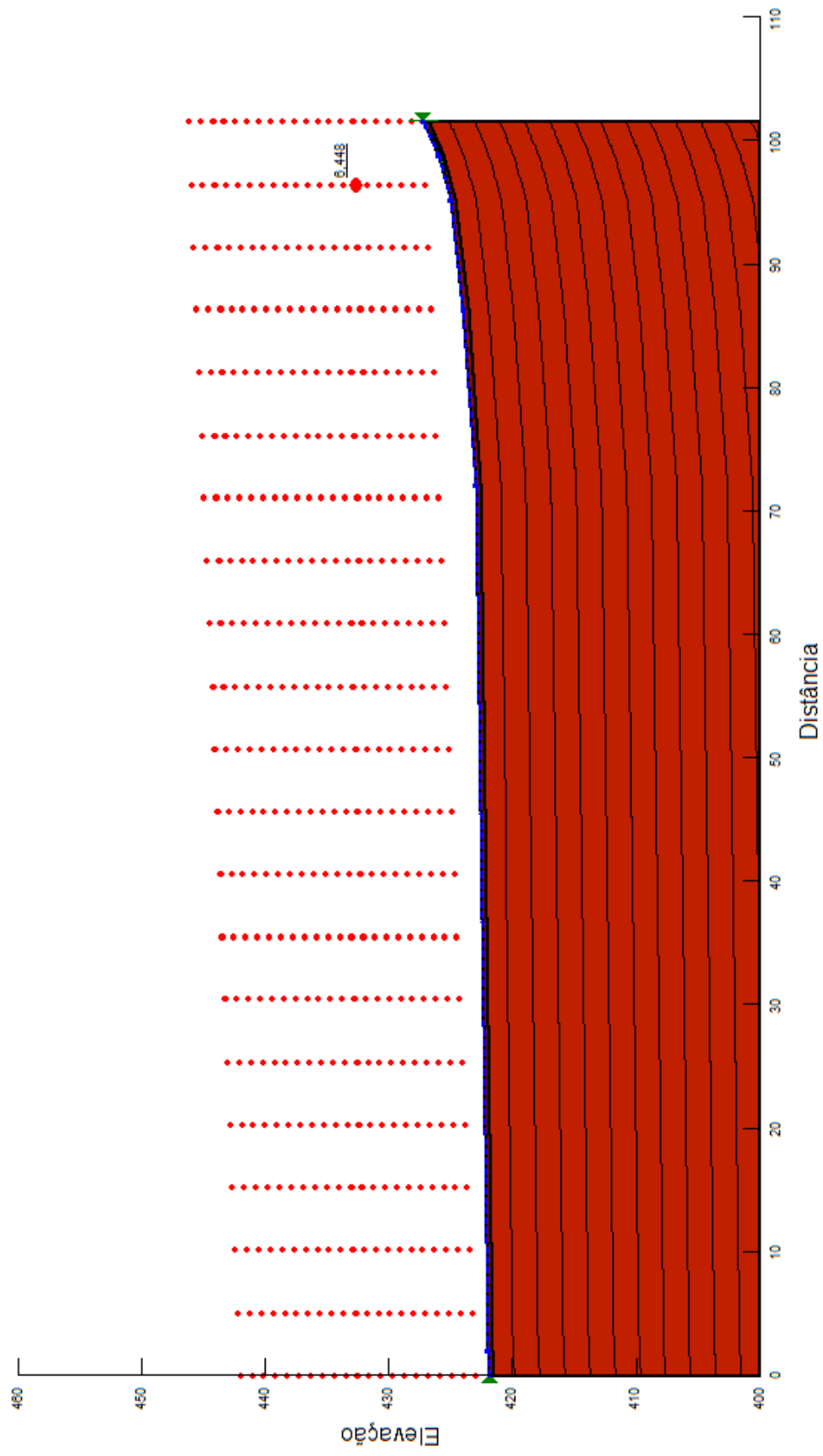


Figura 134 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

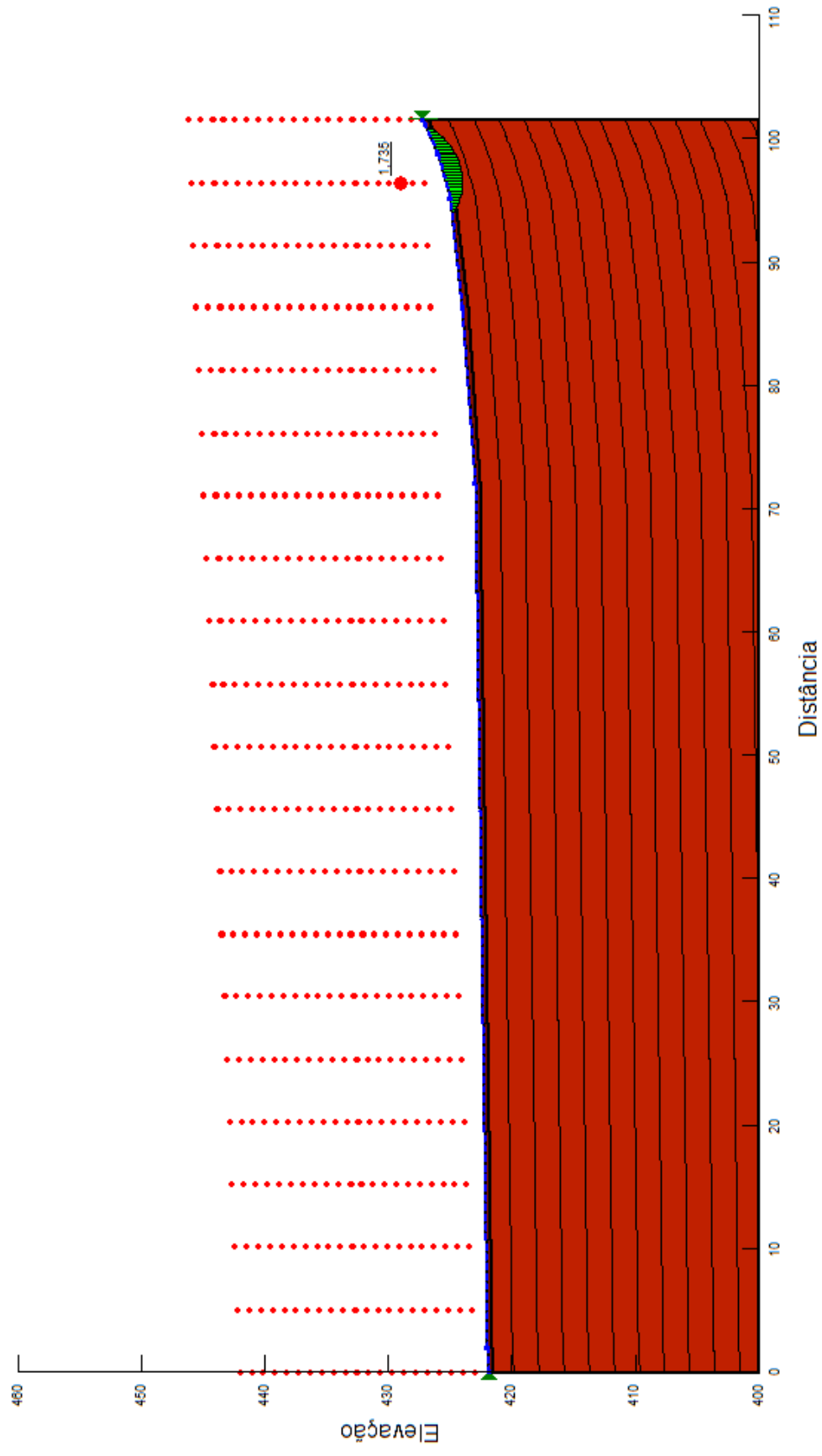


Figura 135 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

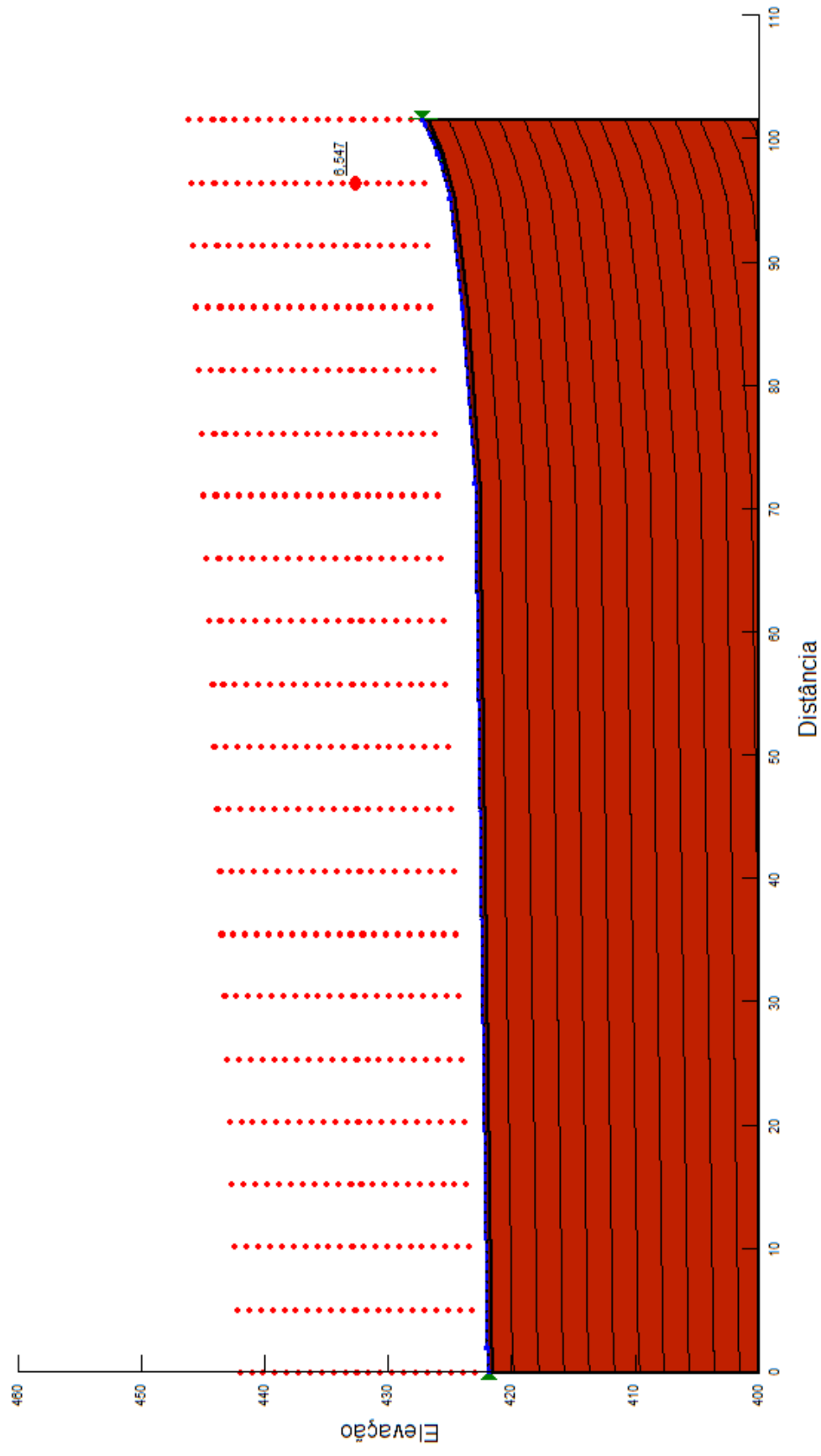


Figura 136 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

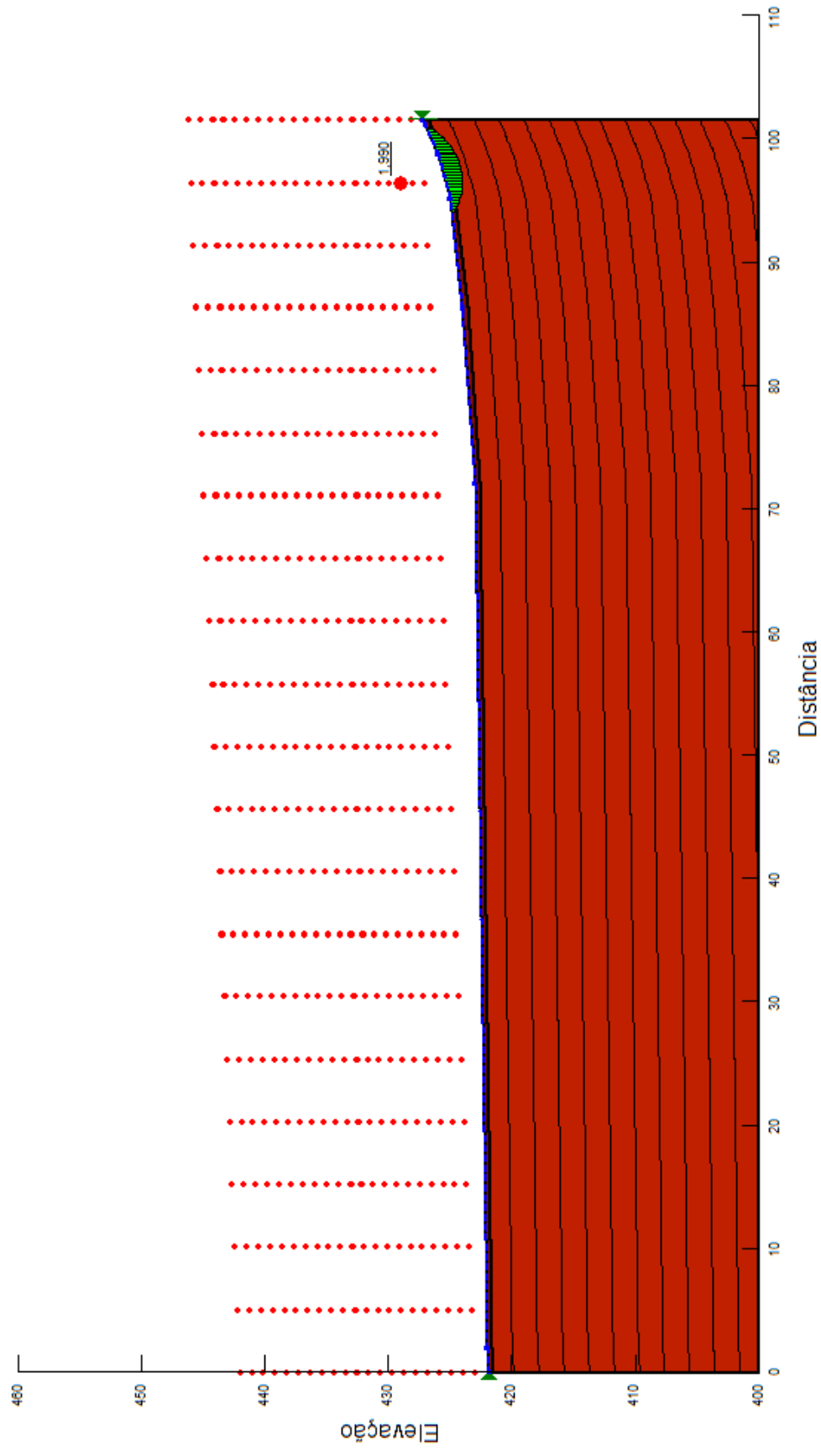


Figura 137 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

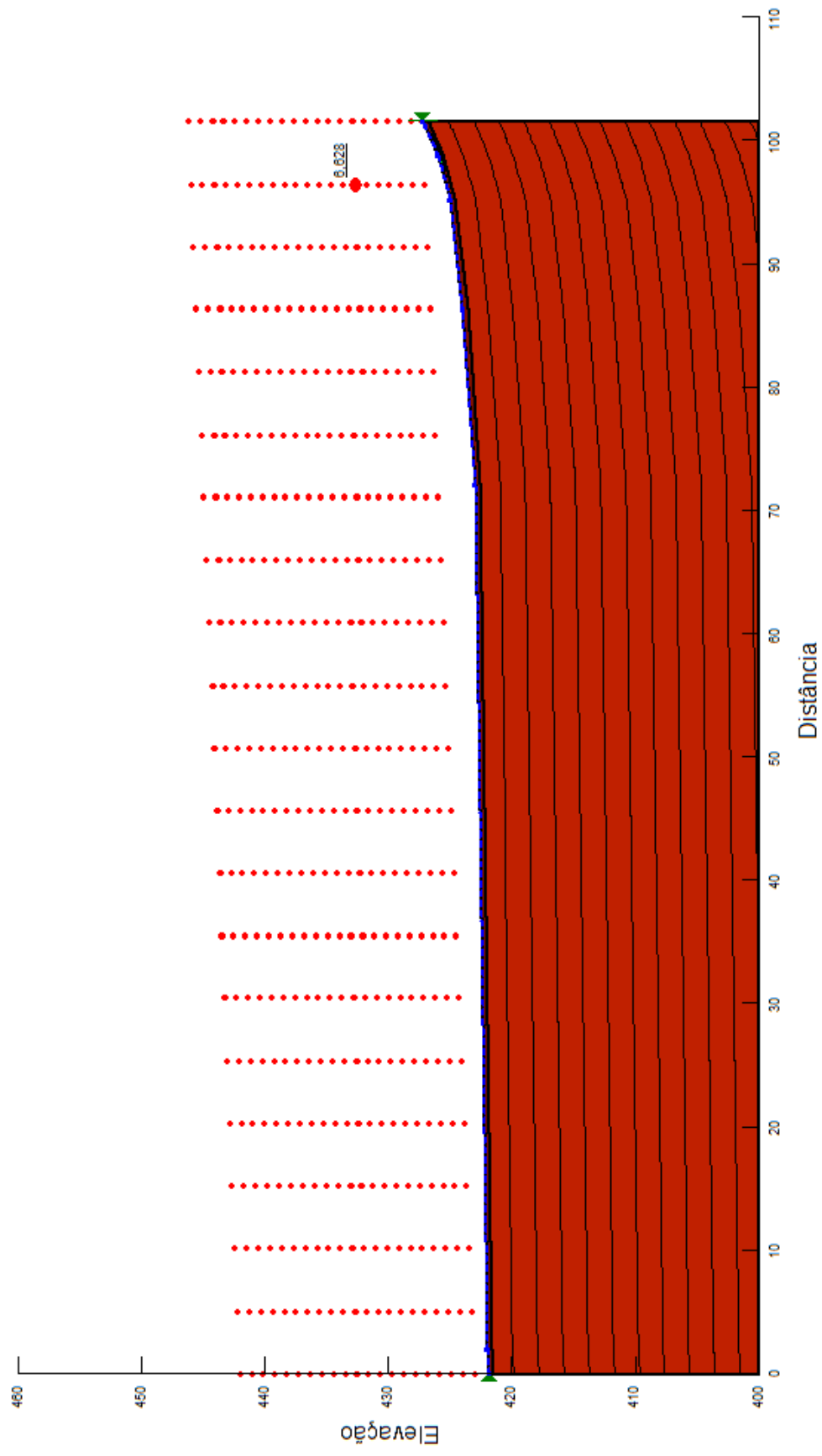


Figura 138 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

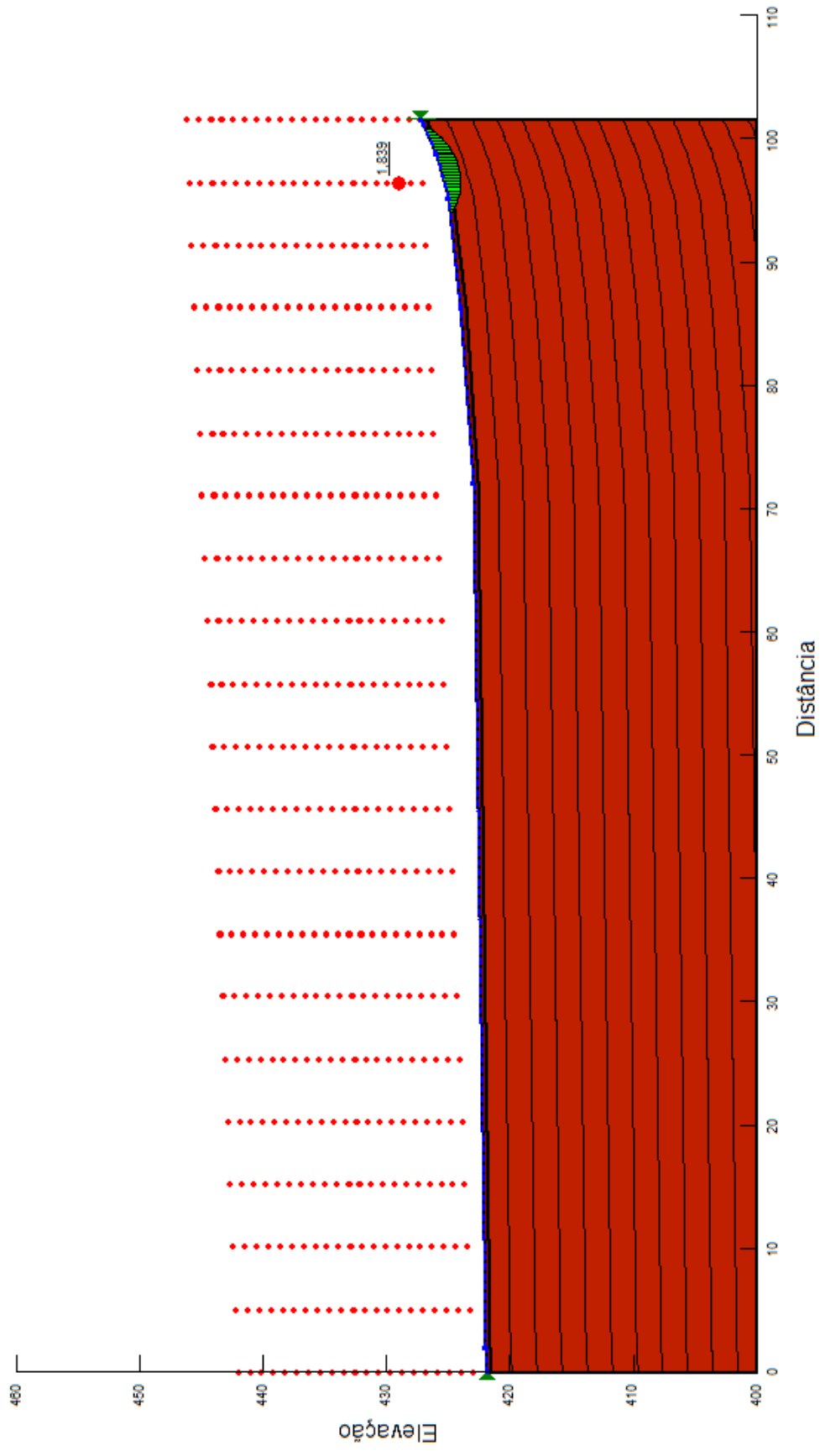


Figura 139 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

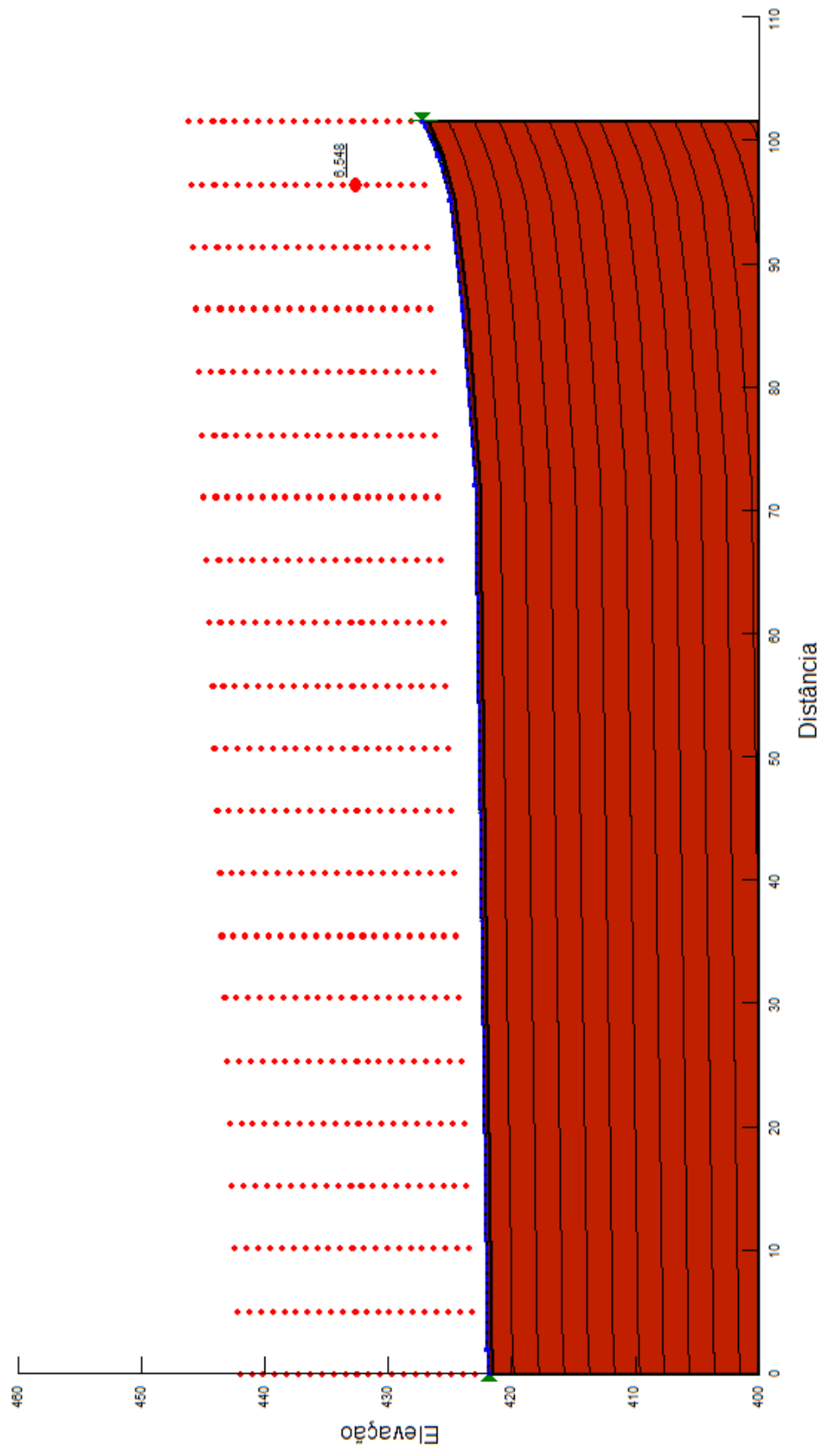


Figura 140 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

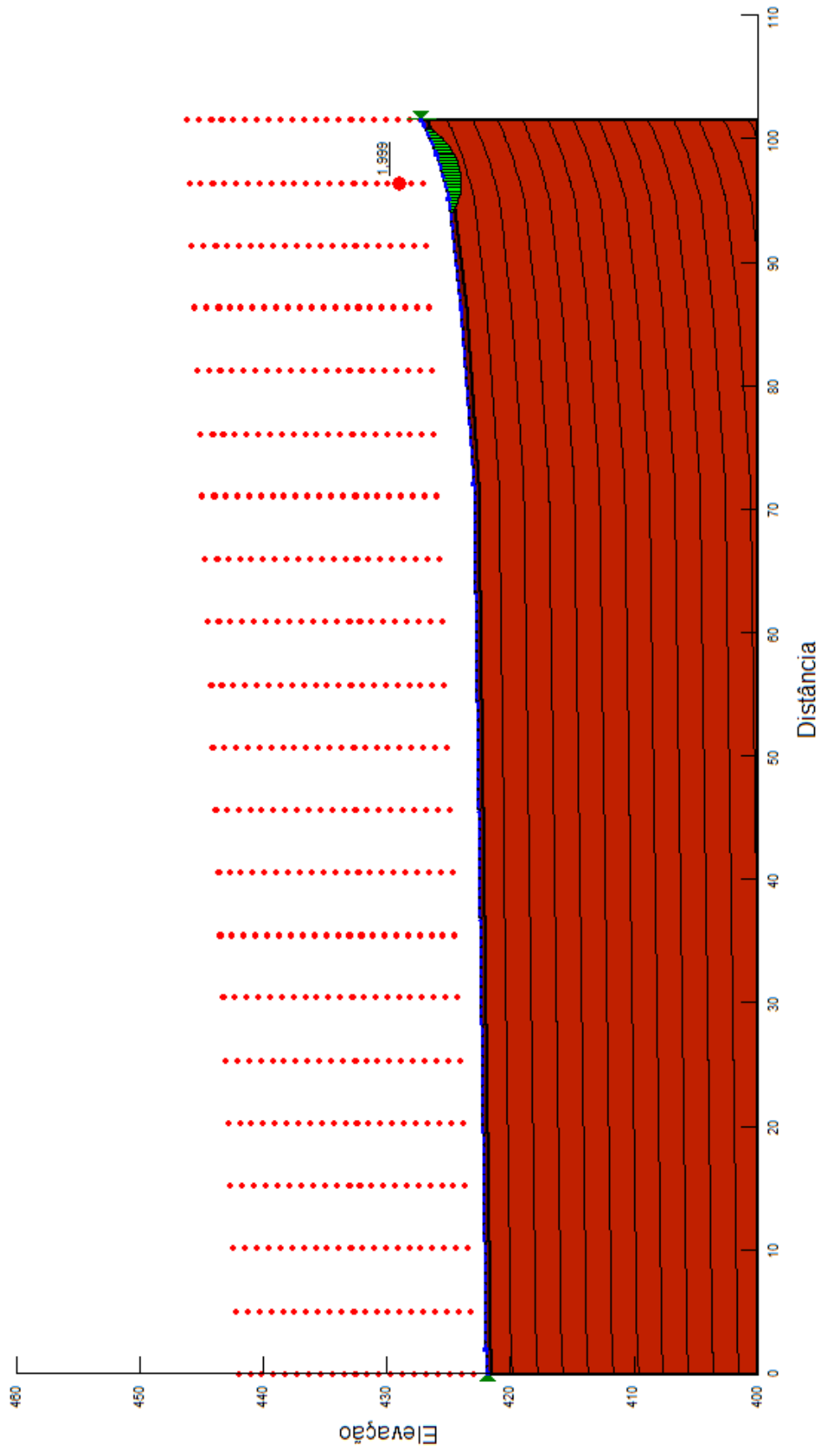


Figura 141 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

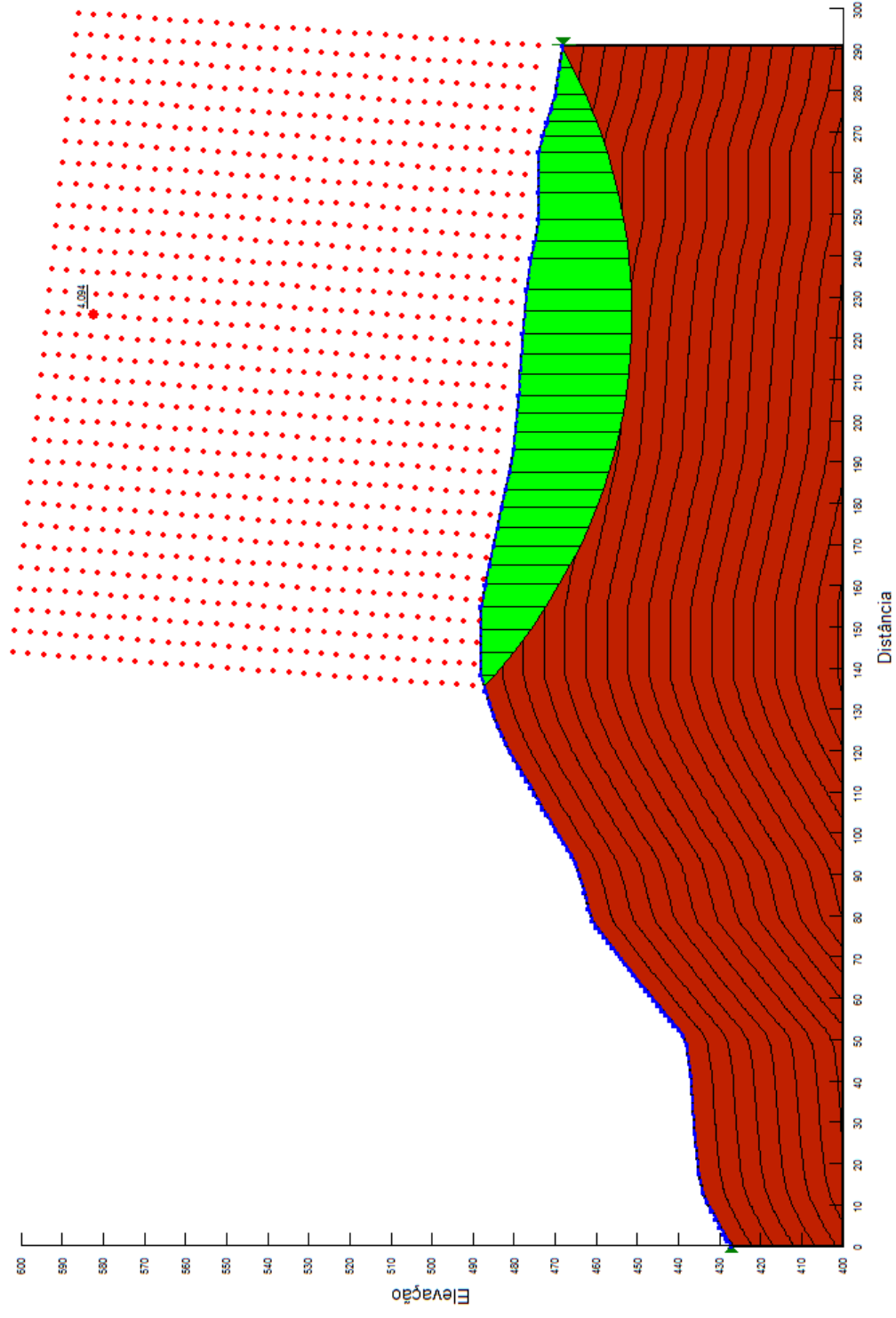


Figura 142 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

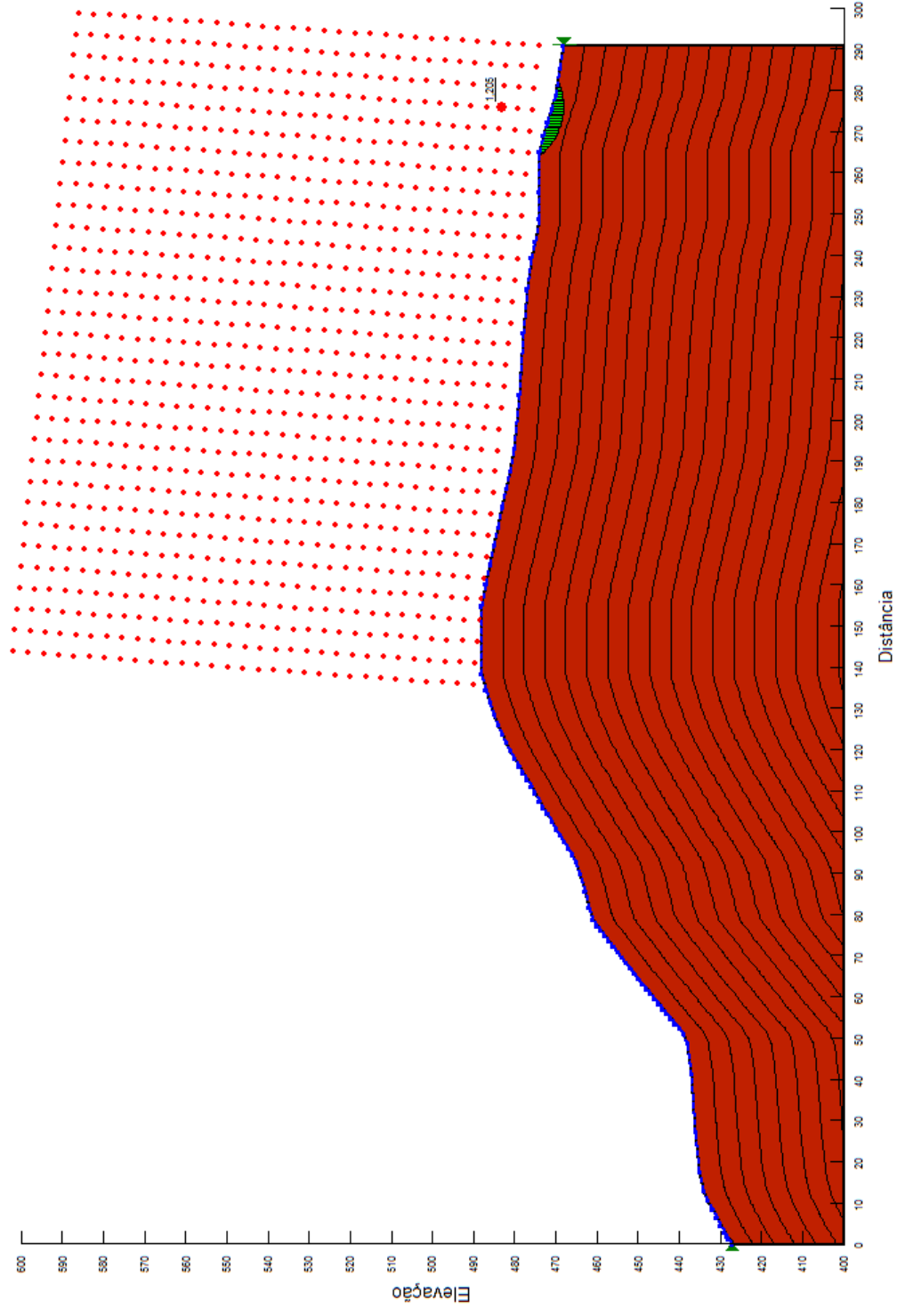


Figura 143 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

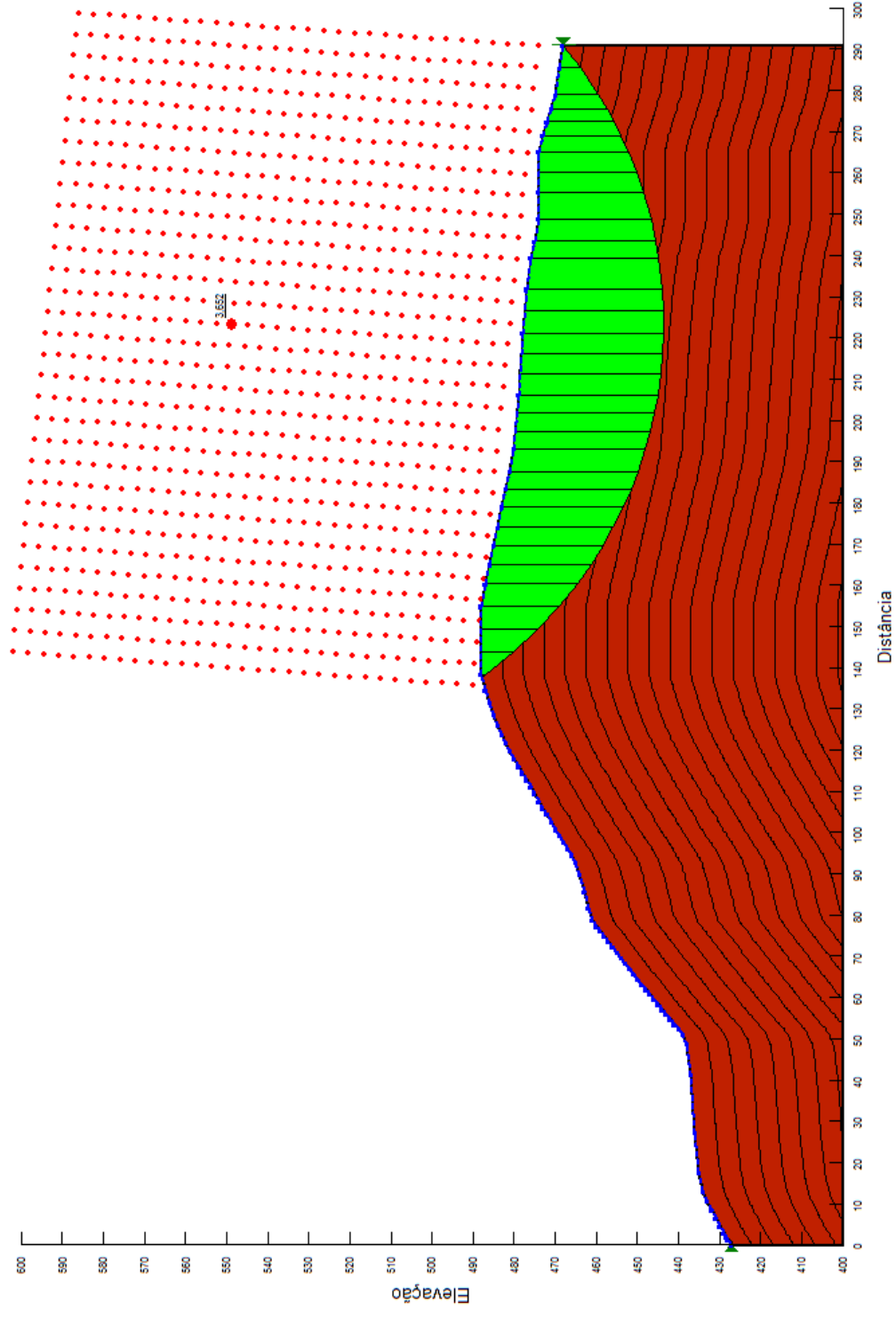


Figura 144 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

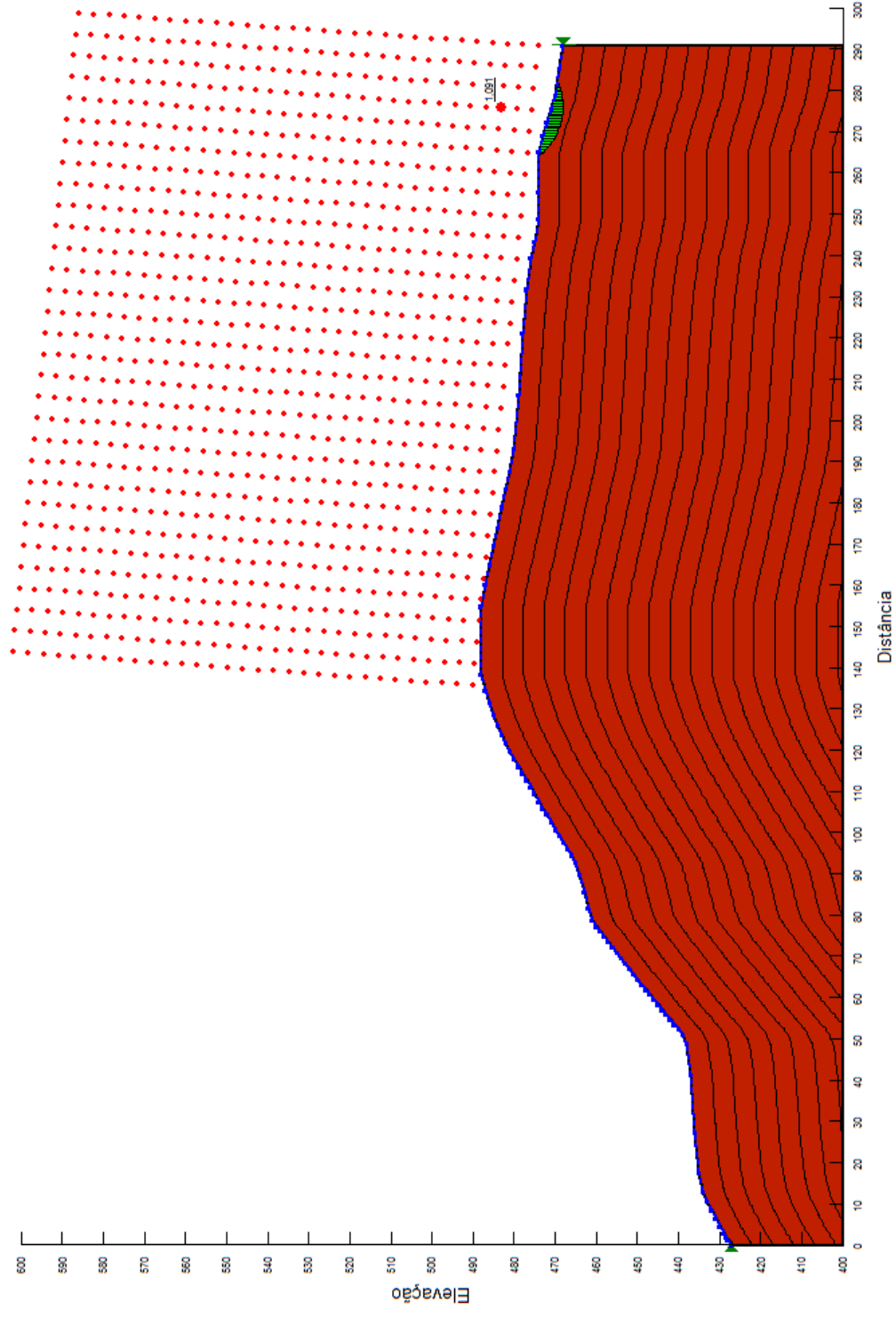


Figura 145 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

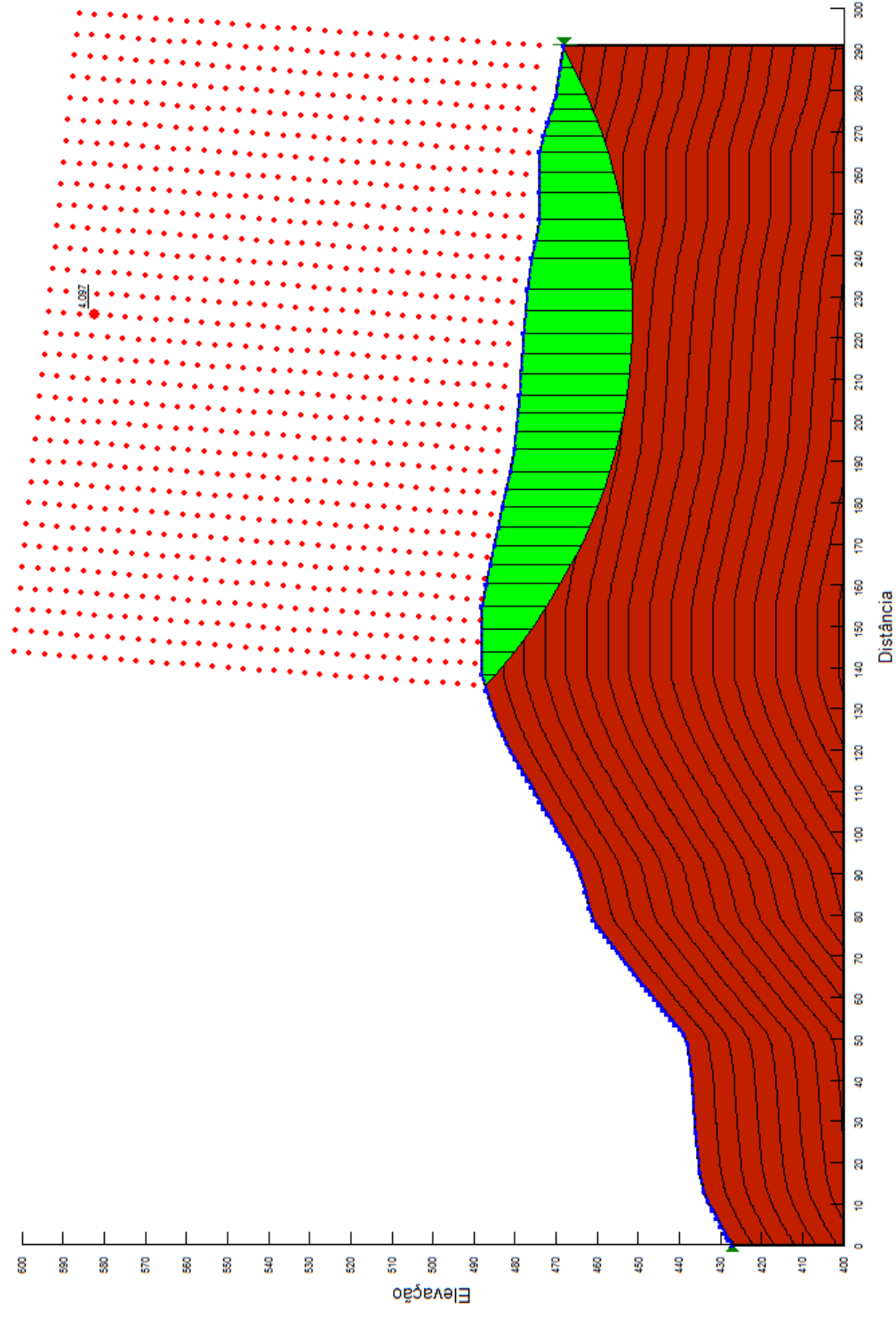


Figura 146 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

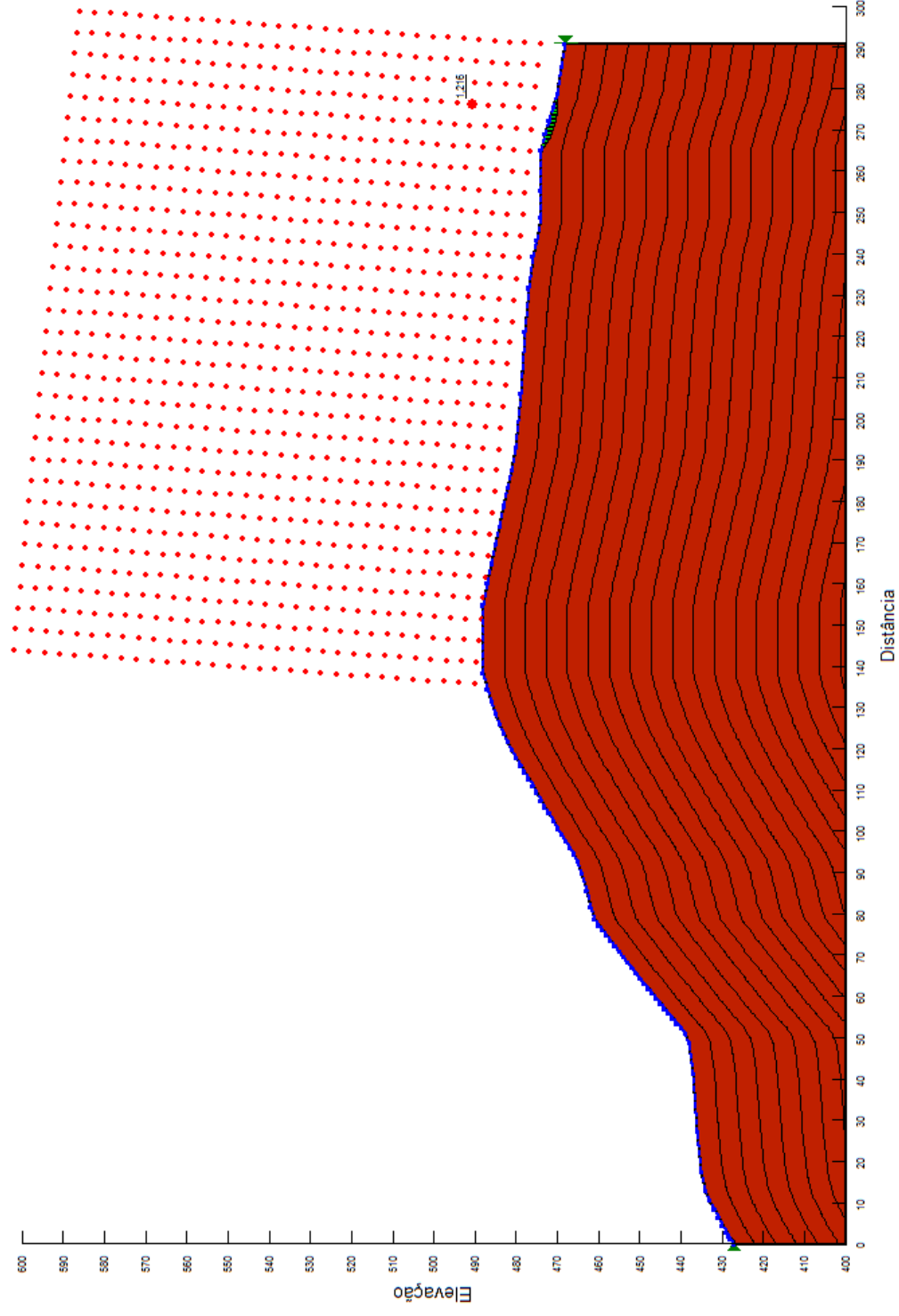


Figura 147 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

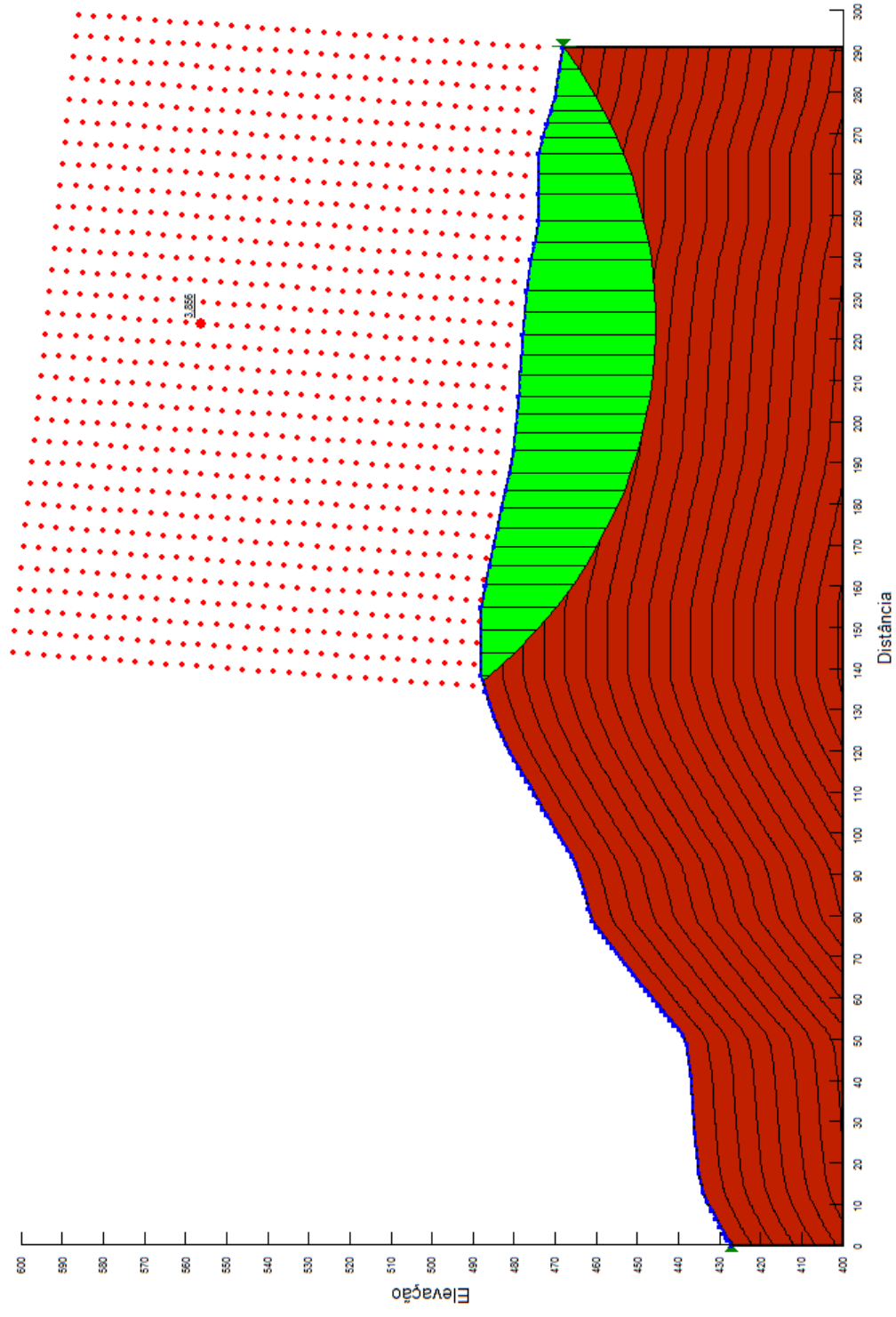


Figura 148 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

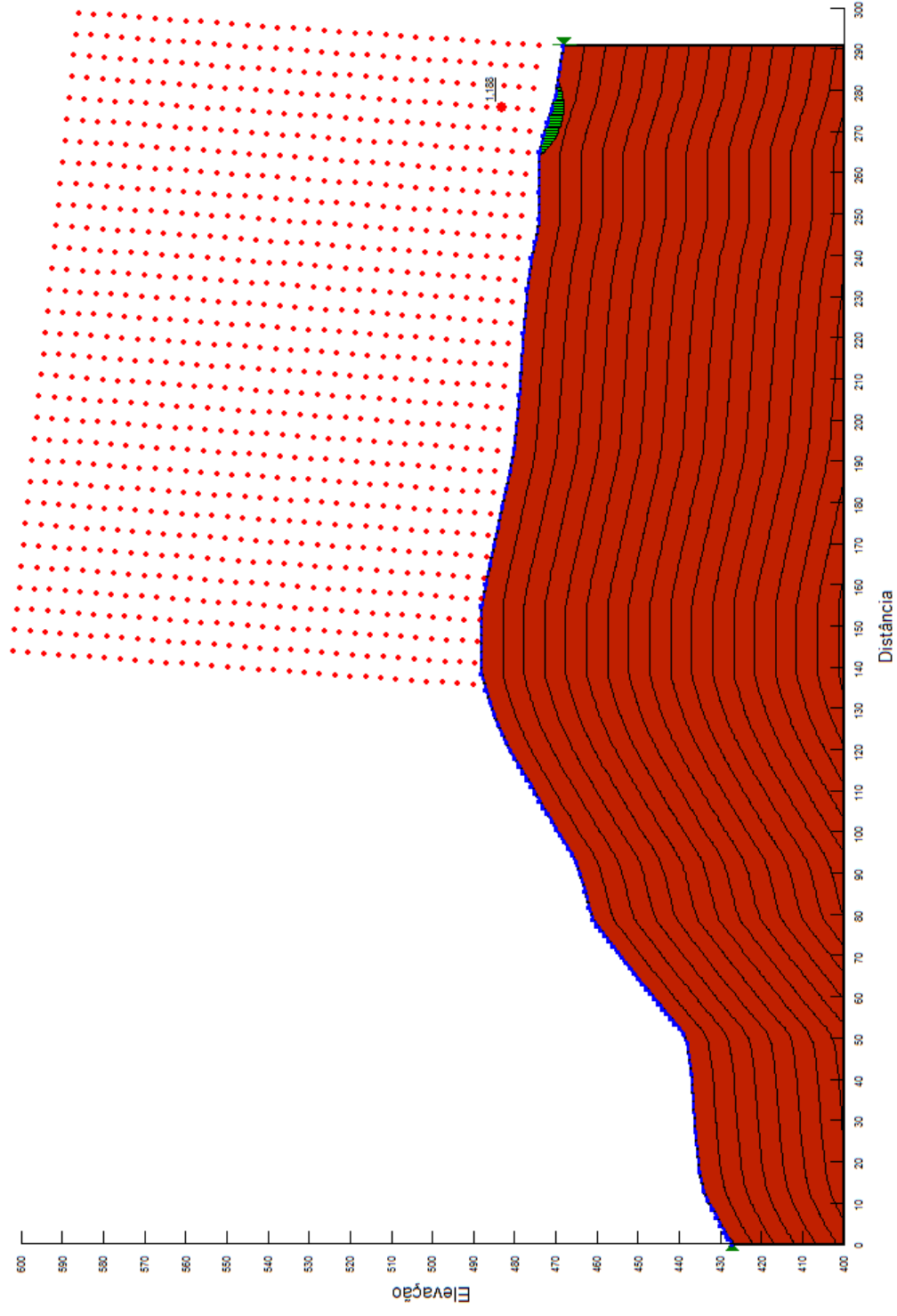


Figura 149 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

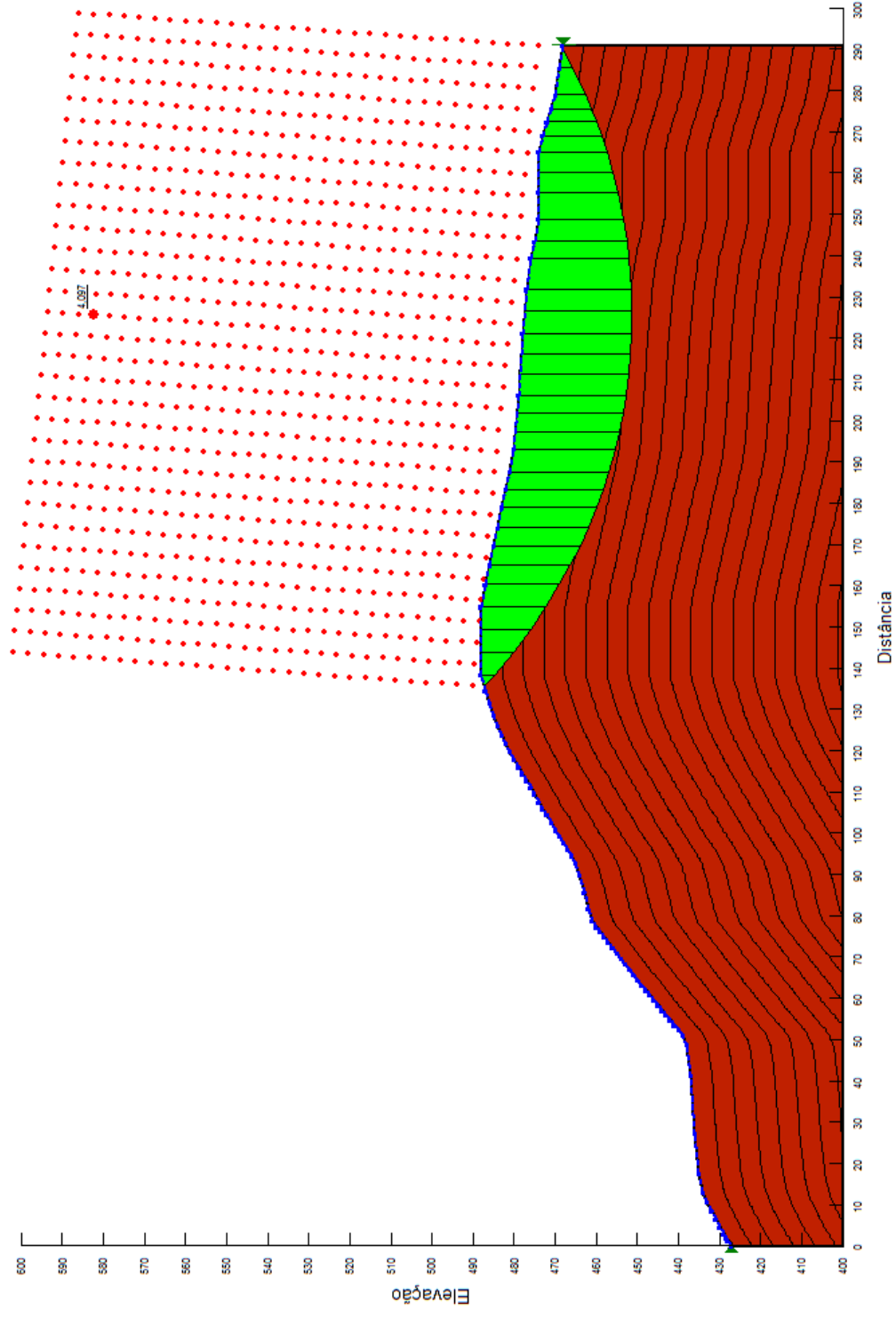


Figura 150 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

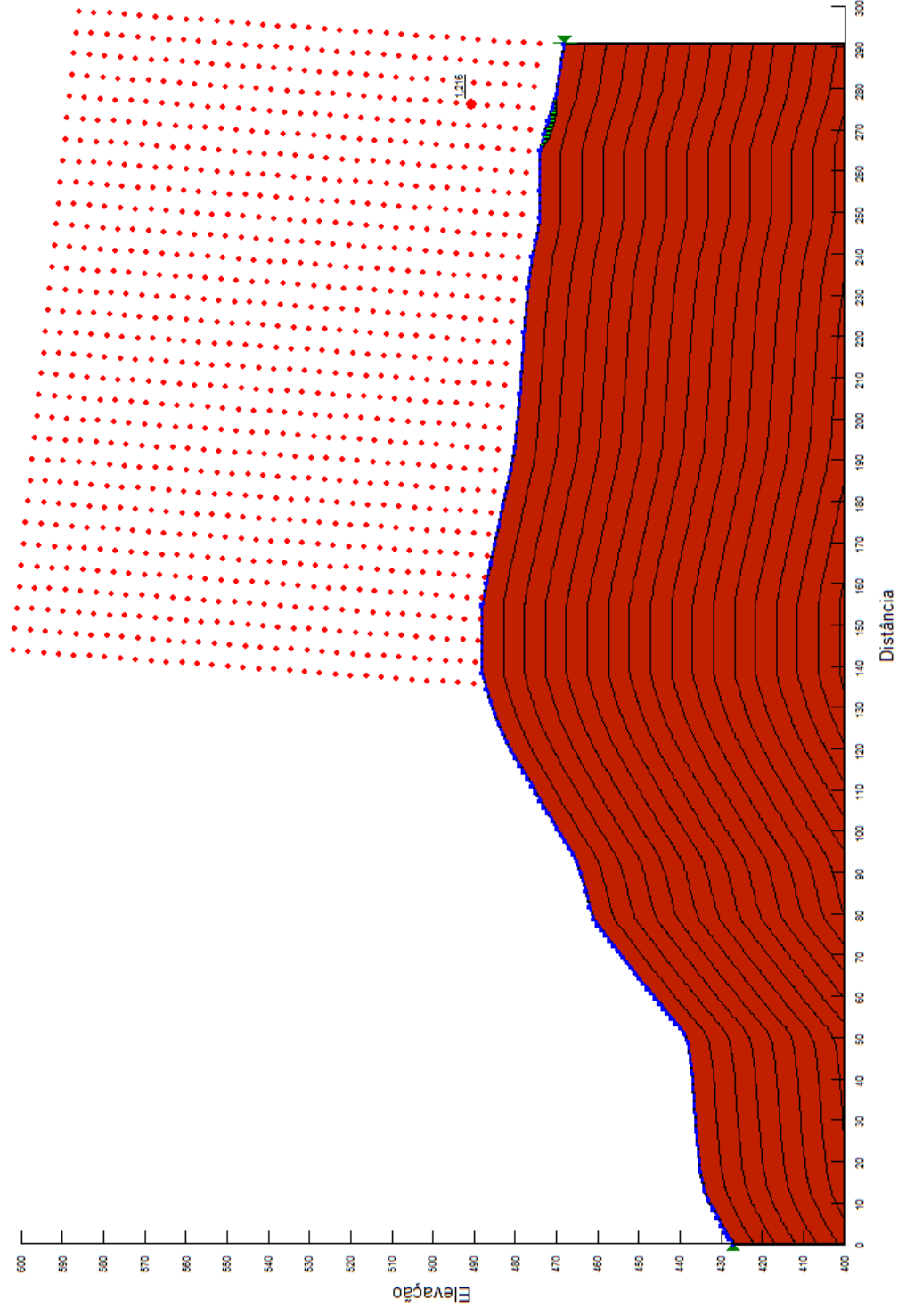


Figura 151 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

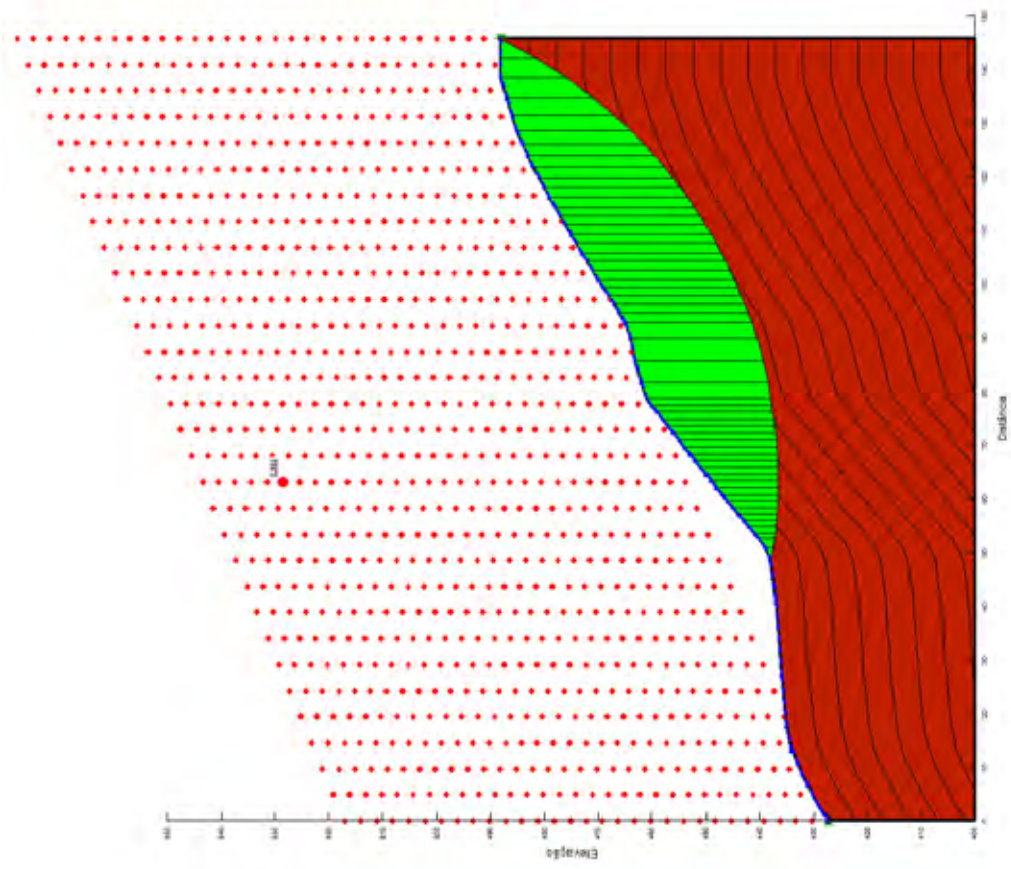


Figura 152 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

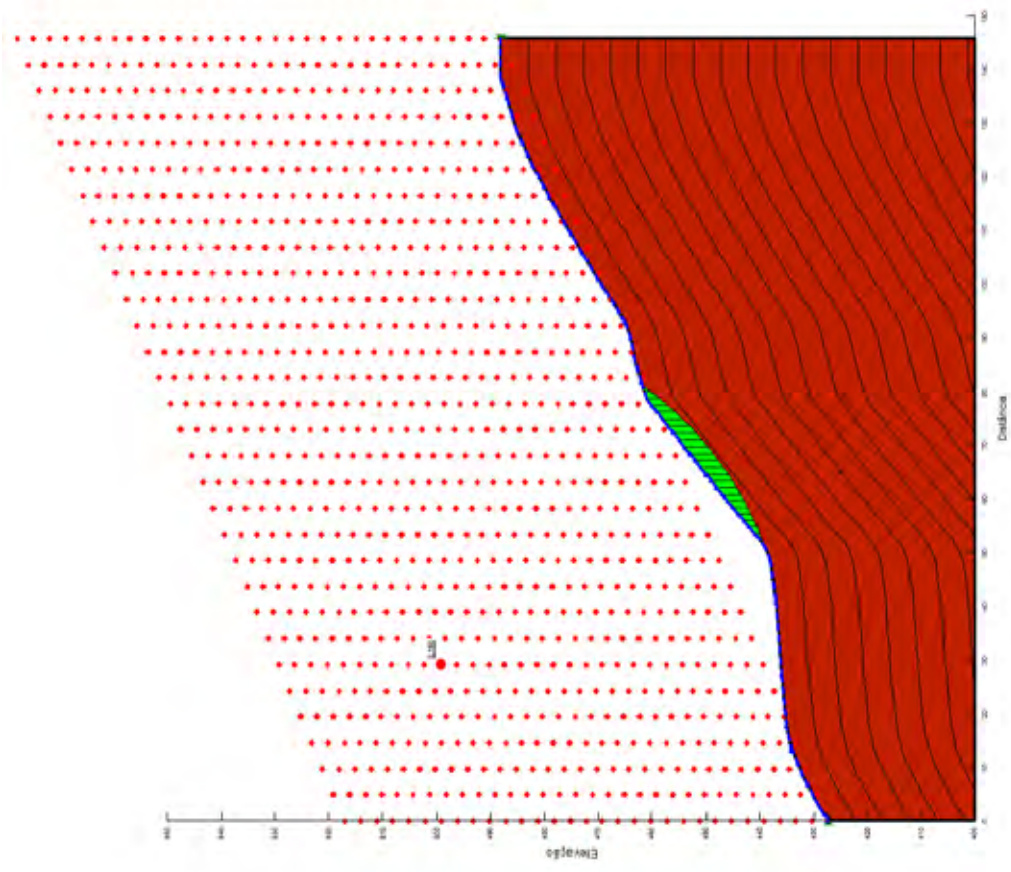


Figura 153 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

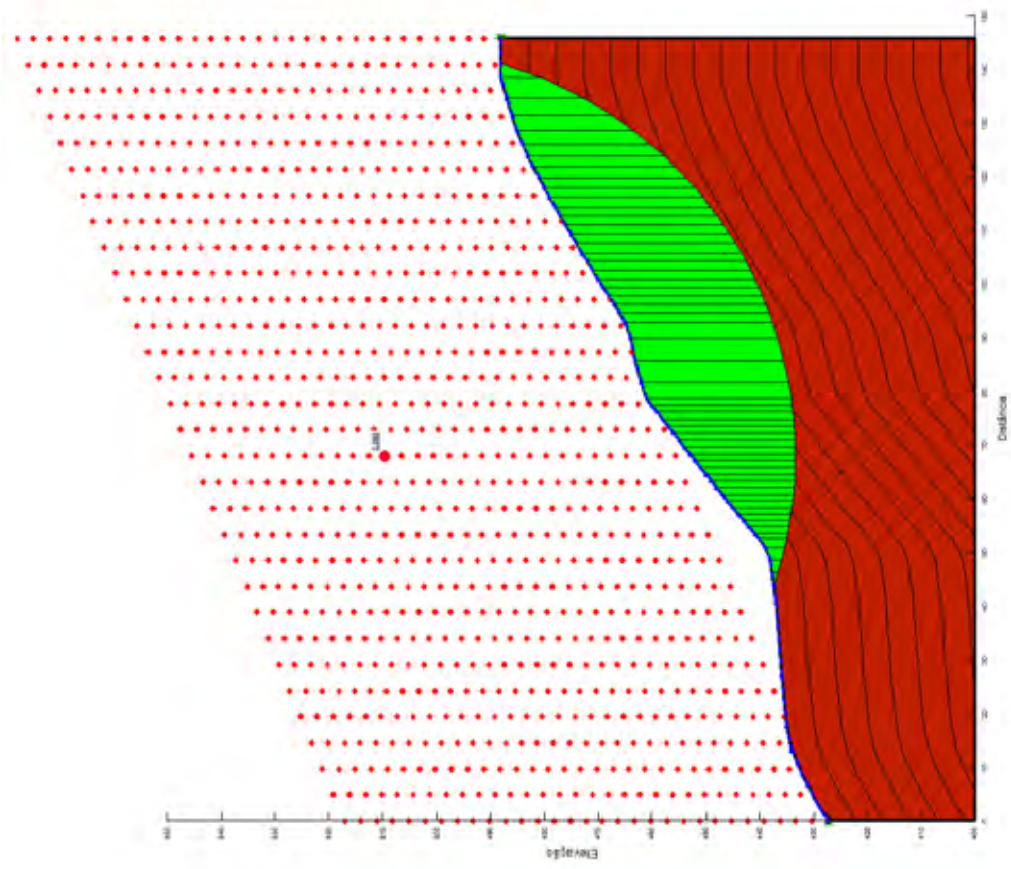


Figura 154 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

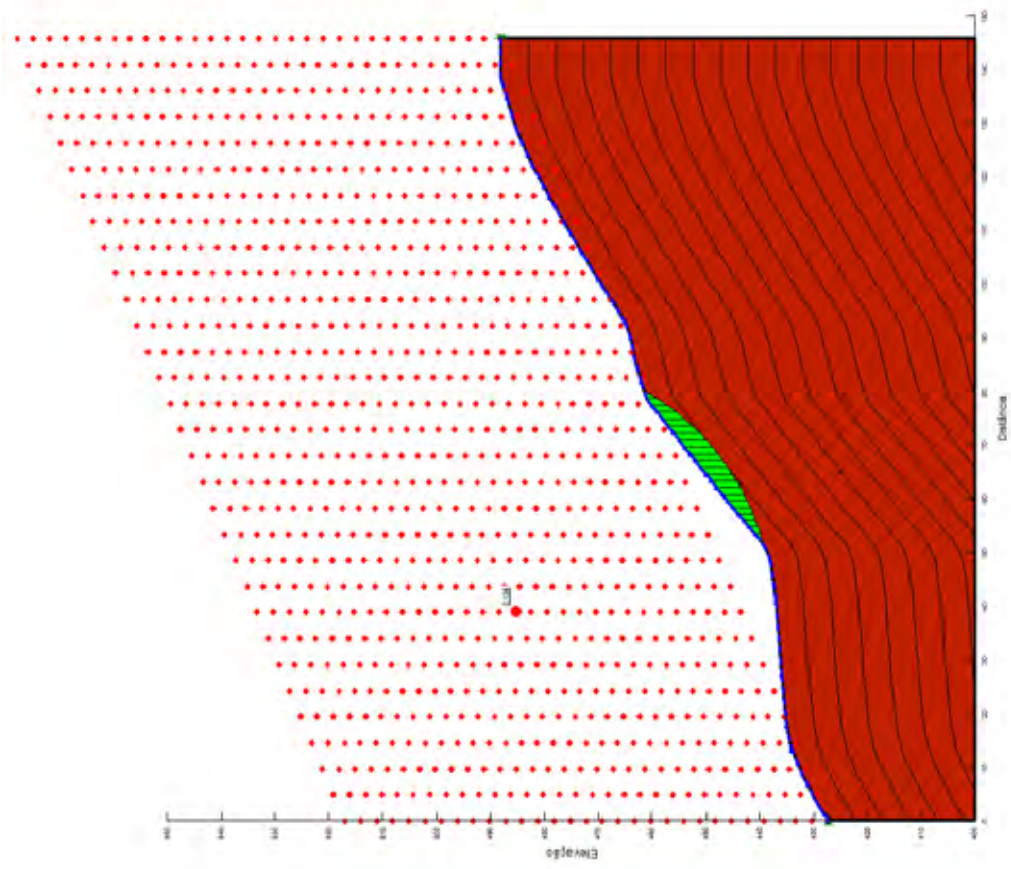


Figura 155 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

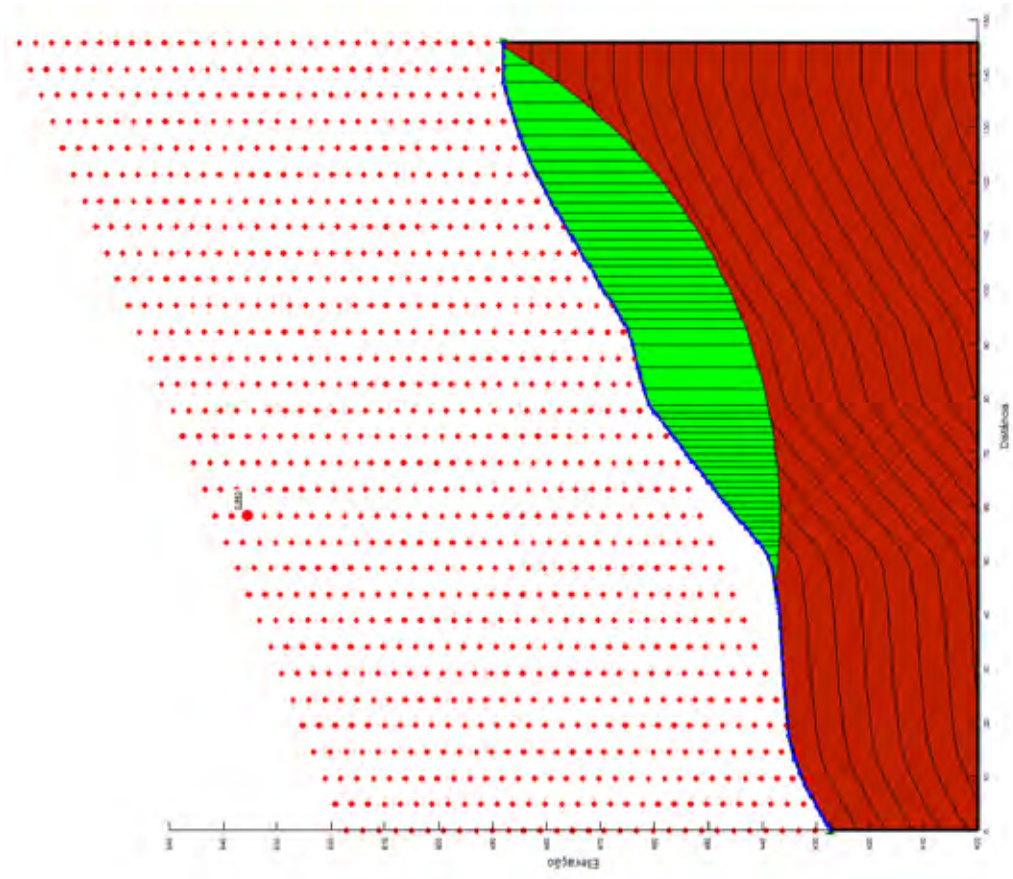


Figura 156 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

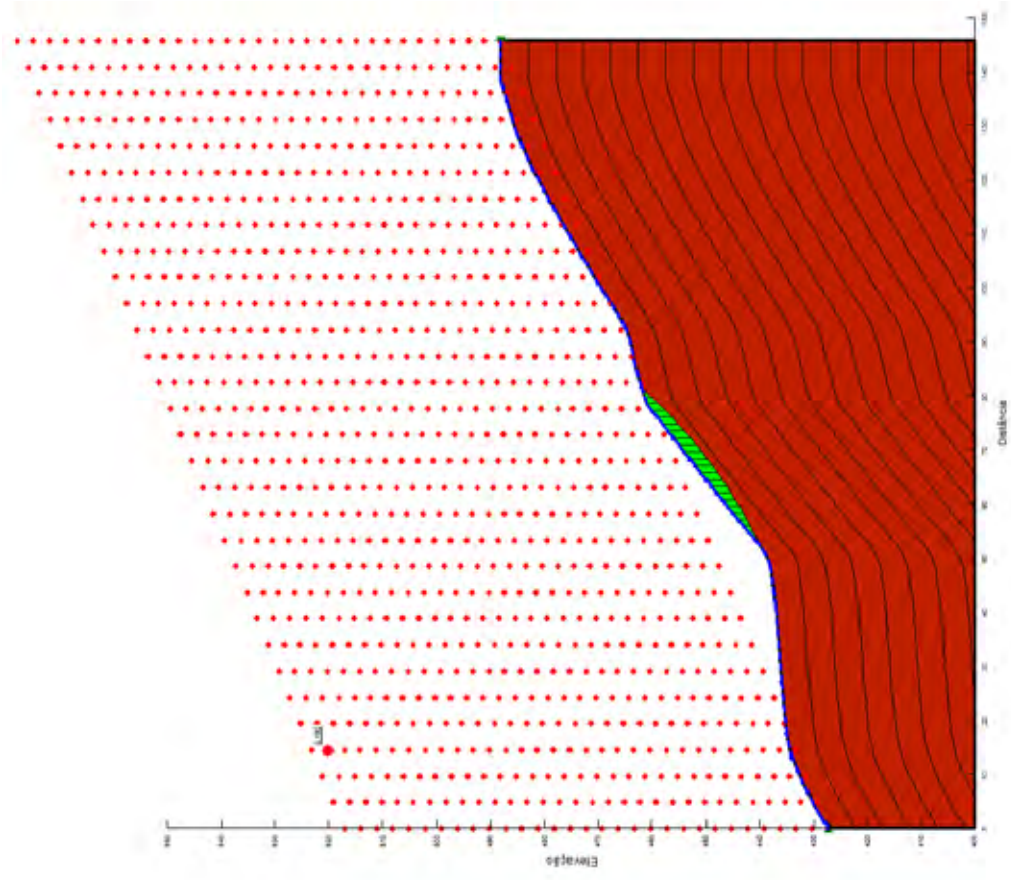


Figura 157 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

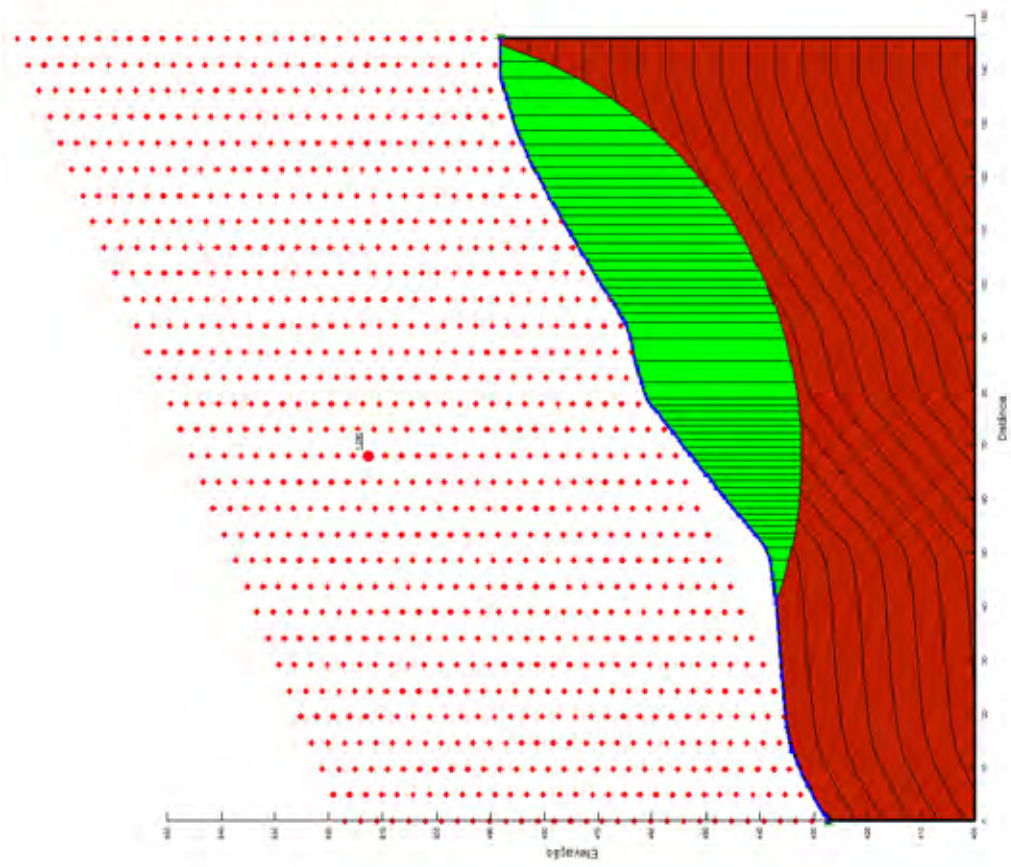


Figura 158 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

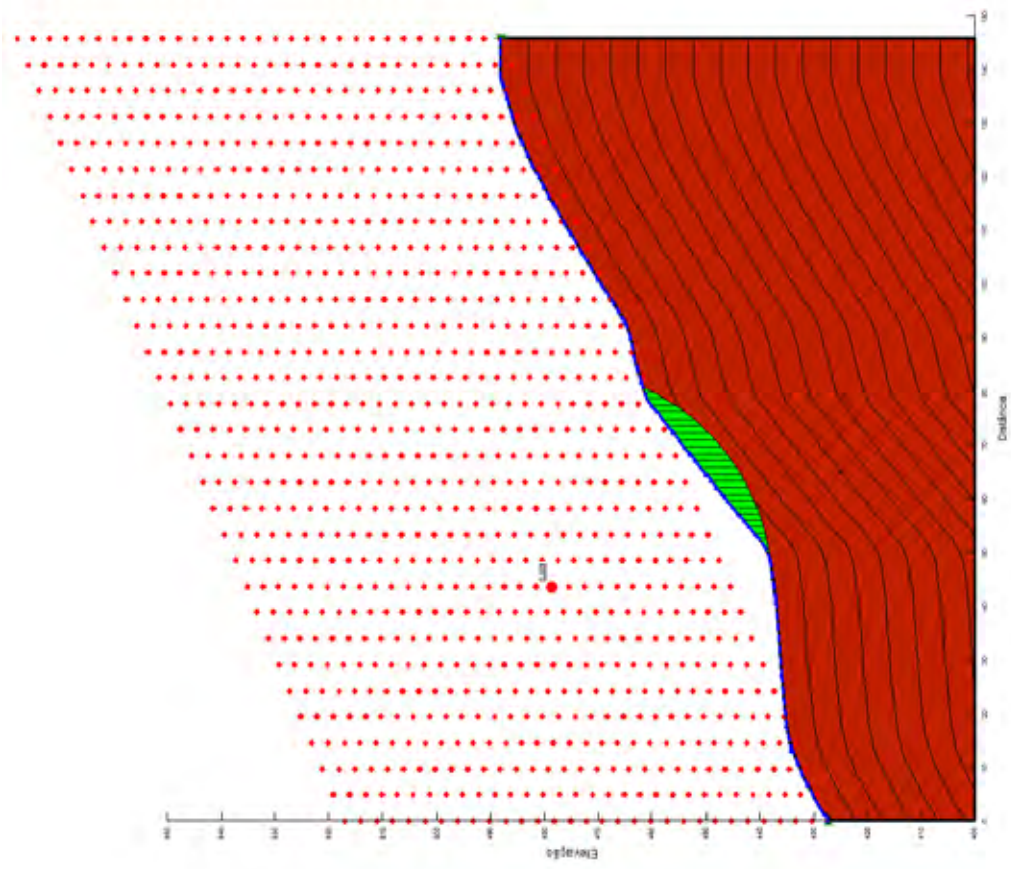


Figura 159 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

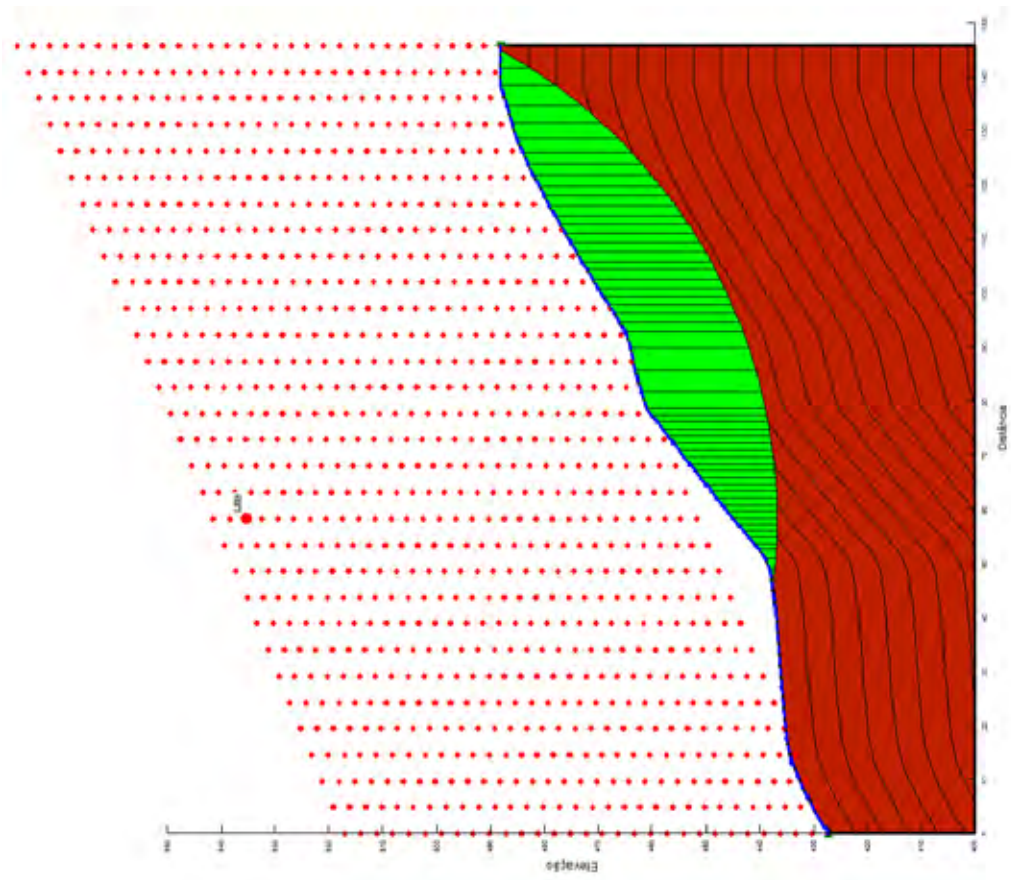


Figura 160 - Análise da estabilidade de talude da seção C da amostra 2.0057.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

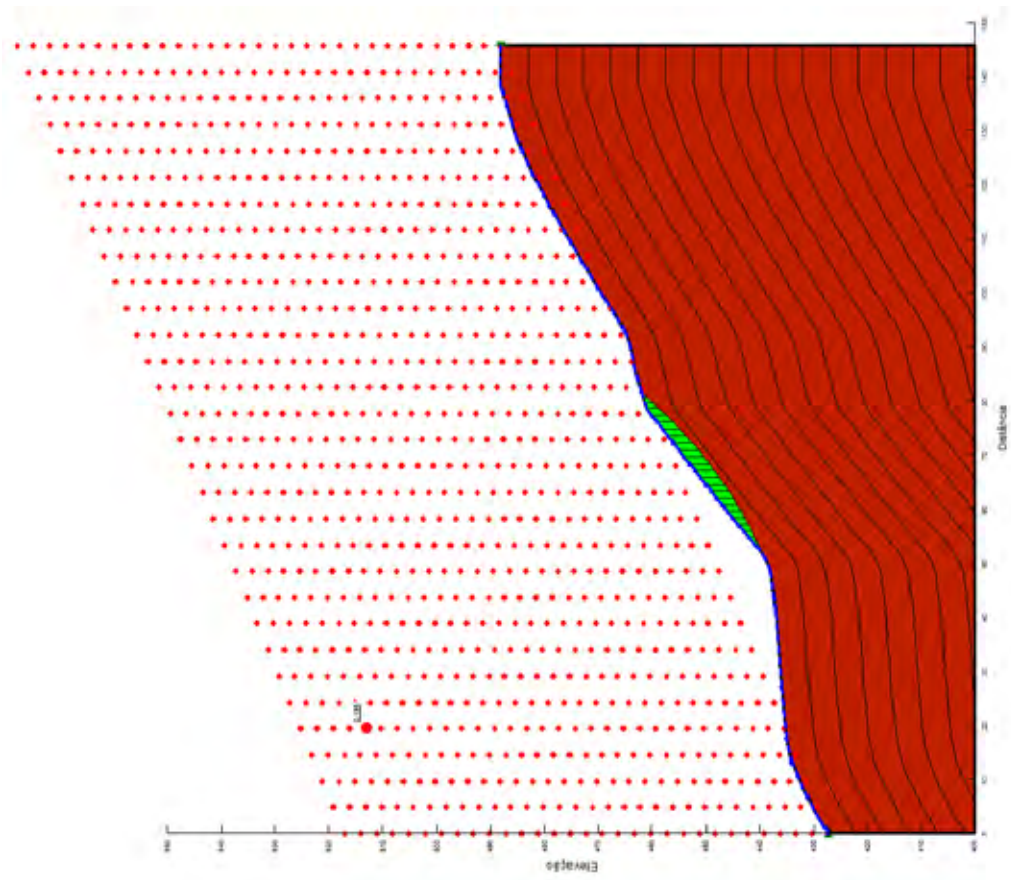


Figura 161 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

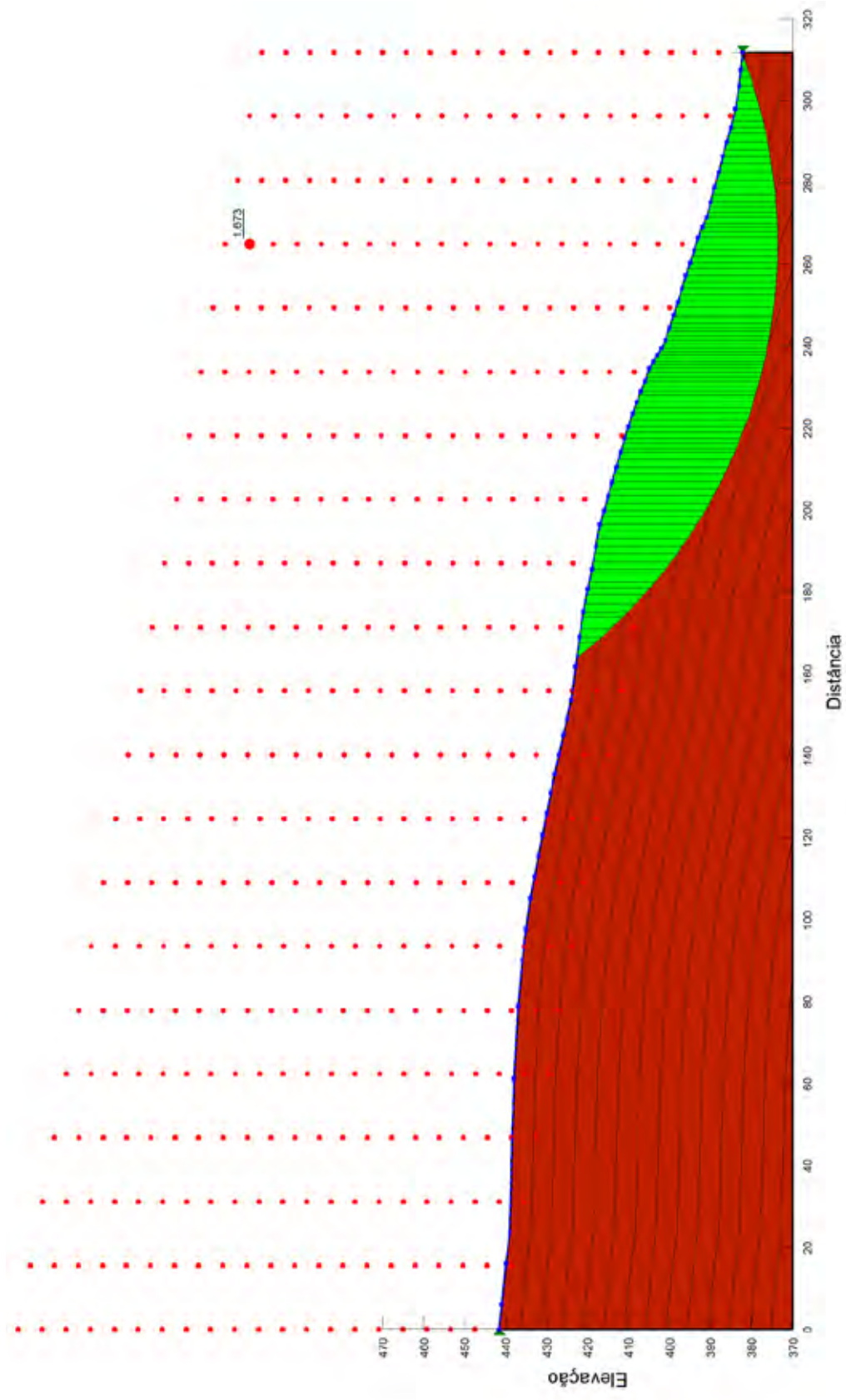


Figura 162 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

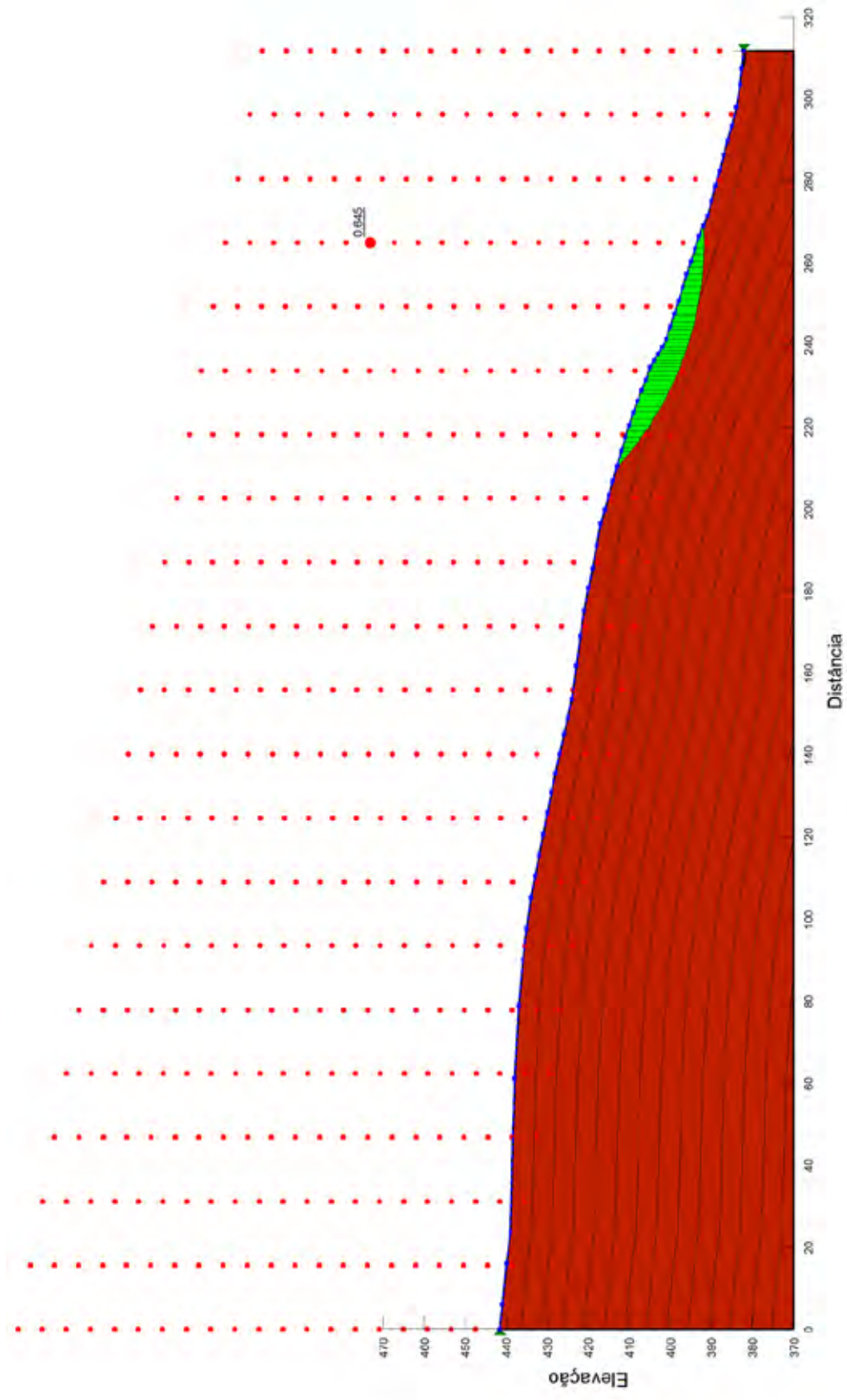


Figura 163 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

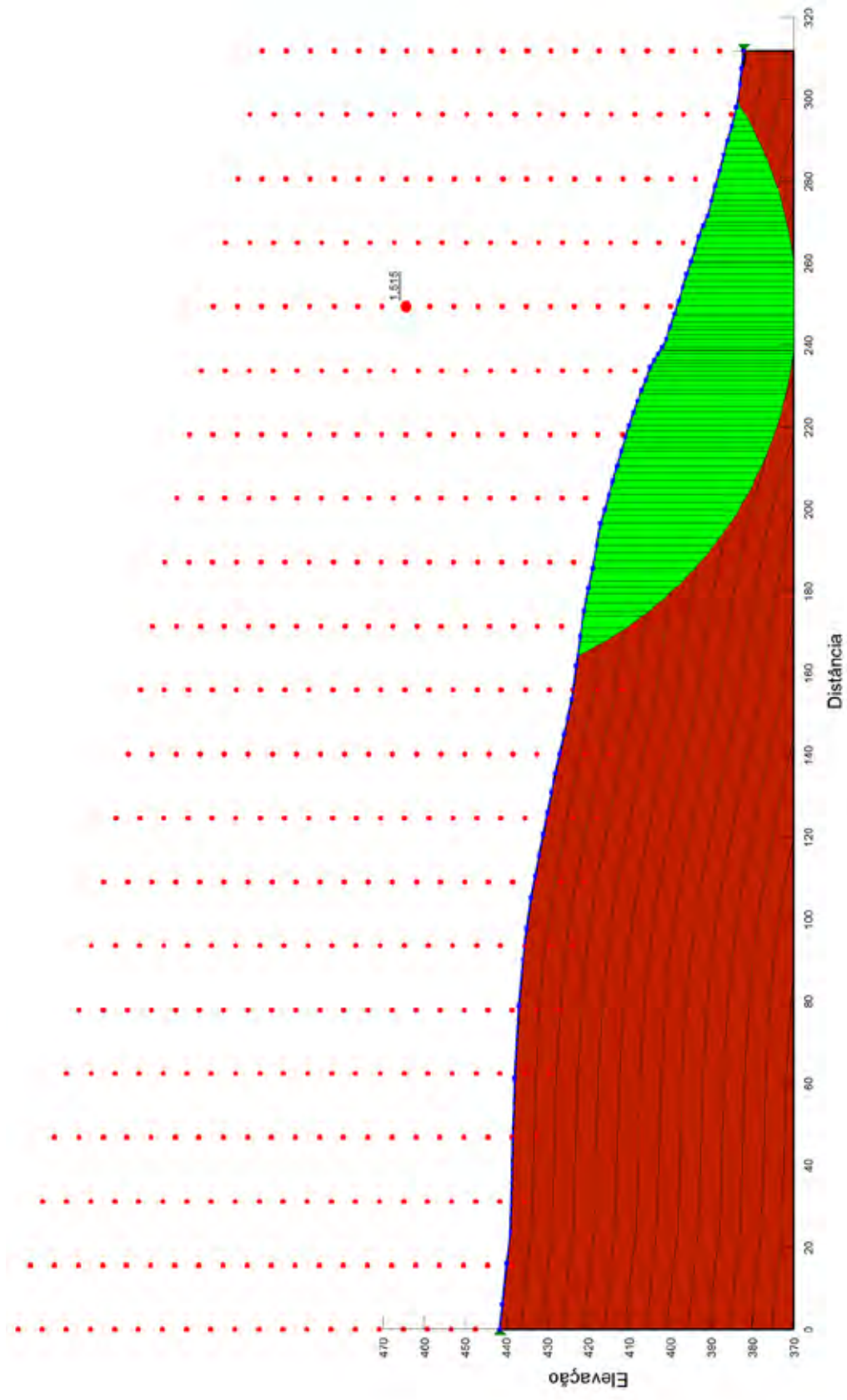


Figura 164 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

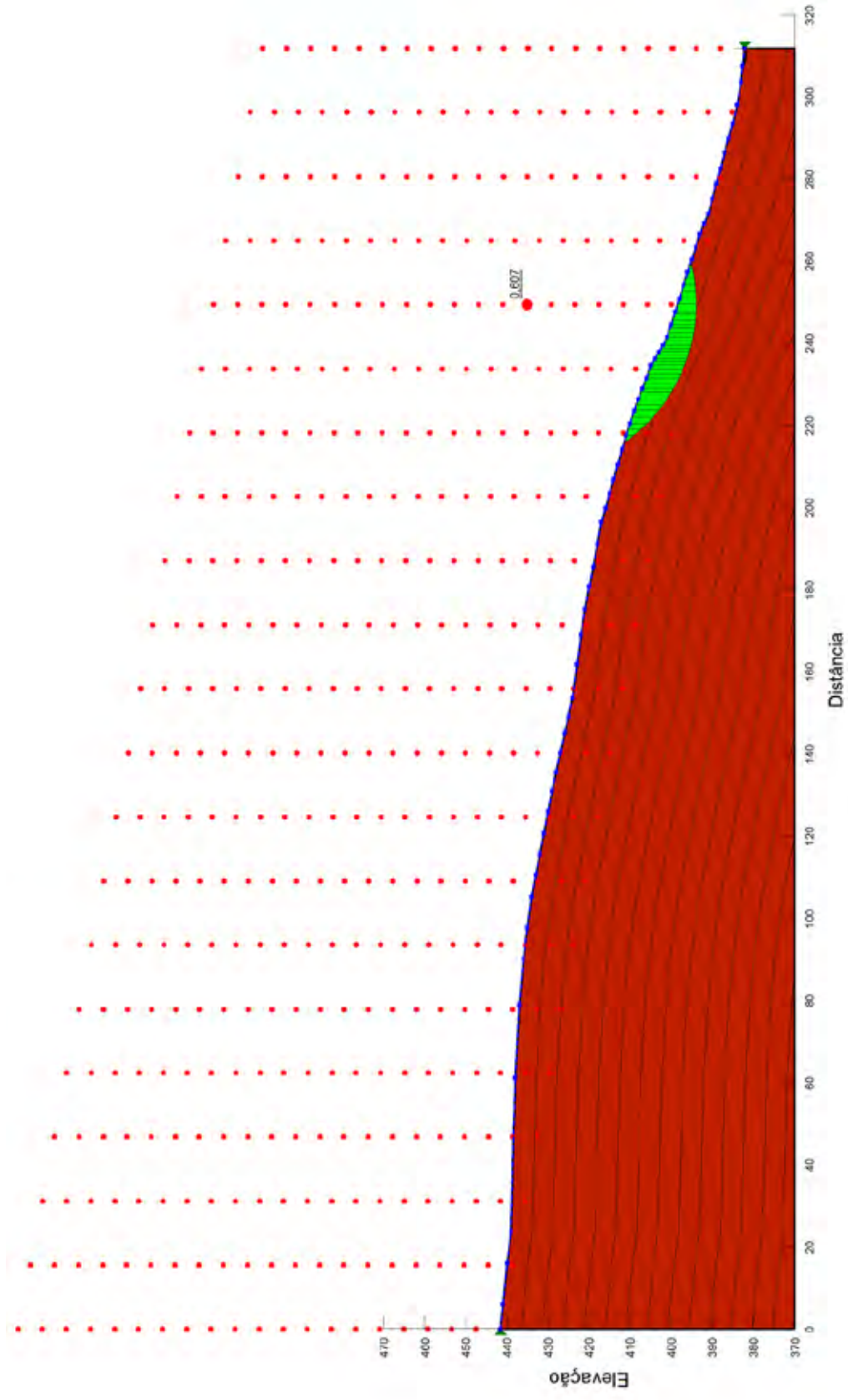


Figura 165 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

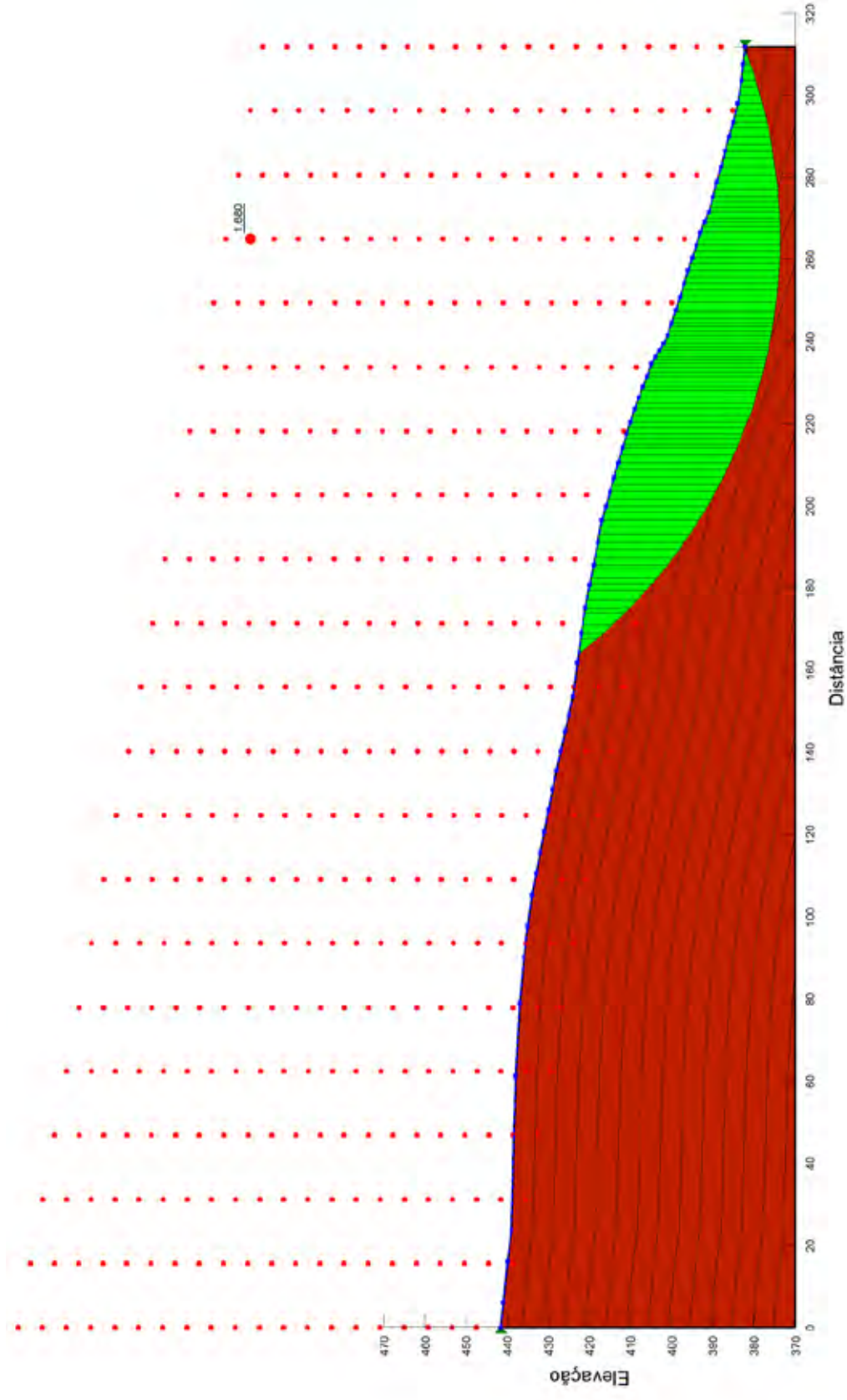


Figura 166 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

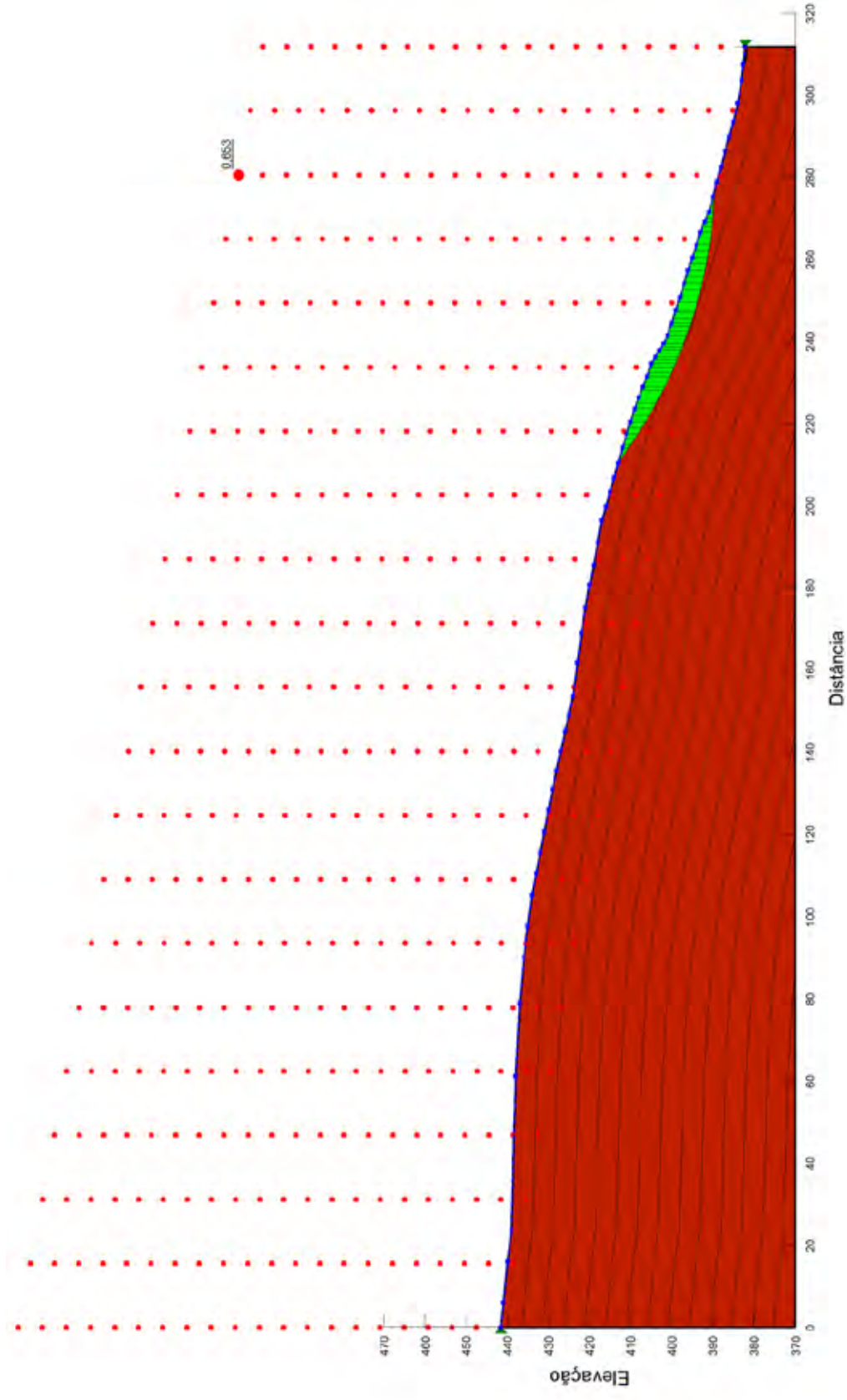


Figura 167 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

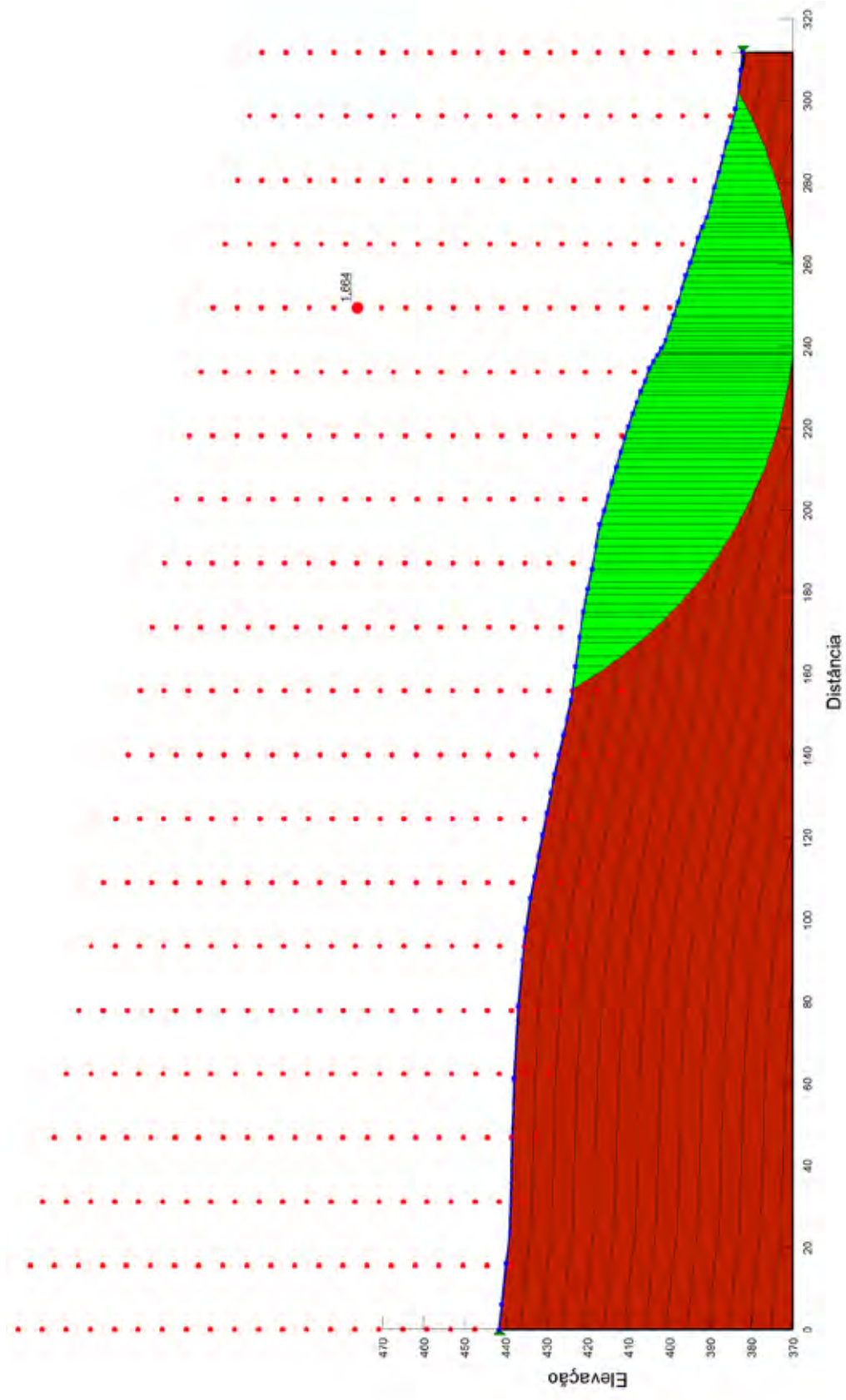


Figura 168 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

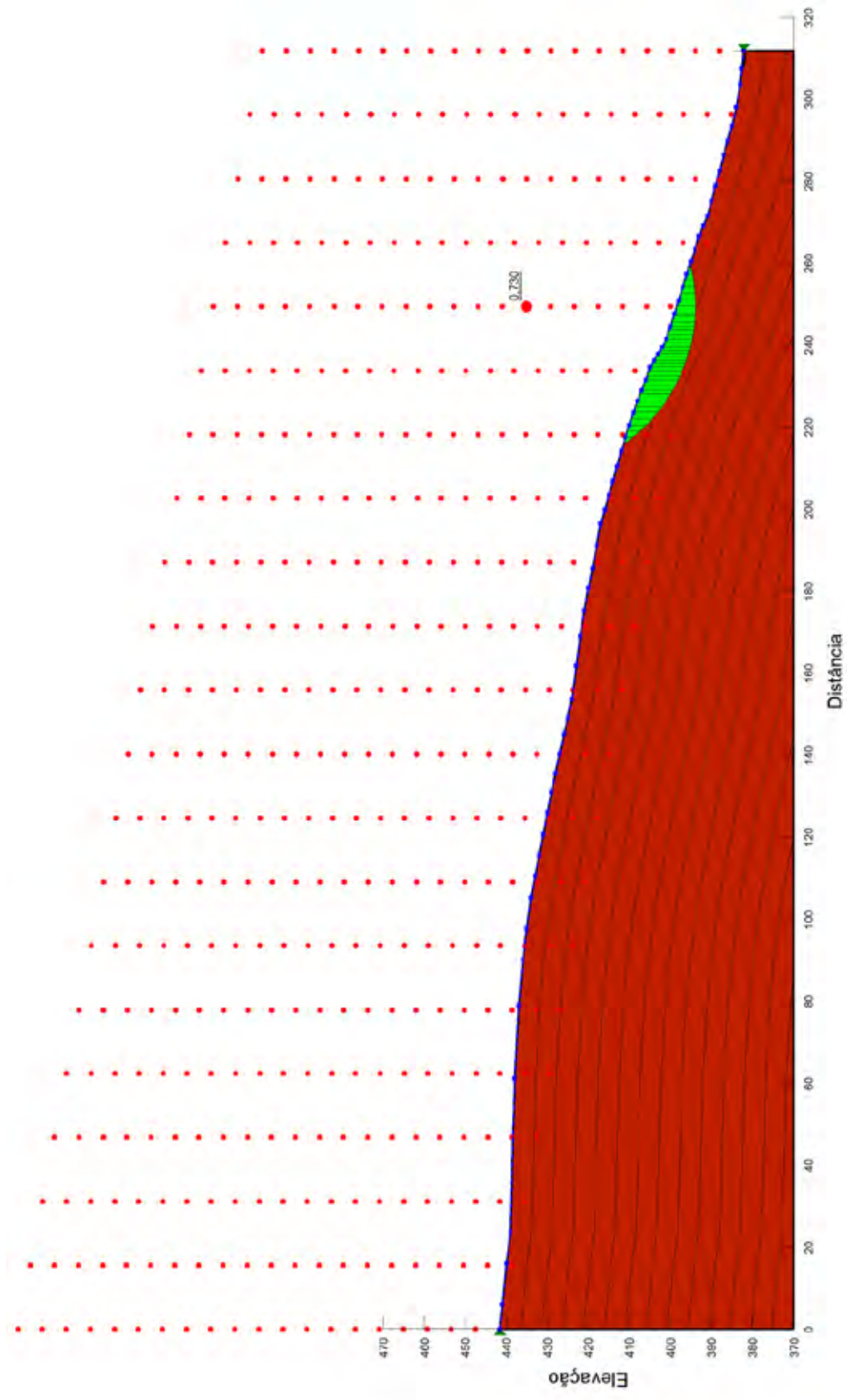


Figura 169 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

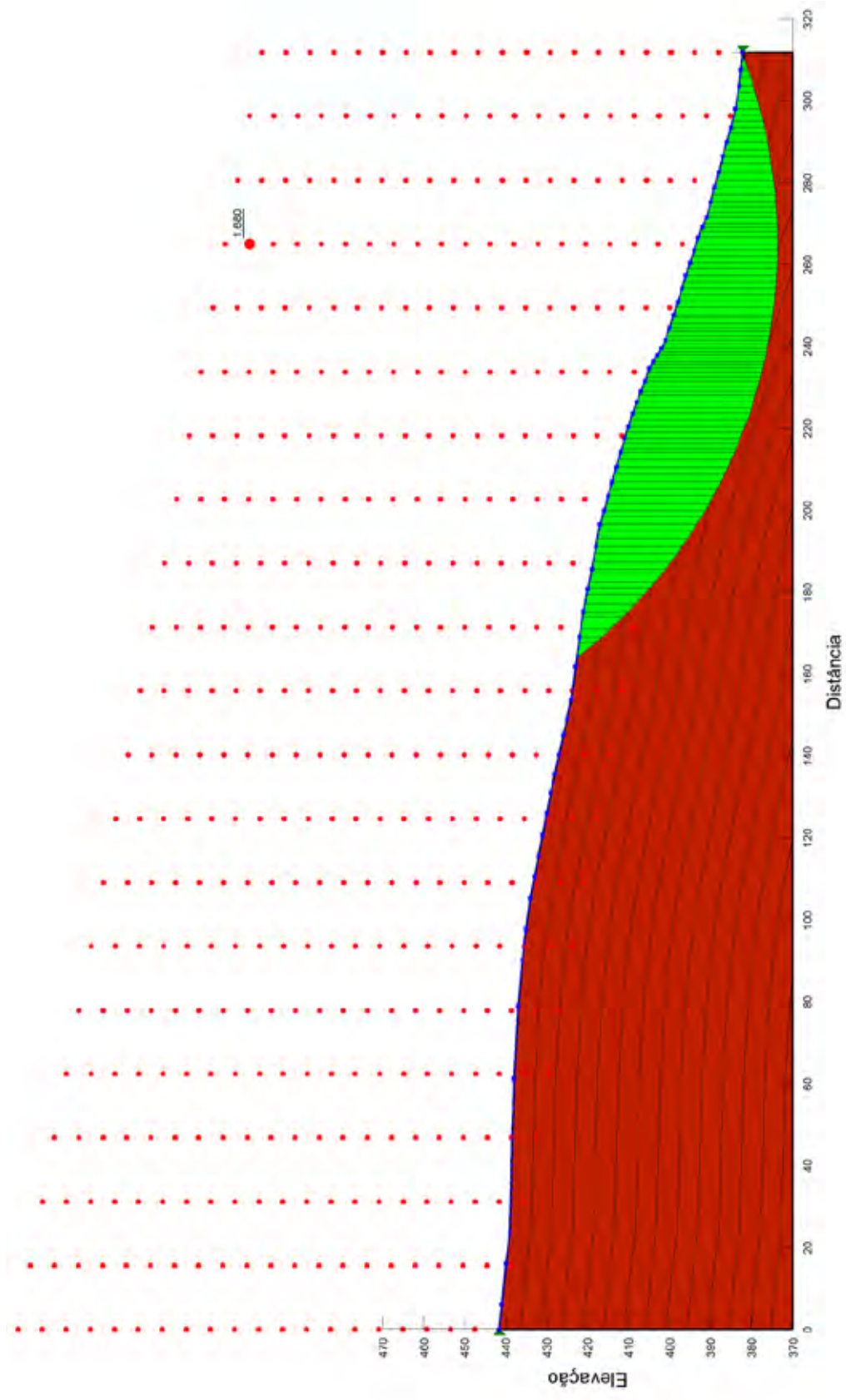


Figura 170 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0058.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

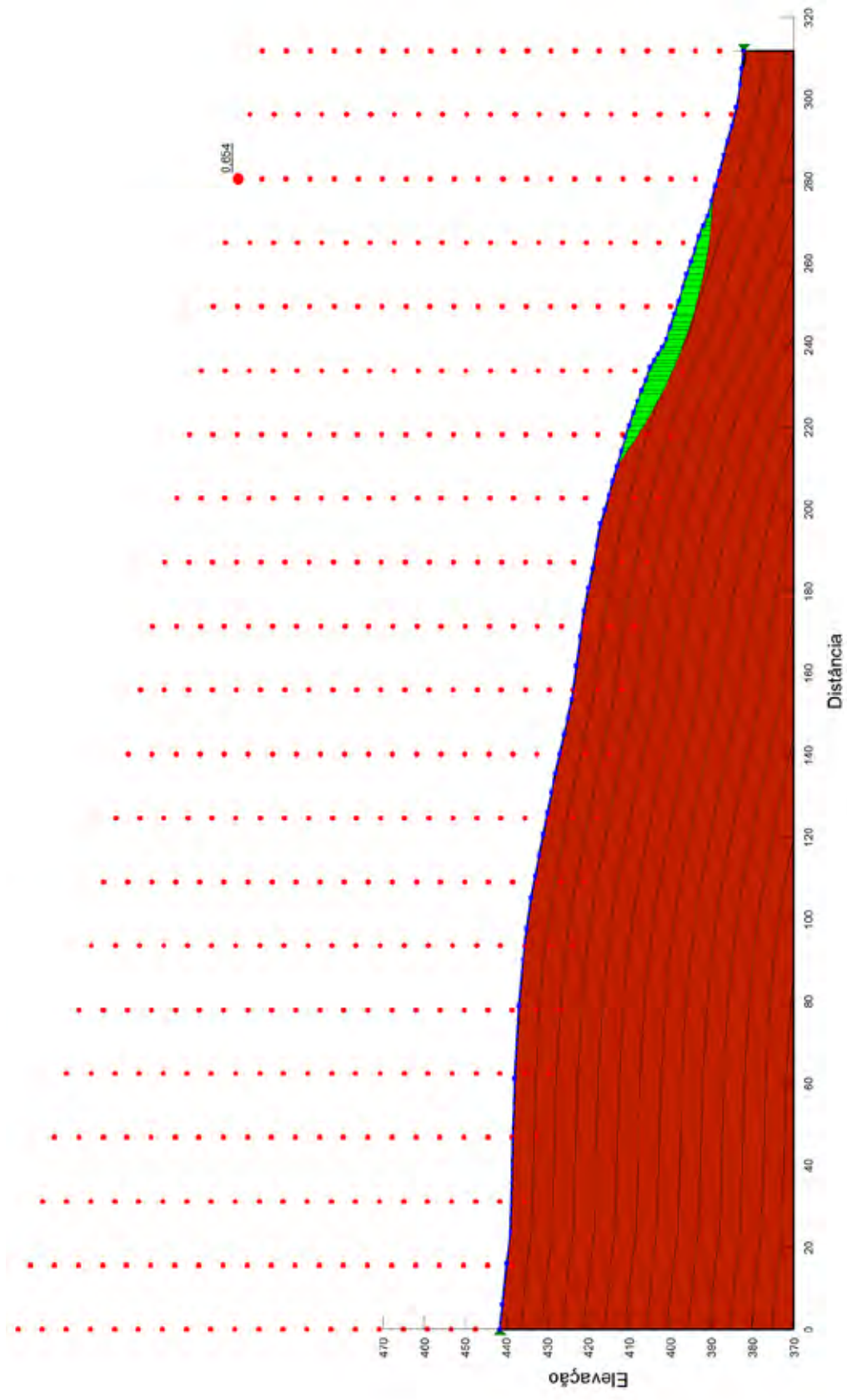


Figura 171 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

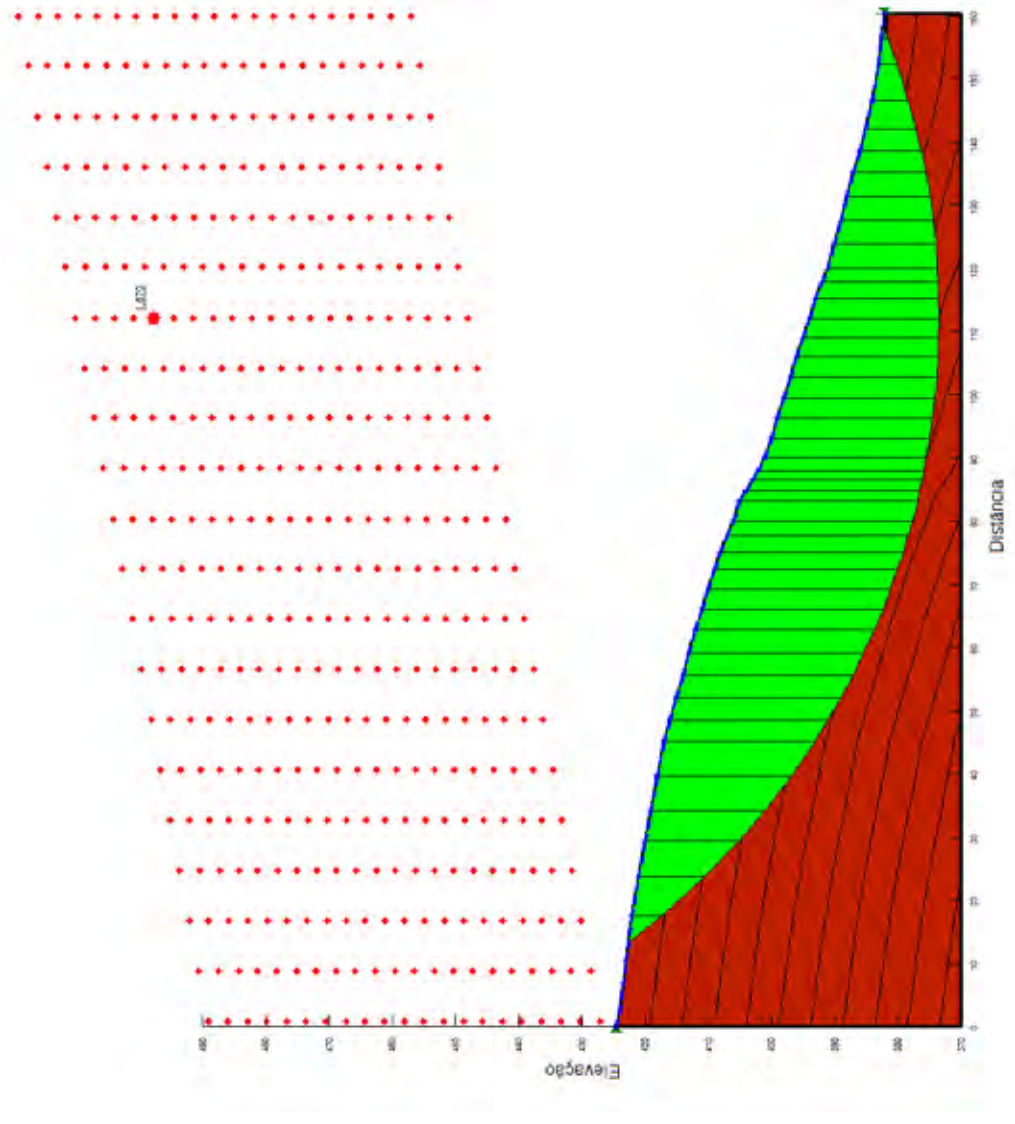


Figura 172 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

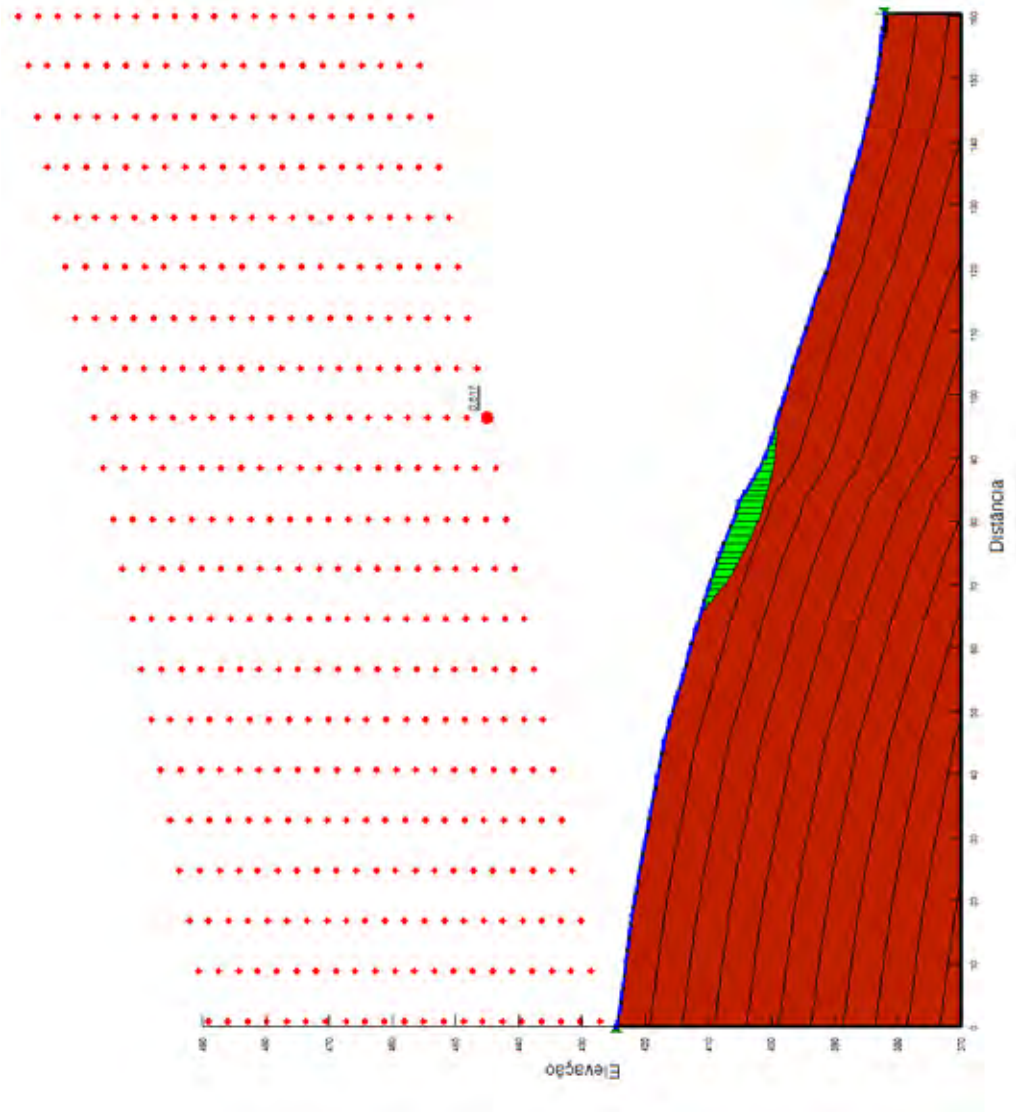


Figura 173 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

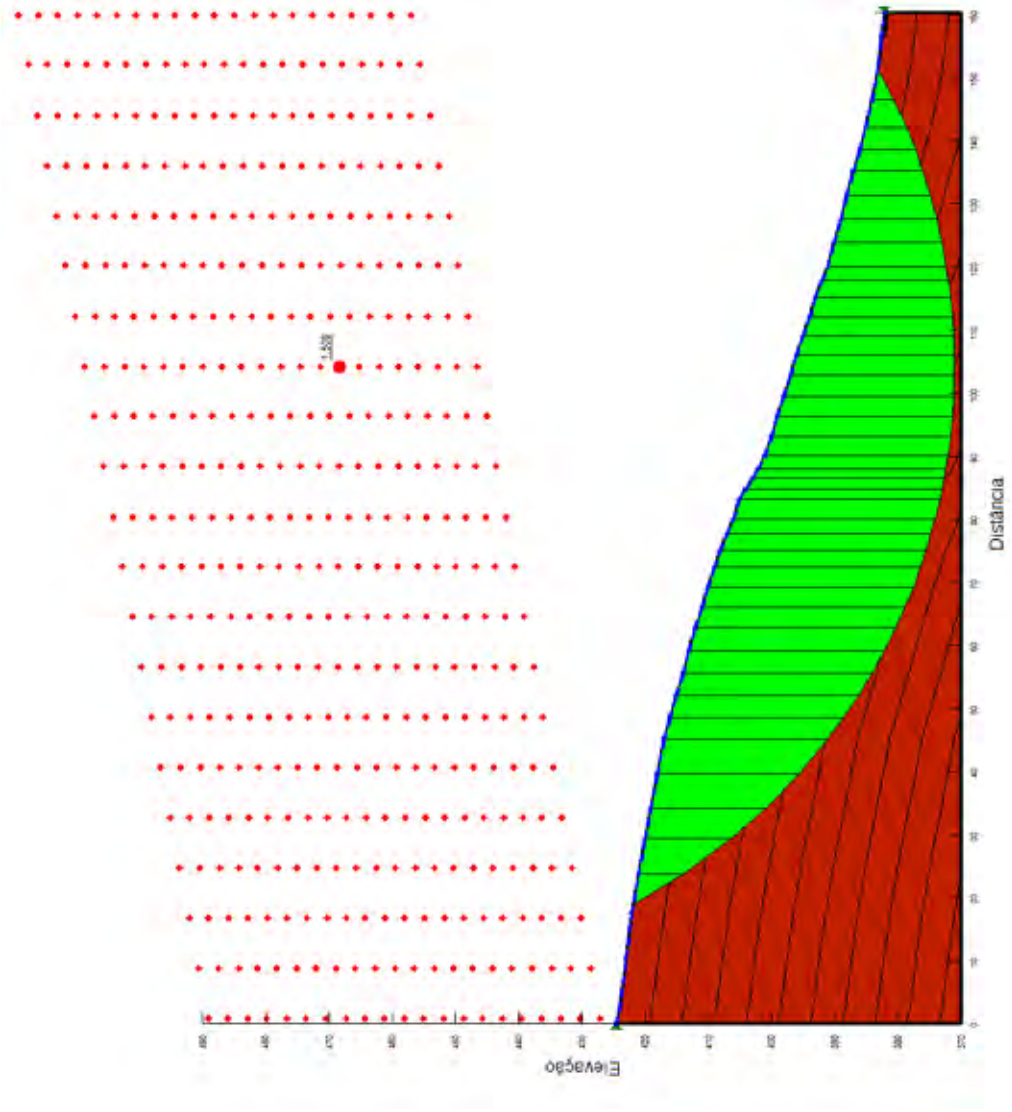


Figura 174 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

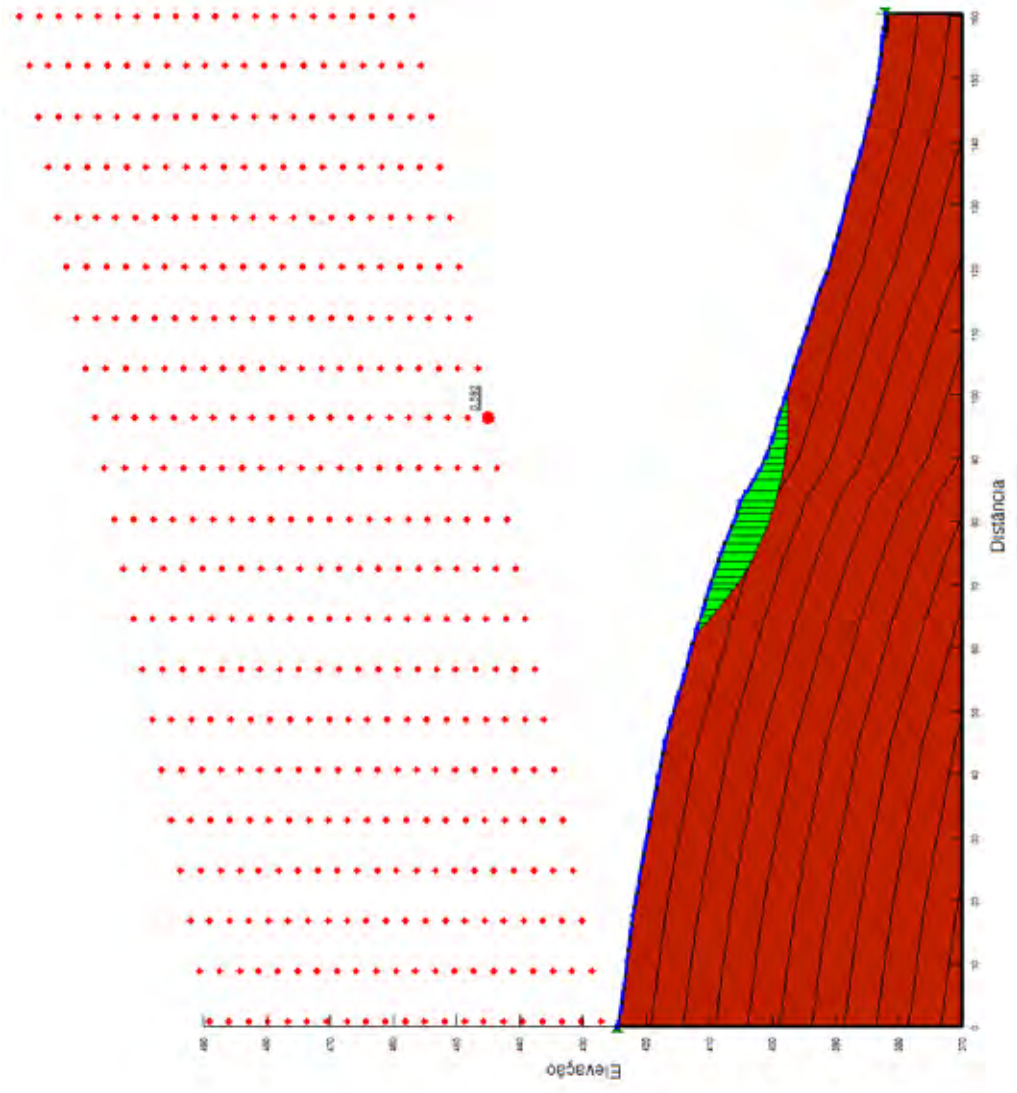


Figura 175 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

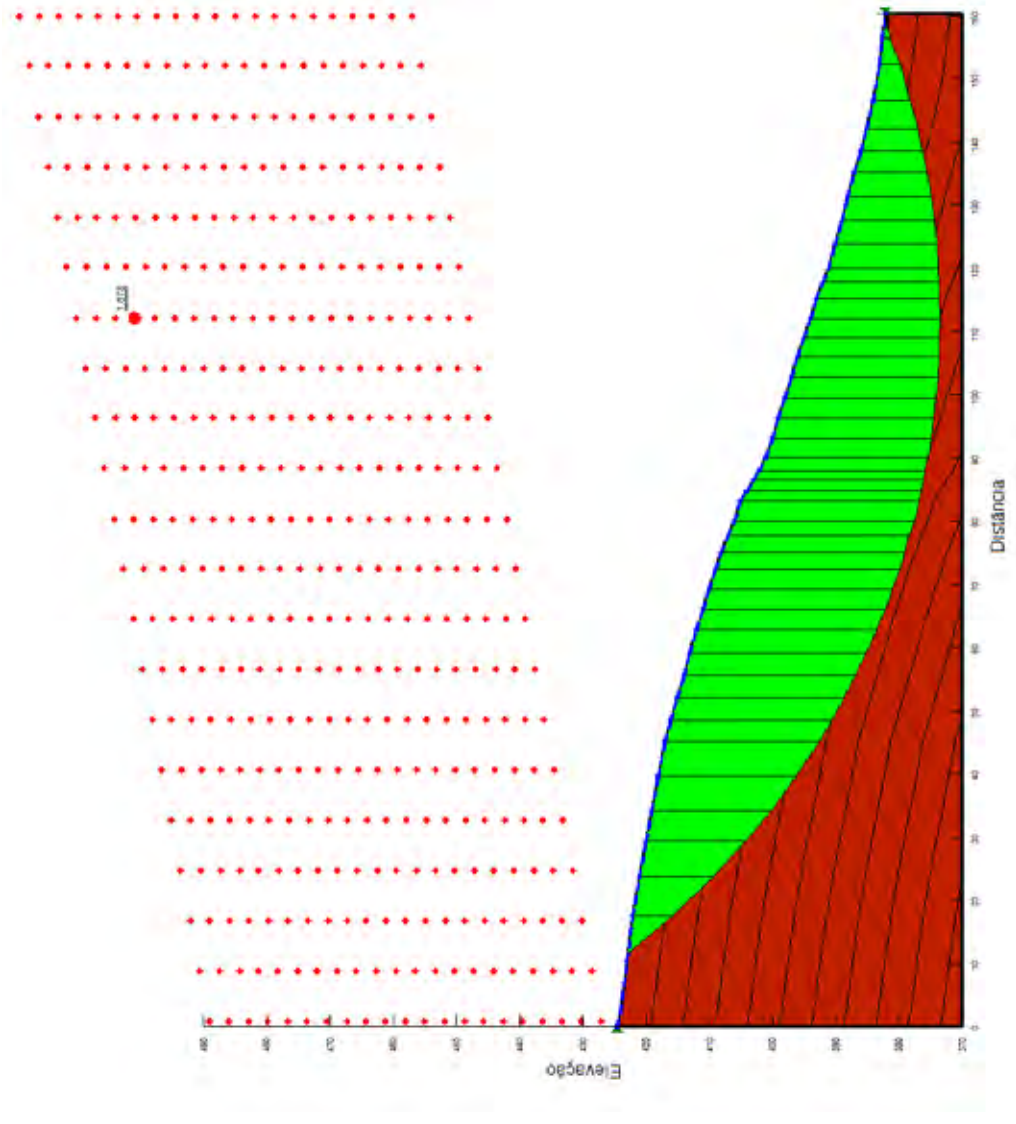


Figura 176 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

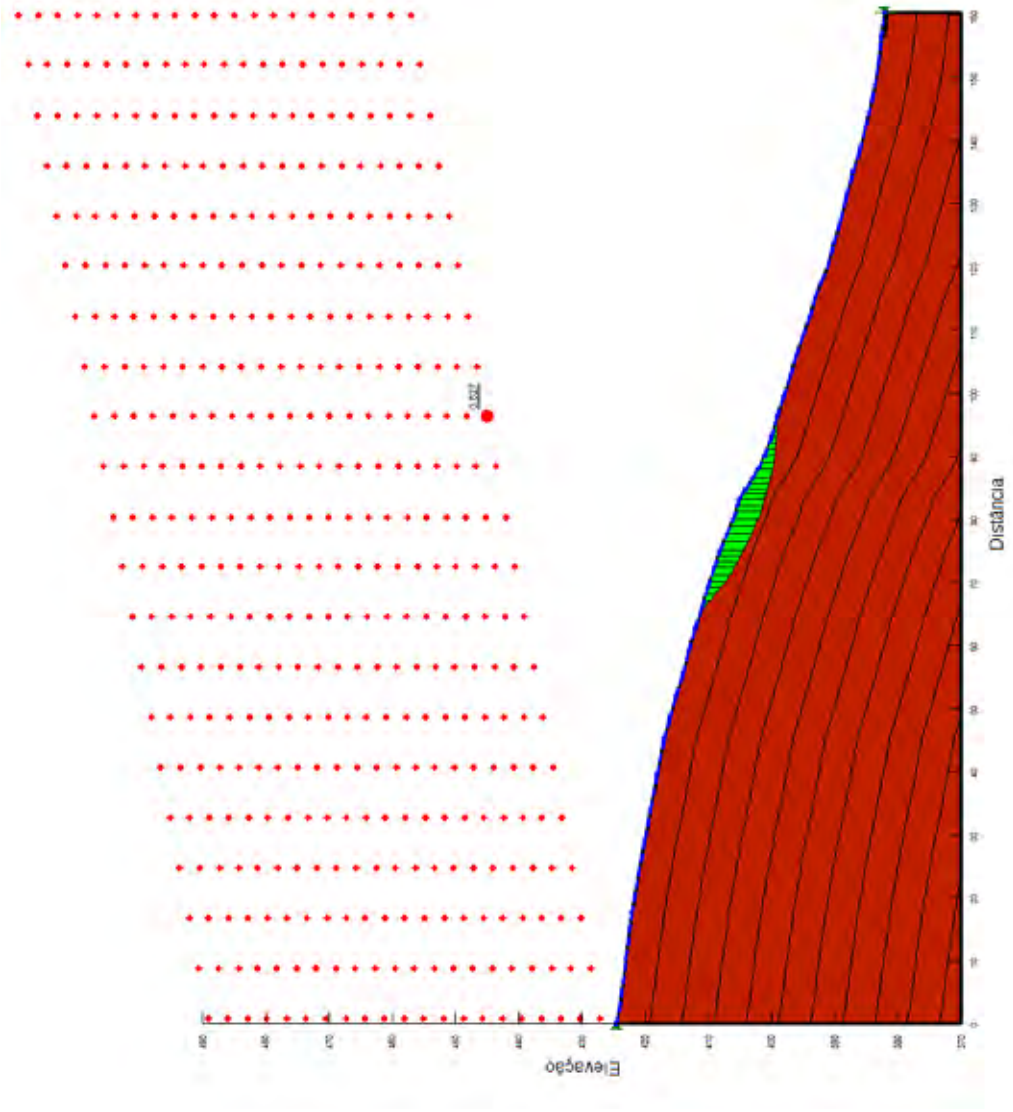


Figura 177 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

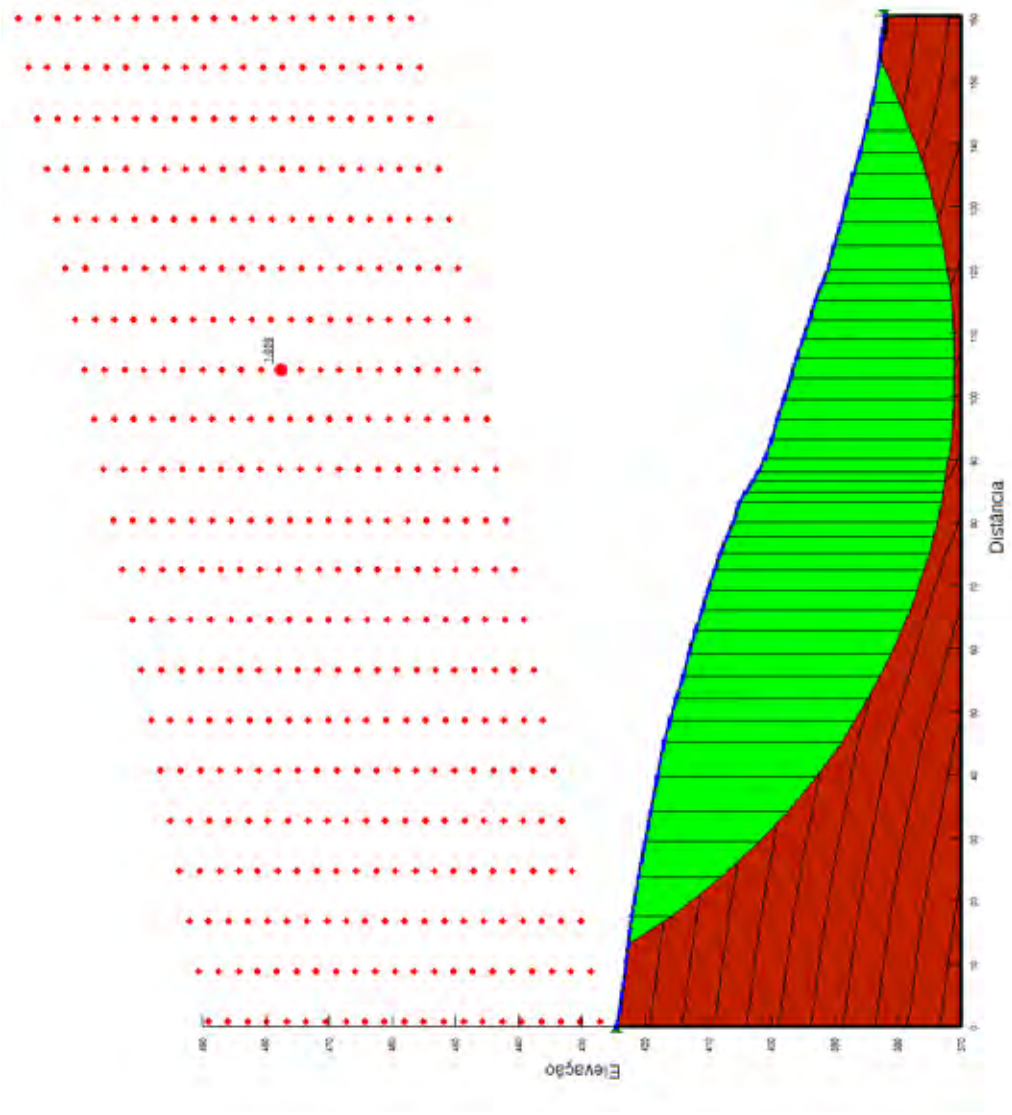


Figura 178 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

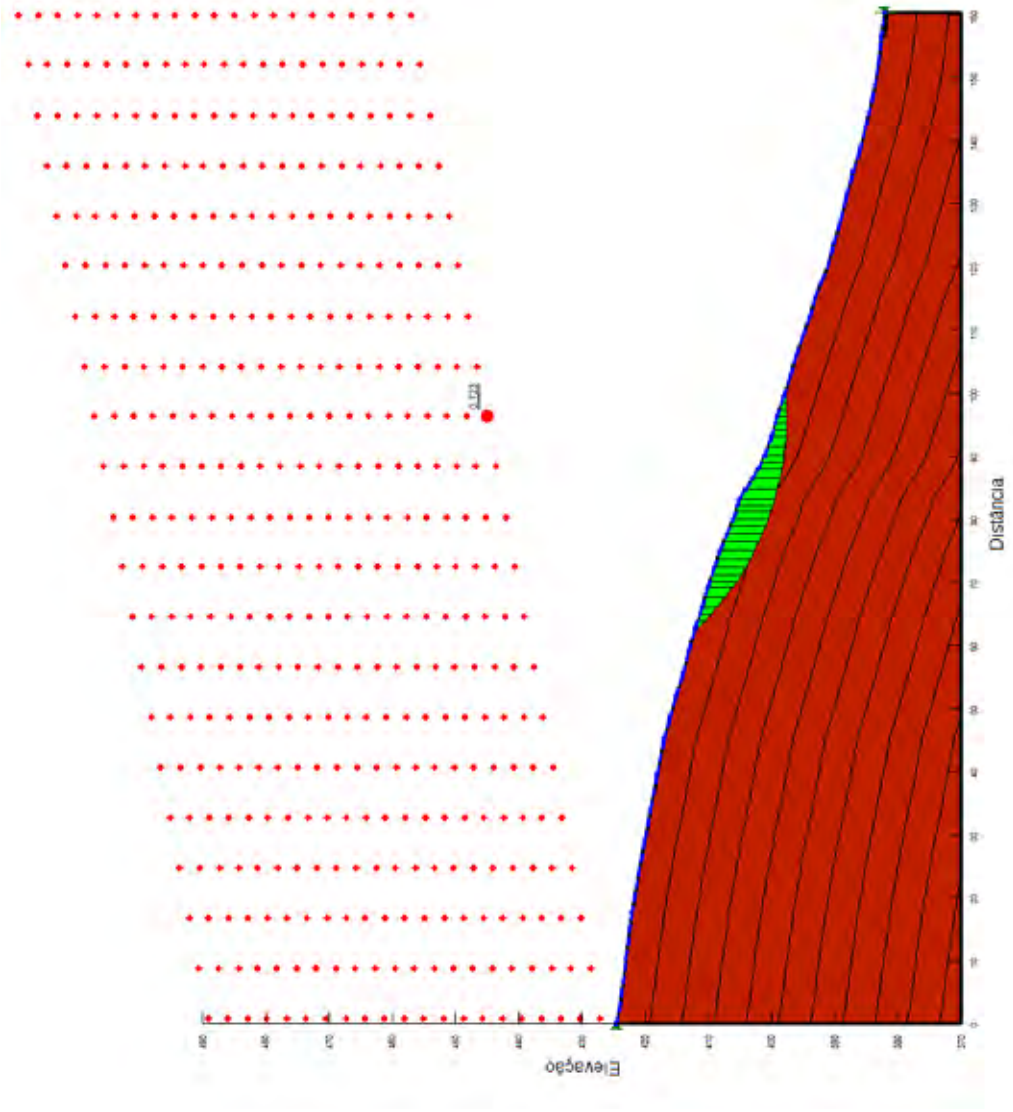


Figura 179 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

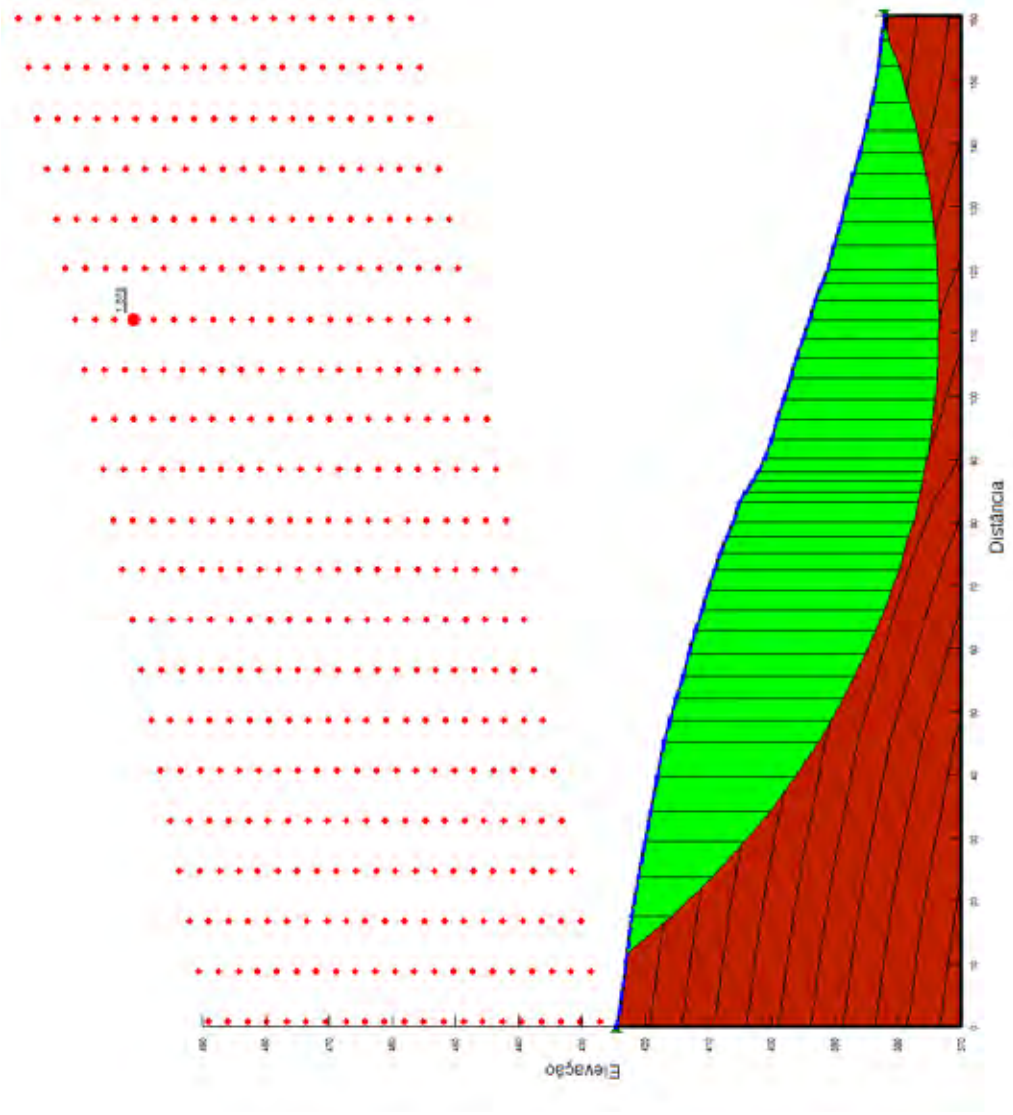


Figura 180 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0058.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

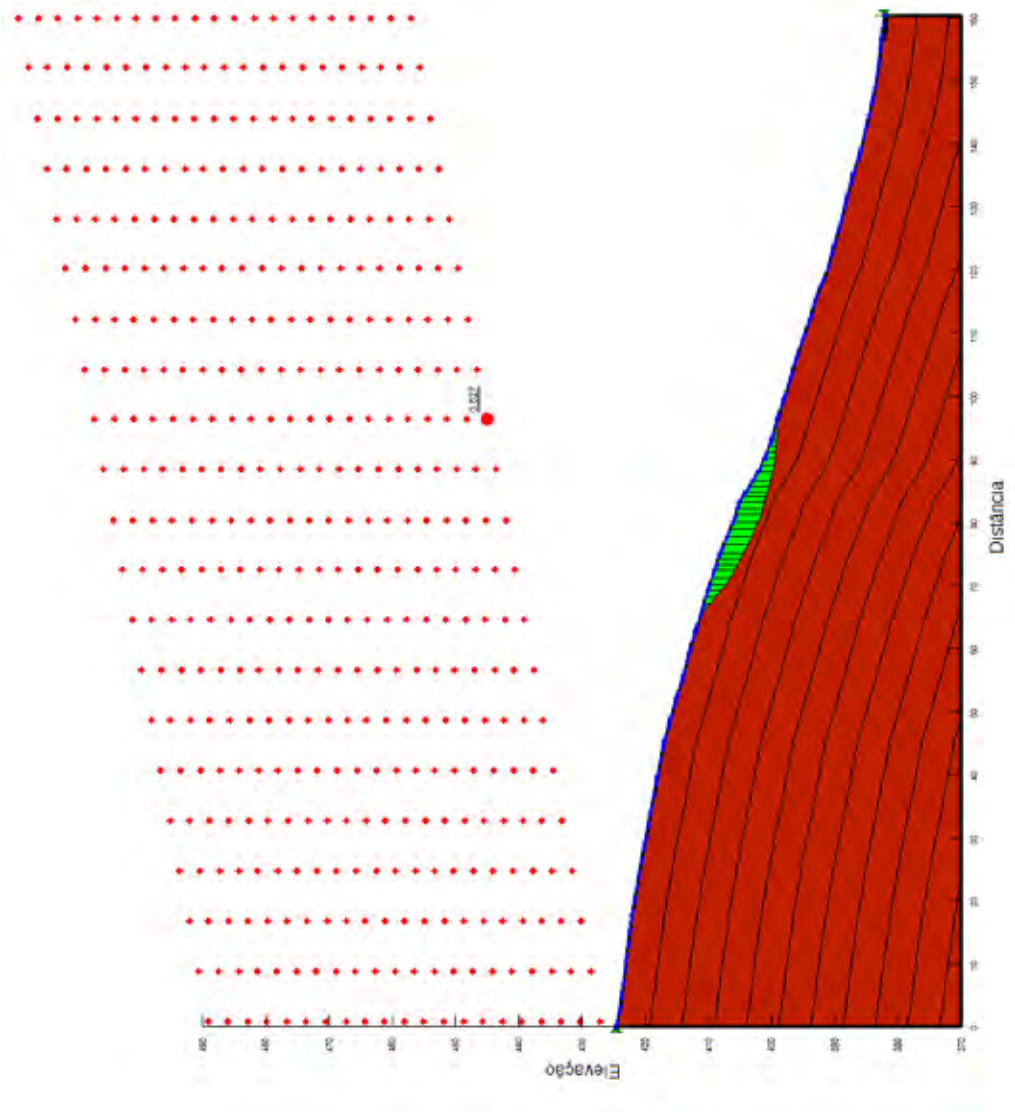


Figura 181 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

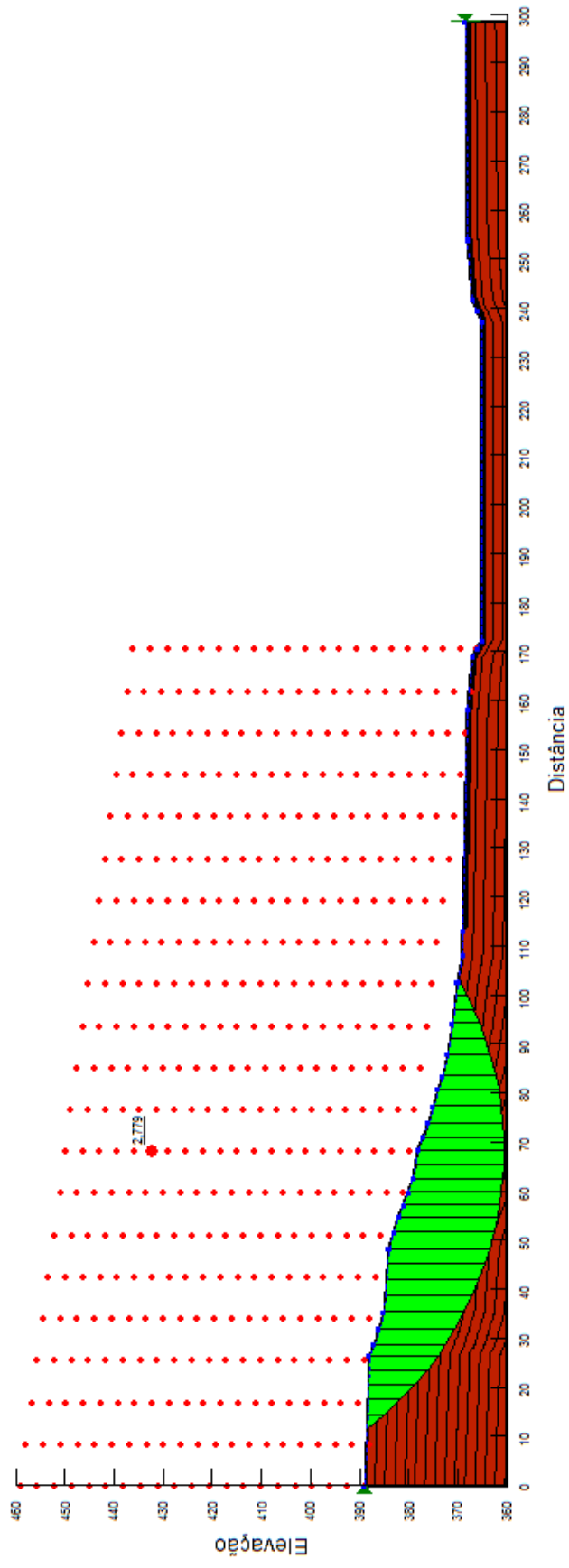


Figura 182 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

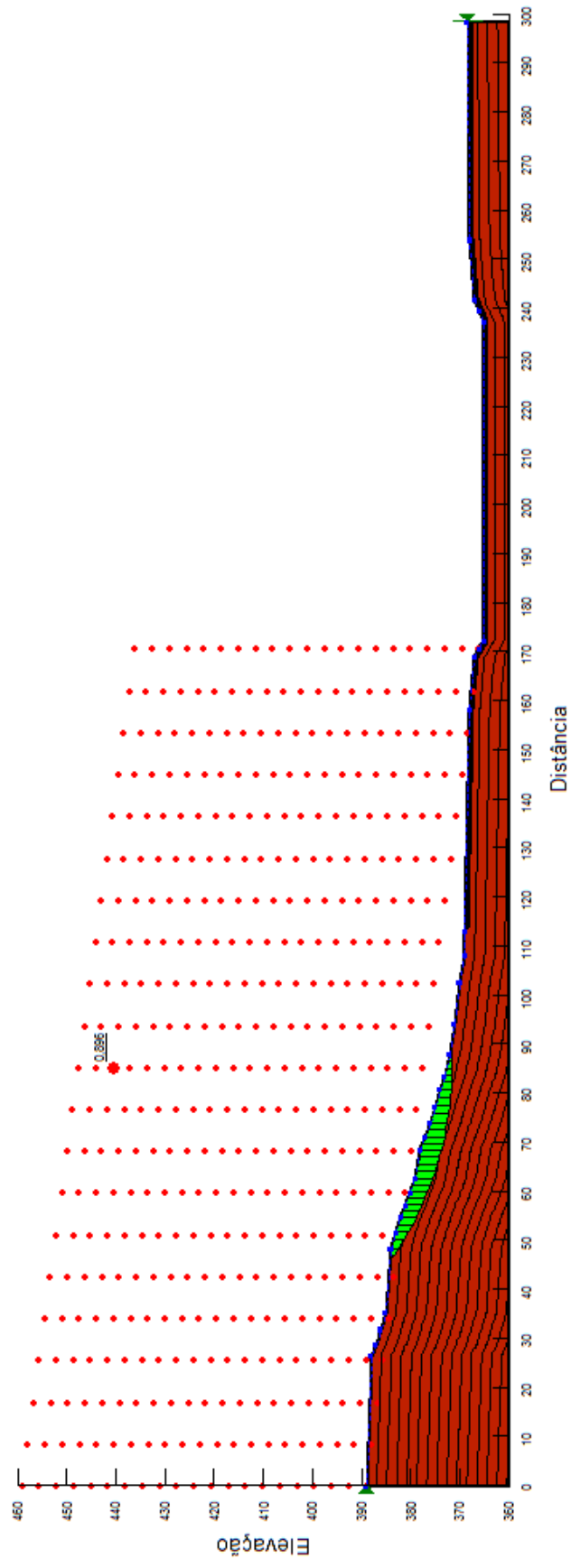


Figura 183 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

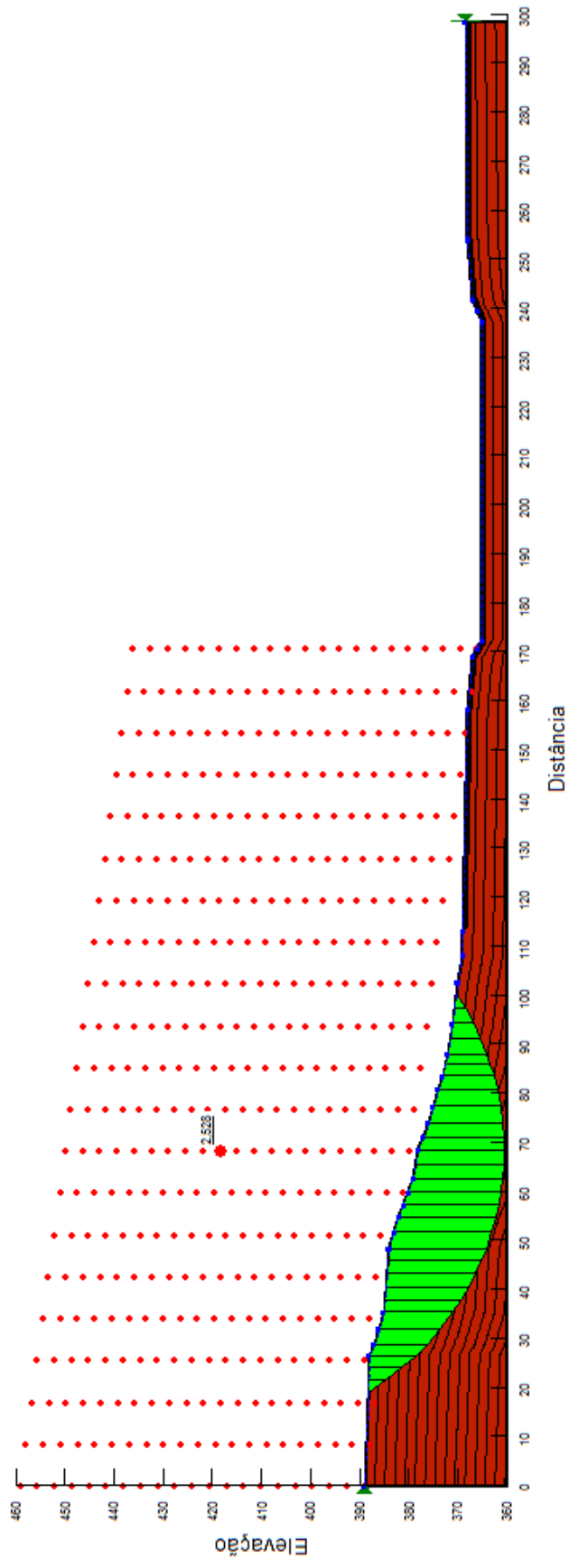


Figura 184 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

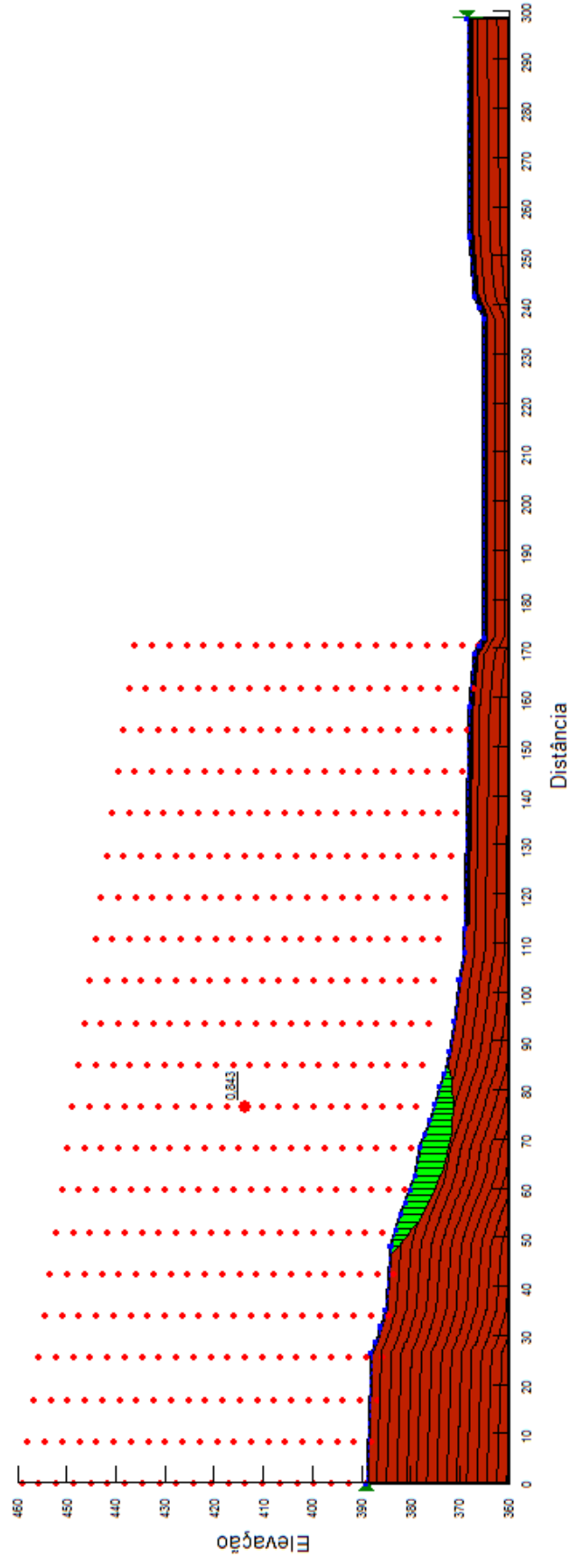


Figura 185 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

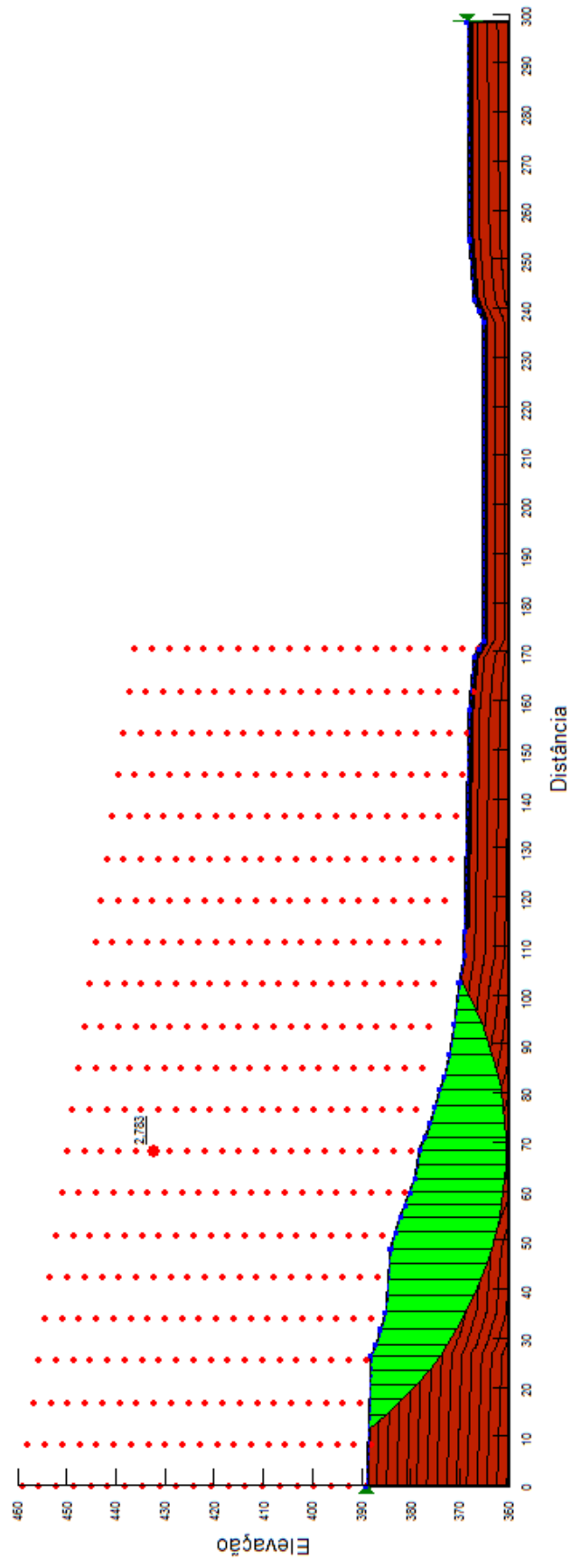


Figura 186 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

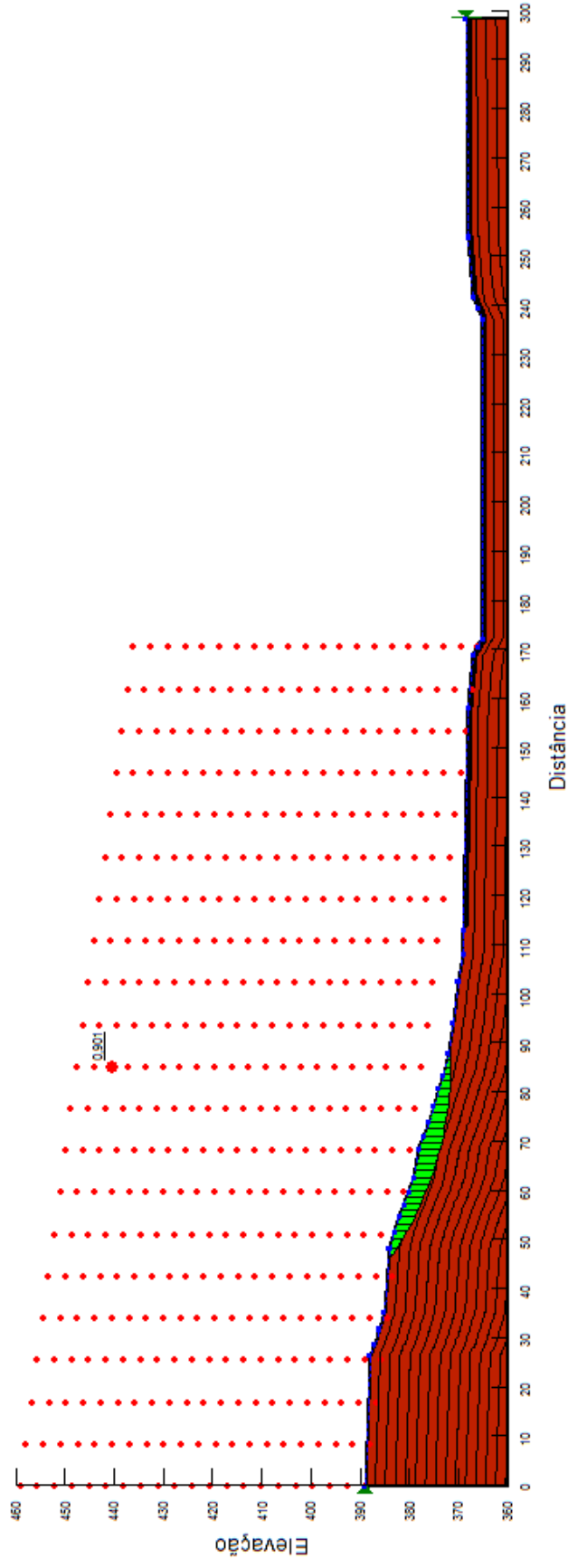


Figura 187 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

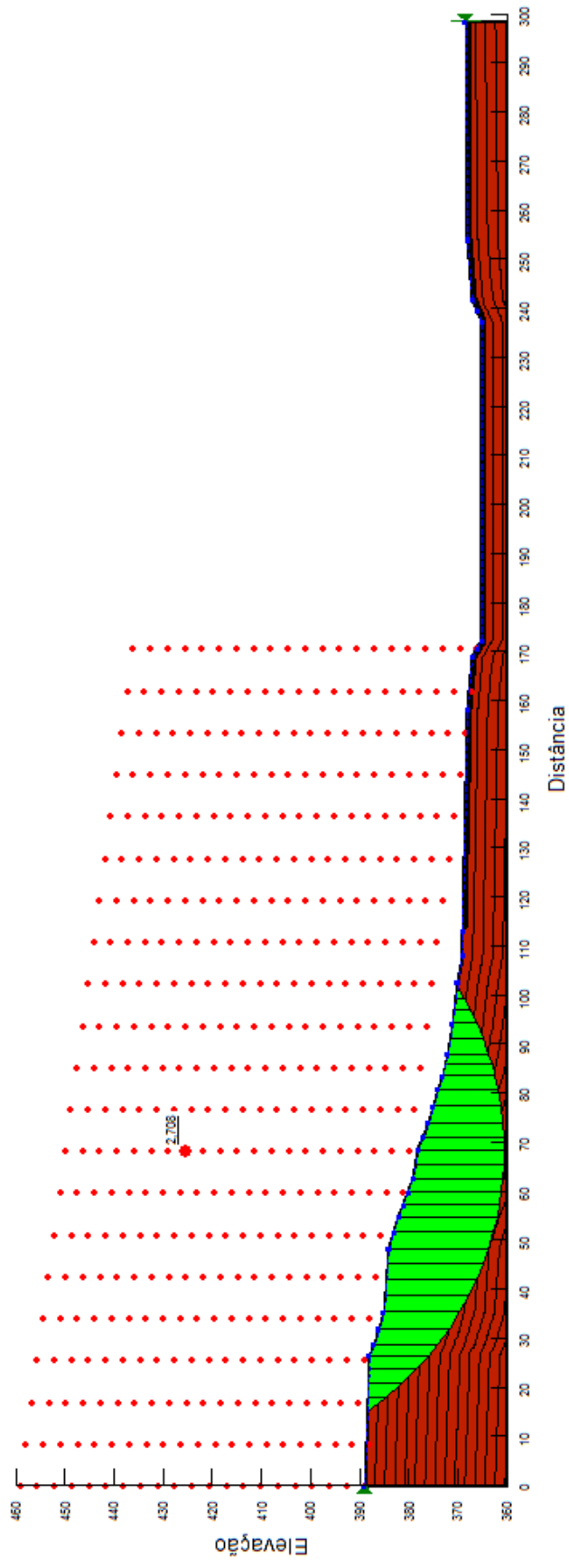


Figura 188 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

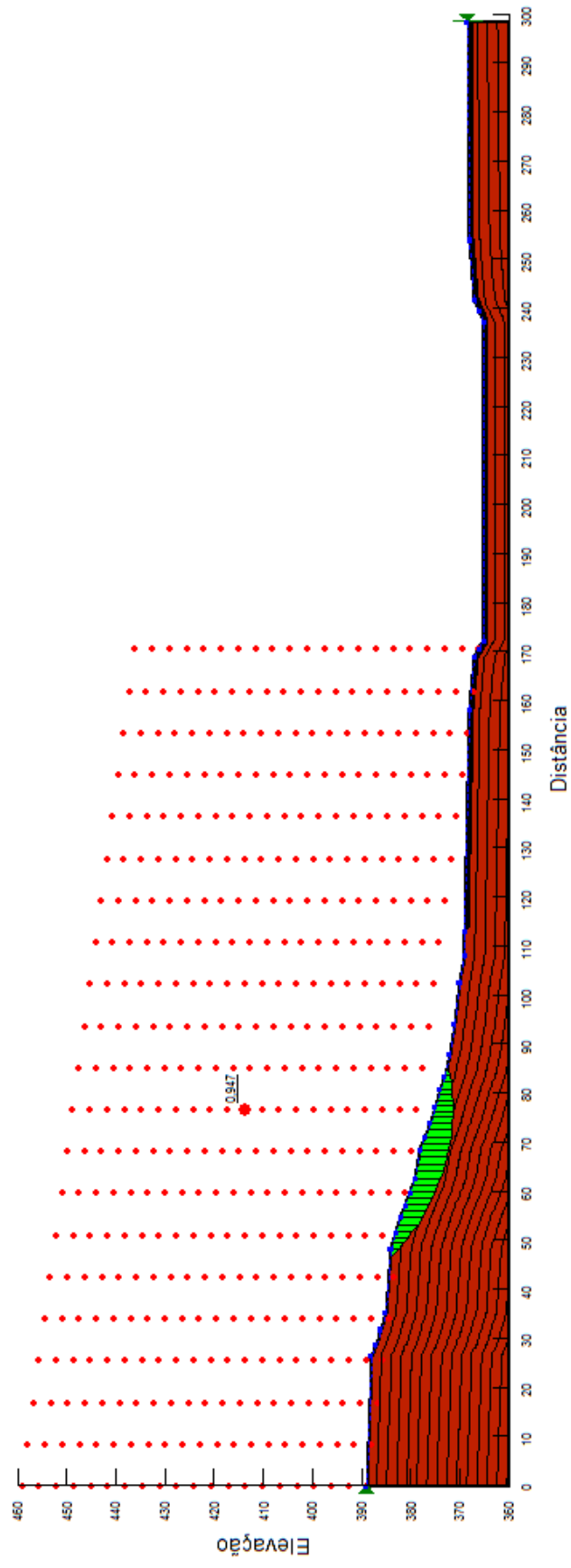


Figura 189 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

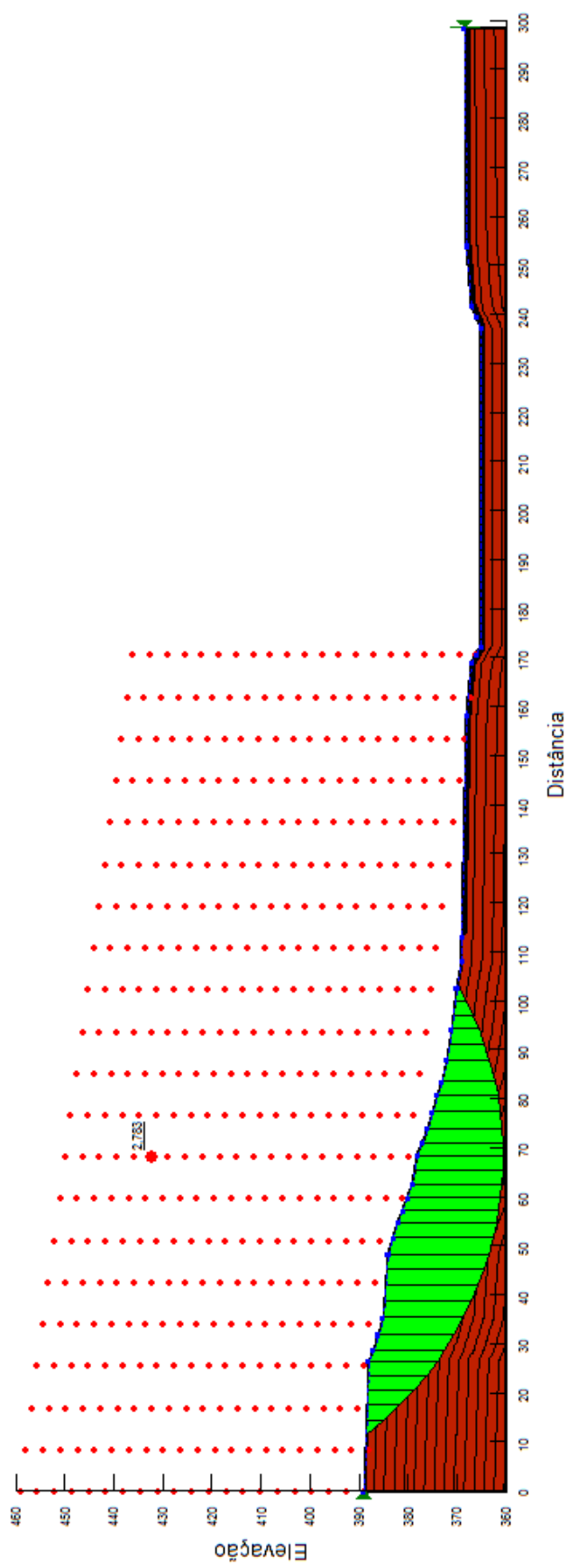


Figura 190 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

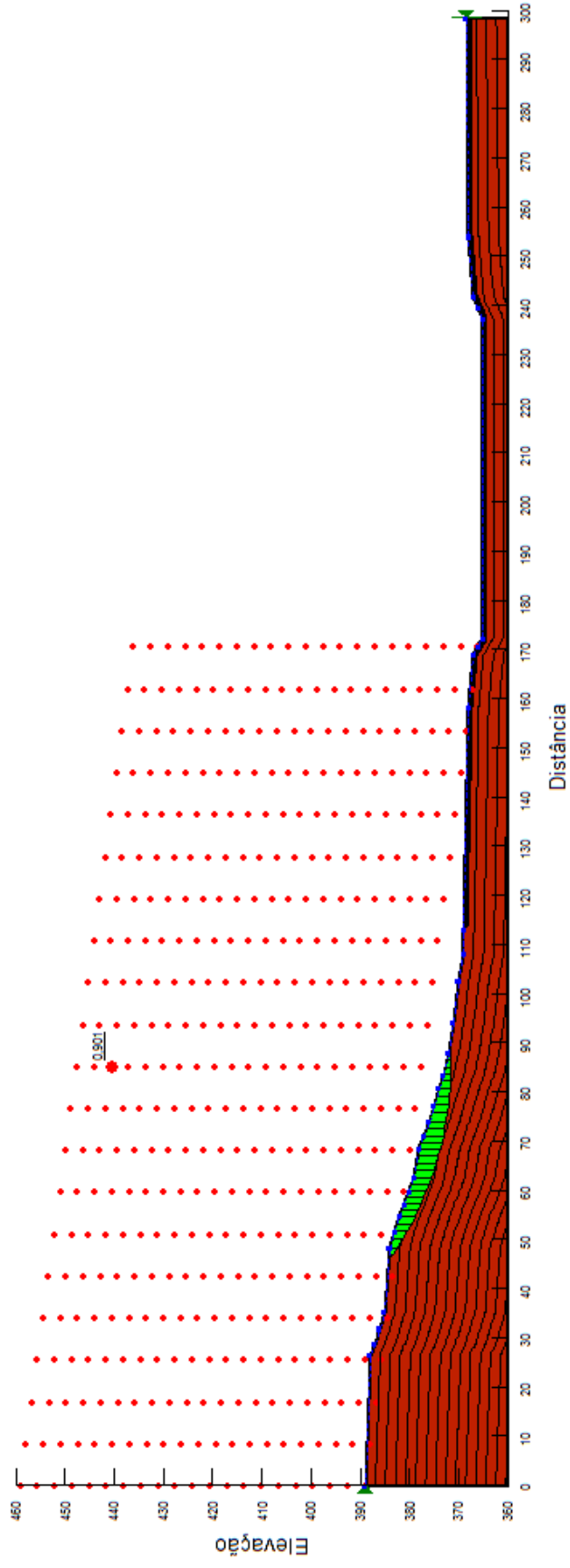


Figura 191 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

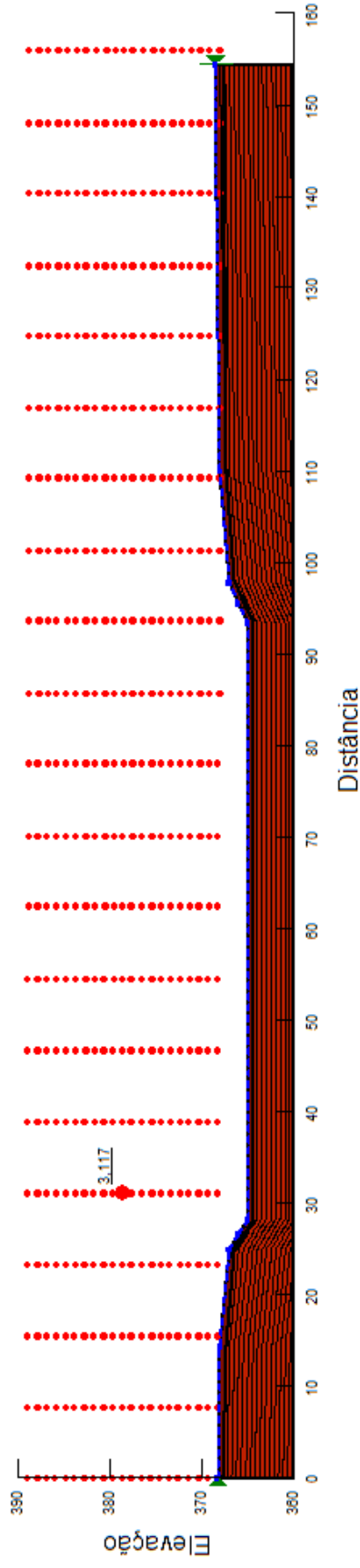


Figura 192 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

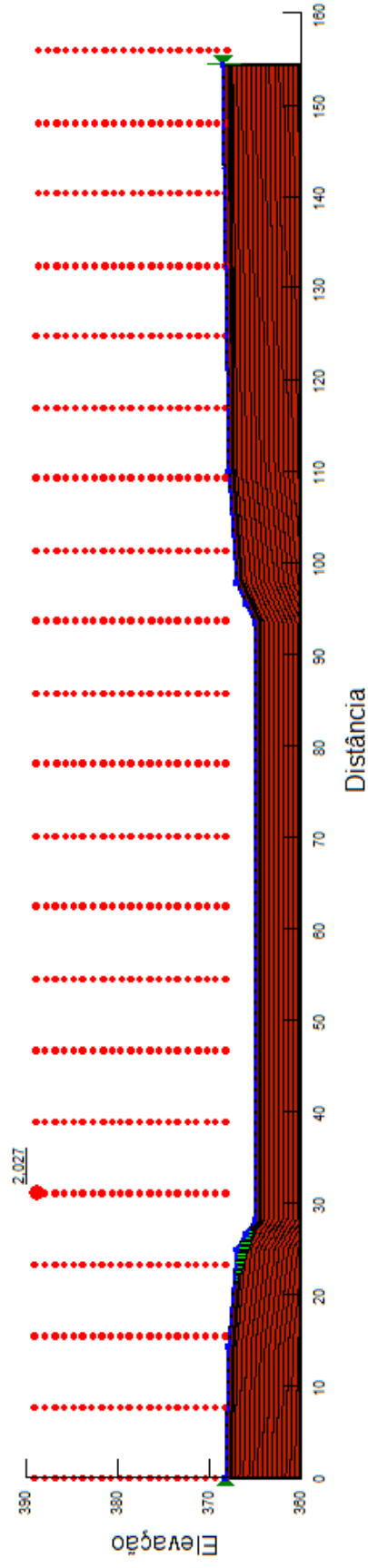


Figura 193 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

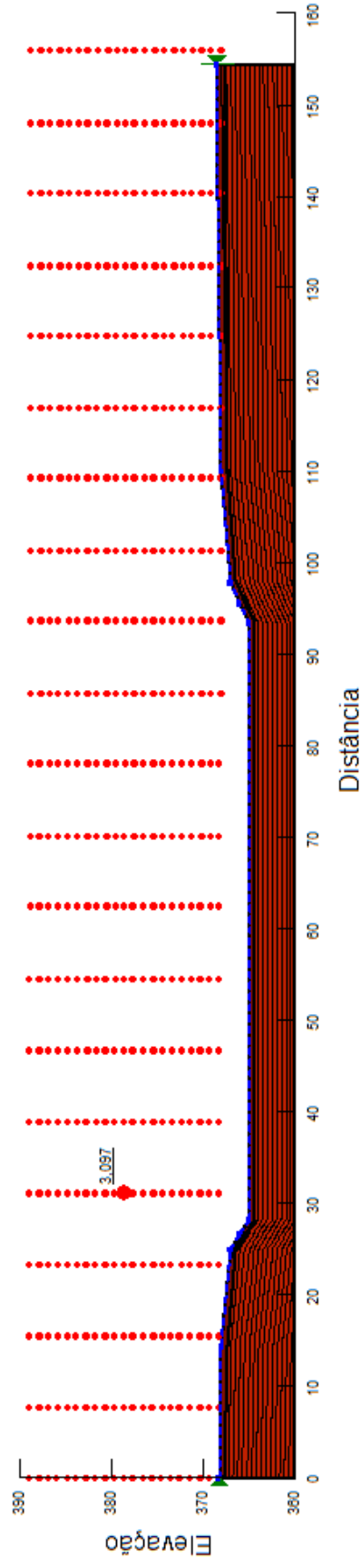


Figura 194 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

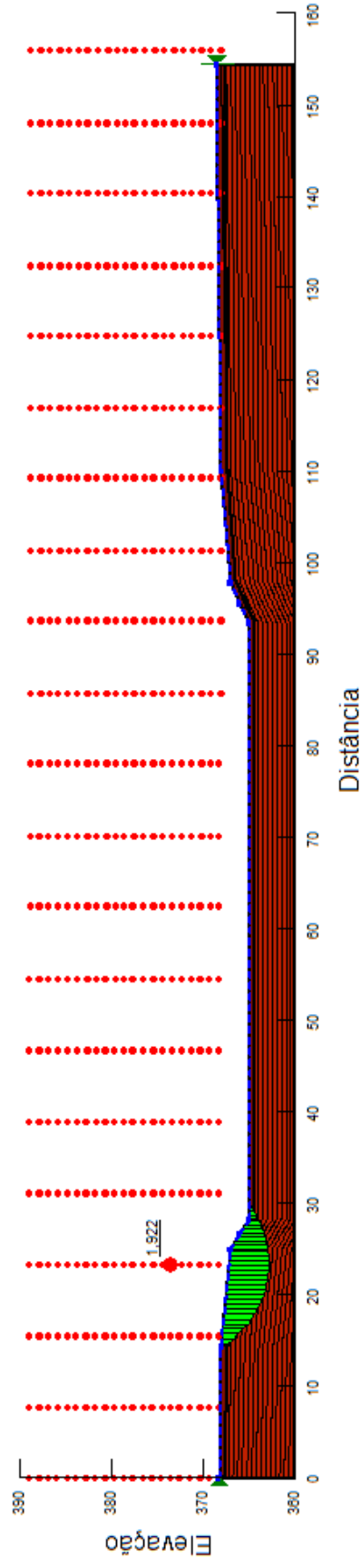


Figura 195 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

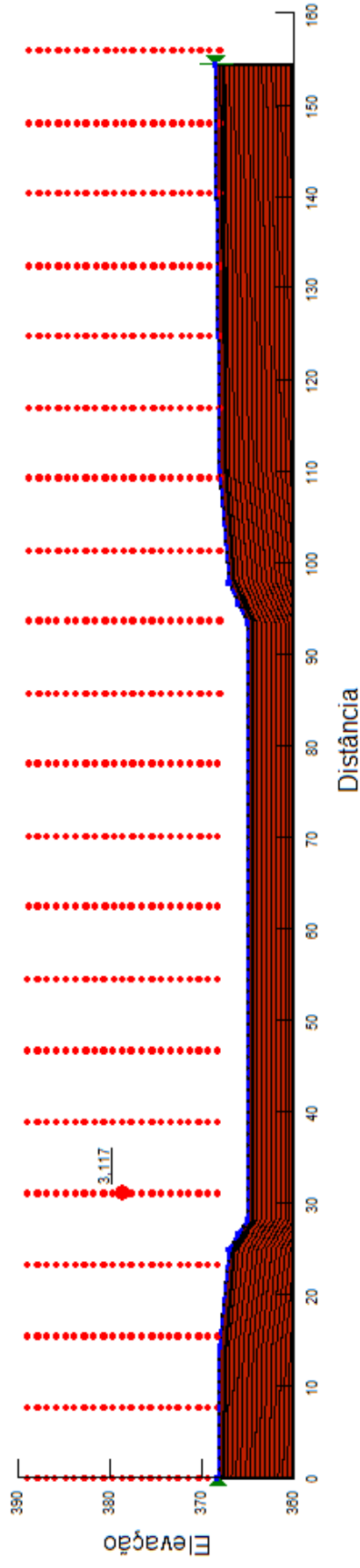


Figura 196 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

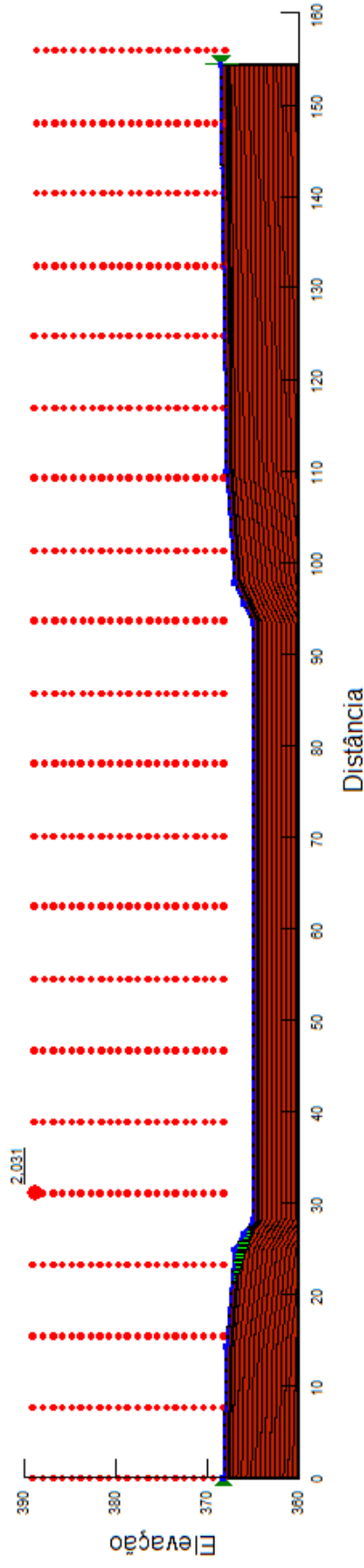


Figura 197 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

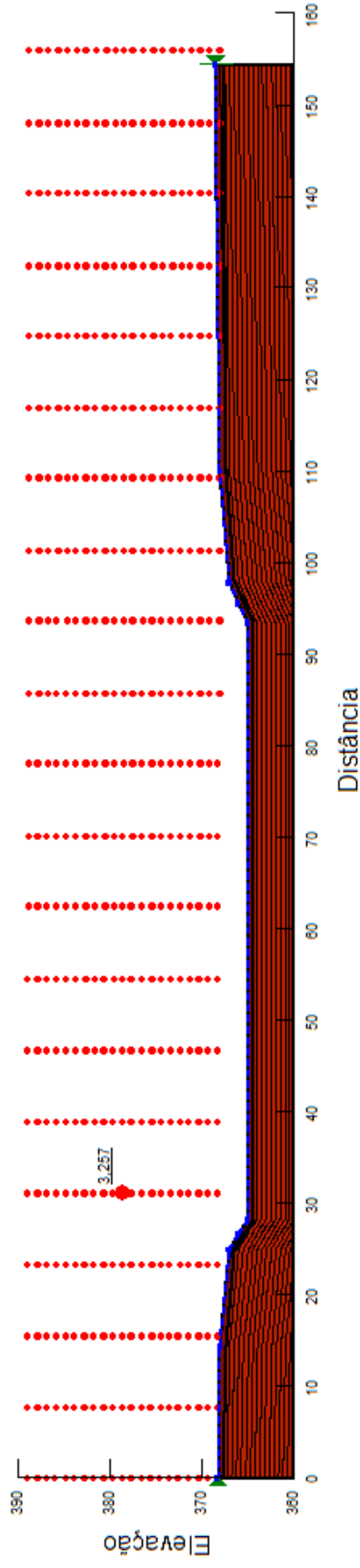


Figura 198 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

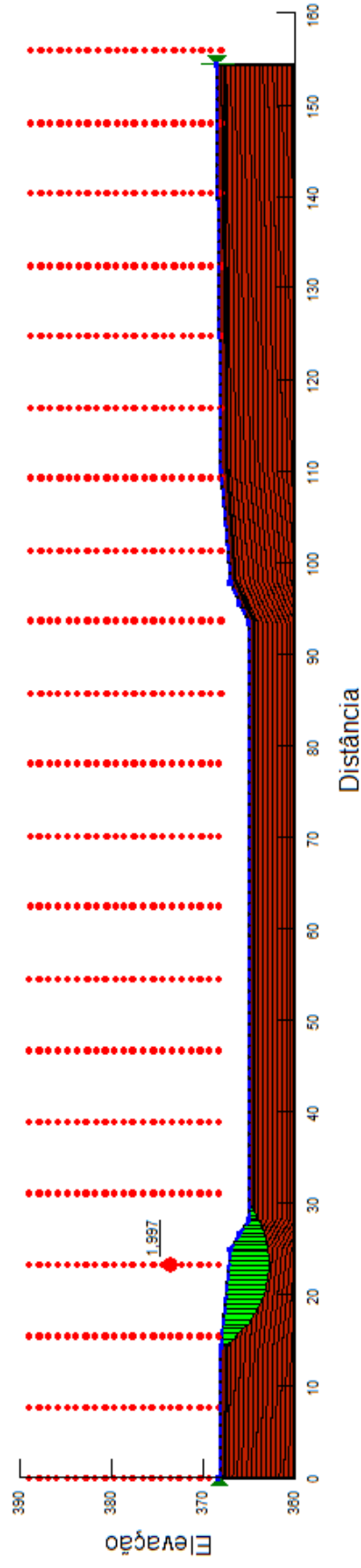


Figura 199 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

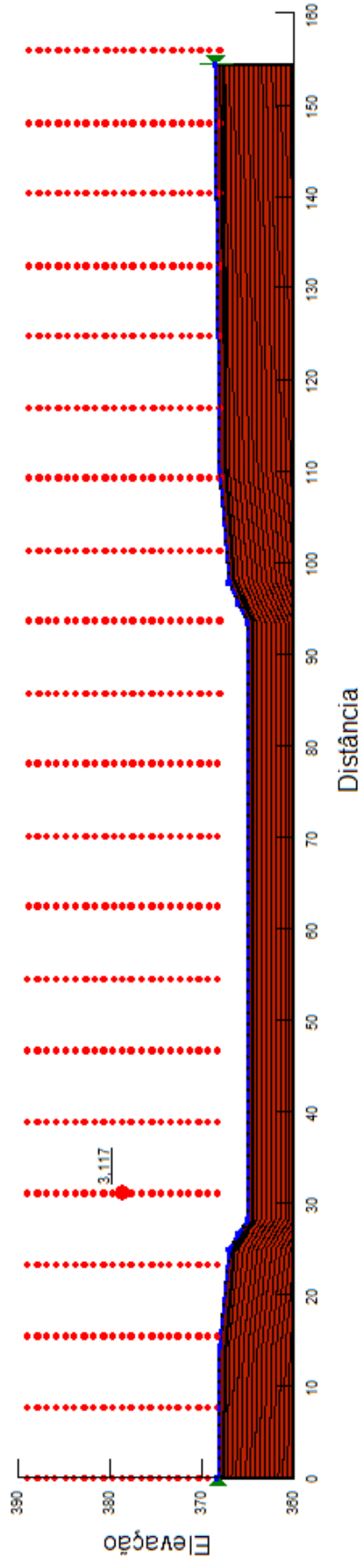


Figura 200 - Análise da estabilidade de talude da seção A da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

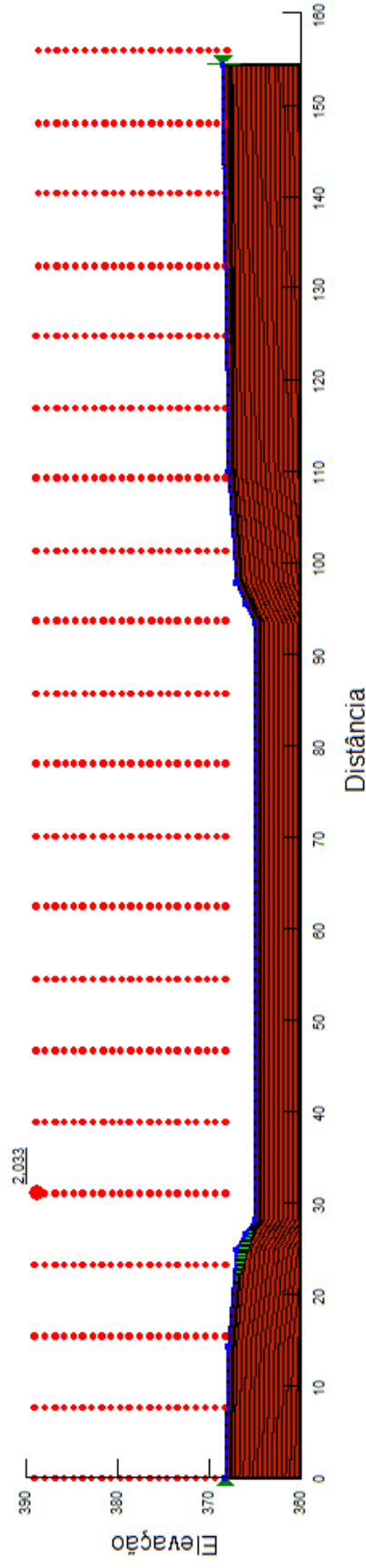


Figura 201 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – solo coesivo

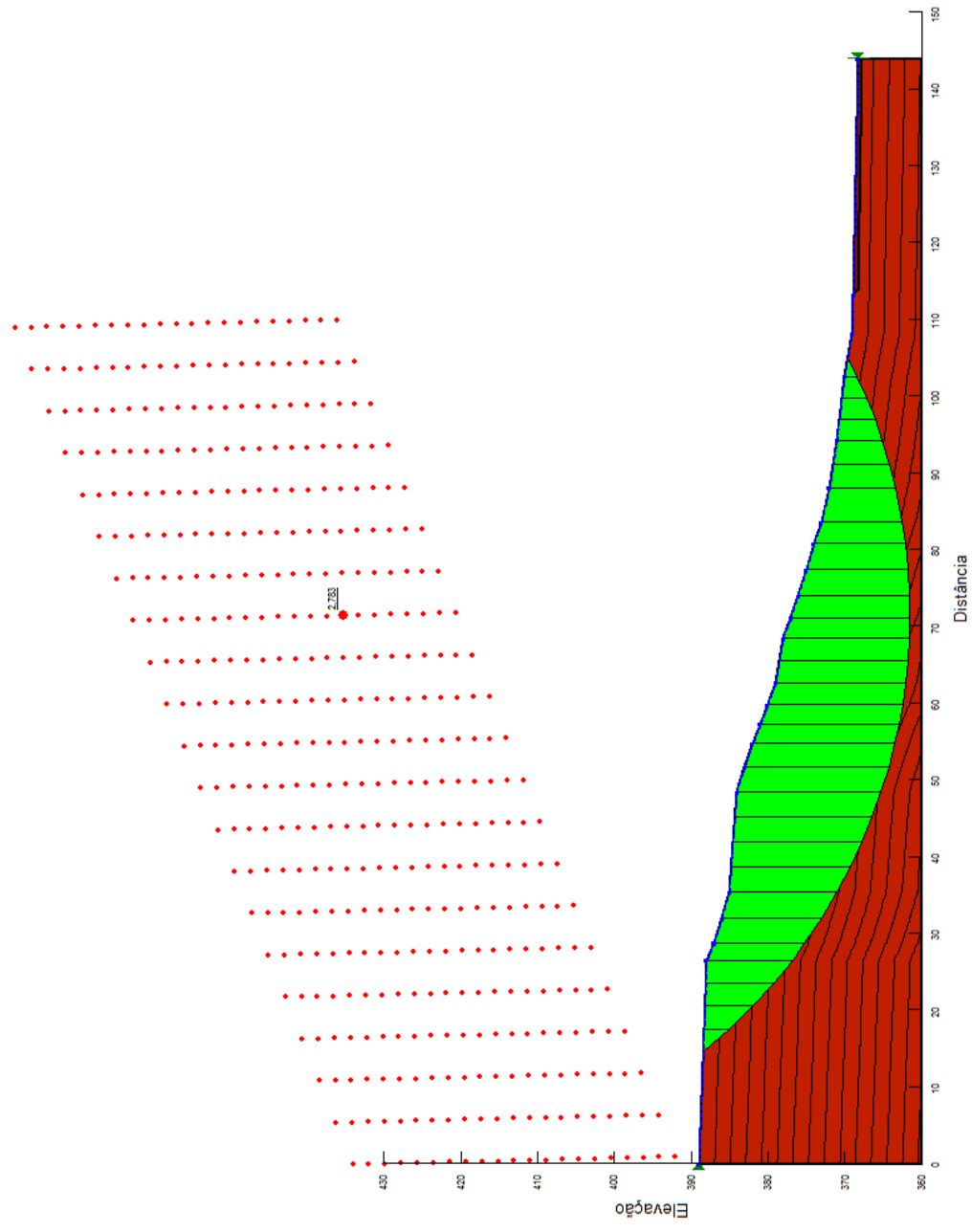


Figura 202 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – solo não coesivo

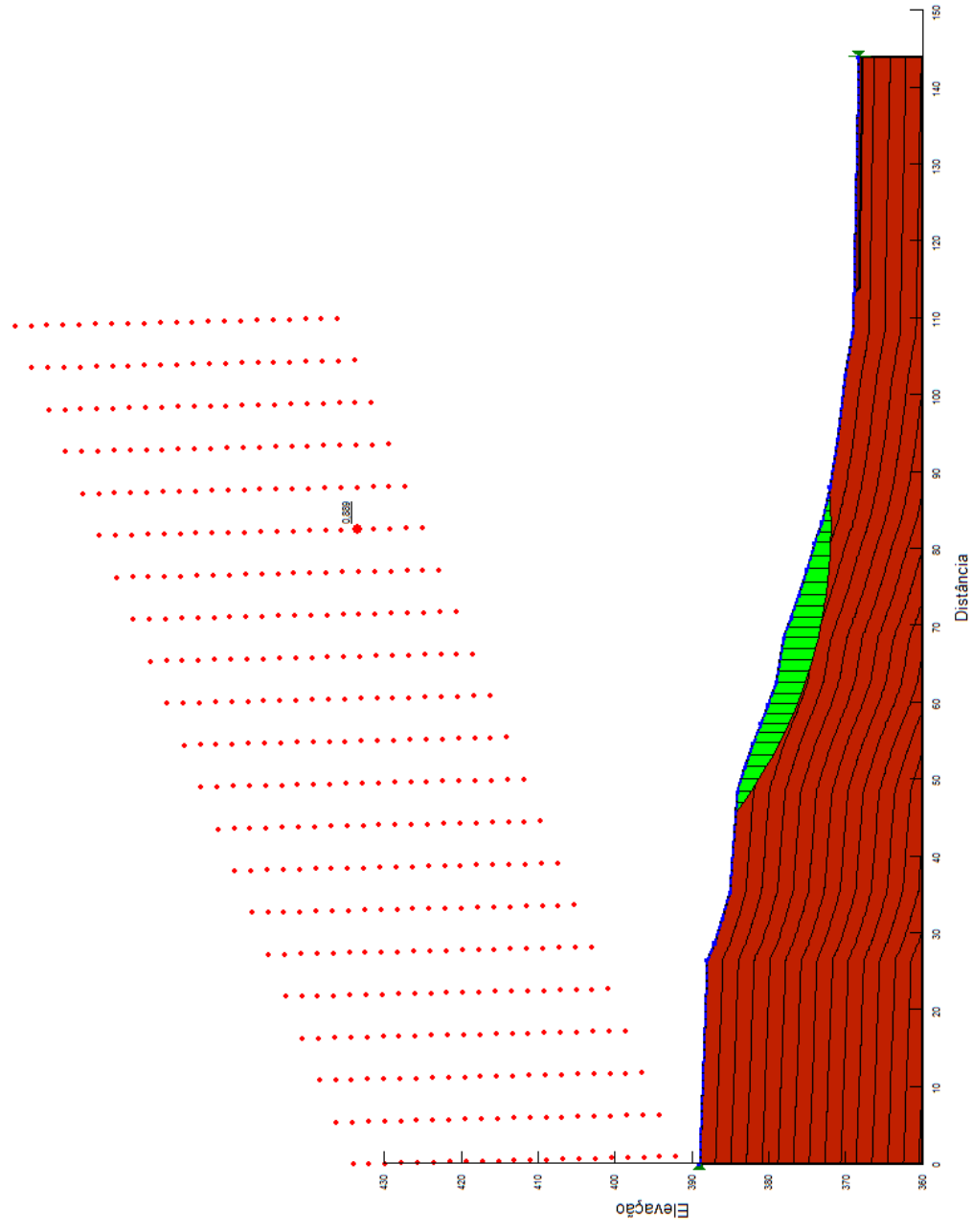


Figura 203 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – solo coesivo

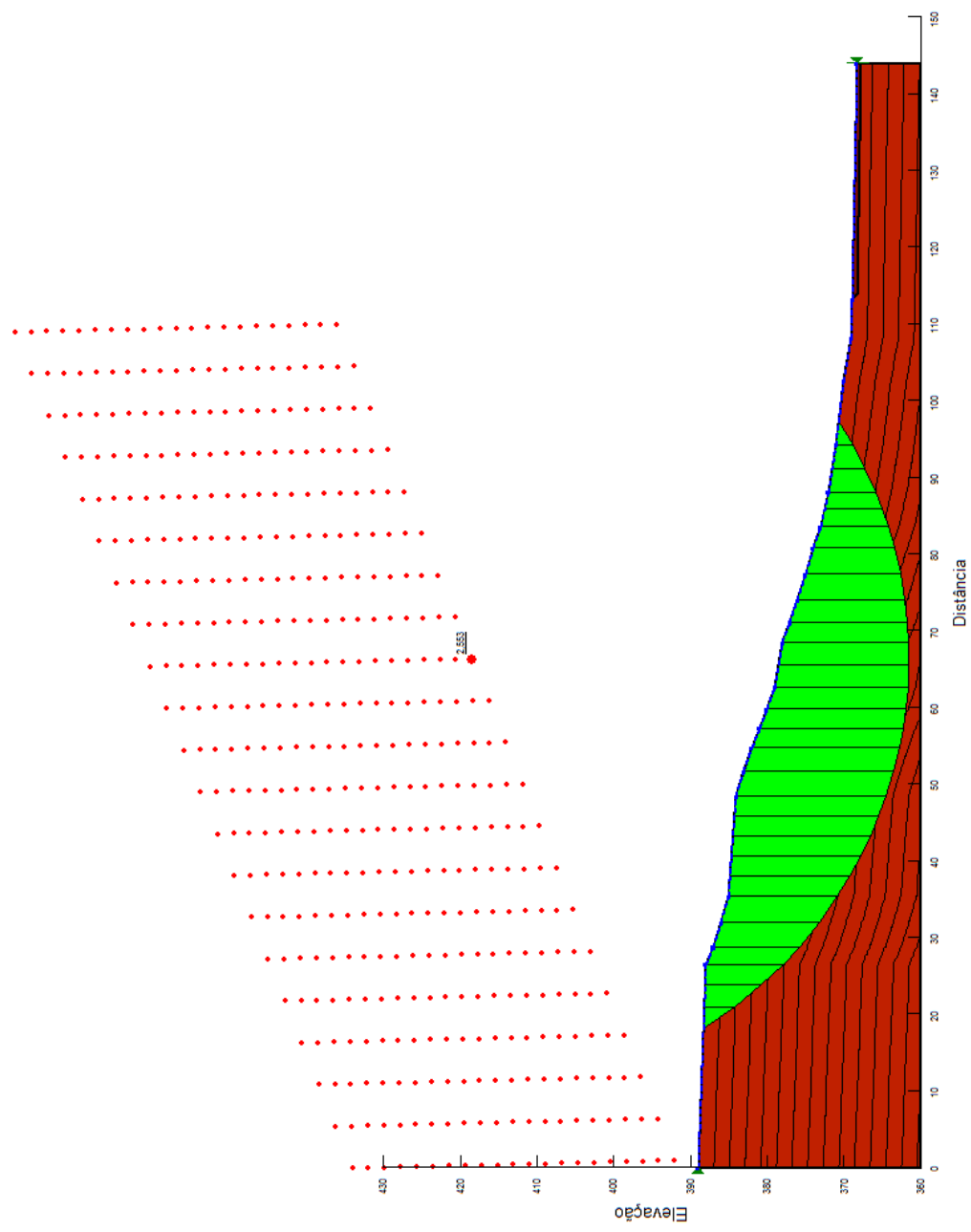


Figura 204 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – solo não coesivo

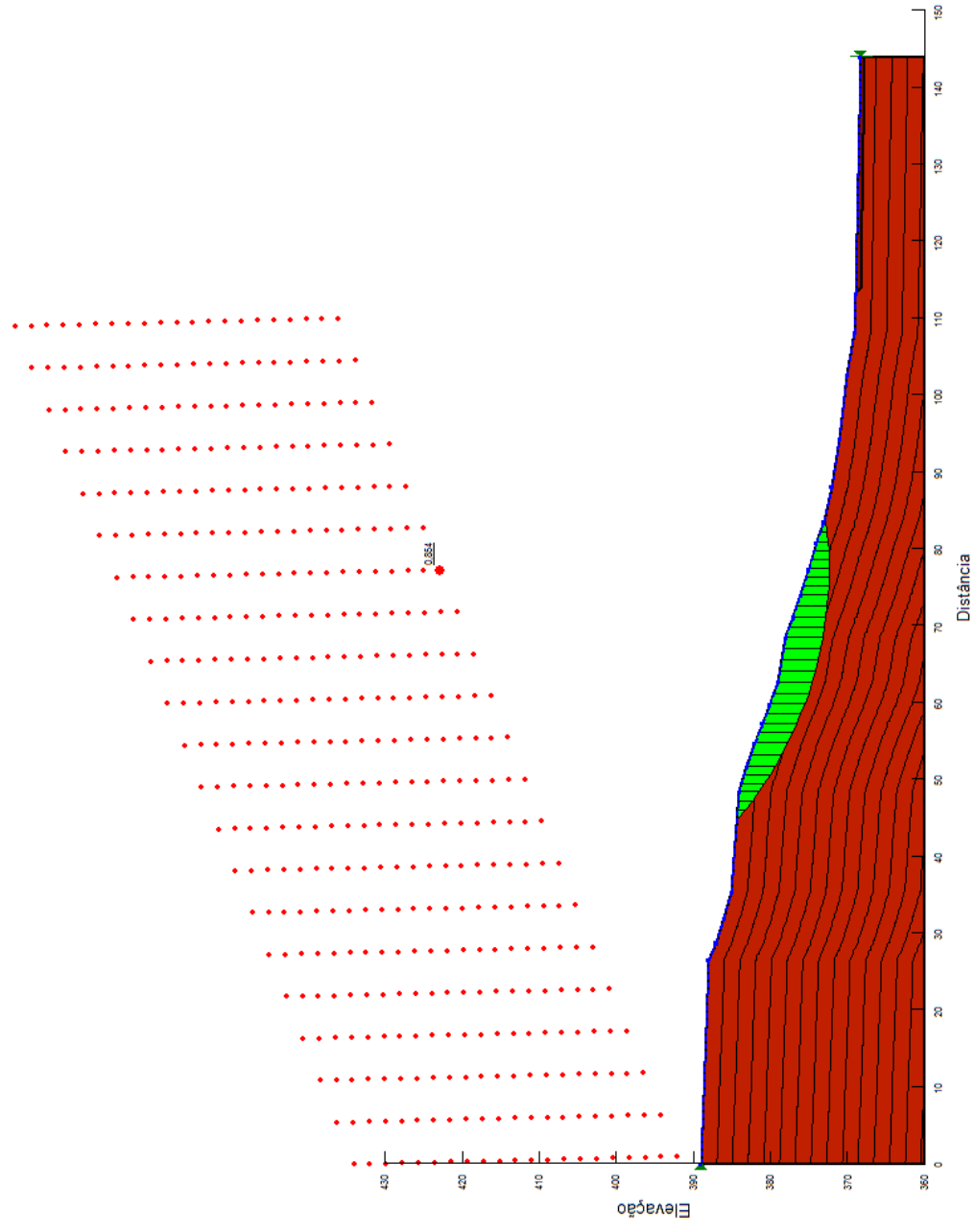


Figura 205 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – solo coesivo

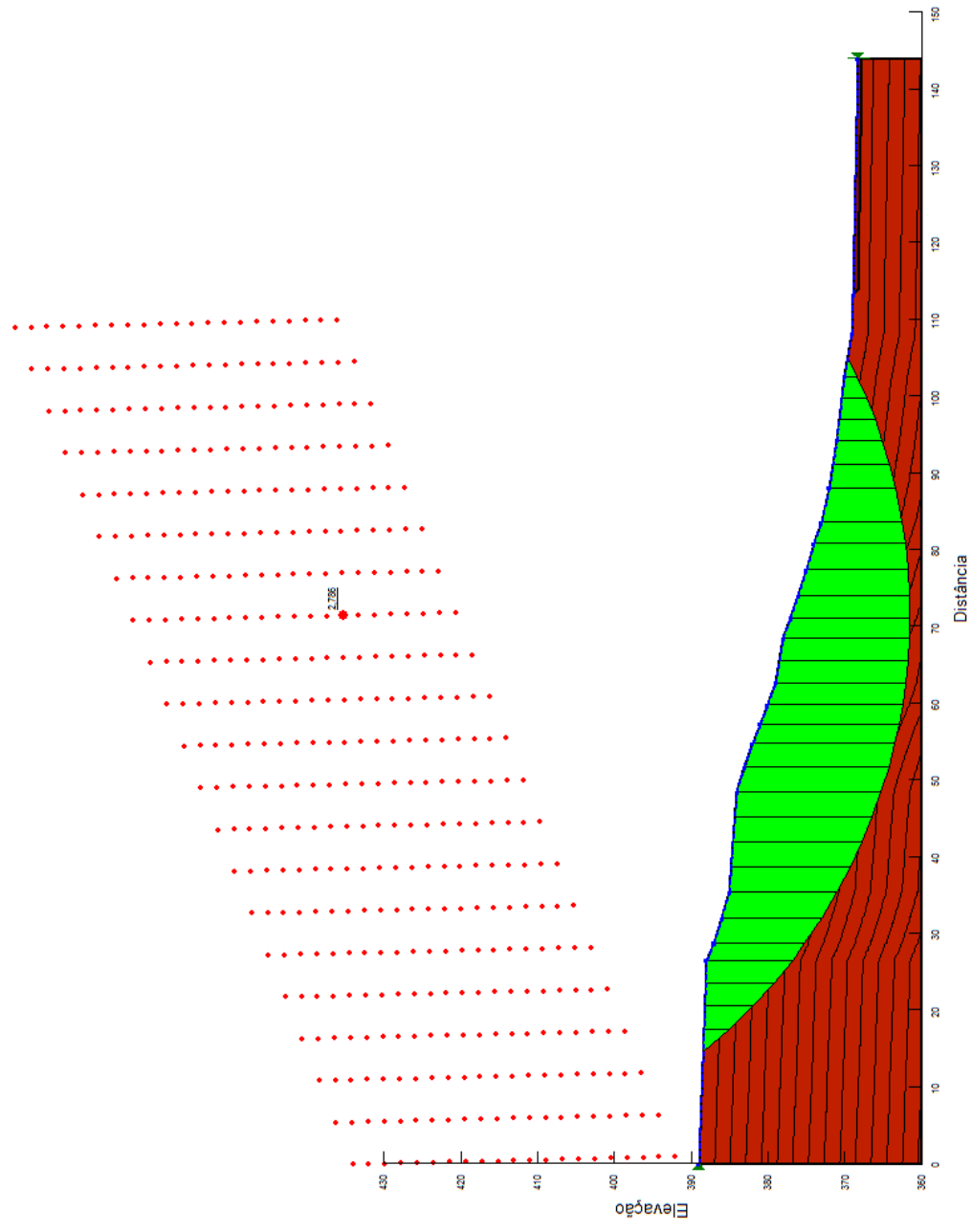


Figura 206 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – solo não coesivo

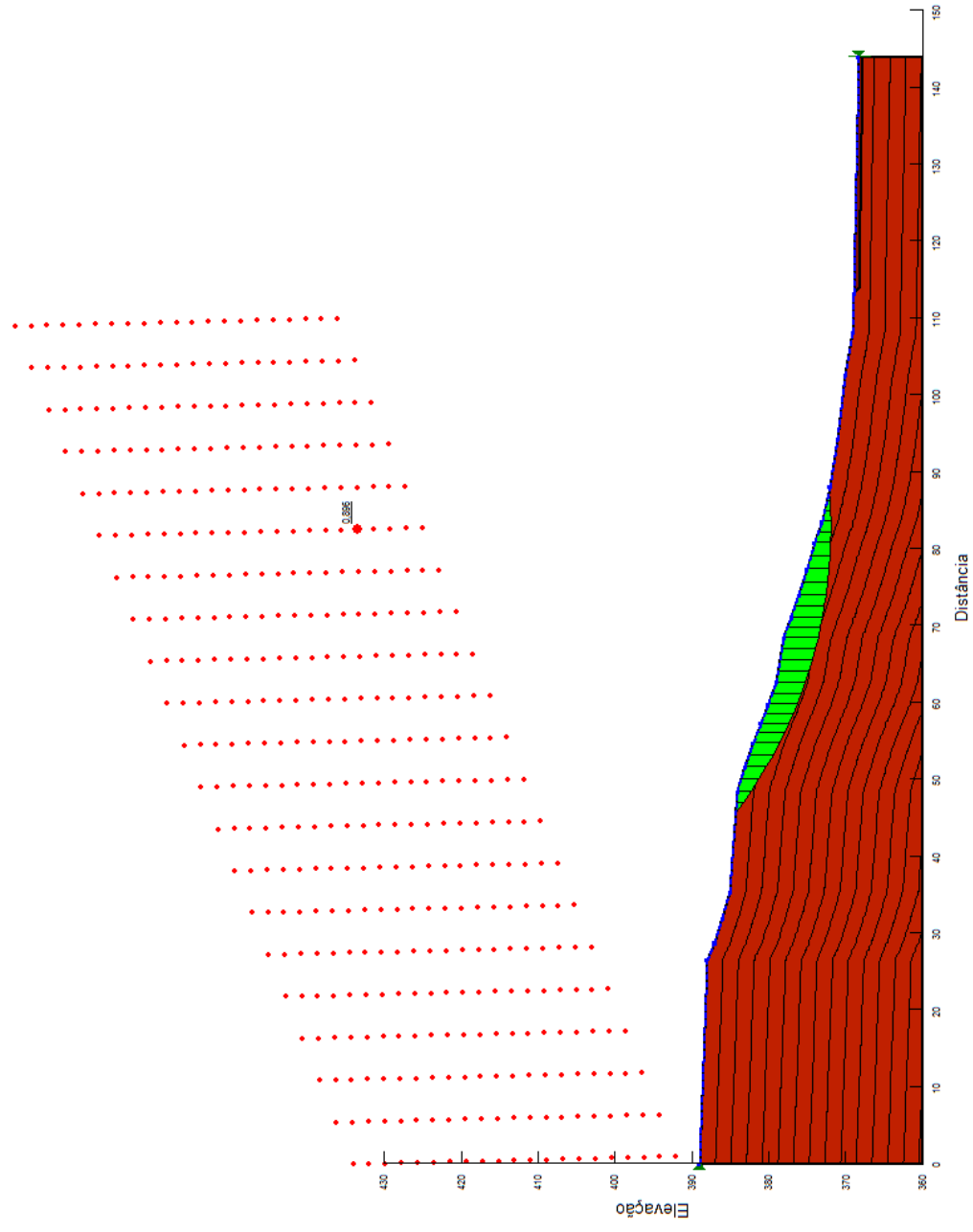


Figura 207 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – solo coesivo

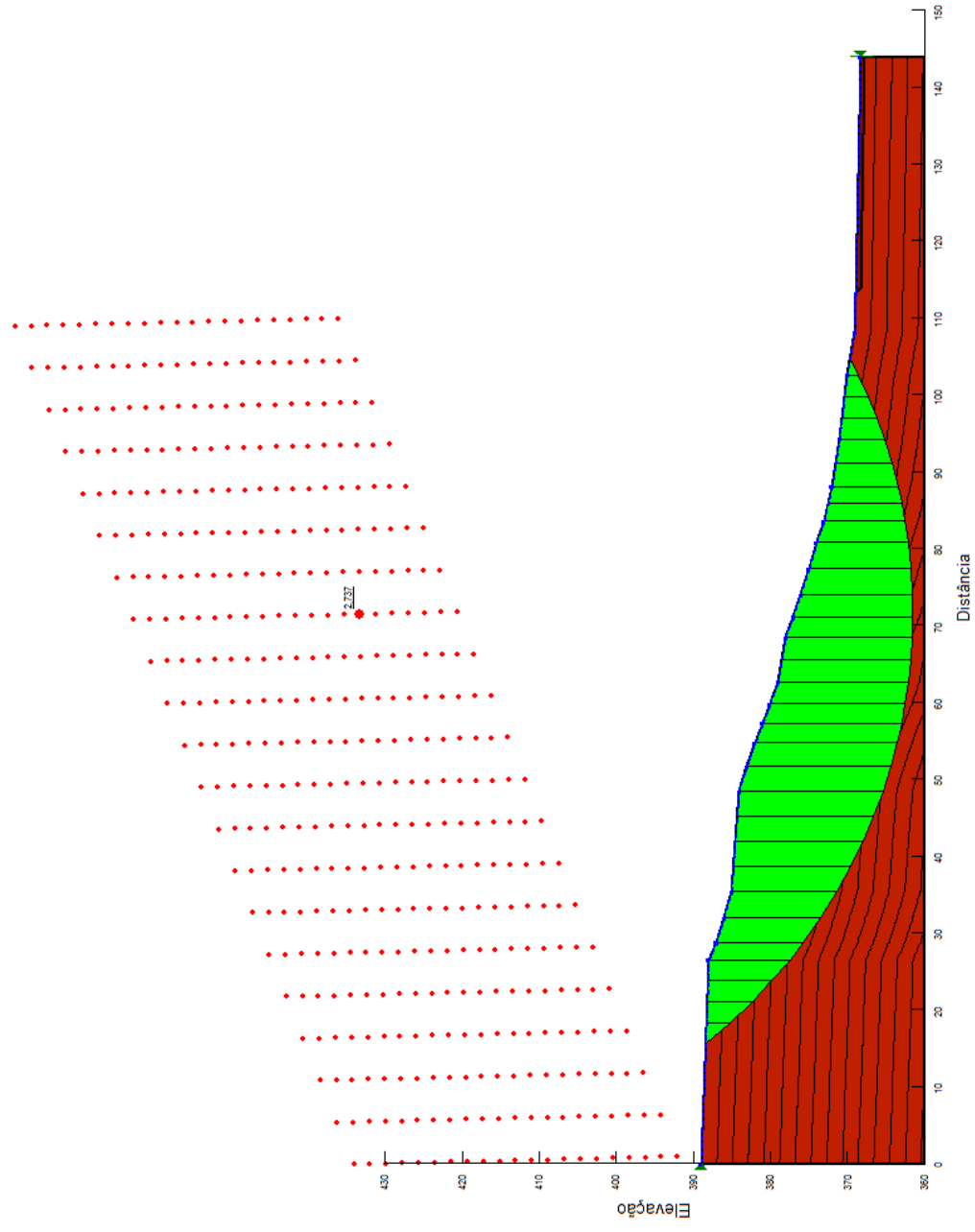


Figura 208 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – solo não coesivo

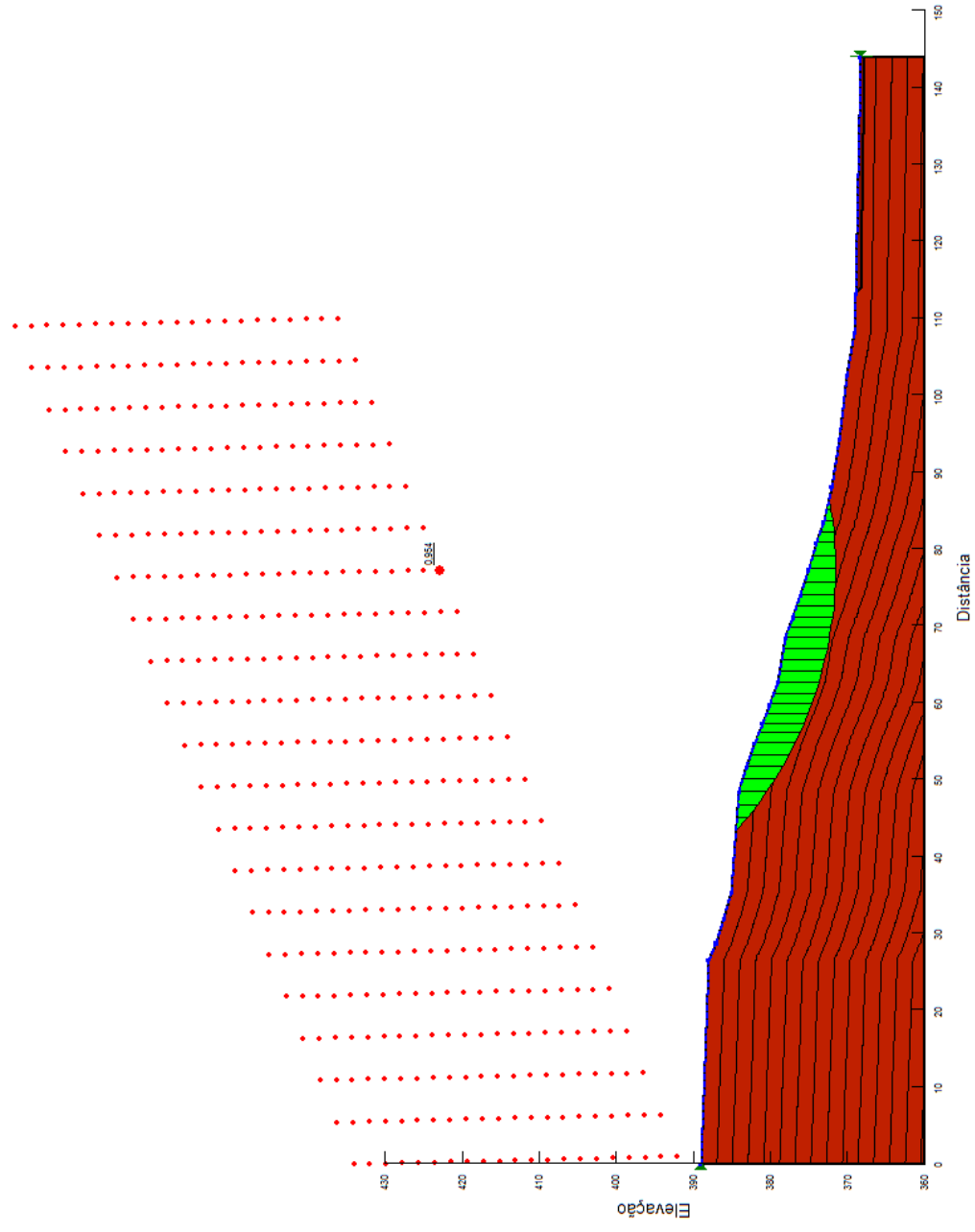


Figura 209 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – solo coesivo

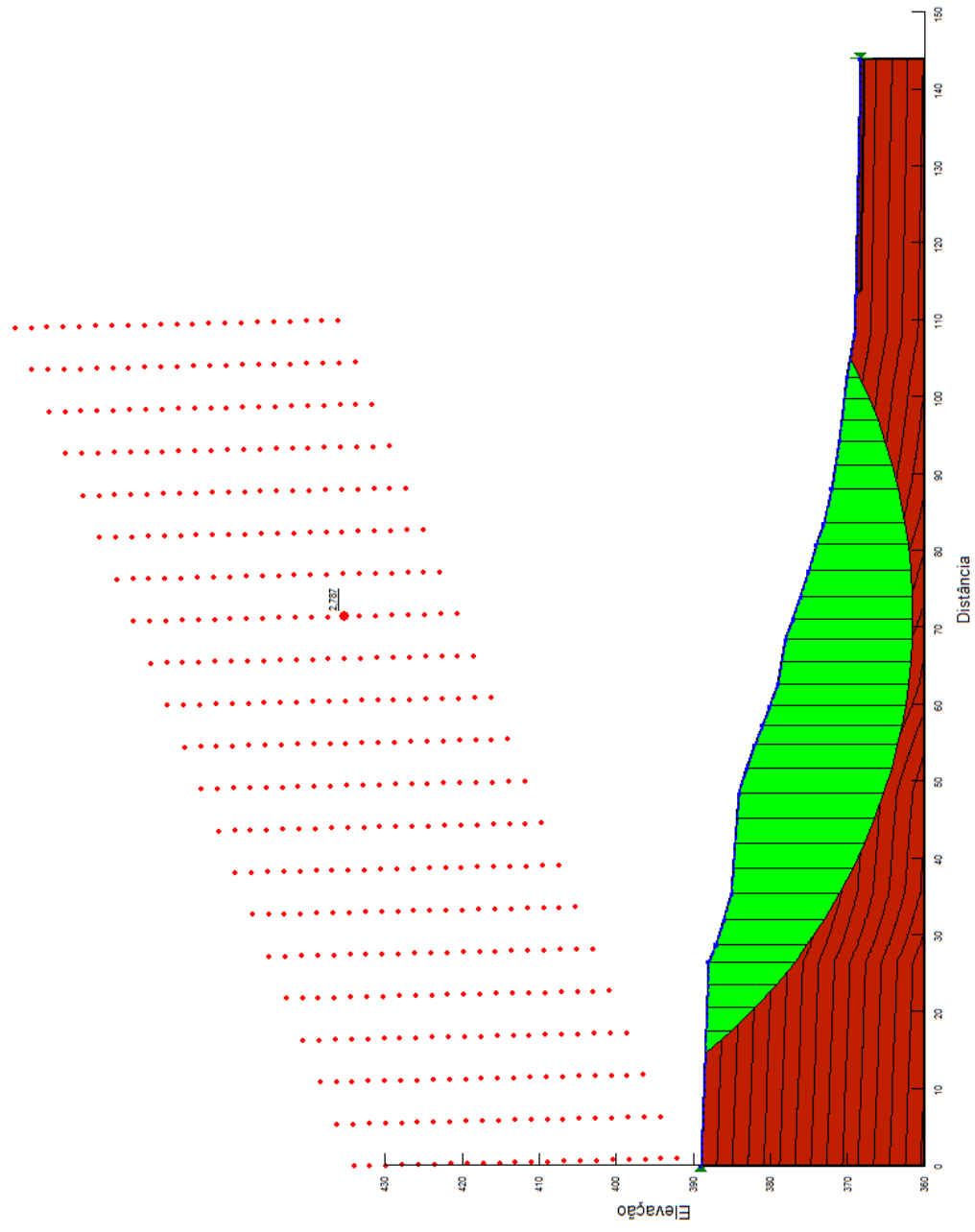


Figura 210 - Análise da estabilidade de talude da seção B da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – solo não coesivo

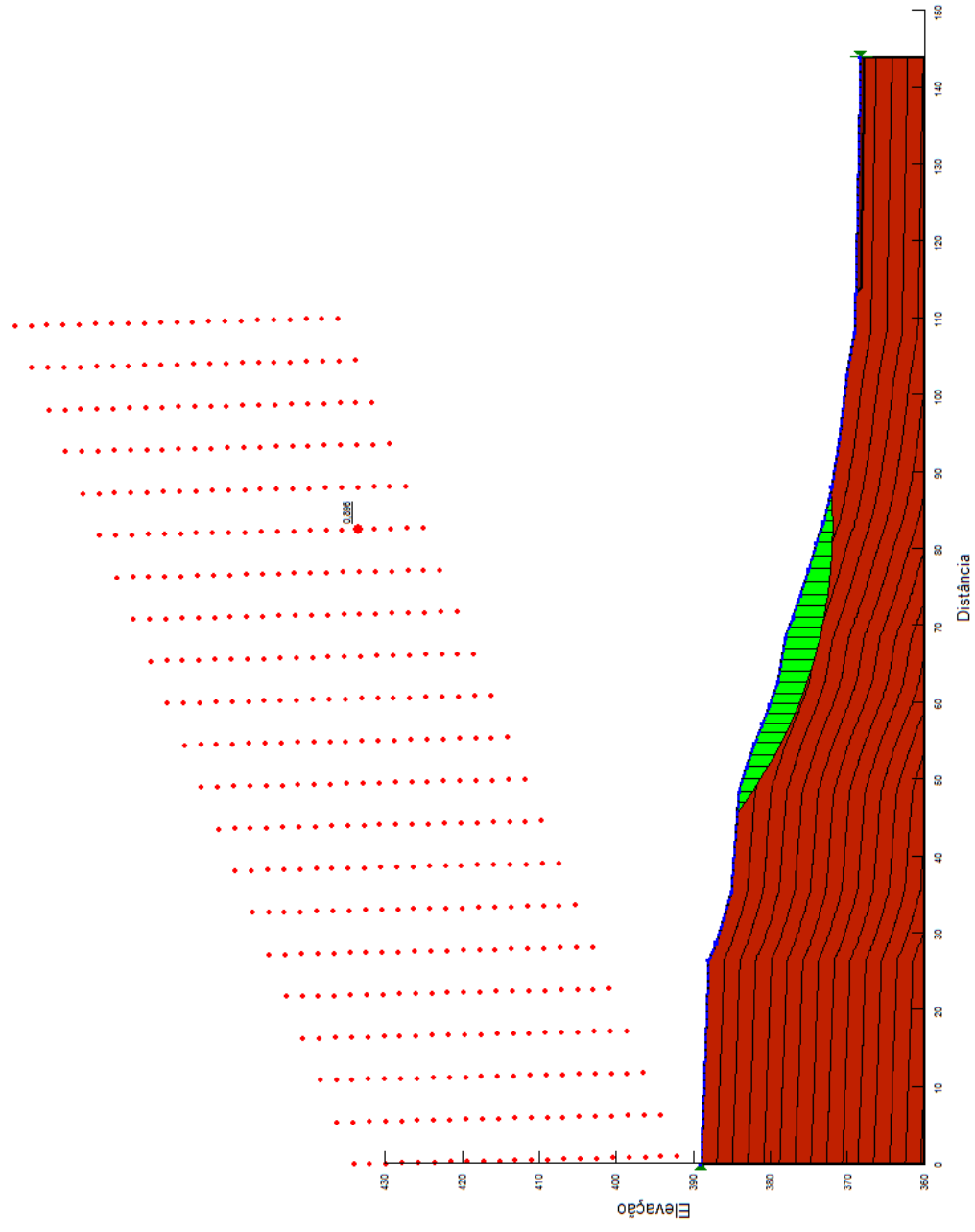


Figura 211 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Bishop – Interface solo rocha

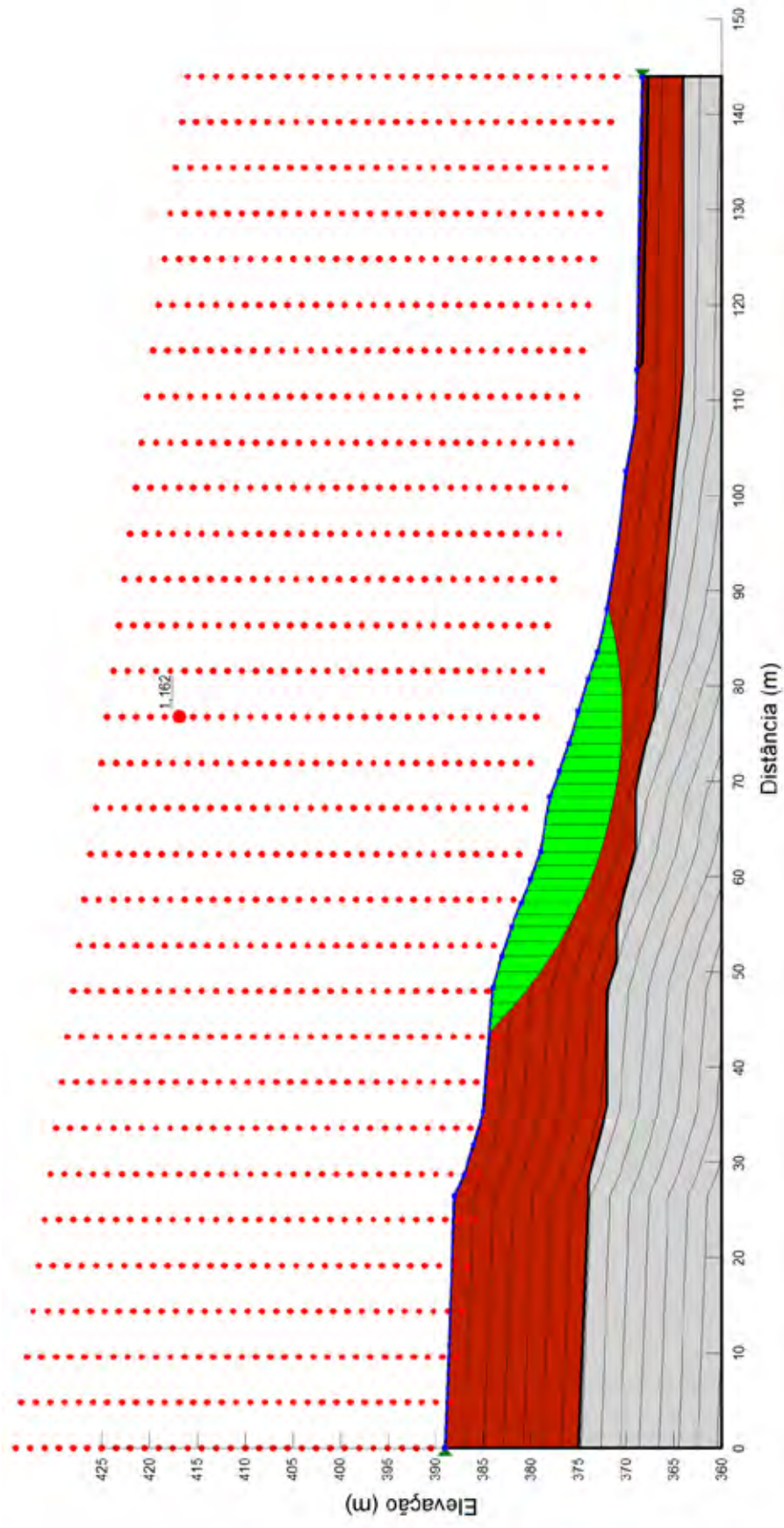


Figura 212 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Janbu – Interface solo rocha

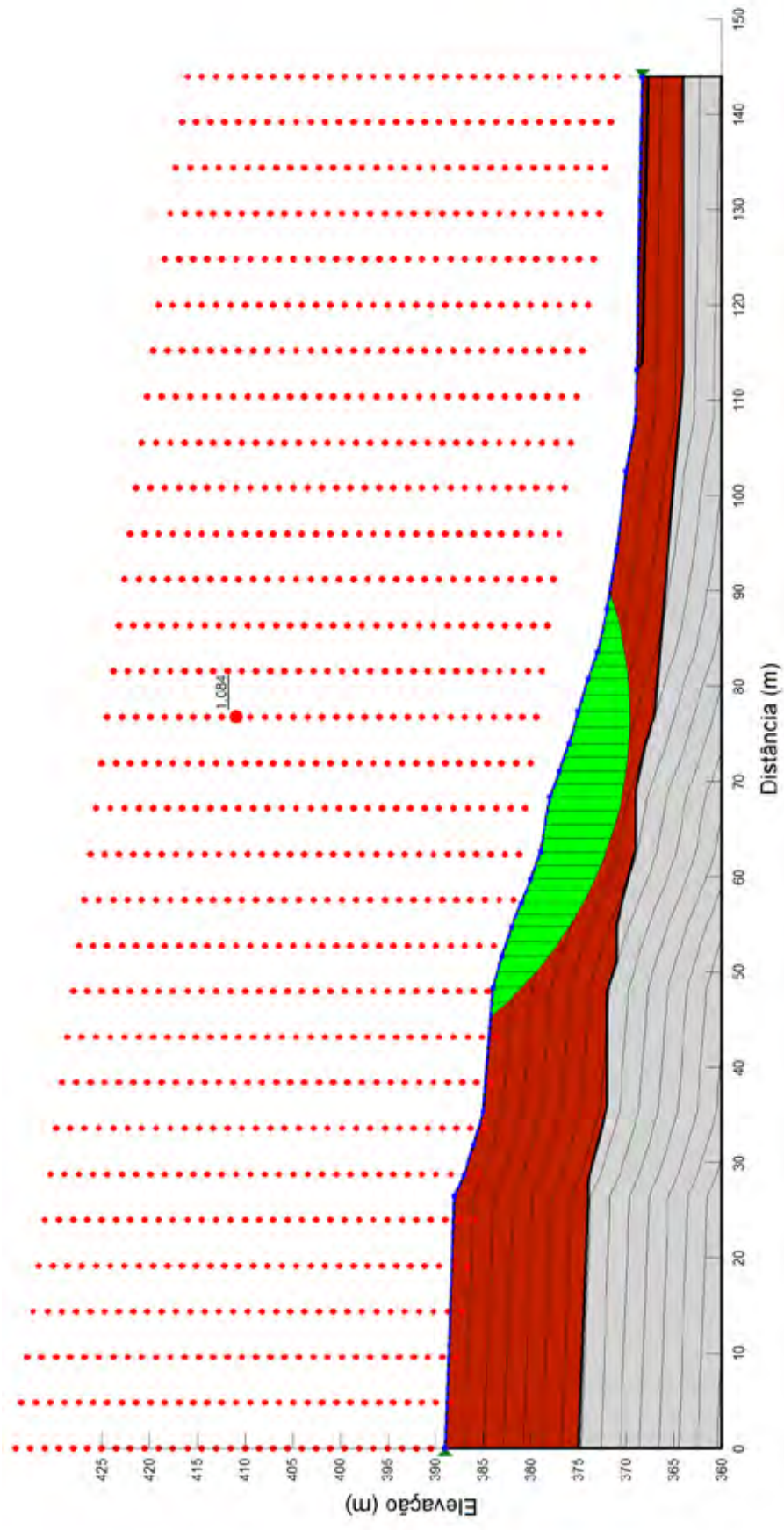


Figura 213 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Morgenstern Price – Interface solo rocha

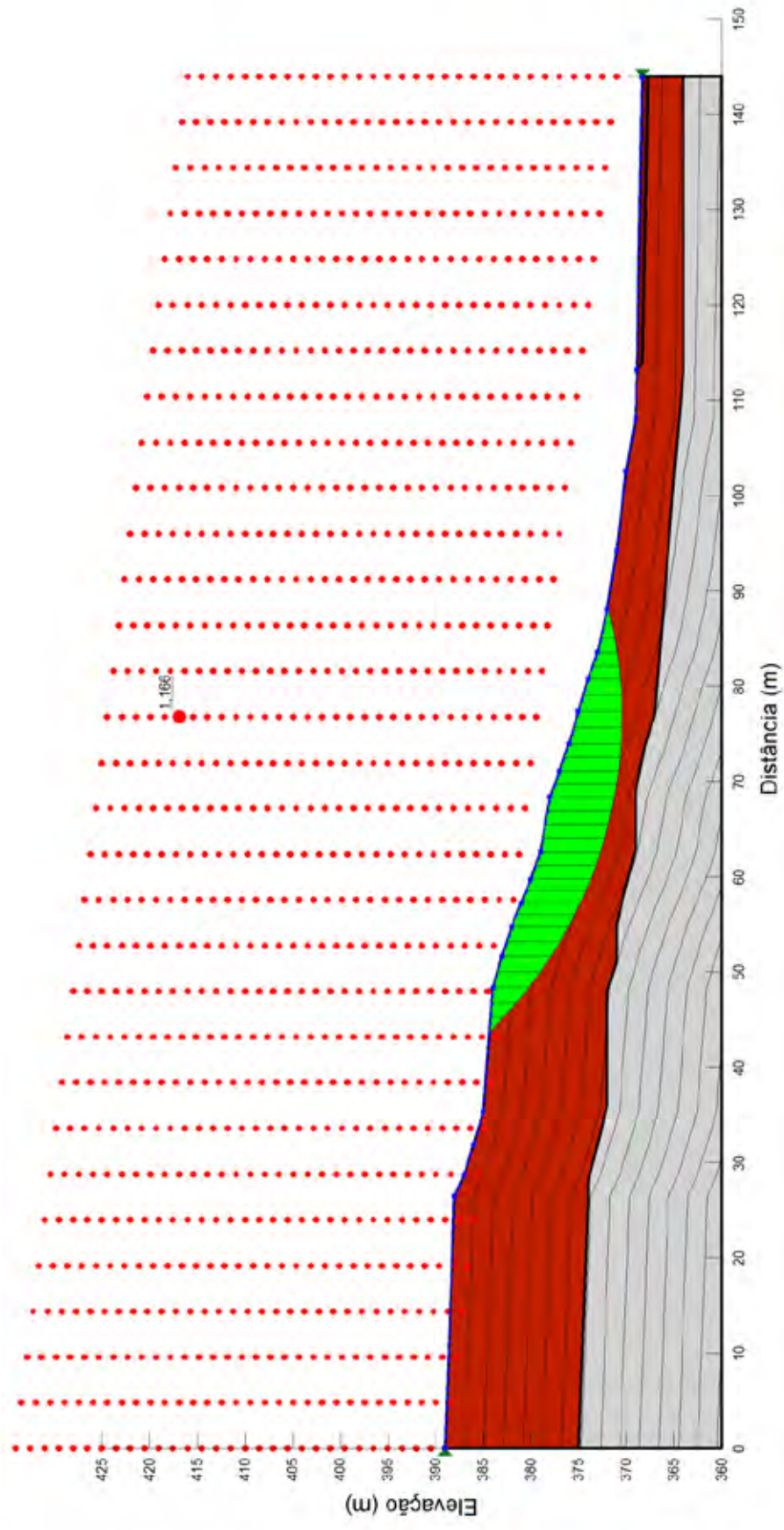


Figura 214 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Ordinary – Interface solo rocha

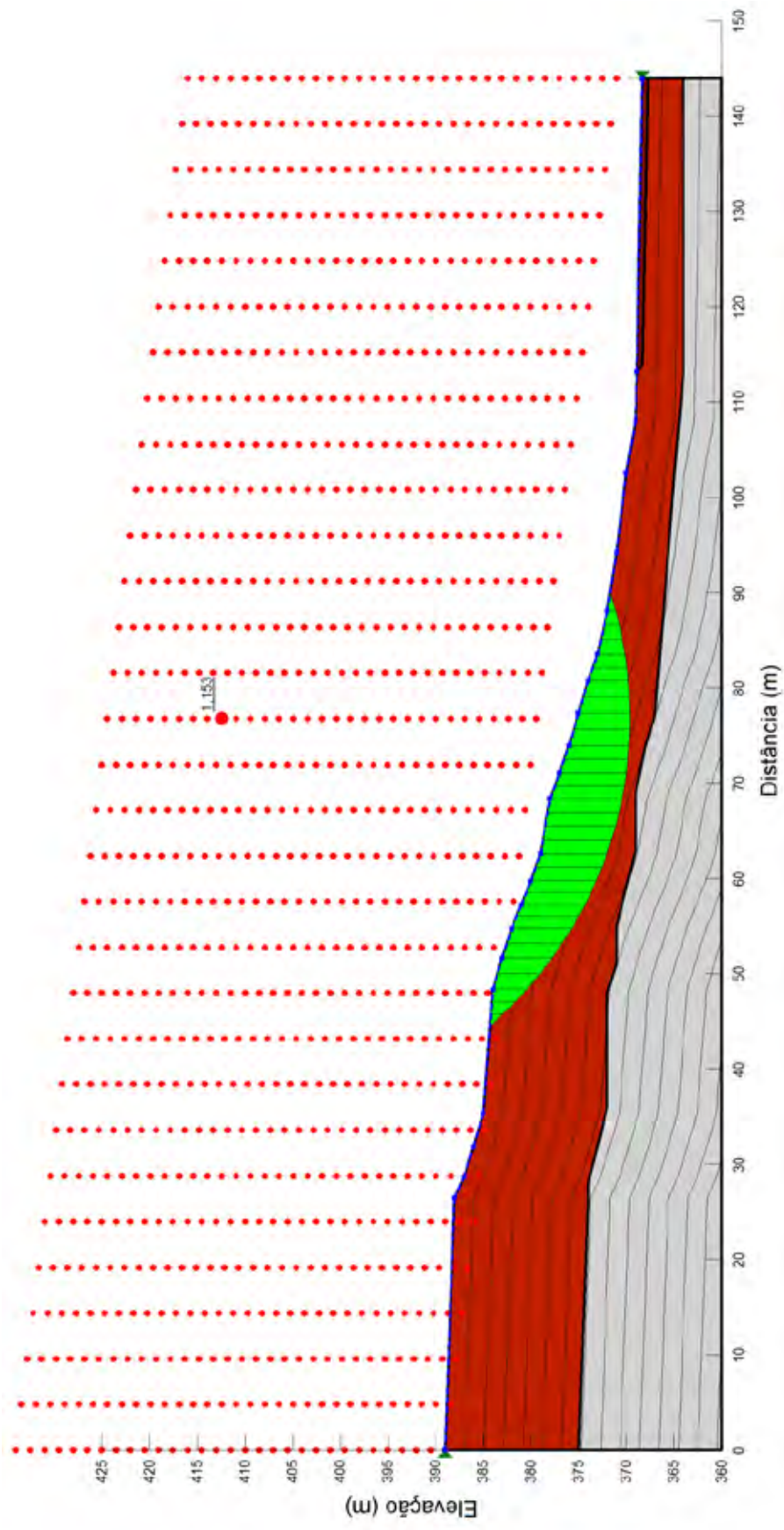
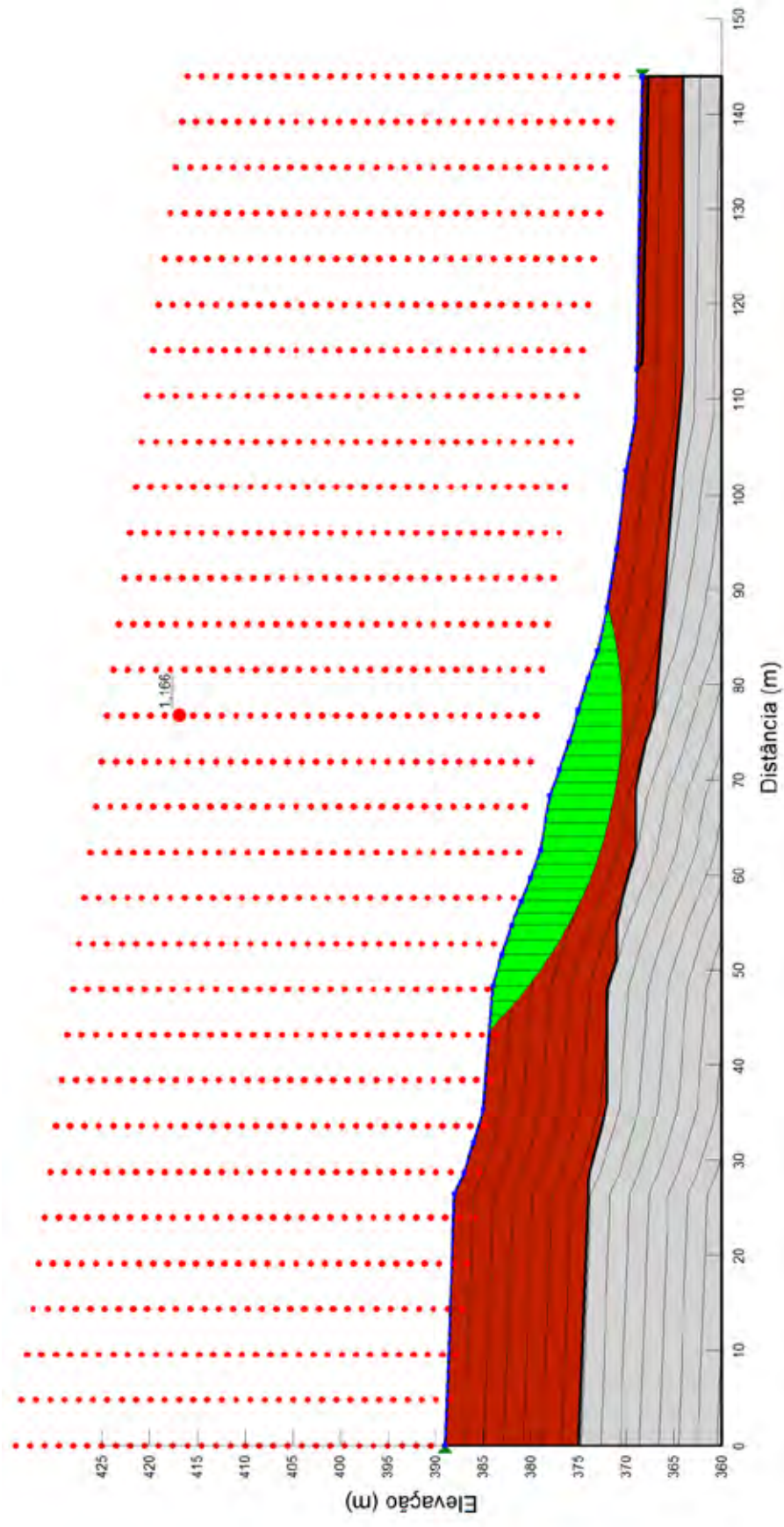


Figura 215 - Análise da estabilidade de talude da seção da amostra 2.0059.19 pelo método de Spencer – Interface solo rocha

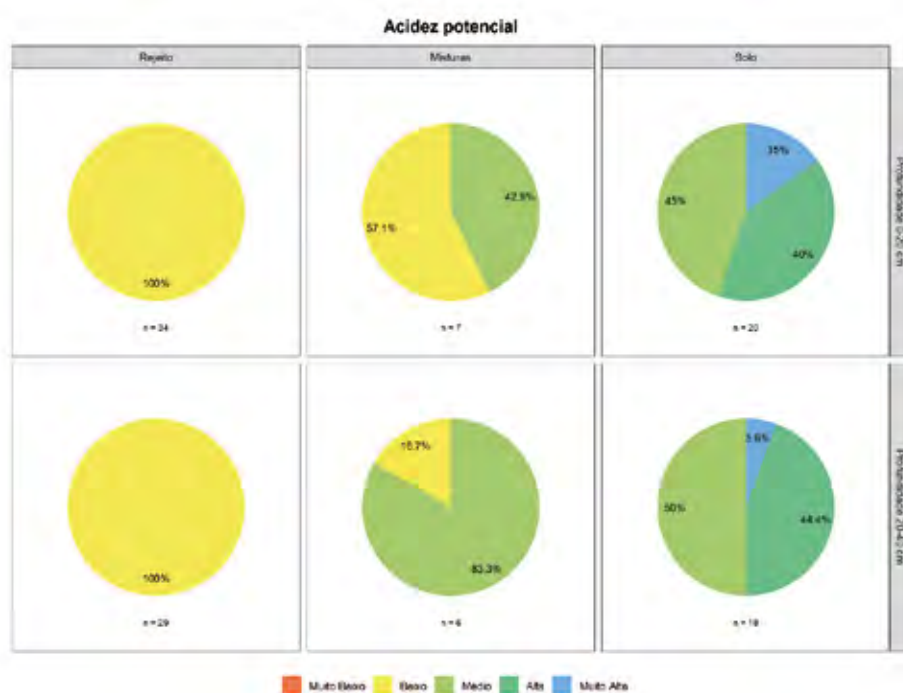


APÊNDICE M – INTERPRETAÇÃO DOS INDICADORES DE FERTILIDADE

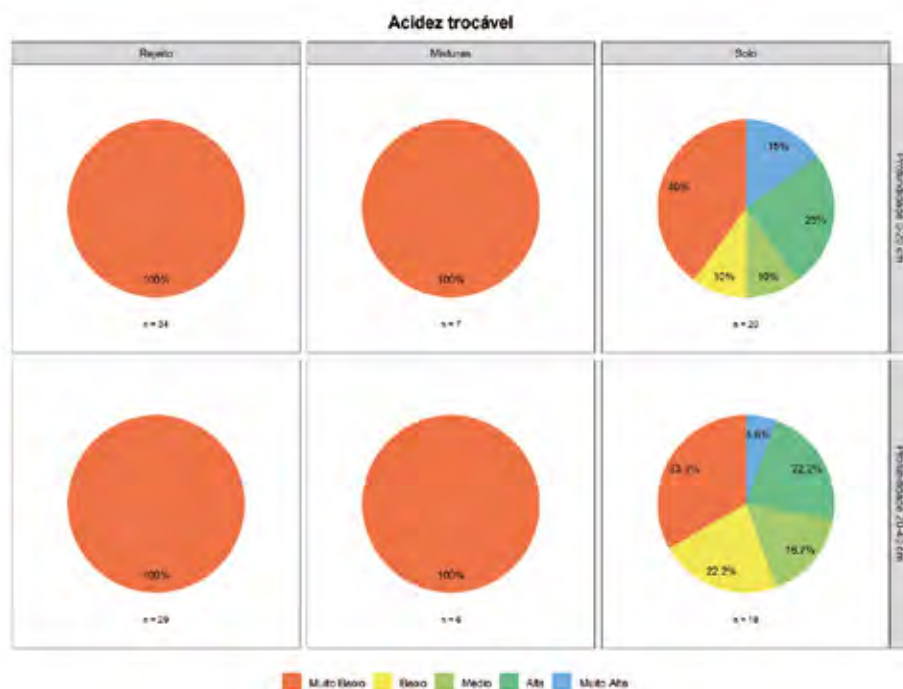
Apêndice M – Figura 1 – Interpretação dos valores de pH em água em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



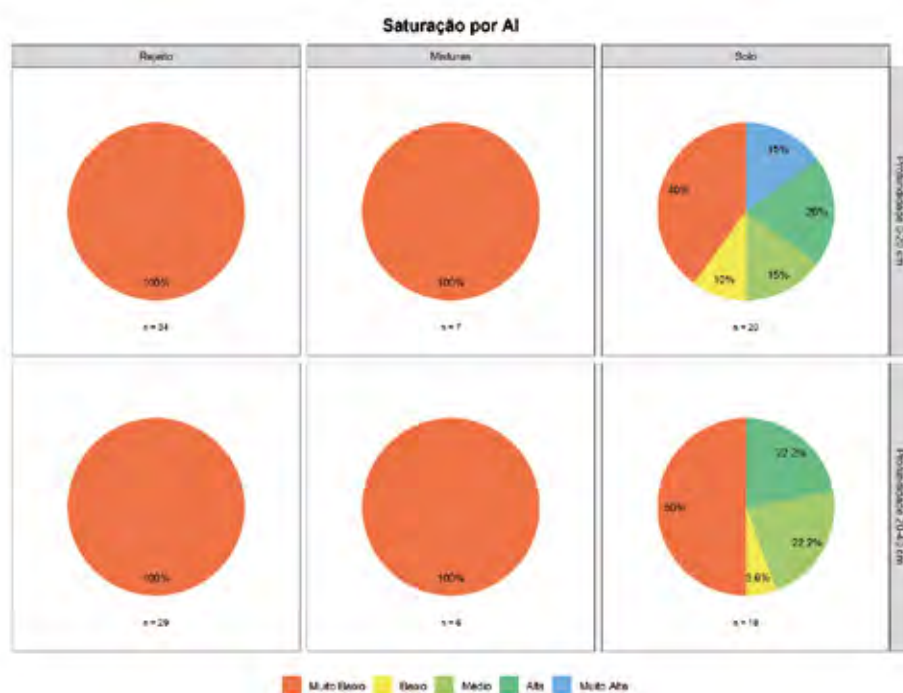
Apêndice M – Figura 2 – Interpretação dos níveis de acidez potencial em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 3 – Interpretação dos níveis de acidez trocável em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



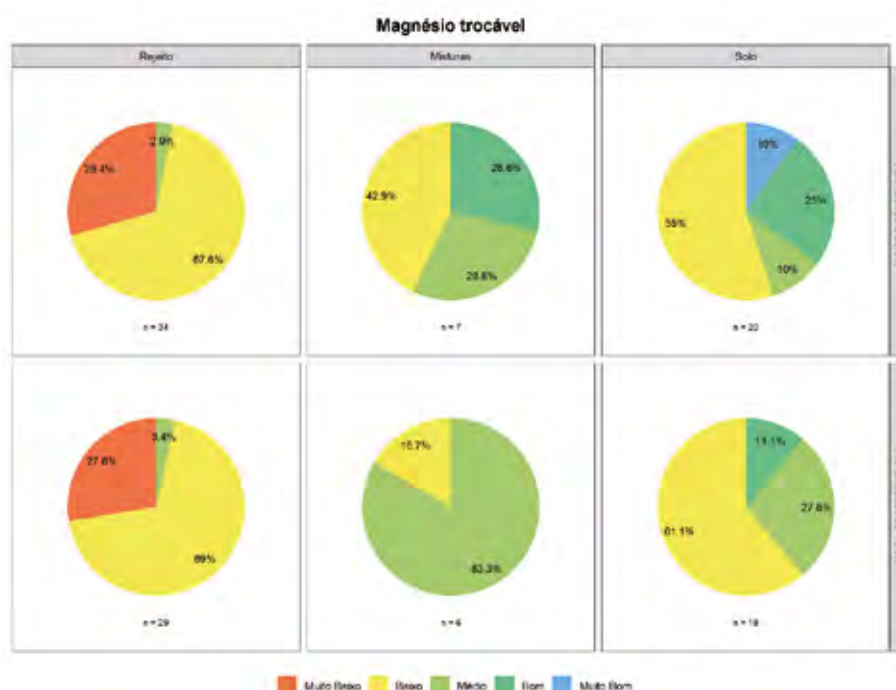
Apêndice M – Figura 4 – Interpretação dos níveis de saturação por alumínio em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 5 – Interpretação dos níveis de cálcio trocável em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



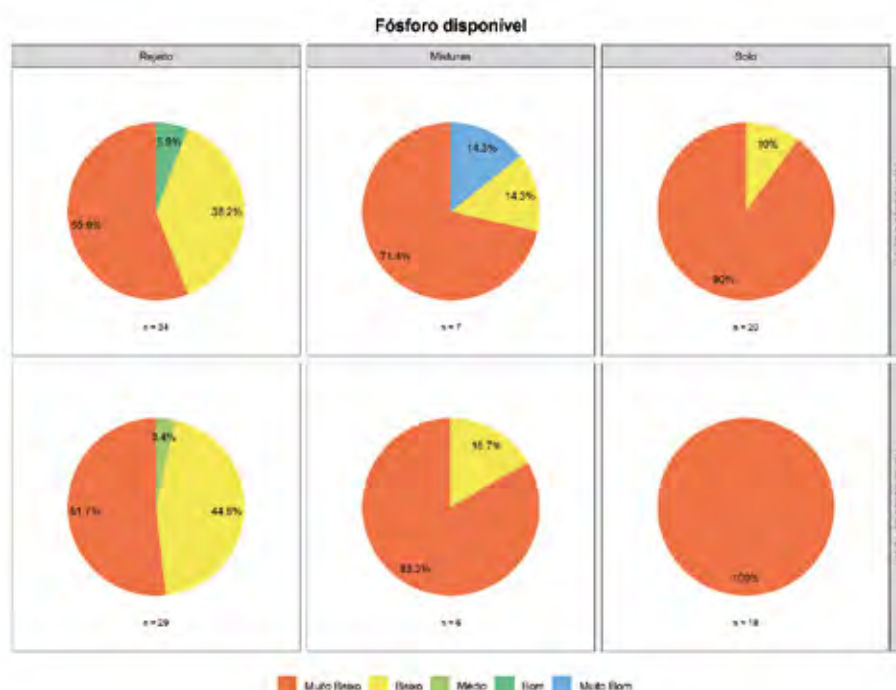
Apêndice M – Figura 6 – Interpretação dos níveis de Mg trocável em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 7 – Interpretação dos níveis de K disponível em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 8 – Interpretação dos níveis de P disponível em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 9 – Interpretação dos teores de soma de bases em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



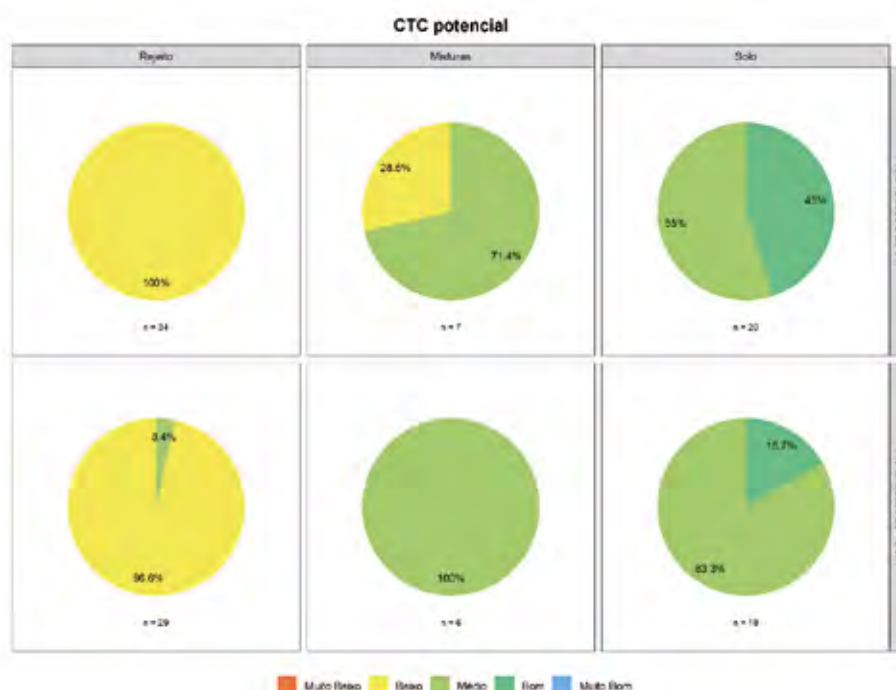
Apêndice M – Figura 10. Interpretação dos níveis de saturação de bases em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



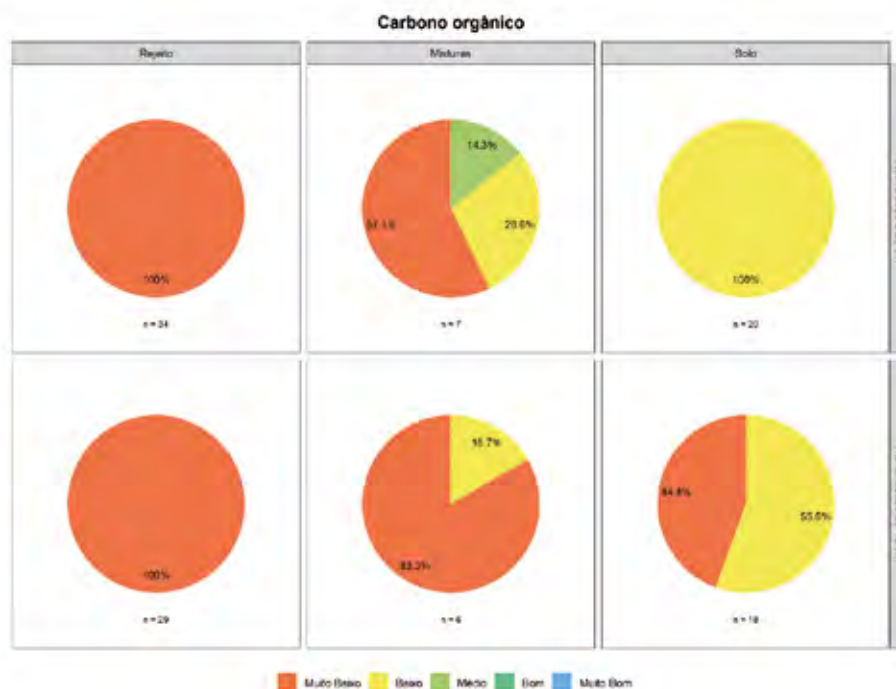
Apêndice M – Figura 11. Interpretação dos níveis de CTC efetiva em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



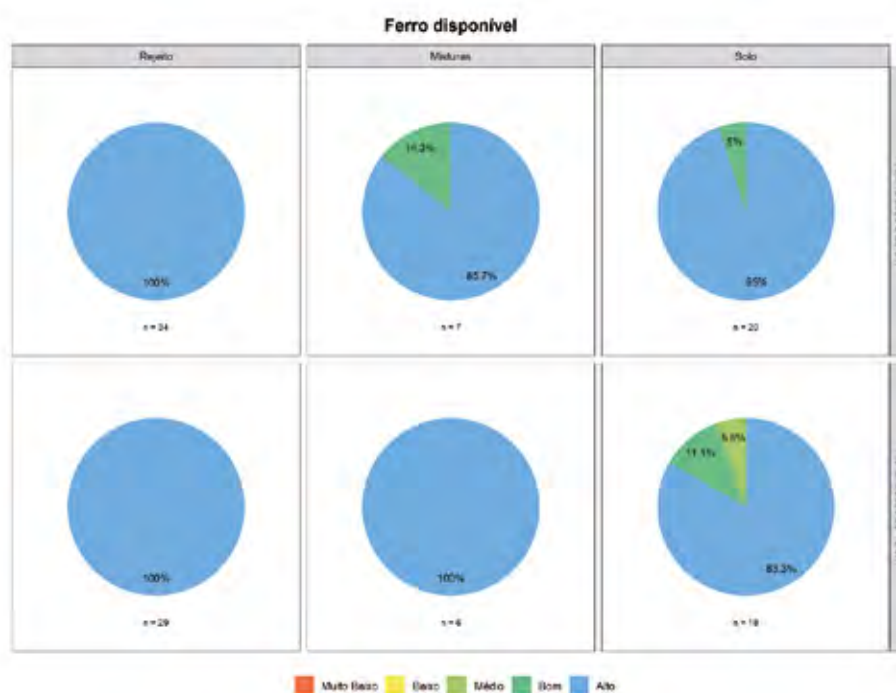
Apêndice M – Figura 12. Interpretação dos níveis de CTC potencial em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



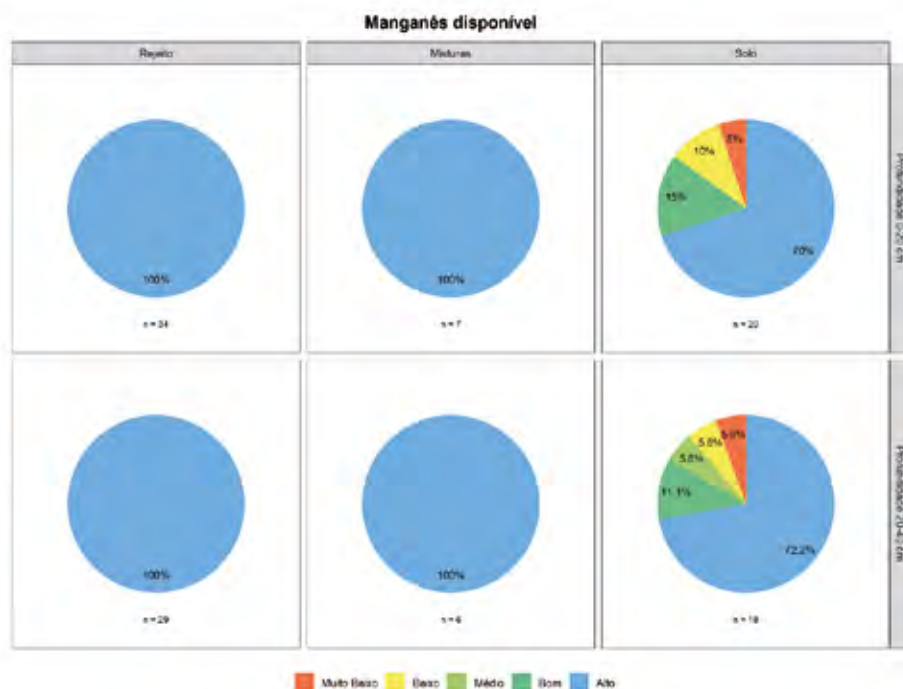
Apêndice M – Figura 13. Interpretação dos níveis de carbono orgânico em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



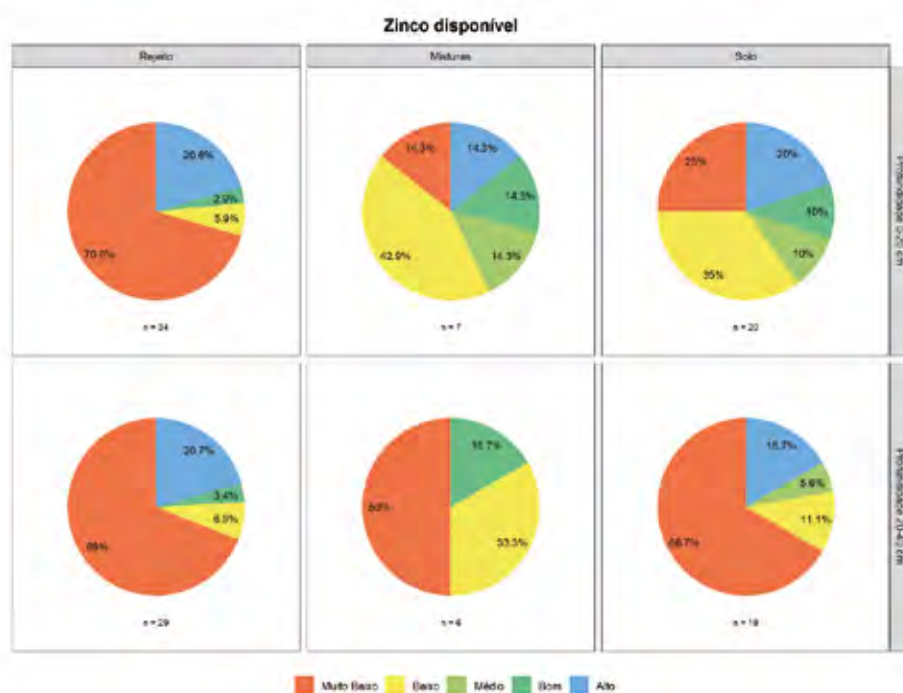
Apêndice M – Figura 14. Interpretação dos níveis de ferro disponível em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 15. Interpretação dos níveis de Mn disponível em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).



Apêndice M – Figura 16. Interpretação dos níveis de Zn disponível em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).

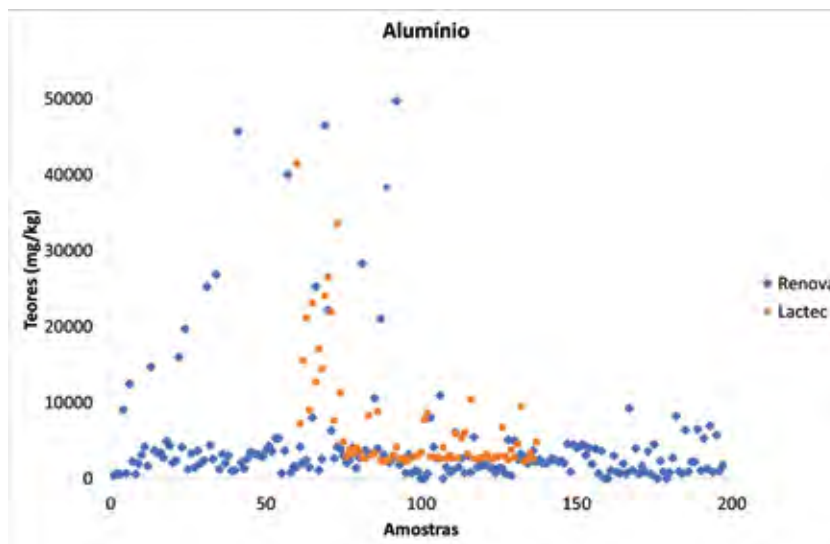


Apêndice M – Figura 17. Interpretação dos níveis de cobre disponível em amostras de solo, rejeito e misturas coletadas em 10 seções transversais na bacia do rio Doce (0-20 e 20-40 cm) de acordo com o Manual de Recomendações para o Uso de Corretivos e Fertilizantes em Minas Gerais (Ribeiro et al., 1999).

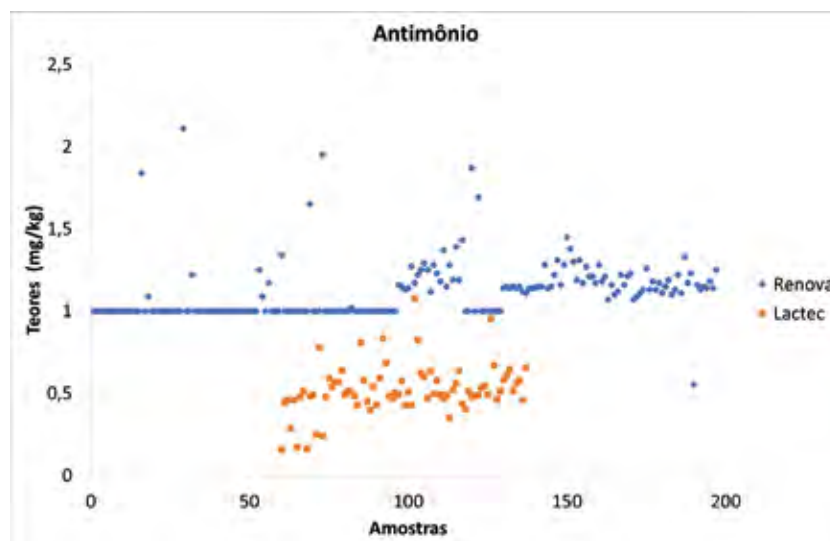


APÊNDICE N – COMPARAÇÃO DOS TEORES PSEUDO TOTAIS DAS AMOSTRAS DE REJEITO DEPOSITADO OBTIDOS PELA RENOVA E PELO LACTEC

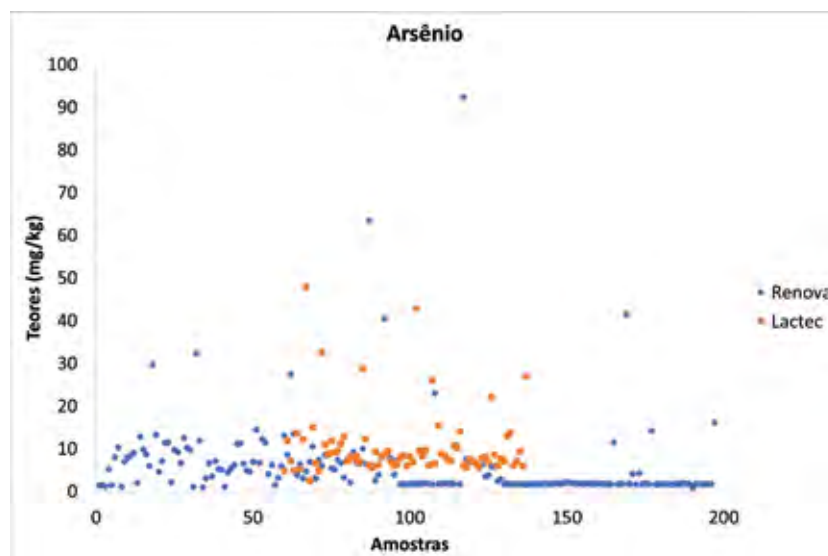
Apêndice N – Figura 1 - Comparação dos teores pseudo totais do Alumínio nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



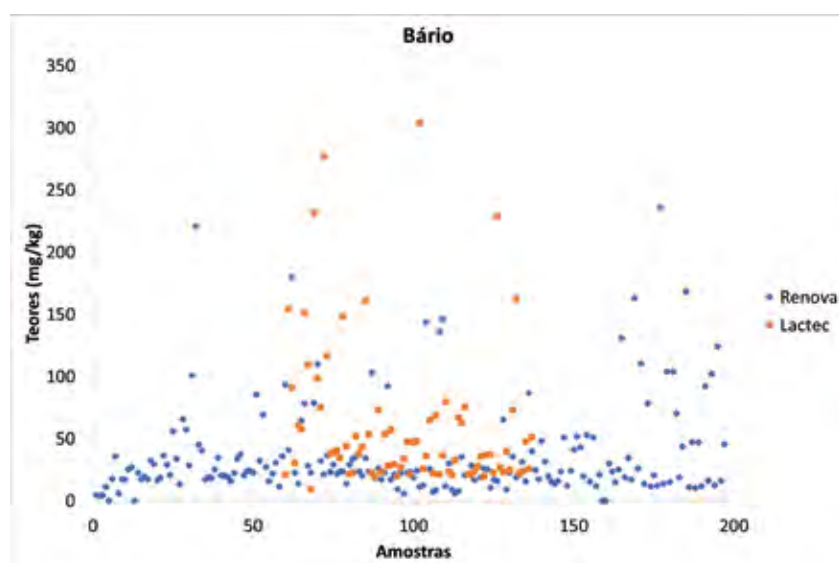
Apêndice N – Figura 2 - Comparação dos teores pseudo totais do Antimônio nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



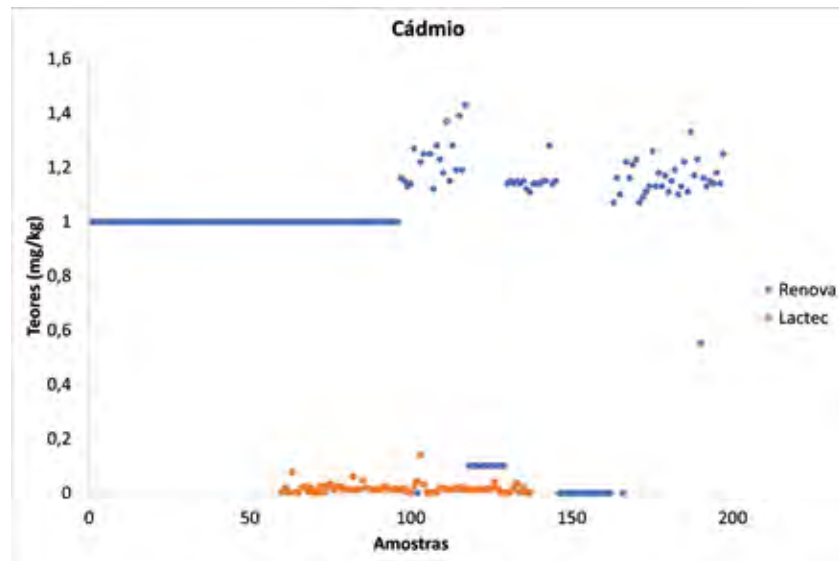
Apêndice N – Figura 3 - Comparação dos teores pseudo totais do Arsênio nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



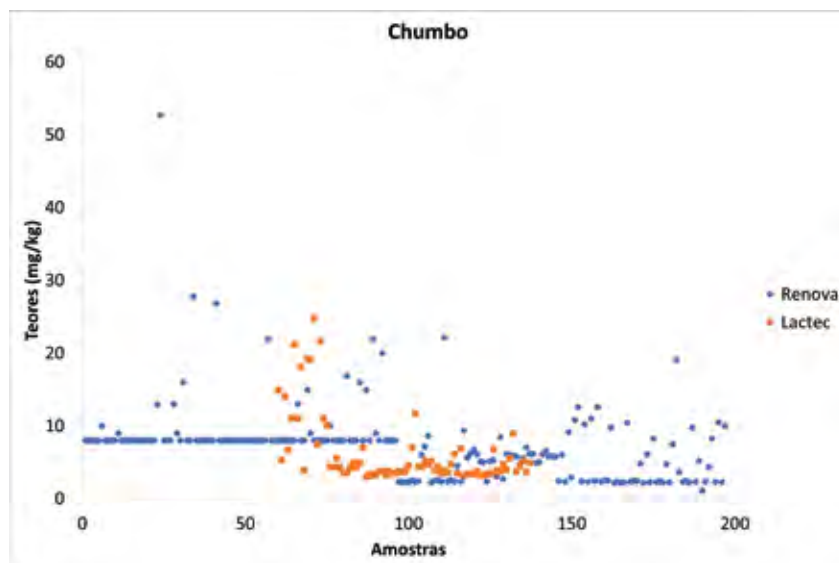
Apêndice N – Figura 4 - Comparação dos teores pseudo totais do Bário nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



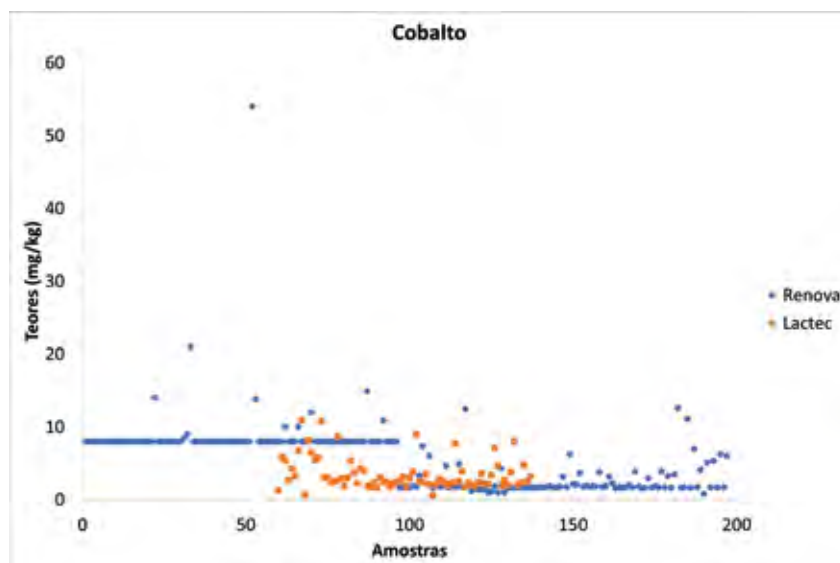
Apêndice N – Figura 5 - Comparação dos teores pseudo totais do Cádmio nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



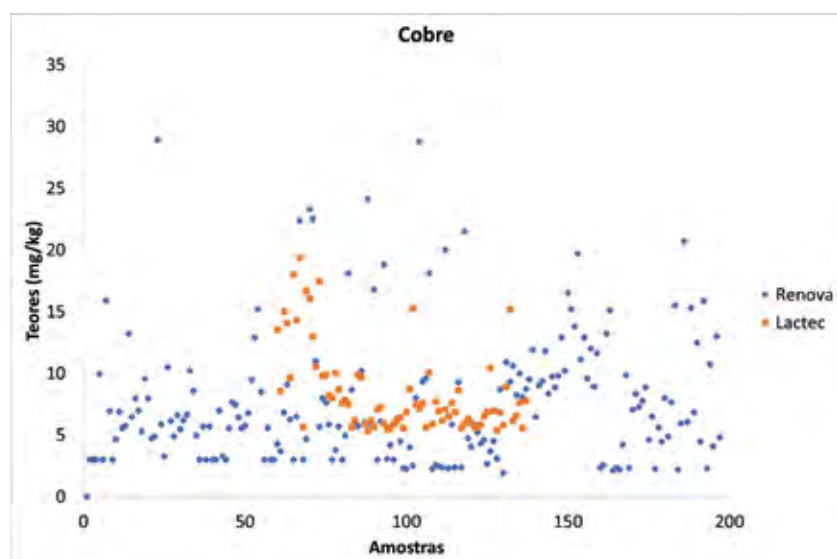
Apêndice N – Figura 6 - Comparação dos teores pseudo totais do Chumbo nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



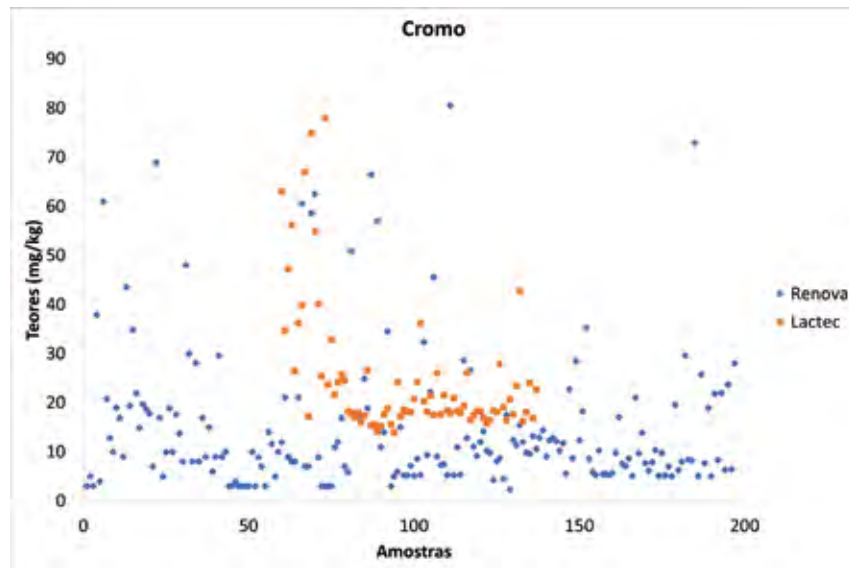
Apêndice N – Figura 7 - Comparação dos teores pseudo totais do Cobalto nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



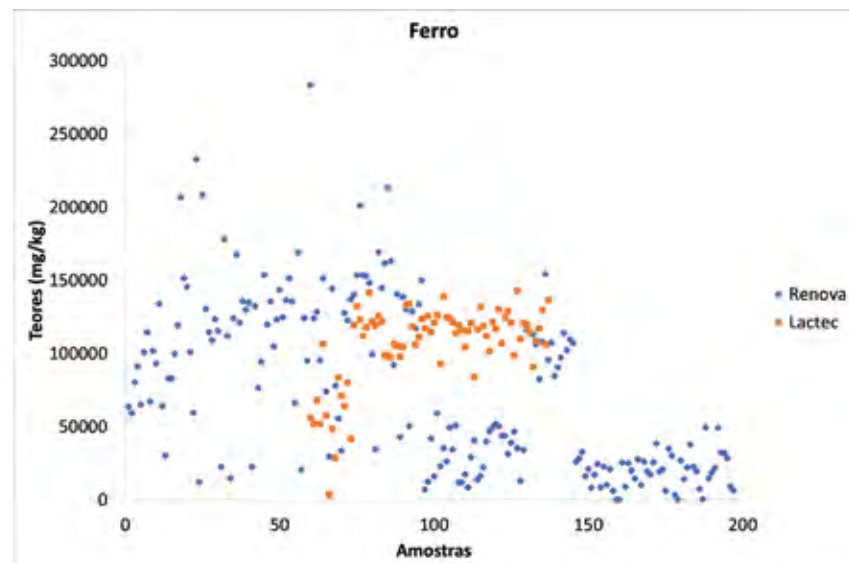
Apêndice N – Figura 8 - Comparação dos teores pseudo totais do Cobre nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



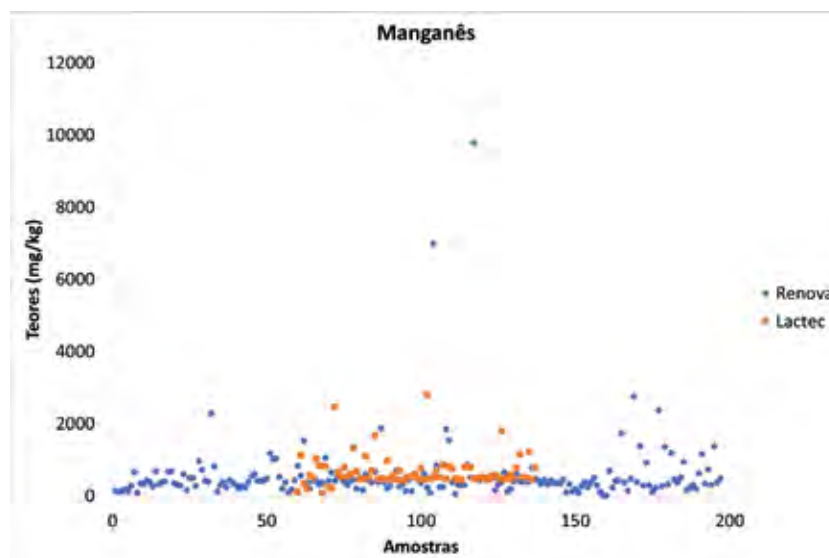
Apêndice N – Figura 9 - Comparação dos teores pseudo totais do Cromo nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



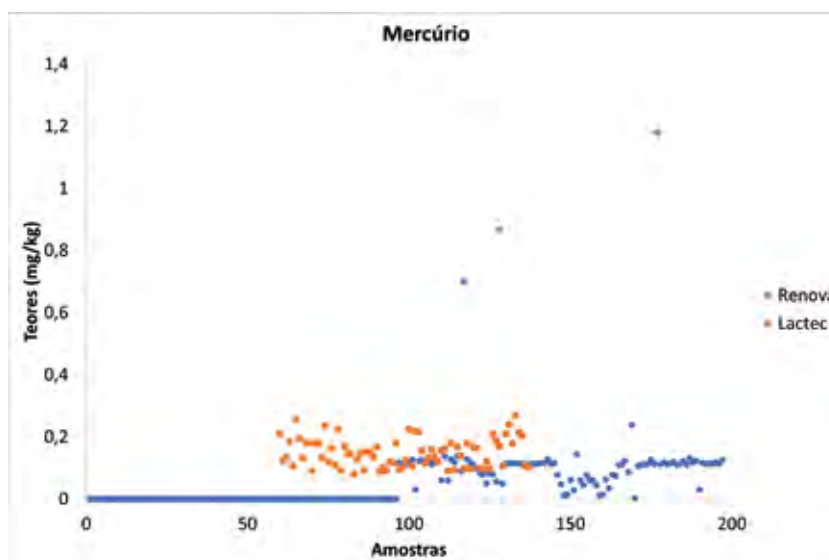
Apêndice N – Figura 10 – Comparação dos teores pseudo totais do Ferro nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



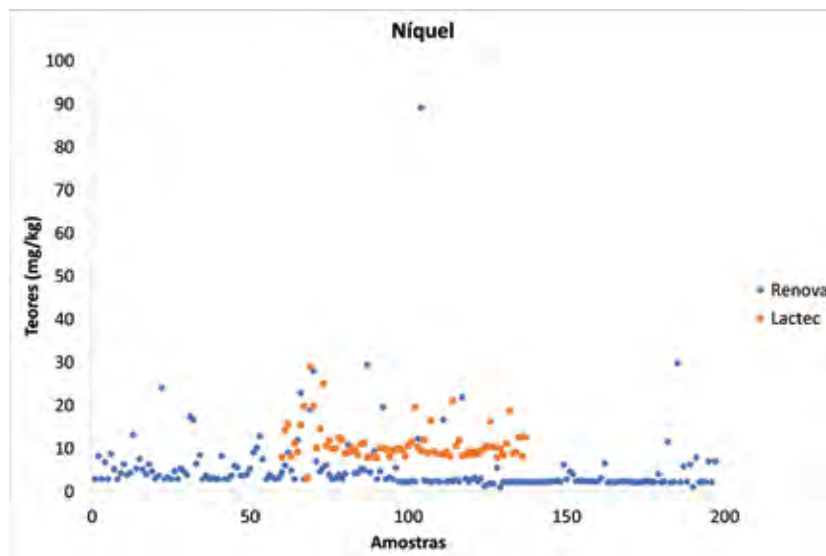
Apêndice N – Figura 11 - Comparação dos teores pseudo totais do Manganês nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



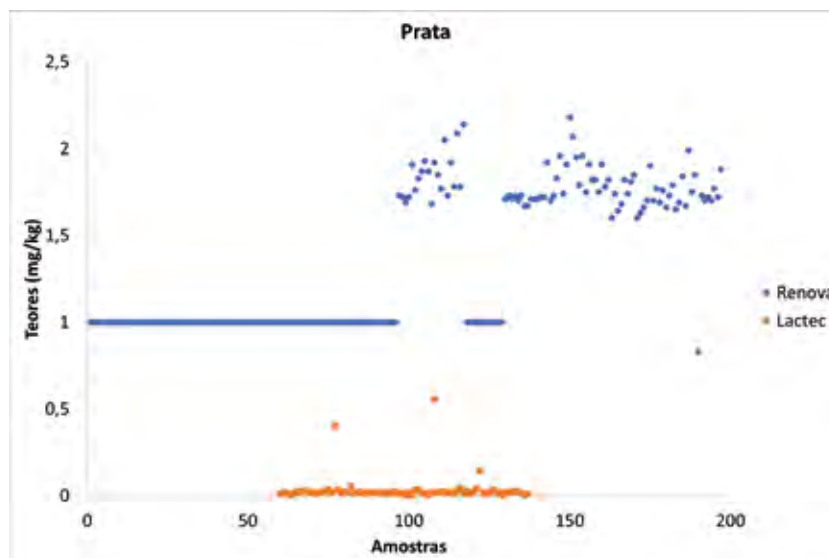
Apêndice N – Figura 12 - Comparação dos teores pseudo totais do Mercúrio nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



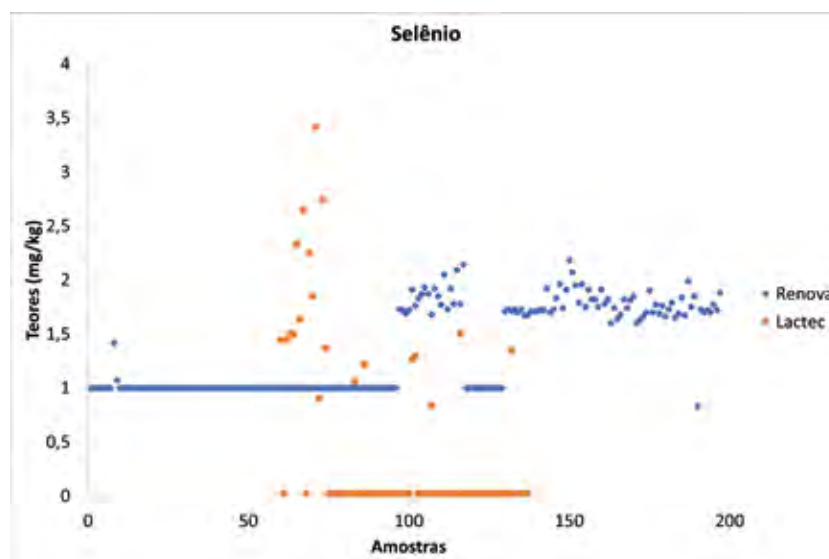
Apêndice N – Figura 13 - Comparação dos teores pseudo totais do Níquel nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



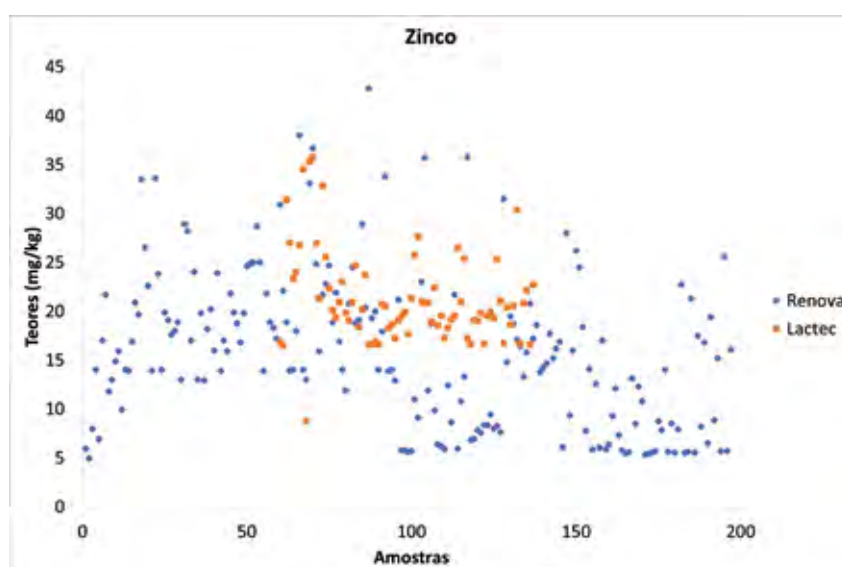
Apêndice N – Figura 14 - Comparação dos teores pseudo totais da Prata nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



Apêndice N – Figura 15 - Comparação dos teores pseudo totais do Selênio nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.



Apêndice N – Figura 16 - Comparação dos teores pseudo totais do Zinco nas amostras de rejeitos depositados obtidos pela Renova e pelo Lactec.





www.institutoslactec.org.br

CONTATO

Leonardo Pussieldi Bastos
Divisão de Meio Ambiente
T + 55 (41) 3361-6882
leonardo.bastos@lactec.org.br