

Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento
da barragem de Fundão na bacia do rio Doce

Relatório Parcial de Valoração Econômica dos Danos Socioambientais

Lactec
Curitiba – Paraná – Brasil
Janeiro/2020



Documento:	Relatório Parcial de Valoração Econômica dos Danos Socioambientais
Considerações Gerais:	Este documento refere-se ao Relatório Parcial de Valoração Econômica dos Danos Socioambientais, parte integrante do Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na Bacia do Rio Doce e Região Costeira Adjacente, o qual apresenta as metodologias aplicadas à valoração econômica dos danos e resultados iniciais obtidos até dezembro de 2019
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

PRESIDÊNCIA		
Luiz Fernando Vianna	Diretor Presidente	
DIRETORIA		
Lauro Elias Neto	Diretor de Operações Tecnológicas	
Hélio Padilha	Diretor de Desenvolvimento Tecnológico	
Katia Patrícia Campanharo Fiebich Peroni	Diretora Administrativo-Financeira	
GERÊNCIA DE SEGMENTO		
André Ricardo Capra	MSc. Engenheiro Mecânico	Ensaio e Análises. Laboratoriais
Luiz Alkmin de Lacerda	Dr. Engenheiro Civil	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
Tania Lucia Graf de Miranda	Dra. Engenheira Agrônoma	Serviços Tecnológicos e Inovação
GERÊNCIA DE ÁREA		
Betina Lepretti Medeiros	MSc. Engenheira Civil	Estruturas Cíveis
Fabiano Scheer Hainosz	MSc. Engenheiro Cartógrafo	Geossoluções
Guilherme Cunha da Silva	Dr. Engenheiro Eletricista	Materiais
Leandro Zem	Administrador de Empresas	Escritório de Projetos
Jefferson Arndt	Esp. Analista de Sistemas	Inteligência de Negócios
Rodrigo Soares Ferreira	MSc. Químico	Análises Químicas
Rosana de Fátima Colaço Gibertoni	MSc. Engenheira Civil	Meio Ambiente
EQUIPE TÉCNICA		
COORDENAÇÃO DO PROJETO		
Leonardo Pussieldi Bastos	MSc. Biólogo	Coordenação Geral
Luiz Alkmin de Lacerda	Dr. Engenheiro Civil	Coordenação Técnica
Tania Lucia Graf de Miranda	Dra. Engenheira Agrônoma	Coordenação Técnica
Gleiciane Fernanda de Carvalho Blanc	MSc. Engenheira Ambiental	Coordenação Executiva
GESTÃO E ACOMPANHAMENTO		
Franciele Dãobroski	Esp. Engenheira Eletricista	Analista de Projeto
Guilherme de Poli	Administrador de Empresas	Analista de Projeto
Leandro Zem	Esp. Administrador de Empresas	Analista de Projeto
EQUIPE EXECUTORA		
Renata Cristine da Silva Gonçalves	Esp. Economista	Valoração econômica
Ronaldo Serôa da Motta	Dr. Economista	Valoração econômica
Ramón Arigoni Ortiz	Dr. Economista	Valoração econômica
Norman Francis Meade	BSc. Economista	Valoração econômica
Michael Paul Welsh	Dr. Economista	Valoração econômica

Mikołaj Dariusz Czajkowski	Dr. Economista	Valoração econômica
Luís César Périssé	Esp. Marketing	Pesquisa qualitativa
Francisco Serralvo Teizen	Psicólogo	Pesquisa qualitativa
Marianne Schaefer	MSc. Engenheira	Águas Superficiais Continentais
França Sieciechowicz	Ambiental	
Maurício Belezia de Oliveira	MSc. Biólogo	Ictiofauna
Fernando Camargo da Silva	Esp. Engenheiro Florestal	Flora
Marcelo Alejandro Villegas Vallejos	MSc. Biólogo	Fauna Silvestre
Cristiane Schappo Wessling	MSc. Engenheira Ambiental	Patrimônio Cultural
Paulo Eduardo Zanettini	Dr. Arqueólogo	Patrimônio Cultural

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Entendimento Entre Recuperação e Compensação	13
Figura 2 –Perda Interina e Ações Compensatórias	20
Figura 3 –Processo de construção para montagem da equação	24
Figura 4 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Vegetação	28
Figura 5 –Danos à flora a serem valorados e as classes de vegetação consideradas	29
Figura 6 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Água (Serviços Hídricos)	32
Figura 7 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Fauna Aquática	36
Figura 8 –Riqueza da Ictiofauna Registrada no Ambiente Aquático Continental.....	38
Figura 9 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Fauna Silvestre.....	39
Figura 10 –Comportamento do Indicador de Rotatividade Temporal (Similaridade) nos Sítios Controle e de Tratamento, ao Longo do Tempo	41
Figura 11 –Comportamento do Indicador de Riqueza nos Sítios Controle e de Tratamento, ao Longo do Tempo	42
Figura 12 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Patrimônio Cultural	44
Figura 13 –Gráfico 1: Relação Inversa entre o Erro Amostral e o Tamanho da Amostra	64
Figura 14 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Patrimônio Cultural.....	69
Figura 15 –Método de Seleção de Residência no Quarteirão para Realização da Pesquisa	82
Figura 16 –Mapa de Cobertura da Pesquisa Piloto 3 em Belo Horizonte (MG)	88
Figura 17 –Mapa de Cobertura da Pesquisa Piloto 3 em Recife (PE)	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas em hectares de vegetação suprimida subdivida por classe de vegetação e por danos à flora a serem valorados.....	30
Tabela 2 – Número de Pessoas responsáveis por domicílios particulares, segundo classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, no Brasil, sete Regiões Metropolitanas e três Municípios, 2010 e 2018	61
Tabela 3 – Locais onde se Pretende Realizar a Pesquisa e a Amostra Definida	65
Tabela 4 – População-alvo e Amostra Estratificada para os Estudos de Valoração dos Danos do desastre Samarco, das pessoas responsáveis por domicílios particulares, segundo classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, no Brasil e Grandes Regiões, projeção para o ano de 2018.	67
Tabela 5 – Amostra Estratificada para os Estudos de Valoração dos Danos do desastre Samarco, de pessoas responsáveis por domicílios particulares, segundo classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, no Brasil e Grandes Regiões, ano de 2018	68
Tabela 6 – Simulação de Tamanhos de Amostras e Erros Amostrais para os Municípios de Governador Valadares, Linhares e Mariana, calculados com nível de confiança probabilístico de 95%.....	69
Tabela 7 – Pesquisas com Grupos Focais Realizadas.....	71
Tabela 8 – Cidades e Quantitativos da Amostra Seleccionada para Aplicação da Pesquisa Piloto 1 – Região Metropolitana de São Paulo.....	74
Tabela 9 – Cidades e Quantitativo da Amostra Seleccionada para Aplicação da Pesquisa Piloto 3 – Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte (MG) e Recife (PE)	75
Tabela 10 – Cronograma dos Treinamentos dos Entrevistadores Executados em Belo Horizonte (MG).....	78
Tabela 11 – Cronograma dos Treinamentos dos Entrevistadores Executados em Recife (PE)	78
Tabela 12 – Entrevistas Pessoais Realizadas.....	86
Tabela 13 – Quantidade de Entrevistas Realizadas nas Pesquisas Piloto	87
Tabela 14 – Duração das Entrevistas por Pesquisa Piloto (em minutos)	89
Tabela 15 – Duração das Entrevistas por Entrevistador (em minutos) na Pesquisa Piloto 3.....	89
Tabela 16 – Duração das Entrevistas por Nível Educacional (em minutos) nas Pesquisas Piloto 2 e 3	91
Tabela 17 – Duração das Entrevistas por Classe Social (em minutos) nas Pesquisas Piloto 2 e 3	91
Tabela 18 – Resultado da Verificação das Entrevistas Realizadas, Pesquisa Piloto 3	92

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Apresentação dos principais conceitos que norteiam a metodologia	14
Quadro 2 – Recomendações NOAA para Valoração Contingente.....	52
Quadro 3 – Potenciais Vieses a Serem Mitigados	60
Quadro 4 – Cronograma de Atividades para Aplicação da Pesquisa Piloto 1 – Região Metropolitana de São Paulo.....	73
Quadro 5 – Cronograma de Atividades para Aplicação da Pesquisa Piloto 2 – Região Metropolitana de São Paulo.....	74
Quadro 6 – Cronograma de Atividades para Aplicação da Pesquisa Piloto 3 – Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte (MG) e Recife (PE).....	75
Quadro 7 – Cronograma de Atividades do Treinamento da Pesquisa Piloto 1 – Região Metropolitana de São Paulo (SP).....	77

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 MÉTODO DE EQUIVALENCIA DE HABITAT OU RECURSO	13
2.1 Metodologia	13
2.1.1 Procedimentos Estimativos para Mensuração da Quantidade de Serviço ou Recurso Recuperado e Compensado	19
2.1.2 Compensação Pecuniária Equivalente	23
2.1.3 Processo para Construção da Equação	24
2.1.4 Diferença Conceitual entre Serviços Ambientais e Serviços Ecosistêmicos	25
2.1.5 Fator de Desconto	25
2.1.6 Limitações da Metodologia	26
2.2 Resultados	27
2.2.1 Vegetação	27
2.2.1.1 Serviços Ecosistêmicos Potencialmente Afetados	27
2.2.1.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Vegetação e Definições Iniciais da Métrica	28
2.2.1.3 Próximas Etapas da Valoração do Habitat Vegetação	30
2.2.2 Água	31
2.2.2.1 Serviços Ecosistêmicos Potencialmente Afetados	31
2.2.2.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Água	32
2.2.2.3 Próximas Etapas da Valoração do Recurso Água	35
2.2.3 Fauna aquática (ictiofauna)	36
2.2.3.1 Serviços Ecosistêmicos Potencialmente Afetados	36
2.2.3.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Ictiofauna e Definições Iniciais da Métrica	36
2.2.3.3 Próximas Etapas da Valoração do Recurso Ictiofauna	38
2.2.4 Fauna terrestre	39
2.2.4.1 Serviços Ecosistêmicos Potencialmente Afetados	39
2.2.4.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Fauna Terrestre e Definições Iniciais da Métrica	39
2.2.4.3 Próximas Etapas da Valoração do Recurso Fauna Terrestre	43
2.2.5 Patrimônio cultural	43
2.2.5.1 Serviços Ecosistêmicos Potencialmente Afetados	43
2.2.5.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Fauna Terrestre e Definições Iniciais da Métrica	44

2.2.5.3 Próximas Etapas da Valoração do Patrimônio Cultural	47
3 MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE	49
3.1 Metodologia	49
3.1.1 Conceitos.....	49
3.1.1.1 Métodos Estatísticos	52
3.1.1.2 Abordagem para Modelar a DAP dos Entrevistados	55
3.1.1.3 Definição do Plano Amostral.....	60
3.1.2 Métodos para Aplicação das Pesquisas.....	69
3.1.2.1 Pesquisas Grupo Focal	70
3.1.2.2 Pesquisas Piloto.....	72
3.2 Resultados da aplicação das pesquisas de grupo focal – onda 1	83
3.3 Resultados da aplicação das pesquisas de grupo focal – onda 2	85
3.4 Resultados da aplicação das pesquisas de grupo focal – onda 3	86
3.5 Resultados da aplicação das pesquisas piloto	87
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.....	96

1 INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Doce é considerada a quinta maior bacia hidrográfica brasileira, com uma área de 83.400 km², a qual atravessa o território de dois estados da região Sudeste do Brasil, Minas Gerais e Espírito Santo. A Bacia integra 228 municípios incluídos total ou parcialmente na mesma, sendo 200 em Minas Gerais e 28 no Espírito Santo. Segundo informações do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (CBH-Doce), a bacia compreende uma população total de 3,5 milhões de habitantes (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019).

A empresa Samarco Mineração S/A de propriedade da Vale S/A e da BHP Billiton Ltda possui uma unidade em Mariana MG, município que integra a bacia, onde explora o minério de ferro, por meio da extração do mesmo em duas minas, Alegria Norte e Alegria Sul (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019).

Como parte da estrutura do empreendimento, a empresa possui dois reservatórios para a estocagem do rejeito resultante do processo de beneficiamento do minério de ferro, denominados de Barragem Fundão e Barragem Germano. E ainda, há um terceiro reservatório para o armazenamento da água do processo industrial e retenção de sedimentos advindos das barragens de rejeitos, sendo este reservatório denominado de Barragem Santarém (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019).

Em 05 de novembro de 2015 houve o rompimento da Barragem Fundão, liberando imediatamente 33 hm³ de rejeitos ao ambiente, passando por cima da barragem de Santarém e seguindo os cursos d'água até chegar ao mar, isto é, afetando os rios Gualaxo do Norte, Carmo e alcançando o Rio Doce e a região costeira adjacente à sua foz. Após o rompimento, o rejeito continuou vazando da cava de Fundão, influenciado pelo período chuvoso, incrementando o volume extravasado em, aproximadamente, mais 11 hm³. Além disso, em janeiro de 2016 houve uma cheia que alcançou áreas que não haviam sido atingidas pela onda de rejeitos. Essas áreas também foram consideradas afetadas pelo rompimento desta barragem (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2019).

Conforme o Termo de Ajustamento Preliminar firmado entre o Ministério Público Federal (MPF), a Samarco Mineração S.A., a Vale S.A. E a BHP Billiton Brasil Ltda., cabe ao Lactec a realização do diagnóstico dos danos socioambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão, ao longo da bacia do rio Doce e da zona costeira adjacente, incluindo assessoria técnica ao MPF-MG e valoração econômica dos danos.

O desastre ocorrido causou diversos danos ambientais que afetaram os recursos e serviços ecossistêmicos da região, ocasionando, o que a ciência econômica denomina de externalidades negativas. Segundo Longo (1993) a externalidade é definida como uma imposição de um efeito externo causado a terceiros, gerada em uma relação de produção, consumo ou troca.

A externalidade pode ser tanto negativa quanto positiva, isto dependerá dos efeitos gerados aos terceiros. Com o tempo, a ciência econômica percebeu a necessidade de incorporar as externalidades negativas, mas especificamente aquelas que causam danos ambientais, aos custos dos agentes poluidores, isto é, aos custos das atividades econômicas. A fim de que, desta maneira, houvesse um pagamento monetário a esses efeitos negativos, sendo eles intencionais ou não, levando o agente econômico à busca constante pela eficiência e redução dos mesmos.

Desta maneira, o desastre ocorrido e que afetou a bacia do Rio Doce, necessita de uma mensuração econômica, com o intuito de medir em termos monetários o que representou os danos ambientais ocorridos, e assim, gerar para a sociedade alguma compensação, frente à perda observada.

Assim, a primeira etapa incluiu a realização dos diagnósticos de danos, que levantaram e avaliaram todos os danos oriundos do desastre, para que posteriormente as metodologias para a Valoração Econômica dos Danos Ambientais pudessem ser aplicadas.

Ressalta-se que o escopo destas metodologias considera apenas a valoração dos serviços ecossistêmicos, isto é, focando apenas na questão ambiental, e que outros danos associados ao contexto socioeconômico da região pertencem a outro escopo executado por outra entidade.

Para a valoração econômica dos danos ambientais estão sendo empregadas duas metodologias distintas: Método de Equivalência de Habitat (MEH) e Recursos (MER) e Método de Valoração Contingente cuja aplicação é denominada de Pesquisa aos Danos Totais.

Em 2018, foi apresentado o Relatório Metodológico de Valoração Econômica e Identificação dos Danos Ambientais (versão preliminar) com uma breve análise sobre as abordagens para a valoração de danos, porém, por não ser seu objetivo, não especificou qual delas seria utilizada. Desta maneira, esse documento vem apresentar os dois métodos selecionados para esta valoração e como serão aplicados.

Cabe destacar que os valores obtidos pelos métodos a serem adotados não serão somados ao final do trabalho, pelo contrário, será assumido como valoração econômica dos danos os resultados daquele método que apresentar o maior valor monetário.

Assim, este documento expõe detalhadamente ambos os métodos selecionados e seus resultados iniciais, até agora executados. A fim de, facilitar a compreensão do leitor e a apresentação das informações, este documento será subdividido em dois blocos, o primeiro bloco abordará o método de equivalência apresentando metodologia e resultados, e o segundo a valoração contingente, do mesmo modo apresentando metodologia e resultados.

2 MÉTODO DE EQUIVALENCIA DE HABITAT OU RECURSO

2.1 METODOLOGIA

O Método de Equivalência de Habitat (MEH) e Recursos (MER) será utilizado para a Valoração Econômica dos Danos Ambientais ocorridos em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão.

Este método considera o meio ambiente como provedor de recursos e serviços, e a reparação do dano se refere as ações de recuperação e compensação para gerar os recursos e serviços equivalentes (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018). Isto é, ações que permitam retornar à sociedade a mesma quantidade de recursos e/ou serviços perdidos com o desastre.

Assim, a abordagem do método de equivalência descrita a seguir, se aplica somente aos danos ambientais passíveis de compensação, por meio de ações que gerem serviços ou recursos equivalentes ao existente antes do desastre, promovendo estas ações no próprio local do dano ou em outro.

A relação entre compensação e recuperação precisa ser bem compreendida, pois um recurso e/ou serviço ambiental perdido, mesmo que não seja recuperável no local do dano, se for compensável, será mensurado pelo método. A Figura 1 facilita o entendimento.

Figura 1 – Entendimento Entre Recuperação e Compensação



Fonte: Lactec, 2019.

No caso de haver danos irreversíveis, isto é, quando não há possibilidades de compensação de serviços ou recursos equivalentes (como a extinção de espécies, por exemplo), não será possível aplicar o método de equivalência. Desta forma, para estes casos, poderão ser utilizados métodos que estimem diretamente o valor econômico, conforme necessidade e andamento dos trabalhos. Porém, nesse relatório apresentaremos somente as abordagens do método da equivalência, isto é, serão tratados apenas os danos ambientais que são compensáveis.

Antes de iniciar a exposição do método a ser utilizado, faz-se necessário introduzir os conceitos chaves que norteiam a metodologia, exibidos no Quadro 1, sendo que esses conceitos serão relembrados ao longo deste relatório.

Quadro 1 – Apresentação dos principais conceitos que norteiam a metodologia

Linha Base: A linha base representa a condição que o recurso ou serviço ambiental se encontrava antes do desastre do rompimento da Barragem de Fundão em Mariana (MG).

Métrica: A métrica se refere a uma variável selecionada que melhor representa o dano ocorrido que afetou o serviço ou recurso ambiental.

Recuperável (Reversível): O dano ser recuperável (reversível), para a metodologia de valoração, representa o recurso ou serviço que apesar de ter sofrido o dano ambiental, pode ser recuperável aos níveis anteriores (linha base). Mas ressalta-se que, mesmo que esta recuperação não alcance novamente a linha base, ou em termos qualitativos, seja diferente da condição original, ainda assim é considerado recuperável (reversível), pois existe algum grau de recuperação.

Irreversível: O dano ser irreversível, para a metodologia de valoração, representa o recurso ou serviço que sofreu o dano ambiental, e após esta ocorrência, não há mais nenhuma forma de compensação, natural ou externa, entendendo-se desta maneira que o recurso ou serviço foi perdido definitivamente.

Recuperação Natural: Se refere a recuperação física, química ou biológica natural sem qualquer intervenção humana, e seu processo pode levar muito tempo.

Ações de Recuperação Externa: As ações de recuperação externa se referem às ações e atividades promovidas pelo homem por meio de técnicas e processos disponíveis, aplicados para acelerar a recuperação natural do serviço ou recurso afetado e, assim reduzir o tempo de recuperação para que o ambiente retorne ao nível de provisão de serviços e recursos antes do desastre.

Ações de Compensação: Estas ações se referem às ações de recuperação que geram serviço ou recurso equivalente ao afetado, porém são realizadas em outro local, não sendo o mesmo local onde ocorreu diretamente o desastre. Assim, este local poderá ser no mesmo município, ou até mesmo em outro estado da federação.

Equivalência: A equivalência reflete o quanto que o serviço ou recurso ambiental recuperado e/ou compensado é semelhante ao serviço ou recurso ambiental existente antes do desastre.

Fonte: Lactec, 2019.

O MEH se aplica a um dano por meio do qual vários serviços foram afetados e o MER quando é o caso de vários recursos são impactados. Ambos seguem o mesmo protocolo.

Após a ocorrência do dano, no caso do mesmo ser recuperável, seu retorno às condições iniciais pode ocorrer por meio da recuperação natural e/ou por meio da recuperação externa.

A recuperação natural se refere a recuperação sem qualquer intervenção humana que potencialize esse processo, ou seja, a recuperação baseada nas interações física, química e biológica da natureza, que pode levar muito tempo e, muitas vezes, não retornar à linha de base, isto é, não retornar aos mesmos níveis de provisão de serviços e recursos anteriores ao dano.

Por outro lado, a recuperação externa se refere às ações promovidas pelo homem por meio de técnicas e processos disponíveis, aplicados para acelerar a recuperação natural do serviço ou recurso impactado e, assim reduzir o tempo de recuperação para que o ambiente retorne ao nível de provisão de serviços e recursos antes do desastre.

A escolha dessas ações para a recuperação externa deve considerar alguns fatores como:

- Viabilidade técnica: serem tecnicamente viáveis, isto é, serem passíveis de implementação;
- Ocorrência de externalidades: não gerar consequências negativas ao meio ambiente, patrimônio e as comunidades, ou seja, que as mesmas não desencadeiem outros danos ou que potencializem os já ocorridos; e

- Grau de equivalência: o ambiente deve ser o mais próximo possível do original (antes do dano) em termos de qualidade.

A análise das ações de recuperação externa deve ser estritamente técnica sem qualquer preocupação com custos, e considerar todas aquelas ações tecnicamente viáveis que contribuam para a recuperação, inclusive no que diz respeito à valoração. Ou seja, todos os grupos de ações necessárias para realizar a recuperação de um habitat precisam ser consideradas e contabilizados os seus custos, para que sejam utilizados no método de valoração.

Essas ações externas devem considerar as ações já em curso, e que estarão em curso até o fim da avaliação, pela Renova e outros órgãos atuantes após o desastre, sejam públicos ou privados. Efeitos negativos dessas ações devem ser considerados por meio de ações externas adicionais para sua correção e/ou ajustados na equivalência.

Porém, independentemente da modalidade de recuperação, existe um período de tempo para a recomposição dos serviços e/ou recursos perdidos, que culmina em um intervalo de tempo, no qual a sociedade permanece sem aquele serviço e recurso ambiental.

A fim de melhorar a compreensão, cita-se um exemplo, uma floresta que será replantada levará 35 anos até alcançar a idade adulta que possuía antes do desastre. Esses 35 anos de espera reflete o período no qual a sociedade ficará sem este recurso e sem os serviços ambientais que eram prestados pela mesma.

Porém, durante este tempo de espera, a perda não permanece igual a cada ano, pois devido à recuperação gradual, anualmente, alguma quantidade de serviço e/ou recurso perdido é recuperada, reduzindo assim o quantitativo das perdas.

Desta forma, a perda total, ou seja, o somatório de perdas ocorridas ano a ano, é denominada de perda interina. No exemplo, a perda interina é a perda total líquida (perda bruta menos a recuperação gradual) ocorrida durante os 35 anos no qual a sociedade permaneceu sem o recurso e/ou serviço (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Assim, esta variação anual do serviço e/ou recurso em recuperação é traduzida por uma função de recuperação, que estima a quantidade anual dos serviços e/ou recurso recuperados a cada ano.

Cabe neste momento introduzir o aspecto da compensação da metodologia. Apesar das ações de recuperação, as mesmas são limitadas pelas condições técnicas e geralmente não estabelecem a mesma quantidade de serviços e/ou recursos anterior ao desastre, gerando assim perdas definitivas. E ainda, consideram-se nestas perdas definitivas, situações nas quais, dentro de uma área que está sendo recuperada, parte dela foi danificada permanentemente. Desse modo, a sociedade perde um serviço e/ou recurso que antes do dano era prestado, e posteriormente a ele, foi extinto. E além desses dois aspectos mencionados, ainda há outro fator, o tempo, que requer a aplicação de um fator de desconto sobre as perdas, o que faz com que elas cresçam no tempo, levando a que aquilo que foi danificado, seja no somatório, maior do que o dano inicial. Assim, todos os danos precisarão de compensação, ou seja, mesmo recuperando no local, não será em termos quantitativos suficiente, pois a parte responsável pelo dano estará ainda devendo à sociedade, o que culminará na busca de outros locais para a compensação.

Portanto, o valor do dano será composto pelo esforço de promover a recuperação externa, selecionando ações que compensem as perdas definitivas e interinas. Estas perdas juntas, sempre serão maiores que a perda inicial provocada pelo dano, pois elas representam não apenas o que a sociedade perdeu com o desastre, mas também o tempo em que a mesma fica sem o serviço e o recurso. Por isso, como já ressaltado, além das ações de recuperação também é necessário haver ações de compensação.

Assim, esclarece-se que a compensação se refere a ações de recuperação que geram serviços ou recursos equivalentes ao afetado, e que serão realizadas em outro local, que não corresponda aquele que foi diretamente afetado pelo desastre. Este local poderá ser no mesmo município, ou até mesmo em outro estado da federação.

Utilizando o mesmo exemplo já citado, vamos supor que foram suprimidos 50 hectares de florestas devido ao desastre. Considerando o tempo e a taxa de recuperação, esse dano resultou em perdas interinas de 150 hectares descontados. Isto é, a quantidade total dos serviços e/ou recursos ambientais perdidos com os 50 hectares de floresta derrubadas correspondem aos serviços e/ou recursos ambientais de 150 hectares ao final do período. Isso equivale a dizer que 150 hectares descontados no tempo deverão ser recuperados para compensar os 50 hectares que foram suprimidos.

Assim, para a definição das ações de compensação, deverão ser considerados os mesmos aspectos, já citados para a escolha das ações de recuperação externa.

E da mesma forma, as ações de compensação também estão submetidas à variação do aumento da quantidade de serviços e/ou recursos ao longo do tempo, também gerando uma função de compensação, que estima a quantidade anual dos serviços e/ou recurso compensados a cada ano. Sendo que, é necessário identificar o ano em que a compensação se inicia após a ocorrência do dano; os anos durante os quais as ações de compensação estão sendo promovidas e que geram crescimento dos serviços ou recurso; e os anos nos quais os serviços ou recursos permanecerão atuando após findo o crescimento, ou seja, por quanto tempo se manterão na natureza.

Assim a metodologia de valoração dos danos ambientais possui as seguintes funções: função de recuperação natural, função de recuperação de ações externas e função de compensação. Elas se diferenciam em termos de tempo, ou seja, poderão ser naturais ou externas dependendo do que for decidido neste quesito. Sendo que, se entende que todas as ações que são externas, isto é, promovidas pelo homem, tenderão a apresentar um tempo menor em relação à recuperação natural.

O comportamento dessas funções, isto é, o quantitativo de crescimento dos serviços ou recursos, pode acontecer de forma contínua ao longo do tempo de recuperação ou compensação, ou pode ocorrer de forma distinta entre esses períodos. O crescimento se expressa por funções lineares, nas quais a variação anual é sempre igual, ou pode ser não-linear com funções quadráticas, exponenciais e logarítmicas, ou ainda, essas variações anuais podem ser estimadas com valores sem uma trajetória previamente definida.

Cabe neste momento explicar sobre a questão temporal que é considerada na metodologia, e já mencionada anteriormente. Quando o termo descontado é utilizado, ele se refere a mesma lógica

utilizada na matemática financeira, quando se realiza o desconto no tempo. Porém, as perdas e ganhos descontados não se expressam em termos monetários, mas sim nas unidades de medidas das métricas adotadas, como, por exemplo, hectares. Para realizar esta correção no tempo, a metodologia utiliza um fator de desconto cuja fórmula matemática é de juros compostos. Mais adiante, esta questão será abordada mais detalhadamente.

Quando há evidências de que o tempo de recuperação e/ou compensação é superior a 50 anos, o tempo total pode ser estimado de forma bastante aproximada, porque para prazos acima de 50 anos os valores totais de perdas e ganhos descontados não variam significativamente por conta do desconto no tempo.

Também, pelo mesmo efeito do desconto, para prazos muito longos a função de recuperação não afeta muito o valor final e, portanto, na ausência de referências teóricas ou empíricas da literatura, um crescimento linear pode ser adotado. Ou seja, tempos de recuperação muito longos apresentam funções que tendem a uma variação constante, o que reduz erros de estimativas no modelo adotado. Por isso, no momento da definição dessas curvas, os períodos de curto prazo (1 a 50 anos) serão mais criteriosamente definidos, pois neles, as variações apresentarão maior peso matemático na equação.

Em suma, o valor dos danos seria a soma dos custos de recuperação e compensação.

Logo a restauração física, química ou biológica dos danos será realizada de duas formas¹:

- a) Com ações de recuperação no mesmo local impactado, e
- b) Com ações de compensação em outro local.

Comenta-se que, no caso de ainda haver saldo das perdas, ou seja, perdas a se compensar, mesmo após as ações de compensação terem sido definidas, este valor poderá ser monetizado pelo produto entre as perdas descontadas e o custo unitário das ações de compensação, gerando um valor total monetário de compensação.

Anterior à identificação dos tempos e funções de recuperação e compensação, a metodologia de valoração inicia-se com a definição de uma métrica que medirá as perdas e ganhos.

Um habitat ou recurso pode gerar diferentes serviços ambientais e ecossistêmicos. No método de equivalência de habitat ou recurso, se faz necessário trabalhar com uma métrica que melhor represente o dano sofrido por habitat ou recurso analisado. Logo a escolha da métrica deve observar as seguintes orientações, de modo que a variável escolhida traduza os quesitos abaixo²:

- capacidade de garantir o retorno das características biofísicas e químicas após a recuperação e compensação;
- oportunidade em termos de aplicabilidade das ações na área impactada e/ou fora;
- possibilidade técnica de acuidade na mensuração dos parâmetros estimativos;
- benefícios em termos de equidade intra e intertemporais (perdedores e ganhadores de serviços hoje e no futuro).

1 Ver o desenvolvimento mais detalhado dessas fórmulas, p.ex., em Scemama e Harold (2015) e Kohler e Dodge (2006).

2 Ver resenha sobre métricas para habitats e recursos usados em diversos estudos de MEH e MER em Scemama e Harold (2016).

Como exemplo de métrica podemos citar: área, vazão, biomassa, carbono, indivíduos, abundância, entre outros.

Após o cálculo das perdas e ganhos, a metodologia contabiliza o que foi afetado, o tempo e a função de recuperação e compensação, resultando em uma equivalência entre afetado, recuperado e compensado.

Isso porque o método considera que as ações de recuperação e compensação podem não recuperar ou compensar totalmente a qualidade ambiental dos serviços e recursos prestados pelo ambiente, em termos de riqueza biológica, genética, física e outras. Desse modo, a equivalência mede o quanto que este meio recuperado/compensado é semelhante ao meio que existia antes do desastre, representando uma correção do valor obtido por meio da equação da valoração, permitindo o aumento ou redução do mesmo.

A equivalência se expressa em termos percentuais, por meio do qual se estima uma paridade de cada serviço ou recurso impactado com a expectativa de recuperação ou compensação das ações propostas. Essa equivalência seria então:

- igual a 1 (ou 100%): recuperado ou compensado com qualidade ambiental comparável ao que havia antes do desastre;
- menor que 1 (ou 100%): recuperado ou compensado com qualidade ambiental menor do que havia antes do desastre;
- maior que 1 (ou 100%): recuperado ou compensado com qualidade ambiental maior do que havia antes do desastre;

No momento da construção dessa paridade, é necessário avaliar o estado da qualidade ambiental de cada serviço ou recurso afetado pelo dano após a recuperação e/ou compensação. Ou seja, ao final de uma recuperação, todos os serviços ou recursos deverão ser analisados a fim de verificar a equivalência dos mesmos em relação a sua condição original. No exemplo dado, os 150 hectares de vegetação recuperados, prestam serviços relacionados ao solo, água, fauna e outras. Dessa forma, é possível determinar uma equivalência para cada um desses serviços, para tanto, recomendando-se adotar uma das três estratégias abaixo:

- Quando são serviços ou recursos com paridade próxima, estimar o valor médio, isto é, ao determinar diversas equivalências para cada serviço prestado, se elas apresentarem valores percentuais próximos, melhor utilizar a média desses valores;
- Quando os percentuais de equivalência são poucos e os mesmos divergem muito, estimar a média ponderada com peso, diferenciando a importância de cada um para a qualidade e disponibilidade agregada dos serviços ou recursos impactados;
- Quando os percentuais de equivalência são muitos e divergem muito, utilizar o método do componente principal.

2.1.1 PROCEDIMENTOS ESTIMATIVOS PARA MENSURAÇÃO DA QUANTIDADE DE SERVIÇO OU RECURSO RECUPERADO E COMPENSADO³

Como já discutido, o objetivo destas mensurações (MEH e MER) é calcular a quantidade de serviço ou recurso que deverá ser recuperado e compensado para restaurar a quantidade de serviço ou recurso perdida no ano 1 do desastre, antes de sua ocorrência.

Assim, após a apresentação do quadro dos principais conceitos norteadores e a explanação do funcionamento da metodologia, apresentam-se de forma mais detalhada os procedimentos estimativos e os parâmetros a serem considerados.

Como já explicado, na valoração dos danos ambientais há dois grupos de componentes a considerar, a saber: a recuperação e a compensação. Dessa forma, para a mensuração do dano é necessário conhecer os seguintes parâmetros:

- Linha de base: quantidade de serviço ou recurso antes do desastre, que denominamos de linha de base, isto é, a verificação da existência de mudanças negativas no meio analisado, advém da comparação com uma realidade anterior na qual estas mudanças não se faziam presentes;
- Dano: quantidade de serviço ou recurso perdida no ano 1 do desastre: redução da linha de base por causa do desastre após o mesmo;
- Métrica do serviço ou recurso: a variável que melhor reflete a dimensão do impacto sobre o serviço ou recurso;
- Tempo de recuperação natural do serviço ou recurso impactado: o tempo para findar o efeito da recuperação natural, ou seja, o tempo para que os serviços ou recursos retornem à linha base, de forma natural;
- Tempo de recuperação do serviço ou recurso impactado, por meio de ações externas: o tempo para findar o efeito da recuperação das ações externas, ou seja, o tempo para que os serviços ou recursos retornem à linha base, por meio de ações externas;
- Ações de recuperação externa: ações de recuperação para recuperar o serviço ou recurso afetado: definição das ações externas que acelerem a recuperação natural;
- Equivalência ambiental da recuperação: percentual que reflete a qualidade ambiental do serviço ou recurso recuperado em relação a sua condição original;
- Ações de Compensação: ações de recuperação em outro local, que não é o local atingido pelo desastre, e que geram o mesmo serviço ou recurso equivalente ao que foi afetado;
- Linha de base da compensação: quantidade de serviço ou recurso já existente noutro habitat ou recurso equivalente onde a compensação será realizada;
- Ano do início da compensação: quantos anos depois a compensação se iniciou após o desastre;
- Tempo de compensação: o tempo para o efeito das ações de recuperação da compensação findar;

³ Ver textos básicos em NOAA (2000) para a experiência nos EUA e REMEDE (2007) para a experiência europeia.

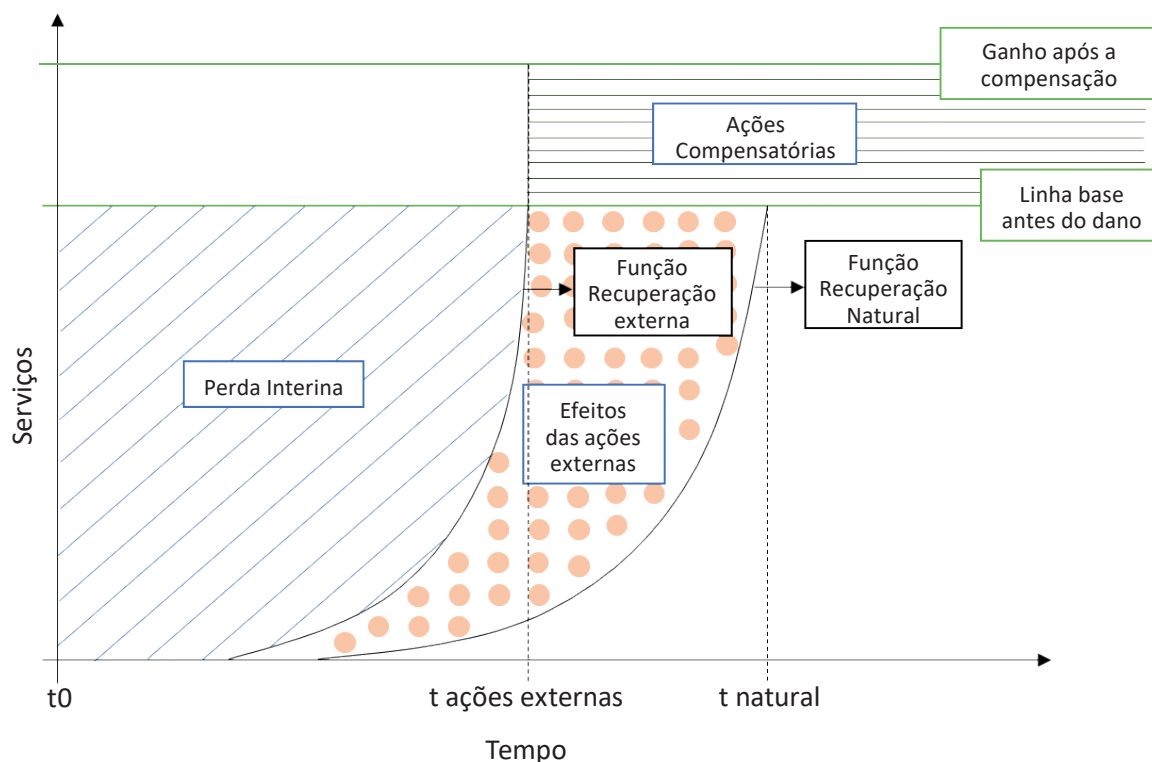
- Tempo de permanência da compensação: o tempo no qual o serviço (ou recurso) compensado permanece sendo gerado após o fim da compensação;
- Equivalência ambiental da compensação: percentual que reflete a qualidade ambiental do serviço (ou recurso) compensado em relação a sua condição original;
- Fator de desconto: percentual por unidade de tempo que diminui o valor do serviço ou recurso futuro.

É com base nestas informações que a análise da valoração é realizada, quais serviços haviam antes, quais foram perdidos, e quanto tempo para obtê-los novamente, sendo que este tempo poderá ser reduzido por meio de ações externas (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

A Figura 2 ilustra a metodologia a ser aplicada, na qual se observam as funções de recuperação natural e externa, o tempo necessário para que o serviço retorne aos níveis anteriores em cada uma das situações, e a área que representa a compensação.

Como já explicado, mesmo com a redução do tempo da recuperação promovida pelas ações externas, a sociedade permanece com a perda interina representada pela área hachurada em azul. Observa-se que, mesmo com a redução gradual, a cada ano, até que a função de recuperação externa alcance a linha base, há um quantitativo de perda anual dos serviços e/ou recursos ambientais. Esse quantitativo é medido pela equação da metodologia.

Figura 2 –Perda Interina e Ações Compensatórias



Fonte: Lactec, 2018.

As variáveis que englobam a metodologia são:

t = tempo em anos;

t_0 = ano no qual o dano ocorreu;

$t = TI$, momento em que o dano cessa de reduzir a perda do serviço (ou recurso);

$t = TR$, momento em que a recuperação natural e/ou de ações externas cessam de adicionar serviço (ou recurso), pois os mesmos já alcançaram a linha base;

$t = TCO$, momento em que a compensação se inicia;

$t = TCC$, momento em que a compensação cessa de adicionar serviço (ou recurso);

I = número total de serviços ou recursos danificados;

R = número total de serviços recuperados, e que são equivalentes às perdas interinas e danos residuais;

C = quantidade de serviços (ou recursos) a ser compensada;

V_i = valor unitário dos serviços (ou recursos) afetados;

V_r = valor unitário dos serviços (ou recursos) recuperados;

V_c = valor unitário dos serviços (ou recursos) compensados;

B_i = linha de base (antes do desastre) dos serviços (ou recursos) afetados;

B_c = quantidade inicial dos serviços (ou recursos) compensados;

x_{ti} = quantidade de serviços (ou recursos) afetados no final do ano t , sendo que $x_{ti} = I/t$ caso a função de recuperação seja linear;

x_{tr} = quantidade de serviços (ou recursos) recuperados no final do ano t , sendo que $x_{tr} = R/t$ caso a função de recuperação externa seja linear;

x_{tc} = quantidade de serviços (ou recursos) compensados no final do ano t ; e

σ_t = é o fator de desconto, onde $\sigma_t = 1/(1+d)^t$ sendo 'd' a taxa de desconto social.

Ao considerar estas variáveis, as mesmas serão utilizadas conforme o contexto do que está sendo valorado.

Caso 1: Ações de recuperação do serviço ou recurso impactado (R)

Neste caso, considera-se que o serviço ou recurso impactado é passível de recuperação, há ações tecnicamente disponíveis que podem promover ações externas para potencializar a recuperação natural e alcançar a linha base em menos tempo.

Assim, a estimativa se restringe à quantidade de serviço ou recurso a ser recuperado (R) que seria calculada pela igualdade abaixo:

$$\sum_{0, TI} V_i \cdot \sigma_t \cdot \{(B_i - x_{ti})/B_i\} \cdot I = \sum_{0, TR} V_r \cdot \sigma_t \cdot \{(x_{tr} - B_i)/B_i\} \cdot R$$

$\left[\sum_{0, TI} V_i \cdot \sigma_t \cdot \{(B_i - x_{ti})/B_i\} \cdot I \right]$
 Perdas oriundas do dano, considerando a Recuperação Natural

$\left[\sum_{0, TR} V_r \cdot \sigma_t \cdot \{(x_{tr} - B_i)/B_i\} \cdot R \right]$
 Ganhos oriundos das ações de Recuperação Externa

Note que X_{ti} , perda de serviço ou recurso devido ao dano considera somente ações de recuperação natural e X_{tr} inclui as ações externas de recuperação que reduz o tempo de recuperação do serviço ou recurso.

Caso 2: Ações de compensação do serviço ou recurso impactado em outro local (C)

Nesse caso, além da recuperação (natural e externa) do serviço ou recurso impactado seria possível estimar a quantidade C de serviço ou recurso, para compensar pela perda (R), calculada na igualdade abaixo:

$$\sum_{0,R} V_i \cdot \sigma_t \cdot \{(B_{ti} - (x_{ti} + x_{tr}))/B_i\} \cdot I = \sum_{C,T} V_c \cdot \sigma_t \cdot \{(x_{tc} - B_c)/B_c\} \cdot C$$

Perdas oriundas do dano, considerando a Recuperação Natural e Externa
Ganhos oriundos das ações de Compensação

Note que a perda X_{ti} , e a recuperação (natural e externa) X_{tr} , são agora estimadas conjuntamente e confrontadas à linha base para identificar a quantidade de C equivalente que ainda resta compensar.

Caso 3: Ganhos e Perdas Adicionais

Quando a recuperação é concluída em tempo R sem conseguir retornar ao B_i (linha base), estima-se a perda adicional que se perpetuará da seguinte forma:

A_r = Perda adicional

V_r = valor unitário dos serviços ou recursos recuperados nas ações externas;

σ_t = é o fator de desconto, onde $\sigma_t = 1/(1+d)^t$ sendo 'd' a taxa de desconto social.

B_i = linha de base (antes do desastre) do serviço ou recurso afetado;

X_r = quantidade de serviços ou recursos recuperados no final do ano t;

d = a taxa de desconto social

$$A_r = V_r \cdot \sigma_t \cdot \{(B_i - X_r)/B_i\}/d$$

Por outro lado, quando a ação de compensação finda no tempo T e a geração do serviço ou recurso permanece, estima-se o ganho adicional que se perpetuará da seguinte forma:

A_c = Ganho adicional

V_c = valor unitário do serviço ou recurso compensado;

σ_t = é o fator de desconto, onde $\sigma_t = 1/(1+d)^t$ sendo 'd' a taxa de desconto social.

X_c = quantidade de serviços ou recursos compensados no final do ano t;

B_c = quantidade inicial do serviço ou recurso compensado;

d = a taxa de desconto social

$$A_c = V_c \cdot \sigma_t \cdot \{(X_c - B_c)/B_c\}/d$$

Formulação final

Considerando o Caso 1 e as perdas adicionais, unindo as duas fórmulas tem-se:

$$\sum_{0,TI} V_i \cdot \sigma_t \cdot \{(B_i - x_{ti})/B_i\} \cdot I = \sum_{0,TR} V_r \cdot \sigma_t \cdot \{(x_{tr} - B_i)/B_i\} \cdot R + A_r$$

Perdas oriundas do dano, considerando a Recuperação Natural
Ganhos oriundos das ações de Recuperação Externa

E considerando o Caso 2 e os ganhos adicionais, unindo as duas fórmulas tem-se:

$$\underbrace{\sum_{0,TR} V_i^* \sigma_t^* \{(B_{ti} - x_{ti} + x_{tr})/B_i\}^* I}_{\text{Perdas oriundas do dano, considerando a Recuperação Natural e Externa}} = \underbrace{\sum_{TCO,TCC} V_c^* \sigma_t^* \{(x_{tc} - B_c)/B_c\} + A_c}_{\text{Ganhos oriundos das ações de Compensação}}^* C$$

Cálculo de R e C

Desse modo, o R que representa o número total de serviços recuperados, e que são equivalentes às perdas interinas e aos danos residuais é estimado pela razão da igualdade conforme abaixo. Essa recuperação, como dito anteriormente, pode ser natural e externa com ações adicionais para acelerar essa recuperação.

$$R = \frac{[\sum_{0,TR} V_i^* \sigma_t^* \{(B_i - x_{ti})/B_i\}^* I]}{[\sum_{0,TR} V_r^* \sigma_t^* \{(x_{tr} - B_i)/B_i\} + A_r]}$$

Já o C que representa a quantidade de serviços ou recursos a ser compensado, também é estimado pela razão da igualdade, conforme abaixo.

$$C = \frac{\sum_{0,TR} V_i^* \sigma_t^* \{(B_i - x_{ti} + x_{tr})/B_i\}^* I}{\sum_{TCO,TCC} V_c^* \sigma_t^* \{(x_{tc} - B_c)/B_c\} + A_c}$$

Como já explicado, a relação entre I (o total de serviços/recursos danificados) e R (total de serviços/recursos recuperados) é dada pela equivalência Er expressa por $Er = Vi / Vr$. E a relação entre o I e o C (total de serviços/recursos compensados) é dada pela equivalência Ec = Vc / Vr. Dessa forma, ao estimar essas equivalências, o cálculo mostra que R e C dependem somente de Er e Ec e não mais de Vi, Vr e Vc.

Como as perdas e ganhos são descontados no tempo por σ_t , então a expressão acima pode ser entendida da seguinte forma:

$$R = \frac{[\sum_{0,TR} \sigma_t^* \{(B_i - x_{ti})/B_i\}^* I]}{[\sum_{0,TR} E_r^* \sigma_t^* \{(x_{tr} - B_i)/B_i\} + A_r]} \quad \begin{array}{l} \rightarrow \text{Perdas de serviço descontadas sem recuperação} \\ \rightarrow \text{Ganhos de serviço descontados com recuperação} \end{array}$$

$$C = \frac{\sum_{0,TR} \sigma_t^* \{(B_i - x_{ti} + x_{tr})/B_i\}^* I}{\sum_{TCO,TCC} E_c^* \sigma_t^* \{(x_{tc} - B_c)/B_c\} + A_c} \quad \begin{array}{l} \rightarrow \text{Perdas de serviço descontadas com recuperação} \\ \rightarrow \text{Ganhos de serviço descontados com compensação} \end{array}$$

Desta forma, R e C seriam, um multiplicador de I para indicar a quantidade do serviço ou recurso impactado que teria que ser, respectivamente, recuperado e compensado para restaurar as perdas geradas pelo dano. Ou seja, para cada unidade de I impactada, a parte responsável (a que causou o dano) teria que compensar com R e C unidades de restauração e compensação, respectivamente.

2.1.2 COMPENSAÇÃO PECUNIÁRIA EQUIVALENTE

A metodologia considera que é possível que as ações de recuperação e compensação ao invés de serem realizadas de forma prática, por exemplo, com atividades como revegetação, limpeza de solo, e outras, elas podem ser apenas pagas em dinheiro no valor equivalente do dano promovido. Tal processo pode ser adotado nos casos em que a recuperação e a compensação física, química ou

biológica de R e C não forem tecnicamente totais ou desejáveis, por isso, ela pode se converter em pagamento pecuniário equivalente que representaria o valor monetário do dano (VD).

A monetização desse dano advém do conhecimento do custo das ações de recuperação (Cr) e de compensação (Cc). Esses custos Cr e Cc incluem as ações consideradas para estimativa de ganho de R e C e devem somar os gastos com identificação, diagnóstico, investimento, operação, monitoramento e fiscalização das ações de recuperação ou compensação, sejam públicos ou privados, incorridos pela parte responsável ou não.

Pode ser possível também que a compensação com maior equivalência ambiental se realize com a aquisição de área privada para fins de conservação. Nesse caso os serviços e recursos contabilizados seriam aqueles que a legislação permite alterar que ficariam, assim, preservados com a aquisição. Nesse caso o custo de aquisição, proteção, monitoramento e fiscalização substituem Cc.

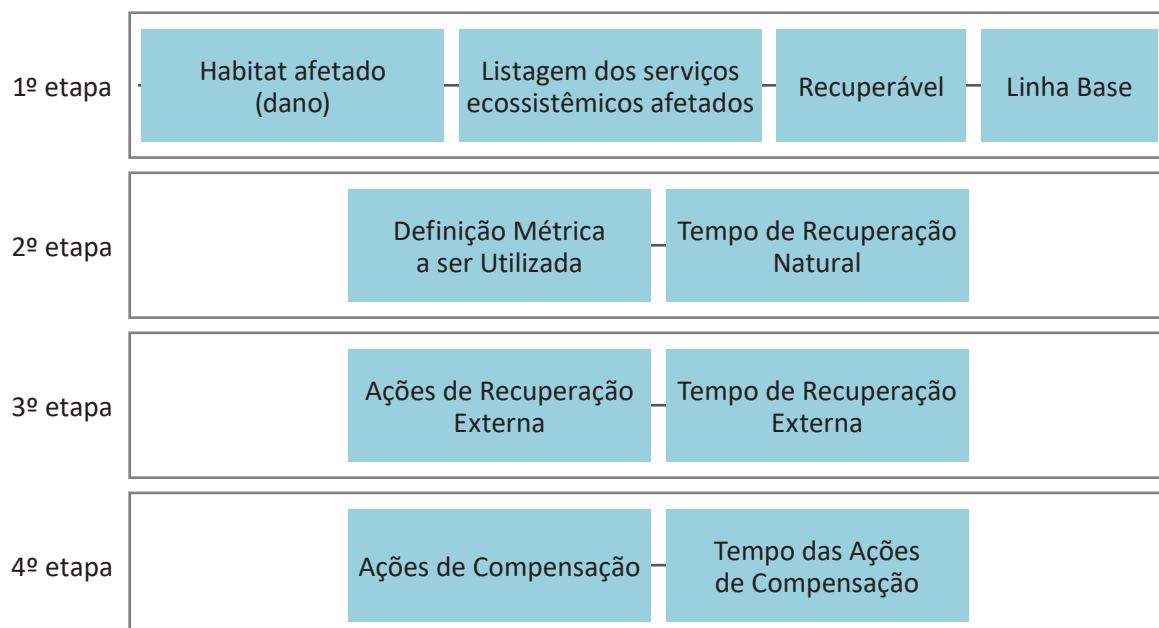
E ainda, há a possibilidade, de que ambos os métodos sejam adotados, quando uma parcela de R e C é realizada e o restante compensado pecuniariamente.

No entanto, estas análises aqui expostas sobre a compensação pecuniária equivalente são apenas sugestões e possibilidades, pois cabe à esfera jurídica responsável pelo processo a decisão de como os recursos calculados pela valoração econômica serão aplicados.

2.1.3 PROCESSO PARA CONSTRUÇÃO DA EQUAÇÃO

Após a apresentação dos processos matemáticos aplicados à Metodologia, a Figura 3 mostra a sequência lógica para a construção da equação, que deverá ser elaborada pela equipe técnica da valoração econômica, juntamente com a equipe técnica de cada um dos habitats selecionadas para a aplicação da metodologia.

Figura 3 – Processo de construção para montagem da equação



Fonte: Lactec, 2019.

Inicialmente deverá ser delimitado qual habitat, por exemplo: fauna, flora, água ou outros, serão valorados, e na sequência considerar todos os serviços ecossistêmicos que cada um destes presta à natureza. Para a metodologia, como há a necessidade de obter custos de recuperação, os danos do habitat valorado precisam ser reversíveis (recuperáveis).

Após a definição do habitat, listagem dos serviços e a classificação se são recuperáveis ou não, o próximo passo é definir qual será a variável a ser utilizada como métrica, para medir o dano ambiental, e posteriormente definir quais medidas serão aplicadas para a recuperação externa. O tempo de recuperação precisa ser estimado tanto para as ações externas quanto para a recuperação natural. O mesmo deverá ser feito para a compensação, definindo quais serão suas ações e seu tempo.

2.1.4 DIFERENÇA CONCEITUAL ENTRE SERVIÇOS AMBIENTAIS E SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

Conceitualmente os serviços ambientais e ecossistêmicos se diferem. Segundo Muradian et al. (2010), os serviços ecossistêmicos se referem aos benefícios que a sociedade obtém de ecossistemas naturais, já os serviços ambientais são oriundos de benefícios ambientais resultantes de intervenção intencionais da sociedade na dinâmica dos ecossistemas, como por exemplo a recuperação da mata ciliar de uma nascente. Deste modo, o homem pode interferir na manutenção ou ampliação do fluxo de bens e serviços ecossistêmicos (PARRON et. al., 2015).

Conforme já mencionado, a valoração econômica dos danos ambientais deste documento se concentra nos serviços ecossistêmicos perdidos, isto é, os serviços que naturalmente a natureza provia à região, e que foi perdido devido ao desastre. Porém, dado que a função considera no cálculo as ações de recuperação, compreende-se que o custo para obter novamente os serviços ecossistêmicos está atrelado ao custo da geração de serviços ambientais, pois por meio de intervenção humana o meio será restaurado. Por isso, devido a essa correlação ambos os termos serão adotados como sinônimos neste relatório.

2.1.5 FATOR DE DESCONTO

O método selecionado trabalha com a questão do tempo, isto é, considera que há um intervalo que pode ser expresso em dias, meses, ou até anos, para que a sociedade obtenha de volta os serviços e recursos perdidos. Devido a esta característica, a metodologia considera que os valores ao longo do tempo precisam ser corrigidos, no caso de os números serem projetados para anos posteriores, eles precisam ser ajustados a valor futuro. Por outro lado, no caso contrário, quando valores do futuro tem que ser considerado nos dias atuais, os números são ajustados a valor presente, por meio da deflação.

A continuidade das perdas ambientais são futuras, isto é, permanecem nos próximos anos, porém os valores a serem exigidos deverão ser pagos atualmente, por isso a metodologia precisa considerar na equação os valores presentes, sendo necessário aplicar uma taxa de desconto, denominada taxa de desconto social, que é aplicada por meio do fator de desconto que é igual a $1/((1+d)^t)$. Esta taxa traduz o custo de oportunidade do serviço ambiental (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

O custo de oportunidade é um termo usado para indicar o custo de algo em termos de valores de uma oportunidade renunciada. Um exemplo prático permitirá melhor compreensão, quando um

agente econômico prefere investir na poupança, ao invés de investir em outra aplicação financeira, o seu custo de oportunidade é medido por meio dos ganhos que aquela aplicação não selecionada poderia ter dado ao mesmo, ou seja, os ganhos daquilo que ele “abriu mão”. No contexto ambiental avaliado, o custo de oportunidade ocorre na renúncia, seja ela involuntária ou não, dos benefícios que poderiam ter sido obtidos a partir da conservação do meio ambiente no estado original, ou seja, antes do dano.

Determinar esta taxa no âmbito ambiental é bastante complexo dadas as diversas incertezas para prospectar as condições futuras do meio ambiente. Teoricamente, a taxa de desconto carrega um componente de preferência no tempo, que os indivíduos têm devido a sua finitude e um componente específico relacionado as suas expectativas de consumo futuro (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Esta taxa de desconto social difere daquela observada no mercado devido às imperfeições no mercado de capitais e questões de equidade com as gerações futuras. Assim, sua determinação não é trivial, embora, como discutido acima, possa afetar significativamente os resultados de uma valoração.

A taxa de remuneração da poupança no Brasil (taxa de desconto do consumo) que dá um prêmio a postergação de consumo, acima da inflação, estaria entre 2 a 3%, enquanto a que remunera os investimentos (custo de oportunidade do capital) entre 10 e 12%. Segundo IPEA, um valor médio ponderado pelos efeitos dessas taxas no consumo e nos investimentos (elasticidades) estaria entre 8 e 10%. Dessa forma, em casos de danos com baixo nível de incerteza de recuperação, se aconselha utilizar o limite inferior dessas estimativas, isto é, a taxa de 8%, sendo este o percentual que será adotado para a valoração econômica dos danos ambientais recuperáveis.

2.1.6 LIMITAÇÕES DA METODOLOGIA

As relações entre as ações antrópicas, capacidade de suporte dos ecossistemas, como o dano afeta o meio ambiente onde está inserido e suas relações ecológicas e humanas, são complexas e de difícil aferição. Por isso, é fato que o arcabouço no qual o método é aplicado, se depara com elevado número de incertezas (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Assim, uma das principais limitações da metodologia selecionada, em relação a escolha da métrica e da estimativa do tempo de recuperação, é que o mesmo o conhecimento ecológico, pode sugerir alternativas excludentes (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Desse modo, tendo em vista que o balanço dessas limitações será quase sempre pragmático e decidido de forma restrita, cabe a equipe explicitar os limites dos valores estimados selecionados e o grau de validade de suas mensurações para o objetivo da valoração (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2018).

Em síntese, os valores assumidos para aplicação da metodologia dependerão das hipóteses assumidas, da disponibilidade de dado e conhecimento da dinâmica ecológica do objeto valorado.

Porém, ressalta-se que a equipe técnica adotará como princípio uma postura conservadora para aplicação do método da valoração. Isto significa que, os valores adotados para a montagem da equação serão aqueles em que são possíveis fundamentar a decisão nos métodos e informações científicas conhecidas até o momento.

2.2 RESULTADOS

Os habitats selecionados que serão alvo da valoração dos danos ambientais são: Vegetação, Água, Fauna Terrestre e Fauna Aquática direcionada para a ictiofauna (peixes). Esses ambientes foram escolhidos devido aos serviços ecossistêmicos que prestam, e que por meio das interações biológicas acabam por influenciar diretamente todos os outros recursos e serviços do meio ambiente.

Por exemplo, ao se valorar a vegetação perdida devido ao desastre, os números obtidos também consideram, devido às interações biológicas e aos serviços ecossistêmicos, os aspectos relacionados ao solo, como controle da erosão, aumento da infiltração do solo e outros. Assim, de maneira indireta outros ambientes são incorporados ao cálculo, não se fazendo necessário a valoração de cada ambiente separadamente.

Além desses habitats, também será valorado o patrimônio cultural, contemplando os três grandes grupos analisados no diagnóstico de danos, a saber: bens arqueológicos, bens imateriais e bens materiais.

Cabe ressaltar que as informações aqui apresentadas sobre as métricas selecionadas para valorar cada habitat, podem vir futuramente a sofrer alterações, no decorrer da aplicação do método. Isto porque, no momento dos cálculos, pode-se verificar a necessidade de ajuste ou até mesmo alterar a métrica selecionada, a fim de aprimorar os resultados obtidos.

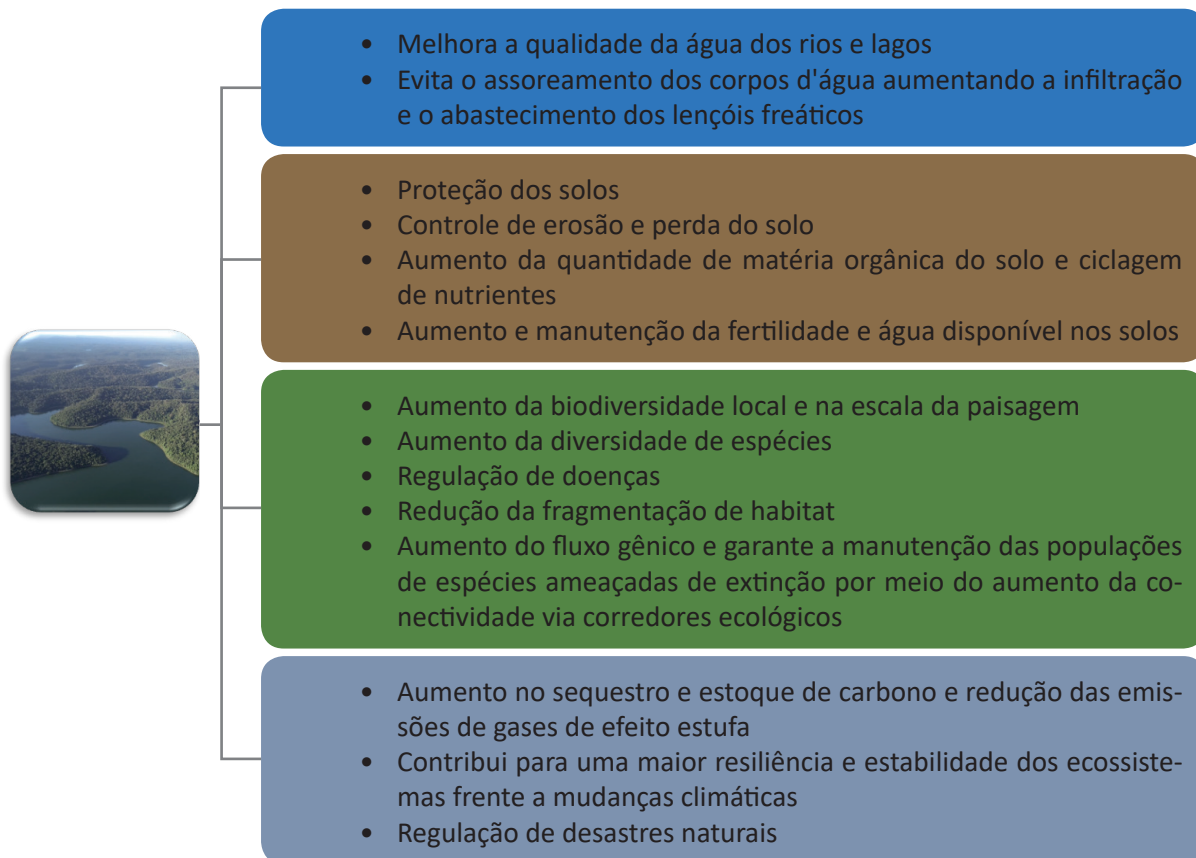
2.2.1 VEGETAÇÃO

2.2.1.1 Serviços Ecossistêmicos Potencialmente Afetados

A vegetação nativa de uma região provê diversos serviços ecossistêmicos, conforme listados na Figura 4. Estes serviços têm relação direta e/ou indireta com demais ambientes dos ecossistemas, como solo, fauna, água e atmosfera.

Por isso, devido a estas relações biológicas, para a metodologia de valoração de danos ambientais, monetizar os danos causados à vegetação, traduzirá também os valores dos serviços relacionados a esses outros meios mencionados.

Figura 4 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Vegetação



Fonte: Brasil, 2017. MEA (2005), EPA (2013). Elaborado por Lactec, 2019.

2.2.1.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Vegetação e Definições Iniciais da Métrica

O Diagnóstico Socioambiental dos Danos Decorrentes do Rompimento da Barragem de Fundão na bacia do rio Doce, ao analisar o ambiente da flora identificou oito danos ambientais, a saber: supressão da vegetação nativa ciliar; supressão da vegetação nativa devido à implantação de infraestrutura; perda da biodiversidade da flora, perda de recursos florestais madeireiros, perda de recursos florestais não madeireiros, redução na capacidade de resiliência da floresta, aumento do efeito de borda e introdução e aumento de espécies exóticas.

Todos esses danos listados têm relação direta ou indireta com a supressão da vegetação nativa a qual foi avaliada por duas perspectivas, a remoção mecânica e a morte tardia de indivíduos.

Nas áreas onde houve a supressão imediata ao desastre, esta ocorreu devido à força mecânica da lama de rejeitos que pela passagem removeu a vegetação ciliar existente. Já nos casos onde houve morte de indivíduos tardia, esta ocorreu onde não houve remoção da vegetação oriunda da força da lama, porém houve deposição de rejeito no solo que promoveu a morte de alguns indivíduos, afetando a cobertura vegetal e promovendo alteração da regeneração natural e do banco de sementes e plântulas nestes locais.

Além da supressão pela remoção e pela morte tardia, houve também supressão da vegetação nativa devido às ações emergenciais da Fundação Renova. Pois, a passagem da lama causou a destruição

de diversas edificações, especialmente nas localidades de Bento Rodrigues, Gesteira e Paracatu de Baixo. O Termo de Transação e Ajustamento de Conduta (TTAC) firmado, prevê que a Fundação Renova é responsável pela reconstrução, recuperação e realocação destas localidades e de outras estruturas afetadas pelo desastre. Assim, a execução destas ações demandou a supressão de vegetação nativa em outras áreas, ocasionando assim outros danos à flora.

As obras emergenciais referem-se à abertura de estradas, acessos, áreas de empréstimo, áreas dos reassentamentos da Nova Bento Rodrigues (Mariana – MG), Nova Gesteira (Barra Longa –MG) e Nova Paracatu de Baixo (Mariana – MG), entre outras alterações realizadas para a execução dessas ações.

As características biológicas de cada área suprimida ou com morte tardia são divergentes, e desta forma, foram elencadas quatro classes de vegetação natural: mata nativa, vegetação secundária inicial, várzea e campos rupestres. Além disso, cabe ressaltar que esses danos identificados e considerados para a valoração, não ocorreram ao longo de toda a bacia do Rio Doce. Desse modo, a supressão da mata ciliar e morte tardia de indivíduos foram identificados apenas no compartimento 1. Já a supressão de vegetação nativa para construção de infraestrutura foi identificada nos compartimentos 1 e 3.

Assim, a Figura 5 exibe de forma visual os três danos vinculados à supressão e perda de vegetação, os compartimentos aos quais pertencem e as classes de vegetação natural que foram afetadas em cada um.

Figura 5 –Danos à flora a serem valorados e as classes de vegetação consideradas

Compartimento 1	Compartimento 1	Compartimento 1, 3
Supressão Mata Ciliar	Morte Tardia	Supressão Vegetação Nativa
Mata Nativa	Mata Nativa	Mata Nativa
Vegetação Secundária Inicial	Vegetação Secundária Inicial	Vegetação Secundária Inicial
Várzeas		Várzeas
Campos Rupestres		Campos Rupestres

Fonte: Lactec, 2019.

Para a valoração dos danos ambientais da flora, inicialmente, serão adotadas duas métricas: quantidade de área afetada em hectare e volume de biomassa, sendo que esta última está sob análise.

A área em hectare será utilizada como métrica para os danos oriundos da supressão da mata nativa por remoção mecânica e a supressão da mata nativa por ação promovida pela Fundação Renova. Por outro lado, o volume de biomassa será utilizado para o dano oriundo da morte tardia.

As métricas selecionadas serão subdivididas por classe de vegetação nativa, dado que as características biológicas entre elas são diferentes.

Desse modo, a Tabela 1 exibe as áreas em hectares de supressões de vegetação, por classe de vegetação natural. Ressalta-se que os valores de biomassa em volume ainda serão calculados. Além

disso, destaca-se novamente que, estas métricas ainda podem sofrer alguma alteração no caso de se constatar a necessidade ao longo da aplicação do método.

Tabela 1 – Áreas em hectares de vegetação suprimida subdivida por classe de vegetação e por danos à flora a serem valorados

Dano	Mata Ciliar Suprimida	Morte Tardia	Vegetação Nativa Suprimida
Classe de Vegetação Natural	Área (ha)	Em verificação	Área (ha)
Mata Nativa	283,87	a calcular	108,85
Vegetação Secundária Inicial	281,8	a calcular	109,74
Várzeas	67,39	-	8,56
Campos Rupestres	13,89	-	4,32
TOTAL	646,95	a calcular	231,47

Fonte: Lactec, 2019.

2.2.1.3 Próximas Etapas da Valoração do Habitat Vegetação

Após a definição das métricas, a próxima etapa será a construção da curva de recuperação natural e a curva de recuperação externa. Como já trabalhado no item da metodologia, a curva de recuperação natural se refere ao processo sem intervenção humana de regeneração da área danificada. Já a curva de recuperação externa se refere as ações realizadas pelo homem com vista a promover a recuperação do ambiente afetado.

Assim, as próximas etapas para o tratamento a ser dado pela metodologia, para cada uma das áreas mensuradas na vegetação, serão:

- Morte Tardia pela presença de rejeito no solo
 - Cálculo da biomassa em volume das áreas afetadas pela morte tardia da vegetação;
 - Elaboração da curva de recuperação natural, do retorno da biomassa aos níveis anteriores ao desastre, separadamente por classe de vegetação, gerando assim duas equações;
 - Aplicação do método para obtenção do quantitativo de perdas;
 - Elaboração da curva de recuperação externa para cada classe de vegetação, gerando do mesmo modo duas equações;
 - Levantamento dos custos para execução da recuperação externa;
 - Etapa de compensação.
- Mata Ciliar Suprimida pela Remoção Mecânica
 - Elaboração da curva de recuperação natural, ou seja, o retorno da vegetação aos níveis anteriores em termos de hectares, separadamente por classe de vegetação, gerando assim quatro equações;
 - Aplicação do método para obtenção do quantitativo de perdas;

- Elaboração da curva de recuperação externa para cada classe de vegetação, gerando do mesmo modo quatro equações;
- Levantamento dos custos para execução da recuperação externa;
- Etapa de compensação.
- Vegetação Nativa Suprimida pela Fundação Renova
 - Elaboração da curva de recuperação natural, o retorno da vegetação aos níveis anteriores em termos de hectares, separadamente por classe de vegetação, gerando assim quatro equações;
 - Aplicação do método para obtenção do quantitativo de perdas;
 - Elaboração da curva de recuperação externa para cada classe de vegetação, gerando do mesmo modo quatro equações;
 - Levantamento dos custos para execução da recuperação externa;
 - Etapa de compensação.

Ao final, todos os valores gerados pelos cálculos de cada classe de vegetação serão unificados, depois de monetizados, representando assim o valor total dos danos que afetaram os serviços ecossistêmicos desse habitat.

2.2.2 ÁGUA

2.2.2.1 Serviços Ecossistêmicos Potencialmente Afetados

Os serviços ecossistêmicos promovidos pela água, neste caso as águas de rios, lagos e lagoas, são aqueles oriundos da existência e da dinâmica dos corpos hídricos e que proveem benefícios e recursos necessários à vida humana e ao ecossistema como um todo, pois, os ciclos biológicos e a estruturação de comunidades e populações dependem do comportamento das águas, bem como de outros fatores como a sua composição química e condições físicas (BRASIL, 2017).

Desse modo, da mesma forma como analisado para a vegetação, a água apresenta diversos serviços ecossistêmicos integrados ao meio ambiente, com relação direta ou indireta com o solo, a fauna e a atmosfera.

Lembrando que são apresentados na Figura 6 apenas os serviços ecossistêmicos promovidos pela água e também os outros habitats, ou seja, os serviços promovidos pela natureza para a manutenção das suas relações e funcionamento natural, e que não estão relacionados a nenhuma intervenção humana para a geração desses serviços. Desse modo, serviços de abastecimento humano, dessedentação de animais, e outros relacionados a intervenções humanas que geram os chamados serviços ambientais, e estão relacionadas às questões sociais e econômicas, não fazem parte do escopo de valoração econômica de danos ambientais a ser realizada pelo Lactec.

Alguns desses serviços foram afetados pelo rompimento da barragem de Fundão, em Mariana (MG), porém, os mesmos tendem a retornar, por meio da recuperação natural ou externa.

Figura 6 –Serviços Ecossistêmicos Promovidos pela Água (Serviços Hídricos)



Fonte: Brasil, 2017. MEA (2005), EPA (2013). Elaborado por Lactec, 2019.

2.2.2.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Água

Com o rompimento da barragem de Fundão, os rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce foram atingidos pela onda de rejeitos minerários, de modo que tiveram suas condições alteradas. O desastre resultou em um volume de cerca de 40 milhões de m³ de rejeitos de mineração, água e materiais utilizados em sua construção, liberados no meio ambiente em novembro de 2015. Segundo ANA (2016), a onda de lama resultante da ruptura da barragem avançou sobre a planície de inundação dos rios tributários, levando consigo parte da vegetação e do substrato. Esses materiais somaram-se à própria lama de rejeitos, agravando os danos nos trechos de cabeceira.

Na etapa do diagnóstico ambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão foram identificados três danos concernentes à qualidade da água dos rios atingidos pela lama de rejeitos: redução das concentrações de oxigênio dissolvido, aumento das concentrações de sólidos e aumento das concentrações de elementos potencialmente tóxicos (EPTs). Os referidos danos foram avaliados a partir de diferentes indicadores.

Dada a enorme extensão da área de passagem da lama, para a avaliação dos danos à qualidade da água dos rios, a equipe técnica do Lactec subdividiu a área de abrangência da análise em quatro compartimentos (1, 2A, 2B e 3), conforme abaixo:

- Compartimento 1: Inicia na barragem de Fundão e vai até a barragem da UHE Risoleta Neves;
- Compartimento 2A: Inicia no final do compartimento 1 e vai até a barragem da UHE Baguari;
- Compartimento 2B: Inicia no final do compartimento 2A e vai até a barragem da UHE Mascarenhas;

- Compartimento 3: Inicia no final do compartimento 2B e vai até a foz do rio Doce.

Apesar de terem sido avaliados diferentes indicadores para a mensuração dos danos à qualidade da água, para a etapa da valoração dos danos selecionou-se a turbidez. A qualidade da água na região estudada depende muito do período do ano em que é avaliada. No período seco (abril a setembro), a água normalmente apresenta melhores condições, enquanto no período chuvoso (outubro a março), a água apresenta-se mais degradada. Isso ocorria mesmo antes do rompimento da barragem de Fundão. Assim, tendo em vista que a qualidade da água é dependente do período chuvoso/seco, essa condição foi considerada também na presente etapa. Entre os indicadores estudados, a turbidez foi a que representou melhor essa sazonalidade. Desse modo, analogamente, tem-se que se a turbidez apresenta alterações, pode-se esperar que os outros parâmetros de qualidade de água também não atendam suas condições ideais.

Por esse motivo, a turbidez foi a variável selecionada para compor a construção da métrica para valoração desse habitat, pela sua capacidade em incorporar direta ou indiretamente os demais indicadores utilizados no diagnóstico de danos.

Além disso, a turbidez também tem como vantagem possuir um registro de dados históricos, isto é, a existência de bancos de dados atualizados periodicamente, e que permitem comparação no tempo. Em algumas estações de monitoramento, a turbidez começou a ser avaliada no ano de 1997, por exemplo. Com o rompimento da barragem, no dia 07/11/2015 foi iniciado o monitoramento diário da turbidez em alguns trechos de rio, que com o tempo passou a ser medida mensalmente.

Diversas foram as fontes utilizadas para obtenção de dados para a construção do modelo de recuperação natural dos níveis da turbidez, bem como para a análise do dano em si. No total foram utilizados dados de 16 estações de monitoramento provenientes das bases disponibilizadas pelos seguintes órgãos e instituições: Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) vinculado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SEMAD) de Minas Gerais; Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA); Fundação Renova; Aliança Energia; Serviço Colatinense de Saneamento Ambiental (SANEAR) e Agência Nacional de Águas (ANA). A combinação de todas essas fontes, permitiu construir uma série de dados históricos sobre os níveis de turbidez e outras variáveis consideradas no modelo para o Rio Doce.

Dada a importância da ocorrência dos períodos seco e chuvoso sobre a qualidade da água, foram levados em conta na análise também os dados de vazão do rio. Quando os dados de vazão se mostraram indisponíveis, foram feitas transposições pela vazão específica para se obter a série.

A turbidez se refere a uma propriedade física dos fluídos, a qual se manifesta na redução da transparência do mesmo, devido à presença de materiais em suspensão que influenciam a passagem da luz através da água. Isto é, quanto mais transparente, melhor a qualidade da água, quanto menor a transparência, pior a qualidade. Porém mesmo a turbidez sendo uma propriedade física, este indicador não é uma medida de grandeza física. Por isso, ela ainda não se configura como a métrica em si, mas sim um parâmetro para construção da mesma.

A métrica selecionada para a valoração desse habitat é a quantidade de água medida em metros cúbicos, sendo a mesma quantificada em termos de qualidade a partir da turbidez. Para tanto, a equipe

técnica definiu uma linha-base (LB) para a turbidez, e também projetou uma curva de recuperação natural da mesma.

A LB foi definida por meio do comportamento esperado (médio) da turbidez, considerando-se os dados históricos antes da data do rompimento, para um valor médio de vazão. A decisão em se adotar a média histórica para a LB, em detrimento de outra medida estatística, deriva do fato de que, logo antes do desastre, a turbidez possivelmente apresentava um valor baixo. Isto porque foram registradas vazões baixas nas estações avaliadas. Assim, dada a alta dependência entre a turbidez e a vazão, se ocorriam vazões baixas, esperavam-se valores baixos de turbidez. Desse modo, fixou-se um valor médio de vazão para se não se obter um valor de LB em um nível de turbidez mais baixo do que o comumente observado ao longo dos anos anteriores ao rompimento.

Posteriormente, a equipe construiu um modelo de tendência para a curva de recuperação da turbidez. Uma das covariáveis deste modelo foi a vazão do rio. Conforme mencionado anteriormente, a vazão é um fator determinante para a turbidez. A vazão é o volume de determinado fluido que passa por uma determinada seção, por unidade de tempo. A vazão dos rios aumenta em períodos chuvosos, e quanto maior é a vazão, maior tende a ser a quantidade e a velocidade da água, o que promove a ressuspensão dos sólidos e aumenta a turbidez. Por isso, esta é uma das variáveis importantes do modelo, pois a inclusão da mesma permitiu projetar níveis de turbidez considerando as estações chuvosa e seca, que influenciam diretamente nos valores do indicador.

A curva modelada apresenta o comportamento médio da turbidez ao longo dos anos dado o período (seco ou chuvoso) e a vazão, ou seja, partindo da LB, passando pela data do rompimento (05/11/2015) e demais períodos com dados observados (até dezembro/2018) e, a partir de então, prevê (supondo que o mesmo padrão de comportamento de decaimento observado na curva logo após o rompimento da barragem irá se manter) valores “médios” de turbidez para os anos nos quais ainda não foram registrados dados, considerando-se para tanto a vazão média histórica em um período intermediário (entre o seco e chuvoso). Deste modo, é possível observar a evolução da curva ao longo do tempo e seu retorno ao valor médio de turbidez existente antes do desastre.

Destaca-se que a equipe pretende atualizar esta curva modelada de comportamento médio da turbidez, com dados de 2019, na medida da disponibilidade dos dados e da contribuição dos mesmos para aprimoramento do modelo.

Da mesma forma como o diagnóstico de danos subdividiu a área a ser analisada, a construção da LB e da curva de recuperação natural seguiu a mesma segmentação. Pois, em uma primeira tentativa de se aplicar um modelo à área como um todo, os valores de turbidez resultantes dos modelos eram diferentes, indicando que o comportamento do indicador diferiu por compartimento. Essa divergência precisou ser considerada na valoração, pois se traduz em diferentes esforços a serem empregados para recuperação e compensação dos danos. Assim, foram definidos quatro modelos de tendência para representar o comportamento da turbidez, um para cada compartimento (1, 2A, 2B e 3).

Em um próximo momento, tendo já definidos os modelos de turbidez, os valores resultantes serão utilizados para derivar a curva de recuperação da quantidade de água em m³ impactada pelo

desastre a cada ano, até alcançar a linha-base. Ou seja, a valoração deseja capturar o montante de água atingida pelo desastre e a permanência do dano ao longo do tempo, traduzindo em números a quantidade de água que se tornou inutilizada pela sociedade e pela natureza devido aos efeitos do desastre. Assim, a partir da curva de recuperação da turbidez será possível obter a variação da quantidade de água recuperada naturalmente ano a ano, sendo então a curva de recuperação adotada para aplicação do método MER. Além disso, a LB da turbidez também será convertida em quantidade de água em m^3 . Em resumo, a curva de recuperação natural da quantidade de água disponível em m^3 será derivada da curva de recuperação natural da turbidez. Pois o objetivo é compreender o quanto de recurso hídrico foi perdido pela sociedade e pelo meio ambiente em decorrência do desastre, quantificar essa perda e mensurar os esforços de recuperação e compensação, a fim de retornar às pessoas e à natureza o recurso perdido.

2.2.2.3 Próximas Etapas da Valoração do Recurso Água

Após a definição das métricas, e das curvas de recuperação natural da turbidez, mantendo a segmentação dos quatro compartimentos analisados, as próximas etapas serão:

- Medição da quantidade de água em m^3 existente na Bacia do Rio Doce, composta pelos quatro compartimentos;
- Construção das curvas de recuperação natural da água (quantidade em m^3) derivada das curvas de recuperação da turbidez, isto é, o retorno da qualidade da água aos níveis anteriores ao desastre, em termos de quantidade em m^3 , mantendo a segmentação dos quatro compartimentos;
- Aplicação do método para obtenção do quantitativo de perdas, subdividida pelos quatro compartimentos;
- Elaboração da curva de recuperação externa, caso houver, mantendo segmentação de quatro compartimentos;
- Levantamento dos custos para execução da recuperação externa, se houver; e
- Etapa de compensação.

Ações de recuperação externa para este habitat serão analisadas de maneira cautelosa, visto que as mesmas não deverão gerar outros danos. Pois mesmo ações que visem o benefício da qualidade da água dos rios, estas podem vir a comprometer a qualidade da água e causar novos efeitos negativos oriundos das tentativas de recuperação promovidas pelo homem. Por isso, é possível que para a água, a equipe possa optar apenas pela compensação, não havendo recuperação no local. No entanto, tal possibilidade ainda está em processo de análise e pode vir a ser modificada.

No final do processo do cálculo da valoração, todos os valores gerados por compartimento, depois de monetizados, serão unificados, representando o valor total dos danos que afetaram os serviços ecossistêmicos desse habitat.

2.2.3 FAUNA AQUÁTICA (ICTIOFAUNA)

2.2.3.1 Serviços Ecosistêmicos Potencialmente Afetados

A Fauna Aquática compreende o conjunto de animais, tanto vertebrados quanto invertebrados, que habitam determinado ambiente aquático, como lagos, lagoas, rios, estuários ou oceanos. A área da Bacia Hidrográfica do Rio Doce considerada para o diagnóstico de danos contempla os seguintes grupos da fauna aquática: ictiofauna, fauna bentônica, quelônios e zooplâncton.

Dessa forma, selecionou-se a ictiofauna como grupo faunístico a ser valorado, tendo em vista que tal grupo apresenta características, mencionadas acima, que possibilitam maior acurácia na tradução dos efeitos dos danos ocorridos ao ambiente em que se encontram.

A Ictiofauna é o conjunto das espécies de peixes que existem numa determinada região biogeográfica. O monitoramento dos padrões biológicos e ecológicos das espécies de peixes é uma importante ferramenta para a identificação de problemas (danos) e estabelecimento de medidas corretivas, se estabelecendo como importantes indicadores biológicos (PARMAR et al., 2016). Isto porque, os peixes são indicadores sensíveis para análise de danos (DIAS et al., 2010), além disso, são relativamente fáceis de identificar em relação a outros grupos da fauna aquática, apresentam ciclos de vida longos o suficiente para permitir comparações temporais e apresentam relações ecológicas importantes com outros elementos da fauna e flora (MENDONÇA et al., 2005).

Este grupo faunístico também presta à natureza e ao ecossistema onde está inserido, alguns serviços ecosistêmicos, conforme Figura 7. Entretanto, cabe lembrar que, embora a ictiofauna possua um papel importante como fonte nutritiva e de geração de renda, obtida por meio da atividade pesqueira, esta possui um caráter socioeconômico e não ambiental, por isso a valoração aqui proposta não considera tal aspecto.

Figura 7 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Fauna Aquática



- Processamento de matéria orgânica
- Cumpram função de predador e presa na cadeia alimentar
- Contribuem para o equilíbrio dos ecossistemas
- Dispersão de sementes

Fonte: Lactec, 2019

2.2.3.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Ictiofauna e Definições Iniciais da Métrica

A área de abrangência percorrida para a elaboração do diagnóstico contemplou os compartimentos 1, 2 e 3 da bacia do rio Doce. Na qual foram identificados oito danos causados à ictiofauna da região, decorrentes do desastre do rompimento da barragem do Fundão, sendo eles: mortalidade de peixes; alterações na composição e estrutura das comunidades de peixes, simplificação da estrutura trófica; aumento da riqueza e abundância de peixes introduzidos (exóticos), redução da diversidade genética, alteração da dinâmica populacional, alterações nas condições corporais e/ou na saúde e aumento na bioacumulação.

Todos esses danos listados afetaram diretamente a composição e o aspecto quantitativo e qualitativo das comunidades de peixes (espécies), sendo a riqueza um índice que pode expressar parcialmente determinados danos ao ambiente.

Este índice refere-se ao valor numérico de espécies em uma determinada área geográfica (BIOTA NEOTROP, 2008). Esta variedade é importante ao meio ambiente, pois compõem uma cadeia interligada por mecanismos naturais com importantes funções (ANDREOLI, 2014). Impactos negativos sobre a riqueza da ictiofauna, de modo geral, causam perdas do patrimônio genético e afetam a dinâmica das relações tróficas (MENDONÇA et al. 2009), e pode ainda, por meio da perda de espécie-chave, conduzir a desestruturação das interações, ocasionando alterações na abundância, biomassa e produtividade de uma comunidade (PACE et al., 1999).

Assim, a riqueza de espécies consiste simplesmente no número de táxons registrados em determinado local e período (PEET, 1974), sendo esta, a forma mais direta e comum de se medir diversidade. O índice de riqueza de espécie é o indicador mais utilizado para a construção de outros indicadores usados na análise dos danos no grupo biológico, por isso seus valores representam de forma mais abrangente os efeitos negativos decorrentes do desastre. Assim, este índice se torna uma possível métrica para a metodologia de valoração econômica dos danos ambientais aplicada à ictiofauna.

Porém a desvantagem desse índice, é que as espécies raras têm mesmo peso que espécies endêmicas e exóticas, de forma que um aumento no índice de riqueza não se traduz necessariamente em um aspecto positivo, justamente porque o índice não diferencia qualitativamente as espécies.

No momento, a equipe técnica está amadurecendo a decisão sobre o uso ou não da métrica por índice de riqueza, considerando suas vantagens e desvantagens. Mas, por outro lado, a debilidade do índice pode ser corrigida na metodologia de valoração econômica por meio do percentual da equivalência, tornando-se uma maneira de solucionar a questão.

As informações levantadas para o diagnóstico, nos trechos dos compartimentos 1, 2 e 3 na bacia do rio Doce computaram a ocorrência de pelo menos 137 espécies de peixes, distribuídas em 14 ordens e 33 famílias, sendo este o quantitativo da linha base, ou seja, a condição existente antes do desastre.

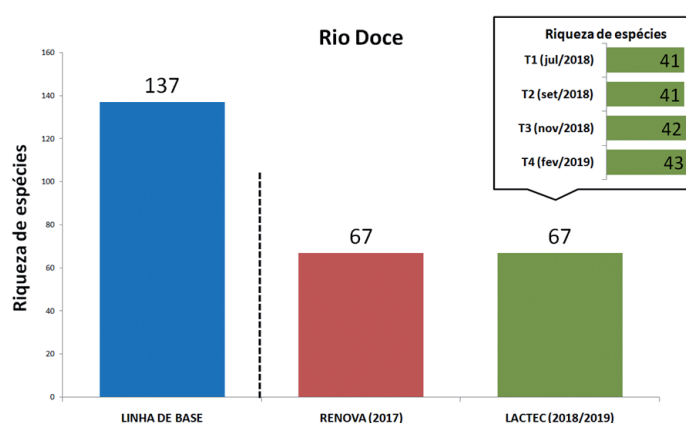
As fontes de informações e dados que permitiram a construção desta linha base são oriundas de fontes secundárias e, pois a equipe utilizou diversos estudos e trabalhos realizados sobre a região e disponíveis em sistemas de bibliotecas de universidades em todo o país, bem como também museus e base de informações e de dados de projetos desenvolvidos direcionados a ictiofauna da região.

Para o cálculo do índice de riqueza, os dados utilizados foram todos primários, oriundos dos esforços de captura in loco realizados pela equipe em campanhas periódicas de campo, em 2018 e 2019, ao longo dos 3 compartimentos analisados e em total acordo com a metodologia selecionada e as legislações que regem a atividade e seus procedimentos. Foram também considerados os dados primários oriundos de coletas e levantamento realizados pela Fundação RENOVA em 2017, ambos apresentaram a mesma abrangência espacial e os mesmos métodos de amostragem nas coletas realizadas.

Considerando os diferentes ambientes aquáticos atingidos pelo rejeito de mineração e a amplitude da área de extensão do estudo, foram selecionados 25 pontos de amostragem para a coleta da ictiofauna, estrategicamente distribuídos ao longo da bacia do rio Doce. Esses pontos foram posicionados no leito principal do rio, em lagoas, em reservatórios e nos principais tributários (próximos da foz).

Entre julho de 2018 a fevereiro de 2019 foram realizadas quatro campanhas pela equipe técnica do Lactec. Em cada uma foi capturada uma amostra de peixes e contabilizada a quantidade de espécies. Ao listar todas as espécies capturadas ao longo das quatro campanhas, e eliminadas da análise as espécies que se repetiram nas coletas, chegou-se a um número de riqueza de 67. Essa mesma riqueza foi encontrada em 2017, apresentando uma redução cerca de 50% de espécies, em comparação com a linha base, conforme Figura 8.

Figura 8—Riqueza da Ictiofauna Registrada no Ambiente Aquático Continental



Fonte: Lactec, 2019

O diagnóstico de danos da ictiofauna demonstrou, até o momento, que existiu alteração na composição das comunidades amostradas no Rio Doce, tendo em vista as alterações observadas no índice de riqueza. Porém há a possibilidade de reversibilidade dos índices às condições iniciais, por meio de ações que promovam a melhoria do ambiente e potencializem a recuperações das espécies. Entretanto, cabe ressaltar que a composição de espécies será, possivelmente, distinta daquela encontrada na linha base, fator este que será corrigido pelo percentual da equivalência, na metodologia de valoração. Vale ressaltar, também, que apenas o índice de riqueza não abrange todos os danos sofridos pelo recurso devido ao desastre.

2.2.3.3 Próximas Etapas da Valoração do Recurso Ictiofauna

As próximas etapas para a continuidade do processo de valoração dos danos ocorridos à ictiofauna estão expostas abaixo:

- Amadurecer o uso da métrica adotada, verificando suas fragilidades e qual a unidade de tempo será considerada, (anual, mensal ou trimestral) e como serão trabalhados os três compartimentos analisados;
- Construção das curvas de recuperação natural do retorno da métrica à linha base, isto é do retorno do quantitativo de espécies da ictiofauna aos níveis anteriores, considerando, se for o caso, a divisão dos três compartimentos;
- Aplicação do método para obtenção do quantitativo de perdas, se for o caso, subdividida pelos três compartimentos;
- Elaboração da curva de recuperação externa, mantendo se for o caso, a segmentação de três compartimentos;
- Levantamento dos custos para execução da recuperação externa; e

- Etapa de compensação.

Por fim, após a realização de todo o processo do cálculo da valoração, os valores gerados por compartimento, depois de monetizados, serão unificados, representando o valor total dos danos que afetaram os serviços ecossistêmicos prestados pela ictiofauna.

2.2.4 FAUNA TERRESTRE

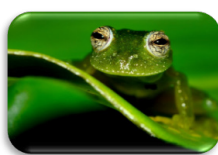
2.2.4.1 Serviços Ecossistêmicos Potencialmente Afetados

Como já abordado na Fauna Aquática, a Fauna Silvestre compreende o conjunto de animais que convivem em um determinado território geográfico, sendo que para este documento, foram analisados aqueles pertencentes ao ambiente terrestre. A área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Doce considerada para o diagnóstico de danos incluiu os três compartimentos.

Os grupos faunísticos estudados foram mastofauna (mamíferos), avifauna (aves), herpetofauna (répteis e anfíbios), quiroptero-fauna (morcegos) e entomofauna (insetos).

Este grupo faunístico também presta a natureza e ao ecossistema onde está inserido, alguns serviços ecossistêmicos, conforme Figura 9.

Figura 9 –Serviços Ecossistêmicos Promovidos pela Fauna Silvestre



- Controle de Pragas
- Fertilidade do Solo
- Dispersão de Sementes
- Ciclagem de nutrientes
- Polinização
- Produtividade primária

Fonte: Parron, et. al., 2015;

2.2.4.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Fauna Terrestre e Definições Iniciais da Métrica

O diagnóstico de danos à fauna silvestre identificou um total de 7 danos causados a esses grupos decorrentes do desastre do rompimento da barragem do Fundão, sendo que esses danos foram segregados por grupo faunístico avaliado. Assim de maneira geral, os danos identificados foram: Alterações nas populações faunísticas; Alterações nas assembleias faunísticas; Piora nas condições físicas da fauna; Perda de conectividade na paisagem; Perda de qualidade dos habitat; Comprometimento à saúde da fauna silvestre; Aumento na bioacumulação.

Todos esses danos afetaram diretamente e indiretamente a fauna silvestre e os serviços ecossistêmicos que a mesma presta, no ambiente florestal, isto é, dentre os ecossistemas existentes no habitat de vegetação: mata nativa, vegetação secundária inicial, campus rupestres e várzea; o diagnóstico da fauna silvestre avaliou apenas os danos que afetaram a biodiversidade da fauna florestal, que é a área de Mata Nativa. Em relação aos demais ecossistemas, não houve coleta para a fauna, desta forma, tanto no diagnóstico quanto na aplicação do método de valoração, as espécies da fauna analisadas serão sempre aquelas que vivem em ambiente florestal.

Com vista a aplicar a metodologia da valoração econômica dos danos ambientais, optou-se por avaliar a possibilidade de utilizar duas possíveis métricas que ainda estão sob análise. Antes de descrevê-las, cabe ressaltar que, essas duas métricas estão sendo aplicadas, por enquanto, apenas para o grupo faunístico das aves florestais. A perda das espécies deste grupo e o retorno do mesmo para a área afetada é o melhor indicador que traduz tal dinâmica. Por isso, concentrar a análise da métrica na avifauna florestal permite o uso de um indicador eficiente em traduzir a dinâmica faunística da região. Porém, adiciona-se, que a equipe está analisando outros grupos de fauna florestal, mais especificamente os anfíbios e os insetos, a fim de avaliar o comportamento dos dados e verificar a inclusão ou não destes grupos na métrica.

Além disso, a metodologia empregada para a elaboração do diagnóstico, analisou toda a extensão da APDL, seguindo a subdivisão dos compartimentos 1, 2 e 3. Para aplicação das metodologias de análises dos danos, a equipe técnica definiu unidades amostrais (UA) para a avaliação dos efeitos oriundos do desastre. Desta forma, foram definidas seis UA, sendo duas no compartimento 1, duas no compartimento 2 e duas no compartimento 3. Tal distribuição permitiu verificar o aspecto de intensidade do dano, partindo-se do pressuposto que o dano é mais intenso próximo ao local do desastre (compartimento 1), e diminui de intensidade à medida que o rio se aproxima de sua foz em virtude do efeito de diluição.

Neste relatório, os gráficos e valores apresentados para as possíveis métricas analisadas, consideram apenas os dados do Compartimento 1. Entretanto será estudada a inclusão dos demais compartimentos no cálculo da métrica.

Ressalta-se que os indicadores foram construídos pela equipe técnica do Lactec, pois não há bases de dados prontas em fontes oficiais para coleta de dados secundários. Isto é, os mesmos apresentam histórico de dados limitado à quantidade de campanhas de campo realizadas.

Na sequência, descrevem-se os possíveis indicadores que estão em análise para definição da métrica.

- Rotatividade temporal (similaridade)

Na ecologia de comunidades, índices de similaridade são métricas que buscam quantificar a magnitude da diferença de composição entre assembleias de espécies de dois locais. Sendo que assembleias de espécies se referem a um grupo de espécies filogeneticamente relacionadas em uma determinada comunidade. Ou seja, este indicador busca verificar o quão, similares ou distintos, são dois conjuntos de espécies quando comparados, o que permite capturar a variação da similaridade na composição de espécies, neste caso de aves florestais.

Esta comparação ocorre entre assembleias de espécies de dois locais distintos, sendo que, no caso do presente estudo, a equipe técnica delimitou os sítios de tratamento e os sítios controle. Os sítios-controle são locais próximos ao desastre, mas que não foram afetados pelo mesmo, mantendo assim as características biológicas e físico-químicas naturais da região, e são fixados como a linha de base do estudo. Assim, assume-se que a similaridade na composição de aves florestais deveria ser igual àquela atualmente verificada no sítio controle. Os sítios de tratamento são os locais que foram afetados pelo desastre, e manifestam os efeitos negativos do mesmo.

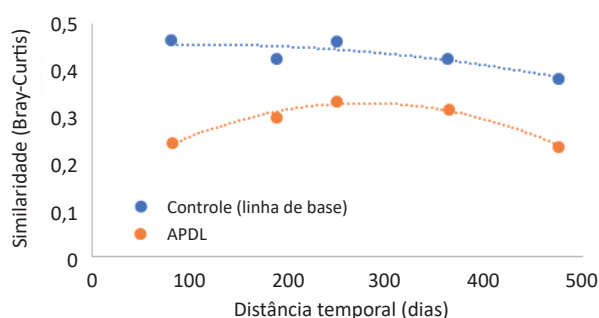
Desse modo, a comparação é feita por meio da análise do comportamento dos sítios controle e de tratamento, sendo ambos analisados no tempo. Assim, são realizadas campanhas de campo para amostragem da composição das assembleias de espécies nos dois sítios, cujos dados são sempre comparados com a amostragem inicial do período de coleta, ou seja, “dia zero” da campanha.

Explicitando mais detalhadamente, os sítios não são comparados entre si, pelo contrário, cada um possui o seu tempo zero (T0), que foi definido na primeira amostragem, na primeira campanha, e os demais valores obtidos nas campanhas e amostragens seguintes são comparados com os seus respectivos T0, ou seja, compara-se o dado T0 do controle com o dado do T1 também do controle, do mesmo modo compara-se o dado T0 do tratamento com o dado T1 do tratamento.

É a observação do comportamento de ambos os sítios separadamente que permite a comparação. Logo, a Rotatividade (similaridade) é obtida pela comparação da composição de espécies de cada sítio em diferentes pontos no tempo, utilizando-se o índice de Bray-Curtis.

Portanto, assume-se que a situação no sítio controle (símbolos azuis) represente a situação linha de base, a qual deveria ser aproximada pela assembleia no sítio Trat1 (símbolos laranjas), conforme demonstra a Figura 10.

Figura 10 – Comportamento do Indicador de Rotatividade Temporal (Similaridade) nos Sítios Controle e de Tratamento, ao Longo do Tempo



Fonte: Lactec, 2019.

Algumas são as vantagens de uso da rotatividade temporal, em relação a outras métricas ecológicas clássicas. Este índice pode ser independente da riqueza (número de espécies) entre as comunidades comparadas, ou seja, não está associado à quantidade de espécies diferentes, mas sim sua composição, o que permite uma análise mais qualitativa, pois levam em consideração a identidade das espécies, sendo índices sensíveis a quais espécies são registradas em cada local.

Esta propriedade permite diferenciar duas assembleias que teriam, p.ex., a mesma riqueza, mas composta por espécies distintas. A título de exemplo, digamos que no local A tenham sido registradas 50 espécies de aves, e no local B também foram encontradas 50 espécies. Enquanto a métrica indica que não há diferença entre os locais ($SA = SB = 50$), as aves detectadas em A são generalistas e colonizadoras de áreas antropizadas, ao passo que na área controle a assembleia é composta por aves florestais e de elevada sensibilidade ecológica, se caracterizando como melhores indicadores biológicos.

Portanto, métricas de similaridade resultariam em valores baixos, proporcionalmente ao número de espécies não compartilhadas entre esses locais (que ocorrem em um, mas não em outro local), indicando que estas comunidades são muito distintas, e evidenciando as alterações biológicas ocorridas.

Ao considerar o local analisado, por meio das informações levantadas pelo diagnóstico, uma situação esperada é que na APDL havia originalmente uma composição de espécies florestais similar àquela encontrada em outros setores florestais (similaridade alta entre A e B). Em decorrência do desastre e das alterações ambientais sofridas na paisagem, esses locais passaram a abrigar uma assembleia distinta (similaridade baixa entre A e B) que, com o passar dos anos e com a recuperação ambiental prevista, deverão tender à assembleia original (similaridade entre A e B tende a crescer até atingir a estabilidade).

- Riqueza de aves florestais

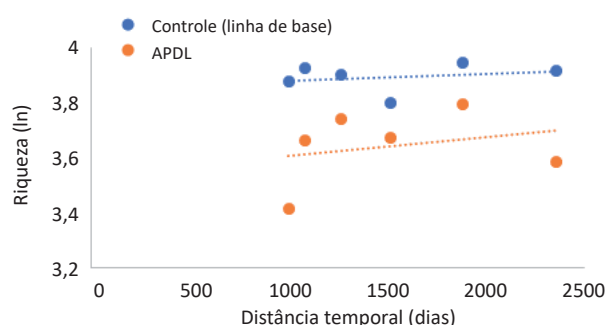
O indicador de riqueza de espécies representa o número de espécies de uma determinada região. Para o caso desta análise, este indicador, seria uma métrica cujo objetivo é averiguar a variação na riqueza de espécies de aves florestais ao longo do tempo, na região analisada, também em comparação com a linha de base.

Do mesmo modo como já explicado, os valores são obtidos por meio da delimitação dos sítios controle e de tratamento. E de igual modo, a comparação também é realizada a partir do comportamento de cada sítio, não havendo comparação direta entre os mesmos, mas sim em relação ao comportamento do índice em cada um, entre os tempos T0 e T1.

Assume-se que a riqueza de aves florestais no sítio de tratamento deveria ser igual àquela atualmente verificada no sítio controle. Além disso, sabe-se ainda que, a riqueza atingiu valor 0 no dia do desastre, data que constitui o T0 de referência desta métrica.

Assim, adota-se que a situação no sítio controle (símbolos azuis) represente a situação da linha de base, a qual deverá ser alcançada pela riqueza no sítio de tratamento (símbolos laranjas), conforme Figura 11.

Figura 11 –Comportamento do Indicador de Riqueza nos Sítios Controle e de Tratamento, ao Longo do Tempo



Fonte: Lactec, 2019.

A vantagem do uso do índice de riqueza como métrica, é que o mesmo se caracteriza como uma variável intuitiva de fácil compreensão e análise, bem como de simples coleta da informação em campo. Por outro lado, a desvantagem deste indicador é que o mesmo é mais

quantitativo do que qualitativo. Isto porque, nem sempre o número elevado de espécies representa uma evolução positiva do meio analisado, pois esse aumento pode ser em decorrência da introdução de espécies invasoras, ou ainda, apenas a evidência de um ambiente que está sendo recolonizado, e por isso a quantidade de espécies presentes se eleva. Ressalta-se, porém, que neste caso, a fim de corrigir este viés, a metodologia de valoração econômica de danos ambientais, poderá utilizar o percentual de equivalência, para absorver tal efeito à equação da valoração.

2.2.4.3 Próximas Etapas da Valoração do Recurso Fauna Terrestre

As próximas etapas para a continuidade do processo de valoração dos danos ocorridos à fauna silvestres estão expostas abaixo:

- Escolha da melhor métrica a ser adotada dentre as duas que estão sendo analisadas;
- Definir se a métrica selecionada será utilizada mantendo a divisão dos três compartimentos, dado que há divergências de comportamento dos indicadores;
- Construção das curvas de recuperação natural do retorno da fauna terrestre ao local afetado, com base na métrica que será adotada, considerando, se for o caso, a divisão dos três compartimentos;
- Aplicação do método para obtenção do quantitativo de perdas, subdividida pelos três compartimentos;
- Elaboração da curva de recuperação externa, se necessário, mantendo segmentação de três compartimentos;
- Levantamento dos custos para execução da recuperação externa; e
- Etapa de compensação.

Por fim, os valores gerados, por compartimento, pelos cálculos da valoração, depois de monetizados, serão unificados, representando o valor total dos danos que afetaram os serviços ecossistêmicos prestados pela fauna silvestre.

2.2.5 PATRIMÔNIO CULTURAL

2.2.5.1 Serviços Ecossistêmicos Potencialmente Afetados

A Cultura pode ser descrita, segundo Cuche (1999), como um processo de adaptação ao meio ambiente imaginado e controlado pelo Homem, e que possui a característica de ser facilmente transmissível (CAMPOS et al., 2015).

Essas adaptações são testadas, acumuladas, transmitidas e reproduzidas através das gerações, e se expressam como um acervo de conhecimentos e experiências de um grupo, refletindo seu modo de vida, de compreensão e transformação da realidade, e formam o conjunto denominado “patrimônio cultural” (CAMPOS et al., 2015).

Desta forma, o patrimônio cultural é uma construção social, de diversos itens, práticas, modos de visão, entre outros, que um determinado grupo humano considera digno de ser legado às gerações futuras (CAMPOS et al., 2015).

Este patrimônio também possui uma estreita relação com o ecossistema onde está inserido, pois esta interação, em um determinado território, gera conhecimento e experiência por parte das pessoas e o meio ambiente onde residem (MEA, 2005).

Por isso, o termo Serviços Ecosistêmicos Culturais (SEC), de acordo com a abordagem adotada no TEEB – *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* (2010), pode ser descrito como as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas para a cultura e as relações sociais de um determinado grupo social, podendo também ser resumido como os benefícios não materiais que as pessoas obtêm dos ecossistemas, conforme *Millennium Ecosystem Assessment* (2005). Desta forma, o SEC permite a compreensão do quanto as culturas são influenciadas pelos ecossistemas que as circundam (CAMPOS et al., 2015).

Segundo Campo et. al. (2015), existem seis categorias básicas de SEC, conforme a Figura 12 abaixo.

Figura 12 –Serviços Ecosistêmicos Promovidos pela Patrimônio Cultural



- Identidade Cultural
- Patrimônio Cultural
- Identidade Espiritual
- Inspiração Cultural
- Beleza Cênica
- Recreação e Turismo

Fonte: CAMPOS et. al., 2015. Adaptado por Lactec, 2019.

2.2.5.2 Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Fauna Terrestre e Definições Iniciais da Métrica

O diagnóstico contemplou três diferentes áreas de pesquisa, e abrangeu os bens arqueológicos, materiais e imateriais.

Para os bens arqueológicos, considerou os itens: sítios arqueológicos, sítios de interesse arqueológico, histórico e artístico e ocorrências isoladas.

Os bens materiais consideram os bens edificados e urbanísticos (ex.: casarões antigos), bens móveis e associados (ex.: capelas, igrejas e imagens religiosas) e bens paisagístico (ex.: paisagens e caminhos antigos).

Os bens imateriais se referem às celebrações (festas de caráter comemorativo e extraordinárias em relação à vida cotidiana), formas de expressão (manifestações e performances culturais), lugares (territórios de referência para as práticas culturais) e ofícios, saberes e modos de fazer (técnicas e conhecimentos tradicionais e locais).

O Diagnóstico de Danos ao Patrimônio Cultural realizado devido ao desastre do rompimento da barragem de Fundão identificou 16 danos que afetaram a riqueza cultural das comunidades e municípios atingidos. Sendo que quatro desses danos afetaram os bens arqueológicos, cinco afetaram bens culturais materiais e sete afetaram bens culturais imateriais. Esses danos são oriundos tanto da ação do desastre quanto das ações emergenciais/reparatórias promovidas pela Renova.

Os danos listados relacionados aos bens arqueológicos são: soterramento de bem arqueológico, perturbação de camadas sedimentares associadas ao bem arqueológico, modificação da paisagem de implantação de bem arqueológico e aceleração da degradação de vestígios arqueológicos.

Os danos listados relacionados aos bens culturais materiais são: comprometimento de estruturas de bens culturais materiais, desencadeamento de processos físico-químicos que acelerem a degradação dos bens culturais materiais, modificação da paisagem ou contexto de implantação de bens culturais materiais, alteração de partes ou setores de rotas e caminhos históricos e/ou tradicionais e interrupção ou cessão do acesso e/ou uso dos bens culturais materiais.

Já os danos listados relacionados aos bens culturais imateriais são: alteração de práticas culturais, alteração da rede de relações comunitárias, sofrimento social, alteração de espaços relacionados a práticas culturais, alteração de espaços de referência de memória, alteração no acesso a matérias primas e implementos associados necessários à produção dos bens culturais e alteração na circulação de práticas e bens culturais.

Esses danos se expressam principalmente nas diversas alterações que ocorreram nos ecossistemas locais afetados. Levando em consideração que mudanças no ambiente podem impactar significativamente a identidade cultural e a estabilidade social de uma população ou comunidade (MEA, 2005), afirma-se que o desastre culminou em diversas modificações nas práticas culturais locais, bem como no acervo patrimonial existente.

A área de abrangência adotada para a elaboração do diagnóstico contemplou áreas de 43 municípios que integram a bacia hidrográfica do rio Doce, atingidos de alguma forma pela onda de rejeitos, desde a barragem de Fundão até a foz do rio Doce, incluindo a zona costeira adjacente.

Assim, foram contabilizados mais de 200 bens afetados considerando todos os grupos de bens patrimoniais analisados.

Cada um dos grupos de bens analisados apresenta características diferenciadas, o que impede que a valoração econômica dos danos seja feita de forma agregada, ou seja, analisando todos de forma unificada. Por isso, foi definido que as decisões sobre as métricas e as curvas de recuperação serão construídas respeitando a divisão dos grupos de bens já realizada para o diagnóstico dos danos. Além disso, a valoração também partirá dos danos mais expressivos sofridos por cada grupo.

Até o momento, a equipe técnica do patrimônio cultural recebeu uma explicação detalhada da metodologia de valoração de danos ambientais que será aplicada ao contexto do rompimento da barragem de Fundão. Esta explicação ocorreu por meio de uma extensa reunião no escritório da equipe em São Paulo.

Na ocasião, além da exposição detalhada e didática da metodologia, as equipes do patrimônio e da valoração, iniciaram as discussões a fim de analisar os danos mais representativos e vislumbrar as possíveis métricas para cada grupo. As análises iniciais realizadas e as primeiras decisões tomadas serão expostas por subgrupo do patrimônio cultural estudado, ressaltando que, por se tratar ainda de uma etapa de avaliação, as informações expostas podem futuramente sofrer alterações, caso se identifiquem outras formas mais eficientes de aplicar o método de valoração.

Bens Arqueológicos

Para os bens arqueológicos, o dano mais representativo e que agrega os demais identificados foi o soterramento de sítios arqueológicos. E já no momento do diagnóstico, a mensuração foi realizada por meio da área em metros quadrados. Tal aferição é ideal para ser definida como a métrica para a valoração, pois é fácil de ser obtida, é quantificável, e traz um número consolidado para ser recuperado e compensado pelo empreendedor responsável pelo dano. Além disso, também permite agrupar todos os sítios arqueológicos em uma única medição. Desta forma, para este grupo até o momento, a métrica será as áreas afetadas dos sítios arqueológicos em metros quadrados.

Bens Culturais Imateriais

No caso dos bens culturais imateriais, o dano mais significativo e que melhor representa os demais, foi a alteração nas práticas culturais, que foram contabilizadas por meio do registro de narrativas.

Entretanto, esta aferição não é adequada para a valoração, pois não permite a comparação no tempo, e não é possível o acompanhamento da sua variação, pois trata-se de um relato pontual, cujas condições emocionais e psicológicas interferem sobremaneira, e sua coleta periódica é inviável.

Por isso, para a valoração dos bens imateriais por meio da ótica do dano da alteração nas práticas culturais, definiu-se inicialmente trabalhar com a métrica do tempo, isto é, mensurar em termos de horas, dias, semanas, meses ou até mesmo em anos, o tempo que dura esta alteração e quanto tempo leva para que as atividades retornem a normalidade, como era na linha base.

O tempo se configura como uma métrica adequada, pois esta medição permite agregar todos os bens em uma única variável, além de prover um valor em carga horária que poderá ser requerido na recuperação e compensação.

Foi sugerido que no momento de listar e mensurar os bens imateriais é possível trabalhar com subgrupos, isto é, contabilizar a variável tempo, por subgrupo separando festas comunitárias, festas religiosas, e outros eventos de natureza diferenciada. Assim a métrica permanece a mesma para todos, entretanto, se valora por subgrupo, a fim de destinar a recuperação e compensação na proporção adequada para cada modalidade cultural.

Outra sugestão é a adição de pesos aos valores da métrica, conforme a importância histórica, cultural e social que os bens possuem. Esses pesos podem ser construídos e definidos pela equipe técnica do patrimônio, a fim de incorporar questões abstratas e subjetivas ao método de valoração.

Bens Culturais Materiais

No caso dos bens materiais, há dois subgrupos distintos a serem valorados, os bens edificados e os bens móveis e associados. Esses bens foram mensurados durante o diagnóstico por meio das variáveis, elementos e tempo (em anos). Para ambos, o dano mais representativo está associado ao comprometimento das estruturas, isto é, no caso dos bens móveis tal dano está vinculado às partes danificadas dos objetos analisados, e no caso dos bens edificados, está relacionado aos danos nas estruturas como rachaduras, demolições, e outros semelhantes.

Neste primeiro momento, a análise para valoração do grupo de bens materiais paisagísticos, será postergada, pois na maioria dos casos a recuperação natural, ou seja, a recuperação do meio ambiente trará novamente os serviços ecossistêmicos culturais. Tal processo não ocorrerá para aqueles bens

paisagísticos que após a recuperação natural, permanecem danificados e o serviço que era prestado permanece ausente. Nestes casos será necessário, posteriormente, avaliar meios para a aplicação do método de valoração.

As variáveis utilizadas para mensuração no diagnóstico, elemento e tempo, não se configuram como a melhor métrica, para os bens materiais tanto os móveis quanto os edificados.

Para o grupo de bens materiais móveis, a métrica sugerida, será combinar as variáveis: percentual e valor unitário. O valor unitário se refere ao quantitativo de bens móveis atingidos pelo desastre, e o valor percentual (sempre em decimal), refletirá o quanto do bem foi danificado e/ou perdido devido ao dano oriundo do desastre.

Por exemplo, uma imagem de Cristo Crucificado que perdeu o braço esquerdo, é considerada como uma unidade, e a parte perdida representa 30% deste bem, desse modo a valoração irá considerar os 30% perdidos para a aplicação do método.

Da mesma forma, como explicado para os bens imateriais, o cálculo da métrica poderá ser realizado por separação de subgrupos dentre os bens materiais móveis, subdividindo em imagens sacras, objetos históricos, entre outros, reunindo assim os valores de perda conforme características específicas de cada subgrupo. E também, do mesmo modo, é possível assumir pesos para os bens materiais móveis, conforme as características que possuem.

No caso dos bens materiais edificados sugeriu-se como métrica, metros quadrados. Assim, será possível trabalhar com a metragem total dos edifícios e a metragem da parte que foi danificada. Tal medida permite agregar diferentes bens edificados, é de fácil mensuração e é possível analisar sua evolução no tempo.

E do mesmo modo como já foi sugerido anteriormente, para a mensuração das perdas, é possível contabilizar dividindo em subgrupos, como casarões, igrejas, e outros, bem como, é possível adotar pesos para corrigir as diferenças de importância de cada bem.

Após a explanação das possíveis métricas a serem adotadas e que ainda estão sendo estudadas, ressalta-se que para a grande maioria dos bens afetados, não há recuperação natural, sendo, portanto, uma perda infinita. Por isso, o cálculo das perdas irá considerar perda constante no tempo, dentro de um horizonte temporal de 50 anos, corrigido no último ano pelo cálculo de perpetuidade, o qual considera que o fluxo analisado se estende infinitamente incluindo o resíduo no cálculo. Como não é possível calculá-la infinitamente, e ainda, considerando que após 50 anos o valor acrescido é pouco significativo, 50 anos se estabelece como o horizonte temporal mais adequado. Assim utilizando este método não é necessário calcular a perda infinitamente.

2.2.5.3 Próximas Etapas da Valoração do Patrimônio Cultural

As próximas etapas para a continuidade do processo de valoração dos danos ocorridos ao Patrimônio Cultural estão expostas abaixo:

- Definir e segregar os bens patrimoniais culturais que são ou não compensados;
- Amadurecer o uso das métricas sugeridas, verificando fragilidades e potencialidades, bem como, as subdivisões de análises a serem trabalhadas, isto é a definição de subgrupos, uso ou

não de pesos para ponderação e até mesmo de localização geográfica, considerando os três compartimentos;

- Elaboração das curvas de recuperação externa, mantendo se for o caso, as subdivisões, bem como a segmentação de três compartimentos, a fim de prever o tempo e a taxa de recuperação dos danos ao patrimônio cultural mediante aplicação de ações e atividades promovidas pelo homem;
- Mensuração das perdas do Patrimônio Cultural, por meio da aplicação do método de valoração para obtenção do quantitativo de perdas, se for o caso, subdividido pelos subgrupos e pelos três compartimentos;
- Levantamento dos custos para execução das ações e atividades da recuperação externa; e
- Etapa de compensação.

Por fim, após a realização de todo o processo do cálculo da valoração, os valores gerados, depois de monetizados, serão unificados, representando o valor total dos danos que afetaram os serviços ecossistêmicos prestados pelo patrimônio cultural.

3 MÉTODO DE VALORAÇÃO CONTINGENTE

3.1 METODOLOGIA

O outro método a ser utilizado para a valoração dos danos causados pelo desastre ocorrido na Bacia do Rio Doce, de acordo com os seus objetivos, será o método de valoração contingente, que propõem a realização de uma pesquisa de campo, de representatividade nacional, com a finalidade de coletar dados e informações necessárias para a aplicação da metodologia e, com isso, estimar os valores monetários que expressam o tamanho das perdas causadas pelo desastre.

Deve-se ressaltar, no entanto, que a metodologia de valoração contingente não é de fácil aplicação, pois se utiliza de resultados de pesquisas de campo para quantificar as preferências e o interesse de indivíduos por bens e serviços, geralmente públicos, não comercializados em mercados usuais. O desconhecimento de características importantes e a baixa percepção da utilidade destes bens e serviços para os indivíduos tornam o processo de precificação complexo e de difícil mensuração. A solução metodológica encontrada para o problema, e que será adotada neste trabalho, consiste da criação de mercados hipotéticos, onde as pessoas pesquisadas revelam as suas preferências de disposição a pagar (DAP).

Diante disso, a pesquisa de campo deve ser criteriosamente planejada e implementada, seguindo os conceitos básicos e procedimentos técnicos indicados pela teoria estatística, de forma que se possa capturar, com elevado nível de confiabilidade, as verdadeiras preferências, sentimentos e opiniões dos entrevistados sobre o desastre ocorrido na Bacia do Rio Doce.

3.1.1 CONCEITOS

O valor econômico de um recurso natural e seus respectivos serviços ecossistêmicos é a contribuição deste recurso para o bem-estar social. A valoração econômica ambiental busca estimar o valor econômico de um recurso natural através da determinação do que é equivalente, em termos de outros recursos disponíveis na economia, que a sociedade estaria disposta a abrir mão de maneira a obter uma melhoria de qualidade ou quantidade do recurso natural e dos serviços ecossistêmicos associados a este recurso natural.

Em outras palavras, as técnicas de valoração econômica ambiental buscam medir as preferências dos indivíduos por um serviço ecossistêmico ou recurso natural, ou seja, como as preferências individuais variam quando há mudanças na provisão, qualidade ou quantidade ofertada, do recurso natural.

Essas preferências individuais em relação a mudanças na qualidade ou na quantidade do recurso natural são traduzidas em medidas de bem-estar econômico – variação compensatória, excedente do consumidor e variação equivalente⁴ – que podem ser interpretadas como a disposição a pagar (DAP) de um indivíduo por uma melhoria ou incremento no recurso natural ou como a disposição a aceitar (DAA) uma piora ou decréscimo na oferta do recurso.

4 Para uma revisão da teoria sobre mudanças em medidas de bem-estar, ver Freeman (2003), capítulo 3.

Como há diversos serviços ecossistêmicos e recursos ambientais que não são comercializados no mercado de bens e serviços, logo não há referências de preços e valores. Por isso, para mensurar a o bem-estar econômico que estes serviços e recursos promovem, faz-se necessário um método alternativo, como o método de valoração contingente (MVC), que permite medir o DAP e/ou DAA.

Este método consiste na utilização de pesquisas amostrais para identificar, em termos monetários, as preferências individuais em relação a bens que não são comercializados em mercados. Para tanto, são criados mercados hipotéticos do recurso natural – ou cenários envolvendo mudanças na qualidade ou quantidade do recurso – no qual as pessoas são questionadas, a fim de, expressarem suas preferências através da disposição a pagar para evitar a alteração na qualidade ou quantidade do recurso natural⁵.

Assim, o que se busca obter com um questionário de valoração contingente é a disposição a pagar máxima dos entrevistados pelo bem hipotético em questão. Em outras palavras, o quanto o indivíduo abre mão de sua renda para obter o bem hipotético de maneira a manter sua utilidade constante. Formalmente:

$$U(X, Y) = U(X, E, Y - \text{DAP})$$

onde:

U = Função utilidade, que, segundo a Teoria do Consumidor, representa a satisfação que um indivíduo deriva do consumo de uma cesta de bens restrito à sua renda;

X = É uma cesta de bens de consumo;

Y = É a renda do indivíduo; e

E = Recurso natural ou serviço ecossistêmico valorado.

A aplicação do método de valoração contingente pode ser dividida em duas etapas:

- 1) Formação do mercado hipotético ou cenário a ser proposto ao entrevistado, ou seja, se define o questionário a ser utilizado no exercício de valoração contingente;
- 2) Realiza-se a pesquisa de campo com aplicação de questionários a uma amostra representativa da população alvo para a obtenção das disposições individuais a pagar pelo cenário exposto.

Na primeira etapa, prepara-se o questionário descrevendo claramente:

- i. O recurso natural ou objeto a ser analisado;
- ii. A medida de valor (DAP ou DAA) a ser obtida;
- iii. O método de eliciação da DAP ou da DAA:
 - a) Em formato aberto: “quanto você estaria disposto a pagar / aceitar?”;
 - b) Em formato de escolha dicotômica: “Você estaria disposto a pagar / aceitar RX?”;

5 Alternativamente, podemos perguntar ao indivíduo sobre sua disposição a aceitar (DAA) alterações no recurso natural. Essa alternativa tende a obter valores mais altos da preferência individual porque o sujeito não está limitado por uma restrição orçamentária, como acontece quando solicitamos sua disposição a pagar.

- c) Em formato de escolha dupla dicotômica: duas perguntas no formato dicotômico, sendo que a segunda depende da resposta à primeira pergunta;
- iv. O instrumento ou veículo de pagamento da DAP ou DAA:
 - a) Pagamentos compulsórios (ex.: impostos, taxas, tarifas) ou
 - b) Pagamentos voluntários (ex.: doações).
 - c) Ou o veículo de recebimento da DAA (ex.: subsídios, compensações financeiras);
- v. Perguntas para a caracterização socioeconômica do entrevistado;
- vi. Perguntas para o melhor entendimento de respostas às perguntas-chaves do questionário (*debriefing questions*);
- vii. Perguntas sobre o comportamento e preferências dos entrevistados quanto a temas correlatos ao analisado.

O questionário é estruturado a partir da realização de pesquisa em grupos focais. Esses grupos permitem a obtenção de informações que permitem a construção do questionário, calibrando-o de forma a tornar a ferramenta mais eficaz e eficiente. Após essa etapa, o questionário resultante é então aplicado em pesquisa(s) piloto(s), para mais uma etapa de teste, a fim de capturar a compreensão das perguntas elaboradas e o consequente refinamento do questionário. O questionário testado nas pesquisas piloto, após refinamentos, é então aplicado na pesquisa de campo final.

Estima-se a disposição a pagar média ou mediana amostral e, a partir de técnicas econométricas, validam-se estas estimativas quanto aos pressupostos econômicos. Por exemplo, se a estimativa da DAP /DAA está estatisticamente relacionada com a renda e outras características socioeconômicas dos entrevistados. A validação das estimativas busca saber se as respostas à pergunta da DAP / DAA foram dadas de forma aleatória ou seguiram uma racionalidade ou lógica comportamental ou socioeconômica. Finalmente, multiplicamos as estimativas médias / medianas amostrais pela população alvo da pesquisa (agregação de resultados).

Há na literatura vários trabalhos sobre as vantagens e desvantagens da valoração contingente⁶. Esta literatura aponta alguns problemas metodológicos potencialmente associados à aplicação desse método. Por exemplo, uma dificuldade se refere a montar um cenário hipotético suficientemente compreensível para os entrevistados, que devem entender claramente as mudanças nas características dos recursos ou serviços que eles estão sendo solicitados a valorar.

O mecanismo escolhido para fornecer os resultados mencionados no cenário hipotético também deve parecer plausível para evitar o ceticismo sobre se o resultado prometido será mesmo fornecido. A narrativa do questionário deve gerar incentivos para respostas verdadeiras, em particular sobre a disposição a pagar (DAP), ou seja, evitar vieses nas respostas.

Com o intuito de propor procedimentos e técnicas econométricas que tratem o máximo de vieses e, assim, dar maior credibilidade ao método de valoração contingente, o governo dos EUA organizou o NOAA's Panel (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)⁷. Nesse painel, vários economistas

⁶ Por exemplo, Arrow et al. (1993); Mitchel e Carson (1989); MacFaden (1994); Diamond e Hausman (1994).

⁷ Após o derramamento de óleo bruto do petroleiro Exxon Valdez, no Alasca, o governo norte americano aplicou o método de valoração contingente com o objetivo de avaliar os danos e obrigar a Exxon Corporation a indenizar suas vítimas.

deram seus pareceres sobre a validade dos resultados obtidos com a aplicação do método, objetivando discutir todos os procedimentos à luz das teorias econômica e estatística. O painel NOAA elaborou diversas recomendações para a aplicação do método de valoração contingente, resumidas no Quadro 2.

Quadro 2 – Recomendações NOAA para Valoração Contingente

- 1) Uma amostra representativa da população alvo é essencial.
- 2) Evitar respostas nulas.
- 3) Usar entrevistas pessoais (*face-to-face*).
- 4) Treinar os entrevistadores para serem neutros.
- 5) Os resultados devem ser apresentados na íntegra, com o desenho da amostra, questionário, método de estimação da DAP e o banco de dados disponibilizado.
- 6) Realizar pesquisas-piloto para testar o questionário.
- 7) Ser conservador adotando opções que subestimem a medida monetária estimada.
- 8) Devido à recomendação anterior, usar DAP em vez de DAA.
- 9) Usar o formato referendo da pergunta da DAP (...estaria disposto a pagar R\$ X pelo recurso, sim ou não?).
- 10) Fornecer informações adequadas sobre o que está sendo medido.
- 11) Testar o impacto do uso de fotografias para avaliar se elas estão gerando impactos emocionais que podem distorcer as respostas.
- 12) Identificar possíveis substitutos do recurso natural que permanecem inalterados.
- 13) Identificar claramente a mudança na disponibilidade do recurso natural.
- 14) Administrar o tempo da pesquisa para evitar a perda de precisão das respostas.
- 15) Incluir qualificações para respostas do tipo "sim" ou "não".
- 16) Incluir outras variáveis explicativas relacionadas ao uso do recurso (*debriefing questions*)
- 17) Verificar se as informações no questionário são aceitas como verdadeiras pelos entrevistados.
- 18) Os entrevistados devem ser lembrados de sua restrição orçamentária, ou seja, que sua DAP resulta em menor consumo de outros bens.
- 19) O veículo de pagamento deve ser realista e apropriado às condições culturais e econômicas.
- 20) Incluir questões específicas para minimizar o problema de parte-todo.
- 21) Evitar o uso de pontos de partida (*starting point bias*).
- 22) Nos questionários com o formato do tipo de escolha dicotômica, a oferta mais alta deve atingir 100% de rejeição e a oferta mais baixa deve ser aceita por todos (100% de aceitação)
- 23) Atenção ao processo de agregação para considerar a população relevante.

Fonte: Adaptado de Arrow et al. (1993).

3.1.1.1 Métodos Estatísticos

A equipe técnica, formada por economistas, especialistas em pesquisa de mercado e consultores internacionais com experiência em estudo de Valoração Contingente similar (caso do acidente no Golfo do México em 2010), avaliou que para a melhor aplicação do método de valoração contingente ao incidente de 2015 em Mariana as seguintes escolhas metodológicas se aplicam:

i) O recurso natural ou objeto a ser analisado;

O objetivo do estudo é estimar a DAP de uma amostra representativa da população brasileira urbana para a implantação de uma política que evitaria novos acidentes com barragens de rejeitos de mineração que tivessem danos ambientais e culturais equivalentes aos observados no incidente de Mariana. Desta forma, os entrevistados revelariam o quanto estariam dispostos a pagar para evitar os danos ambientais e culturais ocorridos a partir do incidente com a Barragem de Fundão em Mariana.

O público alvo, isto é, a população a ser entrevistada, tanto na fase piloto de teste quanto na realização da pesquisa oficial, será a população urbana residente nas capitais e regiões metropolitanas do país, respeitando o quantitativo definido pelo cálculo da amostra da população a ser trabalhada.

A preferência pela população urbana se dá pelos seguintes motivos: em termos quantitativos os domicílios urbanos são mais representativos, pois em 2010, segundo censo demográfico realizado pelo IBGE⁸, 86% das residências eram urbanas contra 14% rurais, concentrando assim a grande maioria da população nas cidades; outro fator considerado é a questão logística, pois na área rural a ocupação das residências é espaçada e em alguns casos com difícil acesso, exigindo maior esforço financeiro e demandando maior tempo para sua execução, o que inviabiliza a inserção deste grupo na amostra a ser entrevistada. Mais adiante a seleção e processo de definição da amostra populacional será detalhadamente explicada.

ii) O método de elicitación da DAP:

Conforme mencionado anteriormente, a literatura de boas práticas para o uso do método de Valoração Contingente (ex. Arrow et al., 1993) sugere o uso de perguntas de elicitación da DAP no formato dicotômico (“Você estaria disposto a pagar RX?”).

Esta recomendação baseia-se no fato de que este formato é o que melhor se aproxima das situações cotidianas de mercado, onde o consumidor observa o bem de consumo desejado (características e qualidades), bem como o preço de mercado estipulado pelo vendedor. Dessa forma, o consumidor avalia se sua DAP é maior ou igual ao preço estipulado e compra o bem, ou se sua DAP é menor que o preço estipulado e não compra o bem.

iii) O instrumento ou veículo de pagamento da DAP:

Para a escolha do veículo de pagamento para a elicitación da DAP, foi selecionada uma modalidade de pagamento mais próxima possível da realidade dos entrevistados, por meio de um método de cobrança já existente e que faça parte do cotidiano das famílias. Sendo que esse valor será dedicado integralmente para custear a implantação de ações que evitariam um novo desastre com barragens de rejeito de mineração com os danos ambientais e culturais similares aos observados no incidente de Mariana. O veículo escolhido tem como vantagem dar credibilidade ao cenário hipotético, uma vez que está presente na rotina das residências brasileiras.

iv) DAP média ou DAP mediana:

Como já mencionado anteriormente, o método de valoração contingente envolve elicitar a DAP dos entrevistados em uma amostra representativa da população alvo, estimar uma DAP média ou mediana da amostra (valor unitário da DAP) e multiplicar essa estimativa de tendência central pela população alvo da pesquisa para estimar a DAP total ou agregada pelo recurso avaliado.

Enquanto a DAP média é mais suscetível a valores extremos na amostra (*outliers*), o que poderia ser um ponto a favor de utilizar a DAP mediana como medida de tendência central da amostra, esta também é considerada a estimativa mais adequada para utilização em análises de custo-benefício, onde as preferências de todos os indivíduos são importantes, mesmo aqueles com valores de DAP extremos. Neste caso, utilizaremos estimativas da DAP média como medida de tendência central em nossa análise.

Em aplicações do método de valoração contingente com pergunta da DAP no formato dicotômico, uma dificuldade adicional se apresenta para a estimação de médias e medianas: como o que é observado é apenas uma indicação sobre a DAP do respondente (se é maior, igual ou menor que o bid oferecido), há a necessidade de se admitir uma distribuição de frequência para a DAP (voltamos ao tema na próxima seção) de maneira a estimar DAP médias e medianas. Em situações como estas, dependendo da distribuição admitida, é possível que se chegue a valores negativos da DAP, o que é teoricamente inconsistente. Logo, como veremos a seguir, testaremos várias alternativas para a distribuição de frequência da DAP.

v) Protestos:

Um voto de protesto ocorre quando um respondente ou se recusa a fornecer uma resposta à questão de valoração ou se recusa a declarar uma disposição a pagar por razões que não são relacionadas à sua capacidade de pagamento ou preferência ao item a valorado. Em vez disso, votos de protesto estão associados ao descontentamento ou desaprovação de algum aspecto do processo de valoração. Portanto, estes votos não são uma indicação precisa das preferências do respondente para o item valorado, mas sim uma indicação de alguma outra preocupação (por exemplo, se o governo é inapto ou está desperdiçando dinheiro dos contribuintes).

Em geral, os pesquisadores usam perguntas de avaliação das respostas (*debriefing questions*) para captar a motivação por não pagar seguindo diferentes definições de comportamento de protesto. Embora a avaliação subjetiva de cada pesquisador possa influenciar em como descrever e expressar as motivações de protesto, as questões de avaliação que refletem os aspectos de justiça nos mecanismos de pagamento estão relacionadas aos seguintes fatores: à carga tributária, à ineficiência dos gastos públicos e à confiança na viabilidade do bem público, pois, geralmente são estas as motivações usadas para censurar votos de protesto. No caso das motivações econômicas para não pagar, estas estão relacionadas a restrições de renda ou preferência, e estes valores considerados são 'zeros reais'.

Há na literatura de valoração contingente diferentes formas para o tratamento de votos de protesto, uma vez que estes tenham sido identificados. Os procedimentos mais comuns são:

- a) Definir votos de protesto como valores zero;
- b) Remover a resposta de protesto dos dados;
- c) Tratar o viés de seleção de amostra decorrente de zeros de protesto usando modelos estatísticos que estimam a seleção (protesto versus não-protesto) e as equações da resposta de valoração em conjunto ou em dois estágios.

Cada procedimento, no entanto, faz certas suposições. Tratar os protestos como zeros válidos pode resultar em estimativas de bem-estar mais conservadoras. Por outro lado, excluir as respostas de protesto da amostra, por sua vez, implica em respostas de protesto com a mesma distribuição da DAP que na amostra sem protesto. Como as DAPs reais dos protestantes são desconhecidas, incluindo os seus vieses, a medida de bem-estar resultante é também desconhecida.

Uma literatura crescente usa modelos de seleção com uma equação para modelar a decisão de participar do mercado contingente (equação de seleção) e outra equação especificando as respostas de valoração, como proposto em um contexto diferente por Heckman (1979). Este pressupõe que uma restrição de exclusão é possível com pelo menos uma variável aparecendo com um coeficiente diferente de zero na equação de seleção que não apareça na equação das respostas da valoração. Caso contrário, a identificação será tênue e o modelo poderá não gerar estimativas confiáveis de bem-estar. Na seção seguinte detalhamos nossa abordagem para o tratamento dos zeros inflacionados na amostra decorrentes de votos de protesto.

3.1.1.2 Abordagem para Modelar a DAP dos Entrevistados

Modelos de valoração contingente permitem o uso de estimadores paramétricos e não-paramétricos.

Modelagem Paramétrica

A abordagem geral para a modelagem da distribuição paramétrica da DAP na amostra usa dados discretos obtidos no formato dicotômico. Solicita-se aos entrevistados que indiquem se votariam sim ou não a um programa para a implantação de uma nova política a um determinado custo (lance ou bid) ou solicita-se aos entrevistados para indicarem o valor máximo que estariam dispostos a pagar pela política usando um cartão de pagamento - uma lista de vários valores da DAP.

Uma resposta a uma pergunta de escolha binária (formato dicotômico) revela se a DAP máxima real é menor ou maior que o valor do lance. Da mesma forma, uma resposta a uma pergunta de cartão de pagamento indica que a DAP está no intervalo entre o lance selecionado (o valor que estava disposto a pagar, ou o limite inferior da estimativa de DAP) e o próximo lance (o valor que eles não estavam dispostos a pagar, ou o limite superior da sua verdadeira DAP)⁹.

Essas informações podem ser usadas para ajustar uma distribuição paramétrica que descreva a DAP dos entrevistados. Admitindo que a distribuição da DAP é de uma forma particular (por exemplo, normal) com parâmetros desconhecidos descrevendo sua média e desvio padrão, a probabilidade de observar uma escolha particular (intervalo) é igual à função de distribuição acumulada (CDF) desta

9 Respostas ao cartão de pagamento podem ser encaradas como dados em intervalo (Cameron and Huppert, 1989).

distribuição avaliada no limite superior (isto é, a probabilidade de que DAP seja menor que o limite superior) menos a CDF desta distribuição avaliada no limite inferior (isto é, a probabilidade de que DAP seja menor que o limite inferior)¹⁰.

A resultante desta subtração é a probabilidade de que a verdadeira DAP esteja entre o limite inferior e o superior. Os parâmetros da distribuição paramétrica selecionada podem ser encontrados maximizando a soma dessas probabilidades para as escolhas observadas de todos os respondentes.

Formalmente, a probabilidade da DAP do indivíduo (i) se situar entre o lance aceito (limite inferior) e o próximo lance mais alto (limite superior) pode ser expressa como:

$$P(b_{i,s} \leq DAP < b_{i,s+1}) = CDF(b_{i,s+1}, \beta_i) - CDF(b_{i,s}, \beta_i) \quad (1)^{11}$$

onde CDF denota uma função de distribuição acumulada da distribuição considerada da DAP e β_i é um vetor dos parâmetros de distribuição (por exemplo, para uma distribuição normal, consiste de uma média e um desvio padrão).

- Estimação

Os parâmetros da distribuição podem ser estimados usando o método da máxima verossimilhança. A probabilidade especificada em (1) expressa a contribuição do indivíduo para a função de log-verossimilhança, enquanto esta função para uma amostra da população pode ser formulada como:

$$\log L = \log \sum_{i=1}^n [CDF(b_{i,s+1}, \beta_i) - CDF(b_{i,s}, \beta_i)] \quad (2)$$

- Distribuições paramétricas a considerar

Os parâmetros da equação acima são dependentes da seleção de uma distribuição paramétrica, cujas CDFs são calculadas. Entretanto, o pesquisador geralmente não sabe qual distribuição paramétrica é a melhor para aproximar a distribuição da DAP na amostra. Em vez disso, recomenda-se que muitas distribuições paramétricas sejam testadas para selecionar aquela que melhor se ajusta aos dados da amostra.

Como as distribuições podem variar em relação ao número de parâmetros, e distribuições com mais parâmetros podem levar a um melhor ajuste, pode-se usar o critério de informação de Akaike (AIC) ou o critério de informação Bayesiano (BIC), em vez de simplesmente o valor da função de verossimilhança como um meio para comparações, para considerar o custo de parâmetros adicionais¹².

10 No caso de uma pergunta de escolha binária, os respectivos limites inferior e superior podem ser infinitos. Por exemplo, um entrevistado que disse sim a um lance de R\$ 50,00 tem sua DAP no intervalo entre R\$ 50,00 e infinito (ou algum valor arbitrário selecionado como a renda anual ou riqueza total do entrevistado). Um respondente que disse não ao lance oferecido tem sua DAP no intervalo entre menos infinito (ou zero) e R\$ 50,00. As mesmas regras se aplicam a respondentes que selecionaram valores mínimo ou máximo em cartões de pagamentos.

11 Operacionalizamos as estimações usando o valor da função densidade de probabilidade (PDF) avaliada no limite inferior, ao invés da diferença entre as funções de densidade acumulada toda vez que esta diferença é numericamente igual a zero.

12 Para selecionar a distribuição de probabilidade apropriada, ou seja, aquela que melhor se ajusta aos dados da amostra, recomenda-se avaliar o resultado da função de log-verossimilhança. Quanto maior o valor de log-verossimilhança, melhor o ajuste dos dados amostrais à distribuição de probabilidade (*best fitting*). Entretanto, como as diferentes distribuições de probabilidades possuem diferentes quantidades de parâmetros e estes influenciam o resultado da função log-verossimilhança, recomenda-se também considerar

Não há teoria que guie a escolha de uma distribuição paramétrica - que distribuição paramétrica se encaixa na distribuição da DAP na amostra é uma questão empírica. Sugerimos considerar todas as distribuições paramétricas típicas, tais como: Normal, Logística, Valor Extremo, Valor Extremo Generalizado, Escala de Localização t, Uniforme, Johnson SU, Exponencial, Lognormal, Log-logística, Weibull, Rayleigh, Gama, Birnbaum Saunders, Pareto Generalizado, Gaussiana inversa, Nakagami, Rician, Johnson SB, Johnson SL, Poisson e Binomial Negativa. Para as distribuições com suporte em números negativos, a censura de valores negativos a zero pode ser usada ao simular a DAP média na amostra.

- Soluções de canto, picos ou zeros inflacionados

Geralmente, verifica-se que há uma grande parcela de entrevistados cuja DAP é igual a zero. Isso pode ser representado por um salto ou descontinuidade em uma função de densidade de probabilidade (PDF) de qualquer distribuição paramétrica e é tipicamente chamado de pico (*spike*, segundo Kriström, 1997) ou um modelo com zeros inflacionados (*inflated zeroes*, Greene, 2011).

No modelo com zeros inflacionados, a DAP dos entrevistados é modelada como uma mistura de uma distribuição de Bernoulli (uma massa pontual em zero) e uma dada distribuição paramétrica, permitindo uma parcela significativa de respostas nulas (Gurmu e Trivedi, 1996). Como resultado, a função log verossimilhança torna-se:

$$\log L = \log \sum_{i=1}^n \{(1 - q_i) * \log[\text{CDF}(b_{i,s+1}, \beta_i) - \text{CDF}(b_{i,s}, \beta_i)] + q_i * \log[\text{CDF}(0, \beta_i)]\} \quad (3)$$

onde q é a probabilidade do indivíduo i ser um não participante (o que significa que a sua DAP para o programa é zero)¹³.

Para casos em que se sabe com certeza que a DAP de alguns respondentes é igual a zero (por exemplo, porque declararam que não estão “no mercado”), os limites inferior e superior podem ser definidos como iguais a zero¹⁴.

- Heterogeneidade observada - incluindo variáveis explicativas

Tornando $\beta_i = f(\gamma z_i)$ dependente das características (z_i) do indivíduo (i), o vetor de parâmetros pode se tornar específico do indivíduo, permitindo a identificação de variáveis que influenciam os parâmetros da distribuição. Da mesma forma, a função de probabilidade de pico ou *spike*, $q(\lambda s_i)$, pode depender das características (s_i) do indivíduo (i), possivelmente diferente de (z_i)¹⁵. Como resultado, a função log-verossimilhança se torna:

$$\log L = \log \sum_{i=1}^n \{q(\lambda s_i) * \log[\text{CDF}(b_{i,s+1}, \gamma z_i) - \text{CDF}(b_{i,s}, \gamma z_i)] + (1 - q(\lambda s_i)) * \log[\text{CDF}(0, \gamma z_i)]\} \quad (4)$$

critérios adicionais que levem em conta o número de parâmetros em cada distribuição de probabilidade. Os critérios mais usuais são o AIC (*Akaike Information Criteria*) e o BIC (*Bayesian Information Criteria*).

13 q (*) é usualmente admitida como uma função de distribuição acumulada (CDF) de distribuição normal ou logística, levando ao uso de modelos Probit ou Logit para lidar com os zeros inflacionados.

14 Similarmente, para respondentes cuja verdadeira DAP é precisamente sabida (por exemplo, porque estes revelaram verdadeiramente suas DAPs em pergunta aberta) os limites inferior e superior podem ser iguais ao valor sabido.

15 Neste caso, a maximização prossegue com respeito aos parâmetros γ e λ . Sem perda de generalidade, se o vetor de características individuais z_i e s_i incluem constantes, os parâmetros estimados γ e λ incluirão parâmetros estruturais da distribuição da DAP (CDF) e probabilidade de solução de canto (*spike probability*- q (*)).

Esta especificação permite avaliar os efeitos das características individuais observadas na distribuição estimada da DAP (seus momentos, quantis e probabilidade de pico da DAP zero). Isso é particularmente útil para avaliar a validade da abordagem escolhida de valoração, testando os efeitos de características cuja influência sobre a DAP dos entrevistados pode ser teoricamente esperada (por exemplo, a renda).

- Simulação das características requeridas da distribuição da DAP

Os parâmetros estimados da distribuição paramétrica de melhor ajuste aos nossos dados podem não ser prontamente interpretáveis como as características de interesse da DAP, particularmente quando variáveis explicativas específicas de cada indivíduo são usadas. Neste caso, as características requeridas da distribuição da DAP, como momentos (ex.: média, desvio padrão), quantis (ex.: mediana) e seus erros padrões podem ser simuladas, seguindo o método de bootstrap paramétrico adaptado de Krinsky e Robb (1986; 1991):

- a) Para considerar a incerteza com a qual as estimativas são produzidas, usaremos as estimativas de parâmetros e a matriz Hessiana invertida na convergência para definir uma distribuição normal multivariada e usá-la para desenhar um grande número (por exemplo, 104) de novos conjuntos de parâmetros.
- b) Para cada conjunto de parâmetros estimados na etapa (a), derivaremos 104 valores empíricos da DAP. Isto segue a distribuição paramétrica assumida da DAP (possivelmente com componente de zeros inflacionados).
- c) Observando a variação nas características requeridas (média, desvio padrão, mediana, outros quantis) das distribuições da DAP simuladas no passo (b), direcionada por cada conjunto de parâmetros gerados no passo (a), nos permite estimar a incerteza associada às características requeridas de distribuição da DAP.

Modelagem Não-Paramétrica

A modelagem não-paramétrica apresenta uma característica relevante: suas estimativas são independentes da escolha de uma distribuição de probabilidade da DAP. Quando o padrão de respostas da DAP é bem comportado (isto é, observa-se aceitação decrescente dos valores ofertados (*bids*) à medida que esses valores aumentam – também conhecida como monotonicidade), as estimativas de disposição a pagar não são sensíveis à escolha de distribuição para o componente aleatório não observado das preferências dos indivíduos; ou à forma funcional da função de preferência. No entanto, quando a distribuição ou a forma funcional pode ter algum efeito sobre as estimativas de disposição a pagar, o estimador não-paramétrico livre de distribuição (ex.: Kaplan-Meier; Turnbull) pode fornecer a base para comparação das estimativas paramétricas de disposição a pagar (Haab e McConnell, 2002)¹⁶.

¹⁶ Geralmente, as estimativas não-paramétricas da DAP estão no limite inferior das estimativas paramétricas. Logo, estimativas não-paramétricas podem ser consideradas estimativas conservadoras da DAP.

Intuitivamente, a estimativa de máxima verossimilhança da probabilidade de um respondente escolhido aleatoriamente não estar disposto a pagar o valor oferecido (bid) é igual à proporção da amostra de indivíduos que respondem “não” a este valor. Quando o valor oferecido aumenta, espera-se que a função de distribuição converta monotonicamente para um, considerando amostras grandes.

Ou seja, à medida que os valores oferecidos aumentam, a proporção de respostas “não” para cada lance deve aumentar. Alternativamente, à medida que os valores ofertados aumentam, a porcentagem de respostas “sim” deve diminuir.

No entanto, devido à amostragem aleatória, não é raro observar funções de distribuição empírica não monotônicas para alguns dos valores oferecidos. Em tais casos, Haab e McConnell (2002) sugerem duas opções, baseando-se nas propriedades assintóticas de um estimador livre de distribuição e aceitando os pequenos problemas de monotonicidade da amostra, ou impondo uma restrição de monotonicidade no estimador livre de distribuição. No caso da não-monotonicidade da função de distribuição empírica entre o valor ofertado (i) e o valor ofertado ($i+1$), a solução é combinar as sub-amostras em um único grupo, assim sucessivamente até termos garantida a monotonicidade nas sub-amostras restantes.

Em resumo, estimativas não paramétricas da DAP têm como vantagem sobre estimativas paramétricas o fato de serem independentes da escolha da distribuição de probabilidade que melhor se ajuste aos dados da amostra e da forma funcional escolhida para a função da DAP. Por outro lado, a principal desvantagem das estimativas não-paramétricas é que estas representam medidas de bem-estar não condicionadas a importantes características socioeconômicas e demográficas dos entrevistados, bem como às características do bem avaliado.

Teste de Validade

Para confirmar que a pesquisa gerou resultados válidos teoricamente e que reduziram os vieses estimativos, se adotarão os testes padrão de validade a seguir descritos.

- **Monotonicidade e Restrição Orçamentária**

Na função econométrica estimada, estima-se a significância estatística e o sinal do valor do bid oferecido no questionário e a renda familiar do respondente, para confirmar que são significativos e com sinal correto (valor do bid com sinal negativo e renda com sinal positivo)¹⁷.

- **Vieses Informacionais e Cognitivos**

Nesse estudo vamos nos concentrar na mitigação nos vieses informacionais e cognitivos descritos no Quadro 3, que estão relacionados com o contexto hipotético da pesquisa e foram observados e tratados nas fases de grupos focais e entrevistas pessoais (entrevistas piloto), detalhadas mais adiante. Cada viés deverá ter uma pergunta no questionário ou um tratamento amostral ou estatístico para o seu teste.

¹⁷ Para uma revisão dos principais testes de validade em estudos de valoração contingente ver, por exemplo, Desvousges et al. (2010) e Bennett et al. (1998).

Quadro 3 – Potenciais Vieses a Serem Mitigados

Viés estratégico: quando um entrevistado expressa um valor de DAP diferente do seu verdadeiro valor (condicionado à informação recebida) na tentativa de influenciar a provisão do recurso e/ou o nível de pagamento do respondente pelo recurso.

Viés do patrocinador ("yeah-saying"): quando um entrevistado fornece um valor da DAP diferente do seu verdadeiro valor na tentativa de cumprir as expectativas presumidas do patrocinador da pesquisa.

Viés ou voto de protesto: quando um respondente, contrariamente ao viés do patrocinador, se recusa a fornecer uma DAP ou declara uma DAP por razões que estão associadas ao desagrado ou desaprovação de algum aspecto do processo de valoração.

Viés do entrevistador: quando um entrevistado expressa uma DAP diferente do seu verdadeiro valor na tentativa de agradar ou ganhar status aos olhos de um entrevistador em particular.

Viés de probabilidade de provisão: quando um respondente valora um bem cuja probabilidade de provisão difere daquela pretendida pelo pesquisador.

Viés de especificação de contexto: quando o contexto percebido do mercado hipotético difere do contexto pretendido.

Viés do veículo de pagamento: quando o veículo de pagamento é errado ou é valorado de uma forma não pretendida pelo pesquisador.

Viés de consequencialidade: quando o contexto pretendido, transmitido pelo material preliminar ao cenário hipotético, não é percebido como crível pelo entrevistado.

Fonte: Lactec, 2019

No caso das perguntas, na função econométrica estimada as respostas dessas perguntas são usadas como variáveis independentes da função econométrica e a significância estatística e o sinal do seu respectivo regressor identificam a presença ou não de cada viés. Outra possibilidade, é o tratamento de amostra censurada ou testes estatísticos específicos quando uma característica precisar ser analisada separadamente.

3.1.1.3 Definição do Plano Amostral

O plano amostral da pesquisa de campo, aqui apresentado, foi concebido com o objetivo de delinear uma amostra para os estudos de valoração dos danos causados pelo desastre Samarco/Mariana, de representatividade nacional e com as propriedades estatísticas de uma amostra probabilística estratificada.

Além dos aspectos metodológicos estatísticos, a definição da amostra também considerou decisões operacionais de logística, a fim de se obter um planejamento amostral eficiente e bem ajustado aos propósitos da pesquisa a ser realizada, principalmente, as decisões que dizem respeito ao *trade-off* entre o custo da pesquisa e a precisão e nível de confiança de suas estimativas.

Universo ou População-alvo da Pesquisa

O universo ou a população-alvo da pesquisa foi definida pela população brasileira composta das pessoas responsáveis por domicílios particulares, com rendimento, residentes em todo o território nacional. De acordo com os dados do censo demográfico da fundação IBGE, o tamanho desta população era de aproximadamente 54.962.291 pessoas, em 2010. Contudo, diante da necessidade técnica de se ter um número mais próximo ao da população atual, principalmente para os cálculos das

extrapolações das estimativas amostrais populacionais, projeções foram realizadas e chegou-se ao número de 60.073.442 pessoas responsáveis por domicílios particulares, no Brasil, para o ano de 2018.

Deve-se informar que as projeções foram realizadas com base nos dados do censo demográfico de 2010, da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios de 2015, e das estimativas de população 2018, trabalho recentemente lançado, todas pesquisas do IBGE. Além da projeção para o Brasil, foram realizadas projeções para as regiões metropolitanas e municípios de interesse para o delineamento da amostra da pesquisa. Os resultados completos das projeções podem ser vistos na Tabela 2.

Lembrando que serão priorizados os domicílios localizados em área urbana, conforme justificativas já apresentadas neste relatório, sobre a metodologia da valoração contingente.

Tabela 2 – Número de Pessoas responsáveis por domicílios particulares, segundo classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, no Brasil, sete Regiões Metropolitanas e três Municípios, 2010 e 2018

Brasil, Região Metropolitana e Município	Classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita	Nº de Pessoas Responsáveis em (2010)	Nº de Pessoas Responsáveis em (2018)
Brasil	Total	54.962.291	60.073.442
	Até 1/2 salário mínimo	15.879.393	17.356.078
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	16.471.168	18.002.884
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	12.572.535	13.741.703
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	7.093.647	7.753.312
	Mais de 5 salários mínimos	2.945.548	3.219.465
Região Metropolitana de São Paulo (SP)	Total	5.759.575	6.356.542
	Até 1/2 salário mínimo	916.611	1.011.616
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1.544.231	1.704.287
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	1.621.502	1.789.567
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	1.091.239	1.204.343
	Mais de 5 salários mínimos	585.992	646.729
Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RJ)	Total	3.718.283	3.990.361
	Até 1/2 salário mínimo	721.856	774.676
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1.080.556	1.159.624
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	924.322	991.957
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	620.760	666.183
	Mais de 5 salários mínimos	370.789	397.921
Região Metropolitana de Belo Horizonte (MG)	Total	1.618.709	1.737.926
	Até 1/2 salário mínimo	302.234	324.493
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	502.771	539.800
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	426.381	457.784
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	256.655	275.557
	Mais de 5 salários mínimos	130.668	140.292
Região Metropolitana de Recife (PE)	Total	1.049.784	1.133.305
	Até 1/2 salário mínimo	394.035	425.384
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	309.243	333.846
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	175.209	189.149
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	111.102	119.941
	Mais de 5 salários mínimos	60.195	64.985

Brasil, Região Metropolitana e Município	Classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita	Nº de Pessoas Responsáveis em (2010)	Nº de Pessoas Responsáveis em (2018)
Região Metropolitana de Curitiba (PR)	Total	975.457	1.059.924
	Até 1/2 salário mínimo	122.041	132.609
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	261.042	283.646
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	299.603	325.546
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	203.362	220.972
	Mais de 5 salários mínimos	89.409	97.151
Região Metropolitana de Goiânia (GO)	Total	667.188	769.134
	Até 1/2 salário mínimo	114.128	131.567
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	207.758	239.503
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	186.419	214.904
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	110.833	127.768
	Mais de 5 salários mínimos	48.050	55.392
Região Metropolitana de Belém (PA)	Total	529.928	595.108
	Até 1/2 salário mínimo	185.841	208.699
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	162.012	181.939
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	97.001	108.932
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	58.770	65.999
	Mais de 5 salários mínimos	26.304	29.539
Município de Governador Valadares (MG)	Total	78.630	83.102
	Até 1/2 salário mínimo	21.603	22.832
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	26.509	28.017
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	18.057	19.084
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	9.582	10.127
	Mais de 5 salários mínimos	2.879	3.042
Município de Linhares (ES)	Total	41.066	49.511
	Até 1/2 salário mínimo	10.544	12.712
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	13.092	15.784
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	10.568	12.741
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	5.490	6.619
	Mais de 5 salários mínimos	1.372	1.655
Município de Mariana (MG)	Total	15.346	17.022
	Até 1/2 salário mínimo	4.356	4.832
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	5.194	5.761
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	3.551	3.939
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	1.760	1.952
	Mais de 5 salários mínimos	485	538

Nota: as projeções do número de responsáveis com rendimento, para o ano de 2018, foram elaboradas com base nos dados das pesquisas indicadas na Fonte abaixo.

Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2010; Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2015; Estimativas de População 2018. Adaptado por Lactec, 2019.

Tamanho da Amostra, Erro Amostral e Nível de Confiança Probabilístico

Uma vez definida a população-alvo da pesquisa, passa-se a mensurar o tamanho da amostra, o erro amostral intrínseco e a confiabilidade probabilística.

Comumente em pesquisas por amostragem deste tipo, o tamanho da amostra é calculado em função do erro máximo que se deseja cometer ao estimar, com os dados amostrais produzidos pela pesquisa, os parâmetros populacionais das variáveis aleatórias ou características de interesse que são objeto da investigação. Neste caso, os parâmetros populacionais de maior interesse são a proporção de pessoas que estão dispostas a pagar e o valor médio ou mediano da DAP.

Se a proporção de pessoas dispostas a pagar não for bem estimada, isso certamente acarretará um significativo viés na estimação dos valores médio, mediano e total da DAP.

- Portanto, consideraremos a proporção de pessoas dispostas a pagar como o parâmetro populacional de maior interesse e este será utilizado para a determinação do tamanho da amostra.
- Seja X uma variável aleatória discreta do tipo $\{0, 1\}$ que representa a disposição a pagar de um indivíduo. Ou seja, $X = 1$ se a pessoa está disposta a pagar e $X = 0$, caso contrário.

Onde,

$$P(X = 1) = p \text{ e } P(X = 0) = 1 - p$$

- Seja $(X_1, X_2, \dots, X_n)$ uma amostra de tamanho (n) desta população. Seja $\hat{p} = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$ um estimador não viesado e consistente de p . Então, o problema é obter o tamanho da amostra (n) tal que:

$$P(|p - \hat{p}| < \varepsilon) = 1 - \alpha$$

Onde,

- p : proporção a ser estimada;
- $\hat{p}$: estimador da proporção p ;
- ε : erro amostral;
- α : nível de significância ou a probabilidade de o erro da estimativa ser superior ao erro amostral ε ;
- $1 - \alpha$: nível de confiança ou confiabilidade probabilística da amostra (usualmente, 95%).

Portanto, o problema é obter o tamanho de amostra (n) que garanta um erro de estimativa menor ou igual a (ε) com elevada confiabilidade probabilística. Após alguns cálculos probabilísticos, que podem ser facilmente encontrados em livros texto¹⁸ sobre teoria da amostragem, a solução do problema é dada pela seguinte expressão:

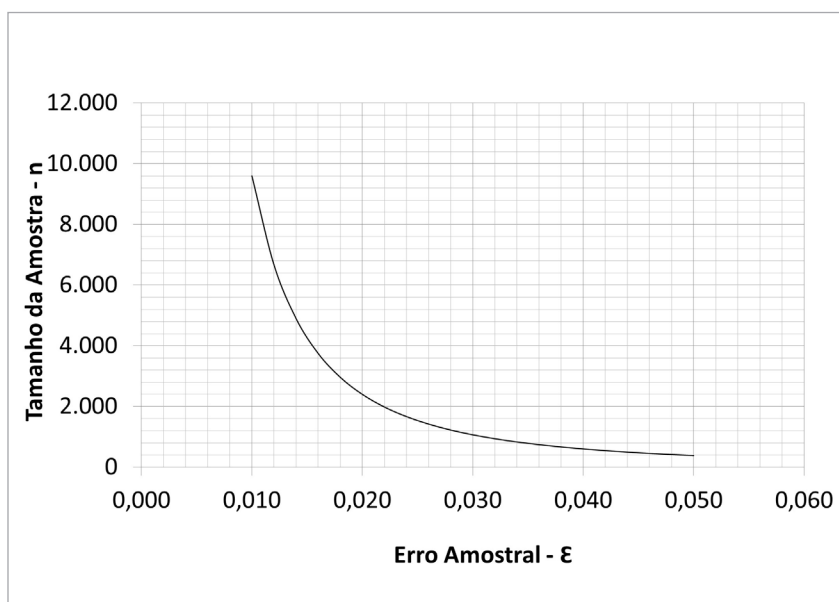
$$n = \frac{n_0 \cdot N}{n_0 + N - 1} \text{ onde } n_0 = \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot \sigma^2 x}{\varepsilon^2}$$

Onde,

- n : tamanho da amostra para população finita;
- N : tamanho da população-alvo;
- $Z_{\alpha/2}$: valor da abscissa da distribuição $N(0, 1)$ que determina $P(Z > Z_{\alpha/2}) = \alpha/2$;
- $\sigma^2 x$: variância da variável de interesse X (pelo fato de ser desconhecida, usualmente se trabalha com a variância máxima, $\text{Max}\{\text{Var}(X)\} = 0,25$).

O Gráfico 1 da Figura 13 mostra a relação inversa entre o erro amostral e o tamanho de amostra para uma população-alvo de 60 milhões de pessoas e nível de confiança de 95%. Observa-se que uma redução no tamanho da amostra de 9.602 para 384, implica em crescimento do erro amostral de 0,01 para 0,05. Portanto, devemos ressaltar que nem sempre é possível trabalhar com o erro amostral desejável do ponto de vista estatístico, pois o tamanho da amostra, quase sempre, está limitado aos recursos financeiros disponíveis para a realização da pesquisa.

Figura 13 –Gráfico 1: Relação Inversa entre o Erro Amostral e o Tamanho da Amostra



Fonte: Lactec, 2019.

Por esta razão, o processo de determinação do tamanho da amostra geralmente é feito de forma invertida. Primeiramente, em função do custo da pesquisa, se define o número de entrevistas a ser realizado e posteriormente se calcula o erro amostral intrínseco desta amostra.

18 Cochran, W. G. – Sampling Techniques – 3 Ed – Johw Wiley & Sons, Inc. 1977

Não é diferente neste caso, onde foi definida uma amostra de 6.000 entrevistas domiciliares, a serem realizadas em sete regiões metropolitanas e três municípios brasileiros, conforme mostra a Tabela 1 -.

Tabela 3 – Locais onde se Pretende Realizar a Pesquisa e a Amostra Definida

Regiões Metropolitanas e Municípios sugeridos para a realização da pesquisa	Amostra Sugerida: Número Entrevistas	Erro Amostral de Amostra Sugerida, com nível de confiança de 95%	Pesos das RM e Mun. dentro da amostra sugerida	População alvo da pesquisa	Pesos das RM e Mun. dentro da população alvo	Pesos das RM e Mun. dentro das Subpopulações Escolhidas
RM - São Paulo	1.500	0,0253	25,00	6.356.542	10,58	40,25
RM - Rio de Janeiro	800	0,0346	13,33	3.990.361	6,64	25,27
RM - Belo Horizonte	700	0,037	11,67	1.737.926	2,89	11,01
RM - Recife	800	0,0346	13,33	1.133.305	1,89	7,18
RM - Curitiba	500	0,0438	8,33	1.059.924	1,76	6,71
RM - Goiânia	500	0,0438	8,33	769.134	1,28	4,87
RM - Belém	600	0,0400	10,00	595.108	0,99	3,77
Mun. - Gov. Valadares (MG)	200	0,0692	3,33	83.102	0,14	0,53
Mun. - Linhares (ES)	200	0,0692	3,33	49.511	0,08	0,31
Mun. - Mariana (MG)	200	0,0689	3,33	17.022	0,03	0,11
Brasil (Total)	6.000	0,0127	100,00	60.073.442	26,29	100

Fonte: Lactec, 2019.

Avaliação da Amostra Proposta

Avaliando a estrutura e o tamanho da amostra sugerida, verifica-se através dos erros amostrais, calculados com nível de confiança de 95% e variância máxima, que a mesma possui tamanho representativo e suficiente para estimar, com elevado nível de significância estatística, os parâmetros populacionais de interesse.

Pode-se observar na Tabela 4 que o erro amostral previsto para as estimativas gerais do Brasil é de apenas 0,0127 pontos percentuais. Observa-se, também, que o tamanho proposto para a sub-amostra da região metropolitana de São Paulo, de 1.500 entrevistas, apresenta baixo erro amostral, de 0,0253 pontos percentuais, indicando que os resultados das estimativas a serem calculadas para esta região, possuem boa representatividade e poderão ser usados e divulgados individualmente.

O erro amostral dos municípios de Governador Valadares (MG), Mariana (MG) e Linhares (ES) é maior que nos outros municípios, mas devido à sua baixa fração populacional, não se torna um problema para a agregação dos valores finais, isto é, não chega a influenciar fortemente os resultados.

Outra questão é a grande diferença entre os pesos definidos pela amostra proposta (coluna 4 da Tabela 4) e os pesos populacionais calculados considerando-se toda a população-alvo (coluna 6 do

Tabela 4) e apenas as regiões metropolitanas e municípios da amostra sugerida (coluna 7 do Tabela 4). Por exemplo, observa-se para região metropolitana de São Paulo um peso ou fração amostral de 25,00%, enquanto que o peso ou fração populacional desta região é de 10,58%. Teoricamente, em uma amostra perfeitamente proporcionalizada, deve-se ter a fração amostral igual à fração populacional. Contudo, isto não é possível pelo que já foi discutido no parágrafo anterior, problema decorrente da falta das demais regiões não contempladas na amostra. Além disso, considerando-se apenas as regiões e municípios da amostra, os pesos ou frações amostrais também são muito diferentes das frações populacionais. Por exemplo, para a região metropolitana de São Paulo a fração amostral é 25,00%, enquanto a fração populacional condicionada é de 40,25%.

Estes são problemas de grande importância, pois influenciam diretamente nos cálculos dos valores médios amostrais. A utilização da estrutura de pesos da amostra sugerida para estes cálculos, certamente acarreta estimativas populacionais viesadas e inconsistentes. Uma forma de corrigir este problema é calcular os valores médios amostrais finais, através da média ponderada das médias amostrais simples de cada região metropolitana e município da amostra, utilizando os pesos populacionais condicionados da coluna 7 da Tabela 4.

Portanto, a avaliação final conclui que a amostra proposta pode ser usada para a pesquisa, com a observância de que as estimativas populacionais sejam realizadas com a ponderação correta, conforme recomendado no parágrafo anterior.

Amostra Estratificada para a Pesquisa

Apresenta-se, a seguir, uma proposta de amostra estratificada para a pesquisa dos estudos de valoração, que considera as diferentes classes de rendimento mensal per capita das pessoas que são responsáveis por domicílios particulares permanentes, que compõem a população-alvo, e que serão as pessoas efetivamente entrevistadas na pesquisa de campo.

Conforme mostra a Tabela 4, a amostra foi estratificada em função das grandes regiões do Brasil e por cinco classes de rendimento domiciliar per capita, definindo um total de 25 estratos, que são suficientes para garantir a diversidade de informações e a representatividade espacial da amostra. Nas colunas 4 e 5 são apresentados, respectivamente, os pesos e o tamanho da amostra para o Brasil e para cada um dos estratos definidos.

Tabela 4 – População-alvo e Amostra Estratificada para os Estudos de Valoração dos Danos do desastre Samarco, das pessoas responsáveis por domicílios particulares, segundo classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, no Brasil e Grandes Regiões, projeção para o ano de 2018.

Brasil e Grandes Regiões	Classe de rendimento mensal domiciliar per capita	Pessoas responsáveis por domicílios particulares em 2018	Pesos dos Estratos Amostrais	Tamanho da Amostra por Estrato
Brasil	Total	60.073.442	100,00%	6000
	Até 1/2 salário mínimo	17.356.078	28,89%	1733
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	18.002.884	29,97%	1798
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	13.741.703	22,87%	1372
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	7.753.312	12,91%	774
	Mais de 5 salários mínimos	3.219.465	5,36%	322
Região Norte	Total	4.075.817	6,78%	407
	Até 1/2 salário mínimo	1.850.027	3,08%	185
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1.145.526	1,91%	114
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	632.096	1,05%	63
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	331.307	0,55%	33
	Mais de 5 salários mínimos	116.861	0,19%	12
Região Nordeste	Total	15.415.530	25,66%	1540
	Até 1/2 salário mínimo	7.745.062	12,89%	774
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	4.455.221	7,42%	445
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	1.863.404	3,10%	186
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	951.722	1,58%	95
	Mais de 5 salários mínimos	400.121	0,67%	40
Região Sudeste	Total	26.484.639	44,09%	2645
	Até 1/2 salário mínimo	5.178.717	8,62%	517
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	8.056.030	13,41%	805
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	7.190.315	11,97%	718
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	4.218.320	7,02%	421
	Mais de 5 salários mínimos	1.841.257	3,07%	184
Região Sul	Total	9.510.231	15,83%	950
	Até 1/2 salário mínimo	1.552.646	2,58%	155
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	2.872.528	4,78%	287
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	2.937.142	4,89%	293
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	1.608.479	2,68%	161
	Mais de 5 salários mínimos	539.436	0,90%	54
Região Centro-Oeste	Total	4.587.225	7,64%	458
	Até 1/2 salário mínimo	1.029.625	1,71%	103
	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	1.473.580	2,45%	147
	Mais de 1 a 2 salários mínimos	1.118.746	1,86%	112
	Mais de 2 a 5 salários mínimos	643.484	1,07%	64
	Mais de 5 salários mínimos	321.790	0,54%	32

Nota: as projeções do número de responsáveis com rendimento, para o ano de 2018, foram elaboradas com base nos dados dos trabalhos relacionados na Fonte acima.

Fonte: IBGE – Fonte: IBGE - Censo Demográfico 2010; Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD 2015; Estimativas de População 2018. Adaptado por Lactec, 2019.

Na Tabela 5 são indicados os tamanhos das amostras por classes de rendimento per capita e por regiões metropolitanas e municípios onde serão realizadas as entrevistas, que são as mesmas localidades sugeridas na amostra anterior.

Tabela 5 – Amostra Estratificada para os Estudos de Valoração dos Danos do desastre Samarco, de pessoas responsáveis por domicílios particulares, segundo classe de rendimento nominal mensal domiciliar per capita, no Brasil e Grandes Regiões, ano de 2018

Brasil, Grande Região, Região Metropolitana e Município	Classe de rendimento mensal domiciliar per capita					Total
	Até 1/2 salário mínimo	Mais de 1/2 a 1 salário mínimo	Mais de 1 a 2 salários mínimos	Mais de 2 a 5 salários mínimos	Mais de 5 salários mínimos	
Região Sudeste	517	805	718	421	184	2.645
RM - São Paulo	195	305	271	159	70	1.000
RM - Rio de Janeiro	117	183	163	96	41	600
RM - Belo Horizonte	87	135	121	71	31	445
Mun. Gov. Valadares (MG)	39	61	54	32	14	200
Mun. Mariana (MG)	39	61	54	32	14	200
Mun. Linhares (ES)	39	61	54	32	14	200
Região Nordeste	774	445	186	95	40	1.540
RM - Recife						
Região Sul	155	287	293	161	54	950
RM - Curitiba						
Região Centro-Oeste	103	147	112	64	32	458
RM - Goiânia						
Região Norte	185	114	63	33	12	407
RM - Belém						
Brasil	1.734	1.798	1.372	774	322	6.000

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2010. Adaptado por Lactec, 2019.

Amostras populacionais dos municípios de Governador Valadares (MG), Mariana (MG) e Linhares (ES) também serão contempladas na pesquisa de campo, pois, apesar de serem amostras com erro amostral mais elevado, como já explicado, não influenciarão nos valores agregados. No entanto, sua inserção é justificada pela importância social que possuem, pois tratam-se dos principais municípios atingidos pelo desastre, e compreende-se a importância de ouvi-los por meio do método a ser empregado.

Cabe ressaltar aqui que o objetivo da pesquisa para a valoração contingente está centrado em capturar uma DAP da população brasileira para evitar um dano ambiental equivalente ao ocorrido em Mariana, considerando que danos ambientais dizem respeito à sociedade como um todo e não apenas aos diretamente afetados. No que diz respeito à valoração econômica destinada aos diretamente atingidos, e que possui maior peso social, esta faz parte do escopo de trabalho de outra entidade. Assim, ambos os ângulos (ambiental e socioeconômico) serão contemplados, porém cada qual, será executado por entidades e equipes técnicas diferentes.

Desta forma, são apresentadas, na Tabela 6, algumas simulações de tamanhos de amostras e os correspondentes erros amostrais para Governador Valadares (MG), Mariana (MG) e Linhares (ES), elaboradas com a finalidade de facilitar a decisão da equipe quanto à escolha do número de entrevistas que serão realizadas na pesquisa de campo.

Tabela 6 – Simulação de Tamanhos de Amostras e Erros Amostrais para os Municípios de Governador Valadares, Linhares e Mariana, calculados com nível de confiança probabilístico de 95%.

Município	Tamanho da População-alvo para a Pesquisa	Amostra 1		Amostra 2		Amostra 3		Amostra 4	
		Tamanho Amostra	Erro Amostral	Tamanho Amostra	Erro Amostral	Tamanho Amostra	Erro Amostral	Tamanho Amostra	Erro Amostral
Gov. Valadares (MG)	83.102	300	0,0564	400	0,0489	450	0,0461	500	0,0437
Linhares (ES)	49.511	300	0,0563	400	0,0488	450	0,046	500	0,0438
Mariana (MG)	17.022	300	0,0561	400	0,0484	450	0,0456	500	0,0432
Total	149.635	900	-	1.200	-	1.350	-	1.500	-

Fonte: IBGE – Censo Demográfico, 2010. Adaptado por Lactec, 2019.

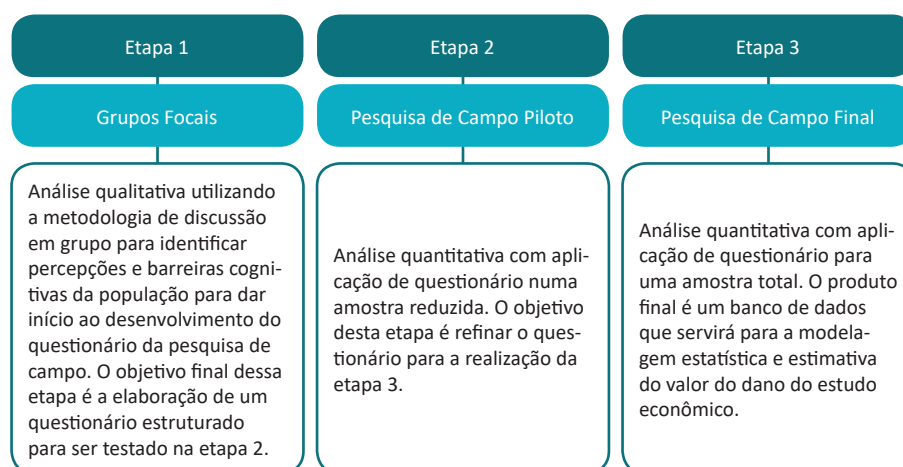
3.1.2 MÉTODOS PARA APLICAÇÃO DAS PESQUISAS

Como já abordado, o método de valoração contingente será aplicado mediante pesquisa em campo, utilizando como instrumento de coleta questionário estruturado, a fim de capturar a disposição a pagar (DAP) dos entrevistados em relação aos recursos ambientais e ecossistêmicos afetados pelo desastre do rompimento da barragem de Fundão.

Antes de ser iniciada a pesquisa oficial, foram adotadas algumas etapas de testes e validação para construção do questionário, a fim de garantir a eficácia do instrumento na coleta de informações relevantes e concretas para a valoração contingente.

Desse modo, foram programadas e realizadas 3 etapas, conforme Figura 14.

Figura 14 – Serviços Ecossistêmicos Promovidos pela Patrimônio Cultural



Fonte: Lactec, 2019.

Nos próximos itens, são detalhados os métodos aplicados para as etapas 1 e 2, tendo em vista que a etapa 3 se trata da pesquisa oficial final, cujos resultados obtidos culminarão na valoração dos danos totais. Esta etapa está no momento em execução pela equipe técnica responsável.

3.1.2.1 Pesquisas Grupo Focal

Segundo a definição dada por Kitziinger (2000), o grupo focal ou *focus group* (FG) é uma modalidade de entrevistas em grupos, sendo fundamentada na comunicação e na interação dos seus integrantes. O objetivo deste método é reunir informações detalhadas sobre um tópico específico, sendo que o tema é sugerido pelo pesquisador, coordenador ou moderador do grupo. Desta forma, busca-se coletar informações que possam proporcionar a compreensão de percepções, crenças, atitudes sobre um tema, produto ou serviços (TRAD, 2009).

Os FGs são preferencialmente adotados em pesquisas explorativas ou avaliativas, ou ainda como uma técnica complementar em pesquisas quantitativas (MERTON; FISK; KENDALL, 1990), como é o caso do objetivo da pesquisa de valoração contingente.

O objetivo da realização de pesquisas com grupos focais é entender as barreiras cognitivas, de entendimento e de linguagem, e ainda compreender as reações das pessoas em relação a determinado assunto, antes de fazer uma pesquisa mais específica, com perguntas objetivas. Posto isso, essa etapa é necessária, pois permite ter uma noção sobre o assunto pesquisado para se construir um foco mais assertivo na etapa posterior de levantamento das informações. É na discussão do grupo focal que se obtém informações básicas para a construção de pesquisas mais aprofundadas, visto que permite direcionar a pesquisa e elaborar questões mais precisas; contribuir para a elaboração de instrumentos de coleta; orientar o pesquisador para um campo de investigação e para linguagem local; entre outros (MORGAN, 1997; MINAYO, 2000; VEIGA; GONDIM, 2001; GASKELL; BAUER, 2002).

Deste modo, pode-se afirmar que esta é a etapa mais importante da valoração contingente, pois se configura como o ponto de partida para a construção do questionário estruturado, instrumento principal para a coleta de informações e dados para a pesquisa final, e ainda um breve ensaio sobre as reações, visões e opiniões das pessoas em relação ao desastre ocorrido na bacia do Rio Doce.

Segundo Trad (2009), a formação do grupo obedece a critérios previamente determinados pelo pesquisador, de acordo com os objetivos da investigação, cabendo a este a criação de um ambiente favorável à discussão, que propicie aos participantes manifestar suas percepções e pontos de vista (PATTON, 1990; MINAYO, 2000).

Desta forma, no total, foram formados 34 grupos focais, subdivididos em 3 ondas, isto é, três momentos, sendo que na 1ª onda foram formados 18 FGs em 9 cidades, na 2ª onda foram formados 10 FGs em 5 cidades, e na 3ª onda foram formados 6 FGs em 4 cidades (Tabela 8). Cada FG foi composto por seis a oito integrantes (preferencialmente 8) juntamente com a presença de um moderador, com duração aproximada de 2 horas (das 18h00 às 20h00 e das 20h00 às 22h00).

Como critério para formação dos FGs, foram utilizadas as classes econômicas, a faixa etária e o gênero. Assim, para cada cidade definiu-se previamente o seguinte perfil sociodemográfico:

- 1 grupo de 20 a 35 anos, classes AB1, homens e mulheres
- 1 grupo de 20 a 35 anos, classe C, homens e mulheres
- 1 grupo de 45 a 60 anos, classes AB1, homens e mulheres
- 1 grupo de 45 a 60 anos, classe C, homens e mulheres

Com relação à faixa etária optou-se por combinar a mesma com a classe econômica, assim cada classe era composta só de jovens, menos de 30 anos, ou só de mais velhos, acima de 30 anos.

Entretanto, tal composição pode sofrer alteração caso necessário, para facilitar a execução da pesquisa, por isso, o perfil sociodemográfico final dos grupos foi definido em data próxima à sua realização.

As pesquisas ocorrem em uma sala de espelho unidirecional, que é uma sala dividida em dois ambientes por um espelho, na qual de um lado se concentra o grupo focal e o moderador, e do outro lado se concentram os pesquisadores e demais técnicos que assistem e avaliam o andamento da aplicação do método. Entretanto ressalta-se que, em alguns locais, como Belém, Linhares e Governador Valadares, a aplicação foi realizada em uma sala normal, pois não havia sala de espelho disponível.

Tabela 7 – Pesquisas com Grupos Focais Realizadas

1° ONDA			2° ONDA			3° ONDA		
LOCAL	DATA	quant FG	LOCAL	DATA	quant FG	LOCAL	DATA	quant FG
São Paulo (SP)	22/01/19	2	São Paulo (SP)	04/04/20	2	São Paulo (SP)	06/06/19	1
Belém (PA)	24/01/19	2	Goiânia (GO)	09/04/20	2	Recife (PE)	23/05/19	1
Goiânia (GO)	29/01/19	2	Belo Horizonte (MG)	09/04/20	2	Rio de Janeiro (RJ)	28/05/19	2
Linhares (ES)	31/01/19	2	Belém (PA)	16/04/20	2	Curitiba (PR)	30/05/19	2
Rio de Janeiro (RJ)	12/02/19	2	Curitiba (PR)	23/04/20	2			
Recife (PE)	14/02/19	2						
Governador Valadares (MG)	19/02/19	2						
Belo Horizonte (MG)	21/02/19	2						
Curitiba (PR)	26/02/19	2						

Fonte: Lactec, 2019.

Para a condução da pesquisa adota-se um *script* na conversa com os grupos focais para entender as barreiras cognitivas, de entendimento e de linguagem. Para tal, cada *script* adota ajustes nas redações e ilustrações a fim de mitigar essas barreiras. Assim, esse roteiro (*script*) tem um caráter evolutivo, de forma que novas informações descobertas durante a realização de um grupo possam ser incorporadas ao roteiro para a realização dos próximos grupos, a fim de se chegar, ao final dessa etapa, ao desenho de questionário a ser testado na etapa 2.

A estrutura do script reflete a estrutura do questionário final, cujo formato vai se aproximando à medida que avançam as sessões dos FGs e as barreiras vão sendo mitigadas.

Na pesquisa de valoração contingente, o objetivo é conseguir contingenciar uma situação de risco na qual o nível de risco e a solução de eliminação desse risco são críveis. E que o respondente acredite que a sua participação no financiamento dessa solução tem consequências para a solução apresentada. Ele paga e não sofre o risco, não paga e sofre o risco. Se assim for, o valor que se paga ou não, deve refletir quanto o respondente valora o risco.

Dessa forma, as estruturas do *script* e depois do questionário são as seguintes:

- Cenário de danos a ser evitado.
- Risco desse cenário se repetir.
- Solução para eliminar esse risco.
- Financiamento dessa solução.
- Disposição do respondente para pagar esse financiamento.

É importante que os respondentes entendam bem o escopo do dano apresentado, confie na solução e pague somente para evitar os danos que afetam seu bem-estar. Logo, a principal questão é garantir que o escopo da valoração seja o mesmo que as pessoas estão pagando para garantir a redução do risco. No caso do incidente da barragem de Fundão, significa eliminar a influência das perdas econômicas e garantir o escopo de danos ao meio ambiente e ao patrimônio histórico cultural.

Isto porque, conforme já explicado na introdução deste documento, o escopo da valoração econômica dos danos ambientais a ser realizado pelo Instituto Lactec, contempla apenas os danos voltados ao meio ambiente, excluindo os danos socioeconômicos, pois serão valorados por outra entidade.

Dessa forma, a primeira tarefa referente aos danos ambientais e patrimoniais é separá-los do dano econômico (perda de renda) correlacionados com a pesca, abastecimento de água, turismo e outras atividades econômicas.

Cabe esclarecer que, com relação ao dano moral (dor, estresse e perdas no estilo de vida), este não poderá ser valorado, devido a ocorrência do desastre em Brumadinho. Este desastre, ocasionou um número muito superior de vítimas humanas quando comparado com Mariana, o que influencia diretamente a opinião dos entrevistados. Logo, a dificuldade em desassociar os incidentes, inviabiliza a captura de uma DAP livre de vieses.

Ressalta-se que esses grupos não são uma amostra da população e, portanto, não são representativos do comportamento da mesma, trata-se apenas de uma etapa elucidativa que contribui para a construção do instrumento de coleta de informações.

Ao findar as pesquisas de grupo focal da Onda 1, foram realizadas análises e avaliações que culminaram em recomendações e mudanças necessárias ao questionário e ao processo de condução das entrevistas. Posteriormente à Onda 1 foi realizada a nova bateria de pesquisas da Onda 2. Tais resultados serão apresentados nos itens 3.2 e 3.3 adiante.

3.1.2.2 Pesquisas Piloto

Foram realizadas 3 pesquisas piloto cujo objetivo foi oportunizar testes para possíveis alterações de questionário e testar a compreensão das perguntas elaboradas, obtendo assim o refinamento do questionário a fim de oferecer uma versão para a pesquisa final.

A aplicação destas pesquisas foi realizada por meio de duas modalidades, pesquisa domiciliar e sala espelho.

A pesquisa domiciliar consistiu na realização de visitas às residências e aplicação de questionário com algum integrante da família que atendesse algum dos requisitos para que pudesse ser respondente, como, por exemplo, faixa etária e/ou ser ou não responsável pelo domicílio. Nesta modalidade

se buscou alcançar respondentes da Classe D, difíceis de recrutar para testes em sala de espelho, cujo objetivo foi o aprimoramento do valor cognitivo do questionário. Essas entrevistas no domicílio foram realizadas por entrevistador treinado e com gravação para posterior análise para efeitos de revisão do questionário e do protocolo de entrevista.

Na modalidade sala de espelho era possível a participação de toda a equipe, inclusive dos consultores internacionais, com tradução simultânea com *streaming*. Nesses momentos foi possível decidir e testar algumas mudanças na condução das pesquisas.

À luz dessas entrevistas, o questionário de cada piloto era definido e levado a campo. A amostra de cada piloto foi definida anteriormente na fase de definição de amostra considerando graus de liberdade dos testes a serem realizados e o tempo de pesquisa de campo disponível.

PESQUISA PILOTO 1

A pesquisa piloto 1 foi realizada na Região Metropolitana de São Paulo, obedecendo o cronograma de atividades descrito no Quadro 4.

Quadro 4 – Cronograma de Atividades para Aplicação da Pesquisa
Piloto 1 – Região Metropolitana de São Paulo

Data	Descrição de Atividades
03/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador.
06/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de espelho em São Paulo por um experiente entrevistador, com transmissão online para os consultores internacionais e tradução simultânea para o Inglês.
10/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador.
14/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de reunião por um experiente entrevistador.
17/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador.
18/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de espelho em São Paulo por um experiente entrevistador, com transmissão online para os consultores internacionais e tradução simultânea para o Inglês.
24/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador.
27/06/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de reunião por um experiente entrevistador.
01/07/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador, com uso do tablet com o programa do questionário.
02/07/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de espelho em São Paulo por um experiente entrevistador, com uso do tablet com o programa do questionário e com transmissão online para os consultores internacionais e tradução simultânea para o Inglês.
22/07/2019 até 24/07/2019	Treinamento de equipe de entrevistadores e verificadores para execução da pesquisa piloto 1 em São Paulo, com uso do tablet com o programa do questionário. O treinamento foi realizado com auxílio de um protocolo de procedimentos no formato de um manual, que foi fornecido para cada entrevistador.
25/07/2019 até 15/08/2019	Pesquisa em campo para a realização da piloto 1 na Região Metropolitana de São Paulo, com amostra de 400 entrevistas.

Fonte: Lactec, 2019.

As cidades da amostra e a quantidade de entrevistas por cidade são aproximadamente as seguintes:

Tabela 8 – Cidades e Quantitativos da Amostra Seleccionada para Aplicação da Pesquisa Piloto 1 – Região Metropolitana de São Paulo

Cidade	Amostra
São Paulo	296
Santo André	12
São Bernardo do Campo	36
São Caetano do Sul	16
Diadema	16
Osasco	16
Guarulhos	8
Total	400

Fonte: Lactec, 2019.

PESQUISA PILOTO 2

A pesquisa piloto 2 também foi realizada na Região Metropolitana de São Paulo, obedecendo o cronograma de atividades descrito no Quadro 5.

Quadro 5 – Cronograma de Atividades para Aplicação da Pesquisa Piloto 2 – Região Metropolitana de São Paulo

Data	Descrição de Atividades
21/08/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador.
27/08/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais, individuais e domiciliares realizadas por um experiente entrevistador.
29/08/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de espelho em São Paulo por um experiente entrevistador, com transmissão online para os consultores internacionais e tradução simultânea para o Inglês.
03/09/2019 até 04/09/2019	Treinamento de equipe de entrevistadores e verificadores para execução da pesquisa piloto 2 em São Paulo, com uso do tablet com o programa do questionário. O treinamento foi realizado com auxílio de um protocolo de procedimentos no formato de um manual, que foi fornecido para cada entrevistador.
05/09/2019 até 27/09/2019	Pesquisa em campo para a realização da piloto 2 na Região Metropolitana de São Paulo, com amostra de 400 entrevistas.

Fonte: Lactec, 2019.

As mesmas cidades foram consideradas para a amostra da pesquisa piloto 2, bem como a quantidade de entrevistas por cidade (Tabela 9).

PESQUISA PILOTO 3

A pesquisa piloto 3 foi realizada nas Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte e Recife, obedecendo o cronograma de atividades descritas no Quadro 6.

Quadro 6 – Cronograma de Atividades para Aplicação da Pesquisa Piloto 3 – Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte (MG) e Recife (PE)

Data	Descrição de Atividades
03/10/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de espelho em Belo Horizonte por um experiente entrevistador, com transmissão online para os consultores internacionais e tradução simultânea para o Inglês.
10/10/2019	3 ou 4 entrevistas pessoais e individuais realizadas em sala de espelho em Recife por um experiente entrevistador, com transmissão online para os consultores internacionais e tradução simultânea para o Inglês.
14/10/2019 até 15/10/2019	Treinamento de equipe de entrevistadores e verificadores para execução da pesquisa piloto 3 em Recife, com uso do tablet com o programa do questionário. O treinamento foi realizado com auxílio de um protocolo de procedimentos no formato de um manual, que foi fornecido para cada entrevistador.
17/10/2019 até 18/10/2019	Treinamento de equipe de entrevistadores e verificadores para execução da pesquisa piloto 3 em Belo Horizonte, com uso do tablet com o programa do questionário. O treinamento foi realizado com auxílio de um protocolo de procedimentos no formato de um manual, que foi fornecido para cada entrevistador.
16/10/2019 até 09/11/2019	Pesquisa em campo para a realização da piloto 3 na Região Metropolitana de Recife, com amostra de 400 entrevistas.
19/10/2019 até 09/11/2019	Pesquisa em campo para a realização da piloto 3 na Região Metropolitana de Belo Horizonte, com amostra de 400 entrevistas.

Fonte: Lactec, 2019.

As cidades da amostra e a quantidade de entrevistas por cidade são as seguintes:

Tabela 9 – Cidades e Quantitativo da Amostra Seleccionada para Aplicação da Pesquisa Piloto 3 – Regiões Metropolitanas de Belo Horizonte (MG) e Recife (PE)

Cidade	Amostra	Cidade	Amostra
Recife	250	Belo Horizonte	280
Jaboatão dos Guararapes	100	Betim	36
Olinda	50	Contagem	56
-	-	Ribeirão das Neves	28
Total	400	Total	400

Fonte: Lactec, 2019.

A aplicação do questionário nas pesquisas piloto permite o refinamento, por meio de diversas revisões, a fim de construir um instrumento que traduza da melhor forma os danos ambientais ocorridos na área do desastre e que também promova uma conexão entre o local avaliado e o entrevistado, visto que se tratam de indivíduos que não residem no local.

Detalhamos, no entanto, que o questionário aplicado foi estruturado em 5 compartimentos, sendo:

- a) Primeiro compartimento: perfil socioeconômico do entrevistado composta por 12 questões;
- b) Segundo compartimento: questões que contextualizam o entrevistado a respeito dos danos ambientais ocorridos e a possível solução para evitar outros desastres como esse, por meio da implantação de uma nova tecnologia. Este compartimento é composto por 23 questões;
- c) Terceiro compartimento: questões que visem capturar a DAP do entrevistado e os motivos para aceitação ou recusa, esta parte é composta por 4 questões;
- d) Quarto compartimento: esta última parte do questionário é composta por 16 questões que visam coletar informações adicionais sobre o quanto que o entrevistado é engajado na questão ambiental, se o mesmo acredita nos resultados apresentados em termos de danos causados pelo desastre, se confia na efetividade da tecnologia apresentada, e por fim se acredita que empresas e governos trabalharão para minimizar os danos e evitar outros semelhantes;
- e) Quinto compartimento: Esta parte do questionário é específica para o entrevistador responder, é composta por 3 questões, e visa capturar pela visão do entrevistador, o engajamento e interesse do entrevistado durante a entrevista.

Após a conclusão da elaboração do instrumento de coleta de informações (questionário), para a implementação da pesquisa piloto, o próximo passo foi a definição da amostra a ser trabalhada na piloto, seguindo a metodologia já apresentada, sendo que esta amostra é reduzida tendo em vista que a aplicação é apenas um teste, e posteriormente foi realizado o treinamento dos entrevistados de campo, detalhado a seguir.

Treinamento dos entrevistadores

O treinamento para os entrevistadores de campo é essencial para garantir padronização na coleta das informações e reduzir interferências e influências por parte do mesmo no andamento da pesquisa. Assim, em outras palavras, o objetivo do treinamento é minimizar um possível viés do entrevistador, instituindo procedimentos padronizados aplicados por todos os entrevistadores de forma uniforme.

Para a realização da Piloto 1 foram treinados de 12 a 14 entrevistadores. O cronograma de atividades do treinamento está exposto no Quadro 7. A mesma equipe treinada também foi a que executou a Piloto 2, por isso detalhamos apenas o treinamento para Piloto 1 e 3.

Quadro 7 – Cronograma de Atividades do Treinamento da Pesquisa
Piloto 1 – Região Metropolitana de São Paulo (SP)

Data	Temática	Atividade
22/07/19	Introdução	1. Dois grupos focais com entrevistadores – 2 horas para cada grupo 2. Reunião com todos os entrevistadores para dúvidas gerais – 1 hora 3. Apresentação do cronograma da pesquisa – 15 minutos 4. Apresentação do protocolo de procedimentos para a realização da entrevista e uso do tablet – 2h:45min
22/07/19	Leitura	1. Teste dos entrevistadores, que entrevistarão os treinadores de acordo com o protocolo de procedimentos ensinado – 4 horas 2. Reunião com todos os entrevistadores para dúvidas adicionais e reforço do protocolo de entrevista – 2 horas 3. Treinadores selecionam candidatos aprovados por capacidade de leitura e cumprimento do protocolo – 1 hora
23/07/19	Campo	1. Protocolo para abordagem e obtenção das entrevistas – 2 horas 2. Treinamento adicional do uso do tablet para indicar marcadores e controles da entrevista – 2 horas 3. Apresentação dos procedimentos de campo para cumprimento da amostra – 1 hora 4. Apresentação da logística de coordenação das atividades de campo – 1 hora
24/07/19	Campo	1. Entrega dos tablets, mapas e cotas de área – 2 horas 2. Dúvidas finais – 2 horas

Fonte: Lactec, 2019.

Importante ressaltar que, em cada local a capacitação foi adaptada, considerando as necessidades de conhecimentos e técnicas a serem transmitidos conforme o perfil do público a ser treinado.

Para a Piloto 3, em São Paulo, os entrevistadores receberam rápido treinamento, que consistiu das seguintes etapas:

- Leitura do questionário mostrando as alterações realizadas em relação ao questionário da pesquisa piloto 2; e
- Revisão dos principais pontos do protocolo.

Em Belo Horizonte, a equipe passou por duas sessões de treinamento para reunir 6 bons entrevistadores ao final da pesquisa piloto 3. A distribuição dos treinamentos é mostrada nas tabelas; Tabela 11 e Tabela 12:

Tabela 10 – Cronograma dos Treinamentos dos Entrevistadores Executados em Belo Horizonte (MG)

Treinamento	Entrevistadores	Verificação de Falha no Teste de Proficiência do Protocolo	Reprovados	Desistentes	Grupo de Entrevistadores Final
17/10 e 18/10	6	1	0	1	4
20/10 e 21/10	3	0	1	0	2
Total	9	1	1	1	6

Fonte: Lactec, 2019.

Em Recife foram necessárias cinco sessões de treinamento para reunir 10 bons entrevistadores ao final da pesquisa piloto 3, que foram responsáveis por 86% das entrevistas realizadas, como mostrado a seguir:

Tabela 11 – Cronograma dos Treinamentos dos Entrevistadores Executados em Recife (PE)

Treinamento	Entrevistadores	Verificação de Falha no Teste de Proficiência do Protocolo	Reprovados	Desistentes	Grupo de Entrevistadores Final
14/10 e 15/10	14	0	0	10	4
17/10 e 18/10	4	0	0	1	3
22/10 e 23/10	5	1	0	2	2
26/10	1	0	0	0	1
28/10	1	0	0	1	0
Total	25	1	0	14	10

Fonte: Lactec, 2019.

As sessões de treinamento para entrevistadores locais, isto é, entrevistados pertencentes ao local onde será aplicada a pesquisa, foram realizadas da seguinte forma:

- Grupo Focal com aplicação do questionário para que se sintam como os participantes dos grupos focais anteriores e para que percebam a forma correta de realizar a leitura do questionário;
- Protocolo a ser utilizado durante a entrevista;
- Instruções de uso do tablet durante a entrevista;
- Teste de proficiência de protocolo.

Assim, para viabilizar o treinamento de duas turmas (total de 14 a 16 entrevistadores) foi necessária a presença de 3 profissionais experientes para fazer a avaliação do teste de proficiência de protocolo dentro dos cronogramas acima.

Como fruto dos treinamentos realizados, e a fim de fornecer mais um auxílio à equipe, foi elaborado um manual denominado de protocolo de procedimentos para os entrevistadores, para que tenham um documento de consulta sobre os processos que precisam ser adotados e ensinados no treinamento.

O protocolo agradou aos entrevistadores e facilitou a orientação do mesmo em campo, por se tratar de importante instrumento para reduzir a quase nada a interação entre entrevistado e entrevistador, fazendo com que este não produza um viés de opinião do entrevistado.

Tal processo é de suma importância para fazer com que a pesquisa reflita a opinião dos entrevistados e, conseqüentemente, da população. O protocolo de procedimentos será apresentado na íntegra quando for apresentado os resultados oficiais da pesquisa final, no entanto, a fim de evidenciar os cuidados tomados pelos entrevistadores, no item abaixo é apresentado os principais itens trabalhados por este protocolo.

Protocolo de Campo dos Entrevistadores

- Obtendo a cooperação para a participação na entrevista:

Os respondentes devem concordar em participar da pesquisa. Assim, para obter cooperação, o entrevistador deve explicar ao entrevistado, sobre a importância do estudo, mas sem mencionar os incidentes com rompimento de barragem, ou que o estudo se refere a questões do meio ambiente, até que isso seja mencionado durante a aplicação do questionário.

Se o entrevistado insistir em saber mais sobre o estudo, o entrevistador elenca as três seções do questionário:

- A primeira seção é sobre questões que o país enfrenta agora;
- A segunda é sobre um programa que afeta a população e que algumas universidades estão estudando; e
- A última seção pergunta sobre a opinião do entrevistado.

Neste momento não se menciona sobre votar a favor ou contra um imposto e os possíveis valores. E faz-se necessário apontar que “as pessoas que já foram entrevistadas se interessaram pelo assunto”.

- Não influenciar o entrevistado:

O entrevistador deve ter uma postura imparcial e evitar conversas, elogios e comentários que possam influenciar o entrevistado a responder com base na opinião oferecida, ao invés, do que consta na pesquisa. Caso haja o surgimento de uma conversa, que esta seja conduzida para assuntos distantes do tema da pesquisa, tais como, o tempo, o trânsito, etc.

- Comportamento diante do entrevistado:

O entrevistador deve ser cordial e conhecer previamente as dúvidas mais frequentes para poder responder as perguntas e objeções sobre a pesquisa. É importante manter contato visual com o entrevistado, e valorizar suas respostas e opiniões lembrando a ele que as informações coletadas serão lidas e analisadas pelos pesquisadores.

Ressalta-se também que para evitar influências e/ou gerar algum desconforto, o entrevistador foi orientado a não responder o que não foi perguntado. Cita-se como exemplo hipotético um caso de um entrevistado afirmar não ter tempo suficiente para fazer a pesquisa e o entrevistador declarar: “A maioria das pessoas acha que a pesquisa é rápida e não se preocupe, você não precisa responder as perguntas que não quiser, que achar sensíveis ou que invadam sua privacidade”. A adição de informações desnecessárias pode causar desconforto

e o entrevistado passa a ficar preocupado sobre as possíveis perguntas delicadas que a entrevista pode trazer.

Por fim, orientou-se que o entrevistado seja breve e gentil, pois o mesmo deverá responder às objeções ou dúvidas completamente, mas sem divagar ou se prolongar.

- Como contornar recusas à entrevista

As pessoas podem se recusar a participar da entrevista devido a diversos motivos. Com base em experiências anteriores o protocolo traz uma breve lista de perguntas mais frequentes, orientando, assim, o entrevistador quanto aos argumentos mais adequados a serem apresentados, bem como esclarecimentos necessários, conforme segue:

- Importância da entrevista: uma oportunidade para descobrir como o brasileiro pensa sobre alguns problemas e suas soluções.
- Uso da informação: será apresentada de forma agregada, por região e classe de renda, para expressar uma média das opiniões e nunca a opinião de somente um entrevistado.
- Privacidade: as informações e opiniões serão tratadas de forma confidencial, da mesma forma que as respostas de todas as pessoas entrevistadas.
- Quem financia a pesquisa: recursos da comunidade científica que pesquisa assuntos que afetam a população.
- Onde a pesquisa será realizada: Entrevistas são realizadas em outras cidades, mas eu só estou fazendo entrevistas nessa cidade.

Apesar desta padronização, os entrevistadores recebem orientações gerais, para agirem quando as objeções não seguirem a padronização previa adotada.

- Instruções para Realizar a Entrevista

As perguntas do questionário representam o instrumento mais importante da pesquisa e resultam de um longo processo de desenvolvimento anterior à pesquisa de campo. Logo a integridade das questões é vital para o sucesso da pesquisa, por isso, para garantir tal integridade o entrevistador é orientado a seguir práticas padronizadas:

- Ler as perguntas exatamente como elas são escritas, sem adicionar ou retirar elementos, e ainda, sem mudanças de palavras.
- Atentar-se para palavras que costumeiramente podem apresentar falhas na leitura e que precisam prestar mais atenção na pronuncia.
- Não enfatizar por meio da entonação, nenhuma palavra ou frase, a menos que seja especificado no próprio questionário, como sublinhado ou texto em negrito.
- Não definir nenhuma palavra, exceto conforme especificado.
- O entrevistador não deve assumir para ele a resposta a nenhuma pergunta, ou seja, ele não deverá marcar uma categoria de resposta, a menos que o respondente a escolha explicitamente. E ainda, não deverá parafrasear ou alterar as respostas para perguntas abertas. O registro dessas respostas deve ser na íntegra e na primeira pessoa, ou seja, se o

entrevistado disser “acho que isso é importante”, o entrevistado deve registrar “Acho que isso é importante”, ao contrário de “Ela acha que isso é importante”;

- Não reagir a nenhuma resposta;
- Não pular perguntas;
- Ler no ritmo e no tempo que foram trabalhados no treinamento.
- Sempre que objeções forem levantadas, é de vital importância que o respondente saiba que o entrevistador ouviu. A frase mais eficaz e que deve ser adotada é «eu entendo».
- No caso do entrevistado APENAS APONTAR para a resposta em um dos cartões apresentados, sem falar qual é a resposta, o entrevistador deverá pedir para que o mesmo leia a resposta escolhida.
- No início da entrevista, o entrevistador deverá anotar o nome como o entrevistado quer ser chamado, sendo que este será utilizado APENAS onde estiver indicado no texto do questionário para ser lido.
- No caso de o entrevistado não entender a pergunta, o entrevistador deverá reler toda a questão;
- No caso de o entrevistado não saber a resposta, o entrevistador nunca deve ler as respostas “não sei” ou “não quer responder” e só deverá marca-las após ler as respostas pela terceira vez, e o respondente continuar afirmando que não sabe.
- Se, porventura, o entrevistado se indignar com as fotos do cartão, principalmente aquelas que mostram animais, o entrevistador precisa esclarecer que “são exemplos das espécies citadas no texto”. Se o respondente insistir, o entrevistador deve afirmar que não sabe. Do mesmo modo, nas fotos do patrimônio histórico e cultural, se o entrevistado demonstrar indignação com o que está na foto, o entrevistador afirmará “que é o que está escrito ao lado da foto”. Se o respondente insistir, igualmente afirmar, não sei.
- Instruções para Dúvidas durante a Entrevista

Ao longo da realização da pesquisa, dúvidas irão surgir, e o entrevistador precisa seguir uma postura específica ante a elas, para evitar vieses e outros erros e problemas que possam vir a gerar para a eficácia da aplicação do instrumento. Além disso, a reação às perguntas do respondente é um dos pontos mais críticos em uma entrevista. Estudos mostraram que erros e imprecisões nos dados da pesquisa resultam de como as perguntas são respondidas. Dentre diversas orientações, destacam-se aqui as principais:

- Dúvidas técnicas: No caso de dúvidas técnicas por parte dos respondentes, estas deverão ser respondidas dizendo “vamos ler de novo a questão”. Aquelas que não apresentarem respostas na releitura, o entrevistador afirma “vamos continuar e ver o que diz o questionário mais à frente”. E assim o entrevistado encurta o engajamento passando para a pergunta seguinte. Caso o entrevistado insista, o entrevistado afirma “eu não sei; é o seu entendimento que interessa”. O importante é que o entrevistador nunca responda com sua opinião ou conhecimento.

- Dúvidas na escolha da resposta categorizada: Para as perguntas com categorias de respostas o respondente tem que fazer uma escolha. Se a resposta for vaga, o entrevistador precisa repetir as opções de resposta e solicitar que o entrevistado escolha uma. Se a resposta ainda for vaga, o entrevistado deve insistir afirmando que o respondente precisa escolher uma das alternativas, e assim ler pela terceira vez. O importante é o entrevistador compreender que ele não pode escolher uma resposta que se encaixe no que o respondente diz.

Após a realização do treinamento, cada entrevistador tem sua qualificação verificada através de um teste realizado pelos supervisores de campo. Neste teste, diversas perguntas são feitas a fim de capturar o quanto o entrevistador compreendeu os processos e padrões de resposta, as razões para a realização da pesquisa, a postura adequada e outras questões tratadas no treinamento. A pontuação final e a qualidade da leitura determinam a aprovação ou não do entrevistador.

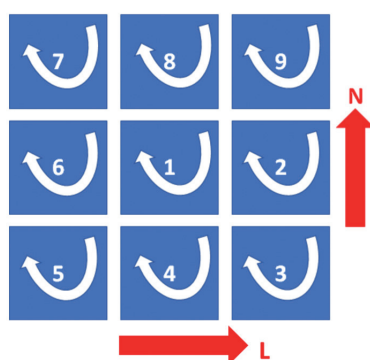
Triagem e Seleção

Após a definição dos quantitativos amostrais e das cidades onde foram aplicadas as pesquisas piloto, foram realizadas as seleções dos bairros e das residências.

A seleção dos bairros a serem entrevistados foi aleatória de acordo com o plano amostral (renda média e população) baseado no cadastro de CEPs, de acordo com as cotas de entrevistas por bairro.

Já a seleção das residências foi feita com base na definição do trajeto a ser considerado ao redor do quarteirão. O ponto inicial foi a esquina das faces norte e leste do quarteirão 1, sendo que o entrevistador deveria percorrer o quarteirão em sentido horário a partir do ponto inicial do quarteirão 1 para identificar o domicílio respondente, conforme Figura 15. Ao término do percurso do quarteirão 1, reiniciar a busca pela esquina das faces norte e leste do quarteirão 2, e assim em diante nos próximos quarteirões, de acordo com a numeração crescente.

Figura 15 –Método de Seleção de Residência no Quarteirão para Realização da Pesquisa



Fonte: Lactec, 2019.

Após cada entrevista realizada, o entrevistador deverá pular os próximos 3 domicílios e tentar a próxima entrevista no 4º domicílio, sendo que o quantitativo de pesquisas realizados deverá estar de acordo com as cotas estabelecidas para o bairro.

Quando iniciado o *screening* (triagem) e a primeira pessoa na casa que atende o entrevistador tiver menos de 17 anos, e/ou não compartilhar as despesas, e/ou não souber falar português, o entrevistador deverá tentar falar com outra pessoa da residência que não esteja nessas condições.

3.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DAS PESQUISAS DE GRUPO FOCAL – ONDA 1

Conforme já abordado, o roteiro que conduz cada pesquisa está em constante desenvolvimento, pois agrega informações sobre o conhecimento e atitudes das pessoas sobre o assunto discutido e ajuda a superar vários possíveis problemas com o desenho da pesquisa, incluindo vários vieses potenciais e possíveis rejeições das soluções propostas que visam chegar ao questionário final para a fase quantitativa.

Tal processo se expressa nas mudanças que são realizadas a cada grupo focal realizado, no qual a equipe técnica responsável pela aplicação do método observa todos os detalhes do andamento da entrevista, como opiniões, posturas, nível de conhecimento do assunto, demonstração de certezas e incertezas entre outros fatores. Cada um desses comportamentos permite que a equipe realize alterações nos roteiros e adiciona ou retira informações conforme a necessidade em aprimorar o método.

Assim, devido às constantes alterações, com o objetivo de facilitar a compreensão e apresentar informações sucintas, serão descritas nesses itens, apenas as principais mudanças relevantes e necessárias identificadas ao longo da realização das pesquisas em grupos focais. No entanto, as informações serão divididas por ondas de FGs realizados, conforme apresentado na Tabela 8 no item da metodologia.

Os frutos dessas pesquisas geraram como principais resultados a elaboração de diversas recomendações técnicas, que abrangem desde a condução das entrevistas até a elaboração do questionário.

Cabe destacar que o desastre ocorrido em Brumadinho promoveu alteração significativa de comportamento e visão dos participantes dos FGs. O rompimento da barragem de rejeitos da Vale no Córrego do Feijão, ocorreu em 25 de janeiro de 2019, escoando mais de 11 milhões de metros cúbicos de rejeitos, afetando vidas humanas e provocando danos ao meio ambiente.

Antes deste novo desastre, já haviam sido realizadas 4 FGs nas cidades de São Paulo e Belém, já os demais FGs ocorreram após este incidente.

Nos grupos realizados antes do incidente de Brumadinho, foi identificado que, de modo geral, o comportamento dos integrantes dos grupos evidenciou distanciamento do foco do estudo. Não havia nenhuma citação espontânea a respeito de meio ambiente e do incidente de Mariana, tampouco o risco de rompimento de barragens, mineração e danos ao meio ambiente eram mencionados. O que era mencionado estava muito mais ligado a questões de poluição do que a risco de rompimento de barragens.

Porém, quando estimulados pelo moderador, os participantes lembraram de fatos relacionados ao incidente de Mariana, mas admitiram que por haver passado muito tempo, os detalhes e o próprio incidente não estavam mais vivos na memória.

Com relação às causas do incidente, os participantes demonstraram possuir a noção de que as barragens têm um risco inerente da atividade de estocagem de resíduos de mineração. As explicações dadas pelos participantes foram montadas a partir do cenário de corrupção, que leva às falhas de processo, negligência, descaso, entre outros, sendo um discurso sem argumentação. Verificou-se que o público não possui afinidade com o assunto e a temática deixou de ter importância diante de assuntos mais urgentes no dia-a-dia do país.

Além disso, os participantes têm a percepção de que até os dias de hoje, a cidade de Mariana está destruída, o rio continua poluído, o solo está tóxico, ninguém foi responsabilizado e nenhuma pessoa foi indenizada, prevalecendo a noção da impunidade. No entanto, tais percepções são acompanhadas de ausência de convicção, pois o grupo sempre destacava a falta de informação e ou acompanhamento do assunto.

Com relação ao entendimento sobre barragens, percebeu-se que os grupos não possuem nenhuma noção de como as barragens são feitas, quantidade, localização e risco intrínseco.

A solução apresentada foi vista como inteligente e criativa, sendo bem aceita. No entanto, os participantes desejam conhecer mais detalhes técnicos, inclusive sobre possíveis problemas ambientais.

Os demais grupos foram reunidos após o rompimento da barragem do córrego do Feijão em Brumadinho, o que alterou substancialmente os resultados das pesquisas. Isto porque reavivou os fatos ocorrido em Mariana, principalmente devido a extrema relevância dada pela imprensa que sensibiliza a população, e recupera fatos e imagens do incidente de Mariana, adicionando informações novas, até então, desconhecidas, como quantidade, tipos de barragens e risco de novos incidentes.

Percebeu-se, portanto que os participantes passaram a apresentar: maior envolvimento com o tema, aumento do nível de informação e vivacidade das lembranças do incidente de Mariana, e manifestação de atitudes e sentimentos frente aos fatos que ocorreram em decorrência do incidente de Brumadinho.

Tal desdobramento obrigou a equipe técnica a ajustar a estratégia dos roteiros dos grupos realizados posteriormente ao incidente. Se, por um lado, o incidente de Brumadinho trouxe o incidente de Mariana para o presente, reavivando as lembranças, atualizando informações perdidas e melhorando a compreensão dos danos ambientais, por outro lado, essa situação impõe um novo cuidado na narrativa do incidente, exigindo maior cuidado para não fixar o cenário catastrófico.

É necessário reforçar o entendimento do dano ambiental e discutir o cenário de mudança de tecnologia de tratamento e armazenamento de rejeitos de forma mais realista. O desafio é focar nas questões ambientais, tendo em vista a tendência de as pessoas focarem nos danos ocorridos às vidas humanas, porém tal aspecto não faz parte do escopo desta pesquisa, pois será considerada por outra instituição.

As próximas cidades alvo da pesquisa em FGs, após o desastre de Brumadinho, foram Goiânia, Linhares, Rio de Janeiro, Recife, Governador Valadares, Belo Horizonte e Curitiba.

O roteiro utilizado mostrou como ocorreu o incidente, os danos ambientais, a morte de animais, a destruição da floresta e da mata ciliar, ou seja, apresentou um relato aprimorado em relação aos *scripts* anteriores. E ainda, acrescentou novos elementos que estavam mal colocados em roteiros anteriores, como perdas históricas e de bens culturais, e sobre o lazer e atividades recreativas, com entendimento sempre focado no prejuízo à recreação.

Percebeu-se que alguns dos grupos estavam melhor informados sobre falhas nas barragens, construção e monitoramento. E ainda, por considerarem as empresas de mineração como entidades negligentes e lucrativas.

Ao longo das pesquisas, identificou-se confusões entre número de espécies afetadas e número de pessoas mortas, bem como dificuldades na compreensão de diferenças de engenharia na conversão de barragens. Adiciona-se que houve diferenças de entendimento entre classes econômicas e faixa etária, e que afetaram a compreensão do texto sobre perturbações e danos ecológicos.

Os grupos ocorridos em Governador Valadares e Linhares, por possuírem maior proximidade com a situação, apresentaram maior desconfiança nas medidas de recuperação e compensação que possam vir a ser adotadas. O que evidenciou que FGs em locais geograficamente mais próximos ao desastre, apresentarão atitude e posicionamento mais acentuado.

As melhorias já realizadas nos roteiros, permitiram perceber que a discussão sobre danos ambientais ocorridos em Mariana, são bem percebidas pelos participantes, o que confirmou as categorias adotadas.

Outro avanço importante obtido foi que os ajustes no *script* reduziram em grande parte a mistura entre perdas econômicas e ambientais, e melhoraram a compreensão da interação entre floresta e rio, e o entendimento e a interação entre lama e equilíbrio ecológico. E ainda, as diferenças de entendimento entre os grupos diminuíram. Verificou-se que a inserção de figuras e fotos ilustrativas a esses *scripts* foi um dos fatores estratégicos para esclarecer da ênfase à dinâmica ambiental e direcionar o foco para meio ambiente, afastando-o das questões econômicas. Portanto, parece que a mensagem sobre danos foi adequadamente transmitida, particularmente a separação entre o econômico e o ambiental.

3.3 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DAS PESQUISAS DE GRUPO FOCAL – ONDA 2

A segunda bateria de entrevistas realizada, denominada de onda 2, foi executada nas cidades São Paulo, Goiânia, Belo Horizonte, Belém e Curitiba. O roteiro inicial utilizado trouxe todas as mudanças necessárias e recomendadas na onda 1.

Destaca-se que para o roteiro da Onda 2, houve o aprimoramento do fluxo narrativo, tornando-o mais atraente e capaz de atrair a curiosidade dos participantes, inclusive com indagações a serem abordadas.

Identificou-se a redução de menções aos aspectos de perda econômica, e efeitos cognitivos de percepção de escopo, com falta ou insuficiência de pagamentos por perdas econômicas. Em relação ao modo de pagamento a fim de evitar outros indecentes semelhantes, a solução apresentada tem sido aceita pela maioria.

Em suma, todas as questões cognitivas e de viés de escopo tratadas na Onda 2 foram mitigadas satisfatoriamente, exceto pela percepção de risco de perda de vida humana, que ainda precisou ser atenuada, e foi o foco da próxima rodada de pesquisas, denominada de Onda 3.

Para lidar com essas questões ainda presentes acima relatadas, antes dos FGs da Onda 3, a empresa responsável pela execução fez de 15 a 20 entrevistas pessoais já testando soluções de narrativas, principalmente para reduzir a dimensão de dano à vida humana.

3.4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DAS PESQUISAS DE GRUPO FOCAL – ONDA 3

A terceira bateria de entrevistas realizada, onda 3, foi executada nas cidades Recife, São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba. O roteiro utilizado incluiu todas as sugestões de mudanças identificadas na Onda 2, quanto a reduzir a dominância da percepção de risco de perda de vida humana sobre a proteção do meio ambiente e patrimônio histórico e cultural nas razões a pagar e o protesto nas razões a não pagar.

Na Onda 3 também se iniciou a formatação do roteiro na forma de questionário, de forma que ao final se obtenha um questionário a ser testado nas fases seguintes de *in-depth interviews* e pesquisas - piloto. E ainda, diferentemente das ondas anteriores, nesta etapa foram realizadas várias sessões de entrevistas pessoais para testar as mudanças de cenário de danos propostas pelo Lactec.

Em uma segunda etapa de execução da Onda 3, deu-se continuidade na realização das reuniões em sala espelho, mas também foram realizadas algumas entrevistas individuais.

O roteiro utilizado considerou todas as mudanças necessárias e identificadas anteriormente. Assim, o mesmo foi revisto, possibilitando a simplificações dos parágrafos das narrativas e a inclusão de alterações nos cenários de danos da vida aquática e silvestre.

Como resultado, percebeu-se maior fluidez na condução dos grupos focais, com significativa redução de dúvidas, bem como maior conexão entre os fatos o que gerou maior interesse e engajamento por parte dos participantes, além da redução do tempo de duração.

Os desempenhos observados também culminaram em resultados que expressam a redução do viés de protesto, bem como do viés de tragédia, pois a maioria dos pagantes alegaram razões ambientais como principal motivação. Dessa forma, para as próximas sessões de entrevistas pessoais, foi mantido o mesmo roteiro.

No total, foram realizadas 15 entrevistas pessoais, conforme detalhado na Tabela 12.

Tabela 12 – Entrevistas Pessoais Realizadas

LOCAL	DATA	QUANTIDADE DE ENTREVISTAS
São Paulo (SP)	17/06/2019	3
	18/06/2019	4
	26/06/2019	4
	27/06/2019	4
Total	-	15

Fonte: Lactec, 2019.

A aplicação da pesquisa por meio de entrevistas pessoais trouxe mais questões a serem avaliadas. Percebeu-se que é necessário definir um ritmo protocolar para todos os entrevistados, revendo a questão das ênfases dadas pelo instrumento, bem como rever alguns comportamentos na condução da entrevista por parte do entrevistador. Além disso, identificou-se que as perguntas *debriefings* precisam de introdução, pois as respostas refletem opinião.

Além dos itens já mencionados, no andamento das outras entrevistas, outros aspectos surgiram, como o retorno significativo do voto de protesto e a diferença de preferência entre a questão ambiental e social, pois alguns tendem a considerar apenas o aspecto socioeconômico. Além disso, foi identificado um viés de subestimativa, oriundo do ceticismo de alguns participantes que não acreditam no tempo declarado para a implementação da tecnologia de prevenção do desastre.

A cada etapa de entrevistas, alterações foram sendo realizadas no roteiro, a fim de testar ajustes. Desta forma, entrevistas foram realizadas com a classe D, com roteiros adaptados. Verificou-se que houve uma melhora na fluidez do questionário, redução na repetição das narrativas, melhora no engajamento, respostas das questões *debriefings* com compreensão mais alinhada com a narrativa.

Apesar de alguns vieses ainda permanecerem, as mudanças realizadas até o momento no roteiro já se mostraram eficientes na mitigação dos mesmos. Por isso, a versão do roteiro obtida até a finalização da onda 3 foi o adotado como versão final para a aplicação da pesquisa piloto 1.

3.5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DAS PESQUISAS PILOTO

Neste item, busca-se apresentar os resultados obtidos nas 3 pesquisas pilotos que foram desenvolvidas em três capitais brasileiras, São Paulo (SP), Belo Horizonte (MG) e Recife (PE). Lembrando que a intenção destes esforços está relacionada à necessidade de testar a eficácia dos questionários, o desempenho dos entrevistadores e ainda capturar outras informações importantes, como tempo de duração, confiabilidade dos dados obtidos, análise comportamental da população entrevistada, e ainda oportunizar outras alterações que os entrevistadores julgarem necessárias para aprimorar a pesquisa.

Considerando as três pesquisas pilotos, foram entrevistados no total 1.607 indivíduos, divididos da seguinte forma (Tabela 13):

Tabela 13 – Quantidade de Entrevistas Realizadas nas Pesquisas Piloto

Pesquisa Piloto	Local	Entrevistas	Data da Realização da Pesquisa
1	São Paulo (SP)	400	03/06/2019 até 15/08/2019
2	São Paulo (SP)	400	21/08/2019 até 27/09/2019
3	Belo Horizonte (MG)	402	15/10/2019 até 05/11/ 2019
	Recife (PE)	405	17/10/2019 até 07/11/2019
TOTAL	-	1.607	

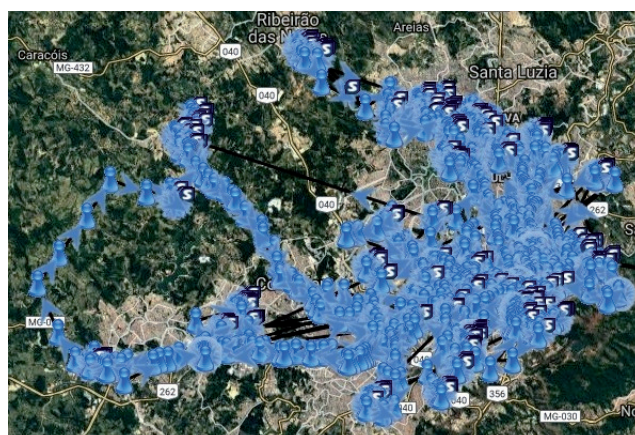
Fonte: Lactec, 2019.

Distribuição das entrevistas

O mapa abaixo mostra a região metropolitana de Belo Horizonte, na cor cinza, e a dispersão dos locais nos quais as entrevistas foram realizadas, representadas pelas letras “S”. Assim, a Figura mostra que grande parte da região foi coberta pela pesquisa e que o sistema registrou a posição pelo sistema GPS.

As entrevistas foram realizadas nas cidades de Belo Horizonte, Betim, Contagem e Ribeirão das Neves, que são as maiores cidades, em termos de população, entre as cidades que compõem a região metropolitana (Figura 16).

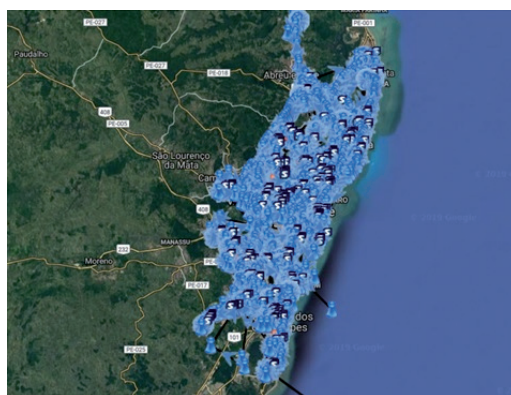
Figura 16 –Mapa de Cobertura da Pesquisa Piloto 3 em Belo Horizonte (MG)



Fonte: Lactec, 2019.

O mapa (Figura 17) mostra a região metropolitana de Recife. As entrevistas foram realizadas nas cidades de Recife, Jaboatão dos Guararapes e Olinda, que são as maiores cidades, em termos de população, entre as cidades que compõem a região metropolitana.

Figura 17 –Mapa de Cobertura da Pesquisa Piloto 3 em Recife (PE)



Fonte: Lactec, 2019.

Tempo de Entrevista

Considerando a mediana como sendo a duração da entrevista, como mostrado na Tabela abaixo, as entrevistas podem ser feitas em aproximadamente 43,5 minutos, diferindo pouco entre as entrevistas realizadas em Belo Horizonte e Recife na pesquisa piloto 3.

As entrevistas mais longas têm seu tempo alongado por causa de interrupções ou repetições nas questões.

Um ponto importante muito frisado para os entrevistadores realizarem a entrevista corretamente é a velocidade adequada de leitura. Mais rápido que o normal pode causar confusão e mais repetições; mais devagar pode fazer o entrevistado esquecer o início da questão ou torná-la entediante. Assim, verificou-se que os entrevistadores entenderam bem esse ponto de vista e realizaram as

entrevistas em uma velocidade adequada, conforme verificado nas gravações e no tempo registrado por pergunta, a Tabela 14 mostra os dados analisados.

Tabela 14 – Duração das Entrevistas por Pesquisa Piloto (em minutos)

Código do Entrevistador	Média	Mediana	Número de Observações	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Pilot 1 - Sao Paulo	48,5	47,2	400	6,7	36,9	84,3
Pilot 2 - Sao Paulo	44,0	43,0	403	6,1	32,9	80,8
Pilot 3 - Belo Horizonte	44,6	43,7	402	6,0	34,5	92,9
Pilot 3 - Recife	44,3	43,4	405	7,0	30,0	74,6
Total	45,3	44,2	1.610	6,7	30,0	92,9

Fonte: Lactec, 2019.

Deve-se notar que o tempo de realização da pesquisa piloto 1 foi de 47,2 minutos pela mediana, tendo reduzido para 43 minutos na pesquisa piloto 2, com equipe já treinada da piloto 1, e aumentado para ao redor de 43,5 minutos em Belo Horizonte e Recife na piloto 3.

A piloto 3, apesar de ser realizada em cidades diferentes e com equipes treinadas localmente, mantiveram o tempo de aplicação muito próximo da equipe que realizou as entrevistas na pesquisa piloto 2. A Tabela 15 abaixo apresenta o tempo médio de aplicação por entrevistador na pesquisa piloto 3.

Tabela 15 – Duração das Entrevistas por Entrevistador (em minutos) na Pesquisa Piloto 3

Equipe de Campo	Código do Entrevistador	Média	Mediana	Número de Observações	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Pesquisa em Belo Horizonte (Time de São Paulo)	1168	49,1	47,9	44	6,3	40,5	68,3
	1179	45,4	44,7	46	3,9	37,1	59,5
	1258	45,5	43,8	41	5,2	38,6	58,4
	1270	43,7	42,8	33	4,3	36,9	55,5
	1360	46,9	45,9	37	3,8	42,2	57,4
Pesquisa em Belo Horizonte (Time de Belo Horizonte)	3160	43,4	43,6	8	2,2	40,2	47,7
	3171	41,6	39,7	33	5,1	34,5	57,5
	3182	43,3	43,1	32	3,7	35,9	55,5
	3193	45,1	43,2	42	6,7	37,6	63,1
	3205	43,5	42,5	30	10,7	35,8	92,9
	3216	39,9	39,7	22	5,9	34,9	63,8
	3227	43	41,9	33	3,9	37,6	54,8
	3238	52,8	52,8	1	-	52,8	52,8

Equipe de Campo	Código do Entrevistador	Média	Mediana	Número de Observações	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Recife	6163	52	49,3	7	6	47,2	61,6
	6174	42,8	40,6	4	6,8	37,4	52,7
	6185	39,6	39,1	39	3,4	31,5	48,5
	6196	42,5	41	43	4,5	35,9	53
	6208	51,4	49,8	6	5,4	46,5	60,6
	6219	40	38,5	24	4,7	34,3	51,6
	6220	53,2	53,1	17	5	45,5	67,5
	6231	45,6	45,3	53	5,1	35,6	65,9
	6242	41	41,5	26	3,4	36,4	49,6
	6253	44,9	44,3	23	4,1	35,7	54,7
	6264	50,4	50,1	67	5,2	41,7	70,9
	6286	59,5	59,4	7	9,1	48,4	74,6
	6297	50,7	51,2	10	4,1	43,6	56,7
	6309	38,1	37,9	28	3,6	30	45,5
	6310	37,8	37,5	29	3	33,3	46,9
	6321	37,7	37,3	17	4,4	31,5	46,2
	6332	49	46,3	5	5,2	43,7	56,5
	Total	44,5	43,6	807	6,5	30	92,9

Fonte: Lactec, 2019.

As tabelas (Tabela 16 e Tabela 17) abaixo demonstram que o nível educacional e a classe social influenciam no tempo da entrevista. E ainda que entre as pesquisas piloto 2 e 3, essa relação de tempo não se alterou, assim o tempo da entrevista é:

- Menor quanto maior o nível educacional;
- Menor quanto mais alta for a classe socioeconômica.

Tabela 16 – Duração das Entrevistas por Nível Educacional (em minutos) nas Pesquisas Piloto 2 e 3

	Grau de Escolaridade	Média	Mediana	Número de Observações	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Piloto 2	Educação Infantil	45,4	44,4	105	5,5	36,3	63,8
	Ensino Fundamental	43,9	43,5	67	5,4	34,8	67,8
	Ensino Médio	43,7	42,4	150	6,2	35,1	80,8
	Ensino Superior	42,9	41,1	81	6,8	32,9	67,4
	Total	44,0	43,0	403	6,1	32,9	80,8
	Grau de Escolaridade	Média	Mediana	Número de Observações	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Piloto 3	Educação Infantil	47,0	46,0	269	7,7	31,5	92,9
	Ensino Fundamental	43,8	43,4	152	5,3	33,9	59,7
	Ensino Médio	43,0	42,2	278	5,6	30,0	60,6
	Ensino Superior	42,8	42,3	108	5,3	32,5	63,4
	Total	44,5	43,6	807	6,5	30,0	92,9

Fonte: Lactec, 2019.

Tabela 17 – Duração das Entrevistas por Classe Social (em minutos) nas Pesquisas Piloto 2 e 3

	Classe Social	Média	Mediana	N	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Piloto 2	A	41,8	40,5	30	6,4	34,3	60,2
	B	43,6	42,7	117	6,8	32,9	80,8
	C	44,3	43,6	183	5,6	34,8	67,8
	DE	44,9	43,7	73	5,8	35,7	63,8
	Total	44,0	43,0	403	6,1	32,9	80,8
	Classe Social	Média	Mediana	N	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Piloto 3	A	41,8	41,2	54	5,5	32,5	63,4
	B	43,0	42,3	157	5,4	31,6	61,6
	C	45,0	43,9	354	6,2	33,5	74,6
	DE	45,3	44,2	242	7,5	30,0	92,9
	Total	44,5	43,6	807	6,5	30,0	92,9

Fonte: Lactec, 2019.

Desempenho de Verificação

Após a conclusão da realização da Pesquisa Piloto 3, um terço das entrevistas foram verificadas, como mostra a Tabela 18.

Tabela 18 – Resultado da Verificação das Entrevistas Realizadas, Pesquisa Piloto 3

Equipe de Campo	Código do Entrevistador	% de verificação	Verificação			Aprovado sem verificação	Total
			No local	Por telefone	Por áudio gravado		
Pesquisa em Belo Horizonte (Time de São Paulo)	1168	32	2	7	5	30	44
	1179	30	2	7	5	32	46
	1258	32	3	5	5	28	41
	1270	39	0	8	5	20	33
	1360	35	0	8	5	24	37
Pesquisa em Belo Horizonte (Time de Belo Horizonte)	3160	75	3	0	3	2	8
	3171	24	3	0	5	25	33
	3182	28	4	0	5	23	32
	3193	17	2	0	5	35	42
	3205	27	3	0	5	22	30
	3216	32	2	0	5	15	22
	3227	27	4	0	5	24	33
	3238	100	0	0	1	0	1
Recife	6163	100	3	1	3	0	7
	6174	100	0	0	4	0	4
	6185	31	0	7	5	27	39
	6196	26	0	6	5	32	43
	6208	83	0	0	5	1	6
	6219	42	4	1	5	14	24
	6220	41	0	2	5	10	17
	6231	32	6	6	5	36	53
	6242	31	2	1	5	18	26
	6253	35	3	0	5	15	23
	6264	24	1	10	5	51	67
	6286	100	0	3	4	0	7
	6297	50	0	0	5	5	10
	6309	39	0	6	5	17	28
	6310	28	1	2	5	21	29
	6321	29	0	0	5	12	17
	6332	100	0	1	4	0	5
Total		33	48	81	139	539	807

Fonte: Lactec, 2019.

Pode-se observar que todos os entrevistadores seguiram corretamente o protocolo, mesmo os entrevistadores que foram dispensados. O envolvimento do entrevistador é ótimo porque gostam do questionário e das recomendações do protocolo.

Análise Comportamental da Pesquisa Piloto 3

No total, para a pesquisa piloto 3 foram realizadas 800 entrevistas em Recife (PE) e Belo Horizonte (MG). A análise do comportamento dos respondentes trouxe alguns entendimentos importantes para serem considerados na pesquisa final.

De modo geral, verificou-se que o questionário flui bem, a narrativa é bem compreendida e o entrevistado permanece engajado e interessado durante toda a leitura do questionário.

Entretanto, as entrevistas com pessoas idosas acima de 70 anos têm maior incidência de analfabetos e, por isso, não é esperado um número de entrevistas proporcional à população acima de 70 anos, sobretudo em Recife, onde o índice de analfabetismo é maior.

No caso da pergunta sobre o voto para aumento ou não do valor a ser destinado a ações que visam evitar novos desastres como esse, percebeu-se que a mesma transcorre sem nenhuma surpresa. Nenhum comportamento atípico é observado, pois as pessoas se posicionam e a entrevista prossegue, tanto para posicionamentos positivos quanto negativos.

Com relação as perguntas do quarto compartimento do questionário, que se destinam a verificar o engajamento do entrevistado na questão ambiental, a credibilidade que o mesmo dá aos resultados apresentados, e a confiabilidade na efetividade da tecnologia apresentada, estas transcorrem com a colocação de algumas dúvidas pontuais, logo sanadas pelo entrevistador com a releitura da questão, segundo o protocolo de procedimentos. Aparentemente a redução de tempo de aplicação do questionário deixou os entrevistados mais à vontade na parte final do questionário, não apresentando o mesmo cansaço que era possível identificar em alguns casos nas pesquisas pilotos anteriores.

Importante destacar que, nos momentos durante as entrevistas, nos quais os entrevistados realizam comentários sobre o tema abordado, o protocolo de campo que trata do comportamento do entrevistador, limita-o a ouvir e apenas falar “entendo”, sem que exista qualquer tipo de interferência deste sobre o respondente, de modo a NÃO introduzir qualquer tipo de viés comportamental causado pelo entrevistador.

Alterações no questionário para a pesquisa final

Após o término do levantamento de campo foi realizada uma reunião presencial com os entrevistadores que permaneceram até o final do trabalho, mais supervisores e verificadores, nas seguintes datas e locais:

- Dia 8/11/19: São Paulo, com a equipe que fez as entrevistas de metade da amostra de Belo Horizonte.
- Dia 11/11/19: Recife
- Dia 12/11/19: Belo Horizonte, com a equipe local que realizou a outra metade das entrevistas.

O objetivo da reunião foi ouvir as experiências de campo e obter insights para melhorar o questionário, procedimentos de campo e o protocolo de aplicação do questionário. Assim, diversos ajustes puderam ser feitos no questionário, a fim de aprimorar o instrumento e reduzir erros e incertezas.

Como resultado diversos ajustes e recomendações foram feitos, e que culminaram em definições necessárias, assim estão elencadas abaixo as decisões tomadas para a aplicação do questionário na pesquisa final:

- Questão sobre renda: a localização da pergunta sobre a renda do indivíduo foi mantida antes da pergunta sobre oferta do valor a ser pago (DAP). Pois os testes realizados nos grupos focais e pesquisas piloto, mostraram que a localização desta questão não interferiu significativamente na eficácia do instrumento. Além disso, a questão sobre o valor a ser pago para evitar tais desastres, é informado no questionário como proporcional à renda do respondente, o que permite minimizar atitudes de protesto e respostas negativas;
- Razões contra e a favor do pagamento: antes da questão sobre o valor a ser pago para evitar outros desastres, o entrevistador procura garantir ao entrevistado um ambiente onde possa realizar uma decisão econômica racional. Desse modo, de maneira sucinta, as motivações as quais o entrevistado precisa considerar para sua decisão, foram inseridas no questionário em uma única pergunta, a qual chama atenção para três aspectos importantes: restrição orçamentária, razões econômicas para votar contra e a favor. No decorrer das pesquisas piloto 2 e 3, a inserção desta questão unificada no questionário apresentou um bom resultado, e por isso será mantida para a pesquisa final.
- Questões de atitude (*debriefing*): tratam-se das questões perguntadas após o voto do valor ofertado, e visam capturar as percepções e motivações do respondente. As respostas obtidas permitem validar os resultados. O questionamento é feito obedecendo uma escala de cinco níveis cuja ordem pode influenciar as respostas, chamado viés de ordem das respostas. Porém, nas pesquisas piloto 2 e 3, não foi encontrado tal viés e, portanto, esse procedimento não será adotado na pesquisa final. Isto é, será adotado para a pesquisa final apenas uma ordem de apresentação da escala de resposta.
- Recusas e *Screening*: A pesquisa é realizada pessoalmente e no domicílio. Há inúmeras razões para que o domicílio contactado recuse a entrevista que varia desde a falta de tempo ao receio de se engajar com o entrevistador. A pesquisa é feita durante a semana e no fim de semana, porém, ainda assim, não se percebeu a diferença no quantitativo de recusas. Em alguns bairros onde as moradias são majoritariamente verticais, não se consegue a entrevista na porta do domicílio e ela acaba se dando por interceptação em locais públicos adjacentes. Esse tipo de interceptação não ultrapassa 15% das entrevistas e as análises separando esses dois tipos de entrevistas não apontou diferenças na probabilidade de aceitar ou não o pagamento. Outra análise realizada é quanto à validade do respondente. O respondente deve ser alguém da família que participe da decisão de gastos, que não seja analfabeto e que também não esteja envolvido direta ou indiretamente com o incidente. Perguntas que são feitas logo no início da pesquisa permitem verificar se o respondente disponível se enquadra, quando não, a entrevista é recusada cordialmente pelo entrevistador.
- Protesto: há a expectativa de que as respostas ao valor a ser pago contenham um alto nível de protesto diante da conjuntura política atual e o alto nível de descrédito da gestão governamental. A identificação do voto de protesto se dá pela resposta a uma questão na qual o respondente justifica porque votou contra. Muitos testes e adaptações foram feitos ao longo das etapas de grupos focais e pesquisas piloto, a fim de mitigar tais posicionamentos. Chegou-se à conclusão que os votos contra estão correlacionados com as respostas que indicam;

desconfiança do governo, das empresas mineradoras e da proposta de mudança apresentada. Assim, a auto identificação de protesto é estatisticamente verdadeira e o questionário está capturando o verdadeiro voto de protesto. Chegou-se à conclusão que todos os procedimentos para mitigar protesto foram realizados e que o desenho atual dos mecanismos já adotados será mantido para a pesquisa final.

- **Diferença amostral:** algumas camadas sociais são mais difíceis de serem contatadas, como a classe mais pobre que reside em áreas de risco sob o comando de traficantes e milicianos e classes mais altas que se concentram mais em prédios com alto nível de segurança. Em ambos, a realização de entrevistas alcançou 70% do estimado. Dessa forma, na agregação dos valores serão usados os pesos amostrais estimados e não os da coleta.
- **Teste de Validade:** em todos os pilotos, o efeito preço, isto é, a relação entre o valor ofertado e a aceitação do valor, foi, como esperado, significativo e negativo e o efeito renda também foi verificado, como esperado, significativo e positivo. E ainda, a preocupação com o meio ambiente e a confiança no cenário de danos, na solução de prevenção de acidentes e na gestão dos recursos explicam aceitação do valor e, ao contrário, falta de confiança, explica o protesto, conforme o esperado. Por outro lado, a percepção do grau de seriedade dos danos observados no incidente de Mariana, não tem poder de explicação da disposição a pagar na medida que a maioria o considera a gravidade alta e muito alta. Além disso, não foram identificados vieses promovidos pelo entrevistador. Em suma, os testes de validade indicaram que o questionário mitigou os principais vieses estimativos que prejudicariam a mensuração da verdadeira disposição pagar (DAP).
- **Escala dos valores de pagamento:** a pesquisa oferece a cada respondente um valor aleatório dentro de uma escala de valores pré-determinada. O desenho dessa escala está de alguma forma relacionada com o método de estimação da disposição média. Se for paramétrica se assume uma distribuição de probabilidade da aceitação da DAP que é ajustada à proporção da amostra de indivíduos que respondem sim a este valor. No caso da não-paramétrica a estimação é igual à proporção da amostra de indivíduos que respondem sim a este valor e, portanto, um valor mais conservador do que a paramétrica. Logo a escala da estimação não paramétrica é mais sensível à monotonicidade da aceitação dos valores que por sua vez é mais fácil de obter com um menor número de valores dentro da escala. O critério a ser adotado no desenho da escala será o de minimizar os resultados entre as estimativas paramétricas e não-paramétrica. Assim, ao longo das pesquisas pilotos, a escala de valores foi sendo alterada e ajustada, a fim de minimizar tal diferença. Por fim, para a pesquisa final, a escala adotada considerará apenas cinco valores.

Todas essas alterações foram inseridas na etapa de execução da pesquisa final, sendo que a mesma, está atualmente em andamento, ou seja, sendo executada em campo pela equipe técnica responsável.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil - Informe 2015. Encarte Especial sobre a Bacia do Rio Doce - Rompimento da barragem em Mariana/MG.** Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos – SPR. Brasília, 2016. 49 pg.
- ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. N.; PICCININI, C.; SANCHES, A. L. **BIODIVERSIDADE: A importância da Preservação Ambiental para Manutenção da Riqueza e Equilíbrio dos Ecossistemas.** Coleção Agrinho. 443. Curitiba. 2014. Disponível em: < file:///E:/Valoração%20Econômica%20-%20RIO%20DOCE/Bibliografia/28_Biodiversidade. Pdf>. Acesso em dezembro, 2019.
- ARROW, K. J.; R. SOLOW; P. Portney; E. LEAMER; R. RADNER e H. SCHUMAN. **Report of the NOAA on contingent valuation**, Federal Register, 58(10), pp. 4601-4614. 1993.
- BATEMAN, I.J.; R. CARSON; B. Day; W.M. HANEMANN; N. HANLEY; T. HETT; M. JONES-LEE; G. LOOMES; S. MOURATO; E. ÖZDEMIROOLU; D.W. PEARCE; R. SUGDEN e J. SWANSON. **Economic Valuation with Stated Preference Techniques: a manual.** Edward Elgar Publishing, Cheltenham, 2002.
- BENNETT, J.; M. Morrison and R. Blamey. **Testing the Validity of Responses to Contingent Valuation Questioning.** The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 42:2, pp.131-148. 1998.
- MELO, A.S. **O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade?** Revista Eletrônica BIOTA NEOTROP. vol. 8, no. 3, Jul./Set. 2008. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v8n3/en/abstract?point-of-view+bn0010803200> 8>. Acesso em novembro de 2019.
- BOLFARINE, H.; BUSSAB, W.O. **Elementos de amostragem. Versão preliminar.** São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo,
- CAMERON, T. A., and HUPPERT, D. D., **OLS versus ML estimation of non-market resource values with payment card interval data.** Journal of Environmental Economics and Management, 17(3):230-246. 1989.
- CAMPOS, J. B.; PREVE, D. R.; ISMAEL, F.S. **Patrimônio Cultural, Direito e Meio Ambiente: Um debate sobre a globalização, cidadania e sustentabilidade.** Vol 1. Curitiba: Editora Multideia, 2015.
- COCHRAN, W.G. **Sampling techniques.** 3. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1977.
- CUCHE, D. A. **Noção de Cultura nas Ciências Sociais.** Bauru: EDUSC, 1999.
- DESVOUSGES, W.H.; F.R. JOHNSON; R.W. DUNFORD; K.J. BOYLE; S.P. HUDSON and K.N. WILSON. **Measuring Nonuse Damages Using Contingent Valuation: an experimental evaluation of accuracy.** 2nd ed. RTI Press Publication No. BK-0001-1009. Research Triangle Park, NC: RTI International. 2010.
- DIAMOND, P e J.A. HAUSMAN. **Contingent Valuation: is some number better than no number? The Journal of Economic Perspectives**, 8(4) pp. 45-64. 1994.
- DIAS, M. S., MAGNUSSON, W. E. & ZUANON, J. 2010. **Effects of Reduced-Impact Logging on Fish Assemblages in Central Amazonia.** Conservation Biology 24(1): 278-286. 2010.
- FREEMAN, A.M. **The Measurement of Environmental and Resource Values: theory and methods.** Second edition. Washington: Resources for the Future, 2003.
- GASKEL, G.; BAUER, M. W. (Org.). **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático.** Petrópolis: Vozes, 2002.
- GREENE, W. H. **Econometric Analysis.** 7 Ed., Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. 2011.
- GURMU, S., and TRIVEDI, P. K. Excess Zeros in Count Models for Recreational Trips. Journal of Business & Economic Statistics, 14(4):469-477. 1996.
- HAAB, T.C. and K.E. MCCONNELL, **Valuing Environmental and Natural Resources: the econometrics of non-market valuation.** Cheltenham: Edward Elgar. 2002.
- HECKMAN, J.J. **Sample selection bias as a specification error.** Econometrica 47: 153–161, 1979.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Banco de Tabelas Estatísticas. **Censo Demográfico**, 2010.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Banco de Tabelas Estatísticas. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD**, 2015.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Banco de Tabelas Estatísticas. **Estimativas de População (Estimapop)**, 2018.
- IPEA, **Estimação da taxa social de desconto para investimentos em infraestrutura no Brasil**, Texto para discussão, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Ministério da Economia, Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade, agosto de 2019.
- KALTON, G. **Introduction to survey sampling**. 4. ed. Beverly Hills: Sage Publications, Inc., 1983.
- KISH, L. **Survey sampling**. 3. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1965
- KITZINGER, J. **Focus groups with users and providers of health care**. In: POPE, C.; MAYS, N. (Org.). **Qualitative research in health care**. 2. ed. London: BMJ Books, 2000
- KOHLER, K. E. e DODGE, R.E Visual_HEA: **Habitat Equivalency Analysis software to calculate compensatory restoration following natural resource injury** *Proceedings of 10th International Coral Reef Symposium*, 1611-1616 (2006)
- KRINSKY, I., and ROBB, A. L. **On approximating the statistical properties of elasticities**. *The Review of Economics and Statistics*, 68(4):715-719. 1986.
- KRINSKY, I., and ROBB, A. L. **Three methods for calculating the statistical properties of elasticities: A Comparison** *Empirical Economics*, 16(2):199-209. 1991.
- KRISTRÖM, B. **Spike Models in Contingent Valuation**. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(3):1013-1023. 1997.
- LONGO, C. A. **Economia do Setor Público**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- MCFADDEN, D. **Contingent Valuation and Social Choice**. *American Journal of Agricultural Economics*, 76 (Novembro): 689-708, 1994.
- MENDONÇA, F. P., W. E. MAGNUSSON & J. ZUANON. 2005. **Relationships between habitat characteristics and fish assemblages in small streams of Central Amazonia**. *Copeia*, (4): 750–763. 2005.
- MENDONÇA, L. B.; LOPES, E. V.; ANJOS, L. **On the possible extinction of Bird species in the Upper Paraná River floodplain**. *Brazil. Braz. J. Biol.*, São Carlos, v. 69, n. 2, June 2009.
- MERTON, R. K.; FISKE, M.; KENDALL, P. L. **The focused interview: a manual of problems and procedures**. New York: Free Press, 1990.
- MITCHELL, R.C. & CARSON, R.T. **Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method**. Washington, D.C., Resources for the Future, 1989.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and human well-being: a framework for assessment**. Washington, DC. 245 p. Island Press, 2005.
- MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 7. ed. São Paulo: Hucitec, 2000.
- MORGAN, D. L. **Focus group as qualitative research**. London: Sage, 1997.
- MURADIAN, R.; CORBERA, E.; PASCUAL U.; KOSOY N.; MAY, P. H. **Reconciling theory and practice: an alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services**. *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 69, n. 6, p. 1202-1208, 2010.
- NOAA Habitat Equivalency Analysis: **An Overview**. *Policy and Technical Paper Series*, No. 95-1. Available: <http://www.darrp.noaa.gov/library/pdf/heaoverv.pdf>, 2000.
- PACE, M.L.; COLE, J.J.; CARPENTER, S.R. & KITCHELL, J.F. **Trophic cascades revealed in diverse ecosystems**. *Trends EcolEvol*, v. 14, n. 12, p. 483 – 488, 1999.

- PARMAR, T.K.; RAWTANI, D. & AGRAWAL, Y.K. Bioindicators: the natural indicator of environmental pollution. **Frontiers in Life Science**, v. 9, n. 2, p.110-118, 2016.
- PARRON, L. M., et. al. **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. EMBRAPA, Brasília DF, 2015.
- PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods**. 2. ed. Thousand Oaks: Sage; 1990.
- PEET, R.K. 1974. **The measurement of species diversity**. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5:285-307.
- REMEDE, Resource Equivalency Methods for Assessing Environmental Damage in the EU, Sixth Framework Programme, Deliverable No. 6A: Review Report on Resource, Equivalence Methods and Applications, Stratus Consulting Inc., 2007.
- SCEMAMA P. e HAROLD, L. **Using habitat equivalency analysis to assess the cost effectiveness of restoration outcomes in four institutional contexts**. Environmental Management 57(1):109-122 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s00267-015-0598-6>
- TRAD, L. A. B. **Grupos focais: conceitos, procedimentos e reflexões baseadas em experiências com o uso da técnica em pesquisas de saúde**. Physis Revista de Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 19, n. 3, p. 777-796, 2009.
- UNITED STATES ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY(EPA). **Final Ecosystem Goods and Services Classification System (FEGS-CS)**. Corvallis, Oregon. August, 2013.
- VEIGA, L.; GONDIM, S. M. G. **A utilização de métodos qualitativos na Ciência Política e no Marketing Político**. Opin. Publica, Campinas, v. 7, n. 1, p. 1-15, 2001.

Anexo de Esclarecimentos

Esclarecimentos acerca do Relatório Parcial de Valoração Econômica de Danos Socioambientais entregue em janeiro de 2020, conforme solicitado pelas empresas, Samarco Mineração S/A, Vale S/A e BHP Billiton Brasil Ltda., realizados no dia , dia 01 de junho de 2020

Bioacumulação: No item 2.2.3.2 (página 36) que trata da Contextualização dos Danos Ambientais Causados à Ictiofauna e Definições Iniciais da Métrica, estão listados os danos ocorridos à ictiofauna, dentre eles “aumento na bioacumulação”. A fim de facilitar a compreensão, ressaltamos que os danos apresentados ainda estão em fase de análise, logo o que foi exposto neste item não é uma afirmação, mas sim uma possibilidade a ser ainda comprovada pelas análises.

A escolha do valor considerando os dois métodos aplicados: Na página 12 está escrito: “Cabe destacar que os valores obtidos pelos métodos a serem adotados não serão somados ao final do trabalho, pelo contrário, será assumido como valoração econômica dos danos os resultados daquele método que apresentar o maior valor monetário”. Parágrafo passa a ter a seguinte redação: “Cabe destacar que os valores obtidos pelos métodos a serem adotados não serão somados ao final do trabalho”. Retiramos a segunda parte do parágrafo pois serão apresentados os dois valores para apreciação.

Compensações e recuperação em curso ou já realizadas: Na página 15 está escrito: “Essas ações externas devem considerar as ações já em curso, e que estarão em curso até o fim da avaliação, pela Renova e outros órgãos atuantes após o desastre, sejam públicos ou privados”. Desse modo, reforçamos que sim, serão considerados nos cálculos as compensações e recuperações em curso ou já realizadas pela empresa, quando estas forem as mesmas ações de recuperação/compensação selecionadas pela equipe técnica.

Linha base: A Linha de Base é definida no relatório (página 14) como: “A linha base representa a condição que o recurso ou serviço ambiental se encontrava antes do desastre do rompimento da barragem de Fundão em Mariana (MG)”. Desse modo, ressaltamos que a linha base de referência para todos os danos valorados reflete, dentro do possível, a realidade existente antes do desastre, e não uma realidade ideal inexistente.

Apresentação dos motivos para a escolha dos dois métodos de valoração, método de equivalência e método contingente: Em junho de 2018 foi entregue o Relatório Metodológico de Valoração Econômica de Danos Ambientais, no qual é discutido e discutido os métodos de valoração econômica, antes mesmo da definição dos métodos a serem aplicados. Por isso não foi apresentado novamente esse processo de decisão metodológica tendo em vista que o referido relatório já o fez. Outro ponto é que na renovação do contrato, no plano de trabalho foi exposta decisão de aplicar a valoração contingente. Por último, no relatório entregue em janeiro de 2020, Relatório Parcial de Valoração Econômica de Danos Socioambientais, é defendido tecnicamente o método de valoração contingente apresentando todas as informações sobre a aplicação do método, bem como os procedimentos estabelecidos internacionalmente para aplicação da metodologia e defendido por vários economistas, e também destacamos o uso em âmbito internacional em casos de desastres.

Danos irreversíveis: O Instituto Lactec ainda está trabalhando na definição dos danos, desse modo danos possivelmente irreversíveis estão ainda em análise. A menção a este tipo de dano no relatório é pela perspectiva da possibilidade da sua existência.

Análise de custo-benefício das opções de ação de recuperação: Sim, diante da opção de várias ações de recuperação a serem implementadas, a equipe técnica avalia por meio de critérios técnicos e econômicos

qual das ações apresentam melhor custo benefício. No entanto, ressaltamos que o aspecto técnico tem maior peso que o financeiro, conforme evidenciado na página 15: “A análise das ações de recuperação externa deve ser estritamente técnica sem qualquer preocupação com custos, e considerar todas aquelas ações tecnicamente viáveis que contribuam para a recuperação, inclusive no que diz respeito à valoração. Ou seja, todos os grupos de ações necessárias para realizar a recuperação de um habitat precisam ser consideradas e contabilizados os seus custos, para que sejam utilizados no método de valoração”. Isso porque, a reparação do meio ambiente é mais importante do que a necessidade de realizar alguma economia de recursos, mas levamos em consideração os benefícios ambientais obtidos em relação aos gastos dispendidos.

Relação entre a Metodologia de Equivalência de Habitat ou Recurso com a metodologia *Natural Resource Damage Assessment (NRDA)*: O MEH/MER é alinhado com o NRDA e foi buscado seguir as recomendações e melhores práticas dentro dessa metodologia.

Danos decorrentes das ações da RENOVA: A metodologia considera que danos decorrentes das ações emergenciais também devem ser considerados no cálculo. Por isso, conforme está exposto na página 15: “Efeitos negativos dessas ações devem ser considerados por meio de ações externas adicionais para sua correção e/ou ajustados na equivalência”. Desse modo, no habitat da flora (página 28), a vegetação suprimida para construção de outras infraestruturas deverá sim ser levada em consideração, e ser calculada por meio da aplicação do método. No entanto, voltamos a ressaltar que ações de compensação e recuperação em curso ou já realizadas, também serão computadas, descontando da quantidade de reposição total calculada.

Como o desastre de Brumadinho pode ter influenciado o Método da Valoração Contingente: A equipe técnica tem essa compreensão e essa questão foi levada em consideração, em todas as etapas, principalmente na etapa de testes da aplicação do método, para já verificar essa influência e aplicar formas de evitá-la já nesse momento, a fim de construir uma ferramenta sem essa influência para a pesquisa final. Isso pode ser observado nas páginas 70 até 86 do relatório.