

**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: Estimativas da Perda
Acumulada da Arrecadação Pública dos Estados de Minas
Gerais e Espírito Santo para o Período de Dados Observados**

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 FIGURAS

Figura 1 — Estados escolhidos nos Controles Sintéticos do PIB de cada Estado no Contrafactual 2 — PIB <i>per capita</i> com ajuste.....	18
Figura 2 — Estados escolhidos nos Controles Sintéticos das alíquotas de ICMS no Contrafactual 2 — alíquota ICMS sem ajuste.....	25

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 — PIB per capita dos estados de MG e ES e das respectivas Regiões Sintéticas	16
Gráfico 2 — Proporção do impacto entre MG e ES na perda de PIB total	18
Gráfico 3 — Alíquota efetiva do ISS dos estados de MG e ES	21
Gráfico 4 — Arrecadação do ICMS para MG, ES e a média das demais unidades federativas	23
Gráfico 5 — Alíquota efetiva do ICMS dos estados de MG e ES e das respectivas Regiões Sintéticas	24
Gráfico 6 — Impostos Federais considerados em Minas Gerais e Espírito Santo com relação ao PIB	27
Gráfico 7 — Demais Impostos Federais em Minas Gerais e Espírito Santo com relação ao PIB	28
Gráfico 8 — Perda de arrecadação total estimada 2015-2018 (R\$ bilhões de 2020) .	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 — Controle Sintético do PIB de MG e ES separadamente (R\$ bilhões de 2020)	15
Tabela 2 — Alíquotas efetivas do ICMS dos estados de MG e ES e das respectivas Regiões Sintéticas	26
Tabela 3 — Tabela síntese das alíquotas efetivas utilizadas	29
Tabela 4 — Participação do IR e IPI destinada aos Fundos Constitucionais (%)	30
Tabela 5 — Resultado do impacto do rompimento na arrecadação gerada em MG e ES entre 2015 e 2018 (R\$ bilhões de 2020)	33
Tabela 6 — Perdas no PIB Total (R\$ bilhões de 2020)	34
Tabela 7 — Impacto na arrecadação pública distribuída por entes federativos e União (R\$ bilhões de 2020) — Cenários com as três taxas de desconto	38

SUMÁRIO

SUMÁRIO EXECUTIVO	6
1 INTRODUÇÃO	10
2 DECOMPOSIÇÃO DO IMPACTO ENTRE MG E ES	13
3 CONSTRUÇÃO DAS ALÍQUOTAS	19
3.1 Alíquotas efetivas dos tributos municipais	20
3.2 Alíquota efetiva do tributo estadual	22
3.3 Alíquotas efetivas dos tributos federais.....	26
4 ESTIMATIVAS DE PERDA DE ARRECADAÇÃO E DE RECEBIMENTO DE REPASSES EM MG E ES.....	32
4.1 Perda de arrecadação dos tributos gerados em MG e ES de 2015 a 2018...	32
4.2 Perda de arrecadação destinada a MG, ES e demais entes federativos.....	35
5 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	41
APÊNDICE A.....	42
APÊNDICE B.....	44
APÊNDICE C.....	46
APÊNDICE D.....	48
APÊNDICE E.....	49

SUMÁRIO EXECUTIVO

Esta Nota Técnica apresenta as estimativas de perda de arrecadação pública dos entes federativos devido ao rompimento da Barragem de Fundão em Minas Gerais. Para tanto, parte-se da Nota Técnica anterior, “Rompimento da Barragem de Fundão: Estimativas da perda Acumulada do PIB dos 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 no período exatamente subsequente ao rompimento (2015-2018). 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 para 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.

A metodologia aqui utilizada apresenta a parcela da perda de renda agregada que seria destinada à arrecadação pública caso não houvesse o rompimento da Barragem de Fundão. Por exemplo: se o impacto é de R\$ 10 (hipotético) e a alíquota efetiva total é de 10%, então a arrecadação pública total deixou de arrecadar R\$ 1. Contudo, a alíquota efetiva pode ter se alterado em função de variações nas alíquotas dos tributos, em resposta ao desastre, ou por mudanças na composição setorial do PIB. Nesse sentido, essa estratégia capta as variações da receita tributária que decorreriam da perda de renda agregada mantendo esses outros fatores constantes.

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.

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.

A mensuração da perda do PIB total de MG e ES entre 2015 e 2018 foi estimada via Controle Sintético em Nota Técnica anterior (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021). 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 confundir a estimativa dos impactos atribuídos especificamente ao rompimento.

O fato das perdas de arrecadação estimadas terem ocorridos entre 2015 e 2018 (e a publicação desses resultados se dá em 2021), incluiu-se o cálculo com três taxas de desconto: 0% a.a., 3% a.a. e 5% a.a. O caso da taxa 0% corresponde aos valores nominais a preços de R\$ bilhões 2020. A taxa de desconto de 3% a.a, por sua vez, segue uma taxa de juros de títulos do governo (*i.e.*, de acordo com o título NTN-B 2026 — ou Tesouro IPCA, na nova nomenclatura) e reflete o custo de oportunidade do poupador no longo prazo para a economia brasileira, ou seja, o custo em termos de rentabilidade de investimentos alternativos ao longo do tempo. Assim, perdas ocorridas em 2016, por exemplo, precisam ser corrigidas pela taxa de juros e inflação para obtenção do seu valor presente em 2020. A segunda parte desta Nota Técnica simula cenários futuros e define a taxa de juros de 3% como o Cenário de Referência.

Tabela 1 a seguir apresenta o principal resultado da presente nota calculado a partir da composição do Contrafactual 2 do estudo sobre a renda agregada na região (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021). Essa escolha se deu via melhor ajuste com a série observada pré-rompimento¹.

A tabela mostra o impacto sobre a arrecadação total “destinada” a MG e ES por ente estadual e demais entes nacionais e ao Fundeb. Como é possível observar, a perda de arrecadação pública destinada ao estado e municípios de MG (inclui os repasses federais e estaduais) figura entre R\$ 9,0 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 10,6 bilhões (desconto de 5%) no horizonte de 2015 e 2018. As perdas estimadas de arrecadação

¹ O critério de decisão do melhor ajuste é feito a partir do cálculo da Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio (RMSE, da sigla em inglês) no período pré-desastre (2002-2014), que está presente na tabela 1.

destinada ao estado e municípios do ES situam-se entre R\$ 6,0 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 7,1 bilhões (desconto de 5%) no mesmo período de referência.

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 entre R\$ 4,3 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 5,1 bilhões (desconto de 5%) no horizonte de 2015 e 2018. O montante representa, aproximadamente, 11,1% do impacto total em ambos os períodos.

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 40,7% da perda distribuída é absorvida pela União no período.

Tabela 1 — Impacto na arrecadação pública distribuída por entes federativos e União (R\$ bilhões de 2020) — Cenários com as três taxas de desconto

Entes Nacionais	Contrafactual 2 com ajuste acumulado 2015-2018		
	0%	3%	5%
<i>Arrecadação MG</i>	-9,0	-9,9	-10,6
Estado	-6,0	-6,7	-7,1
Municípios	-3,0	-3,3	-3,5
<i>Arrecadação ES</i>	-6,0	-6,7	-7,1
Estado	-4,0	-4,4	-4,7
Municípios	-2,0	-2,2	-2,4
União	-15,8	-17,5	-18,8
Demais estados	-2,0	-2,2	-2,3
Demais municípios	-1,7	-1,9	-2,0
Fundeb	-4,3	-4,7	-5,1
Total	-38,8	-43,0	-45,9

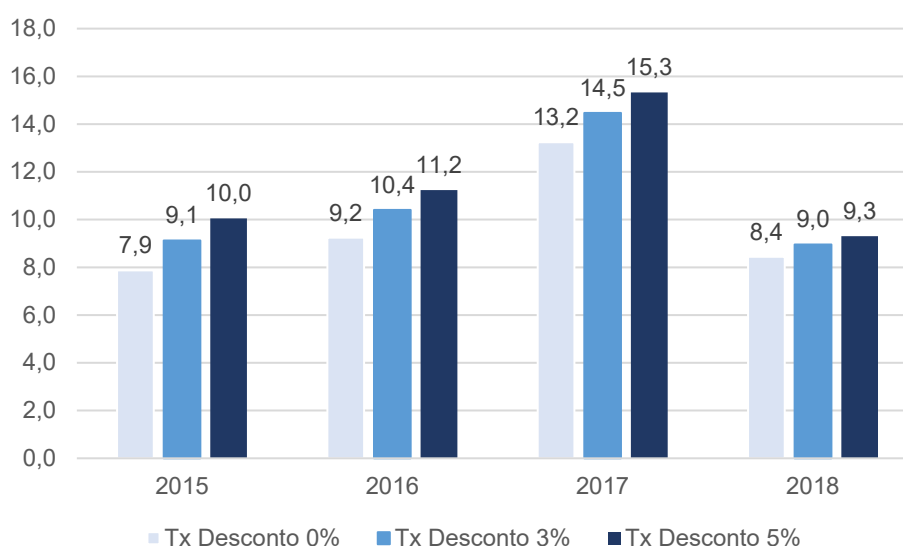
Fonte: Elaboração própria (2021).

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.

Do ponto de vista da perda total de arrecadação gerada em MG e ES entre 2015 e 2018 em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, os valores situam-se entre R\$ 38,8 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 45,9 bilhões (desconto de 5%), como se pode observar na tabela anterior.

Uma análise ano a ano pode ser verificado no gráfico a seguir. Seguindo o mesmo padrão do impacto do rompimento sobre o PIB agregado, a perda de arrecadação também apresenta um pico em 2017 com seu impacto reduzindo no último ano estimado. Observa-se também que, ao levar em consideração a taxa de desconto de 3%, relativamente ao cenário de taxa de desconto de 0%, e tendo 2020 como ano base, as perdas nos períodos com dados observados são maiores. Embora seja uma consequência direta do desconto, essa diferença levanta 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.

Gráfico 1 — Perda de arrecadação total estimada 2015-2018 (R\$ bilhões de 2020)



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 ocorre quando o mesmo possui um preço não nulo; portanto, se um indivíduo não possui o recurso para dispendar 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 (VARIAN, 1992).

A ocorrência de desastres, sejam eles naturais ou tecnológicos, pode impactar a promoção de bens públicos por diferentes canais. Um primeiro exemplo, é a deterioração direta dos 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 próprio 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 “Rompimento da Barragem de Fundão: Estimativas da Perda Acumulada do PIB dos Estados de Minas Gerais e Espírito Santo com Base nos Dados Observados até 2018” (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021) 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. O presente estudo 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 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, por assim dizer, 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.

Finalmente, o tratamento específico ao ICMS, sobre o qual se aplica uma metodologia de Controle Sintético² para o período estimado (2015-2018), merece uma discussão adicional. Uma vez que este é um imposto de competência estadual e que, historicamente, sofre alterações relativamente frequentes — inclusive, este sendo um ponto importante do debate sobre a “Guerra Fiscal” entre os estados (ELLERY JR. e NASCIMENTO JR., 2017) —, é plausível conjecturar uma reação por parte dos governos estaduais ao rompimento, considerando as proporções do desastre como um todo.

Diferentemente da maior parte dos tributos aqui considerados, de competência federal, cujas variações de alíquotas enfrentam custos maiores em termos de discussões legislativas e menos prováveis de responder a choques locais, a arrecadação do ICMS pode ter se alterado, portanto, devido aos efeitos indiretos sobre a renda e o consumo causado pelo rompimento. Assim, a estratégia descrita nesta Nota Técnica visa identificar o efeito total do rompimento sobre a arrecadação utilizando a alíquota contrafactual do ICMS para MG e ES. Uma descrição detalhada da estimação é fornecida na seção dedicada a esse tópico.

Esta nota técnica segue da seguinte forma: a seção 2 apresenta a metodologia de decomposição da estimativa do impacto do rompimento sobre o PIB total entre MG e ES. A seção 3 descreve a construção das alíquotas federais, estaduais e municipais, em particular, descreve a estimação das alíquotas contrafactuais de ICMS. A seção 4 apresenta os resultados de perdas de arrecadação públicas tanto geradas quanto distribuídas em MG e ES. Finalmente, a seção 5 oferece uma conclusão.

² Proposto por Abadie e Gardeazabal (2003) e Abadie e colaboradores (2010), o método de Controle Sintético consiste em construir uma região hipotética (ou sintética), semelhante à unidade atingida, formada por uma média ponderada de regiões que não foram afetadas.

2 DECOMPOSIÇÃO DO IMPACTO ENTRE MG E ES

Na Nota Técnica “Rompimento da Barragem de Fundão: Estimativas da Perda Acumulada do PIB para os Estados de Minas Gerais e Espírito Santo” (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021) foram estimados os impactos na renda agregada de Minas Gerais e Espírito Santo conjuntamente, considerando-os como apenas uma unidade atingida. Essa abordagem, também realizada em estudos anteriores (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020), considera conjuntamente as duas unidades federativas em face da proximidade econômica, sobretudo na cadeia da indústria extrativa, com o estabelecimento dos minerodutos saindo de Minas Gerais rumo ao Espírito Santo, assim como a distribuição das etapas produtivas, desde a extração no estado mineiro a pelotização e exportação via portos capixabas.

O exercício presente neste estudo tem como objetivo decompor o total da perda de arrecadação nos estados de Minas Gerais e para o Espírito Santo no longo prazo. Para isso faz-se necessário estimar a perda na renda agregada para cada unidade federativa, separadamente, e a partir da estrutura tributária em cada estado se estimar a perda de arrecadação. O primeiro passo é estimar a proporção da perda na renda agregada no curto prazo; para isso, recorreu-se da mesma metodologia de Controle Sintético apresentada na Nota Técnica supracitada.

O Controle Sintético neste caso utilizou as séries de PIB *per capita* das unidades federativas para estimar uma região sintética para cada unidade atingida. No caso de Minas Gerais, por exemplo, definiu-se o estado como a unidade atingida, excluiu-se o estado do Espírito Santo do conjunto de estimação da região sintética, afinal este estado também foi atingido. Para o caso do Espírito Santo a estratégia é análoga. O Apêndice A apresenta as séries ajustadas do PIB para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

A decomposição da perda da renda agregada entre os estados utilizou as séries do PIB ajustadas pelos choques de preço do minério de ferro devido à elevada participação da indústria extrativa no PIB desses estados, sobretudo no Espírito Santo.

Nos estudos anteriores apresentam-se os resultados do impacto no PIB de Minas Gerais e Espírito Santo, conjuntamente, em cinco abordagens diferentes (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020). Concentraremos a análise na estratégia do Contrafactual 2 que estima os pesos ótimos a partir das séries de PIB *per capita* de 2002 a 2014 da unidade atingida e dos potenciais

controles³. A numeração (Contrafactual 2) foi mantida dos estudos anteriores para fins de comparabilidade, com a ressalva de que os resultados reportados neste presente estudo estão a preços de 2020, enquanto os anteriores estão a preços de 2016.

Seguindo a mesma estratégia dos estudos antecessores (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020), os pesos do Controle Sintético foram estimados a partir das séries de PIB *per capita* em cada uma das abordagens, por questões de diferenças de dimensionalidade entre as unidades federativas. A Tabela 1, a seguir, é construída a partir da multiplicação dos impactos no PIB *per capita* pelas respectivas populações dos estados de MG e ES, respectivamente, em cada ano de análise. Utiliza-se a população do ano corrente, ou seja, supõe-se que a população dos estados não foi afetada pelo rompimento. Dada a extensão geográfica e populacional desses estados, é razoável esperar que o rompimento não tenha efeitos significativos sobre migração para fora dos mesmos nos anos justamente subsequentes.

Sobre os resultados de Minas Gerais, estima-se um impacto de magnitude acumulada entre os anos de 2015 e 2018 de R\$ -120,19 bilhões, sendo R\$ -29,93 bilhões em 2015, R\$ -22,02 bilhões em 2016, R\$ -39,41 bilhões em 2017 e R\$ -28,83 bilhões em 2018. Esses valores representam, em média, uma redução de 4,35% com relação ao PIB contrafactual. No caso do Espírito Santo, estima-se um impacto de magnitude acumulada de R\$ -74,12 bilhões, no mesmo período de referência, sendo R\$ -9,94 bilhões em 2015, R\$ -23,19 bilhões em 2016, R\$ -28,61 bilhões em 2017, e R\$ -12,37 bilhões em 2018. Esses valores representam, em média, uma redução de 11,42% com relação ao PIB contrafactual.

Aplicam-se dois testes de hipóteses comuns nessa literatura. O primeiro é feito por meio da permutação, ou seja, supõe-se que cada estado foi atingido pelo rompimento e constrói-se um estado sintético para ele e se calcula o impacto, chamando-os de placebos. Feito isso, observa-se em qual posição ordenada está o impacto de Minas Gerais e Espírito Santo. Assim, é possível calcular o p-valor apresentado na Tabela 1. Esse exercício, entretanto, deve ser analisado com cautela, pois só há 25 placebos; assim, junto com Minas Gerais e Espírito Santo, há 26 unidades para compor a análise. Dessa forma, se o impacto desse estado estiver no extremo da distribuição, o p-valor será igual a 0,04, no mínimo. Uma análise complementar à do p-valor consiste em

³ Tendo em vista que o critério de escolha para as trajetórias contrafactuais estimadas foi pautado pelos resultados com os menores RMSE (sigla em inglês: Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio) pré-rompimento, e que tais resultados não se alteraram com as atualizações do PIB, optou-se por utilizar o Contrafactual 2 também neste estudo. A estatística de RSME mede, *grossa modo*, o ajuste da região sintética com relação à região observada.

verificar a distribuição dos impactos dos placebos e da unidade Minas Gerais e Espírito Santo, conjuntamente. Essa análise pode ser observada no Apêndice B deste documento.

Tabela 1 — Controle Sintético do PIB de MG e ES separadamente (R\$ bilhões de 2020)

Ano	Estatística	Contrafactual 2 — PIB com ajuste		
		Minas Gerais	Espírito Santo	Total
2015	R\$ bilhões	-29,93	-9,94	-39,88
	% do PIB	-4,30	-5,93	-4,62
	P-valor	0,19	0,12	-
2016	R\$ bilhões	-22,02	-23,19	-45,22
	% do PIB	-3,30	-14,88	-5,49
	P-valor	0,46	0,08	-
2017	R\$ bilhões	-39,41	-28,61	-68,02
	% do PIB	-5,65	-17,91	-7,93
	P-valor	0,38	0,08	-
2018	R\$ bilhões	-28,83	-12,37	-41,20
	% do PIB	-4,11	-7,54	-4,76
	P-valor	0,50	0,23	-
Acumulado	R\$ bilhões	-120,19	-74,12	-194,31
	% do PIB	-4,35	-11,42	-5,69
	P-valor	0,35	0,38	-
RMSE	pré	0,49	1,90	-
	pós	1,23	4,24	-

Composição do Estado sintético — Pesos (%)		
UF	Minas Gerais	Espírito Santo
Amazonas		2,7
Pará	26,1	
Pernambuco	11,1	
Rio De Janeiro		57,9
Rondônia	18,9	33,3
Santa Catarina	43,9	
São Paulo		6,1

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

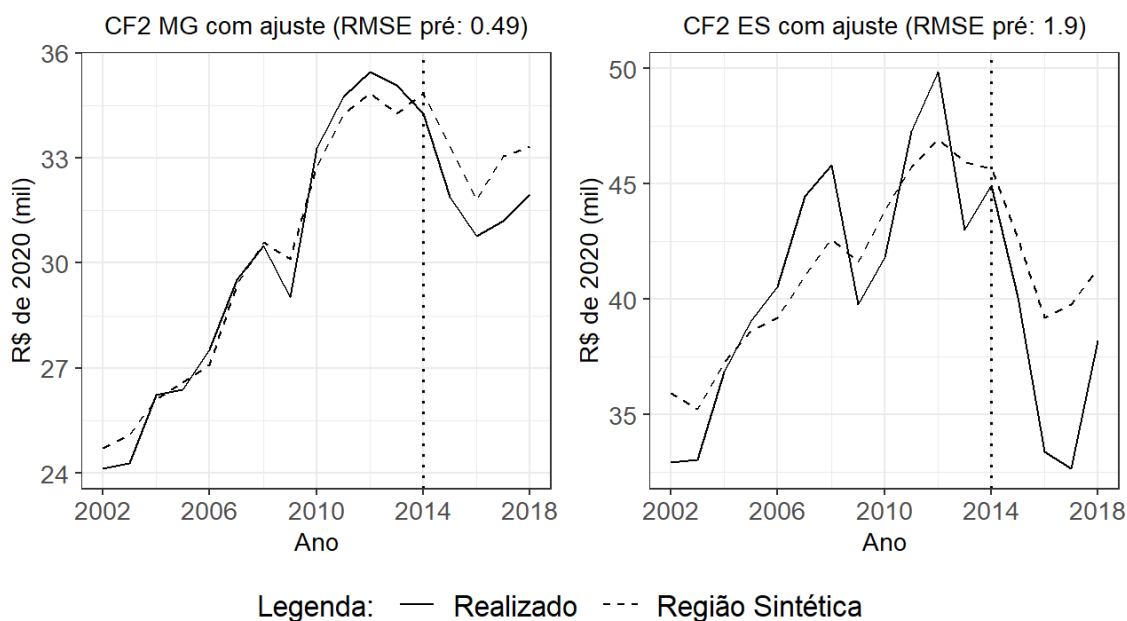
Nota: O P-valor é construído a partir dos 25 placebos: em cada simulação define-se um estado como atingido e calcula-se o impacto. O P-valor, portanto, é o ranque entre todas as simulações. RSME pré e pós referem-se ao ajuste da região sintética com relação à observada. O “Contrafactual 2” refere-se à estimação por Controle Sintético dos pesos ótimos (do PIB contrafactual) que utiliza a série de PIB *per capita* de 2002 a 2014 da unidade atingida e dos potenciais controles como covariadas, seguindo a numeração de estudos anteriores (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020). “PIB com ajuste” refere-se ao ajuste da série de PIB a variações no preço do minério de ferro.

O painel inferior da Tabela 1 mostra a composição da região sintética em cada um dos contrafactuais, assim como foi realizado nos estudos relacionados (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020). No

Contrafactual 2 (com ajuste) de Minas Gerais, a região sintética é uma média ponderada dos valores do PIB do Pará (26,1%), Pernambuco (11,1%), Rondônia (18,9%) e Santa Catarina (43,9%); isso pode ser verificado geograficamente na Figura 1 mais à frente. O Espírito Santo, por sua vez, corresponde a uma média dos valores dos PIBs do Amazonas (2,7%), Rio de Janeiro (57,9%), Rondônia (33,3%) e São Paulo (6,1%).

Para ilustrar a comparação entre o PIB observado e a região sintética em cada uma das estratégias, o Gráfico 1 apresenta a trajetória temporal do PIB *per capita* dos estados de MG e ES observado e a trajetória dos estados de MG e ES sintético separadamente para o Contrafactual 2 com ajuste. Como se pode observar, em todos os casos, após 2014 (ano imediatamente pré-rompimento), os valores contrafactuais do PIB *per capita* são superiores aos valores observados do PIB *per capita* conjunto de Minas Gerais e Espírito Santo, implicando perda de renda agregada em todos os anos, o que já havia sido apresentado na Tabela 1. Resultados adicionais, tais como os testes de placebos e o ranqueamento da distribuição acumulada, podem ser verificados no Apêndice B.

Gráfico 1 — PIB *per capita* dos estados de MG e ES e das respectivas Regiões Sintéticas



Nota: CF2 corresponde ao Contrafactual 2 estimado via Controle Sintético.

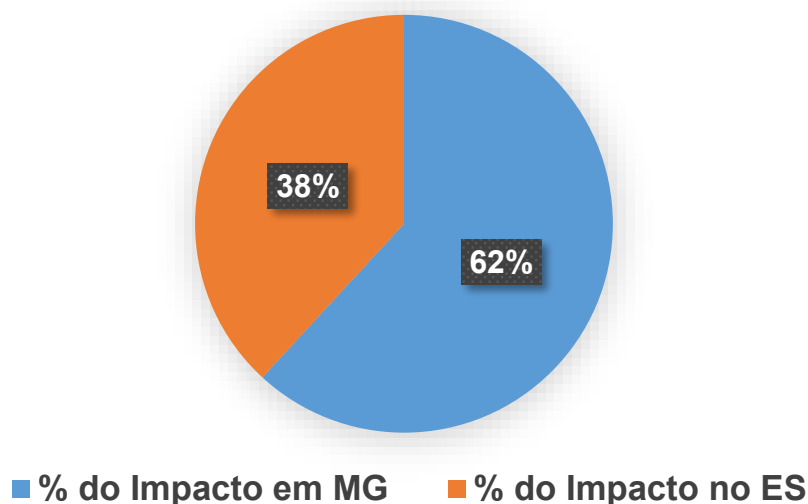
Sob a especificação do Contrafactual 2 com ajuste, a soma das perdas dos estados mineiro e capixaba, entre 2015 e 2018, totaliza R\$ 194,31 bilhões a preços de 2020, sendo R\$ 120,19 bilhões em Minas Gerais (62% do total) e R\$ 74,12 bilhões no Espírito Santo (38% do total). Note que o total encontrado é inferior ao resultado do Controle Sintético da mesma especificação apresentado na Nota Técnica “Rompimento da Barragem de Fundão: estimativas da perda acumulada do PIB para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo” (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021) que apresenta um impacto total de R\$ 225,29 bilhões.

A estimação do impacto nos estados atingidos pelo mesmo rompimento da barragem, mas analisados de maneira separada, corre o risco de não mensurar completamente as perdas compartilhadas na integração econômica entre os estados. Ademais, as estimativas do impacto para o PIB conjunto de MG e ES são mais precisas e robustas que a estimação individual⁴, de forma que ao utilizá-la mitigamos erros de estimativa. Por essas razões, o valor do impacto entre 2015 e 2018 com os estados em conjunto é preferível do ponto de vista da especificação.

A separação aqui apresentada é uma proposta para se calcular a proporção da perda entre os estados; por isso, no cômputo do impacto nas finanças públicas utilizou-se o resultado do PIB conjunto e aplicaram-se as proporções obtidas via estimações separadas. O Gráfico 2 a seguir, portanto, apresenta a proporção do impacto entre 2015 e 2018 nos estados atingidos sob a definição de impacto total como a soma das perdas de cada estado.

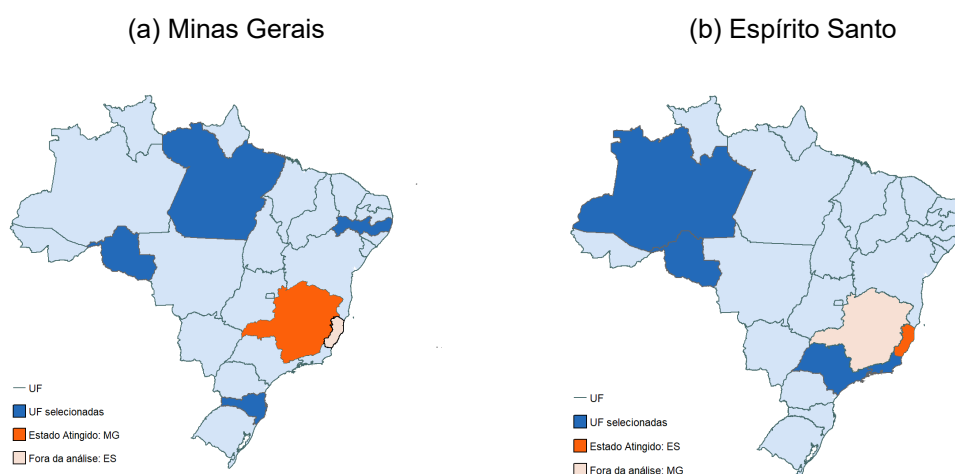
⁴ Um dos critérios para checar a aderência do estado sintético construído é o cálculo da estatística RMSE do período pré-rompimento (2002-2014). Essa estatística na especificação do contrafactual 2 com ajuste para MG e ES conjuntamente é de 0,67. Quando analisados separadamente, o RMSE de MG fica levemente abaixo (0,49); todavia, a estatística para o ES fica bem acima (1,9).

Gráfico 2 — Proporção do impacto entre MG e ES na perda de PIB total



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

Figura 1 — Estados escolhidos nos Controles Sintéticos do PIB de cada Estado no Contrafactual 2 — PIB *per capita* com ajuste



Fonte: Elaborado pelos autores (2021), a partir de dados IBGE.

Na Nota Técnica “Rompimento da Barragem de Fundão: Estimativa da perda acumulada do PIB para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo” (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021), estimou-se a perda conjunta de Minas Gerais e Espírito Santo, no curto e no longo prazo. O presente trabalho estima a proporção da perda entre os estados do ponto de vista da renda agregada. Para se obter a perda na arrecadação pública adotou-se a abordagem de alíquotas efetivas de impostos federais, estaduais e municipais para cada unidade federativa atingida (MG e ES). A seção seguinte apresenta a construção de cada uma das alíquotas efetivas.

3 CONSTRUÇÃO DAS ALÍQUOTAS

A Nota Técnica “Rompimento da Barragem de Fundão: Estimativas da perda acumulada do PIB para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo” (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021) apresenta as estimativas da perda da renda agregada de Minas Gerais e Espírito Santo no longo prazo a partir de cenários de recuperação dos fatores de produção e das condições de mercado. A subseção anterior do presente trabalho apresenta uma estimativa da proporção da perda total entre os estados no curto prazo.

Sob a hipótese de que essa proporção das perdas não se altere no longo prazo, temos uma questão faltante para estimar a perda na arrecadação dos estados: como as perdas econômicas da produção de bens e serviços reverberam em perda na arrecadação efetiva da União, dos estados e municípios?

Para isso, faz-se necessário uma análise das receitas tributárias de cada esfera governamental em Minas Gerais e no Espírito Santo. A metodologia da perda de arrecadação se baseou no cálculo da alíquota efetiva, sob o qual é reunida uma cesta de impostos relacionados com renda, produção de bens e serviços, e os impostos sobre consumo. Cada conjunto de impostos possui uma forma específica de cálculo para a composição da alíquota efetiva final, dado o local onde a arrecadação é gerada. De modo que esta seção descreve, separadamente, os impostos municipais, estaduais e federais utilizados na análise, bem como as retenções para o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação (Fundeb).

A sistematização dessas informações é feita a partir dos dados disponibilizados pelo 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 impostos podem ser divididos entre diretos e indiretos, sendo o primeiro grupo os impostos que incidem sobre o rendimento e patrimônio das famílias, como é o caso do Imposto de Renda, por exemplo. O segundo tipo não está vinculado a renda e patrimônio; eles incidem, portanto, sobre a produção, importação, circulação e afins, como é o caso do ICMS. Os impostos indiretos constituem uma parte significativa da arrecadação total. Segundo Pintos-Payeras (2010), o ICMS, o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), o Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (Cofins) e o Imposto Sobre Serviços (ISS) foram responsáveis por 41,43% do total arrecadado no país e de aproximadamente 85% da arrecadação dos impostos indiretos no mesmo ano de referência.

A presente Nota Técnica foca nos impactos sobre a arrecadação advindos dos efeitos de perda de renda e consumo da economia. Em outras palavras, concentra-se aqui na análise dos efeitos arrecadatários provenientes de impactos sobre os fluxos de renda, produção e consumo, sem levar em consideração os potenciais efeitos sobre o patrimônio. Isso se deve à dificuldade em mensurar os impactos do rompimento sobre o valor de terras e propriedades, bem como sobre os respectivos valores venais dos imóveis para efeito da incidência do tributo.

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.

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, optou-se por discriminar o montante total de perda do fundo — incluindo os repasses da União, estados e municípios — na apresentação dos resultados do impacto sobre a arrecadação pública destinada (Seção 4.2). Adicionalmente, os valores dos impactos sobre a arrecadação pública gerada, Seção 4.1, incluem as perdas relativas ao fundo.

Esta seção está dividida em três subseções: a primeira descreve as alíquotas efetivas municipais, seguida pela subseção que apresenta o cálculo da alíquota estadual do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e, por fim, as alíquotas federais.

3.1 Alíquotas efetivas dos tributos municipais

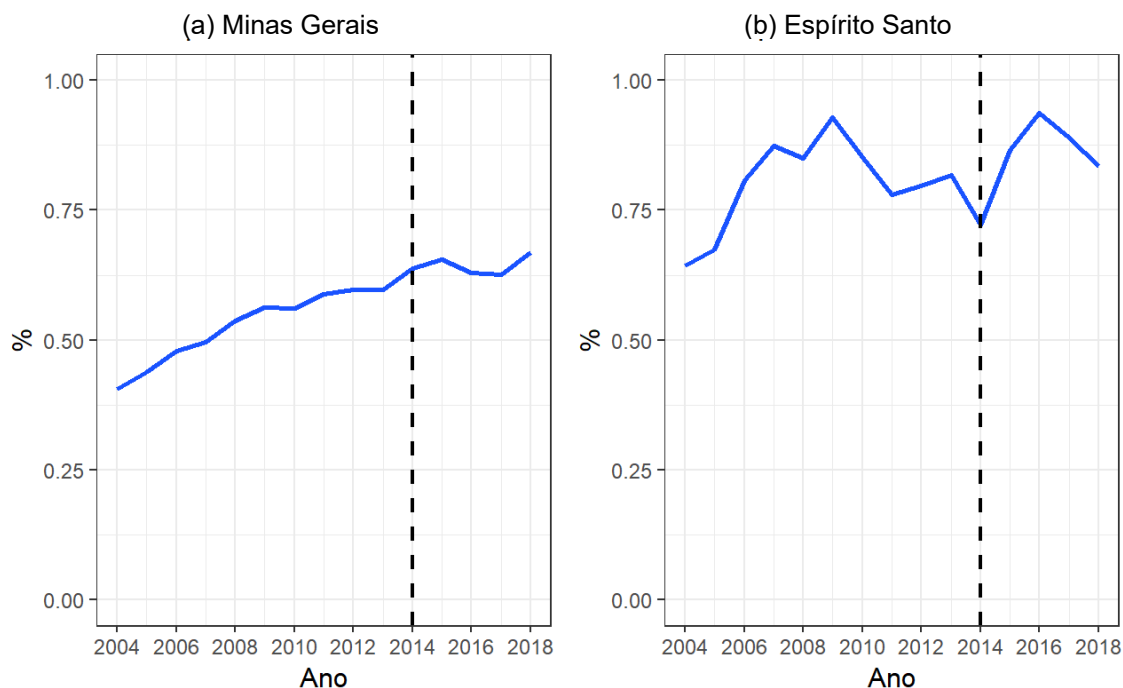
Entre os impostos municipais, destacam-se o Imposto Sobre Serviços (ISS), presente na maioria dos municípios brasileiros, e a Compensação Financeira pela Exploração de recursos Minerais (CFEM), arrecadada nos municípios com jazidas e depósitos de minérios. Para esses municípios envolvidos na cadeia minerária esse imposto é uma importante fonte de receita, como é o caso de Mariana (MG).

A partir das informações de receitas orçamentárias dos municípios,⁵ é possível se obter o total arrecadado em valores nominais do Imposto Sobre Serviços de Qualquer

⁵ Anexo I-C das contas municipais do Finbra.

Natureza. A arrecadação total desse imposto para uma unidade federativa compreende a soma da arrecadação de todos os seus municípios neste período. A alíquota efetiva, por sua vez, corresponde à proporção dessa arrecadação total do estado com o ISS em proporção ao tamanho do PIB do estado. O Gráfico 3 a seguir apresenta a alíquota efetiva do ISS para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo.

Gráfico 3 — Alíquota efetiva do ISS dos estados de MG e ES



Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota-se uma diferença no nível das alíquotas, de modo que a porcentagem da alíquota no Espírito Santo é superior à de Minas Gerais. Ademais, constata-se uma dinâmica distinta entre os estados; parte disso pode ser explicada pelo fato de o PIB do Espírito Santo possuir uma ciclicidade maior com as flutuações das *commodities* extrativas, o que torna o denominador da alíquota (o PIB do estado) mais volátil quando comparada com a atividade de serviços no mesmo estado. Para a contabilização das perdas de arrecadação de ISS em decorrência do rompimento da Barragem de Fundão, utilizou-se a alíquota efetiva média entre 2011 e 2014, período pré-rompimento, para cada estado. Desta forma, a alíquota efetiva do ISS para MG corresponde a 0,61%, e para o Espírito Santo, 0,78%.

No tocante ao CFEM, a alíquota efetiva foi calculada com base na alíquota efetiva de 2014, ano imediatamente pré-rompimento que possui os dados disponíveis à análise. A

alíquota efetiva do CFEM para MG corresponde a 0,002%, e para o Espírito Santo, 0,037%.

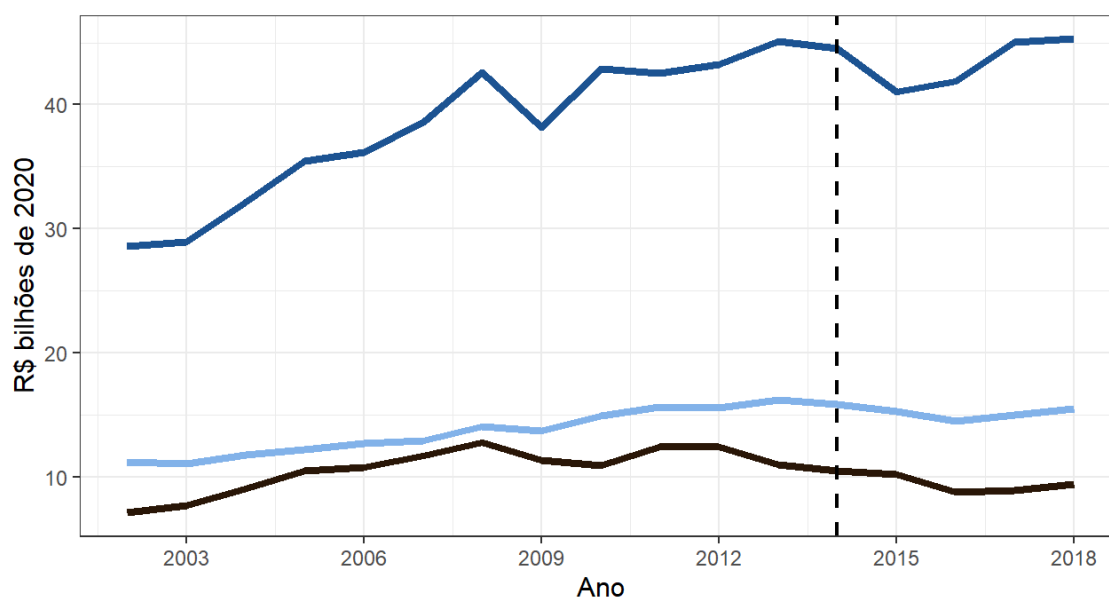
3.2 Alíquota efetiva do tributo estadual

Os impostos estaduais possuem peculiaridades importantes e por isso tiveram uma metodologia de cálculo diferente. A primeira característica refere-se à forma de arrecadação; no caso do Imposto Sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), a tributação é indireta, incidindo sobre o consumo da população. Desta maneira, a queda na renda agregada pode arrefecer o consumo dos habitantes, o que, por sua vez, diminui a arrecadação com o ICMS. Soma-se a isso a variedade de alíquotas nominais sobre os produtos, como combustíveis, eletricidade, remédios, entre outros.

Essa última característica citada se relaciona com a principal peculiaridade: a decisão das alíquotas nominais é de incumbência estadual. Neste caso, os estados de MG e ES, diretamente atingidos com a queda na renda agregada devido ao rompimento da Barragem de Fundão, podem, em princípio, reagir à queda na arrecadação a partir de um aumento na alíquota nominal de determinados produtos. Nesse contexto, poder-se-ia conjecturar que as alíquotas podem ter se alterado por motivos relacionados com o desastre como, por exemplo, um aumento de impostos em produtos da cadeia minerária, a redução de impostos de outros produtos, haja vista a queda esperada na renda agregada, ou, ainda, o devido à mudança no mix da composição setorial da arrecadação.

O Gráfico 4, a seguir, apresenta uma análise exploratória dessa questão. O gráfico mostra o total arrecadado em ICMS (em R\$ bilhões de 2020) para MG, ES e a média de arrecadação das unidades federativas do Brasil exceto Minas Gerais e Espírito Santo. A arrecadação de MG seguia em uma trajetória crescente de 2009 a 2013, com uma leve queda em 2014, a qual se acentua em 2015. É importante contextualizar que entre 2014 e 2016 houve a recessão brasileira como datada pelo FGV IBRE. Nos anos subsequentes, nota-se que a arrecadação do estado aumentou, voltando para o patamar de 2014.

Para o caso do ES e do Brasil (exceto os estados citados), a dinâmica é diferente: em ambos os casos a queda de 2014 e 2015 foi menor percentualmente, tal como o aumento da arrecadação nos anos posteriores. Em particular, no ES a arrecadação em 2018 com o ICMS permanece inferior à de 2014, por exemplo.

Gráfico 4 — Arrecadação do ICMS para MG, ES e a média das demais unidades federativas

Legenda: — MG — ES — Média BR exceto MG e ES

Fonte: Elaboração própria (2021).

Uma vez que o ICMS é uma das principais fontes de receitas tributárias das unidades federativas e tendo em vista esses apontamentos, utilizou-se a metodologia de Controle Sintético em nível das alíquotas efetivas do ICMS, ou seja, a participação da receita tributária em relação ao PIB dos estados. O principal objetivo da utilização do Controle Sintético neste exercício é a obtenção das alíquotas contrafactuais para cada estado.

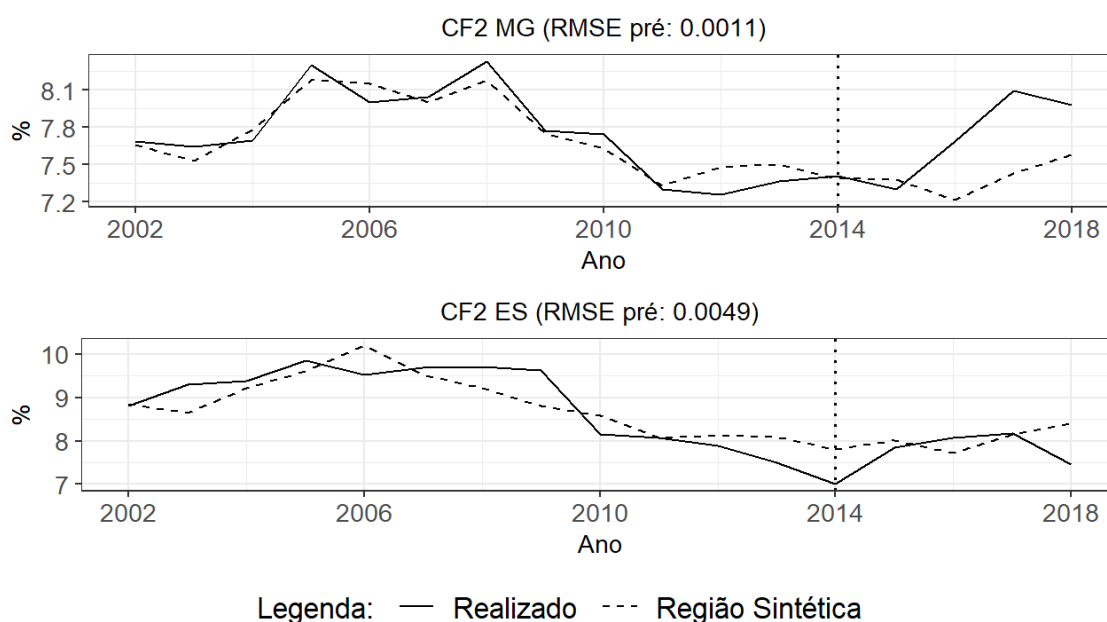
A estratégia de utilizar a alíquota contrafactual entre 2015 e 2018 tem por objetivo aplicar uma alíquota efetiva caso não tivesse ocorrido o rompimento e, portanto, livre de alterações de alíquotas, pelos governos estaduais, como resposta ao rompimento ou outros fatores, como a recessão econômica do período subsequente, que potencialmente comprometeriam a precisão das estimativas do impacto sobre a arrecadação.

Soma-se a isso o fato de a construção de uma alíquota contrafactual potencialmente mitigar parte de um possível aumento mecânico da alíquota efetiva que deriva da queda de produção de uma atividade que recolhe muito pouco ICMS, como é o caso da exportação de minérios.

Nesse sentido, estimou-se a alíquota contrafactual para Minas Gerais, excluindo as informações da alíquota efetiva de Espírito Santo e, para se obter a alíquota contrafactual do Espírito Santo, retiraram-se as informações de Minas Gerais. O Gráfico

5, a seguir, apresenta as alíquotas efetivas observadas (realizado), em linha contínua, e as alíquotas contrafactuais (região sintética), em linha pontilhada, para Minas Gerais e Espírito Santo, separadamente. Por questões de exposição, a tabela de resultados do Controle Sintético, tal como apresentada em estudos anteriores, se encontra no Apêndice C, juntamente com os demais resultados dos placebos e dos testes de permutação (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021).

Gráfico 5 — Alíquota efetiva do ICMS dos estados de MG e ES e das respectivas Regiões Sintéticas

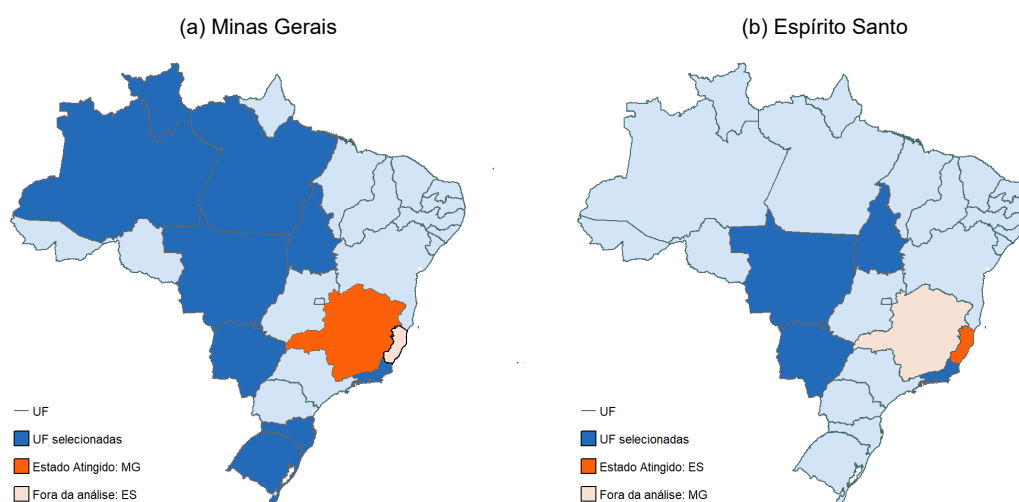


Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados FGV IBRE e IBGE.

Como é possível observar, no caso de Minas Gerais, a alíquota efetiva contrafactual está abaixo da observada. O caso do Espírito Santo, por sua vez, indica o oposto, a média da alíquota contrafactual entre 2015 e 2018 está marginalmente acima da alíquota realizada. Entretanto, a alíquota contrafactual média para ambos os estados se encontra relativamente próxima das médias das alíquotas observadas no período 2011-2014, exatamente anterior ao rompimento. Sendo esta última a abordagem utilizada para os demais tributos considerados na análise. Assim, os resultados apresentados na Seção 4 não se alterariam substancialmente em relação à abordagem dos demais tributos.

A fim de explorar as escolhas das unidades federativas (pelo Controle Sintético) que compõem a região sintética em cada um dos contrafactuais, a Figura 2, a seguir, apresenta geograficamente as unidades federativas selecionadas para a composição da alíquota sintética de MG e ES, separadamente. No caso de MG, a alíquota sintética é composta das alíquotas dos estados do Amazonas, Belém, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Roraima, Santa Catarina e Tocantins. Para o ES, a alíquota sintética é composta das alíquotas dos estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Rio de Janeiro e Tocantins. É importante ressaltar que tanto a composição dos estados quanto seu peso relativo determinam a alíquota sintética (contrafactual). Nota-se que os estados selecionados para cada caso diferem, assim como o número de estados utilizados para compor o controle sintético.

Figura 2 — Estados escolhidos nos Controles Sintéticos das alíquotas de ICMS no Contrafactual 2 — alíquota ICMS sem ajuste



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

O Apêndice B contém os demais resultados para a alíquota efetiva de ambos os estados. A Tabela 2 a seguir apresenta as alíquotas efetivas observadas e contrafactuais do ICMS dos respectivos estados. Observa-se que o nível da alíquota, tanto observado como contrafactual, do Espírito Santo é, em geral, superior ao de Minas Gerais, de modo que a média da alíquota contrafactual do primeiro está em 8,1%, enquanto a do segundo situa-se em 7,4%.

Tabela 2 — Alíquotas efetivas do ICMS dos estados de MG e ES e das respectivas Regiões Sintéticas

Ano	ES		MG	
	Observado	Contrafactual	Observado	Contrafactual
2015	7,9%	8,0%	7,3%	7,4%
2016	8,1%	7,7%	7,7%	7,2%
2017	8,2%	8,2%	8,1%	7,4%
2018	7,5%	8,4%	8,0%	7,6%
Período Simulado (média)	-	8,1%	-	7,4%

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

Para o cálculo da perda de arrecadação do ICMS, levaram-se em consideração as estimativas de perdas anuais do PIB, como calculado em nota técnica anterior (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021), e os coeficientes de impacto de cada estado mensurados na Seção 2 anterior, multiplicados pelas respectivas alíquotas contrafactuais de ICMS no período. Para o período estimado, 2015 a 2018, utilizaram-se as alíquotas contrafactuais anuais apresentadas na Tabela 2 anterior. No caso do período simulado (pós-2018) na parte 2 desta Nota técnica, utilizou-se a alíquota contrafactual média do período (última linha da Tabela 2).

Antes de prosseguir, é necessária uma descrição do repasse de ICMS aos municípios. Do valor total arrecadado do ICMS, 25% deve ser repassado aos municípios sob determinação constitucional. Desse modo, é possível obter os impactos sobre a arrecadação dos estados e municípios, separadamente. Além disso, a arrecadação total de ICMS está sujeita à retenção para o Fundeb, na proporção de 20% incidente sobre ambas as parcelas, a referente ao estado e aos municípios.

A próxima seção descreve a alíquota efetiva utilizada para os impostos federais e os repasses via fundos constitucionais.

3.3 Alíquotas efetivas dos tributos federais

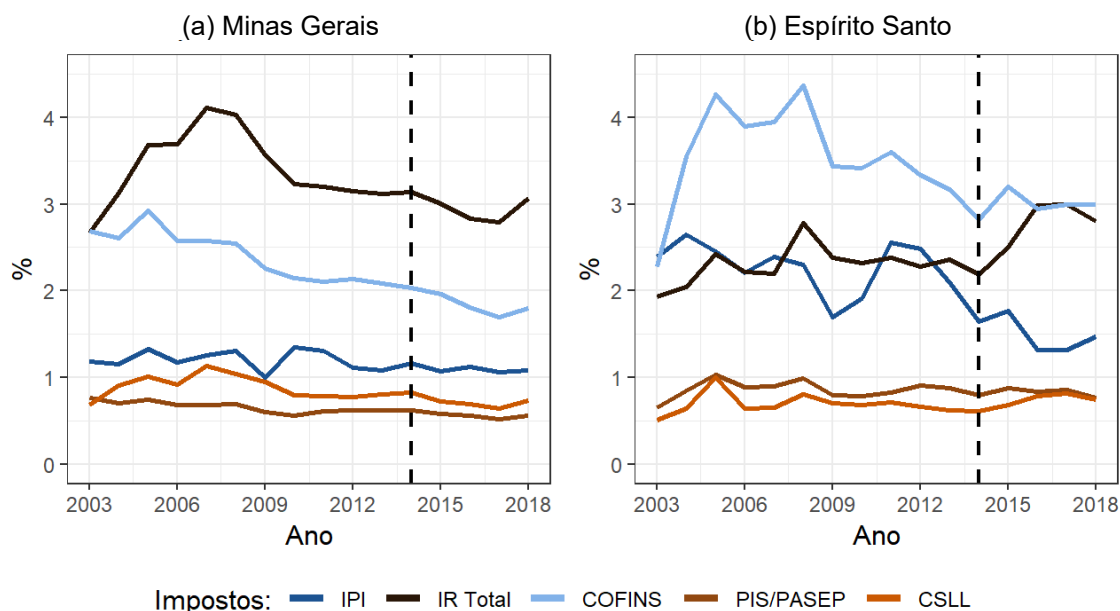
Haja vista que a arrecadação total obtida por Minas Gerais e Espírito Santo depende dos fatores econômicos de produção, tais como remuneração dos trabalhadores, circulação de bens, mercadorias e serviços entre os agentes da economia, esta subseção propõe a construção das alíquotas federais efetivas a partir da arrecadação pública gerada nos estados em análise.

Entre os tributos federais contemplados no cálculo da alíquota efetiva nesta seção, estão:

- IR: Imposto de Renda;
- CSLL: Contribuição Social sobre o Lucro Líquido;
- PIS: Programa de Integração Social;
- Pasep: Programa de Formação do Patrimônio do Servidor;
- Cofins: Contribuição de Financiamento da Seguridade Social;
- IPI: Impostos sobre Produtos Industrializados.

O Imposto de Renda aqui compreende a soma dos Impostos de Renda da Pessoa Física, da Pessoa Jurídica e o recolhido na fonte. No tocante à classificação entre impostos diretos e indiretos, temos o IR e a CSLL como contribuições diretas, enquanto o PIS, Pasep, Cofins e IPI são indiretos. O Gráfico 6 a seguir apresenta a alíquota efetiva, definida como a receita tributária em relação ao PIB estadual para cada um desses impostos. Computou-se o PIS e Pasep conjuntamente, pois essas informações não se encontram desagregadas nas bases públicas disponíveis.

Gráfico 6 — Impostos Federais considerados em Minas Gerais e Espírito Santo com relação ao PIB



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

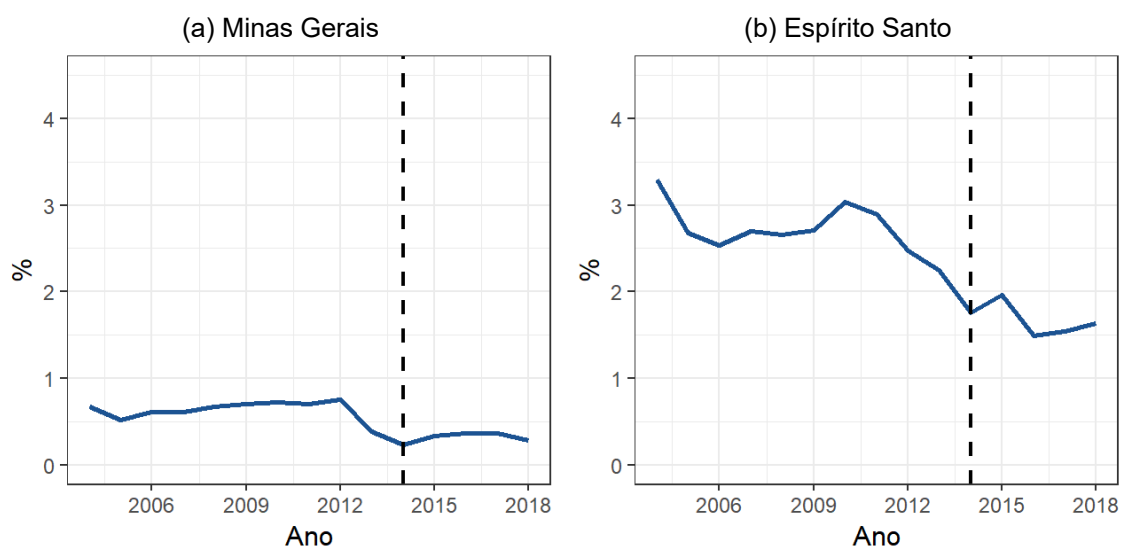
Verifica-se que a participação dos impostos federais com relação ao respectivo PIB estadual é diferente entre Minas Gerais e Espírito Santo. O primeiro tem Imposto de

Renda como a maior alíquota efetiva, entre os impostos federais. O estado do ES apresenta uma maior alíquota de arrecadação federal do Cofins.

Além desses impostos federais apresentados, contabilizaram-se os demais impostos federais advindos de impostos indiretos líquidos de subsídio (chamaremos de IILS para facilitar), os quais estão disponíveis apenas de maneira agregada no Sistema de Contas Nacionais. É o caso do Imposto sobre Operações Financeiras (IOF) e o Imposto sobre Importação (II).

No Sistema de Contas Nacionais (SCN) é possível obter o IILS a nível estadual. Dado que uma parte desses impostos já foram contabilizados nos exercícios anteriores, eles foram descontados nesse caso para se evitar dupla contagem, são eles: IPI, Cofins, PIS/Pasep, ICMS e ISS. A alíquota do imposto residual, portanto, corresponde à proporção do IILS descontado dos impostos supracitados em relação ao PIB dos estados. O Gráfico 7 a seguir apresenta as trajetórias do IILS calculado para Minas Gerais e Espírito Santo.

Gráfico 7 — Demais Impostos Federais em Minas Gerais e Espírito Santo com relação ao PIB



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.

Como se pode observar, o nível da alíquota efetiva dos demais impostos é superior no Espírito Santo, quando comparada à de Minas Gerais. É importante ressaltar que os movimentos das trajetórias das alíquotas podem ser explicados tanto por variações no

numerador, a saber, na receita tributária com os impostos em questão, quanto por variações no denominador, no caso, o PIB dos estados. As alíquotas efetivas dos Demais Impostos Indiretos utilizados no cômputo da perda de arrecadação correspondem à média das alíquotas entre 2011 e 2014.

A Tabela 3 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 apresentados nas seções anteriores, respectivamente.

Tabela 3 — Tabela síntese das alíquotas efetivas utilizadas

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 do valor contrafactual no período 2015-2018. No caso do ICMS, o impacto na arrecadação no “período estimado” (2015-2018) foi calculado com base nas alíquotas contrafactuais anuais, e no “período simulado” (pós-2018) utilizou-se a média apresentada anteriormente.

3.3.1 Repasses dos impostos da União para os Estados e Municípios

A partir das alíquotas efetivas federais calculadas para o Imposto de Renda — Total e o Imposto sobre Produtos Industrializados, obtêm-se as perdas de arrecadação total gerada nos estados. Uma vez que estes impostos são repassados a todas as unidades federativas e aos municípios por meio dos fundos constitucionais, prosseguiu-se ao

cômputo do impacto da perda de arrecadação destinada aos estados e municípios de MG e ES.

Para tanto, utilizam-se os coeficientes de cada um desses impostos que são destinados aos respectivos fundos, como apresentado na Tabela 4 seguinte.

Tabela 4 — Participação do IR e IPI destinada aos Fundos Constitucionais (%)

Fundos Constitucionais	IR ¹	IPI ²
Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal — FPE	21,5	21,5
Fundo de Participação dos Municípios — FPM ³	22,5	22,5
Fundo de Financiamento do Norte — FNO	0,6	0,6
Fundo de Financiamento do Nordeste — FNE	1,8	1,8
Fundo de Financiamento do Centro-Oeste — FCO	0,6	0,6
Fundo de Compensação pelas Exportações de Produtos Industrializados	0	10
Total	47	57
Retenção para transferência ao Fundeb	20	20

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

Nota: De acordo com a nomenclatura dos fundos constitucionais, tem-se: ¹Imposto sobre a Renda e Proventos de Qualquer Natureza. ²Imposto sobre Produtos Industrializados. ³O FPM sofreu adições de alíquotas posteriores contemplados nos cálculos desta Nota.

De maneira geral, os fundos estaduais e municipais recebem a maior parte dos repasses do IR e IPI, cerca de 44 p.p. de um total de 47 p.p. transferidos. Como mostrado na Tabela 4, destina-se um percentual constante de 21,5% dos impostos IR — Total e do IPI, no período de 2015 a 2018 (usados nas estimações dos resultados), ao Fundo de Participação dos Estados e do Distrito Federal (FPE). Em relação ao Fundo de Participação dos Municípios (FPM), o percentual de ambos os impostos definidos pela Constituição é de 22,5% com adições de alíquotas posteriores⁶.

Além desses repasses, os fundos regionais dispõem de uma pequena parcela como, por exemplo, o Fundo de Financiamento do Norte (FNO) com 0,6%, o Fundo de Financiamento do Nordeste com 1,8% e o Fundo de Financiamento do Centro-Oeste com 0,6% de ambos os impostos.

⁶ Mudanças na alíquota do FPM: A partir de 2006, adiciona-se 1 p.p. de acordo com o EC55/07. Em 2015, adiciona-se 0,25 p.p. para aproximar a acumulação de 0,5% de janeiro a junho daquele ano. Em 2016, adiciona-se 0,75 p.p. para aproximar a acumulação de 0,5% entre junho e dezembro de 2015 e de 1% entre janeiro e junho de 2016 distribuídos naquele ano. A partir de 2016 adiciona-se 1 p.p. para aproximar a acumulação de 1% de julho do exercício anterior até junho do ano de interesse, distribuídos em julho do ano de interesse.

O Fundo de Compensação pelas Exportações de Produtos Industrializados (IPI-Exp), por sua vez, recebe recursos exclusivamente da arrecadação de IPI no percentual de 10%. Além disso, todos os fundos (exceto os fundos regionais — FNO, FNE e FCO) estão sujeitos à retenção para o Fundeb sob a alíquota de 20%.

Para obter os valores de repasses, especificamente, para os estados de MG e ES, utilizam-se os coeficientes individuais de participação estaduais e municipais de cada fundo, como divulgado pelo Tribunal de Contas da União (TCU), por meio das suas decisões normativas publicadas em seu site.

No caso do FPE e do fundo IPI-Exp, as decisões normativas anuais definem os coeficientes estaduais de repasses dos recursos, líquidos da retenção do Fundeb, para o exercício do ano seguinte. Os recursos do FPE são destinados aos estados, enquanto os recursos do IPI-Exp são destinados aos estados e municípios. Da mesma forma, os repasses de recursos do FPM, líquidos do Fundeb, seguem os coeficientes estaduais e municipais definidos nas decisões normativas anuais para o exercício do ano seguinte e são destinados diretamente aos municípios.

Em relação ao FPM, o repasse segue dois passos. Primeiro, o valor total de recursos é dividido entre “Capitais”, “Interior” e “Reserva” — que são municípios com 142.633 habitantes ou mais — nas proporções 10%, 86,4% e 3,6%, respectivamente. Os municípios do Interior que fazem parte da Reserva recebem os recursos de ambas as divisões. O segundo passo é utilizar os coeficientes de participação dos municípios constantes em cada uma dessas subdivisões para obter as destinações aos estados de MG e ES. Vale ressaltar que, no percentual destinado aos municípios do Interior, primeiro aplica-se o coeficiente da divisão estadual e em seguida os coeficientes municipais para obter o valor que se destina a um município específico⁷.

Parte dos recursos do fundo IPI-Exp destinados aos estados é, por sua vez, repassada aos municípios. Do valor total repassado pela União aos estados, 25% devem ser destinados aos municípios, sob determinação constitucional. Além disso, aplica-se a retenção para o Fundeb de responsabilidade dos estados e municípios sobre esse valor.

Finalmente, os fundos regionais não são destinados aos estados de interesse, mas são considerados no cálculo de impactos na arrecadação total repassada por ente. Todos os coeficientes estaduais totais utilizados (que levam em consideração os coeficientes de participação individuais municipais e estaduais) estão no Apêndice E.

⁷ Os critérios de cálculo dos coeficientes podem ser obtidos no site do Tesouro Nacional: <www.tesourotransparente.gov.br/publicacoes/cartilhas-sobre-transferencias-intergovernamentais/2018/26>. Acesso em: 12 jul. 2021.

4 ESTIMATIVAS DE PERDA DE ARRECADAÇÃO E DE RECEBIMENTO DE REPASSES EM MG E ES

Este trabalho objetiva estimar as perdas de arrecadação e dos recebimentos via transferências intergovernamentais de impostos para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo. Do ponto de vista da perda de arrecadação, na Subseção 4.1 apresentam-se estimativas entre 2015 e 2018 de 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 4.2.

4.1 Perda de arrecadação dos tributos gerados em MG e ES de 2015 a 2018

Sob o espectro de geração das receitas tributárias, a arrecadação de um determinado imposto está submetida a uma localidade geográfica. É possível que um produto seja tributado em lugares diferentes — na origem, no destino, sob o consumo, sob a importação, sob a produção, sob a renda —, porém em cada um dos momentos da tributação é possível identificar o tipo do imposto e para qual esfera governamental ele foi destinado.

Nesta subseção apresentam-se as estimativas das perdas de receitas tributárias geradas nos estados de Minas Gerais e Espírito Santo. A Tabela 5 a seguir contém as estimativas dessas perdas decorrentes do rompimento entre 2015 e 2018. Esses resultados foram calculados a partir das perdas estimadas para a renda agregada no mesmo período de referência (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021), multiplicadas pelas respectivas proporções da perda que ocorreu em cada estado e, em sequência, pelas respectivas alíquotas efetivas de cada imposto considerado.

Tabela 5 — Resultado do impacto do rompimento na arrecadação gerada em MG e ES entre 2015 e 2018 (R\$ bilhões de 2020)

Ano	Estatística	Contrafactual 2 — PIB com ajuste		
		MG	ES	Total
2015	R\$ bilhões	-4,57	-3,30	-7,87
	% do PIB C2	0,65	1,88	0,90
2016	R\$ bilhões	-5,38	-3,86	-9,24
	% do PIB C2	0,79	2,51	1,10
2017	R\$ bilhões	-7,68	-5,56	-13,24
	% do PIB C2	1,08	3,43	1,52
2018	R\$ bilhões	-4,89	-3,55	-8,44
	% do PIB C2	0,69	2,10	0,97
Acumulado	R\$ bilhões	-22,52	-16,28	-38,80
	% do PIB C2	0,80	2,46	1,12

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

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. O “Contrafactual 2” (C2) refere-se à estimação por Controle Sintético dos pesos ótimos (do PIB contrafactual) que utiliza a série de PIB *per capita* de 2002 a 2014 da unidade atingida e dos potenciais controles como covariadas, seguindo a numeração de estudos anteriores (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2019; FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2020). “PIB com ajuste” refere-se ao ajuste da série de PIB a variações no preço do minério de ferro.

A Tabela 5, portanto, apresenta as estimativas das perdas acumuladas na arrecadação pública total nos dois estados considerando a estimação sob a especificação do Contrafactual 2 ajustado pelo preço do minério de ferro, descrito em nota anterior (FUNDAÇÃO GETULIO VARGAS (FGV), 2021). Os resultados estão a preços de R\$ bilhões de 2020. Desse modo, estima-se a magnitude do impacto acumulado entre os anos de 2015 e 2018 em torno de R\$ -38,80 bilhões, sendo R\$ -22,52 bilhões em Minas Gerais e R\$ -16,28 bilhões no Espírito Santo. Para cada ano, o tamanho do impacto é estimado em cerca de R\$ -4,57 bilhões (MG) e R\$ -3,30 bilhões (ES) em 2015, R\$ -5,38 bilhões (MG) e R\$ -3,86 bilhões (ES) em 2016, R\$ -7,68 bilhões (MG) e R\$ -5,56 bilhões (ES) em 2017, e R\$ -4,89 bilhões (MG) e R\$ -3,55 bilhões (ES) em 2018. Esses valores representam, em média, 0,80% (MG) e 2,46% (ES) do PIB do estado na ausência do rompimento (contrafactual).

Como descrito anteriormente, o impacto na arrecadação para o período estimado leva em consideração a perda potencial de PIB dos estados e, para o ICMS, as alíquotas contrafactuais que vigorariam na ausência do desastre. Para os demais impostos, em sua maioria impostos federais, pressupõe-se que as alíquotas permanecem relativamente estáveis no período após o desastre em nível equivalente ao período

exatamente anterior, 2011-2014. Por fim, os valores descritos incluem as perdas relativas às retenções para o Fundeb.

Desse modo, os resultados da Tabela 5 mostram que, apesar de MG ser responsável pela maior parte das perdas estimadas do PIB conjunto (62%, como apresentado no Gráfico 2), o estado responde por uma parcela menor das perdas (cerca de 58%, não apresentado). Isso se deve ao fato de que as alíquotas contrafactuais estimadas de ICMS para o estado de MG são em geral menores que as alíquotas para o estado do ES, assim como a alíquota efetiva total que também exhibe esse mesmo padrão.

4.1.1 Inclusão de taxas de desconto nas perdas acumuladas

O fato das perdas de arrecadação estimadas terem ocorridos entre 2015 e 2018 (e a publicação desses resultados se dá em 2021), incluiu-se o cálculo com três taxas de desconto: 0% a.a., 3% a.a. e 5% a.a. O caso da taxa 0% corresponde aos valores a preços de R\$ bilhões 2020 como apresentado na Tabela 5. A taxa de juros de 3% a.a., por sua vez, segue uma taxa de juros de títulos do governo (*i.e.*, de acordo com o título NTN-B 2026 — ou Tesouro IPCA, na nova nomenclatura) e reflete o custo de oportunidade do poupador no longo prazo para a economia brasileira, ou seja, o custo em termos de rentabilidade de investimentos alternativos ao longo do tempo. Assim, perdas ocorridas em 2016, por exemplo, precisam ser corrigidas pela taxa de juros e inflação para obtenção do seu valor presente em 2020.

A tabela a seguir apresenta os valores das perdas acumuladas entre 2015 e 2018 do modelo Contrafactual 2, que possui o melhor ajuste com a série observada pré-rompimento⁸.

Tabela 6 — Perdas no PIB Total (R\$ bilhões de 2020)

Variação no PIB	2015-2018		
	Taxa de desconto: 0%	Taxa de desconto: 3%	Taxa de desconto: 5%
PIB Total (MG+ES)	-39	-43	-46

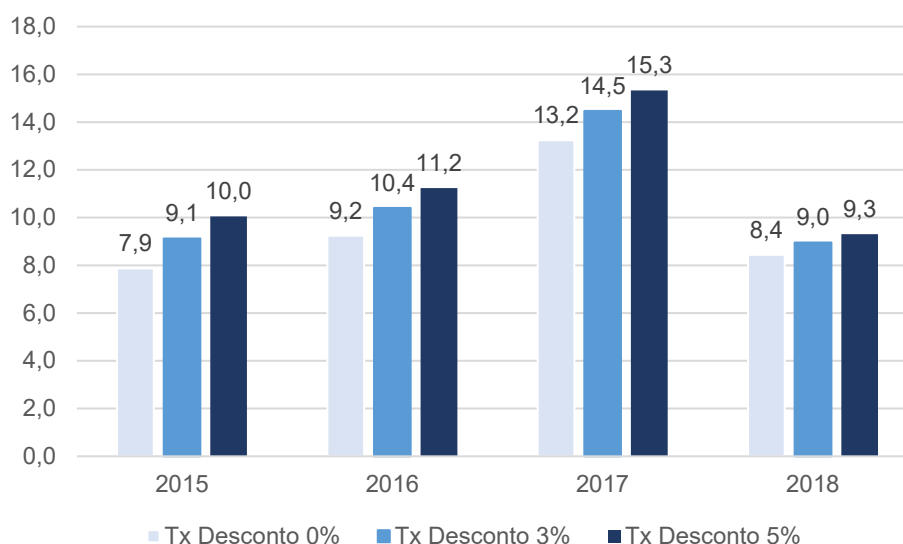
Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Resultados calculados a partir do Contrafactual 2 com ajuste.

⁸ O critério de decisão do melhor ajuste é feito a partir do cálculo da Raiz Quadrada do Erro Quadrático Médio (RMSE, da sigla em inglês) no período pré desastre (2002-2014), que está presente na tabela 1.

Na comparação entre esses resultados para o período 2015 e 2018, a perda de arrecadação estimada de Minas Gerais e Espírito Santo, conjuntamente, figura entre R\$ 39 bilhões (taxa de 0%) a R\$ 46 bilhões (taxa de 5%) em valores de bilhões de Reais de 2020. Uma análise ano a ano pode ser verificado no gráfico a seguir. Observa-se que, ao levar em consideração a taxa de desconto de 3%, relativamente ao cenário de taxa de desconto de 0%, e tendo 2020 como ano base, as perdas nos períodos com dados observados são maiores. Embora seja uma consequência direta do desconto, essa diferença levanta 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.

Gráfico 8 — Perda de arrecadação total estimada 2015-2018 (R\$ bilhões de 2020)



Fonte: Elaboração própria (2021).

4.2 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 no período de 2015 a 2018. 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, as subseções 3.2 e 3.3 iniciam 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 transferências. A seguir, mostra as perdas de arrecadação destinada aos estados e municípios de MG e ES com base nas três taxas de desconto analisadas: 0%, 3% e 5%. 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. 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 em sequência apresenta os resultados para impacto calculado a partir da composição Contrafactual 2 com ajuste pelo preço do minério de ferro no período 2015-2018. 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 a seguir mostra o impacto sobre a arrecadação total destinada a MG e ES por ente nacional. A primeira parte (linhas) da tabela desagrega 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.

É importante ressaltar que as taxas de desconto alteram o tamanho da perda de arrecadação, mas não alteram a distribuição das perdas entre os entes Nacionais. 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. Por exemplo, a perda de arrecadação destinada ao estado de MG representa cerca de 68% da perda total do estado e municípios (não apresentado na tabela), entre R\$ 6,0 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 7,1 bilhões (desconto de 5%), enquanto a perda de arrecadação destinada ao estado do ES representa cerca de 67% da perda total sob o mesmo cenário, entre R\$ 4,0 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 4,7 bilhões (desconto de 5%).

Outro ponto importante é a magnitude relativa do impacto sobre a arrecadação destinada à União. A perda total de arrecadação absorvida pelo Governo Central situou-se entre R\$ 15,8 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 18,8 bilhões (desconto de 5%) no horizonte 2015-2018, o que representa 41% do impacto total (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\$ 3,7 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 4,3 bilhões (desconto de 5%) 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 situa-se entre R\$ 4,3 bilhões (desconto de 0%) e R\$ 5,1 bilhões (desconto de 5%) no horizonte 2015-2018. 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 7 — Impacto na arrecadação pública distribuída por entes federativos e União (R\$ bilhões de 2020) — Cenários com as três taxas de desconto

Entes Nacionais	Contrafactual 2 com ajuste acumulado 2015-2018		
	0%	3%	5%
<i>Arrecadação MG</i>	-9,0	-9,9	-10,6
Estado	-6,0	-6,7	-7,1
Municípios	-3,0	-3,3	-3,5
<i>Arrecadação ES</i>	-6,0	-6,7	-7,1
Estado	-4,0	-4,4	-4,7
Municípios	-2,0	-2,2	-2,4
União	-15,8	-17,5	-18,8
Demais estados	-2,0	-2,2	-2,3
Demais municípios	-1,7	-1,9	-2,0
Fundeb	-4,3	-4,7	-5,1
Total	-38,8	-43,0	-45,9

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.

5 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 os anos de 2015 a 2018 mostram uma perda total de arrecadação pública para todos os entes nacionais entre R\$ 38,8 bilhões (taxa de desconto de 0%) e R\$ 45,9 bilhões (taxa de desconto 5%). Em relação a esse resultado principal da Nota Técnica, é importante ressaltar alguns pontos. Em primeiro lugar, 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 41% da perda é absorvida pela União no período considerado. 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% 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 — PIB ajustado pelo preço do minério de ferro

No primeiro estudo realizado pela Fundação Getúlio Vargas (2019) sobre a renda agregada foi proposto um ajuste no PIB *per capita* dos estados de modo que parte da variação da série nos estados pode ser explicada por choques no preço do minério de ferro. Foi então proposta uma metodologia para retirar a influência desses choques no PIB dos municípios. Estimou-se o seguinte modelo linear utilizando os anos de 2002 a 2014:

$$PIB_{it} = \mu_i + \delta_t + \beta P_t S_i^M + \epsilon_{it}$$

onde,

- PIB_{it} é o PIB do estado i no tempo t ;
- μ_i é o efeito fixo do estado i ;
- δ_t é o efeito específico do ano t comum a todos os estados;
- P_t é o preço do minério de ferro em US\$ negociado em Tianjin (FMI, 2009);
- S_i^M é a média da participação do valor adicionado do setor extrativo para o estado i de 2002 a 2014;
- β é a sensibilidade dos estados à variação no P_t e S_i^M ;
- ϵ_{it} é o erro idiossincrático assumido satisfazer as hipóteses convencionais.

Para o presente estudo realizou-se o mesmo procedimento, com a diferença de que agora os PIBs de Minas Gerais e Espírito Santo estão separados na estimação, assim como seus respectivos efeitos fixos de unidade federativa. A Tabela 1 a seguir contém os principais resultados:

Tabela 1 — Modelo de regressão para o ajuste do PIB aos choques do preço de Minério de ferro (MG e ES separados)

Variável Dependente: PIB <i>per capita</i>	
	Coefficiente
Preço do minério de ferro × participação média do setor extrativo no PIB estadual	1,772 (2,11)
Efeito Fixo de ano	Sim
Efeito Fixo de UF	Sim
Observações	351

Fonte: Elaboração própria (2021).

Nota: Estatística t robusta entre parênteses.

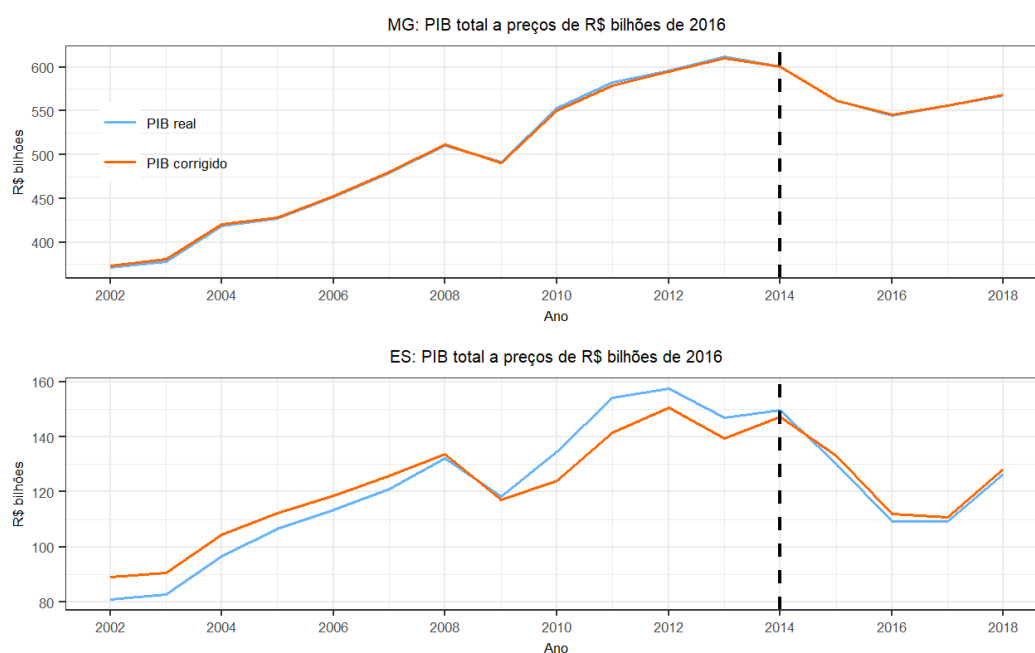
*** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1

A partir disso, é possível calcular o PIB ajustado ($\widehat{PIB}_{it}$) para todas as unidades federativas, de 2002 a 2018, por meio da fórmula:

$$\widehat{PIB}_{it} = PIB_{it} - \hat{\beta}(P_t - P^M)S_t^M$$

onde, P^M é a média do preço do minério de ferro de 2002 a 2014. O Gráfico 1 a seguir apresenta as séries do PIB com e sem ajuste para Minas Gerais e Espírito Santo.

Gráfico 1 — Comparação entre o PIB observado e ajustado



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

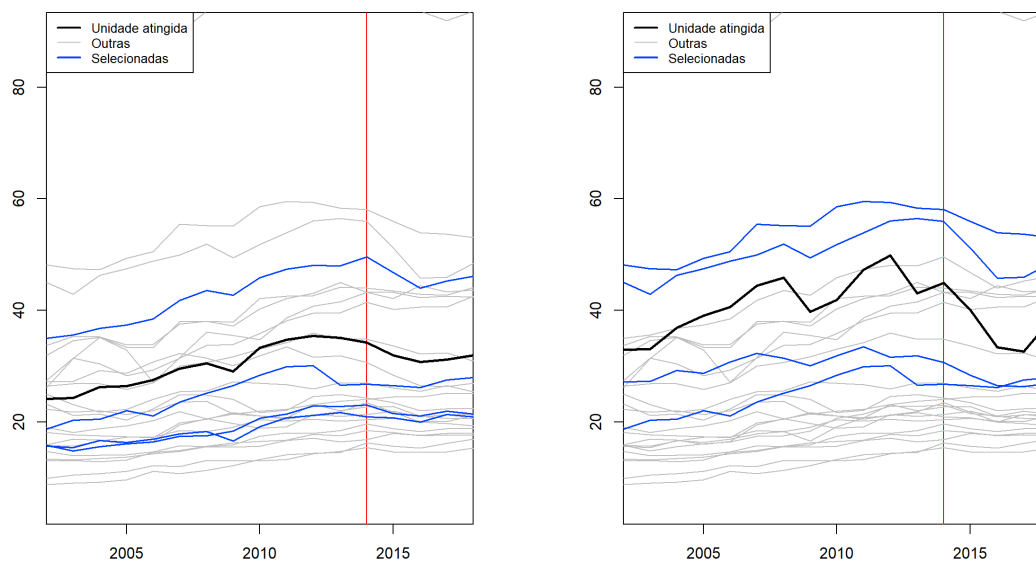
APÊNDICE B — Demais resultados do controle sintético de MG e ES do PIB (separadamente)

O presente apêndice contém informações adicionais dos resultados do controle sintético do PIB *per capita* para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, separadamente, incluindo o ano de 2018, assim como as atualizações do IBGE.

O Gráfico 1 apresenta as dinâmicas das séries de PIB *per capita* de todas as unidades federativas, com enfoque para as selecionadas, destacadas em azul, e as de Minas Gerais e Espírito Santo, destacadas em preto nos painéis (a) e (b), respectivamente. Uma análise complementar à do p-valor pode ser vista nos painéis (a) e (b) do Gráfico 2. O Gráfico 3, por sua vez, mostra a distribuição dos impactos dos placebos e dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, ponto vermelho, para o PIB com ajuste no Contrafactual 2.

Gráfico 1 — PIB *per capita* dos estados selecionados nos controles sintéticos (Contrafactual 2 com ajuste)

(a) Minas Gerais — PIB *per capita* com ajuste (b) Espírito Santo — PIB *per capita* com ajuste

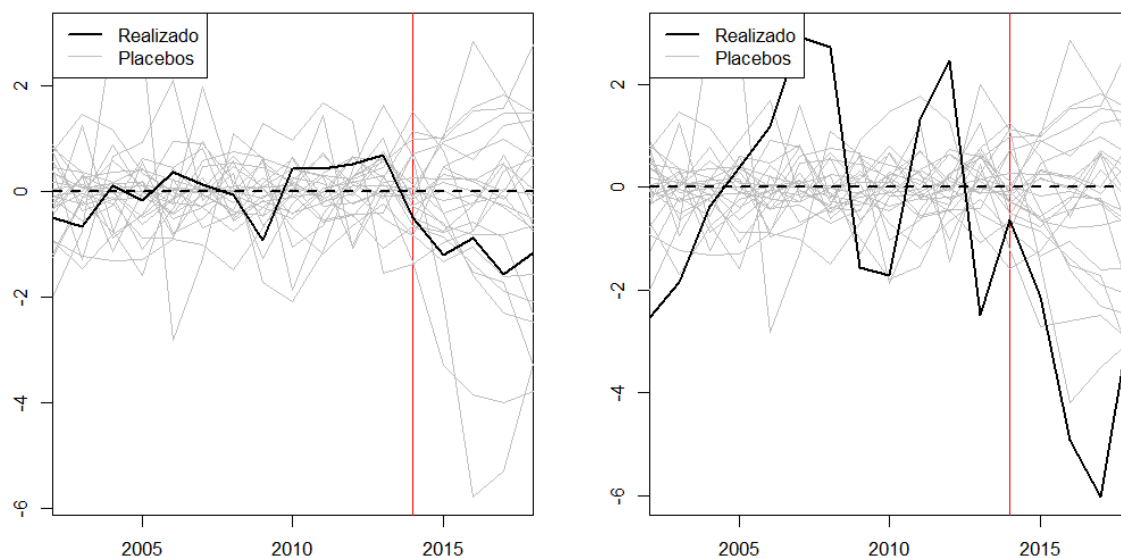


Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados IBGE.

Gráfico 2 — MG e ES: Placebos (Contrafactual 2 com ajuste)

(a) Minas Gerais — PIB *per capita* com ajuste

(b) Espírito Santo — PIB *per capita* com ajuste

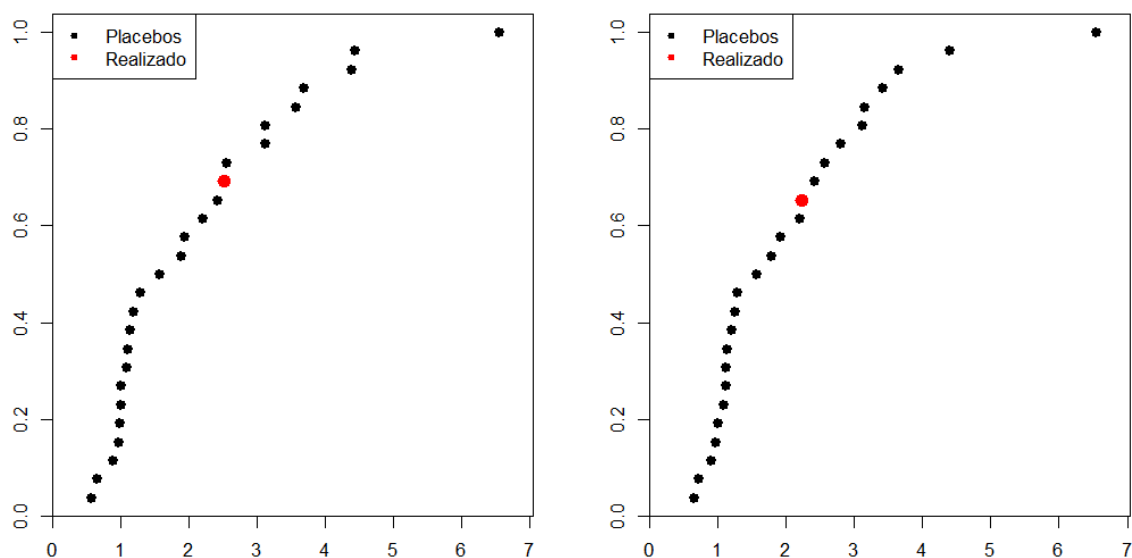


Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados IBGE.

Gráfico 3 — Distribuição acumulada da razão pré/pós RMSE (Contrafactual 2 com ajuste)

(a) Minas Gerais — PIB *per capita* com ajuste

(b) Espírito Santo — PIB *per capita* com ajuste



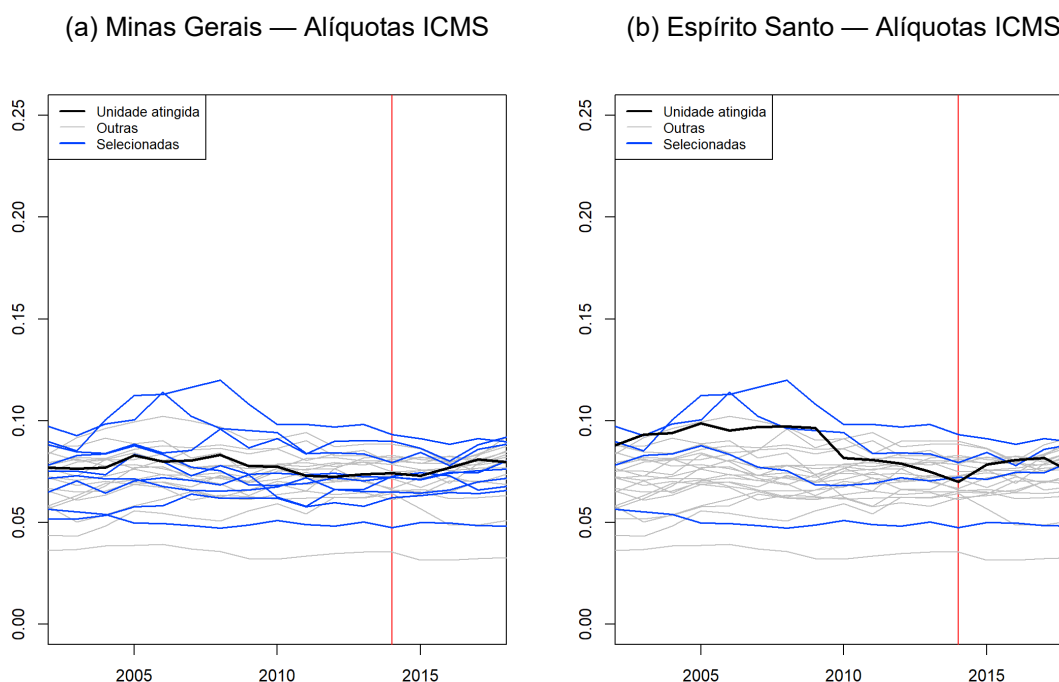
Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados IBGE.

APÊNDICE C — Demais resultados do controle sintético de MG e ES do ICMS (separadamente)

O presente apêndice contém as principais informações dos resultados do controle sintético das alíquotas efetivas para os estados de Minas Gerais e Espírito Santo, separadamente, incluindo o ano de 2018, assim como as atualizações do IBGE.

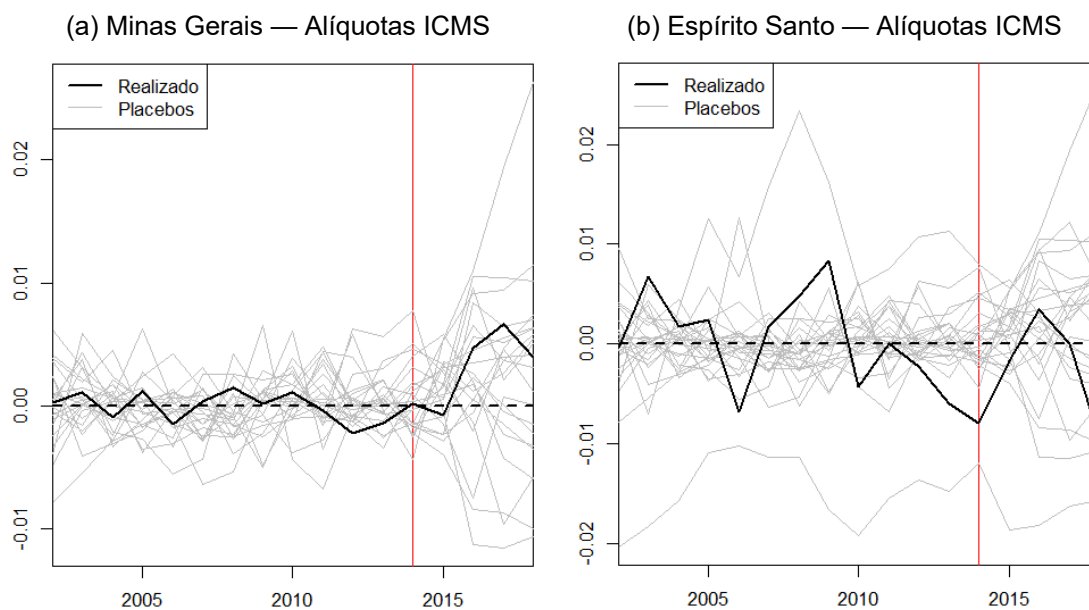
O Gráfico 1, por sua vez, apresenta as dinâmicas das alíquotas efetivas de todas as unidades federativas, com enfoque para as selecionadas e a de Minas Gerais e Espírito Santo, analisadas separadamente. Uma análise complementar à do p-valor pode ser vista nos painéis (a) e (b) da Gráfico 2. O Gráfico 3, por sua vez, mostra a distribuição dos impactos dos placebos e dos estados de Minas Gerais e Espírito Santo, ponto vermelho, para o PIB com ajuste no Contrafactual 2.

Gráfico 1 — Alíquota efetiva do ICMS dos estados selecionados nos controles sintéticos (Contrafactual 2 sem ajuste)



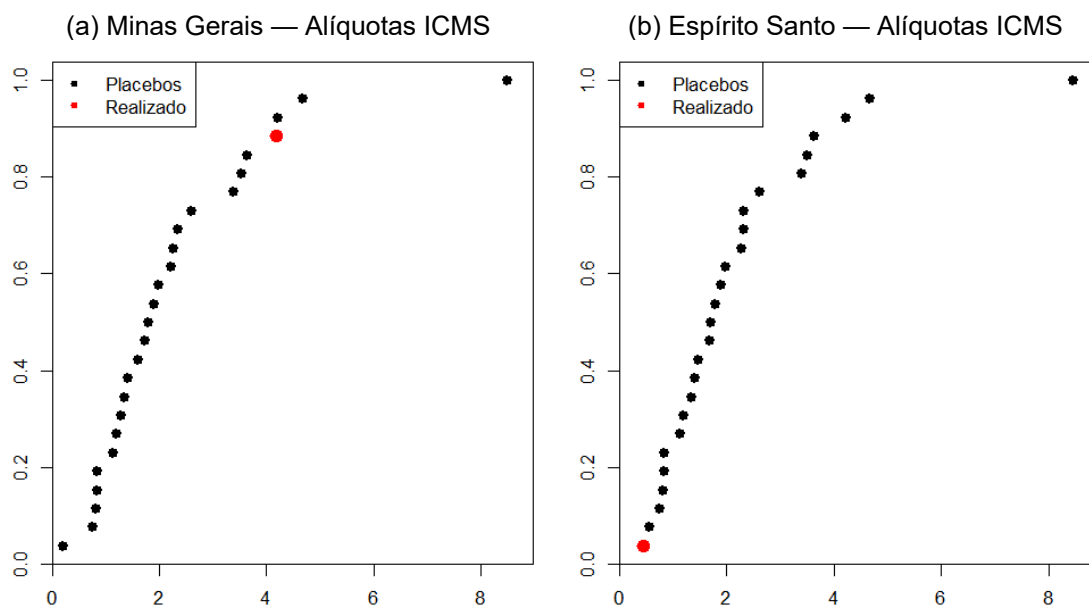
Fonte: Elaboração própria (2021), a partir de dados IBGE.

Gráfico 2 — MG e ES: Placebos (Contrafactual 2 sem ajuste)



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

Gráfico 3 — Distribuição acumulada da razão pré/pós RMSE (Contrafactual 2 sem ajuste)



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

APÊNDICE D — Cálculo do VPL

Este apêndice apresenta o cálculo do valor presente líquido (VPL) obtido nas tabelas de perdas na arrecadação pública (ver Subseção 4.1). 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 E — Coeficientes de participação

Este apêndice complementa a Subseção 3.3.1, 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 Subseção 3.3.1, 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.