

# **APLICAÇÃO DA METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO E COMPARAÇÃO DE CENÁRIOS**

**Apoio à Implementação da Proposta de  
Preparação de Instrumentos de Mercado (MRP)  
do Brasil - Componente 2B**

**PRODUTO A.4**

## FICHA TÉCNICA

### ESTUDO

Produto A.4 – Aplicação da Metodologia para Avaliação e Comparação de Cenários.

### PROJETO

Apoio à Implementação da Proposta de Preparação de Instrumentos de Mercado (MRP) do Brasil – Componente 2B.

### FINANCIAMENTO

The World Bank

### APOIO

Ministério da Economia

### EQUIPE

Cláudia Hiromi, FGVces  
Guarany Osório, FGVces  
Guilherme Borba Lefèvre, FGVces  
Gustavo Velloso Breviglieri, FGVces  
Mario Prestes Monzoni Neto, FGVces

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Alketa Peci pelas valiosas contribuições durante a elaboração deste estudo.

### CITAR COMO

FGVces. Produto A.4 – Aplicação da Metodologia para Avaliação e Comparação de Cenários. Apoio à Implementação da Proposta de Preparação de Instrumentos de Mercado (MRP) do Brasil - Componente 2B. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, 2020.

### REALIZAÇÃO



## Sumário

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS .....	4
EXECUTIVE SUMMARY .....	6
SUMÁRIO EXECUTIVO .....	9
INTRODUÇÃO .....	12
1. CONTEXTUALIZAÇÃO: PASSOS PARA O RANQUEAMENTO DE ALTERNATIVAS EM UMA ANÁLISE MULTICRITÉRIO .....	13
2. OBJETIVO DA INTERVENÇÃO E ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS .....	16
2.1 A CONTRIBUIÇÃO NACIONALMENTE DETERMINADA DO BRASIL .....	16
2.2 CENÁRIOS DE PRECIFICAÇÃO DE CARBONO .....	18
3. CRITÉRIOS PARA PRIORIZAÇÃO DAS ALTERNATIVAS (HIERARQUIA DE DECISÃO) .....	23
4. CRITÉRIOS PONDERADOS (PESOS).....	28
5. DESEMPENHO DAS ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS .....	35
6. RANQUEAMENTO GLOBAL.....	53
6.1 TESTES DE SENSIBILIDADE .....	57
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PRÓXIMOS PASSOS .....	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
APÊNDICES .....	74

## LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AFOLU	<i>Agriculture, Forests and other land use</i>
AHP	<i>Analytical Hierarchy Process</i>
AIR	Análise de Impacto Regulatório
AMC	Análise Multicritério
ANA	Agência Nacional de Águas
c.c.	Custo de controle
CAPEX	<i>Capital expenditures</i> (Investimentos em Bens de Capitais)
CH4	Metano
CIDE	Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico
CO2	Dióxido de carbono
CV	Coeficiente de variação
EE	Efeitos Elementares
FGV	Fundação Getulio Vargas
GEE	Gases de efeito estufa
GHG	<i>Greenhouse gas</i>
GLP	Gás liquefeito de petróleo
HFCs	Hidrofluorcarbonetos
i. c.	Intensidade de comércio
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IPC	Instrumento de precificação de carbono
IPCA	Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ITR	Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural
MAUT	Teoria da utilidade multiatributo
MCA	<i>Multicriteria Analysis</i>
MDS	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MRP	<i>Market Readiness Proposal</i>
MRV	Monitoramento, Relato e Verificação
N2O	Óxido nitroso
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i> (Contribuição Nacionalmente Determinada)
NF3	Trifluoreto de nitrogênio

OAT	<i>One-at-a-time</i>
OMC	Organização Mundial do Comércio
OT	Oficina Técnica
PFCs	Perfluorcarbonetos
PIB	Produto Interno Bruto
PMR	<i>Partnership for Market Readiness</i>
REPENEC	Regime especial de incentivos para o desenvolvimento de infraestrutura da indústria petrolífera nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste
REPEX	Regime aduaneiro especial de importação de petróleo bruto e seus derivados
RIA	<i>Regulatory Impact Analysis</i>
SCE	Sistema de Comércio de Emissões
SF6	Hexafluoreto de enxofre
SMART	Técnica de ranqueamento multiatributo simples
tCO2e	Tonelada de dióxido de carbono equivalente
UE	União Europeia

## EXECUTIVE SUMMARY

This report presents the ranking of the regulatory alternatives analyzed by the PMR Brazil Project (carbon pricing and reference scenarios/packages) as its main contribution and result and, thus, offers the best picture available so that policy and decision makers can support, communicate, and, eventually, adjust their proposals regarding the achievement of Brazilian goals under the Paris Agreement.

Both the definition of the ultimate goal for public intervention and the regulatory alternatives considered stem from processes and sources external to the Regulatory Impact Analysis (RIA). Hence, they are simply incorporated and replicated in the present analysis. The alternatives comprise a reference scenario, based on command and control instruments, and six carbon pricing scenarios, based on economic instruments.

A Multicriteria Analysis (MCA) feeds the **PMR Brazil Project's** RIA, that is, each regulatory alternative is compared with the others based on a series of relevant criteria for achieving the public intervention goal. These criteria were identified through a content analysis of the responses offered by **Project** stakeholders as part of a round of (online) questionnaires, without any imposition of previous theoretical perspectives or preconceived criteria. The criteria were, then, clustered according to their similarity and proximity.

This first round of questionnaires also made it possible to assign weights to each criterion. That is, based on the frequencies with which each criterion was mentioned by the respondents, the Analytical Hierarchy Process (AHP) method was used to discover their relative importance. For instance, at a higher level (first order) of criteria, we find that, for the purposes of the **PMR Brazil Project**, the Economic Impacts of a regulatory alternative should account for 41.5% of its global assessment (about five times more than the degree of Public Acceptance). In total, 22 criteria were taken into consideration to compare the regulatory alternatives, sixteen of which needed to be assessed directly<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Two of the criteria, at the lowest hierarchical level, could not be answered due to lack of data. Thus, the analysis ended up with a total of 20 criteria, of which fifteen were subject to direct evaluation.

The evaluation of the regulatory alternatives was then carried out from two data sources: assessment of the socioeconomic impacts of carbon pricing using an integrated modelling approach centered on a general equilibrium model<sup>2</sup>; and ii) direct evaluation by **Project** stakeholders, through an online questionnaire, for those criteria that could not be answered by the model. The results from both sources were converted to a common scale (ranging from zero to one hundred).

Finally, the last step of the RIA was the classification of each regulatory alternative by multiplying the scores obtained for each scenario (converted to the common scale) by the weight of each criterion and adding up all the weighted scores<sup>3</sup>. That is, it is the global ranking of the scenarios, according to the sum of their performance within each criterion identified in the analysis.

Having covered all these steps, it is possible to summarize some of the main results of the analysis:

- ▣ There is considerable distance between the Reference scenario, based on command and control instruments, and the carbon pricing scenarios: the overall performance of that scenario is almost three times worse than what is found for the rest of the scenarios. In other words, a strategy based solely on command and control mechanisms does not appear to be an attractive approach for Brazil to reach its emissions reductions commitments;
- ▣ The only scenario including the greenhouse gas (GHG) emissions from cattle ranching in the scope of regulation is clearly superior. In all the analyzes conducted, this scenario receives the highest global score among the alternatives considered. At the highest level of the decision hierarchy, such a scenario fails to be the best only with regard to Public Acceptancy. However, any difficulties in this regard appear to be more than offset by social, economic, environmental and even administrative gains; and
- ▣ The other scenarios prove to be very close. By conducting sensitivity tests, nonetheless, it is possible to identify slightly lower performances for the scenarios that exclude so-called sensitive fuels from the pricing instrument or that apply a border tax on imports, based on their GHG emissions.

---

<sup>2</sup> **Component 2A** of the **PMR Brazil Project** used the IMACLIM-BR model for its macroeconomic modeling, with input from sectoral models, for example, for the energy and AFOLU sectors (Agriculture, Forests and other land use). The description of these models can be found in the reports of **Component 2A** itself.

<sup>3</sup> A final stage of the analysis will also discuss, in **Product A.5**, issues regarding the monitoring and evaluation strategies for carbon pricing instruments.

Several other analyzes can be performed based on the results of the MCA that feeds the **PMR Brazil Project's** RIA. Naturally, these cannot be exhausted in this Executive Summary, or even in the report as a whole. In effect, the discussions presented here can be seen as an invitation for the reader to investigate the tables that offer the scores of each scenario within each criterion (in **Section 5**) and global (in **Section 6**, as well as in **Appendix 4**, for the sensitivity tests).

Hence, more than assertively presenting recommendations about the best path to be pursued for reaching Brazil's Nationally Determined Contribution (NDC), the RIA offers an extensive database so that each **Project** stakeholder can refine their perceptions and base future research efforts and outreach activities within the discussions that will continue to occur regarding the adoption of carbon pricing instruments in Brazil in other forums and instances of deliberation.



## SUMÁRIO EXECUTIVO

O presente relatório apresenta como principal contribuição e resultado o ranqueamento das alternativas regulatórias (cenários/pacotes de precificação de carbono e de referência) analisadas pelo **Projeto PMR Brasil** e, assim, oferecer a melhor informação disponível para que formuladores de políticas públicas e tomadores de decisão possam embasar, comunicar e, eventualmente, ajustar suas propostas com relação ao atingimento das metas brasileiras no âmbito do Acordo de Paris.

Tanto a definição do objetivo final da intervenção, quanto das alternativas regulatórias analisadas decorrem de processos externos à Análise de Impacto Regulatório (AIR) e são tão somente replicados e incorporados à análise. Tais alternativas contemplam um cenário de referência, baseado em instrumentos de comando e controle, e seis cenários baseados em instrumentos de precificação de carbono.

A AIR do **Projeto PMR Brasil** é alimentada por meio de uma Análise Multicritério (AMC). Isto é, cada uma das alternativas regulatórias é comparada com as demais a partir de uma série de critérios relevantes para o atingimento do objetivo da intervenção. Esses critérios foram, então, identificados a partir da análise de conteúdo das respostas oferecidas pelos *stakeholders* do **Projeto** a uma rodada de questionários (em formato *online*), sem qualquer imposição de perspectivas teóricas prévias ou de categorias e critérios pré-concebidos. Os critérios identificados foram, em seguida, agrupados em clusters conforme sua proximidade ou similaridade.

Essa primeira rodada de questionários também possibilitou a atribuição de pesos para cada critério. Isto é, a partir das frequências com que cada critério foi citado pelos respondentes, empregou-se o método *Analytical Hierarchy Process* (AHP) para descobrir a importância relativa de cada um. Por exemplo, em um primeiro nível (ordem) de critérios, encontrou-se que, para fins do **Projeto PMR Brasil**, os Impactos Econômicos de uma alternativa regulatória deveriam responder por 41,5% de sua avaliação global (cerca de cinco vezes mais do que o grau de Aceitação Pública). Ao todo, 22 critérios foram levados em consideração para a comparação das alternativas, dos quais dezesseis necessitariam de avaliação direta<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Dois dos critérios, no menor nível hierárquico, não puderam ser respondidos por falta de dados. Assim, a análise terminou por contar com um total de 20 critérios, dos quais quinze foram alvo de avaliação direta.

Então, o processo de avaliação das alternativas regulatórias foi realizado a partir de duas fontes de dados: i) avaliação dos impactos socioeconômicos da precificação de carbono por meio de modelagem integrada centrada em um modelo de equilíbrio geral<sup>5</sup>; e ii) avaliação direta por parte dos *stakeholders* do **Projeto**, por meio de questionário *online*, para aqueles critérios que não puderam ser respondidos pela modelagem. Os resultados de ambas as fontes foram convertidos para uma escala comum (variando de zero a cem).

Por fim, o último passo da AIR do **Projeto PMR Brasil** foi a classificação de cada alternativa regulatória ao multiplicar as pontuações obtidas por cada cenário (convertidas para a escala comum) pelo peso de cada critério e somar todas as pontuações ponderadas<sup>6</sup>. Isto é, trata-se do ranqueamento global dos cenários contemplados, conforme seus desempenhos dentro de cada critério identificado na análise.

Percorridos todos esses passos, é possível resumir alguns dos principais resultados:

- ▣ Há distância considerável entre o cenário de Referência, baseado em instrumentos de comando e controle, e os cenários de precificação: o desempenho global daquele cenário é quase três vezes pior ao observado para o restante dos cenários. Ou seja, uma estratégia centrada em mecanismos de comando e controle não aparenta ser uma abordagem atrativa para o atingimento dos compromissos de reduções de emissões do Brasil;
- ▣ Existe clara superioridade do único cenário em que um instrumento de precificação engloba também as emissões de gases de efeito estufa (GEE) provenientes da pecuária de corte. Em todas as análises conduzidas, o cenário obtém a maior pontuação global de todos. No nível mais alto da hierarquia de decisão, tal cenário não é o melhor avaliado apenas no que diz respeito à Aceitação Pública. Entretanto, quaisquer dificuldades nesse sentido parecem ser mais do que compensadas pelos ganhos sociais, econômicos, ambientais e até mesmo administrativos; e

---

<sup>5</sup> O **Componente 2A** do Projeto PMR Brasil empregou o modelo IMACLIM-BR para suas modelagens macroeconômicas, com aporte de modelos setoriais, por exemplo, para os setores energético e de AFOLU (agricultura, florestas e outros usos da terra). A descrição desses modelos pode ser encontrada nos relatórios do próprio **Componente 2A**.

<sup>6</sup> Uma última etapa da análise ainda discutirá, no **Produto A.5**, questões referentes a estratégias de monitoramento e avaliação para instrumentos de precificação de carbono.

- ▣ Os demais cenários se revelam muito próximos, ainda que seja possível, por meio da condução de testes de sensibilidade, identificar desempenhos ligeiramente inferiores dos cenários que excluem combustíveis tidos como sensíveis do instrumento de precificação ou que aplicam uma taxa de fronteira para a tributação de importações, com base em suas emissões de GEE.

Diversas outras análises podem ser realizadas a partir dos resultados da AMC que alimenta a AIR do **Projeto PMR Brasil** e, naturalmente, não podem ser esgotadas neste **Sumário Executivo**, ou mesmo no relatório como um todo. Com efeito, as discussões aqui presentes podem ser vistas como convite para que o leitor investigue as tabelas apresentadas com a pontuação de cada cenário dentro de cada critério (na **Seção 5**) e global (na **Seção 6**, bem como no **Apêndice 4**, para os testes de sensibilidade).

Assim, mais do que assertivamente oferecer recomendações acerca do melhor caminho a ser perseguido para o atingimento da NDC brasileira, a AIR oferece extensiva base de dados para que cada *stakeholder* do **Projeto** possa refinar suas percepções e embasar futuros esforços de pesquisa e posicionamentos nas discussões que seguirão ocorrendo acerca da adoção de instrumentos de precificação de carbono no Brasil em outros fóruns e instâncias de deliberação.

## INTRODUÇÃO

O presente documento corresponde ao **Produto A.4 – Aplicação da metodologia para avaliação e comparação de cenários**, do **Contrato Nº 7180192** celebrado entre **The World Bank**, doravante denominado como **Banco Mundial**, e a **Fundação Getulio Vargas (FGV)**, objetivando o apoio à implementação da Proposta de Preparação de Instrumentos de Mercado (*Market Readiness Proposal* – MRP) do Brasil, no contexto da Parceria para Preparação de Instrumentos de Mercado (*Partnership for Market Readiness* – PMR).

No âmbito do **Projeto PMR Brasil**, em seu **Componente 2**, de Avaliação de Impacto, convencionou-se a divisão das atividades entre o **Componente 2A**, responsável pela realização de modelagem macroeconômica dos impactos de instrumentos de precificação de carbono (IPCs), e o **Componente 2B**, dedicado à Análise de Impacto Regulatório (AIR) dos cenários propostos.

Assim, o **Componente 2B** atua como integrador metodológico do Projeto, consolidando os resultados dos trabalhos do **Componente 2A** com informações adicionais e, conseqüentemente, comparando diferentes cenários de precificação de carbono, com o emprego dos métodos mais adequados para tanto, e gerando resultados claros e assertivos.

Entretanto, em decorrência da alteração da equipe responsável pela condução de tal Componente e “por conta das restrições de tempo presentes e dos avanços na execução do trabalho dos outros componentes de **Projeto PMR Brasil**, os objetivos e escopo do trabalho da AIR foram simplificados em relação à proposta original contida no Termo de Referência do **Componente 2B**” (PMR, 2019).

Nesse contexto, os **Produtos A.1, A.2 e A.3** apresentaram e detalharam a estratégia para a implementação da AIR do **Projeto**, os métodos a serem empregados nesta análise e os procedimentos de consulta a *stakeholders*. Este **Produto A.4**, então, sintetiza os resultados de cada etapa percorrida na AIR, em combinação com aqueles obtidos pela modelagem dos impactos socioeconômicos dos IPCs, e resulta no ranqueamento global das alternativas regulatórias contempladas pelo **Projeto PMR Brasil**.

## 1. Contextualização: passos para o ranqueamento de alternativas em uma Análise Multicritério

---

O objetivo final do presente **Produto** é oferecer o ranqueamento das alternativas regulatórias (cenários/pacotes de precificação de carbono e de referência) analisadas pelo **Projeto PMR Brasil**. Para tanto, os passos percorridos por uma análise multicritério (AMC) como ferramenta de uma AIR são elencados a seguir (e retratados na **Figura 1**):

- 1) Determinar os objetivos da regulação e identificar as alternativas regulatórias possíveis;
- 2) Determinar os critérios para priorização das alternativas. Cada critério deve contar com uma descrição específica e com unidade de mensuração clara;
- 3) Atribuir pesos para cada critério, refletindo a importância relativa de cada um com relação ao objetivo final da regulação;
- 4) Atribuir pontuações para cada alternativa regulatória dentro de cada critério identificado. Converter os resultados para uma escala comum, permitindo a comparação de elementos de diferente natureza; e
- 5) Classificar cada alternativa regulatória ao multiplicar as pontuações convertidas para a escala comum pelo peso de cada critério e somar todos as pontuações ponderadas (FGVces, 2014).

Ao perseguir tais passos, é possível oferecer a melhor informação disponível para que formuladores de políticas públicas e tomadores de decisão possam embasar, comunicar e, eventualmente, ajustar suas ideias para lidar com determinado problema por meio de um processo transparente e baseado no engajamento de diferentes *stakeholders*, ao invés de simplesmente procurar uma única solução para um problema complexo (Comissão Europeia, 2018).

Ou seja, a realização do último passo de uma AMC dentro de uma AIR, o ranqueamento global das alternativas, permite que o tomador de decisão observe por quais motivos uma alternativa se apresenta superior às demais, bem como analisar como as diferentes pontuações atribuídas para cada alternativa analisada, dentro de um mesmo critério, impactam a classificação final destas, permitindo uma comparação imediata e sistemática de todos os cenários contemplados pelo **Projeto**.

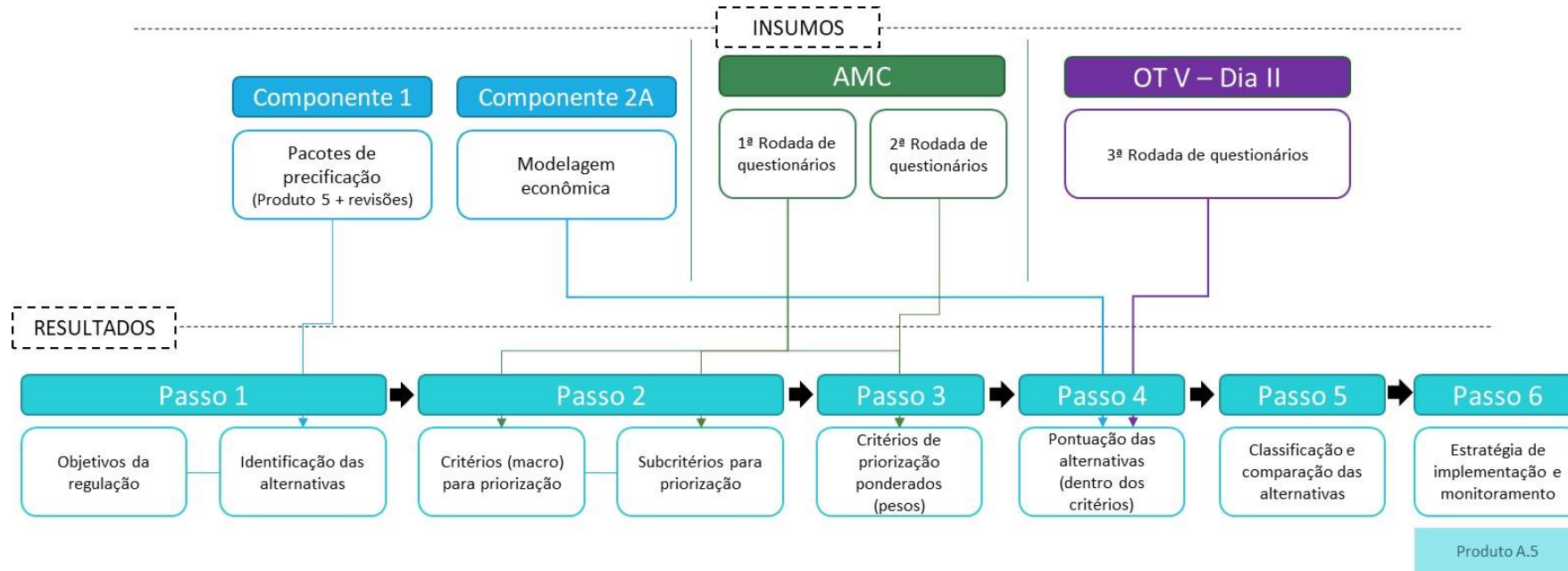
Complementarmente, uma análise de sensibilidade busca permitir a identificação daquelas alternativas mais robustas, ao construir diferentes hipóteses seja para os pesos dos critérios, seja para a pontuação das alternativas. Aquela(s) alternativa(s) com desempenho superior sob a mais variada gama de hipóteses tende a oferecer os caminhos mais promissores para o posterior desenho de políticas públicas.

Os passos elencados acima são refletidos na organização do presente Produto. A **Seção 2** apresenta o objetivo da intervenção e as alternativas regulatórias identificadas para atingi-lo. A **Seção 3** reproduz os critérios levantados para a priorização das alternativas. Em seguida, a **Seção 4**, oferece os pesos de cada critério e resume os procedimentos para sua obtenção.

A **Seção 5** discorre sobre os procedimentos e apresenta os resultados da atribuição de desempenho de cada alternativa regulatória sob cada critério. Finalmente, a **Seção 6** apresenta o ranqueamento global das alternativas e explora as possibilidades de testes de sensibilidade. Encerrando, a **Seção 7** discute algumas implicações dos resultados objetivos e apresenta os próximos passos da AIR do **Projeto PMR Brasil**.

Ressalta-se que os conteúdos de algumas das seções a seguir têm origem e são descritos com maior detalhamento e profundidade nos produtos que precedem este relatório. Por exemplo, as origens e características e possíveis aplicações dos métodos aplicados ao longo da AMC estão distribuídas nos **Produtos A.1 e A.2**, ao passo que os procedimentos para a coleta e tratamento de dados por meio das rodadas de questionário que alimentam tal Análise Multicritério foram objeto do **Produto A.3**. Cada seção oferece, portanto, descrição sucinta das fontes de dados, métodos, procedimentos e resultados empregados em cada etapa de análise que permite a compreensão por parte do leitor.

**Figura 1**  
**Passos da AIR no Projeto PMR Brasil**



Obs.: OT V – Oficina Técnica V do **Projeto PMR Brasil** (realizada em dezembro de 2019 e abril de 2020).

Fonte: elaborado pelos autores.

## 2. Objetivo da Intervenção e Alternativas Regulatórias

---

Conforme reconhecido desde a estratégia de implantação da Análise de Impacto Regulatório (**Produto A.1**), os objetivos do **Projeto PMR Brasil** necessariamente norteiam tal AIR. Assim, desde seu início, a análise incorpora o atendimento da Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil no âmbito do Acordo de Paris (NDC brasileira) como objetivo final de todas as alternativas propostas. Ou seja, as metas da NDC são consideradas como dadas e seu cumprimento obrigatório (PMR, 2018).

Já as opções de regulação contempladas pelo **Projeto** para o atingimento da NDC buscam explorar elementos de desenho de IPCs e por esse motivo são majoritariamente restritas a essa categoria, com exceção de um cenário de referência baseado em instrumentos de comando e controle. Ou seja, para fins dos estudos técnicos do **Projeto PMR Brasil** assume-se que o país cumprirá com suas metas internacionais de reduções de emissões, por meio do uso de diversos instrumentos, considerando alternativas baseadas na precificação de carbono para responder à primeira pergunta norteadora do projeto (ver próxima seção).

Tanto a definição do objetivo final da intervenção, quanto das alternativas regulatórias decorrem de processos externos à AIR e são tão somente replicados e incorporados à análise, sendo brevemente apresentados e descritos a seguir.

### 2.1 A Contribuição Nacionalmente Determinada do Brasil

O Acordo de Paris celebrado em 2015, firmado em 2016 e domesticamente promulgado por meio do Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017 (Brasil, 2017), estipula que as partes do Acordo devem “realizar e comunicar esforços ambiciosos” com o objetivo de “manter o aumento da temperatura média global bem abaixo de 2°C em relação aos níveis pré-industriais” (Brasil, 2017).

Nesse contexto, a Contribuição brasileira estipula o compromisso do país em reduzir suas emissões de gases de efeito estufa (GEE) “em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025” e indica como contribuição subsequente a meta de reduzir tais emissões “em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030” (Brasil, 2015).



Para alcançar esses objetivos, o país indicou preliminarmente algumas medidas adicionais àquelas sugeridas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC)<sup>7</sup>, entre as quais:

- i) Aumentar a participação de bioenergia sustentável na matriz energética brasileira para aproximadamente 18% até 2030;
- ii) Fortalecer o cumprimento do Código Florestal; restaurar e reflorestar 12 milhões de hectares de florestas até 2030; ampliar a escala de sistemas de manejo sustentável de florestas nativas;
- iii) Alcançar uma participação estimada de 45% de energias renováveis na composição da matriz energética em 2030;
- iv) Promover novos padrões de tecnologias limpas e ampliar medidas de eficiência energética e de infraestrutura de baixo carbono no setor industrial; e
- v) Promover medidas de eficiência, melhorias na infraestrutura de transportes e no transporte público em áreas urbanas no setor de transportes (Brasil, 2015).

Tais medidas podem ser alcançadas por meio de diferentes arranjos e instrumentos regulatórios. Notadamente, para lidar com objetivos ambientais, duas principais classes de instrumentos são contempladas: os instrumentos de comando e controle e os instrumentos econômicos. As regulações baseadas em mercados e sinais de preço são teoricamente mais custo-eficientes e menos propensas a comprometer o crescimento econômico para assegurar maior proteção ambiental (Tietenberg, 1990).

Na prática, contudo, quaisquer comparações entre essas classes de instrumentos não são triviais, visto que suas adoções ocorrem dentro de complexos ambientes políticos e regulatórios (Hahn & Stavins, 1991). Justifica-se, portanto, a investigação direcionada ao contexto brasileiro proposta pelo **Projeto PMR Brasil** por meio de suas duas perguntas norteadoras:

- i) é desejável ter um instrumento de precificação de carbono compondo a política climática nacional no período pós-2020? e
- ii) em caso afirmativo, quais as principais características que o instrumento deve apresentar para otimizar a relação entre objetivos climáticos e desenvolvimento socioeconômico? (PMR, 2018).

---

<sup>7</sup> Em seu Quinto Relatório de Avaliação, publicado em 2014. Disponível em <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar5/>.

Para tanto, o **Projeto PMR Brasil** contempla um cenário de referência, baseado em instrumento de comando e controle (vide **Apêndice 1**), e seis cenários de precificação de carbono, baseados em instrumentos econômicos, descritos no tópico a seguir. Tais cenários são, contudo, apenas insumos para as análises técnicas realizadas pelos componentes do **Projeto**, inclusive seu componente de Análise de Impacto Regulatório (**Componente 2B**).

## 2.2 Cenários de Precificação de Carbono

Os cenários de precificação de carbono do **Projeto PMR Brasil** foram construídos a partir dos resultados dos estudos e diagnósticos obtidos pelo **Componente 1** do **Projeto**, com atualizações e ajustes decorrentes da interação destes com as capacidades e necessidades dos modelos empregados pelo **Componente 2A**.

De forma a permitir a plena utilização dos resultados do **Componente 2A** na AIR aqui descrita, torna-se necessária a adoção dos mesmos cenários como alternativas regulatórias a serem comparadas por meio de uma AMC. Isto é, os cenários inclusos na modelagem de impactos socioeconômicos de instrumentos de precificação de carbono devem prover a base para as demais comparações a serem realizadas na Análise de Impacto Regulatório do **Projeto**.

Portanto, repete-se nos quadros a seguir o sumário dos cenários/pacotes conforme compilados e compartilhados pela **Coordenação Técnica** do **Projeto**. As definições de todos os termos, bem como descrição dos elementos de desenho de um IPC e de políticas setoriais a serem ajustadas em cada pacote também são alvo dos diagnósticos e estudos do **Componente 1** do **Projeto** e, deste modo, não são apresentados no presente produto.

O Pacote “Basal” (**Quadro 1**) conta com apresentação da configuração de todos os elementos, ao passo que os demais pacotes apresentam apenas aqueles elementos que diferem do Pacote “Basal”. Esses cenários, logo, configuram as alternativas regulatórias a serem comparadas nas demais etapas da AIR.

### Quadro 1 Pacote “Basal”

<b>ESCOPO SETORIAL (setores regulados):</b> Indústria (Alumínio, Cimento, Cal, Vidro, Ferro-Gusa e Aço, Papel e Celulose, Química, Bebidas e Alimentação, Têxtil, Cerâmica, Ferro-Ligas e Extração Mineral); Combustíveis e Geração elétrica (indiretamente via usuários de combustíveis - ex. Geração Termoeletrica, Transportes).
---

**ESCOPO DE EMISSÕES (fontes de emissão consideradas):** Regula-se as emissões (i) da queima de combustíveis; (ii) dos processos industriais; (iii) fugitivas.

**GASES (gases regulados):** Gases de efeito estufa - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>.

**MRV (Regras de MRV):** Reporte anual para todos os agentes regulados, com verificação de terceira parte, e para os agentes econômicos da indústria com emissão anual acima de 15ktCO<sub>2</sub>e, sem necessidade de verificação.

**LIMIARES DE REGULAÇÃO (Limiares de emissões anuais para regulação):** Por conta do custo regulatório, é comum se estabelecer limiares de regulação tendo em vista a estrutura de cada setor. Indústria: estabelecimentos industriais com emissões anuais acima de 25ktCO<sub>2</sub>e (limiar indicativo inicial); Distribuidoras e importadoras de combustíveis: todas.

**PONTO DE REGULAÇÃO (Ponto da cadeia produtiva onde a regulação é aplicada):** Regular *upstream*, *downstream* ou *midstream* depende do custo regulatório de cada opção e da transmissão de incentivos na cadeia produtiva. Combustíveis (*upstream*): distribuidoras e importadoras de diesel, gasolina, óleo combustível, GLP, querosene de aviação, gás natural, usinas de carvão mineral e coquearias; Indústria (*midstream*): estabelecimentos industriais.

**PERÍODO DE COMPROMISSO (período para *compliance* e revisão do sistema):** Período inicial sugerido de três anos, para aprendizagem e aperfeiçoamento do sistema (inclusive MRV). Os seguintes seriam ajustados de acordo com os períodos de compromisso da NDC.

**INSTRUMENTO DE PRECIFICAÇÃO (Tipo de instrumento de precificação aplicado):** Sistema de Comércio de Emissões (SCE).

**ALOCAÇÃO DE PERMISSÕES:** Na primeira fase a alocação seria feita por *grandfathering* (50% das permissões) e complementadas por leilões, por conta da inexistência de informação necessária para a aplicação de um *benchmarking* e por se tratar de uma fase de aprendizado. A partir da segunda fase, a alocação seria feita por *benchmarking*, complementado por leilões (aumentando proporção leilões), pelo fato de o método ser amplamente identificado como mais justo, já que remunera esforços passados dos agentes - o agente *benchmark* de cada setor receberia 50% das permissões gratuitamente, enquanto o de pior performance receberia 30%; emissores intermediários receberiam proporcionalmente; emissor único no setor receberia o *benchmark*; as emissões da produção exportada em um ano são contabilizadas como direitos gratuitos no seguinte.

**ISENÇÕES (Isenções gerais):** Exportações, de modo a não prejudicar a competitividade do produto brasileiro no mercado internacional; Nafta petroquímica destinada à elaboração de petroquímicos, pois não há emissão.

**PROTEÇÃO À COMPETITIVIDADE (Mecanismo de proteção à agentes em risco de competitividade):** Na primeira fase a sugestão é de 10% de alocação ou isenção adicional para setores avaliados 'em risco de competitividade' (custo de controle (c.c) > 10% do custo de produção ou intensidade de comércio (i.c.) > 10% ou combinação >15%); da segunda fase em diante: 10% para setores em alto risco (custo de controle >15% ou intensidade comercial > 15% ou combinação >20%) e 5% para setores em médio risco (10% < c.c. ou i.c. < 15% ou 15% < combinação < 20%); além da já citada isenção do produto exportado.

**BASE DE CÁLCULO (Definições para o cálculo das emissões para a regulação):** Combustíveis: Emissões estimadas a partir de parâmetros de conteúdo de CO<sub>2</sub>e, Tier 1 do Inventário Nacional, do volume de venda dos combustíveis; Indústria: Emissões estimadas diretamente de parâmetros de conteúdo de CO<sub>2</sub>e, Tier 3, das emissões de processo e fugitivas por quantidade produzida.

**CAP (Limite de emissões indicativo para um mercado):** Compatível com um preço de R\$ 40/tCO<sub>2</sub>e para a permissão de emissão (US\$ 10 - média internacional). Alternativa: Média dos países em desenvolvimento (mais baixa). Revisado ao final de cada período de compromisso.

**MECANISMOS DE CONTROLE DE PREÇOS:** Mecanismo para dar maior previsibilidade aos agentes. Algo em torno do valor referencial, com alguma flexibilidade. ex. preço teto de R\$ 45/tCO<sub>2e</sub> e preço piso de R\$ 20/tCO<sub>2e</sub>; Reserva de estabilidade com 10% das permissões a serem vendidas a R\$ 45 em caso de alcance do teto; reserva de novos entrantes com 5% das permissões.

**OFFSETS (Regras para o uso de offsets na regulação):** Somente *offsets* nacionais de Cotas de Reserva Ambiental (quando regulamentadas) e de projetos de MDS com MRV certificado, com uso restrito a 20% do montante total por agente regulado. Indicação de redução de percentual nas fases seguintes. Para os *offsets* florestais, se aceitariam os de aflorestamento e reflorestamento, bem como os de florestas plantadas, caso estes não sejam contabilizados como remoções na cadeia integrada.

**PENALIZAÇÃO (Regras de penalização dos agentes por non-compliance):** Para o mercado, sugere-se multa de R\$ 100 mil (ou 5% da média de faturamento da empresa regulada nos últimos 2 anos), ajustada pelo IPCA; além da obrigação de comprar permissões no montante de: (i) fase inicial - uma vez a quantidade não cumprida; (ii) fases seguintes – aumentando a obrigação até chegar ao teto de três vezes a quantidade não cumprida; Multa de R\$ 200 mil pela falsidade ou não observância das regras de relato (MRV), dobrando em caso de reincidência. Possibilidade de aplicação da lei de crime ambiental.

**USO DAS RECEITAS (Forma de reciclagem das receitas advindas do sistema de precificação de carbono):** Redução correspondente da alíquota do INSS (neutralidade fiscal), para toda a economia.

**AJUSTES NOS INSTRUMENTOS SETORIAIS (Ajustes propostos em instrumentos setoriais existentes para harmonizar o arcabouço regulatório)<sup>8</sup>:** Zerar a atual CIDE combustíveis para evitar a dupla regulação do setor; Promover, adicionalmente à atual etiquetagem, uma etiquetagem para emissões de GEE veicular e para equipamentos elétricos; Remoção gradual dos subsídios do REPENEC e REPEX; *Phasing-out* em 10 anos dos subsídios ao carvão mineral; Adoção de Tarifas Binômias no mercado de energia elétrica; Abertura e adoção de Tarifas dinâmicas no mercado cativo de Energia elétrica; Adotar o formato “*feebate*” no programa ROTA2030; Incluir critérios de elegibilidade por adoção de práticas de Baixo Carbono no crédito rural e melhorar condições do seguro rural para práticas de Baixo carbono; Alteração dos parâmetros no ITR.

Fonte: Projeto PMR Brasil (2020).

## Quadro 2

### Pacote “Distributivo”

**ALTERAÇÃO FOCAL - USO DAS RECEITAS (Forma de reciclagem das receitas advindas do sistema de precificação de carbono):** Ao invés de reduções na alíquota do INSS, teríamos (i) Compensações fiscais à União e aos Estados pelo fim da CIDE Combustíveis (ao regular o setor de combustíveis você zeraria a atual CIDE, para evitar dupla regulação, e compensaria a perda de arrecadação com receitas do IPC); (ii) Compensações Distributivas via Bolsa Família.

**AJUSTES DECORRENTES DA ALTERAÇÃO FOCAL:** Nenhuma.

**ALTERAÇÕES SECUNDÁRIAS INDICADAS:** Nenhuma.

**MOTIVAÇÃO (Motivação para a simulação deste pacote):** Em relação ao pacote basal testa-se o impacto da alteração na reciclagem de receitas. Aqui se testariam os impactos de se restituir União e Estados, bem como de se fazer política distributiva com as receitas do instrumento de precificação, ao invés de se desonerar o INSS. A reciclagem de receitas não é algo intrínseco ao instrumento de precificação, mas uma das mais importantes consequências de sua aplicação. Estudos anteriores mostram que diferentes destinos das receitas podem ter efeitos decisivos sobre os impactos finais do sistema como um todo.

Fonte: Projeto PMR Brasil (2020).

<sup>8</sup> Para maiores detalhes, vide Produtos 3 e 4 do **Componente 1**.

### Quadro 3

#### Pacote “Ajuste de Fronteira”

**ALTERAÇÃO FOCAL - PROTEÇÃO À COMPETITIVIDADE (Mecanismo de proteção a agentes em risco de competitividade):** Utiliza-se o ajuste de fronteira para as importações referentes aos setores regulados. O ajuste se daria sobre as importações de produtos cujos setores são regulados, aplicando o valor do carbono nacional e considerando a intensidade carbônica média da produção nacional do produto em questão (tratamento equânime). O exportador teria a opção de reportar suas emissões seguindo as regras de MRV nacionais para que sua intensidade real seja aplicada. Além disso, se mantém a isenção de exportações. Com isso, o produto nacional tem proteções no mercado externo (isenção de exportações) e interno (ajuste de fronteira), minimizando as preocupações com perda de competitividade e vazamento de carbono, sem que se configure protecionismo.

**AJUSTES DECORRENTES DA ALTERAÇÃO FOCAL:** Nenhuma.

**ALTERAÇÕES SECUNDÁRIAS INDICADAS:** Nenhuma.

**MOTIVAÇÃO (Motivação para a simulação deste pacote):** Em relação ao pacote basal testa-se o mecanismo de proteção à competitividade - Ao invés de gratuidade de permissões, teríamos ajuste de fronteira. Tal alternativa de proteção à competitividade via ajuste de fronteira seria testada na modelagem, dado que é teoricamente uma maneira melhor de se proteger as companhias nacionais do que as gratuidades/isenções *ad hoc*. O desenho do ajuste de fronteira é pensado de modo a suavizar as preocupações da OMC com relação a este dispositivo.

Fonte: Projeto PMR Brasil (2020).

### Quadro 4

#### Pacote “Segmentado”

**ALTERAÇÃO FOCAL:** O escopo setorial geral é mantido (setores regulados), porém o escopo setorial de cada instrumento de precificação é modificado, tendo um instrumento de precificação particular por setor regulado: Propõe-se a criação de mercados setoriais - um mercado do tipo SCE apenas para a indústria com as emissões da combustão e mercado do tipo linha de base e crédito no setor de combustíveis (aperfeiçoamento do RenovaBio), além da adoção de preço sombra no despacho e expansão do sistema elétrico. É o pacote com maior simplicidade em termos de implementação, tanto em termos de criação de novos instrumentos quanto de percepção de palatabilidade política.

**AJUSTES DECORRENTES DA ALTERAÇÃO FOCAL:** Em termos de simulação no componente de modelagem, o valor associado ao *cap* devem ser/gerar valor da tCO<sub>2e</sub> condizente com o esforço percentual de redução de emissões agregado necessário via precificação no caso ‘basal’, para cada setor (ter-se-ão preços de carbono diferentes por setor). Isso pois todos os cenários devem gerar a mesma mitigação de GEE agregada, para termos comparabilidade entre eles, e a hipótese para este cenário é que não haverá discriminação entre os setores, com cada um deles contribuindo na mesma proporção (exemplo: se no caso basal a redução de emissões agregada via precificação é de 5% das emissões dos setores regulados, no segmentado cada setor terá que reduzir 5% de suas emissões individualmente). Ainda, por não termos um novo mecanismo para o setor de combustíveis, em termos de ajustes em instrumentos setoriais, não teríamos alterações na CIDE combustíveis, apenas a isenção dos combustíveis para fins de geração termoelétrica e industrial, que seriam regulados via preço sombra. Por fim, o mecanismo de controle de preços deverá respeitar o alcance da meta percentual para o setor industrial.

**ALTERAÇÕES SECUNDÁRIAS INDICADAS:** Nenhuma.

**MOTIVAÇÃO (Motivação para a simulação deste pacote):** Em relação ao pacote basal, testa-se o impacto da segmentação de mercados – por se acreditar ser o pacote politicamente mais palatável. Essa alternativa teria mecanismos bem distintos intersetorialmente, com preços de carbono resultantes diferentes. Evidenciar-se-ia os *trade-offs* entre maior eficiência nas opções regulatórias mais abrangentes, *potencialmente economy-wide*, e a maior aplicabilidade e, talvez, viabilidade política (vide o caso do RenovaBio) de instrumentos

focados por setor. Com base no trabalho do **Componente 1** se isentaria a geração termelétrica da precificação, utilizando um preço sombra no despacho e na expansão do sistema elétrico. Assim, se mitigam as preocupações inflacionárias do preço de carbono sobre o setor, tendo em vista seu objetivo explícito de modicidade tarifária e seu uso como insumo em toda a economia.

Fonte: Projeto PMR Brasil (2020).

## Quadro 5

### Pacote “Isenção de Combustíveis Sensíveis”

**ALTERAÇÃO FOCAL - ESCOPO SETORIAL (setores regulados):** Apesar de o setor de combustíveis continuar sendo regulado, o escopo da regulação é restrito pela exclusão de dois combustíveis – diesel e GLP -, para reduzir resistências, aumentando a aceitabilidade política da proposta.

**AJUSTES DECORRENTES DA ALTERAÇÃO FOCAL:** Em termos de Ponto de Regulação, não se regularia distribuidoras que só trabalhem com diesel e/ou GLP, já que estes estão isentos da regulação. Em termos de simulação no componente de modelagem, o valor associado ao *cap* mais uma vez será output da simulação, ao invés de premissa, e será modelado de modo que o sistema atinja o mesmo nível de mitigação que no caso base, de modo a manter a comparabilidade entre os pacotes. Ainda como no caso anterior, o mecanismo de controle de preços deverá respeitar o alcance da meta por parte dos setores regulados.

**ALTERAÇÕES SECUNDÁRIAS INDICADAS:** Nenhuma.

**MOTIVAÇÃO (Motivação para a simulação deste pacote):** Em relação ao pacote basal testa-se a restrição no escopo de regulação - verifica-se o efeito sobre os esforços necessários dos outros setores e a eficiência do sistema como um todo da isenção de combustíveis vistos como politicamente sensíveis, isto é, potencialmente prejudiciais ao apoio político ao instrumento regulatório (custo político alto de se impor tarifas sobre diesel e GLP poderia comprometer a viabilidade do instrumento de precificação).

Fonte: Projeto PMR Brasil (2020).

## Quadro 6

### Pacote “Inclusão do Setor Agropecuário”

**ALTERAÇÃO FOCAL - ESCOPO SETORIAL (setores regulados):** Indústria (Alumínio, Cimento, Cal, Vidro, Ferro-Gusa e Aço, Papel e Celulose, Química, Bebidas e Alimentação, Têxtil, Cerâmica, Ferro-Ligas e Extração Mineral); Combustíveis e Geração elétrica (indiretamente via usuários de combustíveis - ex. Geração Termoelétrica, Transportes); Agropecuária (pecuária de corte).

**AJUSTES DECORRENTES DA ALTERAÇÃO FOCAL:** Em termos de Escopo de Emissões, se regulariam adicionalmente as emissões da fermentação entérica da pecuária de corte. Já em relação ao Ponto de Regulação, seria necessário aplicar a regulação *downstream*, regulando os frigoríficos de bovinos, se limitando a frigoríficos com inspeção federal, para tornar o custo regulatório aceitável. Em se tratando de Base de Cálculo para a Agropecuária: a fermentação entérica, medida indiretamente pela combinação da produção de carne e idade do abate, com as práticas produtivas adotadas que afetam essas emissões por idade de abate. Até a idade de abate de 36 meses o nível de emissões para *compliance* mercado seria considerado zero. Para as idades 37-40, 41-48 e acima de 48 a contabilidade das emissões seguiria, para cada intervalo, uma escala com um valor fixo de emissões sobre as quais se aplicariam redutores de acordo com indicadores de emissão da técnica produtiva.

**ALTERAÇÕES SECUNDÁRIAS INDICADAS:** Nenhuma.

**MOTIVAÇÃO (Motivação para a simulação deste pacote):** Em relação ao pacote basal, testa-se o impacto da ampliação no escopo de regulação - verifica-se o efeito sobre os esforços necessários dos outros setores e a eficiência do sistema como um todo da regulação do setor agropecuário, que tem emissões e potencial de mitigação significativos.

Fonte: Projeto PMR Brasil (2020).



### 3. Critérios para Priorização das Alternativas (hierarquia de decisão)

---

Após definidos o objetivo final da intervenção, da regulação, e as alternativas que buscam atendê-lo, cabe, então, identificar os critérios sob os quais tais alternativas serão comparadas. Isto é, busca-se levantar os atributos que permitirão a sistemática avaliação de cada cenário de precificação até o seu ranqueamento global.

#### **Método**

O método empregado para a identificação dos critérios para priorização das alternativas e, conseqüentemente, para a construção da hierarquia de decisão do problema em questão (atingir as metas da NDC), foi a análise de conteúdo convencional (*conventional content analysis*).

Em uma análise de conteúdo convencional, as categorias para codificação são derivadas diretamente dos textos / fontes de dados (Hsieh & Shannon, 2005)<sup>9</sup>. Ou seja, para a AIR do **Projeto PMR Brasil**, os critérios (e seus nomes) emergem dos dados levantados a partir dos questionários aplicados junto aos *stakeholders* do **Projeto**. Os temas encontrados são usados para organizar e agrupar os critérios em diferentes grupos (*clusters*) (Patton, 2002), dispostos em uma estrutura hierárquica (Palcic & Lalic, 2009).

O esquema de codificação se baseou em unidades temáticas, isto é, conceitos estáticos retratados nos textos, porém que requerem intensa interpretação, criatividade, intuição e julgamentos, em que o analista “pode inferir o significado do texto sem a interação com o autor ou orador” (Lacity & Janson, 1994). A codificação das fontes de dados, foi realizada de maneira independente por dois pesquisadores da **FGV**, sem o auxílio de *softwares*<sup>10</sup>.

A principal vantagem do método empregado reside na obtenção de informações diretamente a partir dos participantes dos questionários aplicados, sem qualquer imposição de perspectivas teóricas prévias ou de categorias e critérios pré-concebidos (Hsieh & Shannon, 2005). Nesse sentido, o

---

<sup>9</sup> Em uma análise direcionada, alternativamente, começaria com resultados de pesquisas prévias como guia para o início da codificação (Hsieh & Shannon, 2005). Tendo em vista o caráter inovador de uma AIR para instrumentos de precificação no contexto brasileiro e levando em consideração a importância do envolvimento de diferentes *stakeholders* para tal análise, optou-se pelo uso de uma análise de conteúdo convencional.

<sup>10</sup> O **Produto A.3** oferece exemplos do processo de identificação de critérios nas respostas discursivas.

método selecionado reforça o caráter interativo da AIR, que se propõe a refletir as percepções e opiniões dos *stakeholders* do **Projeto**.

### Fontes de dados

A única fonte de dados para a identificação dos critérios para a priorização das alternativas regulatórias foi a **primeira rodada de questionários do Projeto PMR Brasil**. Tal rodada teve início no dia 03 de dezembro de 2019 e foi encerrada no dia 22 de janeiro de 2020, foi realizada em meio *online* (*Google Forms*) e contou com as respostas de 41 participantes para dez perguntas abertas<sup>11</sup>.

O público-alvo da primeira rodada de questionários foi composto pelo grupo amplo de *stakeholders* do **Projeto**, entendido como aqueles que participaram de algum dos eventos públicos do **Projeto** (oficinas técnicas, seminários etc.) ou diretamente indicados por algum desses *stakeholders*, por meio de processo de “bola de neve”<sup>12</sup>. Tal grupo possuía simultaneamente alguma familiaridade com o tema da precificação de carbono e heterogeneidade de segmentos de atuação e setores de *expertise*.

Para assegurar algum nivelamento do conhecimento dos participantes, estes foram convidados a assistir um breve vídeo *online*<sup>13</sup>, acerca dos conceitos e estratégias relacionadas a AIR do **Projeto**, e confrontados com cenários hipotéticos e simplificados de um sistema de comércio de emissões e um tributo sobre carbono (apresentados no vídeo e repetidos no corpo do questionário). Em particular, as perguntas que permitiram a identificação dos critérios são retratadas no **Quadro 7**.

## Quadro 7

### Perguntas para identificação dos critérios de priorização

**Pergunta 3:** Para fins do presente questionário, imagine um cenário em que o seu setor de expertise é regulado por um tributo sobre emissões de carbono, com alíquota de R\$ 30/tCO<sub>2e</sub>, porém com isenção de 50% da base tributável, isenção das exportações, reciclagem de todas as receitas por meio da redução na contribuição patronal para o INSS e com uso de *offsets* (créditos de carbono) para compensação de até 20% das obrigações do ente regulado. Nesse caso,

**3.1:** Quais seriam as principais oportunidades e consequências sociais, ambientais, econômicas ou administrativas positivas relacionadas à implementação e operação desse tributo?

<sup>11</sup> Conforme recomendado para uma análise de conteúdo convencional (Hsieh & Shannon, 2005).

<sup>12</sup> Do inglês, “*snowball*”. Forma de amostragem em que os participantes iniciais sugerem novos participantes até que novos entrevistados não mais contribuam com informações relevantes (Seidman, 2006, p. 55).

<sup>13</sup> Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0GzAXmfx0w&feature=youtu.be>.



**3.2:** E quais seriam os principais riscos e consequências sociais, ambientais, econômicas ou administrativas negativas relacionados à implementação e operação desse tributo?

**Pergunta 4:** Para fins do presente questionário, imagine um cenário em que o seu setor de expertise é regulado por um sistema de comércio de emissões de GEE, com o preço mínimo (piso) da permissão de R\$ 20/tCO<sub>2</sub>e e máximo (teto) de R\$ 30/tCO<sub>2</sub>e, com alocação gratuita de 50% dos direitos de emitir com base nas emissões históricas do ente regulado (*grandfathering*) e o restante via leilões, isenção das exportações, reciclagem das receitas dos leilões por meio da redução na contribuição patronal para o INSS e com uso de offsets (créditos de carbono) para compensação de até 20% das obrigações do ente regulado. Nesse caso,

**4.1:** Quais seriam as principais oportunidades e consequências sociais, ambientais, econômicas ou administrativas positivas relacionadas à implementação e operação desse sistema?

**4.2:** E quais seriam os principais riscos e consequências sociais, ambientais, econômicas ou administrativas negativas relacionados à implementação e operação desse sistema?

Obs.: Perguntas 1 e 2 eram destinadas à identificação do segmento de atuação e setor de expertise dos respondentes.  
Fonte: elaborado pelos autores.

## Resultados

A **Figura 2** apresenta os resultados da análise de conteúdo, já em formato de hierarquia/árvore de decisão, isto é, com os critérios agrupados em *clusters* conforme sua proximidade ou similaridade. A nomenclatura dos critérios e a definição dos critérios são baseados nas respostas oferecidas pelos *stakeholders* do **Projeto PMR Brasil**.

Números entre parênteses dizem respeito à frequência com que cada critério foi mencionado. As frequências foram calculadas de forma binária, ou seja, se um participante mencionou determinado critério, independentemente do volume de vezes que tenha feito, é registrado como uma menção, caso negativo, nenhuma menção. Logo, a frequência máxima de menções para determinado critério era 41 (total de participantes). As respostas de todos os participantes possuíram o mesmo peso para o cálculo dos resultados (**Quadro 8**).

### Quadro 8

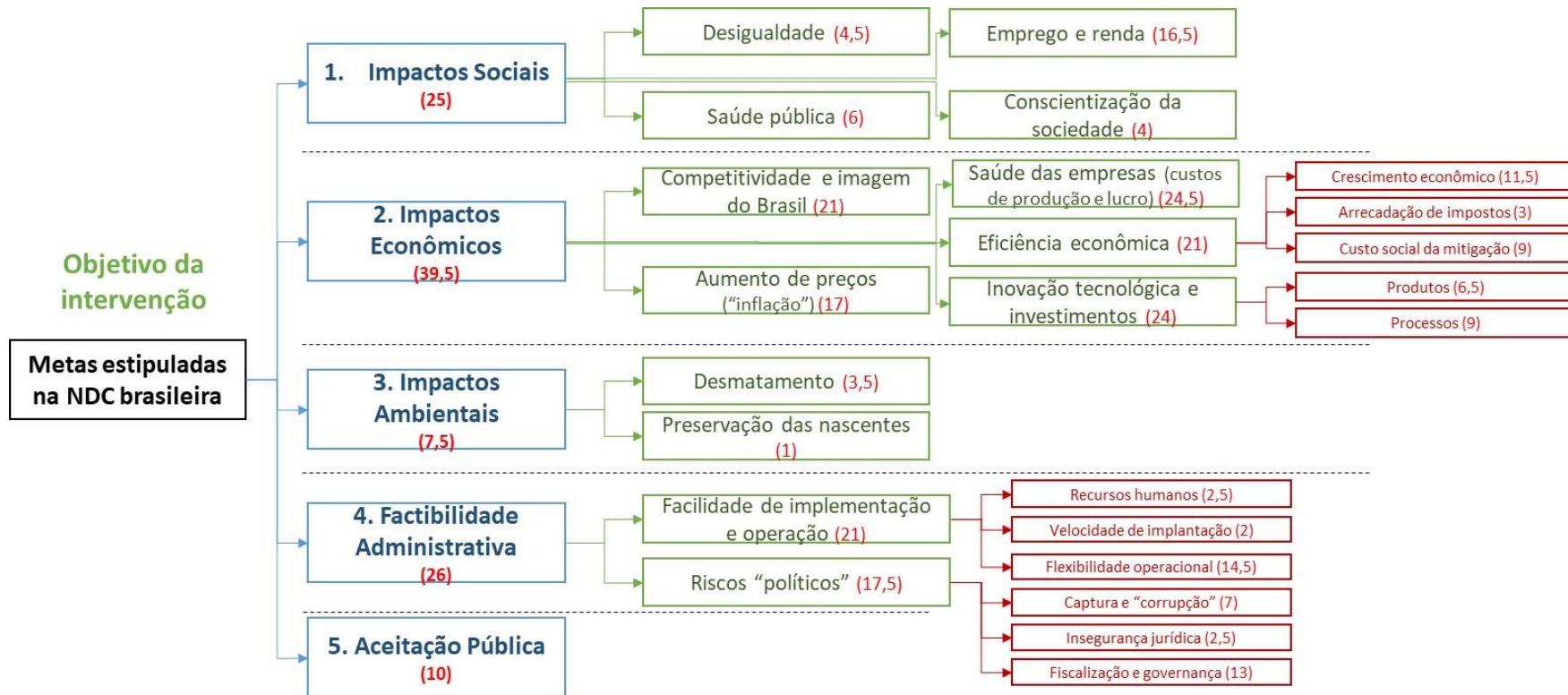
#### Agregação de resultados individuais para tomada de decisão em grupo

Existem diferentes abordagens para a tomada de decisão em grupo. A abordagem adotada para a AIR do **Projeto PMR Brasil** parte do pressuposto que todos os *stakeholders* que aceitam participar de processo de consulta ampla, concordam em atuar como um grupo e, conseqüentemente, em possuir importância equivalente para os resultados dos questionamentos realizados (Bernasconi, Choirat, & Seri, 2014). Complementarmente, a determinação de pesos e prioridades para os membros do grupo representa por si só um problema de decisão nada trivial (Forman & Peniwati, 1998) e cuja busca por uma solução estressaria as restrições de prazos e recursos para a condução da AIR do **Projeto**.

Fonte: **Produto A.2**.

Figura 2

Critérios preliminares para priorização de alternativas na AIR do Projeto PMR Brasil



Obs.: Frequências representam média simples das codificações realizadas individualmente por cada pesquisador da FGV.

Perfil dos respondentes: Segmento de atuação (Setor privado – 65,9%; Academia – 17,1%; Governo – 12,2%; Sociedade civil – 4,9%); Setor de expertise (Indústria – 36,6%; Combustíveis e transportes – 22,0%; Energia Elétrica – 14,6%; Transversal – 19,5%; Agropecuária – 7,3%).

Fonte: elaborado pelos autores.

## Discussão

Conforme estipulado nos Produtos de caráter metodológico (**A.1** e **A.2**), uma hierarquia que é construída “sob medida” e conjuntamente com os *stakeholders* tende a servir melhor aos seus propósitos (Arbel & Orgler, 1990). Isto é, tanto os critérios, quanto a descrição deles tem por base as respostas obtidas na primeira rodada de questionários do **Projeto PMR Brasil**.

A **Figura 2**, no entanto, não era definitiva, estando sujeita a ajustes decorrentes do processo de ponderação dos critérios. As frequências apresentadas entre parênteses já indicavam, por exemplo, que alguns critérios, ainda que mencionados por alguns participantes, talvez não tivessem relevância suficiente para serem mantidos nas análises.

Por exemplo, um critério como “Preservação das nascentes”, ainda que passível de identificação, foi mencionado por apenas um participante. Adicionalmente, o número de critérios identificados, 29, poderia ser visto como elevado para a consideração dos *stakeholders* nas etapas seguintes da AIR. Posto de outra forma, existe um *trade-off* entre o número de critérios contemplados na análise e o nível de aprofundamento que pode ser dado à avaliação das alternativas regulatórias dentro de cada critério.

Nesse sentido, a seção a seguir apresenta o método e os processos percorridos para a ponderação dos critérios (atribuição de pesos) e refinamento da árvore de decisão, ainda a partir das respostas da primeira rodada de questionários.

### Quadro 9

#### Racional para agregação dos critérios em *clusters*

Os critérios de primeira ordem (primeiro nível, em azul na **Figura 2**), além de mencionados por um número representativo de participantes (no mínimo 18,3% no caso dos Impactos Ambientais), não poderiam ser satisfatoriamente aninhados abaixo de nenhum outro critério macro.

Critérios de segunda e terceira ordem foram aninhados conforme a melhor compreensão da equipe da **FGV** com relação à sua proximidade temática e por meio de processo reflexivo, de acordo com a possibilidade de determinado tema ser explicado por um critério específico (Erlingsson & Brysiewicz, 2017).

Fonte: elaborado pelos autores, a partir do **Produto A.3**.

## 4. Critérios ponderados (pesos)

---

O terceiro passo para a condução da AIR do **Projeto PMR Brasil** diz respeito à atribuição de pesos para cada critério identificado, refletindo a importância relativa de cada um com relação ao objetivo final da regulação. Para tanto, empregou-se método comum em AMCs e processos de decisão, o *Analytical Hierarchy Process* (AHP).

Inicialmente, cumpre destacar que não é necessária a adoção de um único método para todas as etapas da AMC. Com efeito, é prática comum a combinação de diferentes métodos, por exemplo, para a ponderação dos critérios e para o ranqueamento das alternativas (Watróbski, Jankowski, Ziemia, Karczmarczyk, & Ziolo, 2019). A seguinte combinação de métodos foi adotada na AIR do **Projeto PMR Brasil**:

- ▣ *Analytical Hierarchy Process* – AHP, para o levantamento e ponderação dos critérios; e
- ▣ Teoria da utilidade multiatributo (*Multi-Attribute Theory* - MAUT) e Técnica de ranqueamento multiatributo simples (*Simple Multi-Attribute Ranking Technique* - SMART), para pontuação e ranqueamento das alternativas.

### Método

O AHP, proposto por Thomas L. Saaty nos anos 1970, é um dos mais modernos e bem-estabelecidos modelos de tomada de decisão (Benítez, Delgado-Galván, Gutiérrez, & Izquierdo, 2011), melhor definido como uma técnica para estabelecer prioridades em um ambiente de decisão sob múltiplos critérios (Bernasconi, Choirat, & Seri, 2014).

A seleção de qualquer método para uma AMC não é tarefa trivial, especialmente em contexto no qual nem os critérios e nem as alternativas são conhecidos com antecedência (Guitouni & Martel, 1998). Nesse sentido, o AHP foi selecionado devido a sua simplicidade e flexibilidade, bem como capacidade de levar em consideração diferentes pesos relativos para os critérios e contribuir para o oferecimento de ranqueamento global para as alternativas<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Tal processo, descrito no **Produto A.1**, foi auxiliado por estruturação formal sugerida por Watróbski et al (2019) e por meio de *benchmarking*, sempre tendo em vista as limitações de tempo e recursos, bem como as características inerentes ao **Projeto PMR Brasil**.

A aplicação do AHP<sup>15</sup> no âmbito da AIR proposta para o **Projeto PMR Brasil** envolveu as seguintes etapas:

- 1) Conversão das frequências de respostas para escala de julgamento;
- 2) Construção de matrizes de julgamento para cada *cluster* da árvore de decisão; e
- 3) Cálculo dos vetores de pesos para cada matriz.

A conversão das frequências de respostas, isto é, do número de menções recebidas por cada critério com relação ao observado para outro critério dentro de seu mesmo cluster, representa a primeira etapa a ser percorrida na comparação emparelhada representativa do AHP. Ou seja, a partir dos dados disponíveis é preciso estabelecer uma relação de dominância entre os critérios, conforme encontrada na escala de julgamento proposta por Saaty (oferecida, simplificada, na **Tabela 1**).

**Tabela 1**  
**Escala fundamental de julgamento (Escala de Saaty)**

Valor	Relação de Importância
1	Igual importância
2	Dominância ligeira ou fraca
3	Dominância moderada
4	Dominância moderada <i>plus</i>
5	Dominância forte
6	Dominância forte <i>plus</i>
7	Dominância muito forte ou demonstrada
8	Dominância muito, muito forte
9	Dominância extrema

Obs.: versão completa da escala, com explicações para a implicação de cada relação, disponível no **Produto A.2**.  
Fonte: adaptado pelos autores a partir de Saaty (2008).

Para tanto, adotou-se um fator de ajuste entre a razão das frequências de dois critérios e o valor correspondente na escala de Saaty. Tal valor de ajuste foi igual a 0,75 (**Quadro 10**), adotando a razão máxima dentro de qualquer *cluster* (7,3, aproximadamente 7, entre os critérios de

---

<sup>15</sup> Uma descrição geral e compreensiva do AHP, suas características, vantagens e limitações é fornecida no **Produto A.2**.

“Flexibilidade operacional” e “Velocidade de implantação”) como representativa de dominância extrema (9)<sup>16</sup>.

## Quadro 10

### Processo para descobrimento do fator de ajuste apropriado

A conversão das razões de frequências para a escala de Saaty poderia ser baseada em outros fatores de ajuste. Com efeito, em um primeiro exercício, tomou-se a razão máxima na primeira ordem (5,3, aproximadamente 5) como representativa de “dominância extrema” (9), resultando em um fator de ajuste de 0,5. Os pesos para os critérios de primeira ordem obtidos a partir das matrizes com tal fator foram, então, apresentados na **Quarta Reunião do Comitê Consultivo do Projeto PMR Brasil**, realizada no dia 04 de fevereiro de 2020 nas dependências do Ministério da Economia em Brasília.

Na ocasião, os membros do **Comitê** foram convidados a avaliar a adequação dos pesos de cada critério (se adequado, alto ou baixo). Todas as recomendações sugeriram que as diferenças entre os critérios deveriam ser mais suaves do que as apresentadas. Logo, fazia-se necessária a adoção de um fator de ajuste maior, algo encontrado ao tratar a maior diferença entre quaisquer dois critérios de algum cluster como representativa de uma relação de “dominância extrema”.

Fonte: **Produto A.3**.

Dessa maneira, é possível construir matrizes de dominância para cada *cluster*. Nota-se que a matriz é recíproca, com a diagonal marcada pela unidade (comparação de um critério com ele mesmo), já que duas células (com valor invertido) representam a relação entre cada par de critérios. Conforme observado em exemplo para dois critérios de primeira ordem (“Impactos econômicos” e “Impactos sociais”):

- Critério “Impactos econômicos” recebeu 39,5 menções (A);
- “Impactos sociais” recebeu 25 menções (B);
- Razão de frequências =  $(A)/(B) = 39,5/25 = 1,58$  (C).
- Aplicação de fator de ajuste  $(0,75) = 1,58/0,75 \cong 2,11$ .
  - Unidade mais próxima = 2.
- Valores inseridos na matriz de dominância do cluster de primeira ordem:
  - Linha “Impactos Econômicos”, Coluna “Impactos Sociais” = 2 (D);
  - Linha “Impactos Sociais”, Coluna “Impactos Econômicos” =  $1/D = 1/2 = 0,5$ .

---

<sup>16</sup> Fator de ajuste obtido a partir do seguinte raciocínio: Mínimo na escala de Saaty (a) = 1; Máximo na escala de Saaty (b) = 9; Mínimo nas razões de frequências (c) = 1; Máximo nas razões de frequências (d) = 7. Então, fator de ajuste =  $((d) - (c)) / ((b) - (a)) = 0,75$ .

Tal procedimento é repetido para todos os pares de critérios, resultando na matriz encontrada na **Tabela 2**. Igualmente, o procedimento é aplicado para todos os *clusters* da árvore de decisão do **Projeto (Apêndice 2)**.

**Tabela 2**  
**Exemplo: matriz de dominância para critérios de primeira ordem**

	<b>Impactos Sociais</b>	<b>Impactos Econômicos</b>	<b>Impactos Ambientais</b>	<b>Factibilidade administrativa</b>	<b>Aceitação Pública</b>
<b>Impactos Sociais</b>	1	0,5	4	1	3
<b>Impactos Econômicos</b>	2	1	7	2	5
<b>Impactos Ambientais</b>	0,25	0,142	1	0,2	0,5
<b>Factibilidade administrativa</b>	1	0,5	5	1	3
<b>Aceitação Pública</b>	0,333	0,2	2	0,333	1

Fonte: elaborado pelos autores.

Assim, a etapa restante é a do cálculo do vetor de pesos para cada matriz. Tal etapa foi realizada por meio da aplicação do método da “média dos valores normalizados”<sup>17</sup>. Este método é o mais antigo para derivação de prioridades e é baseado em apenas três passos:

- 1) Soma dos elementos na coluna j;
- 2) Normalização da coluna j (divisão do valor de cada célula de j pela soma dessa coluna);
- 3) Cálculo da média da linha i.

O vetor de pesos resultante desses procedimentos possui dois significados: i) oferecer um ranqueamento numérico das alternativas/critérios que indique uma ordem de preferência entre eles; e ii) oferecer ordenamento que também reflita a intensidade ou preferência cardinal conforme indicado pelas razões dos valores numéricos (Saaty, 2003 apud Costa & Vansnick, 2008).

No âmbito da AIR do **Projeto PMR Brasil**, os pesos obtidos de acordo com as etapas acima constituem a linha de base para a importância relativa dos critérios. Ou seja, a partir dela são construídas trajetórias alternativas para os pesos de cada critério para a composição dos testes de sensibilidade da análise (**Seção 6.1**).

<sup>17</sup> Outros métodos são possíveis, porém todos oferecerem valores idênticos para matrizes perfeitamente consistentes e muito próximos para matrizes ligeiramente inconsistentes (vide **Produto A.2**).

### Fontes de dados

A construção de uma linha de base para os pesos dos critérios foi feita com base nas respostas à **primeira rodada de questionários do Projeto PMR Brasil**, já apresentada na **Seção 3**. A conversão de frequências de menções para a escala de Saaty é inspirada pela abordagem adotada por Konidari e Mavrakakis (2007) para analisar sistemas de comércio de emissões na União Europeia (UE)<sup>18</sup>.

Novamente, trajetórias alternativas para tais pesos são propostas como testes de sensibilidade (**Seção 6.1**), tendo por base *survey online* que representou a **segunda rodada de questionários do Projeto** (vide **Quadro 16**).

### Resultados

A partir dos resultados da ponderação dos critérios, com a descoberta das contribuições relativas de cada um dentro de seu *cluster* e para o objetivo da decisão, é possível analisar a relevância de cada critério para a comparação de IPCs no âmbito do **Projeto PMR Brasil**. Nesse sentido, os pesos obtidos contribuíram para a melhor utilização dos recursos disponíveis para a análise, em particular, por meio da reavaliação da árvore de decisão.

Ou seja, de início, os pesos obtidos permitiram o julgamento acerca da possível exclusão de alguns critérios pouco relevantes da AMC, sem maiores prejuízos para os resultados finais, porém contribuindo para a aplicação mais eficaz das próximas etapas da análise ao requerer a consideração de um menor número de aspectos por parte dos *stakeholders* do **Projeto** quando da aferição do desempenho de cada alternativa regulatória.

Nesse sentido, optou-se por limitar as análises futuras apenas aos critérios que atingissem um mínimo de contribuição para a nota final de cada alternativa com relação ao objetivo de decisão. Após proposta inicial da **FGV** e breve deliberação com representantes do **Banco Mundial**, adotou-se o limite de 2,0% para a manutenção de qualquer critério na hierarquia de decisão do **Projeto PMR Brasil (Quadro 11)**. Assim, a árvore de decisão atualizada e ponderada para o **Projeto** é oferecida na **Figura 3**.

---

<sup>18</sup> Trata-se de simplificação dos procedimentos usualmente adotados junto ao método AHP, nos quais, os *stakeholders* de algum processo de tomada de decisão são convidados a realizar diretamente as comparações entre cada par de critérios.



## Quadro 11

### Ajustes à hierarquia de decisão (exclusão de critérios)

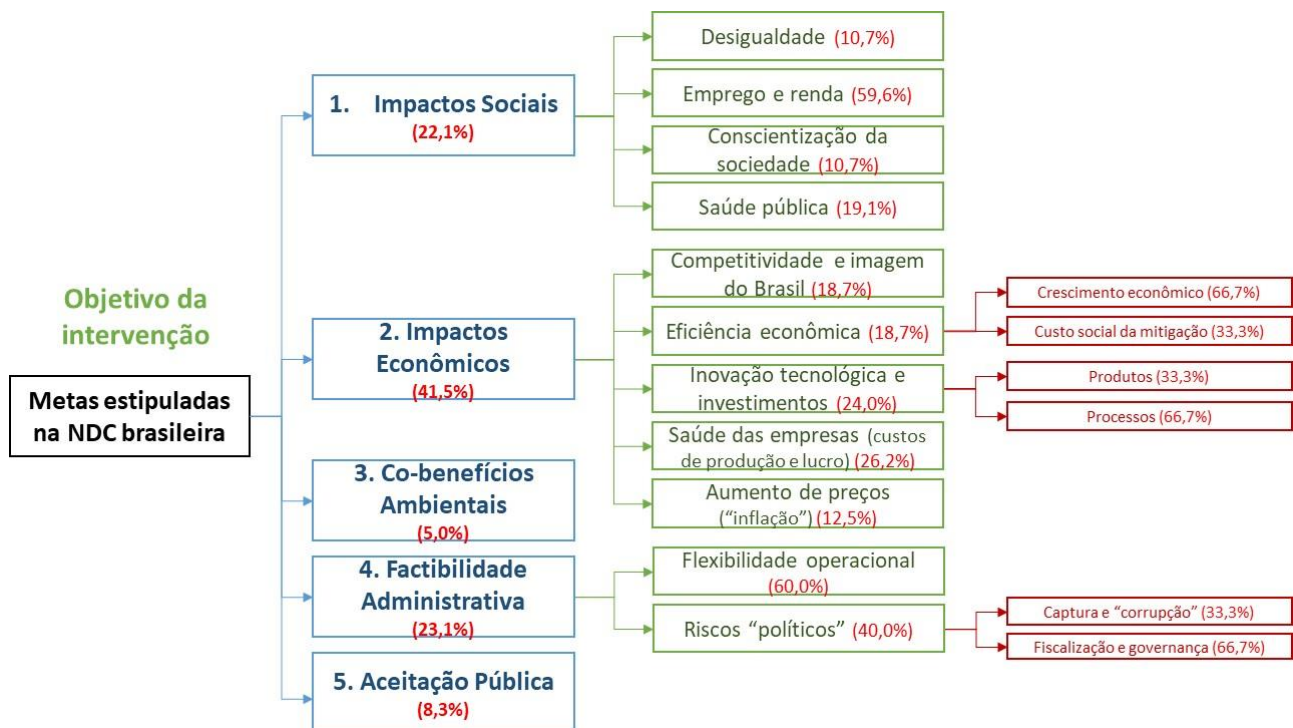
Ajustes aplicados à hierarquia de decisão após a exclusão de critérios com peso inferior a 2,0% do total:

- 1) O critério de primeira ordem “Impactos ambientais” seria explicado apenas pelo subcritério “Desmatamento”. Optou-se por rebatizar o critério para “Co-benefícios ambientais”, mantendo seu peso no cluster de primeira ordem, mas sem quaisquer subcritérios que lhe expliquem.
- 2) O critério de segunda ordem “Facilidade de implementação e operação” seria explicado somente pelo subcritério “Flexibilidade operacional”. Optou-se por rebatizar o critério de segunda ordem para “Flexibilidade operacional”, mantendo o peso original no cluster de segunda ordem e sem quaisquer subcritérios que lhe expliquem.
- 3) Ajuste dos pesos dos critérios de terceira ordem nos clusters “Eficiência econômica” e “Riscos políticos” por meio de cálculo de nova matriz de dominância com as dimensões ajustadas para o número de subcritérios restantes (2 x 2).

Fonte: Produto A.3.

Figura 3

### Árvore de decisão para o Projeto PMR Brasil (com pesos e refinada)



Fonte: elaborado pelos autores.

As descrições de cada um dos critérios elencados na **Figura 3**, também construídas a partir das respostas dos participantes da primeira rodada de questionários do **Projeto**, são apresentadas em glossário disponível no **Apêndice 3**, conforme apresentadas para os *stakeholders* do Projeto nas etapas restantes da análise.

## Discussão

Após os cálculos e aplicação dos procedimentos mencionados acima, os 29 critérios encontrados a partir da análise de conteúdo foram reduzidos para 22 critérios, cuja contribuição para o objetivo da intervenção é minimamente relevante (peso global > 2,0%). Destes, dezesseis critérios não são explicados por qualquer outro e necessitam de avaliação direta nas etapas restantes da análise. Outros seis são plenamente explicados por critérios de ordens inferiores.

Os resultados apresentados na **Figura 3** oferecem, portanto:

- ▣ Linha de base acerca das contribuições relativas de cada critério para a comparação das alternativas regulatórias (com trajetórias alternativas a serem construídas nos testes de sensibilidade – **Seção 6.1**); e
- ▣ Indicativo dos critérios que necessitam de avaliação direta, seja pela modelagem dos impactos socioeconômicos dos IPCs (realizada pelo **Componente 2A**), seja pela atribuição de notas pelos próprios *stakeholders* do **Projeto**.

Tendo em vista a escassez de exercícios similares com relação ao uso de instrumentos econômicos para o atingimento de metas ambientais no Brasil, a identificação desses critérios, a partir das percepções e opiniões de representantes do setor privado, governo, academia e sociedade civil, permite a satisfatória consecução da AIR do **Projeto PMR Brasil** e também representa uma importante contribuição deste para futuros esforços similares.

Especificamente com relação à AIR aqui apresentada, uma vez obtida a hierarquia de decisão com seus critérios devidamente ponderados, restam tão somente a avaliação das alternativas regulatórias (apresentadas na **Seção 2.2**) dentro de cada critério e, conseqüentemente, o ranqueamento dessas alternativas. Essas etapas são apresentadas e discutidas nas seções a seguir.

## 5. Desempenho das Alternativas Regulatórias

---

O quarto passo da AIR do **Projeto PMR Brasil** diz respeito à aferição do desempenho de cada alternativa regulatória contemplada pelo **Projeto** dentro de cada critério identificado e ponderado nas etapas prévias da análise. Na prática, alguns critérios são plenamente explicados por outros (de ordens inferiores), então, os cenários de precificação de carbono e de referência foram avaliados em quinze critérios (vide **Tabela 3**)<sup>19</sup>.

### Método

Conforme antecipado na **Seção 4**, dois métodos foram empregados, em combinação, para tal avaliação:

- 1) **Teoria da utilidade multiatributo ou MAUT**: Método desenvolvido por Keeney & Raiffa (1976) que se baseia na hipótese de que todo tomador de decisão busca otimizar uma função que agrega todos os atributos relevantes, inclusive não monetários (**Quadro 12**); e
- 2) **Técnica de ranqueamento multiatributo simples ou SMART**: Método inicialmente empregado por Edwards (1977) e que representa uma versão mais simples e alternativa da MAUT; popular sobretudo quando há fácil acesso aos juízes/tomadores de decisão (**Quadro 13**).

### Quadro 12

#### Teoria da utilidade multiatributo (MAUT)

A Teoria da utilidade multiatributo é uma teoria de utilidade esperada que permite identificar o melhor curso de ação ao assinalar uma utilidade para cada consequência esperada e calcular a melhor utilidade possível. É um método bastante intensivo no uso de dados e requer que as preferências do tomador de decisão sejam precisas.

De maneira simplificada, o método considera um conjunto A de alternativas  $a_i$  (cenários) a serem comparadas com base na utilidade  $U(a)$  que cada uma gera. Como essas utilidades são números reais, as alternativas podem então ser comparadas entre si.

A aplicação do método MAUT envolve a mensuração relativa dos atributos (critérios) por meio da atribuição de nota em um intervalo normalizado, por exemplo, entre 0 e 1 ou entre 0 e 100. Como os atributos são

---

<sup>19</sup> Embora prevista, a distinção entre inovação tecnológica e investimentos em novos produtos e processos não foi possível a partir dos resultados da modelagem. Foi possível, no entanto, obter dados de forma agregada, tratados diretamente no segundo nível da hierarquia de decisão.

mensurados em unidades diferentes, a normalização é necessária para permitir a adição dessas utilidades em uma utilidade global de cada alternativa.

O formato das funções de utilidade reflete as preferências de um tomador de decisão. Funções lineares, por exemplo, indicam que a variação na utilidade é sempre proporcional à variação no desempenho e são empregadas na maioria das aplicações do método, devido a sua facilidade de cálculo e interpretação.

Obs.: O método MAUT também pode ser utilizado para ponderar os pesos dos critérios, mas no Projeto PMR Brasil tal etapa é realizada por meio do método AHP (vide **Seção 4**).

Fonte: elaborado pelos autores com base nos **Produtos A.1 e A.2**.

### Quadro 13

#### Técnica de Ranqueamento Multiatributo Simples (SMART)

Método que converte o desempenho das alternativas em números cardinais, utilizando uma banda de valores entre o menor e o maior desempenho dentro de cada critério (p. ex., de zero a dez). A SMART é um método de tomada de decisão de uso relativamente simples e compatível com quaisquer técnicas para atribuição de pesos aos critérios de comparação.

Sua simplicidade permite uma rápida implementação, inclusive, por exemplo, com seu uso em reuniões para decisões em grupo. Tal simplicidade vem acompanhada do custo de não conseguir capturar todos os detalhes e complexidades de todos os problemas reais.

Os passos técnicos da SMART consistem em identificar os atores (tomadores de decisão) e questões envolvidas (objetivo da decisão), atribuir valores às alternativas de decisão sob diferentes critérios, normalizar as notas, atribuir pesos aos critérios e, por fim, calcular a utilidade. Assim como para outros métodos, o SMART sugere que o problema de decisão seja disposto em formato de árvore de decisão.

A atribuição de valores para cada alternativa sendo avaliada em cada dimensão (critério) é feita diretamente pelos tomadores de decisão em uma escala de 0 a 100 (ou 0 a 10). Por conveniência, o ponto menos atrativo de cada escala é o 0 e o mais atrativo, 100 (ou 10).

Diferentemente da MAUT, como a avaliação é qualitativa e não baseada em dados numéricos, pode-se argumentar que a SMART é menos objetiva. Entretanto, a subjetividade pode ser minimizada pela participação de um grupo relativamente diverso na avaliação.

Obs.: O método SMART também pode ser utilizado para ponderar os pesos dos critérios, mas no Projeto PMR Brasil tal etapa é realizada por meio do método AHP (vide **Seção 4**).

Fonte: elaborado pelos autores com base nos **Produtos A.1 e A.2**.

A escolha por esses métodos reflete a disponibilidade de dados para o **Projeto PMR Brasil**, tendo em vista que este contempla um componente de avaliação dos impactos socioeconômicos da precificação de carbono por meio de uma modelagem integrada centrada em um modelo de equilíbrio geral<sup>20</sup>, mas também reconhecendo que nem todos os critérios poderiam ser respondidos por tal modelagem e, portanto, requereriam avaliação direta por parte dos *stakeholders* do **Projeto**. Nesse sentido, o método MAUT foi aplicado junto àqueles critérios que puderam ser respondidos a partir dos resultados das modelagens econômicas, com a conversão do desempenho de cada

<sup>20</sup> O **Componente 2A** do Projeto PMR Brasil empregou o modelo IMACLIM-BR para suas modelagens macroeconômicas, com aporte de modelos setoriais, por exemplo, para os setores energético e de AFOLU (agricultura, florestas e outros usos da terra). A descrição desses modelos pode ser encontrada nos relatórios do próprio **Componente 2A**.

alternativa, dentro de cada critério, para função linear de utilidade em uma escala de zero a cem, em que a melhor alternativa recebe uma nota igual a cem (e a pior recebe nota igual a zero).

Conseqüentemente, o método SMART foi adotado junto aos demais critérios, a partir de nova rodada de questionários junto aos *stakeholders* do **Projeto** (ver tópico a seguir). Essa combinação de métodos permitiu a agregação de todos os desempenhos em utilidades globais (ranqueamento global) das alternativas, com a conversão dos resultados para uma escala comum, em que os desempenhos estimados a partir do método SMART foram convertidos para a escala MAUT (0 a 100) por meio da seguinte fórmula:

$$Desempenho\ normalizado = \frac{(\sqrt{2,51})^{m_k}}{\sum_{k=1}^n (\sqrt{2,51})^{m_k}} \times 100$$

Onde:

- ▣ n = 7 (número de alternativas avaliadas sob o subcritério k);
- ▣ m<sub>k</sub> = nota média atribuída pelos respondentes na terceira rodada de questionários do Projeto PMR Brasil; e
- ▣ 2,51 é usado, já que  $(\sqrt{2,51})^{10} = 100$ .

### Fontes de dados

As fontes de dados para a aferição de desempenho das alternativas foram: i) Modelagem dos impactos socioeconômicos dos instrumentos de precificação (**Componente 2A**); e ii) Terceira rodada de questionários do **Projeto PMR Brasil (Quadro 14)**. Os critérios respondidos por cada fonte e, por conseguinte, por cada método (MAUT ou SMART) estão dispostos na **Tabela 3**.

**Tabela 3**  
**Método e Fonte de Dados por Critério**

Critério	MAUT (Modelagem econômica)	SMART (3ª Rodada de questionários)
Desigualdade	X	
Emprego e renda	X	
Conscientização da sociedade		X
Saúde pública		X
Competitividade e imagem do Brasil	X	
Crescimento econômico	X	
Custo social da mitigação	X	

Critério	MAUT (Modelagem econômica)	SMART (3ª Rodada de questionários)
Inovação tecnológica e investimentos (produtos e processos)	X	
Saúde das empresas (custos de produção e lucro)	X	
Aumento de preços (“inflação”)	X	
Co-benefícios ambientais		X
Flexibilidade operacional		X
Captura e “corrupção”		X
Fiscalização e governança		X
Aceitação pública		X

Fonte: elaborado pelos autores com base em (Wills, 2020).

## Quadro 14

### Terceira Rodada de Questionários do Projeto PMR Brasil

O questionário proposto para a terceira rodada de questionários do **Projeto PMR Brasil** buscou assegurar a consideração cuidadosa e atenta das implicações de cada cenário de precificação de carbono com relação ao grupo de sete critérios a ser avaliado por meio do método SMART (**Tabela 3**).

De maneira a manter a continuidade das análises, o público-alvo indicado para envolvimento nessa rodada de questionários também partiu da lista de *stakeholders* do **Projeto**, reconhecendo a maior familiaridade desses atores com relação ao tema da precificação de carbono e a heterogeneidade de experiências e representatividade dos diferentes setores e segmentos de atuação nessa população.

Apresentados a breve descrição dos cenários de precificação e do significado de cada critério sob consideração, cada participante foi convidado a atribuir uma nota (de zero a dez) para cada um dos cenários avaliados dentro de cada critério (um critério por vez) e oferecer justificativa para tais notas.

Tendo em vista os retornos decrescentes e maiores taxas de abandono decorrentes da inclusão de muitas perguntas em um mesmo questionário *online*, os critérios foram separados em dois grupos de acordo com seus pesos relativos:

- Prioridade 1 (tier 1):** quatro critérios de maior contribuição (peso global) para o objetivo da decisão (Flexibilidade operacional; Aceitação pública; Fiscalização e governança; e Co-benefícios ambientais);
- Prioridade 2 (tier 2):** critérios restantes (Saúde pública; Captura e “corrupção”; Conscientização da sociedade).

Ao passo que as perguntas para os critérios de prioridade 1 foram “obrigatórias” (campos de preenchimento obrigatória), as perguntas relativas aos demais critérios foram apenas “recomendadas” (campos não obrigatórios) para a conclusão do questionário.

A terceira rodada de questionários foi disponibilizada por meio de *survey online* entre os dias 15 de abril e 04 de maio de 2020 e contou com 50 participações, das quais 25 completas. O grupo de respondentes foi composto por 60,7% de participantes do setor privado, 21,4% da academia; 10,7% do governo e 7,1% da sociedade civil. 53,6% dos respondentes possuíam maior expertise no setor industrial; 14,3% no setor de combustíveis e transportes; 7,1% no setor agropecuário; 7,1% no setor de energia elétrica; e 17,9% possuíam conhecimento transversal.

Obs. 1: Inicialmente, a aplicação do método SMART ocorreria durante oficina de trabalho, com deliberações em grupos. Entretanto, devido ao avanço da pandemia de Covid-19 e à impossibilidade de realização de atividades presenciais nos meses de março, abril e maio de 2020, os procedimentos foram ajustados para formato *online*, conforme apresentados no Quadro.

Obs. 2: A ferramenta *online* utilizada (<https://surveyhero.com>) registra quaisquer questionários com ao menos um campo preenchido como uma “resposta”. Para o cálculo dos resultados, no entanto, apenas perguntas em que o participante preencheu todas as células, ou seja, avaliou todos os cenários de precificação dentro de um critério, foram consideradas. 25 participantes avaliaram todos os cenários para todos os critérios.

Obs. 3: 28 participantes responderam às perguntas de identificação de segmento de atuação e setor de expertise.

Fonte: elaborado pelos autores com base no **Produto A.3**.

### Resultados e discussão

Os resultados da avaliação das alternativas regulatórias são apresentados a seguir por ordem de importância do critério na linha de base (da maior para a menor contribuição global). Apenas critérios finais, ou seja, não explicados por critérios de menor ordem são apresentados na presente Seção. O ranqueamento global, com as pontuações (*scores*) de cada cenário dentro de cada critério são oferecidos na **Seção 6**. Novamente, a definição de cada critério pode ser encontrada no **Apêndice 3**.

**Flexibilidade operacional** (Peso global: 13,9%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 29 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 4** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 4**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Flexibilidade Operacional**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>6,069</b>	<b>5,931</b>	<b>5,586</b>	<b>6,690</b>	<b>5,759</b>	<b>6,621</b>	<b>3,379</b>
<b>Ranking</b>	3	4	6	1	5	2	7
<b>Mediana</b>	5	5	5	8	5	7	2
<b>Máxima</b>	9	8	8	10	8	10	9
<b>Mínima</b>	4	4	0	0	3	3	0
<b>Desvio padrão</b>	1,486	1,387	1,637	2,106	1,431	1,656	3,61
<b>Escala MAUT</b>	<b>15,346</b>	<b>14,402</b>	<b>12,288</b>	<b>20,422</b>	<b>13,306</b>	<b>19,784</b>	<b>4,451</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que o cenário “Segmentado” é o melhor avaliado, sendo o único com média superior a 20 na escala MAUT. Nesse sentido, um participante indica que tal cenário “adiciona uma maior flexibilidade ao sistema, uma vez que ajustes poderão ser realizados pontualmente para cada setor”.

No outro extremo, conforme registrado por outro participante, “o Cenário de Referência não permite flexibilidade, uma vez que não será aplicado uma precificação de carbono e os setores serão obrigados a investir em medidas de mitigação por meio de comando e controle”. Com efeito, tal cenário recebeu treze notas zero.



O restante dos cenários, no entanto, recebeu notas próximas, em média, variando de um mínimo de 5,586 até um máximo de 6,621, portanto, com uma distância de 1,035 pontos entre a melhor e a pior alternativa (excetuando o cenário de referência). Isto é, os participantes não julgaram que os cenários eram marcadamente diferentes, como resumido por um respondente: “Em relação aos pacotes de precificação em si, não vejo muita variação neste critério”.

**Emprego e renda** (Peso global: 13,2%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). A **Tabela 5** apresenta os resultados obtidos a partir da modelagem, em milhares de empregos e já convertidos para a escala do método MAUT. Nela, é possível notar a considerável proximidade entre todos os cenários, exceto o de referência que apresenta cerca de 1,5 milhão a menos de empregos no horizonte temporal analisado (2021-2030).

**Tabela 5**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Emprego e Renda**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Empregos (mil)</b>	113.166	113.119	113.170	113.167	113.163	113.193	111.628
<b>Ranking</b>	4	6	2	3	5	1	7
<b>Escala MAUT</b>	<b>98,27</b>	<b>95,27</b>	<b>98,53</b>	<b>98,34</b>	<b>98,08</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

**Saúde das empresas** (Peso global: 10,9%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). A **Tabela 6** apresenta os resultados obtidos a partir da modelagem, em bilhões de reais no ano de 2030 e já convertidos para a escala do método MAUT. Nota-se que quanto menores os custos de produção, melhor o desempenho da alternativa regulatória.

Os custos de produção dizem respeito aos setores de: carvão; refino e outros derivados de petróleo; gás natural; biocombustíveis; diesel; eletricidade; floresta plantada; pecuária bovina; outra agropecuária; cimento; ferro e aço; alumínio e outros metais não ferrosos; indústria química; carne bovina processada; outros alimentos e bebidas; papel e celulose; restante da indústria; transportes; e restante do setor de serviços.



**Tabela 6**

**Desempenho das Alternativas no Critério Saúde das Empresas**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Custo de produção (bilhões)</b>	39.369	39.356	39.464	39.360	39.369	39.173	40.584
<b>Ranking</b>	4	2	6	3	5	1	7
<b>Escala MAUT</b>	<b>86,11</b>	<b>87,07</b>	<b>79,4</b>	<b>86,75</b>	<b>86,1</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

Mais uma vez, o pior desempenho é registrado pelo cenário de referência, ao passo que os demais cenários possuem resultados próximos. A alternativa de “ajuste de fronteira” é a única das restantes a não atingir um desempenho de ao menos 80 pontos na escala MAUT, indicando que tal procedimento, e o conseqüente abandono da alocação gratuita de permissões, acaba por ter maiores impactos sobre os custos de produção das empresas. Destaque positivo é dado para o cenário que inclui o setor agropecuário, possivelmente devido aos menores custos para redução de emissões no setor.

**Investimentos e inovação tecnológica** (Peso global: 10,0%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

A partir dos resultados da primeira rodada de questionários da AIR do **Projeto PMR Brasil**, foi possível identificar uma distinção nas respostas dos participantes entre os investimentos e a inovação tecnológica entre novos processos e novos produtos. Entretanto, tal distinção não foi possível a partir dos resultados da modelagem de impactos socioeconômicos.

Em virtude do elevado número de critérios já avaliados diretamente pelos participantes e pela possibilidade de tratamento da comparação a partir de base quantitativa, ainda que em um nível de agregação acima do inicialmente desejado pelos *stakeholders* do **Projeto**, optou-se por tratar o critério “Investimentos e inovação tecnológica” diretamente na segunda ordem, a partir da agregação de duas medidas (com igual peso): i) taxa de investimento, em percentual do Produto Interno Bruto (PIB); e ii) CAPEX (Investimentos em Bens de Capitais) em medidas de mitigação no período 2021-2030 (em bilhões de reais). A **Tabela 7** apresenta tais resultados.

**Tabela 7**

**Desempenho das Alternativas no Critério Investimentos e Inovação Tecnológica**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Taxa de investimento (% do PIB)</b>	22,6%	22,7%	22,7%	22,6%	22,6%	22,7%	22,4%

<b>Ranking</b>	4	1	1	4	4	1	7
<b>Escala MAUT</b>	<b>66,67</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>66,67</b>	<b>66,67</b>	<b>100</b>	<b>0</b>
<b>CAPEX em mitigação (R\$ bilhões)</b>	98,52	98,52	98,65	102,57	101,45	94,02	199,10
<b>Ranking</b>	2	2	4	6	5	1	7
<b>Escala MAUT</b>	<b>95,72</b>	<b>95,72</b>	<b>95,59</b>	<b>91,86</b>	<b>92,93</b>	<b>100</b>	<b>0</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

É possível observar que por um lado, o cenário de referência apresenta uma menor taxa de investimento para a economia como um todo; por outro lado resulta em mais investimentos (em reais) em medidas de mitigação. Nota-se, contudo, que este segundo resultado também é negativo, dado que todas as alternativas atingem o mesmo volume de emissões de GEE. Ou seja, o cenário de referência necessita de gastos cerca de duas vezes maiores para entregar o mesmo montante de redução de emissões que os demais cenários.

Em contrapartida, a alternativa com o maior escopo, “Inclusão do Setor Agropecuário”, é aquela que consegue entregar os esforços de mitigação com menor volume de recursos e, assim, liberando mais recursos para investimentos em outras áreas da economia como um todo, ainda que exista considerável proximidade entre todos os cenários baseados em instrumentos de precificação.

**Aceitação pública** (Peso global: 8,3%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 29 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 8** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 8**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Aceitação Pública**

<b>Cenários</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>4,897</b>	<b>4,552</b>	<b>4,655</b>	<b>5,586</b>	<b>5,586</b>	<b>5,483</b>	<b>3,069</b>
<b>Ranking</b>	4	6	5	1	1	3	7
<b>Mediana</b>	5	5	5	5	6	6	3
<b>Máxima</b>	9	10	9	9	10	10	8
<b>Mínima</b>	0	0	0	0	0	2	0
<b>Desvio padrão</b>	2,076	2,983	2,38	1,783	2,5	1,765	2,915
<b>Escala MAUT</b>	<b>13,822</b>	<b>11,793</b>	<b>12,366</b>	<b>18,979</b>	<b>18,979</b>	<b>18,1</b>	<b>5,96</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em primeiro lugar, as notas próximas podem ser justificadas conforme resposta de um participante: “Efetivamente, todos os cenários enfrentariam rejeição pública, por adicionar o impacto de uma externalidade até então ignorada pelos agentes econômicos”. Mesmo os dois cenários que registram o melhor desempenho, quais sejam, “Segmentado” e “Isenção de Combustíveis Sensíveis”, apresentam médias inferiores a seis na escala SMART.

Uma justificativa para a melhor nota do pacote “Segmentado” é oferecida por um respondente: tal cenário “poderia ter menor rejeição, devido a possibilidade de cada setor entender a parte [da precificação de carbono] que o afeta”. Para a “Isenção de Combustíveis Sensíveis”, um participante afirma que os cenários “que excluem alguns setores serão bem vistos pelos participantes daqueles setores. Assim, o pacote com menor escopo recebe nota mais alta”.

O cenário com pior desempenho é o “Cenário de Referência”, uma vez que os entes regulados não “devem receber bem uma proposta de comando e controle, já que se trata de solução que prescreve ações iguais para atores diferentes”. De fato, onze participantes atribuíram nota zero a este cenário. Já a “inclusão do setor agropecuário pode enfrentar rejeição deste setor, mas será bem recebido por todos os demais, visto que é um setor com uma das maiores taxas de emissão do país”, como relatado por um respondente. Ou seja, as soluções com menor e maior escopo (cenários 5 e 6, respectivamente) tiveram notas bastante próximas.

**Competitividade** (Peso global: 7,8%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). A **Tabela 9** apresenta os resultados para a balança comercial do Brasil, como proporção do PIB, para o período 2021-2030 (quanto maior o saldo, melhor o desempenho da alternativa).

**Tabela 9**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Competitividade**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Saldo da balança comercial</b>	1,8%	1,7%	1,9%	1,8%	1,8%	1,8%	3,1%
<b>Ranking</b>	3	7	2	3	3	3	1
<b>Escala MAUT</b>	<b>7,14</b>	<b>0</b>	<b>14,29</b>	<b>7,14</b>	<b>7,14</b>	<b>7,14</b>	<b>100</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

Trata-se de outro critério para o qual o desempenho das alternativas regulatórias é muito próximo, com a exceção do cenário de referência. Como esperado, o cenário de “Ajuste de Fronteira” é ligeiramente superior aos demais cenários de precificação nesse quesito, uma vez que inclui as importações no escopo do instrumento de precificação.

**Fiscalização e governança** (Peso global: 6,2%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 28 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 10** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 10**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Fiscalização e Governança**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>5,786</b>	<b>5,393</b>	<b>3,857</b>	<b>3,536</b>	<b>6,107</b>	<b>4,286</b>	<b>6,250</b>
<b>Ranking</b>	3	4	6	7	2	5	1
<b>Mediana</b>	5	5	3,5	4	6	5	7
<b>Máxima</b>	8	8	8	9	9	7	9
<b>Mínima</b>	2	1	1	1	1	0	1
<b>Desvio padrão</b>	1,5	1,663	2,031	2,349	1,595	1,761	2,084
<b>Escala MAUT</b>	<b>18,182</b>	<b>15,174</b>	<b>7,484</b>	<b>6,457</b>	<b>21,076</b>	<b>9,118</b>	<b>22,509</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se que o menor escopo do cenário “Isenção de Combustíveis Sensíveis” e a maior familiaridade e especificidade de ações do cenário de “Referência” conferem os melhores desempenhos a ambos, únicos com média superior a 6 (nota MAUT superior a 20). Conforme resumido por dois participantes: “o Pacote isenção de combustíveis é ligeiramente melhor [...] por reduzir a quantidade de agentes regulados” e “Instrumentos de comando e controle são menos complexos e já conhecidos”, apesar de outro respondente ressaltar que mesmo o comando e controle “apesar de ‘dado’ ainda tem bastante problemas em sua fiscalização”.

No outro extremo, os cenários de “Ajuste de fronteira” e “Segmentado” recebem as piores avaliações (médias inferiores a quatro). O primeiro é tido como mais complexo, já que “implica em acompanhar também as emissões dos produtos importados” e “adiciona um número infinito de agentes a serem regulados, referentes aos produtos a serem importados”, como explicam alguns respondentes. O segundo “multiplica os esforços de fiscalização para cada instrumento setorial” e “aumentaria a quantidade de regras a serem aplicadas”, conforme algumas justificativas oferecidas.

A maior complexidade de contabilização de emissões no setor agropecuário, “do ponto de vista técnico e operacional” e “dada a complexidade de MRV de emissões biológicas”, é apontada por vários participantes como justificativa para seu fraco desempenho neste critério. De fato, trata-se do cenário que recebeu a menor nota máxima e único a receber nota mínima zero.

**Aumento de preços** (Peso global: 5,2%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). Em particular, as alternativas são comparadas com relação ao seu desempenho frente ao cenário de referência. Assim, o cenário de referência assume, naturalmente, o melhor desempenho e recebe nota máxima na escala MAUT. Os demais cenários são, então, comparados com relação à inflação acumulada no período 2012-2030, em excesso daquela observada para o cenário de referência (**Tabela 11**).

De maneira esperada, o cenário “Ajuste de Fronteira”, ao precificar também as importações e eliminar a alocação gratuita de permissões, implica em maior aumento do nível de preços. No sentido contrário, a isenção da precificação de carbono sobre combustíveis sensíveis, naturalmente, resulta em menor impacto sobre o nível de preços, sendo o melhor cenário excetuando o de referência.

**Tabela 11**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Aumento de Preços**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Inflação acumulada (%)</b>	4,4%	4,7%	5,9%	4,4%	4,3%	4,6%	-
<b>Ranking</b>	3	6	7	3	2	5	1
<b>Escala MAUT</b>	<b>25,4</b>	<b>20,3</b>	<b>0</b>	<b>25,4</b>	<b>27,1</b>	<b>22,0</b>	<b>100,0</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

**Crescimento Econômico** (Peso global: 5,2%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). Trata-se de outro critério em que a análise é feita de maneira relativa ao cenário de referência. Este cenário assume a pior nota e todos os demais são comparados com base no crescimento econômico (variação do PIB) adicional observado ao final do período 2012-2030, conforme retratado na **Tabela 12**. Há, no entanto, pouca variação entre o desempenho das alternativas regulatórias.

**Tabela 12****Desempenho das Alternativas no Critério Crescimento Econômico**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Varição no PIB (%)</b>	2,23%	2,21%	2,25%	2,24%	2,23%	2,27%	0,00%
<b>Ranking</b>	4	6	2	3	4	1	7
<b>Escala MAUT</b>	98,24	97,36	99,12	98,68	98,24	100	0

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

**Co-benefícios ambientais** (Peso global: 5,0%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 28 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 13** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 13****Desempenho das Alternativas no Critério Co-benefícios Ambientais**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>5,357</b>	<b>5,321</b>	<b>5,179</b>	<b>5,036</b>	<b>3,964</b>	<b>7,179</b>	<b>4,964</b>
<b>Ranking</b>	2	3	4	5	7	1	6
<b>Mediana</b>	6	6	6	5	3	7,5	5
<b>Máxima</b>	9	9	9	9	7	10	10
<b>Mínima</b>	3	3	3	3	2	5	3
<b>Desvio padrão</b>	2,094	2,074	2,056	2,081	2,063	2,001	2,186
<b>Escala MAUT</b>	<b>13,438</b>	<b>13,217</b>	<b>12,381</b>	<b>11,593</b>	<b>7,079</b>	<b>31,077</b>	<b>11,215</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Aqui o padrão que emerge é bastante claro: quanto maior o escopo do instrumento, melhor sua avaliação em termos de co-benefícios ambientais. Assim, o cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” recebeu, por larga margem, a melhor avaliação, e o cenário “Isenção de Combustíveis Sensíveis” foi merecedor do pior desempenho.

Exemplificando as justificativas nesse sentido, um participante sumariza: “todos os pacotes que retiram algum setor [...] reduzem os benefícios ambientais, por outro lado pacotes que acrescentam setores aumentam os benefícios ambientais”. Em particular, outro respondente sugere que “a produção do diesel e do GLP possuem diversos impactos ambientais que não teriam incentivo para redução se estiverem isentos da precificação”. Já a inclusão do setor agropecuário, “setor com grande interação com mudança do uso do solo”, é vista como positiva, “uma vez que melhores práticas produtivas levarão a uma redução da pressão sobre o desmatamento”, conforme ressaltado por alguns participantes.

**Saúde pública** (Peso global: 4,2%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 25 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 14** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 14**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Saúde Pública**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>5,320</b>	<b>5,400</b>	<b>5,080</b>	<b>4,760</b>	<b>2,920</b>	<b>5,760</b>	<b>4,800</b>
<b>Ranking</b>	3	2	4	6	7	1	5
<b>Mediana</b>	6	6	6	4	3	6	4
<b>Máxima</b>	9	9	9	9	6	10	9
<b>Mínima</b>	3	3	3	3	0	3	3
<b>Desvio padrão</b>	2,076	2,179	2,06	1,985	2,691	2,697	2,021
<b>Escala MAUT</b>	<b>16,532</b>	<b>17,152</b>	<b>14,804</b>	<b>12,777</b>	<b>5,479</b>	<b>20,242</b>	<b>13,014</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Mais uma vez se observa a importância da abrangência do instrumento para um critério. Novamente, o cenário de menor escopo, “Isenção de Combustíveis Sensíveis”, recebe a pior avaliação (nota SMART inferior a três, MAUT inferior a seis), ao passo que o de maior abrangência, “Inclusão do Setor Agropecuário”, é o mais bem avaliado (único com nota MAUT acima de 20).

Um participante justifica: “qualquer pacote que reduza [o número de] setores possuirá menor contribuição para a qualidade do ar”. Outro complementa que a inclusão do setor agropecuário, e seus efeitos sobre o preço da carne bovina, pode levar “à redução do seu consumo [...], alguns estudos atribuem diversas doenças ao consumo excessivo de carne e gordura”. Os cenários restantes recebem notas próximas, conforme explicado por alguns participantes, já que “mantendo o [mesmo] escopo de setores regulados, os pacotes apresentariam benefícios a saúde semelhantes e pouco relevantes”.

Um *stakeholder* do **Projeto** contextualiza de forma mais compreensiva: “todos os cenários atingem o mesmo nível de mitigação. Sendo assim, em termos da relação bruta entre GEE e poluentes locais, teriam impactos similares. Uma exceção clara seria o pacote isenção de combustíveis sensíveis, já que a queima do diesel é forte geradora de poluentes locais, então a distribuição da mitigação de GEE diferiria no sentido de reduzir a correlação [entre emissões de GEE] com [a emissão de] os poluentes locais”.

**Captura e “corrupção”** (Peso global: 3,1%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 26 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 15** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 15**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Captura e “Corrupção”**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>5,192</b>	<b>3,885</b>	<b>4,731</b>	<b>3,577</b>	<b>4,962</b>	<b>5,423</b>	<b>4,308</b>
<b>Ranking</b>	2	6	4	7	3	1	5
<b>Mediana</b>	4	3,5	4	4	4	5	3
<b>Máxima</b>	10	9	9	8	9	10	10
<b>Mínima</b>	0	0	0	0	0	0	0
<b>Desvio padrão</b>	2,02	2,93	2,201	1,983	1,949	1,677	2,396
<b>Escala MAUT</b>	<b>18,149</b>	<b>9,946</b>	<b>14,68</b>	<b>8,632</b>	<b>16,326</b>	<b>20,184</b>	<b>12,083</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A pior avaliação é oferecida ao cenário “Segmentado”, uma vez que este “busca uma aderência maior às pressões políticas” e oferece “tratamentos muito particulares [...], o que abre mais espaço a privilégios”, como exposto por alguns dos respondentes. Também com desempenho fraco aparece o cenário “Distributivo”, que, na visão de um *stakeholder*, “no seu próprio conceito já apresenta um desvio de finalidade (financiamento de programas sociais)”. De fato, esses pacotes são os únicos com média inferior a quatro (escala SMART, dez na escala MAUT).

No outro extremo, o cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” é bem recebido, possivelmente devido a seu maior escopo, já que “os cenários com menores níveis de exceção tendem a ser mais favoráveis nesse quesito”, conforme justificado por um respondente.

**Custo social da mitigação** (Peso global: 2,6%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). Nota-se, contudo, que os cenários de precificação apresentaram o mesmo valor do carbono, por uma conjunção de fatores casuais. Uma medida de mitigação com grande potencial e o custo apresentado (R\$ 26,50) acabou sendo, por acaso, a medida marginal de mitigação de todos os cenários, algo que foi possível graças à pouca diferença de desempenho econômico entre os cenários, o que gerou esforços de mitigação razoavelmente semelhantes. A única distinção, então, se dá com relação ao cenário de referência, que se baseia



em critérios políticos (comando e controle) para a seleção das medidas de mitigação que serão implementadas, independente do seu custo e, assim, possui resultado bastante mais elevado do que as demais alternativas (**Tabela 16**).

**Tabela 16**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Custo Social da Mitigação**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Preço da tCO<sub>2</sub>e (R\$)</b>	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	26,50	671,40
<b>Ranking</b>	1	1	1	1	1	1	7
<b>Escala MAUT</b>	100	100	100	100	100	100	0

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

**Desigualdade** (Peso global: 2,4%; Notas: modelagem de impactos socioeconômicos):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por meio da modelagem de impactos socioeconômicos (**Componente 2A**). O desempenho de cada alternativa regulatória é medido com base no percentual da renda total das famílias que é auferido pelos 20% mais pobres da população. Por exemplo, no cenário de referência o quintil mais pobre deteria 1,8% da renda total das famílias brasileiras, conforme exposto na **Tabela 17**.

**Tabela 17**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Desigualdade**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Renda dos 20% mais pobres (%)</b>	2,05	2,12	2,05	2,05	2,05	2,06	1,80
<b>Ranking</b>	3	1	3	3	3	2	7
<b>Escala MAUT</b>	78,12	100	78,12	78,12	78,12	81,25	0

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos resultados do **Componente 2A**.

De maneira esperada, o cenário “Distributivo” obtêm o melhor desempenho neste critério, tendo em vista que recicla as receitas de um SCE por meio do programa Bolsa Família. O outro único cenário que apresenta resultado ligeiramente superior aos demais é o “Inclusão do Setor Agropecuário” possivelmente pelos efeitos distributivos do maior crescimento econômico e nível de empregos observado nessa alternativa.

**Conscientização da sociedade** (Peso global: 2,4%; Notas: terceira rodada de questionários):

Os cenários de precificação foram avaliados nesse critério por 26 *stakeholders* do **Projeto**. A **Tabela 18** apresenta os resultados obtidos a partir dessas respostas.

**Tabela 18**  
**Desempenho das Alternativas no Critério Conscientização da Sociedade**

Cenários	1	2	3	4	5	6	7
<b>Nota SMART (Média)</b>	<b>5,885</b>	<b>6,269</b>	<b>5,846</b>	<b>5,346</b>	<b>4,846</b>	<b>6,731</b>	<b>4,692</b>
<b>Ranking</b>	3	2	4	5	6	1	7
<b>Mediana</b>	6	6	5	5	4	6	4
<b>Máxima</b>	10	10	9	9	9	10	10
<b>Mínima</b>	4	4	4	4	3	4	0
<b>Desvio padrão</b>	1,904	2,127	1,891	1,468	2,13	2,031	2,259
<b>Escala MAUT</b>	<b>15,085</b>	<b>18</b>	<b>14,816</b>	<b>11,771</b>	<b>9,352</b>	<b>22,264</b>	<b>8,712</b>

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Por fim, no critério de menor peso global, nota-se mais uma vez um padrão de respostas que indica a superioridade de alternativas com escopo regulatório mais abrangente. O cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” (único com nota MAUT acima de 20) é o melhor avaliado, dado que “a inclusão do maior número de agentes regulados favorece a difusão da conscientização”, como explicado por alguns *stakeholders*.

No outro extremo, o cenário com a pior avaliação é o baseado em instrumentos de comando e controle (“Referência”). Tal fato é justificado por um respondente já que “o surgimento de um preço explícito para as emissões de CO<sub>2</sub> é fundamental para a conscientização da sociedade”. Adicionalmente, alguns participantes registram que “cenários de comando e controle podem levar a visão de que o mecanismo se trata de uma burocracia adicional sem fins práticos”.

### **Considerações gerais**

#### **Resultados MAUT** (critérios avaliados pela modelagem de impactos socioeconômicos)

Uma análise preliminar dos resultados obtidos a partir da modelagem de impactos socioeconômicos, devidamente convertidos para escala em que a pior alternativa recebe nota zero, a melhor a alternativa recebe nota 100 e as demais são distribuídas linearmente entre esses extremos, permite observar a proximidade do desempenho de todos os cenários de precificação na maioria dos critérios.

Com efeito, em todos os critérios o cenário de Referência é o melhor ou o pior entre todos e com alguma distância. A **Tabela 19** apresenta o coeficiente de variação (CV, também chamado de desvio-padrão relativo)<sup>21</sup> para os resultados da modelagem de acordo com cada critério, com e sem o cenário de Referência na amostra.

**Tabela 19**

**Coeficiente de Variação (CV) dos Desempenhos das Alternativas (critérios MAUT)**

<b>Critério</b>	<b>CV com cenário de Referência</b>	<b>CV sem cenário de Referência</b>
<b>Emprego e renda</b>	0,51%	0,02%
<b>Saúde das empresas</b>	1,20%	0,24%
<b>Competitividade</b>	25,18%	5,56%
<b>Investimentos e inovação</b>	16,97%	1,72%
<b>Aumento de preços</b>	47,00%	12,72%
<b>Crescimento econômico</b>	41,70%	0,91%
<b>Custo social da mitigação</b>	205,47%	0,00%
<b>Desigualdade</b>	5,08%	1,36%

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota-se, portanto, que apenas para o critério “Aumento de preços” o coeficiente de variação é superior a 10% quando da exclusão do cenário de Referência da amostra. Posto de outra forma, a inclusão do cenário de referência nas análises dificulta a captura das pequenas diferenças observadas entre as alternativas de precificação de carbono, uma vez que responde pela maior parte da distância dos desempenhos entre os cenários.

Tal cenário de Referência, no entanto, apresenta o pior desempenho em seis dos oito critérios analisados quantitativamente, além de obter a pior nota em três critérios daqueles qualitativamente pelos *stakeholders* do **Projeto** (inclusive no critério Aceitação pública). Assim, os testes de sensibilidade da AIR devem contemplar uma avaliação comparativa apenas entre os cenários de precificação (vide Seção 6.1).

**Resultados SMART** (critérios avaliados pela terceira rodada de questionários)

No que diz respeito aos critérios avaliados diretamente pelos *stakeholders* do **Projeto PMR Brasil**, é possível notar alguma dificuldade dos participantes em diferenciar de maneira muito intensa os

<sup>21</sup> Calculado como a razão entre o desvio-padrão e a média de uma amostra.

cenários dentro de cada critério. A **Tabela 20** mostra que, em média, cada participante distinguiu um cenário do outro por menos de dois pontos.

**Tabela 20**

**Diferenciação dos Cenários em cada Critério Avaliado pela 3ª Rodada de Questionários**

<b>Critério</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Mínimo (A)</b>	<b>Máximo (B)</b>	<b>Range (B) – (A)</b>
<b>Flexibilidade Operacional</b>	1,776	2,483	7,828	5,345
<b>Aceitação pública</b>	1,761	3,172	7,241	4,069
<b>Fiscalização e governança</b>	1,785	2,393	7,357	4,964
<b>Co-benefícios ambientais</b>	1,303	3,571	7,357	3,786
<b>Saúde pública</b>	1,190	2,720	6,040	3,320
<b>Captura e "corrupção"</b>	1,473	2,577	6,423	3,846
<b>Conscientização da sociedade</b>	1,098	4,077	7,115	3,038

Obs.: Médias da variação das respostas de cada participante (notas na escala de 0 a 10 do método SMART).

Fonte: elaborado pelos autores.

Para os critérios Saúde Pública e Conscientização da sociedade, por exemplo, a distância média entre a nota mais alta e a mais baixa atribuída a algum cenário por um mesmo participante (*“range”*) foi de aproximadamente três pontos, indicando considerável similaridade mesmo entre a pior e a melhor alternativa na visão dos participantes.

Os critérios com diferença mais marcada entre os cenários avaliados (Flexibilidade operacional e Fiscalização e governança) se justificam, respectivamente, devido: i) ao aspecto bastante distinto do cenário de “Referência”, já que a menor flexibilidade dos instrumentos de comando e controle faz com que este receba notas muito inferiores nesse quesito; e ii) a multiplicação de esforços para fiscalização de diversos instrumentos setoriais no cenário “Segmentado”.

Na **Seção 6.1**, os resultados dessa terceira rodada de questionários são “estressados”, com a intensificação das diferenças de avaliação dos participantes, como parte dos testes de sensibilidade da AIR.

## 6. Ranqueamento Global

---

O último passo da AIR do **Projeto PMR Brasil** diz respeito à classificação global de cada alternativa regulatória, que é definida ao multiplicar as pontuações convertidas para a escala comum pelo peso de cada critério e somar todas as pontuações ponderadas, para cada cenário. Isto é, trata-se do ranqueamento dos cenários contemplados, conforme seus desempenhos dentro de cada critério identificado na análise.

### Método

O ranqueamento das alternativas é feito a partir do desempenho (utilidade) global de cada alternativa, isto é, da soma do desempenho de cada alternativa dentro de cada critério (utilidade monoatributo), ponderado pelo peso de cada critério (modelo aditivo)<sup>22</sup>. Ou seja, considera-se A o conjunto de alternativas  $a_i$  (cenários) a serem comparadas, com base na utilidade  $U(a)$  que cada uma gera. Como essas utilidades são números reais, obtidos pela aplicação dos métodos MAUT e SMART (**Seção 5**), as alternativas podem então ser comparadas entre si. Matematicamente:

$$\forall a_i \in A: U(a_i) = U(f_1(a_i), \dots, f_q(a_i)) = \sum_{j=1}^q U_j(f_j(a_i)) \cdot w_j$$

Onde:

- ▣ A = conjunto de alternativas  $a_i$  (cenários) a serem comparadas;
- ▣ F = conjunto de  $q$  critérios  $f_j$  ( $j = 1, \dots, q$ );
- ▣  $U_j(f_j)$  = utilidade monoatributo (marginal), não decrescente ( $U_j(f_j) \geq 0$ ); e
- ▣  $w_j$  é a importância relativa (peso) do critério  $f_j$ .

### Fontes de dados

---

<sup>22</sup> Segue-se, portanto, a prática observada na maioria dos estudos aplicados em teoria de utilidade multiatributo e que resulta em aproximações extremamente próximas das funções hipoteticamente verdadeiras (Gómez-Limón & Martínez, 2006). Caso a soma dos pesos dos critérios diferisse da unidade, então, dever-se-ia aplicar o modelo multiplicativo. Posto de outra forma, quando a avaliação do desempenho das alternativas dentro de cada critério é feita de forma independente (a dos outros critérios), emprega-se o modelo aditivo (vide **Produto A.2**).

O ranqueamento das alternativas regulatórias foi obtido a partir dos resultados de cada uma das etapas identificadas nas seções anteriores.

### **Resultados**

A Tabela 21 apresenta os resultados globais e ranqueamento para cada alternativa regulatória, com a nota recebida em cada critério (em termos absolutos e ponderada pelo peso do critério).

### **Discussão**

A primeira análise a ser feita sobre os resultados globais diz respeito ao grau de distância entre o cenário de Referência e os cenários de precificação: o desempenho global daquele cenário é quase três vezes pior ao observado para o restante dos cenários. Trata-se, realmente, de cenário mal avaliado tanto para os critérios respondidos pela modelagem de impactos socioeconômicos, quanto pela avaliação direta e subjetiva dos *stakeholders* do **Projeto PMR Brasil**.

Em segundo lugar, destaca-se o desempenho superior do cenário “Inclusão do Setor Agropecuário”, único com desempenho global acima de 50 pontos e com diferença de quase cinco pontos para o segundo cenário melhor ranqueado (“Distributivo”). Ainda que reflita apenas a inclusão da pecuária bovina de corte, já em um nível de agregação para os critérios de primeira ordem, tal cenário apenas não apresenta os *scores* mais altos no critério “Aceitação Pública”, por ligeira diferença. Quaisquer dificuldades nesse sentido parecem ser mais do que compensadas pelos ganhos sociais, econômicos, ambientais e até mesmo administrativos.

Os demais cenários se revelam muito próximos e a diferença de pontuação global entre o segundo colocado (“Distributivo”) e o sexto (“Ajuste de fronteira”) é inferior a um ponto. Conforme discutido previamente, tamanha proximidade é parcialmente explicada pela inclusão do cenário de Referência na amostra e quaisquer vantagens de um cenário sobre o outro podem ser melhor exploradas nos testes de sensibilidade (**Seção 6.1**), em especial com a consideração e comparação apenas dos cenários de precificação de carbono.

**Tabela 21**  
**Pontuação Global das Alternativas**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,08%	18,15	0,56	9,95	0,31	14,68	0,45	8,63	0,27	16,33	0,50	20,18	0,62	12,08	0,37
Fiscalização e governança	6,16%	18,18	1,12	15,17	0,94	7,48	0,46	6,46	0,40	21,08	1,30	9,12	0,56	22,51	1,39
Crescimento econômico	5,18%	98,24	5,09	97,36	5,04	99,12	5,13	98,68	5,11	98,24	5,09	100,00	5,18	0,00	0,00
Custo social da mitigação	2,58%	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,86%	15,35	2,13	14,40	2,00	12,29	1,70	20,42	2,83	13,31	1,84	19,78	2,74	4,45	0,62
Riscos “políticos”	9,24%	-->	1,68	-->	1,24	-->	0,91	-->	0,66	-->	1,80	-->	1,18	-->	1,76
Competitividade	7,76%	7,14	0,55	0,00	0,00	14,29	1,11	7,14	0,55	7,14	0,55	7,14	0,55	100,00	7,76
Saúde das empresas	10,87%	86,11	9,36	87,07	9,47	79,40	8,63	86,75	9,43	86,10	9,36	100,00	10,87	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,76%	-->	7,67	-->	7,62	-->	7,71	-->	7,69	-->	7,67	-->	7,76	-->	0,00
Aumento de preços	5,19%	25,42	1,32	20,34	1,06	0,00	0,00	25,42	1,32	27,12	1,41	22,03	1,14	100,00	5,19
Inovação e investimentos	9,96%	81,20	8,09	97,86	9,75	97,80	9,74	79,27	7,89	79,80	7,95	100,00	9,96	0,00	0,00
Desigualdade	2,36%	78,12	1,85	100,00	2,36	78,12	1,85	78,12	1,85	78,12	1,85	81,25	1,92	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17%	98,27	12,94	95,27	12,55	98,53	12,98	98,34	12,95	98,08	12,92	100,00	13,17	0,00	0,00
Saúde pública	4,22%	16,53	0,70	17,15	0,72	14,80	0,62	12,78	0,54	5,48	0,23	20,24	0,85	13,01	0,55
Conscientização da sociedade	2,36%	15,09	0,36	18,00	0,43	14,82	0,35	11,77	0,28	9,35	0,22	22,26	0,53	8,71	0,21

Critério	Cenário		1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>																
<b>Impactos sociais</b>	22,10%	-->	15,85	-->	16,06	-->	15,80	-->	15,62	-->	15,22	-->	16,47	-->	0,76	
<b>Impactos econômicos</b>	41,50%	-->	26,99	-->	27,89	-->	27,20	-->	26,89	-->	26,94	-->	30,29	-->	12,95	
<b>Co-benefícios ambientais</b>	5,00%	13,44	0,67	13,22	0,66	12,38	0,62	11,59	0,58	7,08	0,35	31,08	1,55	11,22	0,56	
<b>Factibilidade administrativa</b>	23,10%	-->	3,81	-->	3,24	-->	2,62	-->	3,49	-->	3,65	-->	3,93	-->	2,38	
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	13,82	1,15	11,79	0,98	12,37	1,03	18,98	1,58	18,98	1,58	18,10	1,50	5,96	0,49	
<b>TOTAL</b>	100%		<b>48,46</b>		<b>48,83</b>		<b>47,26</b>		<b>48,16</b>		<b>47,73</b>		<b>53,75</b>		<b>17,13</b>	
<b>Ranking</b>			<b>3</b>		<b>2</b>		<b>6</b>		<b>4</b>		<b>5</b>		<b>1</b>		<b>7</b>	

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: elaborado pelos autores.



## 6.1 Testes de Sensibilidade

Qualquer modelo, seja ele econômico ou não, bem como qualquer processo de tomada de decisão está sujeito a variações, imprecisões e erros em suas hipóteses e parâmetros (Pannell, 1997). Nesse sentido, a realização de testes de sensibilidade pode auxiliar no entendimento acerca dos impactos de cada parâmetro/atributo sobre os resultados obtidos, permitir a exploração das condições que alterariam tais resultados e, assim, oferecer maior segurança para os tomadores de decisão de que determinado curso de ação é mais robusto e recomendado para adoção (FGVces & ANA, 2018).

Na AIR do **Projeto PMR Brasil**, testes de sensibilidade podem ser realizados no que diz respeito aos pesos dos critérios para priorização das alternativas e ao desempenho das alternativas regulatórias. Os procedimentos de diferentes testes de sensibilidade são descritos a seguir. As tabelas com os resultados de todos os cenários, dentro de todos os critérios, para cada teste podem ser encontradas no **Apêndice 4**.

### Quadro 15

#### Abordagem “Efeitos Elementares” para testes de sensibilidade

Análises de sensibilidade (ou de incerteza) são frequentemente realizadas a partir de uma abordagem “*one-at-a-time*” (OAT, em português: “um de cada vez”), isto é, mudando o valor de determinados fatores um de cada vez, enquanto mantendo os demais constantes, e revertendo para a linha de base.

Alternativamente, pode-se adotar o método dos “Efeitos Elementares” (EE), abordagem que preserva algumas características da OAT, que ao invés de propor diversas variações individuais dos elementos de análise, busca construir trajetórias, compostas de variações simultâneas de elementos, comparáveis com a linha de base.

Nesse sentido, os resultados de um teste de sensibilidade servem de base para a condução de outras análises, permitindo a avaliação gradual dos efeitos de variações simultâneas em alguns dos parâmetros ou características da análise, com o intuito de compreender sob quais combinações os resultados da linha de base podem sofrer eventuais variações.

Fonte: **Produto A.3**.

#### Alteração dos pesos dos critérios

Em uma AMC que tem por base o método AHP, os pesos dos critérios podem ser alterados diretamente ao ajustar os resultados (vetor de pesos) ou ainda modificados por meio da alteração dos insumos (relações de dominância) nas matrizes de comparações emparelhadas (Chen, Yu, & Khan, 2013).

No âmbito do **Projeto PMR Brasil**, ao invés de promover diversas variações individuais dos pesos dos critérios, perseguiu-se uma abordagem que buscou construir trajetórias, compostas de variações simultâneas desses elementos, comparáveis com a linha de base, mantendo alguma simetria nas análises, mas conferindo maior eficiência ao processo, conforme prática da *Environmental Protection Agency* americana (Saltelli e Annoni 2010).

Isto é, construíram-se trajetórias alternativas para os pesos dos critérios, porém buscando não alterar a ordem de importância destes, já que a “linha de base” oferecida pela aplicação do método AHP, ou quaisquer outros métodos, é comumente entendida como o “melhor ponto de estimativa” para as análises seguintes (Saltelli e Annoni 2010). A fonte de dados para a construção dessas trajetórias foi a segunda rodada de questionários (**Quadro 16**), cujos resultados permitiram a construção de duas trajetórias alternativas à linha de base (vide **Quadro 17**):

- ▣ **Trajетória intermediária:** alteração moderada apenas dos critérios com maior nível de desacordo frente aos da linha de base;
- ▣ **Trajетória extrema:** alteração intensa dos critérios com maior nível de desacordo e alteração moderada dos critérios com substantivo nível de desacordo frente à linha de base.

### Quadro 16

#### Segunda Rodada de Questionários do Projeto PMR Brasil

Após a obtenção da árvore de decisão que configura a linha de base do **Projeto (Figura 3)**, foi possível construir novo questionário para inquirir os *stakeholders* acerca do nível de adequação dos pesos obtidos para cada critério. Repetiu-se, portanto, o público-alvo e os procedimentos para agregação dos resultados da primeira rodada de questionários.

Essa nova rodada de perguntas contou com o seguinte formato para todas as questões: apresentou-se: o nível da hierarquia (*cluster*) para contextualizar os participantes; o peso do critério em questão dentro daquele nível; breve definição do critério; e cinco opções para julgamento da adequação do peso oferecido (Muito Alto, Alto, Adequado, Baixo e Muito Baixo).

A rodada foi realizada por meio de *survey online* entre 27 de fevereiro e 20 de março de 2020 e contou com 261 visualizações e 80 respostas (taxa de participação de 30,7%), das quais 61 completas (taxa de completude de 76,3%).

Fonte: **Produto A.3**.

### Quadro 17

#### Construção das trajetórias alternativas de pesos para os critérios

As respostas dos participantes à segunda rodada de questionários foram convertidas para a seguinte escala de pontos: Muito Alto = -2; Alto = -1; Adequado = 0; Baixo = 1; Muito Baixo = 2.

Então, os resultados em módulo puderam ser ranqueados de forma a identificar quais critérios são julgados pelos respondentes como mais merecedores de ajustes (em qualquer direção). A separação dos critérios em quintis permitiu identificar quais critérios teriam pesos alternativos em cada trajetória:

- 1) **Primeiro quintil (maior desacordo):** Ajuste moderado na trajetória intermediária e intenso na trajetória extrema;
- 2) **Segundo quintil (substantivo desacordo):** Ajuste moderado na trajetória extrema; e
- 3) **Demais quintis:** Nenhum ajuste.

Os ajustes foram feitos de forma relativa à distância de um critério com relação ao mais próximo critério em termos de importância (peso) na direção do ajuste, com um ajuste de menor intensidade dominando necessidades de ajuste de maior intensidade.

Caso apenas um critério fosse indicado como alvo de ajuste dentro de determinado *cluster*, o próximo critério com maior nível de desacordo (na direção contrária) foi ajustado, porém com intensidade reduzida. Ou seja, nessas condições, um ajuste “intenso” seria reduzido para “moderado” e um ajuste “moderado” reduzido para “ligeiro”.

Os ajustes foram caracterizados pelas seguintes fórmulas:

- Se o peso do Critério A ( $w_A$ ) devia ser aumentado e o peso do próximo critério ( $w_B$ ) permaneceu constante, novo peso de A ( $w'_A$ ) =  $w_A + \gamma(w_B - w_A)$ ;
- Se  $w_A$  devia ser reduzido e  $w_B$  permaneceu constante:  $w'_A = w_A - \gamma(w_A - w_B)$ ;
- Se  $w_A < w_B$ ;  $w_A$  devia ser aumentado e  $w_B$  devia ser reduzido:  $w'_A = w_A + \gamma(w_B - w_A)/2$  e  $w'_B = w_B - \gamma(w_B - w_A)/2$ .

O fator de ajuste  $\gamma$  foi igual a 0,75 para ajustes intensos; igual a 0,5 para ajustes moderados; e igual a 0,25 para ajustes ligeiros. Em todos os casos, respeitou-se um *buffer* de 0,5% para o critério mais próximo.

Fonte: **Produto A.3.**

Como resultado dos procedimentos descritos no **Quadro 17**, os pesos dos critérios expostos na **Tabela 22** foram ajustados em cada trajetória. Demais critérios apresentaram o mesmo peso para todas as trajetórias.

**Tabela 22**

**Critérios com Pesos Alterados nas Trajetórias Alternativas à Linha de Base**

Critério	Cluster	Peso na linha de base	Trajетória intermediária	Trajетória extrema
Impactos econômicos	1ª ordem	41,50%	40,35%	39,53%
Co-benefícios ambientais	1ª ordem	5,00%	6,65%	7,48%
Factibilidade administrativa	1ª ordem	23,10%	22,60%	22,60%
Desigualdade	Impactos sociais	10,70%	10,70%	14,90%
Emprego e renda	Impactos sociais	59,60%	59,60%	55,40%
Saúde das empresas	Impactos econômicos	26,20%	26,20%	24,88%
Eficiência econômica	Impactos econômicos	18,70%	18,70%	20,03%
Crescimento econômico	Eficiência econômica	66,70%	62,53%	58,35%
Custo social da mitigação	Eficiência econômica	33,30%	37,48%	41,65%
Produtos	Inovação tecnológica e investimentos	33,30%	33,30%	37,48%
Processos	Inovação tecnológica e investimentos	66,70%	66,70%	62,53%
Captura e “corrupção”	Riscos “políticos”	33,30%	37,48%	41,65%

Critério	Cluster	Peso na linha de base	Trajatória intermediária	Trajatória extrema
<b>Fiscalização e governança</b>	Riscos “políticos”	66,70%	62,53%	58,35%

Obs.: Pesos apresentados dizem respeito ao peso do critério dentro de seu *cluster*.

Fonte: elaborado pelos autores.

Assim, o ranqueamento global das alternativas regulatórias pode ser comparado entre as trajetórias (Tabela 23).

**Tabela 23**

**Ranqueamento Global de Alternativas sob Diferentes Trajetórias de Pesos dos Critérios**

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
"Basal"	48,46	3	47,86	3	47,32	3
"Distributivo"	48,83	2	48,20	2	47,84	2
"Ajuste de Fronteira"	47,26	6	46,68	6	46,19	6
"Segmentado"	48,16	4	47,54	4	46,99	4
"Isenção de Combustíveis Sensíveis"	47,73	5	47,01	5	46,40	5
"Inclusão do Setor Agropecuário"	53,75	1	53,38	1	52,90	1
Referência	17,13	7	16,87	7	16,67	7

Fonte: elaborado pelos autores.

A alteração dos pesos dos critérios, mesmo na trajetória extrema, não implica em qualquer alteração de ranqueamento e, com efeito, possui pouco impacto sobre as pontuações globais de todos os cenários. Tal resultado pode ser explicado em menor escala pelos ajustes modestos aos pesos dos critérios, de forma a respeitar a ordem de importância originalmente atribuída a eles pelos *stakeholders* do **Projeto PMR Brasil**, e em maior escala pelas notas bastante similares observadas entre as alternativas regulatórias.

**Intensificação dos resultados da terceira rodada de questionários**

A terceira rodada de questionários resultou em notas muito próximas, conforme atribuídas diretamente pelos *stakeholders* do **Projeto**, para cada um dos cenários de precificação e de referência dentro dos critérios não respondidos pela modelagem de impactos socioeconômicos da

precificação. Com efeito, a maior distância entre o cenário melhor avaliado e o pior avaliado dentro de um desses critérios foi inferior a 24 pontos (vide **Tabela 13**)<sup>23</sup>.

Os procedimentos de normalização dos resultados da modelagem para os demais critérios, no entanto, fazem com que a distância entre pior e melhor alternativa em cada critério seja sempre de 100 pontos (mínimo = 0; máximo = 100). Portanto, uma avenida a ser percorrida no ajuste no desempenho das alternativas é o de “estressar” os resultados da terceira rodada de resultados, de forma que, para todos os critérios, uma alternativa tenha desempenho nulo, ao passo que outra receba nota máxima (nota 100)<sup>24</sup>.

Assim, a **Tabela 24** apresenta os resultados desse ajuste para os critérios de aferição direta e subjetiva. Em seguida, a **Tabela 25** oferece o ranqueamento global das alternativas sob cada trajetória de pesos dos critérios, porém com os desempenhos ajustados por tal intensificação.

**Tabela 24**

**Desempenho Ajustado dos Resultados da Terceira Rodada de Questionários**

Cenários (Pacotes)	1	2	3	4	5	6	7
<b>Flexibilidade Operacional</b>	81,24	77,08	66,66	100	71,88	97,92	0
<b>Aceitação pública</b>	72,63	58,92	63,01	100	100	95,91	0
<b>Fiscalização e governança</b>	82,9	68,42	11,83	0	94,73	27,63	100
<b>Co-benefícios ambientais</b>	43,33	42,21	37,79	33,34	0	100	31,1
<b>Saúde pública</b>	84,51	87,32	76,06	64,79	0	100	66,2
<b>Captura e "corrupção"</b>	87,49	16,68	62,51	0	75,03	100	39,6
<b>Conscientização da sociedade</b>	58,51	77,34	56,6	32,07	7,55	100	0

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 25**

**Ranqueamento Global de Alternativas com Ajuste no Desempenho dos Critérios Subjetivos**

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
"Basal"	73,99	2	73,57	2	73,29	2

<sup>23</sup> Diferença entre o desempenho MAUT dos cenários “Inclusão do Setor Agropecuário” e “Isenção de Combustíveis Fósseis” no critério Co-benefícios ambientais.

<sup>24</sup> Ou seja, ao invés de converter os resultados para o método MAUT (vide fórmula na **Seção 5**), trata-se os resultados da terceira rodada de questionários como resultados brutos e realiza-se a normalização tal qual para os critérios respondidos pela modelagem de impactos socioeconômicos.

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
"Distributivo"	70,74	3	70,14	3	69,85	3
"Ajuste de Fronteira"	65,58	6	65,39	6	65,27	6
"Segmentado"	69,01	4	68,52	4	68,14	4
"Isenção de Combustíveis Sensíveis"	68,29	5	67,09	5	66,36	5
"Inclusão do Setor Agropecuário"	83,28	1	83,97	1	84,29	1
Referência	24,68	7	24,45	7	24,22	7

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse teste de sensibilidade oferece uma única alteração do ranqueamento global: o cenário "Basal" assume o posto de segundo cenário melhor avaliado, ultrapassando o cenário "Distributivo"; esse padrão é observado para todas as trajetórias de pesos construídas para os critérios. De fato, o cenário "Basal" é o que apresenta o segundo maior ajuste (positivo) de sua pontuação global, atrás apenas do "Isenção de Combustíveis Sensíveis", em particular devido ao seu melhor desempenho com relação à Factibilidade Administrativa e à Aceitação Pública frente ao cenário "Distributivo".

De resto, todas as posições permanecem inalteradas, com o cenário "Inclusão do Setor Agropecuário" tendo a melhor pontuação global e o cenário de Referência como o pior avaliado.

### **Suavização dos resultados da modelagem de impactos socioeconômicos**

Alternativamente à intensificação dos resultados da terceira rodada de questionários, é também possível pensar em ajuste nas notas obtidas a partir da escala MAUT para os resultados da modelagem de impactos socioeconômicos, de forma a suavizar as diferenças encontradas.

Para tanto, ao invés de necessariamente atribuir notas zero e 100 para, respectivamente, a pior e a melhor alternativa, pode-se tão somente realizar a conversão dos resultados da modelagem para um teto de 100 pontos (ou piso de 0 pontos) e ajustar todas as pontuações pelo mesmo fator de ajuste. Posto de outra forma:

- ▣ **Caso um resultado maior corresponda a um melhor desempenho (p. ex. Emprego e renda):** i) converte-se o melhor desempenho para 100 pontos (isto é, 113.193 milhares de empregos gerados no cenário "Inclusão do Setor Agropecuário" passam a corresponder a 100; o fator de ajuste para tanto é de 1.132); e ii) divide-se os resultados dos demais cenários pelo mesmo fator de ajuste; ou

- **Caso um resultado maior corresponda a um pior desempenho (p. ex. Aumento de preços):** i) converte-se inicialmente o pior desempenho para 100 pontos (isto é, os 5,9% de inflação no cenário “Ajuste de Fronteira” passa, temporariamente, a corresponder a 100 pontos; o fator de ajuste para tanto é de 0,06%); ii) divide-se os resultados de todos os critérios pelo mesmo fator de ajuste; e iii) subtrai-se os valores obtidos de 100 (assim o pior resultado assume pontuação igual a zero)<sup>25</sup>.

Tais ajustes são retratados na **Tabela 26**. A **Tabela 27**, então, oferece o ranqueamento global para esse teste de sensibilidade.

**Tabela 26**

**Desempenho Ajustado dos Resultados da Modelagem de Impactos Socioeconômicos**

Cenários (Pacotes)	1	2	3	4	5	6	7
<b>Emprego e renda</b>	99,98	99,93	99,98	99,98	99,97	100	98,62
<b>Saúde das empresas</b>	2,99	3,03	2,76	3,02	2,99	3,48	0
<b>Competitividade</b>	58,06	54,84	61,29	58,06	58,06	58,06	100
<b>Inovação e investimentos</b>	75,04	75,26	75,22	74,02	74,30	76,39	49,34
<b>Aumento de preços</b>	25,42	20,34	0	25,42	27,12	22,03	100
<b>Crescimento econômico</b>	98,24	97,36	99,12	98,68	98,24	100	0
<b>Custo social da mitigação</b>	96,05	96,05	96,05	96,05	96,05	96,05	0
<b>Desigualdade</b>	96,7	100	96,7	96,7	96,7	97,17	84,91

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: Elaborado pelos autores.

**Tabela 27**

**Ranqueamento Global de Alternativas com Ajuste no Desempenho dos Critérios Objetivos**

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
<b>"Basal"</b>	43,33	2	42,87	2	43,02	2
<b>"Distributivo"</b>	42,21	5	41,76	5	41,93	5
<b>"Ajuste de Fronteira"</b>	40,85	6	40,46	6	40,65	6
<b>"Segmentado"</b>	43,04	3	42,57	3	42,71	3
<b>"Isenção de Combustíveis Sensíveis"</b>	42,69	4	42,11	4	42,19	4

<sup>25</sup> Tais critérios são: Saúde das empresas, Aumento de preços, o componente Inovação dentro de Inovação e investimentos, Aumento de preços, e Custo social da mitigação. A conversão do melhor desempenho para 100 pontos não é realizada aqui por dois motivos: i) não seria possível obter um fator de ajuste para o critério Aumento de preços (em que o desempenho do Cenário de Referência é igual a zero); ii) o Cenário de Referência obterá notas negativas em alguns critérios (devido sua distância do melhor desempenho), chegando a apresentar pontuação global negativa. Optou-se, portanto, por balizar esses critérios por um piso de zero pontos para o pior cenário.

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
“Inclusão do Setor Agropecuário”	45,13	1	44,99	1	45,33	1
Referência	37,05	7	36,65	7	36,22	7

Fonte: Elaborado pelos autores.

Destaca-se aqui que novamente a única mudança de ranqueamento observada diz respeito ao cenário “Distributivo” que, com relação ao ranqueamento global (**Tabela 21**) perde três posições, sendo ultrapassado pelos cenários “Basal”, “Segmentado” e “Isenção de Combustíveis Sensíveis”. Tal comportamento é explicado pela redução das distâncias dos demais cenários frente ao “Distributivo” no que diz respeito ao desempenho em “Desigualdade” e em “investimentos”, uma vez que embora apresente o melhor resultado, não mais recebe 100 pontos nesse aspecto do critério “inovação e investimentos”.

### **Exclusão do cenário de Referência**

Conforme indicado pelas análises prévias, o cenário de Referência apresenta configuração bastante distinta das demais alternativas regulatórias e, assim, influencia sobremaneira o processo de ajuste das notas de cada cenário, dentro de cada critério, para uma escala entre zero e 100. Com efeito, o cenário de referência é o pior avaliado em nove<sup>26</sup> e o melhor em três<sup>27</sup> dos quinze critérios<sup>28</sup> não explicados por quaisquer outros, respondidos pela modelagem de impactos socioeconômicos ou pela terceira rodada de questionários do **Projeto PMR Brasil**.

Nesse sentido, é interessante realizar novamente o procedimento de conversão dos resultados para a escala de zero a 100, porém com a exclusão do cenário de Referência da amostra, de forma que algum dos cenários de precificação seja o pior avaliado (portanto, com desempenho nulo) ou melhor (com desempenho máximo) nos doze critérios em que essa posição era, então, ocupada pelo cenário de Referência (o restante dos cenários é distribuído linearmente entre as duas pontuações extremas)<sup>29</sup>.

<sup>26</sup> Flexibilidade operacional; Aceitação pública; Conscientização da sociedade; Emprego e renda; Saúde das empresas; Investimentos e inovação; Crescimento econômico; Custo social da mitigação; e Desigualdade.

<sup>27</sup> Fiscalização e governança; Competitividade; e Aumento de preços.

<sup>28</sup> Logo, possui desempenho intermediário nos critérios Co-benefícios ambientais; Saúde pública; e Captura e “corrupção”.

<sup>29</sup> A exclusão do cenário de Referência também faz que o critério Custo social da mitigação perca sua importância para a análise, dado que todos os cenários de precificação apresentam o mesmo resultado. Para efeitos de cálculo, então, todos os cenários receberam nota máxima.



Os resultados agregados desse exercício (pontuação global e ranqueamento) são apresentados na **Tabela 28**.

**Tabela 28**  
**Ranqueamento Global de Alternativas com Exclusão do Cenário de Referência**

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
"Basal"	51,27	3	51,36	3	51,11	3
"Distributivo"	37,10	6	37,21	6	38,25	6
"Ajuste de Fronteira"	40,01	5	40,29	5	40,25	5
"Segmentado"	53,53	2	53,44	2	53,10	2
"Isenção de Combustíveis Sensíveis"	44,34	4	43,74	4	43,09	4
"Inclusão do Setor Agropecuário"	87,13	1	87,64	1	87,21	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

Nota-se, em primeiro lugar, a robustez do resultado que aponta para o cenário "Inclusão do Setor Agropecuário" como o melhor avaliado. Em segundo lugar, nota-se a queda do cenário "Distributivo" para pior da amostra, uma vez que este passa a ser o pior avaliado nos critérios Emprego e renda; Crescimento econômico e Aceitação pública (já o era para o critério Competitividade). Parte desse impacto se dá devido ao critério Emprego e renda, que respondia por aproximadamente 17% da pontuação global do cenário<sup>30</sup> (e passou a zero), muito embora a distância deste cenário para o melhor ("Inclusão do Setor Agropecuário") seja de apenas 0,07% do total de empregos.

É possível destacar também a piora generalizada do desempenho do cenário "Basal": com exceção dos Co-benefícios ambientais, cuja nota permanece inalterada, todos os demais critérios de primeira ordem são ajustados para baixo. Com efeito, trata-se de cenário intermediário, tendo a terceira ou quarta melhor avaliação em doze dos quinze critérios avaliados diretamente (não explicados por outros critérios), cujo distanciamento da pontuação obtida pelos melhores cenários de cada critério é amplificado pela exclusão do cenário de Referência.

<sup>30</sup> Já contando com o ajuste dos critérios subjetivos (teste de sensibilidade anterior). Na pontuação global das alternativas original tal participação era de quase 25% (vide **Tabela 21**).

Com efeito, as demais relações entre cenários permanecem inalteradas. Por exemplo, o cenário “Isenção de Combustíveis Sensíveis” possui desempenho inferior ao “Segmentado” para todos os testes de sensibilidade analisados.

### **Exclusão do cenário “Inclusão do Setor Agropecuário”**

Tendo em vista a dominância do cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” no ranqueamento global das alternativas ao longo de todas as análises, cabe, então, um último exercício: caso este cenário não estivesse na amostra, como os demais cenários de precificação se comportariam? Trata-se, naturalmente, de análise de caráter meramente exploratória, mas que pode indicar qual alternativa melhor se encaixaria em uma condição de *second-best*.

Os procedimentos realizados para a exclusão do cenário de Referência são repetidos, agora com a exclusão do cenário melhor ranqueado e que foi avaliado como o melhor de todos em nove dos quinze critérios respondidos pela modelagem de impactos socioeconômicos ou pela terceira rodada de questionários do **Projeto**. A **Tabela 29** oferece os resultados agregados desse exercício (pontuação global e ranqueamento).

**Tabela 29**  
**Ranqueamento Global de Alternativas com Exclusão do Cenário “Inclusão do Setor Agropecuário”**

Cenário	Linha de base		Trajetória intermediária		Trajetória extrema	
	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking	Pontuação global	Ranking
"Basal"	68,65	1	69,41	1	68,92	1
"Distributivo"	50,50	5	51,26	5	52,25	5
"Ajuste de Fronteira"	51,99	4	52,88	4	52,92	4
"Segmentado"	68,00	2	68,33	2	67,61	2
"Isenção de Combustíveis Sensíveis"	55,74	3	54,91	3	53,63	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os cenários “Basal” e “Segmentado” são os melhores ranqueados nesse exercício. Trata-se de cenários mais equilibrados, com bons desempenhos nos Impactos Sociais, Econômicos e de Factibilidade Administrativa. O cenário “Distributivo” aparece como pior ranqueado, embora tal posição se deva quase que exclusivamente ao critério Emprego e Renda, como discutido anteriormente. Caso o critério não fosse contemplado na análise, o cenário seria o terceiro melhor avaliado, porém ainda a pelo menos oito pontos de distância do cenário Segmentado.

O cenário “Ajuste de Fronteira” é tido como o pior em termos de Factibilidade Administrativa e o segundo pior com relação a Aceitação Pública, elementos que comprometem seu desempenho em quaisquer análises realizadas. Por fim, o cenário “Isenção de Combustíveis Sensíveis” recebe as piores marcas no que diz respeito aos Co-benefícios Ambientais e aos Impactos Sociais (sendo o pior avaliado nos critérios Desigualdade, Saúde Pública e Conscientização da Sociedade) e também se revela opção pouco atrativa em todos os testes de sensibilidade.

## 7. Considerações Finais e Próximos Passos

---

O presente **Produto** é resultado das análises e processos realizados ao longo de toda a condução do **Projeto PMR Brasil**, integrando os cenários (pacotes) de precificação construídos no âmbito do **Componente 1**, os resultados da modelagem de impactos socioeconômicos, conduzida pelo **Componente 2A**, e os questionários que embasaram as etapas de coletas de dados do **Componente 2B**<sup>31</sup>.

Todos esses esforços, uma vez agregados por meio dos métodos propostos e aplicados em cada passo da AIR, resultam no ranqueamento das sete alternativas regulatórias de acordo com seu desempenho em vinte critérios identificados como chave para a avaliação da estratégia de cumprimento da NDC brasileira. Tal esforço é sem precedentes para o contexto brasileiro. Nesse sentido, algumas ressalvas podem ser feitas e, conseqüentemente, servir como sugestões para outros estudos:

- ▣ O número de alternativas comparadas é superior ao comumente adotado em uma AIR. Ainda que tal decisão possa ser justificada tendo em vista o estágio das discussões acerca de precificação de carbono no Brasil, acaba tornando mais complexa a avaliação direta pelos *stakeholders* do Projeto (como necessário para muitos dos critérios identificados).
- ▣ O tempo percorrido para as análises também é inusual para uma AIR, com todos os passos percorridos em período inferior a um ano, e com algumas de suas etapas finais afetadas pelo avanço da pandemia de Covid-19, especificamente a avaliação direta das alternativas regulatórias, inicialmente prevista para formato presencial (que permite maior interação entre os *stakeholders*), mas realizada por meio virtual;
- ▣ Em consequência dos prazos mais limitados, o grupo de participantes também pode não ter refletido o número e a diversidade que seriam ideais para assegurar que os resultados aqui apresentados pudessem ser generalizados para populações mais amplas<sup>32</sup>, embora

---

<sup>31</sup> Adicionalmente, processos e resultados relacionados a cada um desses componentes foram apresentados e discutidos durante as Oficinas Técnicas e Seminários do **Componente 3** do Projeto.

<sup>32</sup> Similarmente, os participantes que contribuíram para as rodadas de questionários não foram selecionados aleatoriamente a partir de uma amostra representativa da população de possíveis *stakeholders* do **Projeto**, mas o fizeram de maneira voluntária, conforme suas disposições de contribuir para as análises. Assim, os resultados e conclusões da AIR aqui apresentadas são válidas dentro do contexto do **Projeto PMR Brasil**, mas não devem ser generalizados para outras situações, pessoas e momentos. Nota-se, contudo, que as

esforços não tenham sido poupados para que grupos com diferentes perspectivas e interesses pudessem se manifestar durante a AIR.

Mesmo com tais ressalvas, registra-se que o esforço aqui realizado e resumido contribui para confirmar a pertinência e relevância de realização de uma AMC como ferramenta dentro de uma AIR, possibilitando a integração metodológica e finalização dos resultados do **Projeto**, identificando aquelas alternativas regulatórias mais promissoras para o emprego de IPC com vistas ao atingimento das metas da NDC brasileira. Em termos de resultados, destaca-se: i) a maior atratividade do cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” sob ampla gama de análises; ii) a proximidade dos demais cenários de precificação, com pequenas diferenças de desempenho entre eles; e iii) da pouca pertinência da adoção de instrumentos adicionais de comando e controle, tendo em vista a considerável distância da pontuação do Cenário de Referência com relação aos outros.

Não apenas as pontuações obtidas por cada cenário são interessantes, mas a mera identificação de critérios para a comparação de alternativas regulatórias com relação a objetivos climáticos, a partir das percepções e opiniões de representantes do setor privado, governo, academia e sociedade civil também representa uma importante contribuição desta AIR para esforços similares.

Trata-se, portanto, de iniciativa valiosa, apesar de suas limitações, para o estudo e melhor compreensão acerca do uso de instrumentos de precificação para atingir as metas de redução de emissões de GEE do país, especialmente, ao levar em consideração as percepções das próprias partes interessadas e contemplar aspectos que se estendem para além dos necessários, mas não suficientes, impactos econômicos de tais instrumentos.

Diversas outras análises podem ser realizadas a partir dos resultados da AMC que alimenta a AIR do **Projeto PMR Brasil** e, naturalmente, não podem ser esgotadas neste relatório. Com efeito, as discussões aqui presentes podem ser vistas como convite para que o leitor investigue as tabelas apresentadas com a pontuação de cada cenário dentro de cada critério (na **Seção 5**) e global (na **Seção 6**, bem como no **Apêndice 4**, para os testes de sensibilidade).

---

interações frequentes com os participantes de cada rodada de questionários contribuíram para reforçar o caráter de engajamento e comunicação de uma AIR.

Assim, mais do que assertivamente oferecer recomendações acerca do melhor caminho a ser perseguido para o atingimento da NDC brasileira, a AIR oferece extensiva base de dados para que cada *stakeholder* do **Projeto** possa refinar suas percepções e embasar futuros esforços e posicionamentos nas discussões que seguirão ocorrendo acerca da adoção de instrumentos de precificação de carbono no Brasil em outros fóruns e instâncias de deliberação.

No que diz respeito, especificamente, a AIR do **Projeto PMR Brasil**, um último relatório (**Produto A.5**) deve oferecer discussões acerca de possíveis estratégias de monitoramento e avaliação de instrumentos de precificação de carbono, uma vez implementados, tendo inspiração nos resultados aqui apresentados.

## 8. Referências Bibliográficas

---

- Arbel, A., & Orgler, Y. E. (1990). An application of the AHP to bank strategic planning: The mergers and acquisitions process. *European Journal of Operational Research*, 48, pp. 27-37.
- Benítez, J., Delgado-Galván, X., Gutiérrez, J., & Izquierdo, J. (2011). Balancing consistency and expert judgment in AHP. *Mathematical and Computer Modelling*, 54, pp. 1785-1790.
- Bernasconi, M., Choirat, C., & Seri, R. (2014). Empirical properties of group preference aggregation methods employed in AHP: Theory and evidence. *European Journal of Operational Research*, 232, pp. 584-592.
- Brasil. (2015). *Pretendida Contribuição Nacionalmente Determinada para Consecução do Objetivo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima*. Brasília, DF: República Federativa do Brasil.
- Brasil. (2017). *Decreto Nº 9.073, de 5 de junho de 2017*. Brasília, DF: Presidência da República.
- Chen, Y., Yu, J., & Khan, S. (2013). The spatial framework for weight sensitivity analysis in AHP-based multi-criteria decision making. *Environmental Modelling & Software*, 48, pp. 129-140.
- Comissão Europeia. (2018). *Better regulation "Toolbox"*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Costa, C. A., & Vansnick, J.-C. (2008). A critical analysis of the eigenvalue method used to derive priorities in AHP. *European Journal of Operational Research*, pp. 1422-1428.
- Edwards, W. (1977). Use of Multiattribute Utility Measurement for Social Decision Making. *Conflicting*, p. 247.
- Erlingsson, C., & Brysiewicz, P. (2017). A hands-on guide to doing content analysis. *African Journal of Emergency Medicine*, 7(3), pp. 93-99.
- FGVces & ANA. (2018). *Análise de custo-benefício de medidas de adaptação à mudança do clima: trajetórias da aplicação na bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu*. São Paulo e Brasília: Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas e Agência Nacional de Águas.
- FGVces. (2014). *Relatório final de metodologias para identificação e priorização de medidas de adaptação (Parte II/III)*. São Paulo: Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas.
- Forman, E., & Peniwati, K. (1998). Aggregating individual judgments and priorities with the analytic hierarchy process. *European journal of operational research*, 108(1), pp. 165-169.
- Gómez-Limón, J., & Martínez, Y. (2006). Multi-criteria modelling of irrigation water market at basin level: A Spanish case study. *European Journal of Operational Research*, 173, pp. 313-336.

- Guimarães, G. C. (15 de Abril de 2020). Projeto PMR Brasil. *Apresentação à Quinta Oficina Técnica do Projeto PMR Brasil*.
- Guitouni, A., & Martel, J.-M. (1998). Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. *European Journal of Operational Research*, 109(2), pp. 501-521.
- Hahn, R. W., & Stavins, R. N. (1991). Incentive-based environmental regulation: a new era from an old idea? *Ecology Law Quarterly*, 18(1), pp. 1-42.
- Hsieh, H.-F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), pp. 1277-1288.
- Keeney, R. L., & Raiffa, H. (1976). *Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Value*.
- Konidari, P., & Mavrakis, D. (2007). A multi-criteria evaluation method for climate change mitigation policy instruments. *Energy Policy*, 35, pp. 6235-6257.
- Lacity, M. C., & Janson, M. A. (1994). Understanding Qualitative Data: A Framework of Text Analysis Methods. *Journal of Management Information Systems*, 11(2), pp. 137-155.
- Palcic, I., & Lalic, B. (2009). Analytical Hierarchy Process as a tool for selecting and evaluating projects. *International Journal of Simulation Modelling (IJSIMM)*, 8(1).
- Pannell, D. J. (1997). Sensitivity analysis of normative economic models: theoretical framework and practical strategies. *Agricultural economics*, 16(2), pp. 139-152.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA, EUA: Sage.
- PMR. (2018). *Projeto PMR Brasil*. Partnership for Market Readiness.
- PMR. (2019). *Termos de referência para aditivo ao componente 3 do Projeto PMR Brasil: Realização de análise de impacto regulatório*. Brasília: Projeto PMR Brasil.
- Projeto PMR Brasil. (15 de Abril de 2020). Sumário dos Pacotes de Precificação de Carbono.
- Saaty, T. L. (2008). Relative measurement and its generalization in decision making why pairwise comparisons are central in mathematics for the measurement of intangible factors the analytic hierarchy/network process. *RACSAM - Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 102(2), pp. 251-318.
- Saltelli, A., & Annoni, P. (2010). How to avoid a perfunctory sensitivity analysis. *Environmental Modelling & Software*, 25, pp. 1508-1517.
- Tietenberg, T. H. (1990). Economic instruments for environmental regulation. *Oxford Review of Economic Policy*, 6(1), pp. 17-33.
- Watróbski, J., Jankowski, J., Ziemia, P., Karczmarczyk, A., & Ziolo, M. (2019). Generalised framework for multi-criteria method selection. *Omega*, 86, pp. 107-124.



Wills, W. (04 de Fevereiro de 2020). Componente 2A: Modelagem dos Impactos Socioeconômicos. Brasília, DF: Centro de Estudos Integrados sobre Meio Ambiente e Mudanças Climáticas - COPPE/UFRJ.

## APÊNDICES

## **Apêndice 1 - Apresentação do Cenário de Referência do Projeto PMR Brasil**

---

**Observação:** A descrição do Cenário de referência, isto é, de cenário de cumprimento da NDC com “medidas usualmente adotadas, baseado nas metas indicativas do anexo da NDC, sem instrumentos de precificação”, replica o conteúdo da apresentação do Sr. Guido Penido, Coordenador Técnico do **Projeto PMR Brasil** (Banco Mundial), no segundo dia da **Quinta Oficina Técnica do Projeto PMR Brasil**, realizada virtualmente no dia 15 de abril de 2020.

## Cenário de Referência



- Cenário que atinge as metas da NDC por meio da implementação de políticas de comando e controle. A escolha das políticas que foram simuladas neste cenário baseou-se, sempre que possível, nas medidas indicadas no anexo da NDC brasileira
  - ESCOPO SETORIAL: Praticamente todos os setores da economia brasileira são obrigados, por meio de C&C, a investir em medidas de mitigação (AFOLU, Transportes, Indústria (diversos segmentos) e Energia (combustíveis fósseis, biocombustíveis e energia elétrica))
  - ESCOPO DE EMISSÕES: (i) queima de combustíveis; (ii) processos industriais; (iii) fugitivas; (iv) do setor agropecuário
  - GASES: Gases de efeito estufa - CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, PFCs, HFCs, SF<sub>6</sub>
  - PROTEÇÃO À COMPETITIVIDADE: Não é simulado nenhum mecanismo de proteção à competitividade

## Cenário de Referência: Transportes



projeto  
pmr  
BRASIL

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA



Proposta FBMC (NDC/NAMA)	Cenário Tendencial	Cenário de Referência
Otimização e diversificação dos modos de transportes de carga	-	Adequação da malha ferroviária, ampliando a capacidade e reaproveitando a malha subutilizada.
	-	Ajuste dos contratos de concessão ou de renovação de concessão de ferrovias na esfera do Programa de Parceria de Investimentos (PPI), de modo a assegurar maior integração entre as malhas.
	Expansão das malhas ferroviária e aquática com a conclusão dos programas em andamento (PAC e Avançar).	Mecanismos de diferenciação tributária para o uso do transporte aquático.
Ampliação do transporte público, da mobilidade ativa e a racionalização do transporte individual motorizado	Captação de usuário (transporte público de passageiros) mediante todas as obras em andamento do PAC/Avançar (BRT, VLT, metrô e trens urbanos). Delta de 5 anos.	Captação de usuário (transporte público de passageiros) mediante todas as obras em andamento do PAC/Avançar (BRT, VLT, metrô e trens urbanos).
	-	Qualificação da frota de ônibus (tornando atrativa a eletrificação) e expansão de faixas exclusivas.
	Difusão do transporte ativo	Ampla difusão do transporte ativo e políticas de indução de demanda ( 76 10 <sup>9</sup> p.km)
	-	Aumento da política de integração no transporte urbano de passageiros
Aumento da eficiência energética da frota a combustível fóssil e flex incluindo o transporte de carga a diesel	Mudança da matriz para modos com maior eficiência energética e menor intensidade de carbono	Participação efetiva do segmento de compartilhamento de viagens e veículos (Carsharing, Carpooling e Ridesharing)
	-	Programa Rota 2030 (18%)
Fomento ao bioquerosene de aviação e maior eficiência no transporte aéreo	Evolução tendencial da eficiência energética para os outros segmentos.	Evolução tendencial da eficiência energética para os outros segmentos (ênfase maior para o PLVB, para carga, e EEMU para passageiros)
Expansão da frota de veículos alternativos e a oferta de biocombustíveis	-	Bioquerosene no modo aéreo a partir de 2025, com implantação do programa <u>RenovaBio</u> , atingindo a <u>mistura de 5% (B5)</u> em 2030.
	<u>RenovaBio</u> : com aumento oferta de etanol para 35 bilhões de litros. Market share veículos flex-fuel: 30%	<u>RenovaBio</u> : com aumento da oferta de etanol para 47 bilhões de litros. Market share - veículos flex-fuel: 60%
	Participação de veículos elétricos na frota circulante de 1,3% para leves; 0,5% motocicletas e 0,5% ônibus urbanos.	Adoção mais acentuada da tendência internacional (Cenário "Resto do Mundo" da IEA). Participação de veículos elétricos na frota circulante elétrica de 5% para leves; 10% motocicletas; 12,5% ônibus urbanos e 2% caminhões.
	-	Substituição de 10% da demanda de GNV (1.215 10 <sup>3</sup> tep em 2030) por biogás (Captado por RJ e SP).
	<b>Biodiesel: B10</b>	<b>Biodiesel: B17 (2030)</b>

Fonte: Guimarães (2020).

## Cenário de Referência: Energia



projeto  
pmr  
BRASIL

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA



Medidas de Mitigação	Cenário Tendencial	Cenário de Referência
Emissões do E&P em Gg de CO <sub>2</sub> e	<p>Queima e perda em 2020: 3,2%, considerando 75% da produção atendendo a resolução ANP 249/00</p> <p>Queima e perda em 2025: 3,0%, considerando 100% da produção atendendo a resolução</p> <p>Queima e perda em 2030: 3,0%, idem 2025</p>	<p>Queima e perda em 2020: 3,2%, considerando 75% da produção atendendo a resolução ANP 249/00</p> <p>Queima e perda em 2025: 2,6%, queima e perda – valores intermediários</p> <p>Queima e perda em 2030: 2,0%, considera patamar de queima do Reino Unido</p>
Emissões Fugitivas	-	<p>-Redução de emissões fugitivas reproduz a redução havida em 2016 em CDP (2017): redução de 0,4 Mt CO<sub>2</sub>e em 2020, 2025 e 2030</p> <p>- Implementação do Programa de detecção e reparo de vazamento (Leak Detection and Repair Program – LDAR) ou SMART LDAR para redução de vazamentos</p> <p>- Ajuste do flare para melhorar a eficiência de queima através da otimização do fluxo vapor e utilização de selante no flare para evitar perdas de gás;</p> <p>- Troca do uso de petróleo bruto por gás natural como fonte de energia de refinarias</p>
Setor Elétrico	Cenário Tendencial atende os contratos já firmados e busca minimizar o custo da energia elétrica até 2030 atendendo os requisitos e restrições do sistema elétrico.	O Cenário de Referência simula uma expansão do setor elétrico com base naquela apresentada no PDE 2028 (EPE), e continua a tendência até 2030. Este cenário contempla a entrada de mais fontes renováveis na matriz elétrica brasileira quando comparado ao Cenário Tendencial.

8

Fonte: Guimarães (2020).

## Cenário de Referência: Indústria



projeto  
pmr | BRASIL

MINISTÉRIO DA  
ECONOMIA



Segmento	Incremento de entre 2015 e 2030	
	Cenário Tendencial	Cenário de Referência
Cimento	-	Redução clínquer/cimento: 17,0%
Ferro-gusa e aço	-	Substituição de CM por CV: 7,2%
Química	-	Substituição por GN: 4,0%
Não-ferrosos	-	Substituição por GN: 5,0%
Papel e celulose	-	Substituição por GN: 4,0%
Têxtil	-	Substituição por CV: 2,0% Substituição por GN: 1,7%
Medida de mitigação	Redução nas emissões no período 2015-2030	
	Cenário Tendencial	Cenário de Referência
HFCs - Substituição por refrigerante de baixo GWP	-	55%
HFCs - Controle de Vazamento e recolhimento ao fim de vida	-	40%
SF <sub>6</sub> - Controle de vazamento e recolhimento ao fim de vida	-	50%
PFCs - Otimização e controle do processo	-	20%

## Apêndice 2 - Matrizes de Dominância

---



As tabelas a seguir apresentam as matrizes de dominância para cada cluster da árvore de decisão do **Projeto PMR Brasil**, já após a exclusão de critérios pouco representativos, conforme discutido na **Seção 4**.

**Tabela A 1**  
**Primeira Ordem**

	<b>Impactos Sociais</b>	<b>Impactos Econômicos</b>	<b>Co-benefícios Ambientais</b>	<b>Factibilidade administrativa</b>	<b>Aceitação Pública</b>
<b>Impactos Sociais</b>	1	0,5	4	1	3
<b>Impactos Econômicos</b>	2	1	7	2	5
<b>Co-benefícios Ambientais</b>	0,25	0,142	1	0,2	0,5
<b>Factibilidade administrativa</b>	1	0,5	5	1	3
<b>Aceitação Pública</b>	0,333	0,2	2	0,333	1

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 2**  
**Segunda Ordem: Impactos Sociais**

	<b>Desigualdade</b>	<b>Emprego e renda</b>	<b>Saúde pública</b>	<b>Conscientização da sociedade</b>
<b>Desigualdade</b>	1	0,2	0,5	1
<b>Emprego e renda</b>	5	1	4	5
<b>Saúde pública</b>	2	0,25	1	2
<b>Conscientização da sociedade</b>	1	0,2	0,5	1

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 3**  
**Segunda ordem: Impactos Econômicos**

	<b>Competitividade</b>	<b>Saúde das empresas</b>	<b>Eficiência econômica</b>	<b>Aumento de preços</b>	<b>Inovação e investimentos</b>
<b>Competitividade</b>	1	0,67	1	1,5	0,83
<b>Saúde das empresas</b>	1,5	1	1,5	2	1
<b>Eficiência econômica</b>	1	0,67	1	1,5	0,83
<b>Aumento de preços</b>	0,67	0,5	0,67	1	0,5
<b>Inovação e investimentos</b>	1,2	1	1,2	2	1

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 4**  
**Segunda Ordem: Factibilidade Administrativa**

	<b>Facilidade de implementação e operação</b>	<b>Riscos “políticos”</b>
<b>Facilidade de implementação e operação</b>	1	1,5
<b>Riscos “políticos”</b>	0,67	1

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 5**

**Terceira ordem: Eficiência Econômica**

	<b>Crescimento econômico</b>	<b>Custo social da mitigação</b>
<b>Crescimento econômico</b>	1	2
<b>Custo social da mitigação</b>	0,5	1

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 6**

**Terceira ordem: Inovação tecnológica e investimentos**

	<b>Produtos</b>	<b>Processos</b>
<b>Produtos</b>	1	0,5
<b>Processos</b>	2	1

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 7**

**Terceira ordem: Riscos “políticos”**

	<b>Captura e “corrupção”</b>	<b>Fiscalização e governança</b>
<b>Captura e “corrupção”</b>	1	0,5
<b>Fiscalização e governança</b>	2	1

Fonte: elaborado pelos autores.

## **Apêndice 3 - Glossário: critérios para priorização das alternativas**

---

**Observação:** critérios apresentados em ordem alfabética, conforme definições construídas a partir das respostas à primeira rodada de questionários do **Projeto PMR Brasil** e apresentadas aos participantes das segunda e terceira rodada de questionários. Indicação de posicionamento na árvore de decisão (*cluster*) é oferecida entre parênteses após o nome do critério.

**Aceitação pública (*cluster* – primeira ordem):** Indica se a alternativa regulatória é compreendida e possui aceitação entre os membros da sociedade, particularmente aqueles que devem ser mais diretamente afetados por ela.

**Aumento de preços (“inflação”) (*cluster* – Impactos Econômicos):** Observa os efeitos da alternativa regulatória sobre o nível de preços da economia.

**Captura e “corrupção” (*cluster* – Riscos “Políticos”):** Indica o risco de que a regulação seja “capturada” por grupos de interesse e empregada para outras finalidades em detrimento de seus objetivos originais (redução de emissões).

**Co-benefícios ambientais (*cluster* – primeira ordem):** Indicam a contribuição da alternativa regulatória para a obtenção de co-benefícios ambientais, como os seus efeitos diretos ou indiretos sobre as florestas e os recursos hídricos. Consideram apenas impactos adicionais à redução de emissões de Gases de Efeito Estufa (objetivo direto da regulação).

**Competitividade e imagem do Brasil (*cluster* – Impactos Econômicos):** Observa os impactos da alternativa regulatória sobre o posicionamento externo do Brasil, em particular sobre as suas exportações e balança comercial.

**Conscientização da sociedade (*cluster* – Impactos Sociais):** Indica se a alternativa regulatória contribui para o nível de atenção e preocupação da sociedade com relação à importância da mudança do clima.

**Crescimento econômico (*cluster* – Eficiência Econômica):** Observa os efeitos da alternativa regulatória sobre o crescimento econômico (Produto Interno Bruto) do país.

**Custo social da mitigação (cluster – Eficiência Econômica):** Indica a contribuição da alternativa regulatória para que as metas de redução de emissões sejam atendidas ao menor custo para o país, por exemplo em R\$/tCO<sub>2</sub>e.

**Desigualdade (cluster – Impactos Sociais):** Observa a contribuição da alternativa regulatória para a situação econômica das camadas mais pobres da população.

**Eficiência econômica (cluster – Impactos Econômicos):** Indica a contribuição da alternativa regulatória para o desenvolvimento econômico do país.

**Emprego (e renda) (cluster – Impactos Sociais):** Indica os efeitos da alternativa regulatória sobre os níveis de emprego no país e, conseqüentemente, sobre a renda das famílias.

**Factibilidade administrativa (cluster – primeira ordem):** Indica se os órgãos reguladores são dotados dos recursos institucionais, humanos e físicos necessários para assegurar que os objetivos da regulação sejam alcançados.

**Fiscalização e governança (cluster – Riscos “Políticos”):** Indica o grau de complexidade para monitoramento dos entes regulados e, conseqüentemente, o risco de fraudes e evasões.

**Flexibilidade operacional (cluster – Factibilidade Administrativa):** Indica a existência de mecanismos para ajustes da regulação ao longo do tempo, conforme necessidade e aprendizado.

**Impactos econômicos (correção técnica) (cluster – primeira ordem):** Indicam se a alternativa regulatória é adequada (teoricamente) para atingir seus objetivos ao menor custo para a sociedade.

**Impactos sociais (cluster – primeira ordem):** Indicam a contribuição da alternativa regulatória sobre a qualidade de vida da população, suas fontes de renda e saúde.

**Inovação tecnológica e investimentos (cluster – Impactos Econômicos):** Indica a contribuição da alternativa regulatória sobre o desenvolvimento de novos produtos e processos produtivos.

**Processos (cluster – Inovação Tecnológica e Investimentos):** Observa o desenvolvimento e adoção de novos processos produtivos, menos intensos em emissões de gases de efeito estufa.

**Produtos (cluster – Inovação Tecnológica e Investimentos):** Observa o desenvolvimento e adoção de novos produtos menos intensos em emissões de gases de efeito estufa.

**Riscos “políticos” (cluster – Factibilidade Administrativa):** Indicam a presença de riscos para que a regulação não seja efetiva e, portanto, não atinja seus objetivos, como os riscos de captura do processo regulatório, insegurança jurídica do instrumento e possibilidades de fraudes ou falhas de fiscalização.

**Saúde das empresas (custos de produção e lucro) (cluster – Impactos Econômicos):** Observa os impactos da alternativa regulatória sobre os fluxos de receitas e despesas das empresas, especialmente aquelas diretamente atingidas pela regulação.

**Saúde pública (cluster – Impactos Sociais):** Observa os impactos da alternativa regulatória sobre a saúde da população, em particular com relação à qualidade do ar e, por conseguinte, na incidência de doenças cardiorrespiratórias.

## **Apêndice 4 - Pontuação Global das Alternativas nos Testes de Sensibilidade**

---

**Tabela A 8**  
**Pontuação global das alternativas na Trajetória Intermediária**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,39%	18,15	0,61	9,95	0,34	14,68	0,50	8,63	0,29	16,33	0,55	20,18	0,68	12,08	0,41
Fiscalização e governança	5,65%	18,18	1,03	15,17	0,86	7,48	0,42	6,46	0,36	21,08	1,19	9,12	0,52	22,51	1,27
Crescimento econômico	4,72%	98,24	4,63	97,36	4,59	99,12	4,68	98,68	4,66	98,24	4,63	100,00	4,72	0,00	0,00
Custo social da mitigação	2,83%	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,56%	15,35	2,08	14,40	1,95	12,29	1,67	20,42	2,77	13,31	1,80	19,78	2,68	4,45	0,60
Riscos “políticos”	9,04%	-->	1,64	-->	1,19	-->	0,92	-->	0,66	-->	1,74	-->	1,20	-->	1,68
Competitividade	7,55%	7,14	0,54	0,00	0,00	14,29	1,08	7,14	0,54	7,14	0,54	7,14	0,54	100,00	7,55
Saúde das empresas	10,57%	86,11	9,10	87,07	9,20	79,40	8,39	86,75	9,17	86,10	9,10	100,00	10,57	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,55%	-->	7,46	-->	7,42	-->	7,50	-->	7,48	-->	7,46	-->	7,55	-->	0,00
Aumento de preços	5,04%	25,42	1,28	20,34	1,03	0,00	0,00	25,42	1,28	27,12	1,37	22,03	1,11	100,00	5,04
Inovação e investimentos	9,68%	81,20	7,86	97,86	9,48	97,80	9,47	79,27	7,68	79,80	7,73	100,00	9,68	0,00	0,00
Desigualdade	2,36%	78,12	1,85	100,00	2,36	78,12	1,85	78,12	1,85	78,12	1,85	81,25	1,92	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17%	98,27	12,94	95,27	12,55	98,53	12,98	98,34	12,95	98,08	12,92	100,00	13,17	0,00	0,00
Saúde pública	4,22%	16,53	0,70	17,15	0,72	14,80	0,62	12,78	0,54	5,48	0,23	20,24	0,85	13,01	0,55
Conscientização da sociedade	2,36%	15,09	0,36	18,00	0,43	14,82	0,35	11,77	0,28	9,35	0,22	22,26	0,53	8,71	0,21



Critério	Cenário		1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>																
<b>Impactos sociais</b>	22,10%	-->	15,85	-->	16,06	-->	15,80	-->	15,62	-->	15,22	-->	16,47	-->	0,76	
<b>Impactos econômicos</b>	40,35%	-->	26,25	-->	27,13	-->	26,45	-->	26,15	-->	26,20	-->	29,45	-->	12,59	
<b>Co-benefícios ambientais</b>	6,65%	13,44	0,89	13,22	0,88	12,38	0,82	11,59	0,77	7,08	0,47	31,08	2,07	11,22	0,75	
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60%	-->	3,72	-->	3,15	-->	2,59	-->	3,43	-->	3,55	-->	3,88	-->	2,29	
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	13,82	1,15	11,79	0,98	12,37	1,03	18,98	1,58	18,98	1,58	18,10	1,50	5,96	0,49	
<b>TOTAL</b>	100%		47,86		48,20		46,68		47,54		47,01		53,38		16,87	
<b>Ranking</b>			3		2		6		4		5		1		7	

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: elaborado pelos autores.

**Tabela A 9**  
**Pontuação global das alternativas na Trajetória Extrema**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,77%	18,15	0,68	9,95	0,37	14,68	0,55	8,63	0,33	16,33	0,61	20,18	0,76	12,08	0,45
Fiscalização e governança	5,27%	18,18	0,96	15,17	0,80	7,48	0,39	6,46	0,34	21,08	1,11	9,12	0,48	22,51	1,19
Crescimento econômico	4,62%	98,24	4,54	97,36	4,50	99,12	4,58	98,68	4,56	98,24	4,54	100,00	4,62	0,00	0,00
Custo social da mitigação	3,30%	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,56%	15,35	2,08	14,40	1,95	12,29	1,67	20,42	2,77	13,31	1,80	19,78	2,68	4,45	0,60
Riscos “políticos”	9,04%	-->	1,64	-->	1,17	-->	0,95	-->	0,67	-->	1,73	-->	1,24	-->	1,64
Competitividade	7,39%	7,14	0,53	0,00	0,00	14,29	1,06	7,14	0,53	7,14	0,53	7,14	0,53	100,00	7,39
Saúde das empresas	9,83%	86,11	8,47	87,07	8,56	79,40	7,81	86,75	8,53	86,10	8,47	100,00	9,83	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,91%	-->	7,83	-->	7,79	-->	7,87	-->	7,85	-->	7,83	-->	7,91	-->	0,00
Aumento de preços	4,94%	25,42	1,26	20,34	1,00	0,00	0,00	25,42	1,26	27,12	1,34	22,03	1,09	100,00	4,94
Inovação e investimentos	9,49%	81,20	7,70	97,86	9,28	97,80	9,28	79,27	7,52	79,80	7,57	100,00	9,49	0,00	0,00
Desigualdade	3,29%	78,12	2,57	100,00	3,29	78,12	2,57	78,12	2,57	78,12	2,57	81,25	2,68	0,00	0,00
Emprego e renda	12,24%	98,27	12,03	95,27	11,66	98,53	12,06	98,34	12,04	98,08	12,01	100,00	12,24	0,00	0,00
Saúde pública	4,22%	16,53	0,70	17,15	0,72	14,80	0,62	12,78	0,54	5,48	0,23	20,24	0,85	13,01	0,55
Conscientização da sociedade	2,36%	15,09	0,36	18,00	0,43	14,82	0,35	11,77	0,28	9,35	0,22	22,26	0,53	8,71	0,21

Critério	Cenário		1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>																
<b>Impactos sociais</b>	22,10%	-->	15,66	-->	16,11	-->	15,61	-->	15,43	-->	15,03	-->	16,30	-->	0,76	
<b>Impactos econômicos</b>	39,53%	-->	25,79	-->	26,64	-->	26,01	-->	25,69	-->	25,74	-->	28,85	-->	12,33	
<b>Co-benefícios ambientais</b>	7,48%	13,44	1,00	13,22	0,99	12,38	0,93	11,59	0,87	7,08	0,53	31,08	2,32	11,22	0,84	
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60%	-->	3,72	-->	3,13	-->	2,61	-->	3,43	-->	3,53	-->	3,92	-->	2,25	
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	13,82	1,15	11,79	0,98	12,37	1,03	18,98	1,58	18,98	1,58	18,10	1,50	5,96	0,49	
<b>TOTAL</b>	100%		47,32		47,84		46,19		46,99		46,40		52,90		16,67	
<b>Ranking</b>			3		2		6		4		5		1		7	

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 10

## Pontuação global das alternativas com estresse dos critérios subjetivos

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		7		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Critério de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,08 %	87,49	2,69	16,68	0,51	62,51	1,92	0,00	0,00	75,03	2,31	100,00	3,08	39,60	1,22
Fiscalização e governança	6,16 %	82,90	5,11	68,42	4,22	11,83	0,73	0,00	0,00	94,73	5,84	27,63	1,70	10,00	6,16
Crescimento econômico	5,18 %	98,24	5,09	97,36	5,04	99,12	5,13	98,68	5,11	98,24	5,09	100,00	5,18	0,00	0,00
Custo social da mitigação	2,58 %	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,86 %	81,24	11,26	77,08	10,68	66,66	9,24	100,00	13,86	71,88	9,96	97,92	13,57	0,00	0,00
Riscos “políticos”	9,24 %	-->	7,80	-->	4,73	-->	2,65	-->	0,00	-->	8,15	-->	4,78	-->	7,38
Competitividade	7,76 %	7,14	0,55	0,00	0,00	14,29	1,11	7,14	0,55	7,14	0,55	7,14	0,55	10,00	7,76
Saúde das empresas	10,87 %	86,11	9,36	87,07	9,47	79,40	8,63	86,75	9,43	86,10	9,36	100,00	10,87	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,76 %	-->	7,67	-->	7,62	-->	7,71	-->	7,69	-->	7,67	-->	7,76	-->	0,00
Aumento de preços	5,19 %	25,42	1,32	20,34	1,06	0,00	0,00	25,42	1,32	27,12	1,41	22,03	1,14	10,00	5,19
Inovação e investimentos	9,96 %	81,20	8,09	97,86	9,75	97,80	9,74	79,27	7,89	79,80	7,95	100,00	9,96	0,00	0,00
Desigualdade	2,36 %	78,12	1,85	100,00	2,36	78,12	1,85	78,12	1,85	78,12	1,85	81,25	1,92	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17 %	98,27	12,94	95,27	12,55	98,53	12,98	98,34	12,95	98,08	12,92	100,00	13,17	0,00	0,00
Saúde pública	4,22 %	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22	66,20	2,79
Conscientização da sociedade	2,36 %	58,51	1,38	77,34	1,83	56,60	1,34	32,07	0,76	7,55	0,18	100,00	2,36	0,00	0,00
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>															
Impactos sociais	22,10 %	-->	19,74	-->	20,43	-->	19,37	-->	18,29	-->	14,94	-->	21,68	-->	2,79
Impactos econômicos	41,50 %	-->	26,99	-->	27,89	-->	27,20	-->	26,89	-->	26,94	-->	30,29	-->	12,95
Co-benefícios ambientais	5,00 %	43,33	2,17	42,21	2,11	37,79	1,89	33,34	1,67	0,00	0,00	100,00	5,00	31,10	1,56

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		7		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Factibilidade administrativa</b>	23,10%	-->	19,06	-->	15,41	-->	11,89	-->	13,86	-->	18,11	-->	18,35	-->	7,38
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	72,63	6,03	58,92	4,89	63,01	5,23	100,00	8,30	100,00	8,30	95,91	7,96	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	100%		73,99		70,74		65,58		69,01		68,29		83,28		24,68
<b>Ranking</b>			2		3		6		4		5		1		7

Obs.: Nota = "→", critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – "Basal"; 2 – "Distributivo"; 3 – "Ajuste de Fronteira"; 4 – "Segmentado"; 5 – "Isenção de Combustíveis Sensíveis"; 6 – "Inclusão do Setor Agropecuário"; e 7 – "Referência".

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 11

**Pontuação global das alternativas com estresse dos critérios subjetivos – Trajetória Intermediária**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
		Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,39 %	87,49	2,96	16,68	0,57	62,51	2,12	0,00	0,00	75,03	2,54	100,00	3,39	39,60	1,34
Fiscalização e governança	5,65 %	82,90	4,69	68,42	3,87	11,83	0,67	0,00	0,00	94,73	5,35	27,63	1,56	10,00	5,65
Crescimento econômico	4,72 %	98,24	4,63	97,36	4,59	99,12	4,68	98,68	4,66	98,24	4,63	100,00	4,72	0,00	0,00
Custo social da mitigação	2,83 %	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,56 %	81,24	11,02	77,08	10,45	66,66	9,04	100,00	13,56	71,88	9,75	97,92	13,28	0,00	0,00
Riscos “políticos”	9,04 %	-->	7,65	-->	4,43	-->	2,79	-->	0,00	-->	7,90	-->	4,95	-->	6,99
Competitividade	7,55 %	7,14	0,54	0,00	0,00	14,29	1,08	7,14	0,54	7,14	0,54	7,14	0,54	10,00	7,55
Saúde das empresas	10,57 %	86,11	9,10	87,07	9,20	79,40	8,39	86,75	9,17	86,10	9,10	100,00	10,57	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,55 %	-->	7,46	-->	7,42	-->	7,50	-->	7,48	-->	7,46	-->	7,55	-->	0,00
Aumento de preços	5,04 %	25,42	1,28	20,34	1,03	0,00	0,00	25,42	1,28	27,12	1,37	22,03	1,11	10,00	5,04
Inovação e investimentos	9,68 %	81,20	7,86	97,86	9,48	97,80	9,47	79,27	7,68	79,80	7,73	100,00	9,68	0,00	0,00
Desigualdade	2,36 %	78,12	1,85	100,00	2,36	78,12	1,85	78,12	1,85	78,12	1,85	81,25	1,92	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17 %	98,27	12,94	95,27	12,55	98,53	12,98	98,34	12,95	98,08	12,92	100,00	13,17	0,00	0,00
Saúde pública	4,22 %	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22	66,20	2,79
Conscientização da sociedade	2,36 %	58,51	1,38	77,34	1,83	56,60	1,34	32,07	0,76	7,55	0,18	100,00	2,36	0,00	0,00
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>															
<b>Impactos sociais</b>	22,10 %	-->	19,74	-->	20,43	-->	19,37	-->	18,29	-->	14,94	-->	21,68	-->	2,79
<b>Impactos econômicos</b>	40,35 %	-->	26,25	-->	27,13	-->	26,45	-->	26,15	-->	26,20	-->	29,45	-->	12,59

Critério	Cenário		1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	
<b>Co-benefícios ambientais</b>	6,65 %	43,33	2,88	42,21	2,81	37,79	2,51	33,34	2,22	0,00	0,00	100,00	6,65	31,10	2,07	
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60 %	-->	18,67	-->	14,88	-->	11,83	-->	13,56	-->	17,64	-->	18,23	-->	6,99	
<b>Aceitação pública</b>	8,30 %	72,63	6,03	58,92	4,89	63,01	5,23	100,00	8,30	100,00	8,30	95,91	7,96	0,00	0,00	
<b>TOTAL</b>	100 %		73,57		70,14		65,39		68,52		67,09		83,97		24,45	
<b>Ranking</b>			2		3		6		4		5		1		7	

Obs.: Nota = "-->", critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – "Basal"; 2 – "Distributivo"; 3 – "Ajuste de Fronteira"; 4 – "Segmentado"; 5 – "Isenção de Combustíveis Sensíveis"; 6 – "Inclusão do Setor Agropecuário"; e 7 – "Referência".

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 12

**Pontuação global das alternativas com estresse dos critérios subjetivos – Trajetória  
Extrema**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
		Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,77%	87,49	3,29	16,68	0,63	62,51	2,35	0,00	0,00	75,03	2,82	100,00	3,77	39,60	1,49
Fiscalização e governança	5,27%	82,90	4,37	68,42	3,61	11,83	0,62	0,00	0,00	94,73	5,00	27,63	1,46	10,00	5,27
Crescimento econômico	4,62%	98,24	4,54	97,36	4,50	99,12	4,58	98,68	4,56	98,24	4,54	100,00	4,62	0,00	0,00
Custo social da mitigação	3,30%	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,56%	81,24	11,02	77,08	10,45	66,66	9,04	100,00	13,56	71,88	9,75	97,92	13,28	0,00	0,00
Riscos “políticos”	9,04%	-->	7,67	-->	4,24	-->	2,98	-->	0,00	-->	7,82	-->	5,22	-->	6,77
Competitividade	7,39%	7,14	0,53	0,00	0,00	14,29	1,06	7,14	0,53	7,14	0,53	7,14	0,53	10,00	7,39
Saúde das empresas	9,83%	86,11	8,47	87,07	8,56	79,40	7,81	86,75	8,53	86,10	8,47	100,00	9,83	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,91%	-->	7,83	-->	7,79	-->	7,87	-->	7,85	-->	7,83	-->	7,91	-->	0,00
Aumento de preços	4,94%	25,42	1,26	20,34	1,00	0,00	0,00	25,42	1,26	27,12	1,34	22,03	1,09	10,00	4,94
Inovação e investimentos	9,49%	81,20	7,70	97,86	9,28	97,80	9,28	79,27	7,52	79,80	7,57	100,00	9,49	0,00	0,00
Desigualdade	3,29%	78,12	2,57	100,00	3,29	78,12	2,57	78,12	2,57	78,12	2,57	81,25	2,68	0,00	0,00
Emprego e renda	12,24%	98,27	12,03	95,27	11,66	98,53	12,06	98,34	12,04	98,08	12,01	100,00	12,24	0,00	0,00
Saúde pública	4,22%	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22	66,20	2,79
Conscientização da sociedade	2,36%	58,51	1,38	77,34	1,83	56,60	1,34	32,07	0,76	7,55	0,18	100,00	2,36	0,00	0,00
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>															
Impactos sociais	22,10%	-->	19,55	-->	20,47	-->	19,18	-->	18,11	-->	14,76	-->	21,50	-->	2,79
Impactos econômicos	39,53%	-->	25,79	-->	26,64	-->	26,01	-->	25,69	-->	25,74	-->	28,85	-->	12,33



Critério	Cenário		1		2		3		4		5		6		7	
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	
<b>Co-benefícios ambientais</b>	7,48 %	43,33	3,24	42,21	3,16	37,79	2,82	33,34	2,49	0,00	0,00	100,00	7,48	31,10	2,32	
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60 %	-->	18,68	-->	14,69	-->	12,02	-->	13,56	-->	17,57	-->	18,50	-->	6,77	
<b>Aceitação pública</b>	8,30 %	72,63	6,03	58,92	4,89	63,01	5,23	100,00	8,30	100,00	8,30	95,91	7,96	0,00	0,00	
<b>TOTAL</b>	100 %		73,29		69,85		65,27		68,14		66,36		84,29		24,22	
<b>Ranking</b>			2		3		6		4		5		1		7	

Obs.: Nota = "-->", critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”; e 7 – “Referência”.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 13

## Pontuação global das alternativas com suavização dos critérios objetivos

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
		Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,08 %	87,49	2,69	16,68	0,51	62,51	1,92	0,00	0,00	75,03	2,31	100,00	3,08	39,60	1,22
Fiscalização e governança	6,16 %	82,90	5,11	68,42	4,22	11,83	0,73	0,00	0,00	94,73	5,84	27,63	1,70	10,00	6,16
Crescimento econômico	5,18 %	98,24	5,09	97,36	5,04	99,12	5,13	98,68	5,11	98,24	5,09	100,00	5,18	0,00	0,00
Custo social da mitigação	2,58 %	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,86 %	81,24	11,26	77,08	10,68	66,66	9,24	100,00	13,86	71,88	9,96	97,92	13,57	0,00	0,00
Riscos “políticos”	9,24 %	-->	7,80	-->	4,73	-->	2,65	-->	0,00	-->	8,15	-->	4,78	-->	7,38
Competitividade	7,76 %	7,14	0,55	0,00	0,00	14,29	1,11	7,14	0,55	7,14	0,55	7,14	0,55	10,00	7,76
Saúde das empresas	10,87 %	86,11	9,36	87,07	9,47	79,40	8,63	86,75	9,43	86,10	9,36	100,00	10,87	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,76 %	-->	7,67	-->	7,62	-->	7,71	-->	7,69	-->	7,67	-->	7,76	-->	0,00
Aumento de preços	5,19 %	25,42	1,32	20,34	1,06	0,00	0,00	25,42	1,32	27,12	1,41	22,03	1,14	10,00	5,19
Inovação e investimentos	9,96 %	81,20	8,09	97,86	9,75	97,80	9,74	79,27	7,89	79,80	7,95	100,00	9,96	0,00	0,00
Desigualdade	2,36 %	78,12	1,85	100,00	2,36	78,12	1,85	78,12	1,85	78,12	1,85	81,25	1,92	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17 %	98,27	12,94	95,27	12,55	98,53	12,98	98,34	12,95	98,08	12,92	100,00	13,17	0,00	0,00
Saúde pública	4,22 %	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22	66,20	2,79
Conscientização da sociedade	2,36 %	58,51	1,38	77,34	1,83	56,60	1,34	32,07	0,76	7,55	0,18	100,00	2,36	0,00	0,00
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>															
Impactos sociais	22,10 %	-->	19,74	-->	20,43	-->	19,37	-->	18,29	-->	14,94	-->	21,68	-->	2,79
Impactos econômicos	41,50 %	-->	26,99	-->	27,89	-->	27,20	-->	26,89	-->	26,94	-->	30,29	-->	12,95
Co-benefícios ambientais	5,00 %	43,33	2,17	42,21	2,11	37,79	1,89	33,34	1,67	0,00	0,00	100,00	5,00	31,10	1,56

Critério	Cenário		1		2		3		4		5		6		7	
	Peso		Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Factibilidade administrativa</b>	23,10%	-->	19,06		15,41		11,89		13,86		18,11		18,35		-->	7,38
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	72,63	6,03	58,92	4,89	63,01	5,23	100,00	8,30	100,00	8,30	95,91	7,96	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	100%		73,99		70,74		65,58		69,01		68,29		83,28			24,68
<b>Ranking</b>			2		3		6		4		5		1			7

Obs.: Nota = "→", critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – "Basal"; 2 – "Distributivo"; 3 – "Ajuste de Fronteira"; 4 – "Segmentado"; 5 – "Isenção de Combustíveis Sensíveis"; 6 – "Inclusão do Setor Agropecuário"; e 7 – "Referência".

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 14

**Pontuação global das alternativas com suavização dos critérios objetivos – Trajetória Intermediária**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
		Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,39 %	18,15	0,61	9,95	0,34	14,68	0,50	8,63	0,29	16,33	0,55	20,18	0,68	12,08	0,41
Fiscalização e governança	5,65 %	18,18	1,03	15,17	0,86	7,48	0,42	6,46	0,36	21,08	1,19	9,12	0,52	22,51	1,27
Crescimento econômico	4,72 %	98,24	4,63	97,36	4,59	99,12	4,68	98,68	4,66	98,24	4,63	100,00	4,72	0,00	0,00
Custo social da mitigação	2,83 %	96,05	2,72	96,05	2,72	96,05	2,72	96,05	2,72	96,05	2,72	96,05	2,72	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,56 %	15,35	2,08	14,40	1,95	12,29	1,67	20,42	2,77	13,31	1,80	19,78	2,68	4,45	0,60
Riscos “políticos”	9,04 %	-->	1,64	-->	1,19	-->	0,92	-->	0,66	-->	1,74	-->	1,20	-->	1,68
Competitividade	7,55 %	58,06	4,38	54,84	4,14	61,29	4,62	58,06	4,38	58,06	4,38	58,06	4,38	10,00	7,55
Saúde das empresas	10,57 %	2,99	0,32	3,03	0,32	2,76	0,29	3,02	0,32	2,99	0,32	3,48	0,37	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,55 %	-->	7,35	-->	7,31	-->	7,39	-->	7,37	-->	7,35	-->	7,43	-->	0,00
Aumento de preços	5,04 %	25,42	1,28	20,34	1,03	0,00	0,00	25,42	1,28	27,12	1,37	22,03	1,11	10,00	5,04
Inovação e investimentos	9,68 %	75,04	7,27	75,26	7,29	75,23	7,28	74,02	7,17	74,31	7,20	76,39	7,40	49,34	4,78
Desigualdade	2,36 %	96,70	2,29	100,00	2,36	96,70	2,29	96,70	2,29	96,70	2,29	97,17	2,30	84,91	2,01
Emprego e renda	13,17 %	99,98	13,17	99,93	13,16	99,98	13,17	99,98	13,17	99,97	13,17	100,00	13,17	98,62	12,99
Saúde pública	4,22 %	16,53	0,70	17,15	0,72	14,80	0,62	12,78	0,54	5,48	0,23	20,24	0,85	13,01	0,55
Conscientização da sociedade	2,36 %	15,09	0,36	18,00	0,43	14,82	0,35	11,77	0,28	9,35	0,22	22,26	0,53	8,71	0,21
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>															
Impactos sociais	22,10 %	-->	16,51	-->	16,68	-->	16,43	-->	16,27	-->	15,91	-->	16,85	-->	15,75
Impactos econômicos	40,35 %	-->	20,60	-->	20,08	-->	19,59	-->	20,52	-->	20,61	-->	20,69	-->	17,37
Co-benefícios ambientais	6,65 %	13,44	0,89	13,22	0,88	12,38	0,82	11,59	0,77	7,08	0,47	31,08	2,07	11,22	0,75

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		7		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60%	-->	3,72	-->	3,15	-->	2,59	-->	3,43	-->	3,55	-->	3,88	-->	2,29
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	13,82	1,15	11,79	0,98	12,37	1,03	18,98	1,58	18,98	1,58	18,10	1,50	5,96	0,49
<b>TOTAL</b>	100%		42,87		41,76		40,46		42,57		42,11		44,99		36,65
<b>Ranking</b>			2		5		6		3		4		1		7

Obs.: Nota = "→", critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – "Basal"; 2 – "Distributivo"; 3 – "Ajuste de Fronteira"; 4 – "Segmentado"; 5 – "Isenção de Combustíveis Sensíveis"; 6 – "Inclusão do Setor Agropecuário"; e 7 – "Referência".

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 15

**Pontuação global das alternativas com suavização dos critérios objetivos – Trajetória  
Extrema**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5		6		7	
		Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>															
Captura e “corrupção”	3,77 %	18,15	0,68	9,95	0,37	14,68	0,55	8,63	0,33	16,33	0,61	20,18	0,76	12,08	0,45
Fiscalização e governança	5,27 %	18,18	0,96	15,17	0,80	7,48	0,39	6,46	0,34	21,08	1,11	9,12	0,48	22,51	1,19
Crescimento econômico	4,62 %	98,24	4,54	97,36	4,50	99,12	4,58	98,68	4,56	98,24	4,54	100,00	4,62	0,00	0,00
Custo social da mitigação	3,30 %	96,05	3,17	96,05	3,17	96,05	3,17	96,05	3,17	96,05	3,17	96,05	3,17	0,00	0,00
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>															
Flexibilidade operacional	13,56 %	15,35	2,08	14,40	1,95	12,29	1,67	20,42	2,77	13,31	1,80	19,78	2,68	4,45	0,60
Riscos “políticos”	9,04 %	-->	1,64	-->	1,17	-->	0,95	-->	0,67	-->	1,73	-->	1,24	-->	1,64
Competitividade	7,39 %	58,06	4,29	54,84	4,05	61,29	4,53	58,06	4,29	58,06	4,29	58,06	4,29	10,00	7,39
Saúde das empresas	9,83 %	2,99	0,29	3,03	0,30	2,76	0,27	3,02	0,30	2,99	0,29	3,48	0,34	0,00	0,00
Eficiência econômica	7,91 %	-->	7,70	-->	7,66	-->	7,74	-->	7,72	-->	7,70	-->	7,78	-->	0,00
Aumento de preços	4,94 %	25,42	1,26	20,34	1,00	0,00	0,00	25,42	1,26	27,12	1,34	22,03	1,09	10,00	4,94
Inovação e investimentos	9,49 %	75,04	7,12	75,26	7,14	75,23	7,14	74,02	7,02	74,31	7,05	76,39	7,25	49,34	4,68
Desigualdade	3,29 %	96,70	3,18	100,00	3,29	96,70	3,18	96,70	3,18	96,70	3,18	97,17	3,20	84,91	2,80
Emprego e renda	12,24 %	99,98	12,24	99,93	12,23	99,98	12,24	99,98	12,24	99,97	12,24	100,00	12,24	98,62	12,07
Saúde pública	4,22 %	16,53	0,70	17,15	0,72	14,80	0,62	12,78	0,54	5,48	0,23	20,24	0,85	13,01	0,55
Conscientização da sociedade	2,36 %	15,09	0,36	18,00	0,43	14,82	0,35	11,77	0,28	9,35	0,22	22,26	0,53	8,71	0,21
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>															
Impactos sociais	22,10 %	-->	16,48	-->	16,68	-->	16,40	-->	16,24	-->	15,88	-->	16,82	-->	15,63
Impactos econômicos	39,53 %	-->	20,66	-->	20,16	-->	19,68	-->	20,59	-->	20,68	-->	20,75	-->	17,01
Co-benefícios ambientais	7,48 %	13,44	1,00	13,22	0,99	12,38	0,93	11,59	0,87	7,08	0,53	31,08	2,32	11,22	0,84

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		7		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score		
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60%	-->	3,72	-->	3,13	-->	2,61	-->	3,43	-->	3,53	-->	3,92	-->	2,25
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	13,82	1,15	11,79	0,98	12,37	1,03	18,98	1,58	18,98	1,58	18,10	1,50	5,96	0,49
<b>TOTAL</b>	100%		43,02		41,93		40,65		42,71		42,19		45,33		36,22
<b>Ranking</b>			2		5		6		3		4		1		7

Obs.: Nota = "→", critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Cenários: 1 – "Basal"; 2 – "Distributivo"; 3 – "Ajuste de Fronteira"; 4 – "Segmentado"; 5 – "Isenção de Combustíveis Sensíveis"; 6 – "Inclusão do Setor Agropecuário"; e 7 – "Referência".

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 16

## Pontuação global das alternativas excluindo cenário de Referência

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score		
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>													
Captura e “corrupção”	3,08 %	87,49	2,69	16,68	0,51	62,51	1,92	0,00	0,00	75,03	2,31	100,00	3,08
Fiscalização e governança	6,16 %	87,51	5,39	72,23	4,45	12,49	0,77	0,00	0,00	100,00	6,16	29,17	1,80
Crescimento econômico	5,18 %	33,33	1,73	0,00	0,00	66,67	3,45	50,00	2,59	33,33	1,73	100,00	5,18
Custo social da mitigação	2,58 %	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>													
Flexibilidade operacional	13,86 %	43,75	6,06	31,25	4,33	0,00	0,00	100,00	13,86	15,67	2,17	93,75	12,99
Riscos “políticos”	9,24 %	-->	8,09	-->	4,96	-->	2,69	-->	0,00	-->	8,47	-->	4,87
Competitividade	7,76 %	50,00	3,88	0,00	0,00	100,00	7,76	50,00	3,88	50,00	3,88	50,00	3,88
Saúde das empresas	10,87 %	32,54	3,54	37,23	4,05	0,00	0,00	35,67	3,88	32,49	3,53	100,00	10,87
Eficiência econômica	7,76 %	-->	4,31	-->	2,58	-->	6,04	-->	5,17	-->	4,31	-->	7,76
Aumento de preços	5,19 %	93,75	4,86	75,00	3,89	0,00	0,00	93,75	4,86	100,00	5,19	81,25	4,21
Inovação e investimentos	9,96 %	23,69	2,36	73,69	7,34	72,93	7,26	0,00	0,00	6,55	0,65	100,00	9,96
Desigualdade	2,36 %	0,00	0,00	100,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	0,34
Emprego e renda	13,17 %	63,51	8,37	0,00	0,00	68,92	9,08	64,86	8,54	59,46	7,83	100,00	13,17
Saúde pública	4,22 %	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22
Conscientização da sociedade	2,36 %	55,12	1,30	75,49	1,79	53,05	1,25	26,53	0,63	0,00	0,00	100,00	2,36
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>													
<b>Impactos sociais</b>	22,10 %	-->	13,24	-->	7,84	-->	13,54	-->	11,91	-->	7,83	-->	20,10
<b>Impactos econômicos</b>	41,50 %	-->	18,95	-->	17,86	-->	21,06	-->	17,79	-->	17,56	-->	36,69
<b>Co-benefícios ambientais</b>	5,00 %	43,33	2,17	42,21	2,11	37,79	1,89	33,34	1,67	0,00	0,00	100,00	5,00
<b>Factibilidade administrativa</b>	23,10 %	-->	14,15	-->	9,30	-->	2,69	-->	13,86	-->	10,64	-->	17,87
<b>Aceitação pública</b>	8,30 %	33,37	2,77	0,00	0,00	9,96	0,83	100,00	8,30	100,00	8,30	90,04	7,47
<b>TOTAL</b>	100 %		51,27		37,10		40,01		53,53		44,34		87,13
<b>Ranking</b>			3		6		5		2		4		1

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Obs. 2.: Teste de sensibilidade parte do teste anterior, ou seja, utiliza as notas ajustadas (com estresse) para os critérios subjetivos.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; e 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”.

Fonte: elaborado pelos autores.



Tabela A 17

## Pontuação global das alternativas excluindo cenário de Referência - Trajetória Intermediária

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score		
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>													
Captura e “corrupção”	3,39 %	87,49	2,96	16,68	0,57	62,51	2,12	0,00	0,00	75,03	2,54	100,00	3,39
Fiscalização e governança	5,65 %	87,51	4,95	72,23	4,08	12,49	0,71	0,00	0,00	100,00	5,65	29,17	1,65
Crescimento econômico	4,72 %	33,33	1,57	0,00	0,00	66,67	3,15	50,00	2,36	33,33	1,57	100,00	4,72
Custo social da mitigação	2,83 %	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>													
Flexibilidade operacional	13,56 %	43,75	5,93	31,25	4,24	0,00	0,00	100,00	13,56	15,67	2,12	93,75	12,71
Riscos “políticos”	9,04 %	-->	7,91	-->	4,65	-->	2,82	-->	0,00	-->	8,19	-->	5,04
Competitividade	7,55 %	50,00	3,77	0,00	0,00	100,00	7,55	50,00	3,77	50,00	3,77	50,00	3,77
Saúde das empresas	10,57 %	32,54	3,44	37,23	3,94	0,00	0,00	35,67	3,77	32,49	3,43	100,00	10,57
Eficiência econômica	7,55 %	-->	4,40	-->	2,83	-->	5,97	-->	5,19	-->	4,40	-->	7,55
Aumento de preços	5,04 %	93,75	4,73	75,00	3,78	0,00	0,00	93,75	4,73	100,00	5,04	81,25	4,10
Inovação e investimentos	9,68 %	23,69	2,29	73,69	7,14	72,93	7,06	0,00	0,00	6,55	0,63	100,00	9,68
Desigualdade	2,36 %	0,00	0,00	100,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	0,34
Emprego e renda	13,17 %	63,51	8,37	0,00	0,00	68,92	9,08	64,86	8,54	59,46	7,83	100,00	13,17
Saúde pública	4,22 %	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22
Conscientização da sociedade	2,36 %	55,12	1,30	75,49	1,79	53,05	1,25	26,53	0,63	0,00	0,00	100,00	2,36
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>													
<b>Impactos sociais</b>	22,10 %	-->	13,24	-->	7,84	-->	13,54	-->	11,91	-->	7,83	-->	20,10
<b>Impactos econômicos</b>	40,35 %	-->	18,64	-->	17,68	-->	20,58	-->	17,46	-->	17,29	-->	35,67
<b>Co-benefícios ambientais</b>	6,65 %	43,33	2,88	42,21	2,81	37,79	2,51	33,34	2,22	0,00	0,00	100,00	6,65
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60 %	-->	13,84	-->	8,89	-->	2,82	-->	13,56	-->	10,32	-->	17,75
<b>Aceitação pública</b>	8,30 %	33,37	2,77	0,00	0,00	9,96	0,83	100,00	8,30	100,00	8,30	90,04	7,47
<b>TOTAL</b>	100 %		51,36		37,21		40,29		53,44		43,74		87,64
<b>Ranking</b>			3		6		5		2		4		1

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Obs. 2.: Teste de sensibilidade parte do teste anterior, ou seja, utiliza as notas ajustadas (com estresse) para os critérios subjetivos.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; e 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 18

## Pontuação global das alternativas excluindo cenário de Referência - Trajetória Extrema

Critério	Cenário 1		2		3		4		5		6		
	Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score		
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>													
Captura e “corrupção”	3,77 %	87,49	3,29	16,68	0,63	62,51	2,35	0,00	0,00	75,03	2,82	100,00	3,77
Fiscalização e governança	5,27 %	87,51	4,62	72,23	3,81	12,49	0,66	0,00	0,00	100,00	5,27	29,17	1,54
Crescimento econômico	4,62 %	33,33	1,54	0,00	0,00	66,67	3,08	50,00	2,31	33,33	1,54	100,00	4,62
Custo social da mitigação	3,30 %	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>													
Flexibilidade operacional	13,56 %	43,75	5,93	31,25	4,24	0,00	0,00	100,00	13,56	15,67	2,12	93,75	12,71
Riscos “políticos”	9,04 %	-->	7,91	-->	4,44	-->	3,01	-->	0,00	-->	8,10	-->	5,30
Competitividade	7,39 %	50,00	3,70	0,00	0,00	100,00	7,39	50,00	3,70	50,00	3,70	50,00	3,70
Saúde das empresas	9,83 %	32,54	3,20	37,23	3,66	0,00	0,00	35,67	3,51	32,49	3,19	100,00	9,83
Eficiência econômica	7,91 %	-->	4,84	-->	3,30	-->	6,38	-->	5,61	-->	4,84	-->	7,91
Aumento de preços	4,94 %	93,75	4,63	75,00	3,71	0,00	0,00	93,75	4,63	100,00	4,94	81,25	4,01
Inovação e investimentos	9,49 %	23,69	2,25	73,69	6,99	72,93	6,92	0,00	0,00	6,55	0,62	100,00	9,49
Desigualdade	3,29 %	0,00	0,00	100,00	3,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,29	0,47
Emprego e renda	12,24 %	63,51	7,78	0,00	0,00	68,92	8,44	64,86	7,94	59,46	7,28	100,00	12,24
Saúde pública	4,22 %	84,51	3,57	87,32	3,69	76,06	3,21	64,79	2,73	0,00	0,00	100,00	4,22
Conscientização da sociedade	2,36 %	55,12	1,30	75,49	1,79	53,05	1,25	26,53	0,63	0,00	0,00	100,00	2,36
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>													
<b>Impactos sociais</b>	22,10 %	-->	12,65	-->	8,76	-->	12,90	-->	11,30	-->	7,28	-->	19,30
<b>Impactos econômicos</b>	39,53 %	-->	18,61	-->	17,65	-->	20,68	-->	17,44	-->	17,29	-->	34,94
<b>Co-benefícios ambientais</b>	7,48 %	43,33	3,24	42,21	3,16	37,79	2,82	33,34	2,49	0,00	0,00	100,00	7,48
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60 %	-->	13,84	-->	8,68	-->	3,01	-->	13,56	-->	10,22	-->	18,02
<b>Aceitação pública</b>	8,30 %	33,37	2,77	0,00	0,00	9,96	0,83	100,00	8,30	100,00	8,30	90,04	7,47
<b>TOTAL</b>	100 %		51,11		38,25		40,25		53,10		43,09		87,21
<b>Ranking</b>			3		6		5		2		4		1

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Obs. 2.: Teste de sensibilidade parte do teste anterior, ou seja, utiliza as notas ajustadas (com estresse) para os critérios subjetivos.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; e 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 19

## Pontuação global das alternativas excluindo cenário “Inclusão do Setor Agropecuário”

Critério	Cenário	1		2		3		4		5	
		Pes o	Not a	Scor e	Not a	Scor e	Not a	Scor e	Not a	Scor e	Not a
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>											
Captura e “corrupção”	3,08%	100,00	3,08	19,07	0,59	71,46	2,20	0,00	0,00	85,76	2,64
Fiscalização e governança	6,16%	87,51	5,39	72,23	4,45	12,49	0,77	0,00	0,00	100,00	6,16
Crescimento econômico	5,18%	50,00	2,59	0,00	0,00	100,00	5,18	75,00	3,88	50,00	2,59
Custo social da mitigação	2,58%	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58	100,00	2,58
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>											
Flexibilidade operacional	13,86%	43,75	6,06	31,25	4,33	0,00	0,00	100,00	13,86	15,67	2,17
Riscos “políticos”	9,24%	-->	8,47	-->	5,04	-->	2,97	-->	0,00	-->	8,80
Competitividade	7,76%	50,00	3,88	0,00	0,00	100,00	7,76	50,00	3,88	50,00	3,88
Saúde das empresas	10,87%	87,41	9,50	100,00	10,87	0,00	0,00	95,82	10,42	87,28	9,49
Eficiência econômica	7,76%	-->	5,17	-->	2,58	-->	7,76	-->	6,47	-->	5,17
Aumento de preços	5,19%	93,75	4,86	75,00	3,89	0,00	0,00	93,75	4,86	100,00	5,19
Inovação e investimentos	9,96%	50,00	4,98	100,00	9,96	98,40	9,80	0,00	0,00	13,83	1,38
Desigualdade	2,36%	0,00	0,00	100,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17%	92,16	12,14	0,00	0,00	100,00	13,17	94,12	12,40	86,27	11,36
Saúde pública	4,22%	96,77	4,08	100,00	4,22	87,10	3,68	74,19	3,13	0,00	0,00
Conscientização da sociedade	2,36%	73,01	1,73	100,00	2,36	70,27	1,66	35,14	0,83	0,00	0,00
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>											
<b>Impactos sociais</b>	22,10%	-->	17,95	-->	8,95	-->	18,51	-->	16,36	-->	11,36
<b>Impactos econômicos</b>	41,50%	-->	28,40	-->	27,31	-->	25,32	-->	25,63	-->	25,11
<b>Co-benefícios ambientais</b>	5,00%	100,00	5,00	97,42	4,87	87,22	4,36	76,96	3,85	0,00	0,00
<b>Factibilidade administrativa</b>	23,10%	-->	14,53	-->	9,37	-->	2,97	-->	13,86	-->	10,97
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	33,37	2,77	0,00	0,00	9,96	0,83	100,00	8,30	100,00	8,30
<b>TOTAL</b>	100%		68,65		50,50		51,99		68,00		55,74
<b>Ranking</b>			1		5		4		2		3

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Obs. 2.: Teste de sensibilidade parte do teste anterior, ou seja, utiliza as notas ajustadas (com estresse) para os critérios subjetivos e exclui o cenário de Referência.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; e 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 20

**Pontuação global das alternativas excluindo cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” -  
Trajetória Intermediária**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5	
		Pes o	Not a	Scor e	Not a	Scor e	Not a	Scor e	Not a	Scor e	Not a
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>											
Captura e “corrupção”	3,39%	100,00	3,39	19,07	0,65	71,46	2,42	0,00	0,00	85,76	2,91
Fiscalização e governança	5,65%	87,51	4,95	72,23	4,08	12,49	0,71	0,00	0,00	100,00	5,65
Crescimento econômico	4,72%	50,00	2,36	0,00	0,00	100,00	4,72	75,00	3,54	50,00	2,36
Custo social da mitigação	2,83%	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83	100,00	2,83
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>											
Flexibilidade operacional	13,56%	43,75	5,93	31,25	4,24	0,00	0,00	100,00	13,56	15,67	2,12
Riscos “políticos”	9,04%	-->	8,33	-->	4,73	-->	3,13	-->	0,00	-->	8,56
Competitividade	7,55%	50,00	3,77	0,00	0,00	100,00	7,55	50,00	3,77	50,00	3,77
Saúde das empresas	10,57%	87,41	9,24	100,00	10,57	0,00	0,00	95,82	10,13	87,28	9,23
Eficiência econômica	7,55%	-->	5,19	-->	2,83	-->	7,55	-->	6,37	-->	5,19
Aumento de preços	5,04%	93,75	4,73	75,00	3,78	0,00	0,00	93,75	4,73	100,00	5,04
Inovação e investimentos	9,68%	50,00	4,84	100,00	9,68	98,40	9,53	0,00	0,00	13,83	1,34
Desigualdade	2,36%	0,00	0,00	100,00	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Emprego e renda	13,17%	92,16	12,14	0,00	0,00	100,00	13,17	94,12	12,40	86,27	11,36
Saúde pública	4,22%	96,77	4,08	100,00	4,22	87,10	3,68	74,19	3,13	0,00	0,00
Conscientização da sociedade	2,36%	73,01	1,73	100,00	2,36	70,27	1,66	35,14	0,83	0,00	0,00
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>											
<b>Impactos sociais</b>	22,10%	-->	17,95	-->	8,95	-->	18,51	-->	16,36	-->	11,36
<b>Impactos econômicos</b>	40,35%	-->	27,77	-->	26,87	-->	24,62	-->	25,00	-->	24,57
<b>Co-benefícios ambientais</b>	6,65%	100,00	6,65	97,42	6,48	87,22	5,80	76,96	5,12	0,00	0,00
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60%	-->	14,27	-->	8,97	-->	3,13	-->	13,56	-->	10,68
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	33,37	2,77	0,00	0,00	9,96	0,83	100,00	8,30	100,00	8,30
<b>TOTAL</b>	100%		69,41		51,26		52,88		68,33		54,91
<b>Ranking</b>			1		5		4		2		3

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Obs. 2.: Teste de sensibilidade parte do teste anterior, ou seja, utiliza as notas ajustadas (com estresse) para os critérios subjetivos e exclui o cenário de Referência.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; e 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”.

Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela A 21

**Pontuação global das alternativas excluindo cenário “Inclusão do Setor Agropecuário” – Trajetória Extrema**

Critério	Cenário	1		2		3		4		5	
		Peso	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota	Score	Nota
<b>Critérios de 3ª Ordem</b>											
Captura e “corrupção”	3,77%	100,00	3,77	19,07	0,72	71,46	2,69	0,00	0,00	85,76	3,23
Fiscalização e governança	5,27%	87,51	4,62	72,23	3,81	12,49	0,66	0,00	0,00	100,00	5,27
Crescimento econômico	4,62%	50,00	2,31	0,00	0,00	100,00	4,62	75,00	3,46	50,00	2,31
Custo social da mitigação	3,30%	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30	100,00	3,30
<b>Critérios de 2ª Ordem</b>											
Flexibilidade operacional	7,39%	50,00	3,70	0,00	0,00	100,00	7,39	50,00	3,70	50,00	3,70
Riscos “políticos”	9,83%	87,41	8,59	100,00	9,83	0,00	0,00	95,82	9,42	87,28	8,58
Competitividade	7,91%	-->	5,61	-->	3,30	-->	7,91	-->	6,76	-->	5,61
Saúde das empresas	4,94%	93,75	4,63	75,00	3,71	0,00	0,00	93,75	4,63	100,00	4,94
Eficiência econômica	9,49%	50,00	4,74	100,00	9,49	98,40	9,33	0,00	0,00	13,83	1,31
Aumento de preços	3,29%	0,00	0,00	100,00	3,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Inovação e investimentos	12,24%	92,16	11,28	0,00	0,00	100,00	12,24	94,12	11,52	86,27	10,56
Desigualdade	4,22%	96,77	4,08	100,00	4,22	87,10	3,68	74,19	3,13	0,00	0,00
Emprego e renda	2,36%	73,01	1,73	100,00	2,36	70,27	1,66	35,14	0,83	0,00	0,00
Saúde pública	7,39%	50,00	3,70	0,00	0,00	100,00	7,39	50,00	3,70	50,00	3,70
Conscientização da sociedade	9,83%	87,41	8,59	100,00	9,83	0,00	0,00	95,82	9,42	87,28	8,58
<b>Critérios de 1ª Ordem</b>											
<b>Impactos sociais</b>	22,10%	-->	17,09	-->	9,88	-->	17,58	-->	15,49	-->	10,56
<b>Impactos econômicos</b>	39,53%	-->	27,27	-->	26,32	-->	24,64	-->	24,51	-->	24,13
<b>Co-benefícios ambientais</b>	7,48%	100,00	7,48	97,42	7,28	87,22	6,52	76,96	5,75	0,00	0,00
<b>Factibilidade administrativa</b>	22,60%	-->	14,31	-->	8,77	-->	3,35	-->	13,56	-->	10,63
<b>Aceitação pública</b>	8,30%	33,37	2,77	0,00	0,00	9,96	0,83	100,00	8,30	100,00	8,30
<b>TOTAL</b>	100%		68,92		52,25		52,92		67,61		53,63
<b>Ranking</b>			1		5		4		2		3

Obs.: Nota = “→”, critério é explicado pela combinação de outros critérios de ordens inferiores e, portanto, não recebeu nota direta.

Obs. 2.: Teste de sensibilidade parte do teste anterior, ou seja, utiliza as notas ajustadas (com estresse) para os critérios subjetivos e exclui o cenário de Referência.

Cenários: 1 – “Basal”; 2 – “Distributivo”; 3 – “Ajuste de Fronteira”; 4 – “Segmentado”; 5 – “Isenção de Combustíveis Sensíveis”; e 6 – “Inclusão do Setor Agropecuário”.

Fonte: elaborado pelos autores.