

**AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS E VALORAÇÃO DOS DANOS SOCIOECONÔMICOS
CAUSADOS PARA AS COMUNIDADES ATINGIDAS PELO ROMPIMENTO DA
BARRAGEM DE FUNDÃO**

NOTA TÉCNICA

**Rompimento da Barragem de Fundão: Simulações de Cenários
Futuros da Perda Acumulada de Arrecadação Pública para os
Estados de Minas Gerais e Espírito Santo**

Outubro – 2021

EQUIPE TÉCNICA

André Portela Fernandes de Souza

Guillermo Roberto Tomás Málaga Butrón

Heron Marcos Teixeira Rios

Lucas Gerez Foratto

Reynaldo Fernandes

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — Proporção do impacto entre MG e ES na perda de PIB total	16
Gráfico 2 — Perda anual de arrecadação total gerada em MG e ES — Estimado e Cenário de Referência (R\$ bilhões de 2020)	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Tabela síntese das alíquotas efetivas utilizadas – média 2011-14	15
Tabela 2 — Perda na arrecadação pública gerada em MG e ES (R\$ bilhões de 2020) — Cenários.....	19
Tabela 3 — Perda na arrecadação pública destinada aos estados e municípios de MG e ES (R\$ bilhões de 2020) — Cenários.....	25
Tabela 4 — Impacto na arrecadação pública distribuída por entes federativos e União (R\$ bilhões de 2020) — Cenário de Referência.....	25

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	5
1 INTRODUÇÃO	11
2 SIMULAÇÕES DE PERDA DE ARRECADAÇÃO E DE RECEBIMENTO DE REPASSES EM MG E ES.....	14
2.1 Alíquotas Efetivas utilizadas no cômputo do impacto sobre arrecadação pública.....	14
2.2 Perda de arrecadação dos tributos gerados em MG e ES	16
2.3 Perda de arrecadação destinada a MG, ES e demais entes federativos	22
3 CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	28
APÊNDICE A.....	29
APÊNDICE B	30
APÊNDICE C.....	31

SUMÁRIO EXECUTIVO

Esta Nota Técnica apresenta simulações de perdas de arrecadação pública dos entes federativos devido ao rompimento da Barragem de Fundão em Minas Gerais. Para tanto, parte-se de Nota Técnica anterior, “Rompimento da Barragem de Fundão: Simulações de Cenários Futuros da Perda Acumulada do PIB para os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo “ (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021) na qual se mensura o impacto do desastre no PIB conjunto de ambos os estados sob diversos cenários alternativos. A partir desses resultados, o presente trabalho estende a análise anterior por meio do cômputo do consequente efeito sobre a arrecadação pública em todos os níveis de governo.

A mensuração dos impactos sobre a arrecadação pública de tributos é feita mediante alíquotas efetivas do período exatamente anterior ao rompimento, entre 2011 e 2014, obtidas a partir dos dados de receitas de tributos arrecadados em MG e ES e de dados do PIB estadual. A exceção é o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) estadual, para o qual se aplica uma metodologia de Controle Sintético com intuito de obter as alíquotas que vigorariam na ausência do desastre (aqui, referidas como alíquotas contrafactuais). O objetivo dessa metodologia é mitigar potenciais variações de alíquotas implementadas pelos governos estaduais em resposta ao rompimento que confundiriam o efeito específico dele.

De posse das alíquotas efetivas computadas e estimadas para cada imposto gerado nesses estados, procedeu-se à mensuração do impacto sobre a arrecadação de duas perspectivas de recolhimento de tributos. A primeira parte dos resultados, analisa o efeito do rompimento sobre a arrecadação pública total que foi gerada nos estados e municípios de MG e ES, incluindo os tributos federais, estaduais e municipais independentemente de suas destinações. Esse cálculo considera os diversos cenários alternativos de trajetórias futuras do PIB.

Em seguida, na segunda parte, analisa-se o efeito do rompimento sobre a arrecadação pública total que foi efetivamente destinada aos estados e municípios de MG e ES. Neste caso, o cálculo leva em consideração as transferências intergovernamentais dos tributos de competência federal e estadual, bem como as respectivas retenções para o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb) dos diversos níveis de governo. Os resultados desta parte apresentam um detalhamento maior do impacto total, desagregando-o por ente nacional e considerando as perdas acumuladas do Fundeb, sob os diferentes cenários considerados.

Nesta segunda parte da Nota Técnica sobre os efeitos do rompimento sobre a arrecadação pública, utilizam-se as perdas de PIB estaduais calculadas por meio do modelo de equilíbrio geral, sob diferentes cenários, para obter os respectivos impactos futuros (a partir de 2019). As perdas de PIB simuladas foram obtidas na segunda parte de Nota Técnica anterior (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021).

As perdas mensuradas de arrecadação pública são apresentadas sob os seguintes cenários alternativos também utilizados para a estimação do impacto sobre o PIB conjunto de MG e ES em Nota Técnica anterior:

- a) A empresa Samarco em operação (Aberta) ou temporariamente inoperante (em Retomada);
- b) As trajetórias futuras de recuperação dos parâmetros exógenos do modelo (ao seu valor na ausência do rompimento) em formato logístico ou exponencial, de modo a captar diferentes ritmos de recuperação;
- c) Os dois horizontes temporais de recuperação: até 2031 ou 2034;
- d) Três possíveis taxas de desconto (0%, 3% e 5% a.a.).

Do conjunto de resultados do impacto sobre o PIB total de MG e ES, esta Nota Técnica utiliza apenas aqueles que consideram a série de PIB total ajustada pela variação do preço do minério de ferro. O ajuste é realizado com o objetivo de mitigar os efeitos simultâneos de variação do preço do minério de ferro que podem também confundir a estimação dos impactos atribuídos especificamente ao rompimento. Propõem-se cenários para a valoração da perda total de arrecadação pública para dois horizontes temporais: i) de 2019 a 2031, o que corresponde a 15 anos após 2016 conforme estipulado no Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC) – entretanto, as simulações desta segunda parte contemplam somente o período a partir de 2019; e ii) de 2019 a 2034, o que incluiria um acréscimo de três anos haja visto o atraso dos projetos de reparação, repactuação e fomento da economia da Fundação Renova.

Entre os diversos cenários, considera-se o “Cenário de Referência” aquele que combina a empresa Samarco em operação (Samarco Aberta) com as trajetórias de recuperação das variáveis em formato logístico e a taxa de desconto de 3%. Essa especificação tem a qualidade de combinar condições que nos permitem focar nos efeitos do rompimento sobre o PIB, potencialmente mitigando o efeito de outros fatores atuantes concomitantemente.

Com base na discussão anterior de cenários e de recolhimento da arrecadação, a Tabela 1 a seguir apresenta o principal resultado da presente nota. A tabela mostra o impacto sobre a arrecadação total “destinada” a MG e ES por ente estadual, sobre

demais entes nacionais e sobre o Fundeb, no Cenário de Referência. A primeira coluna apresenta as perdas no primeiro horizonte, 2019-2031, enquanto a segunda coluna mostra as perdas referentes ao segundo horizonte, 2019-2034. Os valores são apresentados em Reais de 2020. Como é possível observar, a perda de arrecadação pública destinada ao estado e municípios de MG (inclui os repasses federais e estaduais) está entre uma perda de R\$ 16,1 bilhões (2019-2031) e R\$ 18,9 bilhões (2019-2034). As perdas estimadas de arrecadação destinada ao estado e municípios do ES são de R\$ 10,8 bilhões (2019-2031) e R\$ 12,7 bilhões (2019-2034), totalizando um impacto para ambos os estados e municípios entre R\$ 27,0 bilhões (2019-2031) e R\$ 31,6 bilhões (2019-2034).

Dada a importância e o foco recente de discussão em torno do Fundeb – inclusive com o lançamento do “Novo Fundeb” a partir da Emenda Constitucional nº 108/2020 –, a penúltima linha da tabela apresenta a perda de arrecadação que seria retida para o fundo. O valor mensurado é de cerca de R\$ 7,7 bilhões no horizonte 2019-2031 e de cerca de R\$ 9,0 bilhões no horizonte 2019-2034. O montante representa, aproximadamente, 11,1% do impacto total em ambos os períodos.

No total, os resultados da simulação, mostram uma perda de arrecadação pública para todos os entes nacionais, sob o Cenário de Referência, entre R\$ 69,7 bilhões (2019-2031) e R\$ 81,6 bilhões (2019-2034).

Tabela 1 — Impacto na arrecadação pública distribuída por entes federativos e União (R\$ bilhões de 2020) — Cenário de Referência

Entes Nacionais	PIB com ajuste — Samarco Aberta — Logística (3% a.a.)	
	2019-2031	2019-2034
<i>Arrecadação MG</i>	-16,1	-18,9
Estado	-10,8	-12,6
Municípios	-5,3	-6,2
<i>Arrecadação ES</i>	-10,8	-12,7
Estado	-7,2	-8,4
Municípios	-3,6	-4,2
União	-28,4	-33,2
Demais estados	-3,5	-4,1
Demais municípios	-3,1	-3,6
Fundeb	-7,7	-9,0
Total	-69,7	-81,6

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” é definido como Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios, obtidos do Sistema de Contas Nacionais (SCN), subtraídos os seguintes impostos: COFINS, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS.

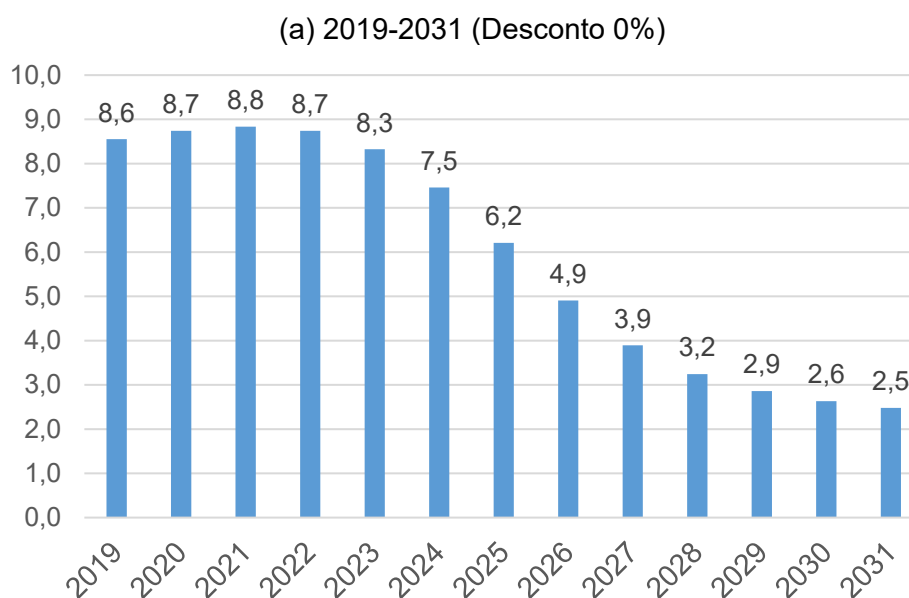
É importante destacar que a maior parte do impacto sobre a arrecadação distribuída a MG e ES se deve ao impacto sobre a arrecadação estadual *vis-à-vis* a arrecadação municipal. Entretanto, cerca de 40,8% da perda distribuída é absorvida pela União na média dos dois horizontes considerados.

O Gráfico 1 a seguir apresenta os resultados anuais de perda da arrecadação total gerada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo para o período simulado, sob o Cenário de Referência, entre 2019 e 2031, gráficos (a) e (b), e entre 2019 e 2034, gráficos (c) e (d).

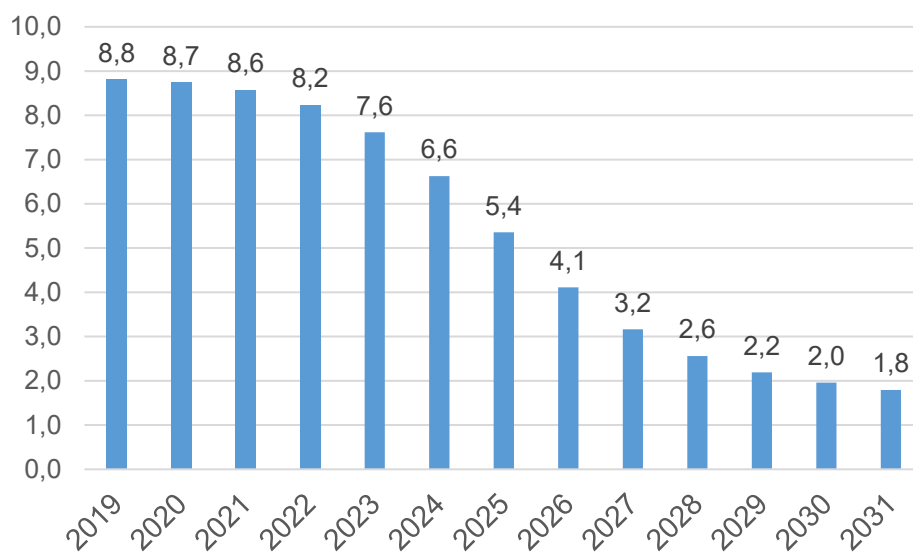
Como é possível observar, a perda de arrecadação conjunta gerada em MG e ES no primeiro horizonte simulado exibe uma trajetória suave com perdas maiores nos primeiros anos e menores nos anos finais — uma implicação direta da trajetória logística de recuperação do PIB total —, atingindo um impacto máximo de R\$ 8,8 bilhões e mínimo de R\$ 2,5 bilhões, sob desconto de 0% a.a.

Cabe ressaltar que a perda em 2019 é maior ao levar em consideração a taxa de desconto de 3% relativamente ao cenário de taxa de desconto de 0%, enquanto as perdas nos períodos mais longos diminuem em magnitude, uma vez que os valores são apresentados a valor presente de 2020. Embora seja uma consequência direta do desconto, essa diferença ressalta a importante questão de que as perdas econômicas podem ser maiores (ou menores) que o simples cômputo das perdas contábeis quando se leva em consideração os custos de alocação de recursos ao longo do tempo.

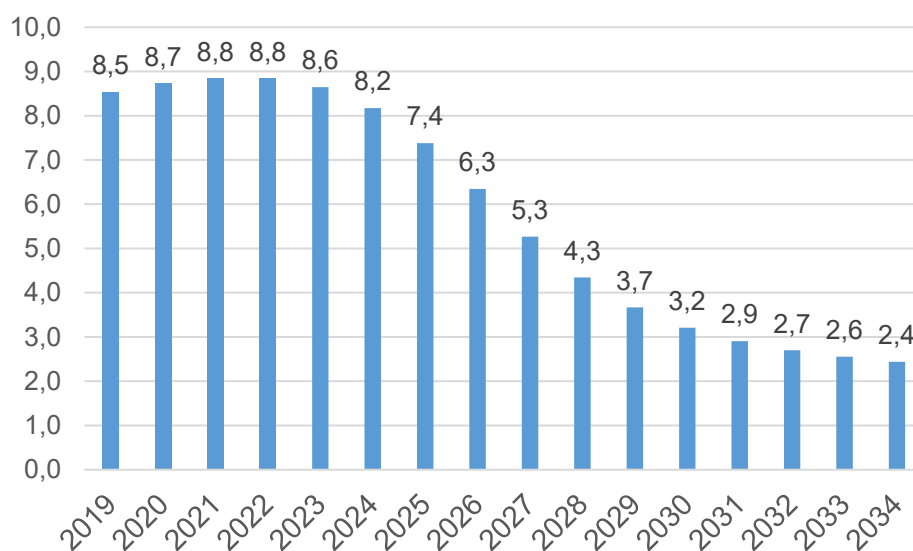
Gráfico 1 — Perda anual de arrecadação total gerada em MG e ES — Estimado e Cenário de Referência (R\$ bilhões de 2020)



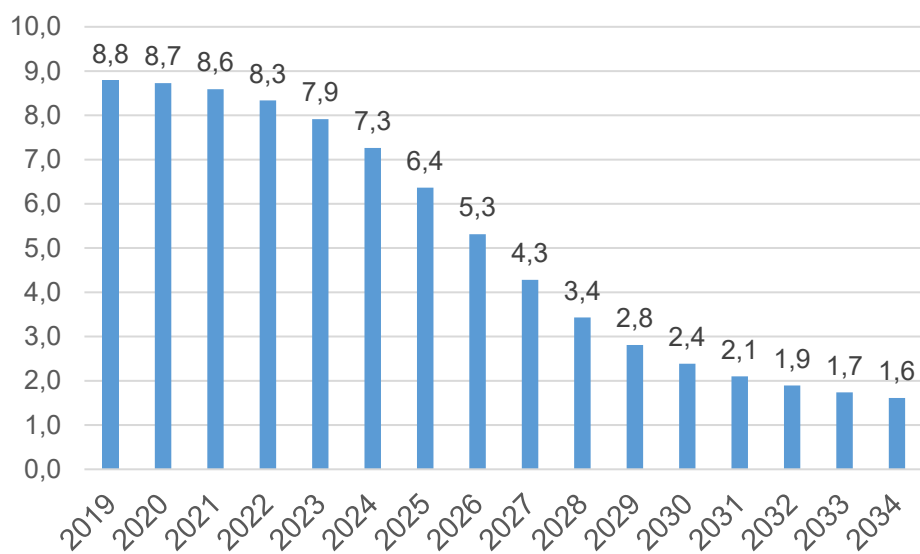
(b) 2019-2031 (Desconto 3%)



(c) 2019-2034 (Desconto 0%)



(d) 2019-2034 (Desconto 3%)



Fonte: Elaboração própria (2021).

1 INTRODUÇÃO

A arrecadação das três esferas de governo — federal, estadual e municipal — constitui a principal fonte de receitas das entidades governamentais utilizadas na promoção de bens públicos, tais como os serviços em saúde, educação, assistência social, segurança pública, espaços públicos, infraestrutura, assim como na implementação e execução de políticas públicas que impactam diretamente a população.

Na literatura econômica considera-se bens públicos os bens não excludentes e não rivais. A característica de excludibilidade de um determinado bem está associada ao fato do mesmo possuir um preço não nulo; portanto, se um indivíduo não possui o recurso para despendê-lo no produto, ele está excluído do seu usufruto. A rivalidade, por sua vez, ocorre quando o uso por determinado indivíduo inviabiliza a utilização de outrem.

A ocorrência de desastres, sejam eles naturais ou tecnológicos, pode impactar a promoção de bens públicos por diferentes canais. Um primeiro exemplo, é o dano direto aos bens públicos por conta do desastre, como no terremoto em 1999 na Turquia (SELCUK e YELDAN, 2001) ou no terremoto de Kobe no Japão em 1995 (HORWICH, 2000). Ou ainda, o que é o foco desta Nota Técnica, o impacto do derramamento de rejeitos sobre o Rio Doce que é considerado um bem público.

Um outro canal relevante é a perda de renda e produção agregada da economia que leva à perda na arrecadação dos impostos relacionados com a renda e o consumo. Essa queda nos recursos impacta diretamente na oferta de bens públicos, como: transferências, gastos em saúde, educação, segurança pública, assim como investimentos em obras públicas (HOCHRAINER, 2007; HORWICH, 2000).

A Nota Técnica anterior, que avaliou os impactos do rompimento sobre o PIB conjunto de MG e ES, levou em consideração tanto os impactos diretos de destruição de parte do estoque de capital e terra dos respectivos estados quanto os impactos indiretos de perda de renda e consumo da economia (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021). A presente Nota Técnica foca nos impactos sobre a arrecadação advindos dos efeitos indiretos. Em outras palavras, concentra-se aqui na análise dos efeitos arrecadatórios provenientes dos fluxos de renda e consumo, sem levar em consideração os potenciais efeitos sobre o patrimônio. Isso se deve pela dificuldade em mensurar os impactos arrecadatórios do rompimento sobre o valor de terras e propriedades, além das alterações nos respectivos valores venais dos imóveis para efeito da incidência do tributo.

Nesse sentido, foram utilizados os seguintes tributos federais: Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS), o Imposto de Renda Total (IR) — incluindo o Imposto de Renda de Pessoa Física (IRPF), o Imposto de Renda de Pessoa Jurídica (IRPJ) e o Imposto de Renda Retido na Fonte —, a Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL), o Programa de Integração Social (PIS), o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor (Pasep) e o Impostos sobre Produtos Industrializados (IPI). Além desses, utilizaram-se na análise o tributo estadual, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e os impostos municipais, Imposto Sobre Serviços (ISS) e a Compensação Financeira pela Exploração de recursos Minerais (CFEM) — imposto específico para atividade extrativa mineral.

Os impostos sobre o patrimônio como o Imposto sobre Propriedade de Veículos Automotores (IPVA), o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) e o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) não foram incluídos nesta análise pelas razões levantadas anteriormente. Contudo, os impostos considerados constituem a maior parte das receitas públicas dos estados e municípios. Dessa forma, os valores obtidos dos impactos sobre a arrecadação pública podem ser entendidos como um limite inferior para o verdadeiro impacto total.

Como mencionado anteriormente, o impacto sobre a arrecadação foi mensurado a partir da alíquota efetiva média do período exatamente anterior ao rompimento, 2011 a 2014, para todos os tributos exceto o imposto estadual ICMS, comentado mais à frente. Em termos de alíquotas totais, os valores representam 19,7% e 16,8% para os estados do ES e MG, respectivamente.

A utilização da média do período exatamente anterior busca obter uma alíquota que não incorpore variações decorrentes do impacto direto e indireto do rompimento, como também variações devidas a outros choques. A principal preocupação em relação à utilização da alíquota efetiva do período 2015-2018 seria o fato de que as receitas tributárias podem ter sofrido quedas em função da perda de renda ou mudança no consumo (devido a alterações de preços nas cadeias produtivas), o que geraria uma alteração na composição da base tributária. Assim, as alíquotas obtidas nesse período podem não refletir as verdadeiras alíquotas, o que geraria viés no cômputo dos impactos.

Outra questão importante nesse período é o impacto potencial sobre a alíquota efetiva estimada que se seguiu à recessão dos anos 2014-2016. Neste caso, perdas de arrecadação pública também podem estar sujeitas a variações da composição da base tributária, a depender das características setoriais e regionais dos efeitos da recessão.

Desse modo, a média da alíquota efetiva no período exatamente anterior fornece uma estimativa menos sujeita aos fatores do rompimento e demais choques, sem correr o risco de incorporar (ou deixar de incluir) alterações nas regras de receitas públicas muito distantes no tempo — que seria o caso se fosse considerada a média em um período mais longo, anterior à 2011.

A primeira parte desta Nota Técnica mensura alíquota efetiva do período exatamente anterior ao desastre a partir dos dados de receitas de cada tributo e o PIB estadual. A alíquota efetiva é então definida pela participação da receita fiscal do respectivo tributo sobre o PIB total do estado. Os dados de receita tributária foram sistematizados a partir das fontes oficiais do Finbra (Finanças do Brasil — Dados Contábeis dos Municípios), STN (Secretaria do Tesouro Nacional), TCE (Tribunal de Contas do Estado) e TCM (Tribunal de Contas do Município). Os dados do PIB foram obtidos do IBGE.

No caso do ICMS optou-se por estimar, na primeira parte desta Nota Técnica, sua alíquota efetiva contrafactual utilizando a técnica econométrica de Controle Sintético para o período 2015-2018, uma vez que o imposto está sujeito a reações por partes dos governos estaduais em função do desastre. Para efeito das simulações dos impactos futuros nos horizontes até 2031 e até 2034, foi utilizada a média da alíquota efetiva contrafactual, como explicado na próxima seção.

Esta nota técnica segue da seguinte forma: A Seção 2, à seguir, apresenta os resultados de perdas de arrecadação públicas tanto geradas quanto distribuídas em MG e ES. Finalmente, a Seção 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** fornece uma conclusão.

2 SIMULAÇÕES DE PERDA DE ARRECADAÇÃO E DE RECEBIMENTO DE REPASSES EM MG E ES

Este trabalho objetiva simular as perdas de arrecadação e dos recebimentos via transferências intergovernamentais de impostos para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A Subseção 2.1 reapresenta as alíquotas efetivas dos tributos federais, estaduais e municipais mensurados e estimados na primeira parte desta nota técnica e utilizados no cálculo das perdas nas diversas simulações. Do ponto de vista da perda de arrecadação, a Subseção 2.2 apresenta as simulações de longo prazo das receitas tributárias as quais deixaram de ser geradas em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, nos estados em questão. A interpretação é análoga à perda de renda agregada dos estudos anteriores (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021). Parte dessa arrecadação que deixou de ser gerada seria destinada à União, outra parte destinar-se-ia às demais unidades federativas do Brasil, e a parcela restante seria alocada em Minas Gerais e Espírito Santo, em seus respectivos estados e municípios, a depender do regime de transferência de cada imposto analisado. Esses resultados referentes aos repasses de perdas de receita são apresentados na Subseção 2.3.

2.1 Alíquotas Efetivas utilizadas no cômputo do impacto sobre arrecadação pública

A fim de possibilitar uma leitura linear desta Nota Técnica repete-se abaixo os valores das alíquotas efetivas dos tributos federais, estaduais e municipais utilizados no cômputo do impacto do rompimento da barragem sobre a arrecadação pública nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Como descrito detalhadamente na primeira parte deste estudo, foram utilizadas as médias das alíquotas efetivas dos tributos no período exatamente anterior ao desastre, entre 2011 e 2014, como proxy da alíquota que vigoraria na ausência do rompimento. Novamente, a alíquota é calculada como a proporção da receita dos tributos em relação ao PIB do respectivo estado. A única exceção é o tratamento dado ao ICMS em função da possibilidade de mudanças nas alíquotas por partes dos entes estaduais como resposta ao rompimento. Para este imposto indireto estimou-se uma alíquota contrafactual através do método de Controle Sintético de modo a obter a alíquota efetiva que vigoraria na ausência do desastre para o período 2015-2018. A estimação da alíquota contrafactual do ICMS está descrita em detalhes na primeira parte deste estudo.

Para obter os valores de perda de arrecadação pública no período simulado dos dados (a partir de 2019), aplicou-se então a média da alíquota contrafactual estimada para o período 2015-2018 sobre os respectivos valores de perda de PIB mensurados em (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021).

A Tabela 1 a seguir resume as alíquotas efetivas utilizadas para o cálculo da perda de arrecadação nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo com base nos três conjuntos de impostos – federais, estaduais e municipais – apresentados na primeira parte do estudo.

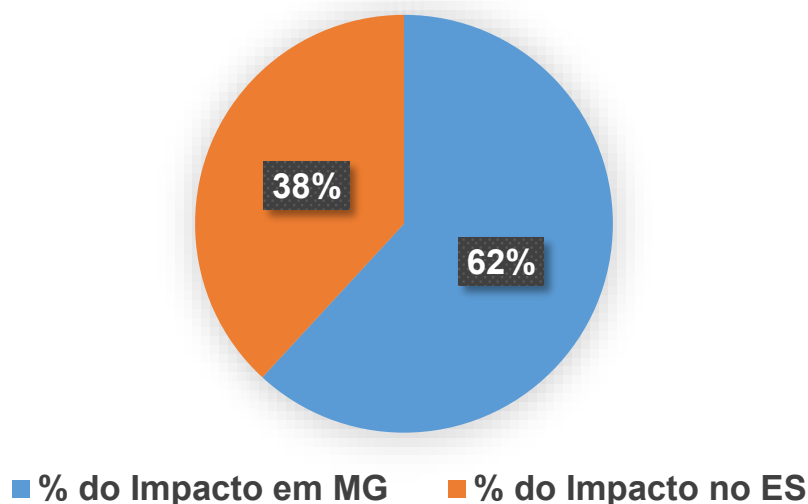
Tabela 1 — Tabela síntese das alíquotas efetivas utilizadas – média 2011-14

Tributo	ES	MG
União		
Cofins	3,231%	2,161%
CSLL	0,651%	0,824%
IPI	1,441%	1,419%
IR – Total	2,302%	3,285%
PIS/Pasep	0,850%	0,601%
Demais Impostos Federais*	2,340%	0,516%
Estados		
ICMS (contrafactual)**	8,073%	7,403%
Municípios		
ISS	0,779%	0,605%
CFEM	0,037%	0,002%
Total	19,706%	16,816%

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados IBGE.

Nota: **“Demais Impostos Federais” é definido como Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios, obtidos do Sistema de Contas Nacionais (SCN), subtraídos os seguintes impostos: Cofins, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS. **Média das alíquotas efetivas contrafactuais no período 2015-2018.

Antes de prosseguir, é importante mencionar que o valor do impacto futuro sobre o PIB de MG e ES foi calculado de forma conjunta, isto é, considerando ambos estados como uma unidade impactada. Dessa forma, a primeira parte desta nota técnica apresenta uma metodologia de decomposição do impacto sobre o PIB entre os estados para efeito do cálculo sobre arrecadação de cada unidade federativa individualmente. Assim, replica-se no Gráfico 1 a seguir os percentuais obtidos na primeira parte.

Gráfico 1 — Proporção do impacto entre MG e ES na perda de PIB total

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados IBGE

2.2 Perda de arrecadação dos tributos gerados em MG e ES

2.2.1 Perda de arrecadação no período simulado

Nesta subseção apresentam-se os impactos sobre a arrecadação total gerada nos estados de MG e ES considerando apenas os impactos mensurados para o período simulado pós-2018. Em Nota Técnica anterior sobre os impactos do rompimento no PIB (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021), descreveu-se a metodologia baseada no modelo de equilíbrio geral que permite construir cenários alternativos para a trajetória de recuperação da economia à situação sem a ocorrência do desastre. Dessa forma, esta subseção utiliza estes resultados simulados para o PIB e as alíquotas efetivas calculadas e estimadas na primeira parte desta Nota Técnica para mensurar os impactos aqui descritos para os diversos cenários que incluem dois horizontes de interesse (2031 e 2034).

Resumidamente, para o período simulado, define-se como perda do PIB a diferença entre a renda agregada contrafactual estimada e a renda agregada simulada para os cenários alternativos com o desastre¹. A perda na arrecadação, por sua vez,

¹ A renda agregada contrafactual foi estimada através do método econométrico de Controle Sintético para o período logo após o rompimento, isto é, entre 2015 e 2018. De modo que a recuperação econômica à situação inicial, na simulação do modelo, é definida como o retorno das variáveis que constituem os fundamentos da economia no modelo ao seu nível contrafactual de 2018. A estimação do Controle Sintético e as simulações de cenários através do modelo de equilíbrio geral encontram-se descritos na Nota Técnica (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021).

corresponde à proporção da alíquota efetiva na perda de renda agregada do estado. A construção dos cenários consiste na maneira pela qual se obtém o PIB simulado.

No presente trabalho, utilizou-se apenas a série do PIB com ajuste para variações do preço do minério de ferro. O ajuste do PIB pelo preço do minério de ferro busca filtrar as variações do mesmo decorrente de oscilações de preços da *commodity* que se seguiram ao rompimento. Um aumento de preço, por exemplo, poderia reduzir o impacto total devido à simples valorização do minério de ferro no mercado internacional. Optou-se por essa estratégia em face da importância do setor extrativo nos estados de MG e ES.

Como apresentado em Fundação Getulio Vargas (2021), entre o conjunto de resultados do PIB com ajuste, fazem parte 24 cenários ($2 \times 2 \times 2 \times 3$) advindos da combinação das seguintes possibilidades: i) horizonte temporal de 2019 a 2031, ou de 2019 a 2034; ii) “Samarco Aberta” e “Samarco em Retomada”; iii) trajetórias de recuperação com duas funções: logística ou exponencial; e iv) taxas de desconto (0%, 3% e 5%).

O primeiro ponto consiste no horizonte temporal em que será medida a perda do PIB. Propõem-se dois horizontes temporais: i) de 2019 a 2031, o que corresponde a 15 anos após 2016 conforme estipulado no TTAC²; e ii) de 2019 a 2034, o que incluiria um acréscimo de três anos haja vista o atraso dos projetos de reparação, repactuação e fomento da economia pela Fundação Renova. A diferença entre esses cenários consiste na velocidade de convergência das variáveis de interesse. Na sequência, a possibilidade de cenário de recuperação leva em consideração a operação ou interrupção temporária da empresa mineradora Samarco S.A na extração do minério de ferro, na simulação da economia com desastre. Consequentemente, pode-se dividir estes cenários entre “Samarco Aberta” e “Samarco em Retomada”. Em todas as simulações abaixo do guarda-chuva “Samarco Aberta” considera-se que não houve choque no estoque de terras e no estoque de capital do setor de mineração (setor M). No caso “Samarco em Retomada”, por sua vez, foi considerado um choque negativo em ambas as variáveis do setor M e uma trajetória de recuperação a partir de 2019 até seus respectivos níveis pré-desastre em conjunto com as demais variáveis que compõem a “Recuperação econômica do desastre” (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021).

² Termo de Transação e de Ajustamento de Conduta (TTAC): termo firmado entre o estado de Minas Gerais, o estado do Espírito Santo e diversos órgãos estaduais relacionados com a questão ambiental, e as empresas Samarco, Vale e BHP Billiton, visando pactuar a forma de reparação dos danos ambientais, sociais e econômicos decorrentes do rompimento da Barragem de Fundão, em Mariana (MG), ocorrido em 5 de novembro de 2015.

Para cada uma das combinações Samarco em Retomada vs. Samarco Aberta e até 2031 vs. até 2034, calcularam-se as trajetórias de recuperação com duas funções: logística ou exponencial. Estas trajetórias se referem às variáveis que definem o rompimento no modelo e, no cenário Samarco em Retomada, incluem o estoque de capital e terra do setor extrativo. Nesse sentido, estas variáveis definem o fundamento econômico no modelo e determinam o PIB de MG e ES. Finalmente, para cada função, aplicaram-se 3 taxas de desconto (0%, 3% e 5%). Desta forma, as simulações consideradas como Cenários de Referência são:

- 1. PIB com ajuste — 2019 a 2031 — Samarco Aberta — Logística — 3%;**
- 2. PIB com ajuste — 2019 a 2034 — Samarco Aberta — Logística — 3%.**

A Tabela 2 apresenta as perdas de arrecadação pública gerada nos estados de MG e ES incluindo todos os impostos federais, estaduais e municipais descritos na Tabela 1, além das retenções para o Fundeb. As perdas totais apresentadas são o resultado das somas das perdas obtidas para o período simulado (pós-2018) sob diversos cenários alternativos.

A fim de obter uma leitura clara, vamos analisar o primeiro conjunto de resultados apresentados na tabela. É possível notar que, para o conjunto de simulações com trajetória Exponencial e Samarco em Retomada, no período de 2019 a 2031 — o primeiro quadrante —, as perdas na arrecadação pública de Minas Gerais situam-se entre R\$ 37,8 bilhões (sob 5% de taxa de desconto) e R\$ 44,8 bilhões (sob 0% de taxa de desconto).

Ainda no mesmo cenário, pode-se observar que as perdas na arrecadação do Espírito Santo situam-se entre R\$ 27,3 bilhões (sob 5% de taxa de desconto) e R\$ 32,3 bilhões (sob 0% de taxa de desconto), o que resulta em uma perda de arrecadação total entre R\$ 65,0 bilhões (sob 5% de taxa de desconto) e R\$ 77,1 bilhões (sob 0% de taxa de desconto).

Essa interpretação é análoga para todos cenários contidos na tabela; entre eles serão destacados os dois Cenários de Referência, ambos com a Samarco Aberta, função Logística e taxa de desconto de 3%, a diferença entre eles está no horizonte temporal. Na comparação entre os dois Cenários de Referência, observa-se a perda na arrecadação total gerada em MG entre R\$ 40,5 bilhões (2019-2031) e R\$ 47,3 bilhões (2019-2034), enquanto a perda na arrecadação total gerada no ES figura entre R\$ 29,3 bilhões (2019-2031) e R\$ 34,2 bilhões (2019-2034), o que resulta em uma perda de arrecadação total gerada nos estados de MG e ES entre R\$ 69,7 bilhões (2019-2031) e R\$ 81,6 bilhões (2019-2034).

Vale destacar algumas características importantes dos resultados. Em primeiro lugar, os cenários que consideram a empresa Samarco em operação apresentam uma perda menor, em todos os cenários, relativamente ao caso Samarco em Retomada, o que decorre diretamente desse mesmo padrão observado na mensuração do impacto no PIB em Nota Técnica anterior. Em segundo lugar, a distribuição da perda de arrecadação pública total entre os estados de MG e ES, no Cenário de Referência, é maior em MG que no ES, embora inferior à participação na queda do PIB total (MG corresponde a 58% da perda total de arrecadação gerada em ambos os horizontes).

Tabela 2 — Perda na arrecadação pública gerada em MG e ES (R\$ bilhões de 2020) — Cenários

Cenários PIB com ajuste	Trajetória Exponencial											
	Samarco em Retomada						Samarco Aberta					
	2019-2031			2019-2034			2019-2031			2019-2034		
<i>Desconto</i>	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%
Arrecadação MG	-44,8	-40,2	-37,8	-57,0	-49,5	-45,5	-42,0	-37,7	-35,4	-53,5	-46,4	-42,7
Arrecadação ES	-32,3	-29,1	-27,3	-41,2	-35,7	-32,9	-30,4	-27,3	-25,6	-38,7	-33,5	-30,8
Arrecadação Total	-77,1	-69,3	-65,0	-98,2	-85,2	-78,4	-72,4	-65,0	-61,0	-92,2	-80,0	-73,5

Cenários PIB com ajuste	Trajetória Logística											
	Samarco em Retomada						Samarco Aberta					
	2019-2031			2019-2034			2019-2031			2019-2034		
<i>Desconto</i>	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%
Arrecadação MG	-47,5	-43,0	-40,5	-57,1	-50,3	-46,6	-44,6	-40,5	-38,2	-53,7	-47,3	-43,9
Arrecadação ES	-34,3	-31,1	-29,3	-41,3	-36,3	-33,7	-32,2	-29,3	-27,6	-38,8	-34,2	-31,7
Arrecadação Total	-81,8	-74,1	-69,9	-98,4	-86,6	-80,2	-76,9	-69,7	-65,8	-92,6	-81,6	-75,7

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” é definido como Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios, obtidos do Sistema de Contas Nacionais (SCN), subtraídos os seguintes impostos: COFINS, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS. Os valores apresentados incluem as retenções para o Fundeb.

A partir dos Cenários de Referências destacados na tabela, o Gráfico 2 a seguir apresenta os resultados anuais de perda da arrecadação total gerada nos estados e municípios de Minas Gerais e Espírito Santo (incluindo as perdas do Fundeb) para o período simulado, entre 2019 e 2031 (barras em azul), nos gráficos (a) e (b), e entre 2019 e 2034, nos gráficos (c) e (d).

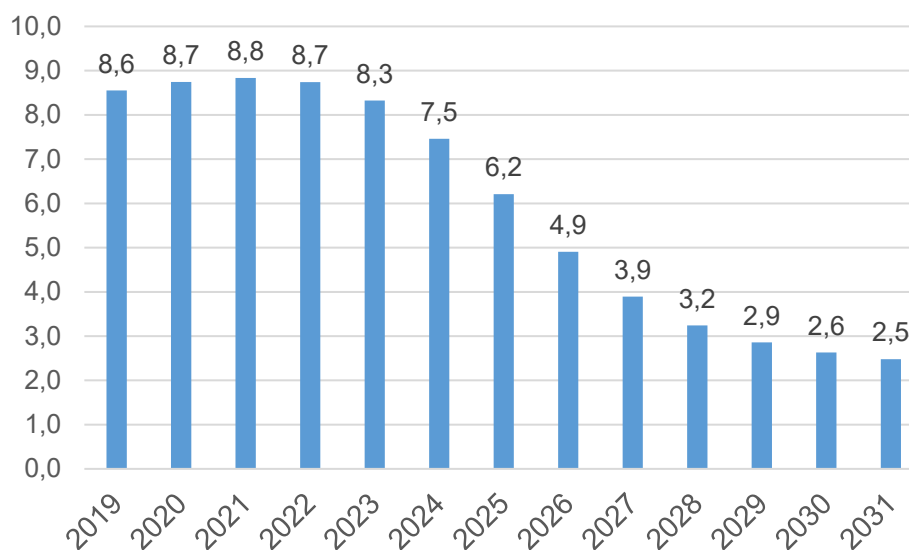
Como é possível observar, a perda de arrecadação total gerada nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo (que leva em consideração a alíquota contrafactual de ICMS),

no período simulado (pós-2018) exibe uma trajetória suave com perdas maiores nos primeiros anos e menores nos finais — uma implicação direta da trajetória logística de recuperação do PIB total —, atingindo um impacto máximo de R\$ 8,8 bilhões e mínimo de R\$ 2,5 bilhões, sob desconto de 0% a.a.

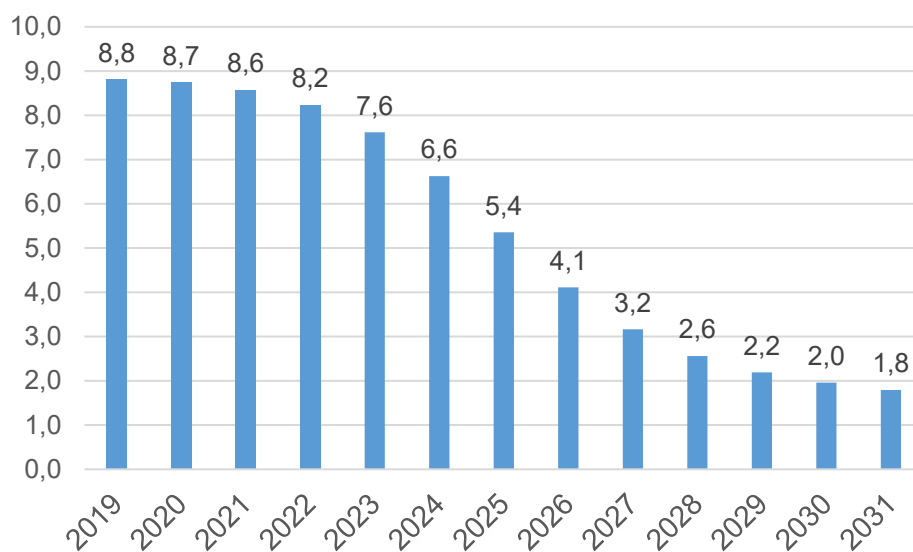
Cabe ressaltar que, ao levar em consideração a taxa de desconto de 3% as perdas em 2019 são maiores relativamente ao cenário de taxa de desconto de 0%, enquanto as perdas nos períodos mais longos diminuem em magnitude, por conta do ano base do valor presente em 2020. Embora seja uma consequência direta do desconto, essa diferença ressalta a importante questão de que as perdas nos períodos iniciais são economicamente maiores que o simples cômputo das perdas contábeis quando se leva em consideração os custos de alocação de recursos ao longo do tempo. Ao mesmo tempo, as perdas de arrecadação nos períodos finais devem ser descontadas.

Gráfico 2 — Perda anual de arrecadação total gerada em MG e ES — Estimado e Cenário de Referência (R\$ bilhões de 2020)

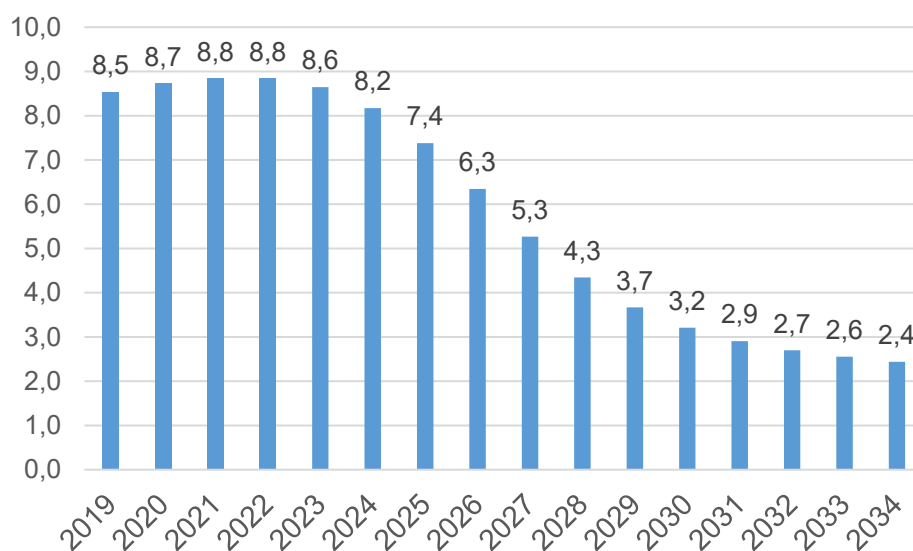
(a) 2019-2031 (Desconto 0%)



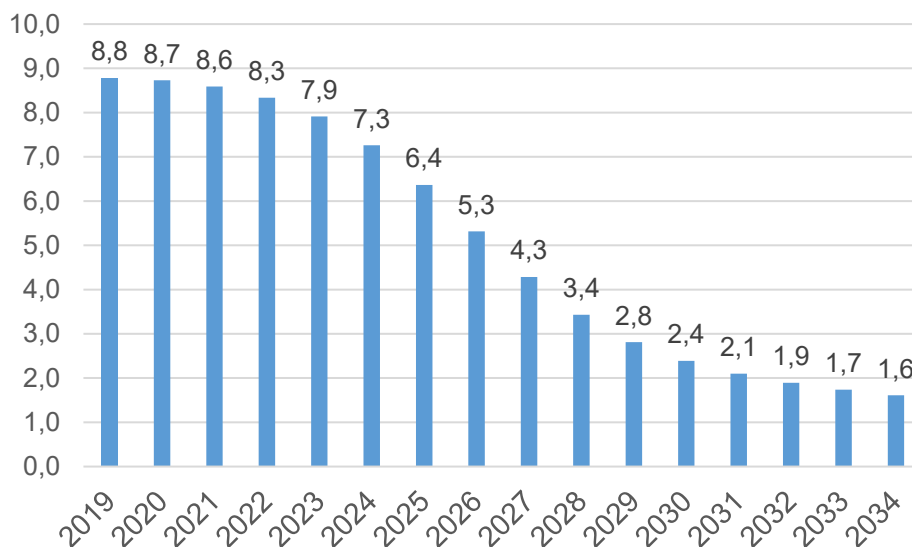
(b) 2019-2031 (Desconto 3%)



(c) 2019-2034 (Desconto 0%)



(d) 2019-2034 (Desconto 3%)



Fonte: Elaboração própria (2021).

2.3 Perda de arrecadação destinada a MG, ES e demais entes federativos

A presente seção amplia a análise apresentada até agora dos impactos do rompimento da Barragem de Fundão sobre a arrecadação pública estadual de MG e ES, mostrando os seus efeitos sobre a arrecadação destinada a esses estados. Embora o desastre tenha potencialmente afetado a arrecadação de impostos efetivada nos limites geográficos desses estados, o que inclui impostos de todos os níveis governamentais, parte dessa arrecadação está sujeita a repasses intergovernamentais. Nesse sentido, a primeira parte desta Nota Técnica inicia essa discussão dos repasses apresentando os percentuais dos impostos federais como, por exemplo, IR e IPI, e impostos estaduais, como o ICMS, que são fontes de transferências³.

A Tabela 3, a seguir, mostra as perdas de arrecadação destinada aos estados e municípios de MG e ES. Como na seção anterior, o impacto total é composto pelas perdas mensuradas para o período simulado. Para esse cálculo foram considerados os seguintes impostos: IR – Total, IPI, ICMS, ISS e CFEM. Em relação aos dois primeiros, consideram-se apenas os repasses destinados aos estados e municípios de MG e ES, líquidos das retenções para o Fundeb. No caso do ICMS, considera-se, também, seu valor líquido do percentual a ser destinado ao Fundeb, no montante total apresentado.

³ O Apêndice B apresenta os coeficientes de participação dos estados de MG e ES referentes aos repasses dos fundos constitucionais. Para uma descrição do cálculo o leitor é referido à primeira parte desta Nota Técnica.

Por último, o CFEM é o imposto indireto destinado integralmente aos municípios com atividade minerária. De modo similar, o ISS destina-se integralmente aos municípios.

Como pode ser visto, a Tabela 3 apresenta os resultados para todos os 24 cenários alternativos do período simulado, a preços de R\$ bilhões de 2020. Na comparação dos dois Cenários de Referência (destacados na tabela), observa-se que o impacto total na arrecadação destinada ao estado e municípios de MG figura entre uma perda de R\$ 16,1 bilhões (2019-2031) e R\$ 18,9 bilhões (2019-2034). Analogamente, as perdas estimadas de arrecadação destinada ao estado e municípios do ES são de R\$ 10,9 bilhões (2019-2031) e R\$ 12,7 bilhões (2019-2034), totalizando um impacto para ambos os estados e municípios entre R\$ 27,0 bilhões (2019-2031) e R\$ 31,6 bilhões (2019-2034).

Alguns pontos se destacam em relação a esse resultado. Primeiramente, como no resultado do impacto sobre a arrecadação gerada nos estados apresentado na seção anterior, os cenários que consideram a interrupção temporária de operação da empresa Samarco (Samarco em Retomada) apresentam uma queda maior em relação aos cenários Samarco Aberta, em função dos impactos maiores sobre o PIB conjunto dos estados. Segundo, a distribuição das perdas totais de arrecadação destinada aos estados e municípios é de 59,8% para MG e de 40,2% para o ES, em linha com a maior participação de MG na perda total do PIB conjunto desses estados. Terceiro, o impacto sobre a arrecadação total destinada a ES e MG representa cerca de 38,7% do impacto sobre a arrecadação total gerada, em ambos os horizontes do Cenário de Referência.

Sobre este último ponto, cabe ressaltar que as perdas de arrecadação destinada a MG e ES são menores que a arrecadação gerada, não somente pela quantidade de impostos (ou magnitudes de suas alíquotas), mas também pelo fato de que os repasses de impostos federais servem como um atenuador de choques de receitas tributárias dos estados. Assim, parte das perdas de impostos gerados nos estados e municípios de MG e ES, em decorrência do rompimento, é absorvida pelos demais entes federativos por meio das transferências intergovernamentais.

Nessa direção, a Tabela 4 mostra o impacto sobre a arrecadação total destinada a MG e ES por ente nacional apenas para os Cenários de Referência. A tabela apresenta as perdas no período simulado até 2031 na primeira coluna e as perdas do período simulado até 2034 na última coluna. As primeiras linhas da tabela desagregam o impacto total calculado para MG e ES entre o impacto sobre a arrecadação estadual e municipal. A segunda parte mostra a perda de arrecadação da União e dos demais estados e municípios em decorrência de perdas de impostos que são distribuídos a

estes entes nacionais. Por fim, discrimina-se o impacto sobre as retenções destinadas ao Fundeb, composto de recolhimentos de todos os entes. O Apêndice F apresenta os resultados da Tabela 4 com detalhamento anual, considerando, adicionalmente, o desconto de 0% a.a. (zero por cento).

É importante ressaltar os principais pontos deste resultado. Como é possível notar, a maior parte do impacto sobre a arrecadação distribuída a MG e ao ES se deve ao impacto sobre a arrecadação estadual, em ambos os estados e horizontes de tempo. Por exemplo, a perda de arrecadação destinada ao estado de MG representa cerca de 67% da perda total do estado e municípios no horizonte 2019-2031 (não apresentado na tabela), enquanto a perda de arrecadação destinada ao estado do ES representa cerca de 66,5% da perda total sob o mesmo cenário.

Outro ponto importante é a magnitude relativa do impacto sobre a arrecadação destinada à União. A perda total de arrecadação absorvida pelo Governo Central é de cerca de R\$ 28,4 bilhões no horizonte 2019-2031 e de cerca de R\$ 33,2 bilhões no horizonte 2015-2034, o que representa 40,8% do impacto total em ambos os horizontes (não apresentado na tabela). Esse resultado indica que uma parcela importante das perdas se concentra na União.

Os demais estados e demais municípios absorvem (conjuntamente) entre R\$ 6,6 bilhões (2019-2031) e R\$ 7,7 bilhões (2019-2034) de perdas de arrecadação devido ao rompimento, em função dos repasses de recursos federais. O que representa cerca de 61% do impacto sobre a arrecadação destinada ao ES (e 41% em MG).

Finalmente, dada a importância e o foco recente de discussão em torno do Fundeb – inclusive com o lançamento do “Novo Fundeb” a partir da Emenda Constitucional nº 108/2020 –, a penúltima linha da tabela apresenta a perda de arrecadação que seria retida para o fundo. O valor mensurado é de cerca de R\$ 7,7 bilhões no horizonte 2019-2031 e de cerca de R\$ 9,0 bilhões no horizonte 2019-2034. O montante representa 11,1% do impacto total em ambos os períodos.

Em resumo, a característica federativa de determinados impostos pode gerar efeitos atenuantes sobre a arrecadação dos estados e municípios de MG e ES (com implicações importantes em termos de atividade econômica, não discutidos nesta Nota Técnica). Porém, ao mesmo tempo, criam um canal adicional de impacto sobre os demais entes nacionais que deve ser levado em consideração ao mensurar os efeitos do rompimento sobre a arrecadação pública total. Dito de outra forma, focar a análise apenas na perda destinada aos estados e municípios de MG e ES desconsidera cerca de mais da metade do impacto total.

Tabela 3 — Perda na arrecadação pública destinada aos estados e municípios de MG e ES (R\$ bilhões de 2020) — Cenários

Trajetória Exponencial												
Cenários PIB com ajuste	Samarco em Retomada						Samarco Aberta					
	2019-2031			2019-2034			2019-2031			2019-2034		
	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%
<i>Desconto</i>												
Arrecadação MG	-17,8	-16,0	-15,1	-22,7	-19,7	-18,1	-16,7	-15,0	-14,1	-21,3	-18,5	-17,0
Arrecadação ES	-12,0	-10,8	-10,1	-15,3	-13,3	-12,2	-11,3	-10,1	-9,5	-14,3	-12,4	-11,4
Arrecadação Total	-29,8	-26,8	-25,2	-38,0	-33,0	-30,3	-28,0	-25,2	-23,6	-35,7	-30,9	-28,4

Trajetória Logística												
Cenários PIB com ajuste	Samarco em Retomada						Samarco Aberta					
	2019-2031			2019-2034			2019-2031			2019-2034		
	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%	0%	3%	5%
<i>Desconto</i>												
Arrecadação MG	-18,9	-17,2	-16,2	-22,8	-20,0	-18,6	-17,8	-16,1	-15,2	-21,4	-18,9	-17,5
Arrecadação ES	-12,7	-11,5	-10,9	-15,3	-13,5	-12,5	-12,0	-10,9	-10,2	-14,4	-12,7	-11,8
Arrecadação Total	-31,6	-28,7	-27,0	-38,1	-33,5	-31,1	-29,8	-27,0	-25,5	-35,8	-31,6	-29,3

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: IR — Total, IPI, ICMS, ISS e CFEM. Os valores apresentados são líquidos das retenções para o Fundeb.

Tabela 4 — Impacto na arrecadação pública distribuída por entes federativos e União (R\$ bilhões de 2020) — Cenário de Referência

Entes Nacionais	PIB com ajuste — Samarco Aberta — Logística (3% a.a.)	
	2019-2031	2019-2034
<i>Arrecadação MG</i>	-16,1	-18,9
Estado	-10,8	-12,6
Municípios	-5,3	-6,2
<i>Arrecadação ES</i>	-10,8	-12,7
Estado	-7,2	-8,4
Municípios	-3,6	-4,2
União	-28,4	-33,2
Demais estados	-3,5	-4,1
Demais municípios	-3,1	-3,6
Fundeb	-7,7	-9,0
Total	-69,7	-81,6

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” é definido como Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios, obtidos do Sistema de Contas Nacionais (SCN), subtraídos os seguintes impostos: COFINS, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS.

3 CONCLUSÃO

A presente Nota Técnica estende o trabalho anterior sobre o impacto do desastre no PIB conjunto de MG e ES (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021), por meio do cômputo do consequente efeito sobre a arrecadação pública em todos os níveis de governo. Para tanto, amplia-se a análise do efeito sobre o PIB conjunto estimando-se os efeitos individuais sobre o PIB de MG e ES, separadamente, e seu impacto sobre a arrecadação pública de tributos.

Para a mensuração dos impactos sobre a arrecadação pública de tributos utilizaram-se alíquotas efetivas no período exatamente anterior ao rompimento, entre 2011 e 2014, para a maior parte dos tributos (entre eles, o IR, IPI, CFEM), enquanto, para o ICMS, aplica-se uma metodologia de Controle Sintético a fim de obter as alíquotas que vigorariam na ausência do desastre.

Os resultados para o período simulado mostram uma perda total de arrecadação pública para todos os entes nacionais, sob o Cenário de Referência, entre R\$ 69,7 bilhões (2019-2031) e R\$ 81,6 bilhões (2019-2034).

Em relação a esse resultado principal da Nota Técnica, é importante ressaltar alguns pontos. Em primeiro lugar, uma mensagem importante dos resultados é o fato de que, embora o rompimento da barragem esteja restrito aos estados do ES e MG, os efeitos arrecadatórios são sentidos por todos os entes nacionais. Em particular, cerca de 40,8% da perda é absorvida pela União nos dois horizontes considerados. Isso se deve principalmente à perda de arrecadação do Imposto de Renda e IPI. Portanto, restringir a análise aos estados e seus municípios deixa de fora uma parcela substancial desse efeito.

Em segundo lugar, é importante destacar que a maior parte do impacto sobre a arrecadação distribuída a MG e ES se deve ao impacto sobre a arrecadação estadual *vis-à-vis* a arrecadação municipal. Entretanto, os impactos relativos à arrecadação de tributos sobre o patrimônio, que constituem parte da arrecadação municipal, não foram contemplados. Nesse sentido, os valores obtidos para todos os entes nacionais devem ser vistos como limites inferiores do verdadeiro impacto.

Em terceiro lugar, salienta-se que as perdas mensuradas para o Fundeb são significativas e representam cerca de 11,1% do impacto total. Esse resultado se mostra importante dentro das discussões recentes sobre a reformulação do fundo.

Por fim, os resultados desta Nota Técnica não esgotam totalmente os efeitos sobre a arrecadação e não está dentro do seu escopo levar em consideração outras perdas

advindas do rompimento. Para esse fim, o leitor é referido à Nota Técnica anterior (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021). Entretanto, outros impactos sobre a capacidade produtiva que possam gerar perdas permanentes de receita pública também não foram contemplados, como alterações permanentes na cadeia produtiva de setores afetados pelo desastre, perda de fertilidade do solo, impedimentos permanentes de atividades aquícolas e pesqueiras ao longo do rio Doce e atividades marítimas, além de demais contaminações permanentes que possam comprometer atividades geradoras de arrecadação pública.

REFERÊNCIAS

ABADIE, A.; DIAMOND, A.; HAINMUELLER, J. Synthetic control methods for comparative studies: estimating the effect of California's tobacco control program. **Journal of American statistical Association**, p. 493-505, 2010.

ABADIE, A.; GARDEAZABAL, J. The economic costs of conflict: a case study of the Basque Country. **American Economic Review**, p. 113-132, 2003.

ELLERY JR., R.; NASCIMENTO JR., A. Análise do ICMS e a questão federativa. In: SACHSIDA, A. **Tributação no Brasil: estudos, ideias e propostas**. Brasília: IPEA, 2017.

FMI. **World Economic Outlook Database**. 2009. Disponível em: <<https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2019/02/weodata/index.aspx>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV). **Impacto do Rompimento da Barragem de Fundão sobre a Renda Agregada de Minas Gerais e Espírito Santo**. Rio de Janeiro; São Paulo: FGV, 2019. Disponível em <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/fgv/fgv_impacto-do-rompimento-da-barragem-de-fundao-sobre-a-renda-agregada-de-minas-gerais-e-espirito-santo.pdf>.

_____. **Impactos do Rompimento da Barragem de Fundão sobre a Renda Agregada nos Estados e Sub-Regiões de Minas Gerais e Espírito Santo**. Rio de Janeiro; São Paulo: FGV, 2020. Disponível em: http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/fgv/fgv_impacto-do-rompimento-da-barragem-de-fundao-sobre-a-renda-agregada-nos-estados-e-sub-regioes-de-minas-gerais-e-espirito-santo.pdf>.

_____. **Rompimento da Barragem de Fundão: Estimativas da Perda Acumulada do PIB para os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo**. São Paulo; Rio de Janeiro: FGV, 2021.

HOCHRAINER, S. Macroeconomic risk management against natural disaster: analysis focussed on governments in developing countries. **Springer Science Business Media**, 2007.

HORWICH, G. Economic lessons of the Kobe earthquake. **Economic Development and Cultural Change**, p. 521-542, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produto Interno Bruto dos Municípios: ano de referência 2010**. 3. ed. Rio de Janeiro: Coordenação de Contas Nacionais, 2016.

PINTOS-PAYERAS, J. A. Análise da progressividade da carga tributária sobre a população brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, p. 153-186, 2010.

SELCUK, F.; YELDAN, E. On the macroeconomic impact of the August 1999 earthquake in Turkey: a first assessment. **Applied Economics Letters**, p. 483-488, 2001.

APÊNDICE A — Cálculo do VPL

Este apêndice apresenta o cálculo do valor presente líquido (VPL) obtido nas tabelas de perdas na arrecadação pública (ver Subseção 2.2). Para o presente exercício, o VPL pode ser calculado por meio da fórmula:

$$VPL = \sum_{t=1}^T \frac{Perda_t}{(1+r)^t} \quad (1)$$

Em que:

- $Perda_t$ é o fluxo de caixa livre no instante t ;
- T é o número de períodos da análise; e
- r é a taxa de desconto utilizada.

APÊNDICE B — Coeficientes de participação

Este apêndice complementa a Subseção 2.1, apresentando os coeficientes estaduais totais de participação nos Fundos Constitucionais, a saber, Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal (FPE), Fundo de Participação dos Municípios (FPM) e Fundo de Compensação pelas Exportações de Produtos Industrializados (IPI-Exp). Os coeficientes totais apresentados na Tabela 1, seguinte, levam em consideração os coeficientes individuais de participação municipais e estaduais definidos nas decisões normativas do Tribunal de Contas da União (TCU). O TCU divulga essas decisões normativas em seu site anualmente, para o exercício do ano seguinte.

A tabela seguinte apresenta os coeficientes utilizados no período estimado (2015-2018) e no período simulado (pós-2018) — indicado na última coluna. No período simulado os coeficientes foram mantidos constantes em seus valores de 2018, em todos os anos, exceto para o fundo IPI-Exp.

Como discutido na primeira parte desta Nota Técnica, os recursos do FPM são divididos entre os municípios categorizados nos grupos Capital, Interior e Reserva, de acordo com as respectivas participações. As alíquotas apresentadas a seguir se referem ao coeficiente relativo à participação estadual em cada uma das partições.

Tabela 1 — Coeficientes de participação individuais estaduais nos Fundos Constitucionais (%)

Fundo Constitucional/UF	Ano de Exercício				
	2015	2016	2017	2018	2019-2031/34
<i>FPE</i>					
Espírito Santo	1,50	2,08	2,32	2,40	2,40
Minas Gerais	4,45	4,54	4,39	5,01	5,01
<i>IPI-Exp</i>					
Espírito Santo	5,49	6,30	4,80	4,05	3,88
Minas Gerais	13,93	12,01	12,11	12,42	11,26
<i>FPM — Capital</i>					
Espírito Santo	1,35	1,53	1,55	1,72	1,72
Minas Gerais	5,07	5,08	5,15	5,17	5,17
<i>FPM — Interior</i>					
Espírito Santo	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76
Minas Gerais	14,18	14,18	14,18	14,18	14,18
<i>FPM — Reserva</i>					
Espírito Santo	2,11	2,36	2,37	2,63	2,63
Minas Gerais	9,49	10,07	10,10	10,08	10,08

Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados TCU.

APÊNDICE C — Impacto anual na arrecadação pública

Este apêndice complementa a Tabela 4 da Subseção 2.3, apresentando os resultados anuais do impacto do rompimento sobre a arrecadação pública distribuída por ente nacional no Cenário de Referência e sob taxa de desconto de 0% a.a. (zero por cento).

Tabela 1 — Impacto anual na arrecadação pública distribuída por ente nacional no horizonte 2019-2031 (R\$ bilhões de 2020)
Especificação: PIB com ajuste — Logística — Samarco Aberta — 0% a.a.

Período	Minas Gerais			Espírito Santo			Demais entes			FundeB	Total
	Estado	Municípios	Total	Estado	Municípios	Total	União	Demais Estados	Demais Municípios		
2019	-1,3	-0,7	-2,0	-0,9	-0,4	-1,3	-3,5	-0,4	-0,4	-0,9	-8,6
2020	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,7
2021	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,8
2022	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,7
2023	-1,3	-0,6	-1,9	-0,9	-0,4	-1,3	-3,4	-0,4	-0,4	-0,9	-8,3
2024	-1,2	-0,6	-1,7	-0,8	-0,4	-1,2	-3,0	-0,4	-0,3	-0,8	-7,5
2025	-1,0	-0,5	-1,4	-0,6	-0,3	-1,0	-2,5	-0,3	-0,3	-0,7	-6,2
2026	-0,8	-0,4	-1,1	-0,5	-0,3	-0,8	-2,0	-0,2	-0,2	-0,5	-4,9
2027	-0,6	-0,3	-0,9	-0,4	-0,2	-0,6	-1,6	-0,2	-0,2	-0,4	-3,9
2028	-0,5	-0,2	-0,8	-0,3	-0,2	-0,5	-1,3	-0,2	-0,1	-0,4	-3,2
2029	-0,4	-0,2	-0,7	-0,3	-0,1	-0,4	-1,2	-0,1	-0,1	-0,3	-2,9
2030	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1	-0,4	-1,1	-0,1	-0,1	-0,3	-2,6
2031	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1	-0,4	-1,0	-0,1	-0,1	-0,3	-2,5

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” é definido como Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios, obtidos do Sistema de Contas Nacionais (SCN), subtraídos os seguintes impostos: COFINS, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS.

Tabela 2 — Impacto anual na arrecadação pública distribuída por ente nacional no horizonte 2019-2031 (R\$ bilhões de 2020) — Cenário de Referência
Especificação: PIB com ajuste — Logística — Samarco Aberta — 3% a.a.

Período	Minas Gerais			Espírito Santo			Demais entes			Funde	Total
	Estado	Municípios	Total	Estado	Municípios	Total	União	Demais Estados	Demais Municípios		
2019	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,8
2020	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,7
2021	-1,3	-0,7	-2,0	-0,9	-0,4	-1,3	-3,5	-0,4	-0,4	-0,9	-8,6
2022	-1,3	-0,6	-1,9	-0,9	-0,4	-1,3	-3,4	-0,4	-0,4	-0,9	-8,2
2023	-1,2	-0,6	-1,8	-0,8	-0,4	-1,2	-3,1	-0,4	-0,3	-0,8	-7,6
2024	-1,0	-0,5	-1,5	-0,7	-0,3	-1,0	-2,7	-0,3	-0,3	-0,7	-6,6
2025	-0,8	-0,4	-1,2	-0,6	-0,3	-0,8	-2,2	-0,3	-0,2	-0,6	-5,4
2026	-0,6	-0,3	-1,0	-0,4	-0,2	-0,6	-1,7	-0,2	-0,2	-0,5	-4,1
2027	-0,5	-0,2	-0,7	-0,3	-0,2	-0,5	-1,3	-0,2	-0,1	-0,4	-3,2
2028	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1	-0,4	-1,0	-0,1	-0,1	-0,3	-2,6
2029	-0,3	-0,2	-0,5	-0,2	-0,1	-0,3	-0,9	-0,1	-0,1	-0,2	-2,2
2030	-0,3	-0,1	-0,5	-0,2	-0,1	-0,3	-0,8	-0,1	-0,1	-0,2	-2,0
2031	-0,3	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3	-0,7	-0,1	-0,1	-0,2	-1,8

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” é definido como Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios, obtidos do Sistema de Contas Nacionais (SCN), subtraídos os seguintes impostos: COFINS, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS.

Tabela 3 — Impacto anual na arrecadação pública distribuída por ente nacional no horizonte 2019-2034 (R\$ bilhões de 2020)

Especificação: PIB com ajuste — Logística — Samarco Aberta — 0% a.a.

Período	Minas Gerais			Espírito Santo			Demais entes			Fundeb	Total
	Estado	Municípios	Total	Estado	Municípios	Total	União	Demais Estados	Demais Municípios		
2019	-1,3	-0,7	-2,0	-0,9	-0,4	-1,3	-3,5	-0,4	-0,4	-0,9	-8,5
2020	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,7
2021	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,8
2022	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,8
2023	-1,3	-0,7	-2,0	-0,9	-0,4	-1,3	-3,5	-0,4	-0,4	-1,0	-8,6
2024	-1,3	-0,6	-1,9	-0,8	-0,4	-1,3	-3,3	-0,4	-0,4	-0,9	-8,2
2025	-1,1	-0,6	-1,7	-0,8	-0,4	-1,1	-3,0	-0,4	-0,3	-0,8	-7,4
2026	-1,0	-0,5	-1,5	-0,7	-0,3	-1,0	-2,6	-0,3	-0,3	-0,7	-6,3
2027	-0,8	-0,4	-1,2	-0,5	-0,3	-0,8	-2,1	-0,3	-0,2	-0,6	-5,3
2028	-0,7	-0,3	-1,0	-0,4	-0,2	-0,7	-1,8	-0,2	-0,2	-0,5	-4,3
2029	-0,6	-0,3	-0,8	-0,4	-0,2	-0,6	-1,5	-0,2	-0,2	-0,4	-3,7
2030	-0,5	-0,2	-0,7	-0,3	-0,2	-0,5	-1,3	-0,2	-0,1	-0,4	-3,2
2031	-0,5	-0,2	-0,7	-0,3	-0,2	-0,5	-1,2	-0,1	-0,1	-0,3	-2,9
2032	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1	-0,4	-1,1	-0,1	-0,1	-0,3	-2,7
2033	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1	-0,4	-1,0	-0,1	-0,1	-0,3	-2,6
2034	-0,4	-0,2	-0,6	-0,3	-0,1	-0,4	-1,0	-0,1	-0,1	-0,3	-2,4

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” = Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios (SCN) — COFINS — IPI — PIS/Pasep — ICMS — CFEM — ISS.

Tabela 4 — Impacto anual na arrecadação pública distribuída por ente nacional no horizonte 2019-2034 (R\$ bilhões de 2020) — Cenário de Referência
Especificação: PIB com ajuste — Logística — Samarco Aberta — 3% a.a.

Período	Minas Gerais			Espírito Santo			Demais entes			FundeB	Total
	Estado	Municípios	Total	Estado	Municípios	Total	União	Demais Estados	Demais Municípios		
2019	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,8
2020	-1,4	-0,7	-2,0	-0,9	-0,5	-1,4	-3,6	-0,4	-0,4	-1,0	-8,7
2021	-1,3	-0,7	-2,0	-0,9	-0,4	-1,3	-3,5	-0,4	-0,4	-1,0	-8,6
2022	-1,3	-0,6	-1,9	-0,9	-0,4	-1,3	-3,4	-0,4	-0,4	-0,9	-8,3
2023	-1,2	-0,6	-1,8	-0,8	-0,4	-1,2	-3,2	-0,4	-0,3	-0,9	-7,9
2024	-1,1	-0,6	-1,7	-0,8	-0,4	-1,1	-3,0	-0,4	-0,3	-0,8	-7,3
2025	-1,0	-0,5	-1,5	-0,7	-0,3	-1,0	-2,6	-0,3	-0,3	-0,7	-6,4
2026	-0,8	-0,4	-1,2	-0,6	-0,3	-0,8	-2,2	-0,3	-0,2	-0,6	-5,3
2027	-0,7	-0,3	-1,0	-0,4	-0,2	-0,7	-1,7	-0,2	-0,2	-0,5	-4,3
2028	-0,5	-0,3	-0,8	-0,4	-0,2	-0,5	-1,4	-0,2	-0,2	-0,4	-3,4
2029	-0,4	-0,2	-0,7	-0,3	-0,1	-0,4	-1,1	-0,1	-0,1	-0,3	-2,8
2030	-0,4	-0,2	-0,6	-0,2	-0,1	-0,4	-1,0	-0,1	-0,1	-0,3	-2,4
2031	-0,3	-0,2	-0,5	-0,2	-0,1	-0,3	-0,9	-0,1	-0,1	-0,2	-2,1
2032	-0,3	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3	-0,8	-0,1	-0,1	-0,2	-1,9
2033	-0,3	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3	-0,7	-0,1	-0,1	-0,2	-1,7
2034	-0,2	-0,1	-0,4	-0,2	-0,1	-0,3	-0,7	-0,1	-0,1	-0,2	-1,6

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Consideram-se os seguintes tributos: COFINS, CSLL, IR — Total, IPI, PIS/Pasep, ICMS, ISS, CFEM e “Demais Impostos Federais”. “Demais Impostos Federais” = Impostos Indiretos Líquidos de Subsídios (SCN) — COFINS — IPI — PIS/Pasep — ICMS — CFEM — ISS.