

CLASSIFICAÇÃO DE RISCO FINANCEIRO DE EMPENHOS A LIQUIDAR: APLICAÇÃO DE MODELOS ESTATÍSTICOS BASEADOS EM EXECUÇÕES PASSADAS

AUTORES: CEL INT MANFRINI DE ASSIS; MAJ INT FERNANDO HENRIQUE MAURÍCIO

1 RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma ferramenta analítica para avaliar e classificar o risco de cancelamento dos empenhos de 2024, caso sejam inscritos em Restos a Pagar em 2025. Com base em dados históricos de 2015 a 2023, a ferramenta visa mitigar os desafios enfrentados pelo Comando do Exército Brasileiro, em função do elevado volume de restos a pagar cancelados anualmente. O objetivo é estimar, por meio de métodos estatísticos e matemáticos, o grau de propensão de cancelamento dos empenhos de 2024, considerando suas características específicas e as tendências observadas em anos anteriores.

A metodologia integra extração de dados do Sistema de Administração Financeira do Governo Federal (SIAFI) e do Sistema de Acompanhamento da Gestão (SAG) com algoritmos desenvolvidos em *Python*, aplicando técnicas de normalização e ponderação para calcular o risco e o impacto financeiro de cada empenho. Cada variável é ponderada, resultando em um índice que orienta os gestores a priorizarem os empenhos com maior propensão ao cancelamento em 2025.

Os resultados, baseados em estatística inferencial e probabilidade condicional, indicam que o modelo desenvolvido possui potencial para apoiar gestores na priorização de empenhos e na redução de inscrições de Restos a Pagar Não Processados (RPNP) com maior risco de cancelamento. Este trabalho, que combina estatística, matemática e tecnologia da informação, pode representar um avanço na gestão financeira pública, sugerindo um novo paradigma na otimização dos recursos.

Palavras-chave: restos a pagar; gestão orçamentária; análise preditiva; cancelamento de restos a pagar não processados.

2 INTRODUÇÃO

O crescente volume de cancelamentos de Restos a Pagar (RP) tem sido uma preocupação constante nas reuniões do alto escalão do Exército Brasileiro (EB), incluindo o Conselho Superior de Economia e Finanças (CONSEF), a Comissão Permanente de Orçamento do Exército (CPOEx), as reuniões bilaterais entre os Órgãos de Direção Setorial (ODS) e a Secretaria de Economia e Finanças (SEF), bem como na Reunião de Acompanhamento dos Gestores de Ação Orçamentária (RAGA). Entre janeiro de 2023 e junho de 2024, R\$ 149,2 milhões em RP foram cancelados no EB, conforme dados do Tesouro Gerencial (TG). Esse nível de cancelamento pode comprometer a execução de atividades essenciais, como projetos de infraestrutura, aquisição de materiais e serviços críticos, além de programas de modernização e manutenção da Força Terrestre. Nesse contexto, torna-se imperativo o

desenvolvimento de uma ferramenta analítica capaz de mitigar os impactos desses cancelamentos, especialmente em um cenário de restrições orçamentárias recorrentes.

Diante do mencionado desafio, foi desenvolvida uma solução que integra conceitos de matemática, estatística e tecnologia da informação. A proposta envolve a aplicação de um algoritmo desenvolvido em *Python*¹ para processar e analisar grandes volumes de dados de empenhos registrados em Restos a Pagar Não Processados (RPNP) entre 2015 e 2023, extraídos do SIAFI e integrados ao SAG.

O objetivo é fornecer aos gestores do EB uma ferramenta analítica que facilite a decisão com uma maior consciência situacional, aprimorando a gestão orçamentária e financeira. Além disso, essa abordagem destaca a relevância de soluções baseadas em análises científicas para a otimização e eficiência dos processos de administração pública.

3 OBTENÇÃO E SELEÇÃO DE DADOS

A metodologia deste estudo se caracteriza pela seleção e exclusão de dados, visando assegurar a precisão e relevância dos resultados. Para isso, os dados foram obtidos de fontes, como o TG e o SAG, contemplando empenhos de exercícios passados e atual.

Os dados históricos de empenhos foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo compreende empenhos emitidos entre 2015 e 2022, inscritos em RPNP e liquidados ou cancelados no ano subsequente à inscrição. Esses dados, extraídos do TG, foram coletados apenas uma vez, já que os exercícios financeiros dos anos subsequentes estão encerrados e não podem ser alterados. O segundo grupo abrange os empenhos emitidos em 2023, também inscritos em RPNP, mas que permanecem em execução durante o ano de 2024. A atualização desses dados é realizada diariamente por meio do SAG, permitindo refletir as variações na execução orçamentária ao longo do ano.

O grupo alvo do estudo é composto por empenhos emitidos em 2024 que possuem saldo a liquidar. A probabilidade de cancelamento desses empenhos em 2025 será inferida com base na análise de dados históricos. Esses dados, extraídos do SAG, são atualizados diariamente para refletir as mudanças na execução orçamentária, já que os empenhos estão sujeitos a alterações ao longo do exercício financeiro de 2024.

A análise contempla exclusivamente as Unidades Gestoras Executoras (UGE) vinculadas ao Órgão Comando do Exército (52121), considerando os empenhos emitidos entre 2015 e 2023 que foram inscritos em RPNP. A inclusão desses dados permite identificar padrões de cancelamento que fundamentam a construção de modelos preditivos para estimar o risco de cancelamento dos empenhos emitidos em 2024, caso sejam inscritos em RPNP no exercício de 2025.

As exclusões seguiram critérios legais e diretrizes. Entre os critérios legais, destacam-se os empenhos que, por norma, não podem ser inscritos em RPNP. Quanto às diretrizes, incluem-se os empenhos que, mesmo inscritos em RPNP, não devem ser cancelados conforme orientações estabelecidas. Foram

¹ Python é uma linguagem de programação criada em 1991, conhecida por sua simplicidade e facilidade de uso, amplamente utilizada para desenvolvimento de aplicativos, análise de dados e automação de tarefas.

excluídos da análise os recursos não geridos pela UO Comando do Exército (52121). Embora a UO Fundo do Exército (52921) também seja gerida pelo Exército Brasileiro, suas características operacionais e orçamentárias diferem das da UO Comando do Exército. A exclusão das demais UO buscou delimitar o escopo do estudo, garantindo homogeneidade dos dados e facilitando a identificação de padrões consistentes. Também foram excluídos os RPNP reinscritos, uma vez que o foco está no risco de cancelamento no ano de inscrição, e as Naturezas de Despesa (ND) que, por determinação legal, não podem ser inscritas em RPNP ou, conforme diretrizes da SEF, possuem garantias que impedem seu cancelamento. A lista completa das ND excluídas pode ser consultada na página 'Risco de Cancelamento de RPNP', no SAG, onde também foi aplicado e disponibilizado o modelo descrito neste artigo.

Essas exclusões permitem direcionar a análise para os empenhos com maior propensão ao cancelamento, contribuindo para que o modelo preditivo seja consistente com a realidade orçamentária do EB e útil como ferramenta analítica para a gestão financeira.

4 DESCRIÇÃO DAS VARIÁVIES UTILIZADAS NO MODELO

O modelo desenvolvido para a análise de risco baseia-se em um conjunto de variáveis extraídas de sistemas orçamentários e financeiros. Essas variáveis representam características essenciais dos empenhos e dos favorecidos, contribuindo para o cálculo das métricas de risco. A Unidade Gestora (UG) refere-se ao órgão responsável pela execução do empenho, enquanto o Favorecido (FAV) corresponde ao CPF ou CNPJ do fornecedor. O Tipo do Favorecido (TIPOFAV) classifica o favorecido como pessoa física ou jurídica. As unidades federativas da UG (UFUG) e do favorecido (UFFAV) são variáveis que permitem identificar diferenças geográficas, quantificadas pela variável DIFUF, que indica se as UF da UG e do favorecido são diferentes (valor 1) ou iguais (valor 0).

O mês de emissão do empenho (MES), o Programa de Trabalho Resumido (PTRES), a Unidade Orçamentária (UO), a indicação de destaque (DESTAQUE), o código do programa orçamentário (PROGRAMA), a ação orçamentária (ACAO), o plano orçamentário (PO), o resultado primário (RP), o plano interno (PI) e a natureza da despesa detalhada (NDD) caracterizam informações orçamentárias fundamentais associadas a cada empenho. Além disso, o tipo de nota de empenho (TIPONE) e a modalidade de licitação (MODLIC) fornecem informações adicionais sobre os processos administrativos relacionados.

Variáveis relacionadas à organização incluem a Região Militar (RM), o Comando Militar (CMDO) e o tipo de unidade gestora (TIPO). Indicadores de conformidade, como a inclusão do favorecido nos cadastros de empresas inidôneas e suspensas (CEIS), no Cadastro Nacional de Empresas Punidas (CNEP) e no Cadastro de Entidades Privadas sem Fins Lucrativos impedidas de celebrar contratos (CEPIM), são utilizados para avaliar possíveis riscos associados a penalidades e sanções legais. Ainda nesse contexto, verifica-se a existência de acordos de leniência relacionados ao favorecido, os quais são registrados separadamente.

As variáveis financeiras incluem o valor inscrito do empenho (INSCRITO), o valor efetivamente cancelado (CANCELADO) e um indicador

binário (CANCELOU) que sinaliza se o empenho foi ou não cancelado (0 para não cancelado e 1 para cancelado). Estas variáveis, em conjunto, fornecem uma base abrangente para a análise de propensão ao cancelamento e o impacto financeiro.

5 PROCESSO E CÁLCULO DAS MÉTRICAS

A análise dos empenhos a liquidar emitidos em 2024 baseia-se em três métricas: o índice de propensão, o impacto financeiro e o risco. O índice de propensão estima, com base em dados históricos e características dos empenhos, a possibilidade de que um empenho, caso inscrito em RPNP, venha a ser cancelado em 2025. O impacto financeiro avalia o potencial efeito orçamentário associado ao cancelamento de um empenho. Por fim, o risco é definido como a interação entre o índice de propensão e o impacto financeiro, consolidando essas duas dimensões em uma única métrica representativa. As subseções a seguir detalham os métodos de cálculo e as etapas necessárias para determinar essas métricas.

5.1 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE PROPENSÃO

O cálculo do Índice de Propensão baseia-se na análise de dados históricos, avaliando o comportamento de cancelamento dos empenhos em exercícios anteriores. Inicialmente, as variáveis disponíveis são analisadas, e os valores registrados em cada uma são agrupados para calcular o percentual de cancelamento, que reflete a proporção de cancelamentos em relação ao total de registros dentro de cada grupo. Essa etapa permite identificar padrões históricos específicos de cancelamento, como variações associadas à unidade gestora ou ao mês de emissão dos empenhos.

Adicionalmente, consideramos a proporção de valores cancelados em relação ao total empenhado, oferecendo uma perspectiva complementar sobre os padrões históricos. Esses dados passam por uma etapa de normalização para padronizar as variáveis em uma escala uniforme, garantindo comparabilidade. A normalização utiliza a transformação logarítmica, que suaviza grandes variações e reduz a influência de valores extremos, seguida pela normalização para o intervalo [0, 1], assegurando que os valores ajustados sejam consistentes para uso no cálculo final. O Quadro 1 apresenta as fórmulas utilizadas nessa etapa.

Quadro 1 – Fórmulas

Transformação logarítmica	Normalização
$valor_{log} = \log_{10}(valor + 1)$	$valor_{[0,1]} = \frac{valor_{log} - \min(valor_{log})}{\max(valor_{log}) - \min(valor_{log})}$

Fonte: Elaborado pelos autores.

Cada componente do índice é ponderado de acordo com sua relevância. O percentual de empenhos cancelados recebe o maior peso, de 1000, por sua importância na identificação de padrões históricos de cancelamento. A proporção de valores cancelados, com peso 100, tem influência menor, mas significativa, pois complementa a análise. O número de cancelamentos

normalizado, com peso 10, acrescenta uma dimensão adicional ao considerar o volume de cancelamentos. Por fim, os valores financeiros cancelados normalizados, com peso 1, são incluídos para uma análise mais detalhada, embora tenham impacto reduzido.

A fórmula do índice usa esses pesos para integrar as informações em um único escore $(\sum_{i=0}^3 10^{3-i} \cdot X_i)$, normalizado pelo denominador $\sum_{i=0}^3 10^{3-i}$, que ajusta o índice para uma escala compreensível. Assim, as variáveis mais relevantes têm maior impacto, enquanto as menos significativas contribuem proporcionalmente. O resultado é o Índice de Propensão, uma métrica consolidada que traduz, de forma clara e acessível, a propensão de cancelamento de um empenho com base em padrões históricos.

Quadro 2 – Fórmula do Índice de Propensão

Índice de Propensão
$IP = \frac{1}{\sum_{i=0}^3 10^{3-i}} \cdot \left(\sum_{i=0}^3 10^{3-i} \cdot X_i \right)$

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Índice Final de Propensão (IFP) para cada empenho do grupo alvo, composto pelos empenhos a liquidar emitidos em 2024, é calculado em 3 etapas. Primeiro, realiza-se uma soma ponderada dos Índices de Propensão de cada variável, ajustados pelo inverso da cardinalidade, ou seja, pelo número de valores únicos da variável no grupo. Essa ponderação ajusta a contribuição de variáveis com diferentes quantidades de valores únicos, evitando distorções no cálculo. Em seguida, o valor obtido é dividido pela soma dos pesos das variáveis, resultando no IFP para cada empenho. Esse processo permite comparações entre os empenhos. O resultado é um índice que reflete a propensão final de cancelamento de cada empenho com base em padrões históricos e características específicas. O Quadro 3 apresenta a fórmulas utilizadas nesse cálculo.

Quadro 3 – Fórmula do Índice Final de Propensão

Índice de Propensão Final
$IFP = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{cardinalidade_{coluna_i}} \cdot índicePropensão_{coluna_i} \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{cardinalidade_{coluna_i}} \right)}$

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.2 CÁLCULO DO IMPACTO FINANCEIRO

O cálculo do impacto financeiro considera o valor a liquidar de cada empenho, aplicando a transformação logarítmica conforme fórmulas descritas no Quadro 1, visando reduzir a influência de extremos.

5.3 NORMALIZAÇÃO DO IFP E DO IMPACTO FINANCEIRO

Com a finalidade de manter a comparabilidade entre os dados, tanto o IFP quanto o Impacto Financeiro são normalizados em uma escala de 1 a 10, seguindo a seguinte fórmula:

Quadro 4 – Fórmula da Normalização em escala de 1 a 10

Normalização [1,10]
$valor\ normalizado[1,10] = 10 \cdot \frac{valor - \min(valor)}{\max(valor) - \min(valor)}$

Fonte: Elaborado pelos autores.

5.4 CÁLCULO DO RISCO

O cálculo do risco final considera a média aritmética entre o IFP e o Impacto Financeiro, ambos normalizados em uma escala de 1 a 10. Essa abordagem pondera as duas dimensões, combinando a propensão de cancelamento com o impacto financeiro de cada empenho. O risco final resultante reflete essas duas métricas, fornecendo uma base para análise comparativa e tomada de decisões.

6 REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico apresenta os fundamentos que embasam as metodologias utilizadas no estudo, oferecendo suporte conceitual para a análise dos dados e a interpretação dos resultados. Ele serve como alicerce para justificar as escolhas técnicas e fortalecer a credibilidade do modelo proposto.

6.1 PROBABILIDADE CONDICIONAL

A probabilidade condicional é um conceito central na Teoria da Probabilidade, utilizado para recalibrar a probabilidade de ocorrência de um evento com base em informações previamente conhecidas. Conforme Martins (2017), ela é especialmente relevante quando novas informações podem alterar as estimativas iniciais de categorias específicas e características observadas ajustam as probabilidades atribuídas a cada cenário.

6.2 ESTATÍSTICA INFERENCIAL

A estatística inferencial é um ramo da estatística que permite tirar conclusões sobre populações maiores com base em amostras representativas. De acordo com Morettin e Bussab (2017), essa abordagem é crucial para modelos preditivos, pois utiliza dados históricos para projetar padrões futuros e fundamentar decisões.

6.3 ANÁLISE DE CARDINALIDADE

A análise de cardinalidade avalia a quantidade de valores únicos em variáveis categóricas e seu impacto nos modelos preditivos. Segundo Bruce e Bruce (2019), este processo é essencial para ajustar a influência dessas variáveis no cálculo final, prevenindo que dados com alta cardinalidade distorçam os resultados ou que variáveis com baixa cardinalidade tenham impacto insuficiente.

6.4 ESTATÍSTICA DESCRITIVA

A estatística descritiva, segundo Wheelan (2014), é responsável por organizar, resumir e apresentar os dados de forma compreensível, auxiliando na identificação de padrões gerais e características relevantes.

6.5 NORMALIZAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO DE DADOS

A normalização e a transformação de dados são processos que visam ajustar a escala das variáveis, promovendo a comparabilidade entre elas. Conforme Bruce e Bruce (2019), esses métodos garantem que nenhuma variável domine o modelo devido à sua magnitude.

6.6 PREDIÇÃO

A predição, como destacado por Bruce e Bruce (2019), é um componente fundamental da análise estatística moderna, que busca antecipar eventos futuros com base em dados históricos.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em qualquer domínio da ciência experimental, a avaliação da eficácia e robustez dos modelos matemáticos é essencial para validar a integridade dos resultados e garantir a aplicação adequada das metodologias. O modelo desenvolvido para estimar e classificar o risco de cancelamento de empenhos com saldo a liquidar, caso inscritos em RPNP, segue essa premissa ao propor uma análise quantitativa baseada em dados históricos. Contudo, a revisão crítica dos resultados obtidos é indispensável para confirmar se o modelo cumpre as finalidades propostas e para identificar possíveis aperfeiçoamentos.

No caso em análise, o modelo foi disponibilizado no SAG em 2024, permitindo aos Ordenadores de Despesas (OD) utilizá-lo na inscrição de empenhos em RPNP para 2025. Contudo, a validação de suas projeções depende do encerramento do exercício de 2025, quando será possível confrontar os valores previstos com os cancelamentos efetivos. Esse confronto poderá identificar lacunas ou inconsistências metodológicas, levando a ajustes, como a inclusão de novas variáveis ou a calibração de parâmetros. A retroalimentação resultante desse processo destaca a natureza dinâmica do modelo, que pode ser ajustado às condições orçamentárias vigentes, tornando-se uma ferramenta útil para embasar o processo decisório na gestão de recursos.

7.1 PONTOS FORTES

A metodologia utilizada neste estudo seguiu uma sequência de etapas, baseada em critérios estatísticos e técnicos, assegurando que o IFP obtido tenha suporte adequado. A abordagem permitiu incorporar características dos empenhos e informações financeiras relevantes, resultando em métricas que refletem padrões históricos e comportamentos recorrentes.

Embora não se baseie em modelos preexistentes, o desenvolvimento do IFP e das métricas subsequentes foi feito de maneira consistente, utilizando fundamentos que garantem transparência e rastreabilidade no processo analítico. Essa estrutura contribui para a confiabilidade do modelo e reforça sua aplicação no contexto da gestão orçamentária.

Com essas informações, o modelo oferece aos gestores uma ferramenta analítica para apoiar decisões sobre a inscrição de empenhos em RPNP, favorecendo a gestão e a alocação dos recursos financeiros.

7.2 ASPECTOS A CONSIDERAR

O modelo desenvolvido baseia-se em dados históricos para prever o comportamento futuro dos empenhos, o que pode limitar sua eficácia em cenários com eventos atípicos ou mudanças estruturais não refletidos nesses dados. Um exemplo é a pandemia de COVID-19, que causou alterações nos fluxos de trabalho, alocações orçamentárias e prioridades administrativas, distorcendo tendências passadas e dificultando a previsibilidade de cancelamentos futuros. A capacidade de adaptação do modelo a condições dinâmicas, como crises globais ou eventos catastróficos, é essencial para garantir sua robustez e precisão.

Embora o modelo forneça estimativas baseadas em padrões históricos, essas previsões têm caráter indicativo e não determinístico. Mudanças políticas, econômicas ou administrativas podem alterar o risco real, tornando o modelo uma ferramenta de apoio à decisão, que deve ser ajustada conforme novos dados e contextos surgem. A flexibilidade para incorporar variáveis adicionais e adaptar-se a novas condições operacionais é necessária para manter sua aplicabilidade.

A validação contínua do modelo é essencial para assegurar sua confiabilidade. A análise de sensibilidade deve ser realizada regularmente, considerando cenários críticos que possam impactar significativamente as variáveis preditivas, como as enchentes no Rio Grande do Sul que resultaram na atuação do Exército Brasileiro na Operação Taquari II em 2024. Tais eventos exigem ajustes no algoritmo e recalibração de parâmetros para refletir as novas realidades.

O modelo foi projetado com flexibilidade suficiente para ajustes refinados, como o *fine-tuning*², que permite sua adaptação a padrões emergentes sem comprometer sua estrutura geral. Esse processo pode incluir a revisão de registros, alteração de pesos nas variáveis ou exclusão de dados desatualizados. Além disso, a comparação contínua entre previsões e

² *Fine-tuning* é o processo de ajuste fino de um modelo para adaptá-lo a novos dados ou contextos específicos, sem alterar sua estrutura principal. Esse ajuste é feito para melhorar a precisão ou adequar o modelo a mudanças nas condições de aplicação.

resultados observados é essencial para garantir que o modelo permaneça aplicável e útil, mesmo em contextos adversos e imprevistos. Conforme argumentado por Eker et al. (2019), a validação de modelos deve considerar múltiplas dimensões e ser um processo iterativo, especialmente em situações em que variáveis podem ser impactadas por eventos externos significativos. Esses ajustes reforçam a importância de garantir que o modelo seja visto como um componente dinâmico dentro de um sistema de gestão orçamentária mais amplo, em constante adaptação às condições reais.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo para classificar o risco financeiro dos empenhos a liquidar, caso inscritos em RPNP, integra técnicas de estatística, matemática e tecnologia da informação. Essa abordagem possibilitou a análise de dados históricos e a elaboração de um indicador que avalia a propensão ao cancelamento no exercício subsequente, bem como o impacto financeiro e o risco associado a cada empenho. O modelo descrito neste artigo foi disponibilizado no SAG em 2024, na página “Risco de Cancelamento de RPNP para 2025”, e já embasou o processo decisório dos OD quanto à inscrição de empenhos em RPNP para 2025.

Como cada exercício financeiro só pode ser avaliado após seu encerramento, a aferição da efetividade das estimativas produzidas em 2024 ocorrerá em 2026, quando os resultados consolidados do exercício de 2025 estiverem disponíveis. Esse intervalo permitirá confrontar as projeções do modelo com os cancelamentos efetivamente ocorridos, possibilitando eventuais revisões de variáveis ou ajustes de parâmetros. O modelo foi projetado para incorporar ajustes de forma dinâmica, acompanhando as mudanças no cenário orçamentário.

A experiência de uso no exercício de 2024 fornecerá subsídios empíricos para estudos posteriores, nos quais será possível verificar a coerência entre os valores projetados e o comportamento real dos cancelamentos, contribuindo para o aperfeiçoamento contínuo da ferramenta.

9 REFERÊNCIAS

BRUCE, P.; BRUCE, A. Estatística prática para cientistas de dados: 50 conceitos essenciais. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.

COLLINS, A. T.; LANG, S. H. A systematic review of the validity of patient derived xenograft (PDX) models: The implications for translational research and personalised medicine. *PeerJ*, v. 2018, n. 11, p. 1–22, 2018.

EKER, S. et al. Model validation: A bibliometric analysis of the literature. *Environmental Modelling and Software*, v. 117, n. March, p. 43–54, 2019.

MARTINS, Maria Eugénia Graça. Probabilidade condicional. *Revista de Ciência Elementar*, v. 5, n. 3, 2017. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/bodqvd3tozaufi66is3aav5c2i/access/wayback/https://rce.casadasciencias.org/rceapp/static/docs/artigos/2017-034.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. *Estatística básica*. [S. l.]: Saraiva Educação SA, 2017.

PORTAL DA TRANSPARÊNCIA. Sanções aplicadas. Disponível em: <https://portaldatransparencia.gov.br/perguntas-frequentes/sancoes-aplicadas>. Acesso em: 30 set. 2024.

SMITH, L. A.; PETERSEN, A. C. Variations on Reliability: Connecting Climate Predictions to Climate Policy. In: BOUMANS, M.; HON, G.; PETERSEN, A. C. (Ed.). *Error and Uncertainty in Scientific Practice*. London: Pickering & Chatto, 2014. p. 137–156.

WHEELAN, Charles. *Estatística: O que é, para que serve, como funciona*. Rio de Janeiro: Zahar, 2016.