RELATÓRIO DE ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO (AIR)

SEI Nº 42281422

Interessado: SUPERINTENDÊNCIA DE CONCESSÃO DA INFRAESTRUTURA

Referência: Processo nº 50500.008475/2026-29

Assunto: Relatório de AIR

Ementa: Análise de Impacto Regulatório – AIR para a revisão metodológica do WACC regulatório de rodovias

Palavras-chaves: CMCPr, WACC, Metodologia

Versão: 2.0

1. SUMÁRIO EXECUTIVO

A presente Análise de Impacto Regulatório (AIR) avalia propostas de aprimoramento da metodologia de cálculo do *WACC* regulatório aplicável às concessões rodoviárias federais administradas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT).

O *WACC* regulatório corresponde à taxa utilizada pela Agência como referência para remuneração do capital em estudos de viabilidade, revisões contratuais e processos de reequilíbrio econômico-financeiro. Trata-se de parâmetro relevante para o equilíbrio entre atratividade dos investimentos, competição nos leilões, condições de financiamento e modicidade tarifária.

A metodologia atualmente vigente, consolidada na Nota Técnica SEI nº 7681/2022, incorporou avanços importantes em termos de robustez estatística, simulação probabilística e rastreabilidade metodológica. Contudo, a atualização dos estudos com dados mais recentes identificou oportunidades de aprimoramento em determinados componentes do modelo, especialmente quanto à aderência econômica e estatística de alguns parâmetros utilizados.

A AIR identifica sete frentes centrais de aprimoramento metodológico:

- tratamento do ponto único temporal para mensuração do valor de mercado do capital próprio ou *Equity*;
- padronização parcial das janelas históricas utilizadas no modelo;
- tratamento da correlação entre variáveis na simulação estocástica;
- revisão do critério de estimação do beta regulatório;
- utilização de retornos logarítmicos no tratamento das séries históricas;
- revisão da metodologia de estimação do custo de capital de terceiros (*Rd*); e
- redefinição dos parâmetros das classificações regulatórias de risco (CRs).

No caso do capital próprio ou *Equity*, a AIR propõe substituir o uso de cotação de fechamento de um único pregão pela utilização da mediana anual do valor de mercado das companhias da amostra. O objetivo da medida é reduzir a influência de oscilações temporárias de mercado e aumentar a representatividade do parâmetro regulatório.

Em relação às séries históricas utilizadas no cálculo, a proposta busca ampliar a homogeneidade temporal entre os componentes do modelo, mediante utilização de janela histórica comum para os parâmetros não relacionados ao cálculo do beta, observada a disponibilidade das bases de dados utilizadas pela metodologia.

A AIR também propõe aprimorar o tratamento da dependência estatística entre variáveis financeiras e macroeconômicas por meio da utilização do método de cópulas nas simulações do *WACC*. Os testes realizados indicaram melhora qualitativa da distribuição simulada, especialmente quanto à representação das relações de dependência entre as variáveis do modelo.

Outro ponto relevante da revisão refere-se ao critério de estimação do beta regulatório. Os estudos realizados identificaram perda de aderência estatística entre os papéis das holdings brasileiras do setor rodoviário e o índice de mercado internacional utilizado como referência na metodologia vigente. Diante disso, a AIR propõe aperfeiçoamento da calibração do beta regulatório com base em referências internacionais aplicáveis a setores regulados de infraestrutura, preservando coerência com as características do setor regulado.

No tocante ao custo de capital de terceiros (*Rd*), a AIR identificou limitações na *proxy* atualmente utilizada, baseada exclusivamente em séries de crédito bancário. Os estudos demonstraram que a estrutura de financiamento das concessões rodoviárias passou a incorporar de forma crescente instrumentos de mercado de capitais, especialmente debêntures incentivadas de infraestrutura. Em razão disso, a proposta metodológica passa a considerar arranjo mais aderente à estrutura efetivamente observada no setor regulado.

A AIR também propõe revisão dos critérios de definição das classificações regulatórias de risco (CRs). A metodologia vigente utiliza múltiplos do desvio-padrão da distribuição simulada do *WACC*. A proposta em discussão substitui essa lógica por abordagem baseada em quantis e bandas de quantis da distribuição probabilística do WACCr, com o objetivo de ampliar a coerência econômica e a transparência metodológica do modelo.

De forma geral, os aprimoramentos propostos possuem caráter incremental e não representam ruptura com a arquitetura metodológica atualmente adotada pela ANTT. O objetivo central da revisão consiste em aperfeiçoar a robustez estatística, a aderência

econômica e a consistência regulatória do cálculo do *WACC*, preservando simultaneamente previsibilidade, transparência e segurança metodológica.

Ao final, a AIR conclui que as medidas propostas apresentam potencial para aumentar a qualidade técnica da metodologia regulatória atualmente utilizada pela Agência, tornando-a mais aderente às características observadas no mercado brasileiro de infraestrutura e às boas práticas aplicáveis à regulação econômica.

2. PROBLEMA REGULATÓRIO E MOTIVAÇÃO DA REVISÃO

A metodologia de cálculo do *WACC* regulatório consolidada na Nota Técnica SEI nº 7681/2022 elevou a robustez estatística do procedimento ao adotar protocolo probabilístico, simulação numérica e maior rastreabilidade metodológica. Esse desenho trouxe ganhos relevantes de governança, replicabilidade e auditabilidade, ao reduzir espaços de discricionariedade não estruturada.

Não obstante, a atualização da metodologia com dados mais recentes e o aprofundamento dos estudos técnicos evidenciaram fragilidades específicas de aderência econômica e estatística em alguns componentes do cálculo. Em especial, foram identificados pontos de melhoria relacionados ao uso de valor de mercado pontual do *equity*, à heterogeneidade das janelas históricas, ao tratamento da correlação entre variáveis, ao critério de estimação do beta, ao uso de retornos aritméticos em detrimento de retornos logarítmicos e à forma de definição dos parâmetros das classificações de risco – *CRs*, bem como à forma de estimação do custo de capital de terceiros (*Rd*), cuja *proxy* vigente apresentou limitações de aderência à estrutura de financiamento observada no setor.

Além disso, os estudos mais recentes afastaram algumas soluções inicialmente cogitadas em versões anteriores da metodologia. Em particular, deixou de prevalecer a alternativa de utilização de *proxy* doméstica como solução principal para o beta, tendo a equipe técnica concluído, a partir da atualização empírica mais recente, que a opção metodologicamente mais prudente é a adoção de *proxy* setorial agregada de mercado, a qual, embora represente avanço em relação a alternativas anteriores, ainda apresenta limitações quanto à aderência ao risco específico do setor regulado, em razão da heterogeneidade dos segmentos que compõem o agregado utilizado. No mesmo sentido, a proposta para os CRs evoluiu de uma simples discussão sobre quantis fixos para uma solução mais refinada baseada em bandas de quantis, tomando como centros regulatórios provisórios os resultados preliminares extraídos do próprio *script* de cálculo.

Esse contexto cria um desafio institucional relevante. De um lado, a manutenção integral da metodologia vigente preserva continuidade e auditabilidade. De outro, a permanência de fragilidades específicas pode produzir resultado regulatório insuficientemente aderente à realidade econômica do setor, com potenciais efeitos sobre atratividade do investimento, competição em leilões, percepção de *bankability* e necessidade de reequilíbrios posteriores.

Diante disso, a presente AIR passa a estruturar as alternativas regulatórias e a proposta preliminar de encaminhamento com base nos estudos mais recentes, incorporando ao longo da seção 4, as propostas de aperfeiçoamentos metodológicos.

3. OBJETIVOS REGULATÓRIOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

A avaliação das alternativas adota os seguintes objetivos e critérios operacionais:

· O1 — Atratividade e competição: número médio de proponentes, ocorrência de leilão vazio, condições de *financial close* e percepção de *bankability*.

· O2 — Modicidade tarifária e eficiência econômica: impacto tarifário incremental, custo logístico e efeitos distributivos sobre usuários.

· O3 — Robustez metodológica e aderência ao mercado brasileiro: consistência paramétrica, coerência econômica, mitigação de ruído e compatibilidade entre *proxies* e objeto regulado.

· O4 — Governança regulatória e contenção de discricionariedade: replicabilidade, transparência, redução de arbitrariedade e menor espaço para judicialização.

· O5 — Implementabilidade: disponibilidade de dados, esforço operacional, compatibilidade com rotinas institucionais e facilidade de monitoramento.

4. PREMISSA ESTRUTURANTE: SEPARAÇÃO ENTRE ESTIMAÇÃO ESTATÍSTICA E REGRA DE DECISÃO

Para organizar a revisão metodológica, a AIR separa a discussão em duas camadas:

· Camada A — Estimação estatística: definição de séries, tratamento dos dados, *data fitting*, cópulas e simulação de *Monte Carlo*;

· Camada B — Regra de decisão: forma de fechamento regulatório da distribuição e definição dos parâmetros aplicáveis às classificações de risco.

A revisão metodológica proposta não abandona o núcleo probabilístico da metodologia vigente. Ao contrário, busca aperfeiçoá-lo mediante correções de especificação, maior aderência empírica e reintrodução de flexibilidade regulatória de forma controlada e justificável. Os aprimoramentos discutidos nas seções seguintes devem ser lidos nessa chave: ajustes da Camada A precisam ser gerais, *ex ante* e tecnicamente justificáveis; ajustes da Camada B precisam ser transparentes quanto à lógica distributiva e à repartição de riscos entre usuários e setor privado.

5. APRIMORAMENTOS METODOLÓGICOS DA METODOLOGIA DE CÁLCULO DO *WACC* REGULATÓRIO

Nesta seção são examinados os seguintes eixos de aprimoramento metodológico identificados pela equipe técnica:

· tratamento do ponto único temporal para mensuração do valor de mercado do *equity*;

· padronização parcial das janelas históricas e homogeneidade temporal da base empírica;

· tratamento da correlação entre variáveis na simulação estocástica;

· revisão do critério de estimação do beta setorial;

· tratamento das séries históricas por retornos logarítmicos;

· revisão da metodologia de estimação do custo de capital de terceiros (*Rd*);

· redefinição dos parâmetros dos *CRs* com base em quantis da distribuição simulada.

A revisão metodológica do WACC regulatório exige atenção aos parâmetros finais estimados, bem como à qualidade estatística, à coerência econômica e à robustez procedimental das escolhas empíricas que sustentam sua mensuração. Nesse contexto, a equipe técnica identificou, até o presente momento, **sete frentes centrais de aprimoramento**:

1. uso de ponto único temporal para mensuração do valor de mercado do *equity*;

2. heterogeneidade das janelas históricas utilizadas na estimação de diferentes componentes do modelo;

3. tratamento da dependência estatística entre as variáveis utilizadas nas simulações estocásticas;

4. revisão do critério de estimação do beta setorial;

5. tratamento das séries históricas mediante utilização de retornos logarítmicos em lugar de retornos aritméticos;

6. revisão da metodologia de estimação do custo de capital de terceiros (*Rd*), à luz da estrutura efetiva de financiamento observada nas SPEs reguladas;

7. redefinição dos parâmetros dos *CRs* a partir de quantis e bandas de quantis.

Em todos esses casos, o problema de fundo é semelhante. A metodologia vigente, embora funcional e operacional, ainda admite escolhas empíricas que podem reduzir a robustez estatística do resultado regulatório, seja por excessiva sensibilidade a observações singulares, seja pela combinação de parâmetros estimados a partir de horizontes temporais assimétricos, seja pela simplificação da estrutura de dependência entre variáveis financeiras e macroeconômicas, seja pela utilização de um arranjo de estimação do beta que, à luz da atualização mais recente da amostra, passou a apresentar aderência empírica insatisfatória, seja, por fim, pela utilização de *proxy* de custo de capital de terceiros baseada exclusivamente em séries de crédito bancário, que não capturam a crescente relevância de instrumentos de mercado de capitais no financiamento das concessões rodoviárias.

À luz desse diagnóstico, as propostas de aprimoramento ora examinadas não rompem com a arquitetura geral da metodologia atualmente praticada pela ANTT, mas visam ao seu aperfeiçoamento de forma incremental, preservando sua inteligibilidade, previsibilidade, rastreabilidade e aderência ao funcionamento dos mercados.

5.1. Tratamento do ponto único temporal para mensuração do valor de mercado do *equity*

A metodologia descrita na Nota Técnica SEI nº 7681/2022 prevê que a proporção entre capital próprio e capital de terceiros seja obtida a partir dos valores de mercado observados ao final do último ano civil completo. Para o capital próprio, a Nota Técnica estabelece a utilização do preço de fechamento da ação no último dia útil do ano multiplicado pela quantidade de ações em circulação. A mesma lógica aparece na mensuração do *equity* a preços de mercado para as etapas relacionadas à desalavancagem e à realavancagem do beta.

A adoção do valor de mercado como referência para o *equity* é, em si, metodologicamente adequada. Ela se aproxima do custo de oportunidade percebido pelos investidores e supera limitações inerentes ao uso exclusivo de valores contábeis, especialmente quando a finalidade do parâmetro é contribuir para uma taxa regulatória que também serve de referência para novos projetos. O problema regulatório identificado, contudo, não está na opção pelo valor de mercado, mas no critério de sua extração que é uma única cotação de fechamento é utilizada como *proxy* de uma variável que, para fins regulatórios, possui natureza estrutural.

Do ponto de vista econômico-financeiro, esse procedimento torna o parâmetro excessivamente sensível a ruídos transitórios de mercado, como oscilações de curtíssimo prazo, eventos não recorrentes, baixa liquidez relativa, efeitos de calendário, rebalanceamentos de portfólio e demais fatores que podem afetar o fechamento de um pregão sem refletir, necessariamente, alteração estrutural do valor econômico da firma. Como o valor de mercado do *equity* afeta simultaneamente a estrutura de capital regulatória e etapas relevantes da estimação do beta, a fragilidade do ponto único pode propagar-se ao longo de múltiplos componentes do *WACC*.

Sob a ótica estatística, a limitação pode ser descrita como problema de representatividade temporal insuficiente. Um parâmetro de natureza estrutural passa a ser representado por uma fotografia pontual, quando o mais aderente ao objetivo regulatório seria utilizar medida de tendência central capaz de sintetizar o comportamento do ativo ao longo de período representativo. Em metodologias regulatórias, a robustez da medida importa tanto quanto sua atualidade.

Foram consideradas quatro alternativas metodológicas. A primeira corresponderia à manutenção do arranjo vigente, preservando-se a cotação de fechamento do último dia útil do ano civil completo. A segunda consistiria na utilização da média aritmética anual das capitalizações de mercado. A terceira, na utilização da mediana anual das capitalizações de mercado observadas ao longo do último ano-calendário completo. A quarta, na adoção de janela plurianual para mensuração do valor de mercado do *equity*.

Após avaliação técnica, a equipe optou pela adoção da mediana anual do valor de mercado do capital próprio no último ano-calendário completo. Essa solução preserva a lógica já adotada de ancoragem no último exercício completo, mas substitui o uso de ponto único temporal por medida de tendência central mais robusta, menos sensível a *outliers* e a oscilações episódicas.

A escolha apresenta ganhos técnicos relevantes. Em primeiro lugar, reduz a sensibilidade a ruídos não informacionais. Em segundo lugar, melhora a representatividade temporal da mensuração do *equity*, pois o parâmetro deixa de refletir um único pregão e passa a sintetizar o comportamento central do mercado ao longo do exercício. Em terceiro lugar, aumenta a estabilidade intertemporal da metodologia, reduzindo a probabilidade de que oscilações específicas de fechamento contaminem a estrutura de capital e a estimação do risco. Em quarto lugar, preserva simplicidade operacional e rastreabilidade. Em quinto lugar, fortalece a coerência econômica do parâmetro, pois a estrutura de capital regulatória e o valor do *equity,* quando utilizado nas etapas de beta, passam a ser medidos por critério mais compatível com sua vocação estrutural.

A literatura de finanças corporativas e avaliação de ativos oferece suporte conceitual a essa orientação. Damodaran ressalta que a estimação de parâmetros de risco e retorno deve buscar equilíbrio entre aderência ao mercado e robustez estatística, especialmente quando se trabalha com variáveis sujeitas a volatilidade e ruído de observação. No mesmo sentido, a preocupação com medidas representativas do comportamento central do mercado é coerente com a prudência metodológica exigida em contextos regulatórios, nos quais pequenas escolhas empíricas podem repercutir sobre tarifas, equilíbrio econômico-financeiro e incentivos de investimento.

Assim, recomenda-se que a metodologia passe a prever expressamente que, para fins de cálculo da estrutura de capital regulatória e das etapas em que o valor de mercado do capital próprio seja insumo da modelagem, o *equity* das companhias abertas da amostra seja mensurado com base na mediana anual da capitalização de mercado observada ao longo do último ano-calendário completo, calculada a partir do produto entre o preço de mercado das ações e a quantidade de ações em circulação.

Conclui-se, portanto, que a substituição do ponto único temporal pela mediana anual representa aperfeiçoamento metodológico incremental, tecnicamente consistente e institucionalmente recomendável. Preserva-se a atualidade da informação e o fundamento econômico da utilização do valor de mercado, mas com maior robustez estatística, maior coerência econômica e regulatória.

5.2. Padronização parcial das janelas históricas e homogeneidade temporal da base empírica

O segundo aperfeiçoamento metodológico identificado pela equipe técnica refere-se ao tratamento das séries históricas utilizadas na estimação dos componentes do *WACC* regulatório. A Nota Técnica SEI nº 7681/2022 adota horizontes distintos para diferentes variáveis: série mensal de 10 anos para a taxa livre de risco (*Rf*), 30 anos para o prêmio de risco do mercado maduro (*PRM*), 10 anos para o prêmio de risco Brasil (*RP*) e 5 anos de retornos semanais para o beta. Essa estrutura evidencia que a metodologia atual combina, em um mesmo modelo, parâmetros estimados a partir de recortes históricos assimétricos.

É correto afirmar que séries mais longas tendem a reduzir o erro amostral e a conferir maior estabilidade estatística aos estimadores. O rascunho técnico apresentado pela equipe destaca justamente esse ponto ao registrar que a literatura clássica de avaliação de ativos associa históricos extensos à redução do erro padrão e à suavização de flutuações transitórias. O mesmo texto ressalta, contudo, que esse ganho de precisão depende da hipótese de relativa estabilidade do processo gerador dos dados, hipótese frequentemente tensionada em séries financeiras reais.

Esse ponto é muito importante. Em ambientes marcados por mudanças de regime, crises sistêmicas, alterações de política monetária, transformações institucionais e reprecificações estruturais do risco, séries excessivamente longas podem combinar contextos econômicos heterogêneos. Nessas condições, o aumento do número de observações reduz o erro amostral, mas pode elevar o viés estrutural. Campbell e Shiller mostram que prêmios de risco e retornos esperados variam ao longo do ciclo econômico; Cochrane, por sua vez, enfatiza a natureza dinâmica dos fatores de risco e a dificuldade de sustentar parâmetros constantes no tempo.

A própria Nota Técnica nº 7681/2022 reconhece essa tensão ao justificar, de um lado, a adoção de série longa para o PRM e, de outro, a manutenção de horizonte de 5 anos para o beta com o propósito de captar o comportamento mais recente das empresas em relação ao mercado. Além disso, o texto da Nota Técnica menciona Serra e Wickert ao discutir o dilema entre uso de históricos longos e aderência à realidade vigente, destacando que manipulações subjetivas da amostra não são compatíveis com definições regulatórias e, por isso, optam por histórico mais longo para o PRM.

O problema regulatório identificado, porém, não está no tamanho isolado de cada série, mas na coexistência de horizontes muito distintos dentro de uma mesma arquitetura metodológica. Quando parâmetros que compõem conjuntamente o *WACC* são estimados com base em janelas históricas muito assimétricas, perde-se parte da homogeneidade temporal da base empírica. O resultado passa a refletir os fundamentos econômicos do setor regulado, assim como a própria assimetria temporal embutida na metodologia.

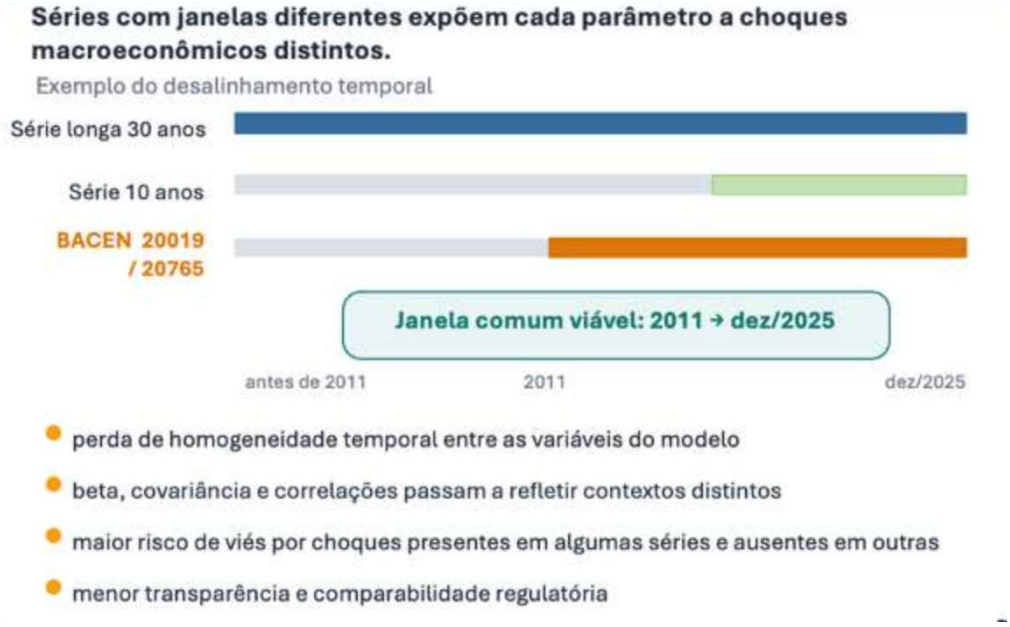

Figura 1. Proposta de janela temporal comum. Fonte: ANTT.

Sob o ponto de vista multivariado, o problema é ainda mais sensível. Medidas como covariância, correlação, beta e *tracking error* dependem da exposição simultânea dos ativos aos mesmos choques sistêmicos. Quando séries são observadas em janelas diferentes, parte da variabilidade de um ativo decorre de eventos não experimentados pelo outro, o que compromete a interpretação econômica do parâmetro e pode produzir perda de comparabilidade, subestimação de correlações e inconsistência na matriz de covariância.

Foram consideradas quatro alternativas regulatórias. A primeira consistiria na manutenção integral do arranjo vigente. A segunda, na padronização parcial das janelas históricas, promovendo convergência temporal entre *Rf*, *PRM*, *RP* e demais componentes correlatos, sem alteração, neste momento, da janela do beta. A terceira, na adoção de janelas longas individualmente otimizadas para cada parâmetro. A quarta, na adoção de janela temporal única para todas as séries, inclusive para o beta.

Após avaliação técnica, a equipe optou pela padronização parcial das janelas amostrais, com adoção de janela temporal comum para os componentes não relacionados ao cálculo do beta, delimitada pela disponibilidade da menor série histórica pertinente, no caso as séries BACEN 20765 e BACEN 20019, disponíveis a partir de março de 2011. Ao mesmo tempo, decidiu-se manter, em princípio, o horizonte de 5 anos para as séries utilizadas no cálculo do beta, de modo a preservar a aderência desse parâmetro às condições mais recentes de mercado, em linha com a justificativa já constante da Nota Técnica nº 7681/2022.

A solução adotada é, portanto, de homogeneização dirigida, e não de unificação absoluta. Seu mérito reside justamente em combinar dois objetivos metodológicos legítimos. De um lado, aumenta-se a comparabilidade temporal entre os componentes do *WACC* que se beneficiam de base empírica mais alinhada. De outro, preserva-se a especificidade do beta, cuja função exige maior sensibilidade às condições correntes do mercado acionário.

Essa opção produz ganhos técnicos relevantes. Em primeiro lugar, aumenta a homogeneidade amostral entre taxa livre de risco, prêmio de risco de mercado maduro, prêmio de risco Brasil e demais variáveis correlatas. Em segundo lugar, reduz o risco de viés estrutural decorrente da coexistência de séries demasiadamente longas e séries mais curtas dentro de um mesmo arranjo metodológico. Em terceiro lugar, melhora a coerência econômica do modelo. Em quarto lugar, preserva a racionalidade própria do beta como parâmetro que deve refletir, com maior intensidade, o comportamento recente das empresas em relação ao mercado. Em quinto lugar, aumenta a previsibilidade e a replicabilidade regulatória, pois substitui parte da heterogeneidade atual por critério objetivo de convergência temporal.

Em termos qualitativos, a solução fortalece a legitimidade regulatória do modelo. Ela simplifica a narrativa metodológica para os componentes não relacionados ao beta, reduz o espaço para questionamentos sobre arbitrariedade na escolha dos horizontes históricos e melhora a capacidade de defesa institucional do cálculo. O rascunho técnico ainda registra que a janela comum derivada das séries BACEN 20765 e 20019 amplia sensivelmente a quantidade de dados disponíveis para a maior parte das séries utilizadas, ao mesmo tempo em que enfrenta o problema da comparabilidade temporal.

Recomenda-se, assim, que a metodologia do *WACC* regulatório passe a prever expressamente que as séries históricas utilizadas na estimação de seus componentes, ressalvado o beta, observem janela temporal comum, definida pela interseção de disponibilidade aplicável às bases necessárias ao cálculo (Figura 1). No desenho atualmente proposto, essa janela deve ser delimitada pela disponibilidade das séries BACEN 20765 e BACEN 20019. Para o beta, deve permanecer, ao menos por ora, o horizonte de 5 anos, dada a necessidade de que esse parâmetro continue refletindo, com maior aderência, as condições mais recentes de mercado.

Conclui-se, portanto, que a padronização parcial das janelas históricas representa aperfeiçoamento metodológico consistente com os objetivos de estabilidade, coerência, previsibilidade e transparência. Ao reduzir a heterogeneidade temporal do modelo onde ela mais compromete a comparabilidade entre parâmetros e, simultaneamente, preservar a janela reduzida do beta onde isso é metodologicamente justificável, a proposta melhora a qualidade sistêmica da metodologia sem impor homogeneização excessiva.

5.3. Tratamento da correlação entre variáveis na simulação do *WACC* regulatório

O terceiro aperfeiçoamento metodológico identificado pela equipe técnica refere-se ao tratamento da dependência estatística entre as variáveis utilizadas nas simulações do *WACC* regulatório. Conforme relatado pela área técnica, o Relatório Preliminar

de Auditoria: avaliação do modelo de concessões rodoviárias federais da Controladoria-Geral da União sugeriu que a ANTT realizasse estudos destinados a avaliar a possibilidade de preservar, nas simulações, as interdependências existentes entre variáveis financeiras e macroeconômicas, mediante estimação de correlações em janelas apropriadas e aplicação de métodos usuais. Em atenção a essa recomendação, a ANTT promoveu testes específicos, os quais consideraram os dados disponíveis até dezembro de 2025.

A recomendação revela-se metodologicamente pertinente. Em modelos estocásticos aplicados à estimação do *WACC*, as variáveis de entrada não se comportam, em geral, de forma independente. Taxas de juros, prêmios de risco, indicadores financeiros e parâmetros macroeconômicos frequentemente apresentam comovimentos, dependências não lineares e intensificação conjunta em cenários de estresse. Quando tais interdependências são desconsideradas, a distribuição conjunta simulada pode se afastar da estrutura empírica efetivamente observada nos dados, reduzindo a aderência econômica e estatística do modelo.

O problema regulatório identificado, portanto, consiste no fato de que a simulação baseada somente em distribuições marginais independentes pode não reproduzir adequadamente a forma como choques econômicos e financeiros se propagam simultaneamente entre as variáveis que compõem o cálculo do *WACC*. Em consequência, a distribuição final dos cenários regulatórios pode apresentar caudas, dispersão e combinações de resultados que não refletem de maneira satisfatória a dependência existente entre os fatores subjacentes.

Do ponto de vista estatístico, modelar cada variável isoladamente e combinar suas distribuições sem tratamento explícito da dependência equivale, na prática, a impor hipótese simplificadora que pode não ser aderente aos dados. Essa simplificação pode ser problemática em contextos nos quais a dependência entre as variáveis é assimétrica ou mais intensa em determinadas regiões da distribuição, especialmente nas caudas.

Em aplicações regulatórias, essa limitação possui relevância. O objetivo da simulação é gerar cenários economicamente plausíveis. Se a estrutura de dependência não é adequadamente representada, o modelo pode subestimar ou superestimar a probabilidade de combinações extremas entre variáveis, afetando a forma final da distribuição dos *CRs* do *WACC*.

Foi precisamente nesse contexto que a equipe técnica avaliou alternativas para incorporar a correlação entre as variáveis do modelo. Segundo as simulações realizadas, o tratamento adotado buscou preservar a dependência observada entre os parâmetros por meio do método de cópulas, solução estatística voltada à construção de distribuição conjunta a partir de distribuições marginais distintas.

Em termos conceituais, podem ser identificadas três alternativas principais para o tratamento da dependência entre variáveis na simulação do *WACC*. A primeira consistiria na manutenção do modelo sem tratamento explícito da correlação, preservando-se somente a modelagem marginal das variáveis. A segunda consistiria na adoção de métodos usuais de correlação linear, com imposição de matriz de correlação paramétrica diretamente sobre as variáveis simuladas. A terceira consistiria na adoção do método de cópulas, capaz de combinar distribuições marginais distintas em uma estrutura conjunta mais aderente aos dados, preservando a dependência entre variáveis de modo mais flexível. Essa foi a alternativa selecionada pela área técnica.

Após avaliação técnica, a ANTT decidiu adotar o tratamento da correlação entre variáveis por meio do método de cópulas, em atendimento à preocupação metodológica suscitada no relatório preliminar da CGU e com o objetivo de aprimorar a robustez do procedimento de cálculo do *WACC*.

A escolha se justifica tecnicamente porque o método de cópulas permite modelar a dependência entre variáveis aleatórias sem exigir que todas compartilhem a mesma distribuição marginal. Em termos práticos, a abordagem permite preservar com maior fidelidade a estrutura de interdependência observada nos dados, produzindo distribuição conjunta potencialmente mais aderente às relações empíricas entre variáveis financeiras e macroeconômicas.

A adoção do método não altera o racional geral da simulação por *Monte Carlo*, mas aperfeiçoa sua etapa de geração conjunta de cenários. Em vez de tratar as variáveis como se variassem de forma isolada, a simulação passa a incorporar a dependência entre elas, o que melhora a coerência interna dos cenários gerados.

De acordo com os resultados observados pela equipe técnica, a introdução do tratamento da correlação por cópulas produziu redução do efeito de cauda na curva de distribuição dos *CRs* do *WACC*, além de alterações na dispersão dos resultados simulados. O impacto final mostrou-se misto, com variações entre -4,6% e +0,8%, a depender da faixa considerada, sem alteração expressiva do centro da distribuição, mas com melhora qualitativa na forma final dos cenários simulados (forma ilustrativa) (Figura 2).

Simulação WACC - SQ dez/25

Simulação 1: Modelo atual	
média	desvio-padrão
0,93%	0,05
0,53%	0,05

Resultado Bootstrap	
média	desvio-padrão
0,93%	0,03%
0,55%	0,05%

SEM tratamento da correlação			COM tratamento da correlação (cópulas)			
%	CR	quantis	%	CR	quantis	Difereça
8,71%	CR0	47%	8,31%	CR0	45%	-4,6%
9,65%	CR1	55%	9,42%	CR1	53%	-2,4%
10,60%	CR2	62%	10,53%	CR2	63%	-0,6%
11,54%	CR3	70%	11,64%	CR3	72%	0,8%

Figura 2. Efeito do tratamento da correlação nas variáveis pelo método de cópulas. Fonte: ANTT.

Sob o ponto de vista regulatório, esse resultado é relevante mesmo sem produzir deslocamento expressivo do parâmetro central. Isso porque a utilidade do tratamento da correlação está em alterar o valor final dos CRs, bem como em qualificar a distribuição simulada, sobretudo no que se refere à plausibilidade das combinações extremas e à consistência estatística dos cenários gerados. Em outros termos, ainda que o efeito quantitativo final sobre os resultados regulatórios tenha sido moderado, o efeito metodológico foi positivo: a distribuição simulada tornou-se mais consistente com a existência de interdependência entre os fatores subjacentes.

A adoção do método de cópulas apresenta vantagens relevantes em comparação com a ausência de tratamento explícito da dependência:

a) A solução preserva a interdependência entre variáveis de forma mais realista do que a hipótese de

independência entre distribuições marginais;

b) Melhora a aderência estatística da distribuição conjunta simulada, especialmente quando as variáveis não seguem a mesma família de distribuição ou quando a dependência observada não é adequadamente descrita por mera correlação linear;

c) Reduz distorções na representação das caudas da distribuição, aspecto particularmente importante em exercícios regulatórios que dependem da leitura de quantis, faixas de risco e métricas de dispersão;

d) Aumenta a robustez metodológica do procedimento, mesmo quando o impacto numérico final sobre os CRs não é muito expressivo;

e) Responde de modo proporcional à recomendação de controle, demonstrando que a Agência examinou a questão da dependência entre variáveis, testou alternativa metodológica apropriada e incorporou o tratamento considerado mais aderente ao objetivo de aprimoramento do modelo.

Para além dos ganhos estritamente técnicos, a adoção do tratamento por cópulas produz ganhos qualitativos relevantes. Ela fortalece a credibilidade metodológica da simulação, ao afastar a percepção de que os cenários são gerados com base em hipótese simplificadora excessiva de independência entre fatores sabidamente relacionados. Também reforça a capacidade de resposta institucional do modelo perante órgãos de controle, agentes regulados e demais interessados, pois demonstra que a metodologia passou a incorporar ferramenta estatística apta a preservar dependências relevantes entre variáveis financeiras e macroeconômicas. Além disso, a medida amplia a transparência da modelagem de risco, na medida em que explicita que a distribuição conjunta dos cenários resulta da soma de distribuições marginais isoladas, bem como de procedimento que procura reproduzir o comportamento conjunto das variáveis.

Diante do exposto, recomenda-se que a metodologia do *WACC* regulatório passe a prever expressamente que, nas simulações estocásticas, a dependência entre as variáveis relevantes seja tratada por método estatístico apropriado, tendo a equipe técnica adotado, para esse fim, o método de cópulas. A redação metodológica poderá registrar que a abordagem busca preservar as interdependências observadas entre variáveis financeiras e macroeconômicas, de modo a tornar a distribuição conjunta simulada mais aderente aos dados e mais robusta do ponto de vista estatístico.

Conclui-se, assim, que o tratamento da correlação entre variáveis constitui aperfeiçoamento metodológico recomendável no cálculo do *WACC* regulatório. A recomendação preliminar da CGU revelou-se pertinente ao apontar a importância de se preservar, nas simulações, as interdependências entre variáveis financeiras e macroeconômicas. Em resposta, a ANTT avaliou a questão, realizou testes com dados disponíveis até dezembro de 2025 e decidiu adotar o método de cópulas como forma de modelar a dependência entre as variáveis do exercício. Embora o impacto quantitativo final sobre os CRs do *WACC* tenha se mostrado moderado, com efeito misto sobre os resultados, a medida produziu melhora qualitativa relevante ao reduzir o efeito de cauda da distribuição simulada e ao ampliar a robustez metodológica do procedimento. Trata-se, portanto, de aperfeiçoamento incremental, tecnicamente consistente e institucionalmente justificável, cuja adoção se sustenta menos pela magnitude da alteração numérica final e mais pela superioridade estatística do processo de simulação resultante.

5.4. Revisão do critério de estimação do beta setorial

O quarto aperfeiçoamento metodológico identificado pela equipe técnica refere-se ao critério de estimação do beta setorial utilizado no cálculo do custo de capital próprio. A Nota Técnica SEI nº 7681/2022 adotou, como regra principal, a estimação do beta a partir da covariância entre os retornos semanais das ações das *holdings* brasileiras do setor rodoviário e o índice S&P 500, dividida pela variância do índice de referência, considerando histórico de 5 anos com término no último ano civil completo. A própria Nota Técnica justificou esse horizonte justamente por sua capacidade de incorporar o comportamento mais recente das empresas em relação ao mercado.

No processo atual de revisão metodológica, a equipe técnica atualizou esse exercício para a janela mais recente de 5 anos, correspondente ao período de 2021 a 2025, e concluiu que o arranjo de utilizar papéis das *holdings* brasileiras de concessões rodoviárias em relação ao S&P 500 norte-americano revelou baixa aderência empírica. O material comparativo apresentado indica que, ao se passar da janela 2020–2024 para a janela 2021–2025, os coeficientes estimados para MOTV3 e ECOR3 recuaram sensivelmente, com betas de 1,0453 e 1,3186 (desalavancados) na primeira janela para cerca de 0,5912 e 0,6072 (desalavancados) na segunda, respectivamente, como mostra a Tabela 1. As covariâncias também se reduziram de forma expressiva, reforçando a percepção de enfraquecimento do vínculo estatístico entre os papéis domésticos e o índice de referência estrangeiro.

Tabela 1. Comportamento dos componentes do Beta ao longo do tempo. Fonte: ANTT.

Componentes do Beta

	2020 - 2024	2021 - 2025	2020	2025
Covariância MOTV3, S&P 500	0,0008	0,0003	0,0031	0,0004
Variância S&P 500	0,0008	0,0005	0,0020	0,0006
Beta MOTV3	**1,0453**	**0,5912**	**1,5561**	**0,6721**

	2020 - 2024	2021 - 2025	2020	2025
Covariância ECOR3, S&P 500	0,0010	0,0003	0,0039	0,0002
Variância S&P 500	0,0008	0,0005	0,0020	0,0006
Beta ECOR3	**1,3186**	**0,6072**	**1,9904**	**0,3479**

O efeito é repetido nos valores realavancados ao se passar da janela 2020–2024 para a janela 2021–2025, os coeficientes estimados para MOTV3 e ECOR3 que também recuaram sensivelmente, com betas de 1,5561 e 1,9904 (realavancados) na primeira janela

para cerca de 0,6721 e 0,3479 (realavancados) na segunda, respectivamente, como mostra a Tabela 1.

Essa deterioração pode ser explicada pelo efeito generalizado nos mercados financeiros globais em decorrência do evento pandêmico de 2020 que induziu comportamento semelhante tanto no mercado norte-americano quanto no mercado doméstico brasileiro. Contudo, no período 2021 a 2025 o comportamento entre os mercados perdeu correlação de forma significativa, como mostram as figuras 3 a 4, que indicam a dispersão dos retornos do S&P500 e das holdings nacionais (MOTV3 e ECOR3).

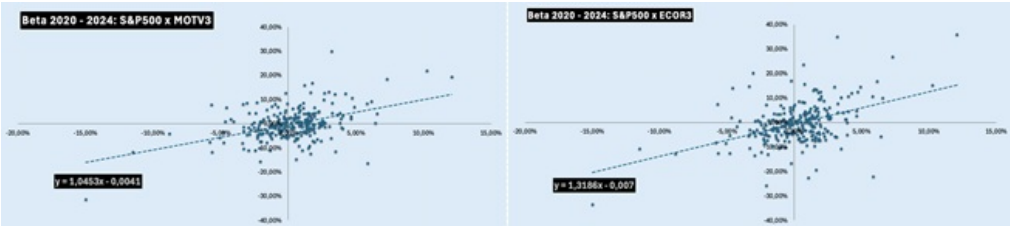

Figura 3. Gráfico de dispersão da correlação dos retornos SP500 x MOTV3 no período 2020-2024. Fonte: ANTT.

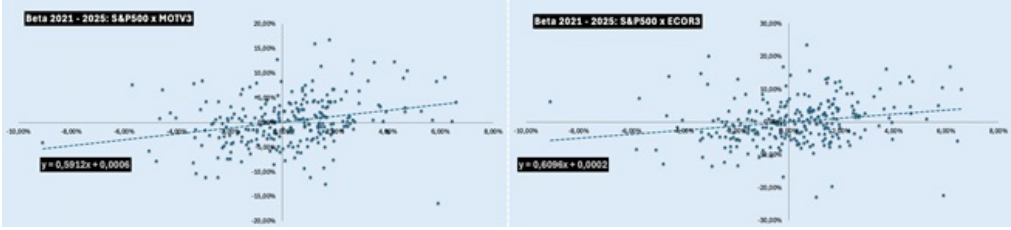

Figura 4. Gráfico de dispersão da correlação dos retornos SP500 x MOTV3 no período 2021-2025. Fonte: ANTT.

O problema regulatório, portanto, não se limita à mera atualização numérica do parâmetro, alcançando a própria adequação do arranjo metodológico. Quando a relação empírica entre os ativos utilizados como *proxy* setorial doméstica e o índice de mercado maduro de referência se mostra frágil, a estimação deixa de oferecer base suficientemente robusta para sustentar o beta regulatório como medida do risco sistemático do setor.

Sob a ótica do *CAPM*, o beta é parâmetro relacional. Sua interpretação econômica depende da existência de comovimento minimamente informativo entre os retornos do ativo e os retornos da carteira de mercado escolhida como referência. A própria fórmula adotada pela Nota Técnica expressa essa dependência ao definir o beta como a razão entre a covariância dos retornos da empresa e do mercado e a variância do retorno de mercado.

Ocorre que a atualização da amostra para o período 2021–2025 revelou deterioração dessa relação empírica (Tabela 1). Para MOTV3, a covariância em relação ao S&P 500 cai de aproximadamente 0,0008 para 0,0003; para ECOR3, de aproximadamente 0,0010 para 0,0003. Os respectivos betas convergem para a faixa de 0,59–0,61, o que, conjugado com a baixa correlação observada, reforça a percepção de que o uso de *holdings* brasileiras do setor rodoviário em relação ao mercado acionário norte-americano deixou de produzir parâmetro suficientemente convincente do ponto de vista estatístico e econômico.

Essa restrição torna-se ainda mais relevante porque a própria revisão metodológica já vem enfatizando a importância de coerência entre base empírica, comparabilidade temporal e aderência econômica dos parâmetros. Se a relação entre ativo e mercado de referência é fraca, o beta estimado passa a refletir, em maior medida, ruído amostral e especificidades conjunturais do que uma medida estável de risco sistemático setorial.

À luz desse diagnóstico, podem ser identificadas três alternativas regulatórias principais. A primeira consistiria na manutenção do arranjo atualmente previsto, preservando-se a estimação do beta a partir dos papéis das *holdings* brasileiras do setor rodoviário em relação ao S&P 500, mesmo diante da evidência recente de baixa aderência empírica. A segunda consistiria na busca de novo índice de mercado de referência ou de nova base comparativa doméstica ou internacional, com eventual redesenho mais amplo do critério de estimação. A terceira consistiria na adoção da base setorial de Aswath Damodaran como fonte para obter o beta desalavancado do setor *Transportation* como referência regulatória.

Após avaliação técnica, a equipe concluiu que a utilização de *proxy* setorial agregada de mercado, como o beta do setor *Transportation*, embora metodologicamente consistente e amplamente utilizada, apresenta limitações relevantes no contexto regulatório, uma vez que incorpora segmentos com perfis de risco heterogêneos, incluindo atividades com maior exposição a ciclos econômicos e dinâmicas concorrenciais distintas das concessões rodoviárias.

Nesse sentido, optou-se por aperfeiçoar a utilização da *proxy* de mercado, mediante calibração do coeficiente beta, mantendo a coerência com a estrutura geral da metodologia vigente e evitando alterações simultâneas em múltiplos parâmetros.

A calibração proposta baseia-se na utilização de evidências internacionais aplicáveis a setores de infraestrutura regulada, conforme observado em reguladores como Ofgem (Reino Unido) e ACCC (Austrália), bem como nas diretrizes da OECD/OCDE, que recomendam a adaptação de parâmetros de mercado às características específicas do setor regulado.

Com base nesse conjunto de evidências, adotou-se:

$$\beta_U = 0{,}475$$

O beta desalavancado foi então realavancado conforme a estrutura de capital já adotada na metodologia vigente,

preservando a consistência interna do modelo e evitando a introdução de múltiplas alterações simultâneas.

O beta alavancado foi obtido conforme:

$$\beta_L = \beta_U \times \left[1 + \frac{D}{E} \times (1 - T) \right]$$

resultando em valor compatível com o risco sistemático do setor.

Adicionalmente, reconhecendo-se que o modelo CAPM pode superestimar o risco em setores regulados, procedeu-se à calibração do resultado obtido, de forma a assegurar aderência ao risco efetivo das concessões rodoviárias, em linha com práticas internacionais.

Dessa forma, adotou-se:

$$\beta_L = 1{,}10$$

valor central dentro de faixa compatível com o observado em infraestruturas reguladas:

$$0{,}90 \leq \beta_L \leq 1{,}20$$

Trata-se, portanto, não de ruptura arbitrária com a metodologia vigente, mas de reavaliação do critério principal a partir de evidência empírica superveniente. Em outros termos, a alternativa contingencial prevista originalmente passa a ser adotada como solução principal diante da baixa robustez do procedimento antes preferido.

A adoção do beta setorial agregado de mercado apresenta vantagens metodológicas relevantes. Em primeiro lugar, evita a manutenção de um parâmetro estimado a partir de relação empírica fraca entre os ativos das *holdings* brasileiras e o mercado de referência norte-americano, reduzindo o risco de que o beta regulatório seja excessivamente influenciado por ruído estatístico. Em segundo lugar, fortalece a coerência econômica da estimação, pois passa a se apoiar em base setorial consolidada, construída especificamente para refletir características médias de risco de um conjunto mais aderente ao setor de concessões de infraestrutura rodoviárias. Em terceiro lugar, aumenta a estabilidade metodológica do modelo, ao substituir um procedimento que, na janela mais recente, gerou indícios de baixa aderência, por referência mais estável e conhecida na prática de avaliação financeira. Em quarto lugar, a escolha se alinha à lógica de prudência metodológica que vem orientando os demais aperfeiçoamentos em discussão: quando o arranjo empírico originalmente escolhido deixa de oferecer resultados convincentes, a metodologia regulatória deve privilegiar solução mais robusta, ainda que menos personalizada ao contexto doméstico.

Além dos benefícios técnicos, a medida produz ganhos qualitativos relevantes. Ela reforça a capacidade de resposta institucional do modelo, pois permite justificar que a ANTT reavaliou criticamente o desempenho do critério anterior à luz dos dados mais recentes, em vez de simplesmente preservá-lo por inércia metodológica. Também fortalece a credibilidade da estimação do beta, ao evitar que a taxa regulatória permaneça ancorada em parâmetro cuja relação estatística com o índice de referência se mostrou enfraquecida na janela atualizada. Por fim, a solução contribui para a coerência interna da revisão metodológica, pois se harmoniza com os demais ajustes já discutidos: a substituição do ponto único por medida mais robusta, a busca de maior homogeneidade temporal e o tratamento mais adequado da dependência entre variáveis.

Diante do exposto, recomenda-se que a metodologia do *WACC* regulatório passe a prever, para o cálculo do beta setorial, a utilização da *proxy* setorial de mercado, adotando-se o referido beta desalavancado do período como referência. A redação metodológica poderá registrar que a mudança decorre da reavaliação empírica do arranjo anteriormente utilizado, cuja atualização para a janela 2021–2025 revelou baixa aderência entre os retornos das *holdings* brasileiras de concessões rodoviárias e o índice S&P 500, comprometendo a robustez da estimação.

Conclui-se, assim, que a atualização do cálculo do beta para a janela 2021–2025 evidenciou a inadequação do arranjo baseado nos papéis das *holdings* brasileiras do setor rodoviário em relação ao S&P 500 como mercado de referência. A redução das covariâncias e a convergência dos betas estimados para patamares próximos de 0,60 reforçam a percepção de baixa robustez empírica do critério anteriormente adotado.

Nesse contexto, a opção pela utilização da *proxy* setorial de mercado, representa aperfeiçoamento metodológico tecnicamente consistente e regulatoriamente defensável. Além de já encontrar amparo no desenho da própria Nota Técnica nº 7681/2022 que já previa a utilização de uma base de referência independente (Beta Damodaran) como alternativa possível, a medida melhora a estabilidade, a coerência econômica e a credibilidade do parâmetro regulatório.

5.5. Tratamento das séries históricas por retornos logarítmicos

O quinto aperfeiçoamento metodológico identificado pela equipe técnica refere-se ao tratamento das séries históricas utilizadas no cálculo dos parâmetros do *WACC* regulatório, especificamente quanto à forma de mensuração das variações temporais dos índices e ativos. A opção metodológica em exame consiste em privilegiar o uso de retornos contínuos ou logarítmicos, em detrimento dos retornos aritméticos simples, sempre que a natureza da série primária assim o permitir.

Importa registrar, desde logo, que essa abordagem não representa inovação inédita no âmbito da ANTT. Ao contrário, ela já constava expressamente como padrão metodológico na Nota Técnica SEI nº 2786/2019/SUREG/DIR, a qual previa que o cálculo das variações temporais dos índices e ativos seria conduzido pelo método de retornos contínuos, justamente com a finalidade de atenuar a intensidade das variações das cotações analisadas. A mesma Nota Técnica também explicitava que a redução dessa intensidade era desejável para restringir o efeito da volatilidade na estimação dos retornos e que as médias dos retornos contínuos seriam aplicadas sempre que as fontes primárias das séries históricas o permitissem, como no caso do Ibovespa e do IPCA.

O problema regulatório identificado, portanto, não reside em ruptura metodológica, mas em necessidade de restabelecer e reafirmar, de forma expressa e consistente, um padrão de tratamento de séries que já encontrava respaldo em versão anterior da

metodologia e que apresenta justificativa técnica adequada para fins regulatórios.

Do ponto de vista estatístico e financeiro, o uso de retornos aritméticos simples pode ampliar a sensibilidade da série a oscilações mais intensas de curto prazo, sobretudo quando se trabalha com ativos e índices sujeitos a volatilidade relevante. Em contextos de modelagem regulatória, essa característica é especialmente sensível porque a série histórica é utilizada para descrever o passado, além de sustentar inferência sobre o comportamento dos parâmetros empregados na estimação do *WACC*.

A Nota Técnica nº 2786/2019 foi explícita ao afirmar que o método de retornos contínuos atenua a intensidade das variações nas cotações e que essa redução é desejável justamente para restringir o efeito da volatilidade na estimação dos retornos, uma vez que a projeção de tendência do cenário macroeconômico das concessões se baseia no comportamento das séries históricas analisadas.

Em outros termos, a limitação do retorno aritmético, para fins da presente metodologia, está em sua menor adequação para representar variações acumuladas em séries temporais e em sua maior sensibilidade a oscilações abruptas, o que pode reduzir a estabilidade inferencial dos parâmetros estimados. Quando o objetivo regulatório é construir base empírica robusta, coerente e comparável para análise de risco e de retorno, a forma de transformação da série histórica deixa de ser detalhe operacional e passa a integrar o núcleo metodológico do modelo.

À luz desse diagnóstico, podem ser identificadas duas alternativas principais. A primeira consistiria na utilização predominante de retornos aritméticos simples como forma de cálculo das variações temporais das séries históricas. A segunda consistiria na adoção dos retornos contínuos ou logarítmicos, sempre que a estrutura da série primária o permitir, mantendo-se exceções apenas para os casos em que os dados já sejam obtidos diretamente em forma de taxa ou número-índice proveniente da fonte original, hipótese em que se preserva o método compatível com a natureza da base observada. Foi essa a lógica expressamente adotada na Nota Técnica nº 2786/2019.

Após avaliação técnica, a equipe optou por adotar o cálculo dos retornos logarítmicos em detrimento dos retornos aritméticos, sempre que as fontes primárias das séries históricas permitirem tal transformação, preservando-se tratamento específico somente para aquelas variáveis cujas taxas sejam diretamente fornecidas pelas bases originais.

A solução representa a retomada e a reafirmação de padrão metodológico já utilizado pela ANTT. A Nota Técnica nº 2786/2019 adotou esse critério de forma fundamentada, ao registrar que a utilização dos retornos contínuos objetiva atenuar a intensidade das variações e restringir o efeito da volatilidade na estimação dos retornos. Também deixou consignado que, no caso de séries como Ibovespa e IPCA, os valores seriam obtidos a partir das médias móveis anuais dos retornos contínuos mensais, ao passo que, para casos como os índices IDkA da ANBIMA, as taxas poderiam ser diretamente obtidas das fontes primárias.

Trata-se, portanto, de aperfeiçoamento que reforça a coerência interna da metodologia ao recuperar critério previamente testado e institucionalmente adotado pela Agência.

A adoção dos retornos logarítmicos apresenta vantagens metodológicas relevantes para o cálculo do *WACC* regulatório. Em primeiro lugar, a solução atenua a intensidade das variações temporais observadas nas cotações dos ativos e índices, característica expressamente valorizada na Nota Técnica nº 2786/2019 para restringir o efeito da volatilidade sobre a estimação dos retornos (Figura 5). Em segundo lugar, o uso de retornos contínuos melhora a consistência temporal da análise, sendo especialmente adequado para séries financeiras e macroeconômicas tratadas em contexto de evolução contínua no tempo. Em terceiro lugar, a solução favorece maior estabilidade inferencial na etapa de estimação de médias, volatilidades e parâmetros subsequentes do modelo, contribuindo para que a base histórica reflita de forma mais robusta o comportamento subjacente das variáveis. Em quarto lugar, a alternativa se harmoniza com a lógica já adotada para outros aperfeiçoamentos metodológicos em discussão, todos orientados à redução de ruído, aumento de robustez estatística e melhoria da aderência econômica do modelo. Em quinto lugar, a medida não introduz inovação metodológica disruptiva, mas sim recupera procedimento já reconhecido e utilizado pela própria ANTT em ciclo anterior de revisão do *WACC*, o que favorece sua parcimônia institucional.

Além dos ganhos técnicos, a medida produz vantagens qualitativas relevantes. Ela fortalece a coerência histórica da metodologia, ao demonstrar que a revisão atual não está criando solução ad hoc, mas retomando padrão já explicitado em nota técnica anterior da Agência. Também melhora a transparência metodológica, pois permite justificar claramente por que determinadas séries são tratadas por retornos logarítmicos e por que outras, em razão da forma de disponibilização primária dos dados, seguem tratamento específico. Além disso, a solução amplia a robustez regulatória do modelo, na medida em que se apoia em racional já documentado pela própria ANTT: reduzir a intensidade das variações e limitar o efeito da volatilidade sobre a estimação dos retornos. Por fim, a mudança contribui para a harmonização interna da revisão metodológica, pois dialoga diretamente com os demais ajustes já incorporados, todos voltados a maior robustez estatística, melhor representatividade empírica e maior consistência do processo de cálculo.

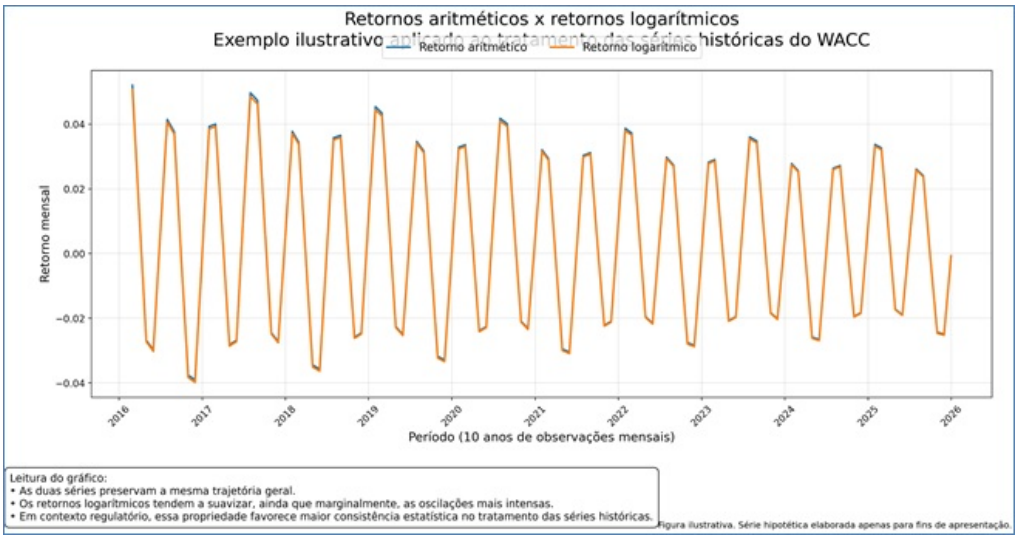

Figura 5. Exemplo ilustrativo do comportamento dos retornos aritméticos x logarítmicos nas séries históricas. Fonte: ANTT.

Diante do exposto, recomenda-se que a metodologia do *WACC* regulatório passe a prever expressamente que o tratamento das séries históricas seja realizado, sempre que possível, por meio de retornos contínuos ou logarítmicos, em substituição aos retornos aritméticos simples, ressalvadas as hipóteses em que as próprias fontes primárias disponibilizem os dados diretamente sob a forma de taxas ou índices cuja utilização recomende tratamento específico.

Conclui-se, assim, que a adoção de retornos logarítmicos em detrimento de retornos aritméticos constitui aperfeiçoamento metodológico consistente com os objetivos de robustez, estabilidade e coerência econômica do cálculo do *WACC* regulatório. A medida não representa inovação inédita, mas retomada de padrão já expressamente utilizado pela ANTT na Nota Técnica nº 2786/2019, que reconheceu a utilidade dos retornos contínuos para atenuar a intensidade das variações e restringir o efeito da volatilidade na estimação dos retornos. Nesse contexto, a formalização dessa diretriz na revisão metodológica atual reforça a qualidade estatística do tratamento das séries históricas e contribui para maior coerência interna do modelo regulatório.

5.6. Custo de capital de terceiros (*Rd*)

A metodologia vigente para estimação do custo de capital de terceiros (*Rd*), estabelecida pela Resolução nº 6.003/2022, com redação dada pela Resolução nº 6.048/2024, baseia-se na média aritmética das séries 20765 e 20019 do Banco Central do Brasil (BACEN), as quais representam, respectivamente, o custo de operações de crédito com recursos direcionados e o custo de crédito livre para clientes de grande porte.

Não obstante a simplicidade operacional dessa abordagem, a análise das demonstrações financeiras das sociedades de propósito específico (SPEs) reguladas pela ANTT evidencia que tal *proxy* não captura de forma adequada a estrutura efetiva de financiamento do setor de concessões rodoviárias federais. Em particular, verifica-se que parcela relevante do passivo oneroso dessas concessionárias é composta por debêntures incentivadas, emitidas nos termos da Lei nº 12.431/2011, as quais não são refletidas nas referidas séries do BACEN.

Dessa forma, a utilização de uma média aritmética entre séries representativas exclusivamente de crédito bancário implica um descolamento relevante entre o parâmetro regulatório adotado e o custo efetivo de financiamento observado no setor, especialmente diante da consolidação de um padrão de financiamento baseado em instrumentos de mercado de capitais.

Tal descolamento é inconsistente com o princípio de regulação baseada em evidências, reconhecido em boas práticas internacionais, segundo o qual parâmetros regulatórios devem refletir, na medida do possível, dados observáveis e representativos das condições efetivas enfrentadas pelos agentes regulados, de modo a assegurar eficiência econômica, neutralidade e adequada alocação de riscos.

Nesse contexto, a manutenção da metodologia vigente tende a não refletir adequadamente o custo marginal de captação enfrentado pelos concessionários, podendo introduzir distorções na estimação do *WACC* regulatório e afetar o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos.

Com o objetivo de endereçar essa insuficiência metodológica, propõe-se a adoção da abordagem denominada **"Rd setorial ponderado por estrutura efetiva de financiamento"**, na qual o custo de capital de terceiros passa a ser estimado a partir da composição observada do passivo oneroso das SPEs reguladas, considerando as principais fontes de financiamento efetivamente utilizadas no setor.

Nessa abordagem, o *Rd* é calculado como uma média ponderada entre:

(i) financiamentos compatíveis com crédito direcionado, representados pela série 20765 do BACEN;

(ii) financiamentos compatíveis com crédito livre corporativo, representados pela série 20019 do BACEN; e

(iii) captações via debêntures incentivadas, segregadas entre instrumentos indexados ao IPCA acrescido de *spread* e instrumentos indexados ao CDI acrescido de *spread*.

A formulação proposta é expressa por:

$$R_d = w_{CD} \times S_{20765} + w_{CL} \times S_{20019} + w_{DT} \times (w_{DTI} \times Deb_{IPCA} + w_{DTC} \times Deb_{CDI})$$

Em que os coeficientes w_{CD}, w_{CL} e w_{DT} representam as participações relativas, no passivo oneroso das SPEs reguladas, das fontes de financiamento compatíveis, respectivamente, com crédito direcionado, crédito livre corporativo e debêntures, enquanto os coeficientes w_{DTI} e w_{DTC} refletem a composição interna das debêntures entre instrumentos indexados ao IPCA (representada por Deb_{IPCA}) e ao CDI (representada por Deb_{CDI}).

Os coeficientes de ponderação são estimados a partir dos saldos devedores atualizados das obrigações financeiras constantes das demonstrações financeiras do último exercício social encerrado disponível, assegurando que a metodologia reflita a estrutura efetiva de financiamento observada no setor no período mais recente.

A adoção dessa abordagem permite alinhar o parâmetro regulatório à realidade empírica do financiamento das concessões rodoviárias federais, incorporando explicitamente a principal fonte de captação de longo prazo atualmente utilizada pelas concessionárias. Ao mesmo tempo, preserva-se a utilização de séries públicas e auditáveis do BACEN para as componentes bancárias do financiamento, garantindo transparência, reprodutibilidade e consistência com o arcabouço metodológico vigente.

Adicionalmente, a estrutura proposta mantém plena compatibilidade com o modelo probabilístico adotado para o cálculo do *WACC*, permitindo sua incorporação direta às simulações já realizadas, sem necessidade de alteração da lógica geral de modelagem.

Assim, a substituição da média aritmética das séries do BACEN pela metodologia de **"Rd setorial ponderado por estrutura efetiva de financiamento"** constitui um aprimoramento metodológico relevante, ao reduzir o descolamento entre o custo regulatório e o custo efetivo de capital de terceiros observado no setor, aumentando a precisão, a robustez e a aderência institucional da estimação do *WACC* regulatório, em linha com as melhores práticas internacionais de regulação econômica.

5.7. Redefinição dos parâmetros dos *CRs* a partir de quantis da distribuição simulada

Outro aperfeiçoamento metodológico identificado pela equipe técnica refere-se à forma de definição dos parâmetros aplicáveis às classificações de risco (CR0 a CR3) previstas no art. 7º da Resolução nº 6.003, de 22 de dezembro de 2022. No desenho atualmente vigente, a diferenciação entre as classes é estabelecida por múltiplos do desvio-padrão do *WACC* regulatório. Esse arranjo, embora operacional, suscita questionamentos quanto à sua arbitrariedade e quanto à insuficiência de justificativa econômica explícita para a escolha dos patamares.

O problema regulatório identificado decorre do fato de que o uso de múltiplos do desvio-padrão comunica a dispersão estatística, mas não explicita qual parcela dos cenários simulados está sendo coberta por cada classe de risco. Em outros termos, a regra atual informa o afastamento em relação a uma medida de centro, mas não permite leitura direta sobre a repartição da incerteza entre usuários (que suportam o custo tarifário) e o setor privado que permanece exposto ao risco de custo de capital efetivo superior ao *WACC* embutido na tarifa-teto.

O aperfeiçoamento da justificativa técnica para a definição da diferenciação dos CR's também foi objeto de recomendação no relatório preliminar da CGU e, nesse sentido, há convergência por parte da equipe técnica no entendimento de que essa questão seja aperfeiçoada.

Sob a ótica da abordagem probabilística já acolhida pela própria metodologia, a escolha do parâmetro do CR deveria ser interpretável como decisão regulatória sobre quem suporta qual fração dos cenários possíveis resultantes da simulação de *Monte Carlo*. Nessa perspectiva, os quantis da distribuição apresentam vantagem conceitual evidente. Se, por exemplo, determinado *WACC* corresponder ao quantil de 50%, isso significa que a taxa regulatória é suficiente para abranger metade dos cenários possíveis da simulação; se corresponder a quantil superior, amplia-se a proteção conferida ao investidor e reduz-se a parcela de risco residual suportada pelo concessionário. Essa leitura é economicamente mais transparente do que o simples recurso a múltiplos do desvio-padrão, sobretudo em distribuições assimétricas ou com comportamento de cauda não normal, como pode ocorrer no contexto atual da modelagem probabilística.

A equipe técnica, contudo, ainda está concluindo estudos para aperfeiçoar diversas premissas do cálculo, inclusive aquelas já discutidas nos cinco eixos anteriores desta proposta. Não obstante, os resultados preliminares do *script* indicam, **nesta etapa**, os seguintes quantis centrais para as classificações de risco: CR0 50%; CR1 60%; CR2 70%; e CR3 80%.

Esses resultados preliminares são relevantes por duas razões. Primeiro, porque sugerem que a própria modelagem já vem apontando patamares centrais plausíveis para cada classe de risco. Segundo, porque permitem substituir uma regra abstrata baseada em múltiplos do desvio-padrão por uma lógica ancorada na distribuição efetivamente simulada. Ao mesmo tempo, como a metodologia ainda se encontra em processo de aperfeiçoamento, não se afigura recomendável cristalizar, desde logo, esses quantis como números rígidos e definitivos. A solução mais adequada, neste estágio, é tratá-los como centros regulatórios provisórios de bandas de quantis.

A principal restrição do arranjo atual reside em que o desvio-padrão, embora útil como medida de dispersão, não comunica diretamente o significado econômico da escolha regulatória. Um mesmo múltiplo de desvio-padrão pode corresponder a posições distintas na distribuição, a depender do formato da curva resultante da simulação. Isso fragiliza a transparência metodológica e dificulta a justificativa da escolha perante usuários, regulados e órgãos de controle.

Além disso, a regra por desvio-padrão tende a sugerir aparência de neutralidade estatística que, na prática, não elimina a existência de decisão regulatória de natureza distributiva. Sempre que se eleva o parâmetro do CR, transfere-se maior parcela da incerteza ao usuário por meio da tarifa; sempre que se reduz esse parâmetro, mantém-se maior exposição do concessionário ao risco residual de custo de capital. Assim, a decisão não é puramente estatística: ela é, também, econômica e distributiva. O uso de quantis torna essa realidade mais visível e mais justificável.

À luz desse diagnóstico, podem ser identificadas três alternativas principais. A primeira consistiria na manutenção do arranjo vigente, preservando-se a lógica de diferenciação dos CRs por múltiplos do desvio-padrão. Essa solução teria a vantagem da continuidade normativa, mas manteria os questionamentos de arbitrariedade e baixa inteligibilidade econômica. A segunda consistiria na

substituição direta dos parâmetros atuais por quantis fixos únicos para cada CR. Embora essa alternativa seja superior à regra atual em termos de capacidade de interpretação, ela ainda poderia ser considerada excessivamente rígida, sobretudo enquanto as demais premissas metodológicas seguem em aperfeiçoamento. A terceira consistiria na adoção de bandas de quantis para cada classe de risco, tomando os quantis preliminares extraídos do *script* como centros regulatórios provisórios. Essa alternativa preserva a vantagem interpretativa dos quantis, mas adiciona flexibilidade disciplinada para que o regulador calibre a posição final de cada CR conforme o contexto macroeconômico e a perspectiva do ciclo regulatório subsequente. Essa foi a alternativa considerada mais adequada.

Após avaliação técnica preliminar, propõe-se que os quantis extraídos do *script* funcionem como valores centrais de bandas regulatórias para cada CR, dentro das quais o regulador escolherá o ponto aplicável em cada revisão com base em critérios técnicos previamente explicitados.

A lógica da solução é a seguinte. O quantil central indica o ponto de partida fornecido pela evidência empírica preliminar do modelo. A banda ao redor desse centro fornece espaço regulatório limitado para acomodar a evolução do ambiente macroeconômico, das condições de financiamento e da perspectiva de curto prazo do ciclo regulatório de três anos. Com isso, evitam-se tanto a rigidez prematura quanto a discricionariedade excessiva.

Como arquitetura inicial, sugere-se a seguinte configuração de bandas, ancorada nos quantis centrais preliminares: CR0: centro em P50, com banda P45–P55; CR1: centro em P60 com banda P55–P65; CR2: centro em P70, com banda P65–P75; e CR3: centro em P80, com banda P75–P85.

Essa estrutura preserva os achados preliminares do *script* sem cristalizá-los prematuramente. Ao mesmo tempo, cria uma escada progressiva, coerente com a lógica de diferenciação do risco, sem deslocar de forma abrupta a incerteza para o usuário.

A principal vantagem da proposta é que cada classe de risco passa a ter leitura econômica direta. No caso do CR0, o centro em torno de P50 indica taxa regulatória próxima à mediana da distribuição, com repartição relativamente equilibrada da incerteza entre usuário e concessionário. Trata-se, em princípio, da classe com menor proteção tarifária adicional ao investidor. No CR1, o centro em torno de P60 já indica ampliação moderada da cobertura dos cenários simulados, o que se traduz em leve deslocamento da repartição de incerteza em favor do setor privado. No CR2, o centro em torno de P70 representa nível intermediário-superior de proteção, adequado a projetos com maior complexidade ou incerteza. No CR3, o centro em torno de P80 confere proteção mais elevada, sem, contudo, atingir patamares extremos como P90, que tenderiam a transferir parcela demasiadamente alta da incerteza ao usuário tarifário. A proposta também permite explicitar, de forma mais rigorosa, que a posição dentro da banda constitui escolha regulatória sobre o grau de proteção conferido ao investidor diante dos cenários simulados.

Para evitar subjetividade excessiva, recomenda-se que a escolha do ponto aplicável dentro de cada banda observe critérios objetivos e previamente explicitados. Em especial, sugere-se considerar: contexto macroeconômico e financeiro, incluindo volatilidade macroeconômica, condições de crédito, percepção de risco, ambiente de financiamento de infraestrutura e dispersão esperada de juros e inflação; perspectiva de curto prazo do ciclo regulatório, especialmente para o triênio subsequente, com base em sinais de estabilidade ou deterioração do ambiente econômico; sensibilidade do projeto à taxa de desconto, considerando intensidade de capital, prazo de maturação e perfil de fluxo de caixa; e impacto distributivo da escolha regulatória, à luz do equilíbrio entre modicidade tarifária e preservação da atratividade do investimento.

Com base nesses critérios, a regra de aplicação pode ser estruturada de forma simples: cenário otimista, escolha do ponto na metade inferior da banda; cenário neutro, escolha do ponto em torno do centro regulatório; e cenário adverso, escolha do ponto na metade superior da banda. Essa solução mantém previsibilidade e auditabilidade, sem eliminar a capacidade do regulador de responder ao contexto econômico efetivo do ciclo.

A proposta apresenta ganhos qualitativos relevantes. Em primeiro lugar, melhora a transparência econômica da metodologia, pois traduz cada CR em fração inteligível dos cenários cobertos pela simulação. Em segundo lugar, aumenta a capacidade de defesa regulatória, ao tornar explícito que a calibração das classes de risco decorre de decisão fundamentada sobre repartição de incerteza entre usuários e setor privado. Em terceiro lugar, reduz a aparência de arbitrariedade estatística associada à regra por múltiplos do desvio-padrão. Em quarto lugar, reforça a coerência com a abordagem probabilística já adotada na modelagem do *WACC*. Em quinto lugar, permite compatibilizar evidência empírica preliminar com flexibilidade regulatória disciplinada, o que é especialmente importante enquanto os demais aperfeiçoamentos metodológicos ainda estão sendo consolidados.

Diante do exposto, recomenda-se que a metodologia do *WACC* regulatório passe a prever que os parâmetros dos CRs sejam definidos por bandas de quantis da distribuição de probabilidade resultante da simulação de Monte Carlo, em substituição à lógica de múltiplos do desvio-padrão. No estágio atual, propõe-se que os valores centrais dessas bandas partam dos quantis preliminares já extraídos do *script*, a saber: 50% para CR0, 60% para CR1, 70% para CR2 e 80% para CR3, devendo a posição final dentro de cada banda ser calibrada conforme o contexto macroeconômico e a perspectiva de curto prazo do ciclo regulatório.

Conclui-se que a substituição da regra de múltiplos do desvio-padrão por bandas de quantis representa aperfeiçoamento metodológico superior em termos de transparência, coerência econômica e regulatória. A proposta permite transformar a escolha dos CRs em decisão explicitamente vinculada à repartição da incerteza entre usuários e concessionário, com base na distribuição efetivamente simulada pelo modelo. Ao tomar os quantis preliminares do *script* como centros regulatórios provisórios e combiná-los com bandas de calibração, a metodologia passa a refletir melhor tanto a evidência empírica disponível quanto a necessidade de acomodar a evolução do contexto macroeconômico no triênio regulatório. Trata-se, assim, de solução incremental, prudente e tecnicamente consistente.

5.8. Síntese conclusiva dos aprimoramentos propostos

Os sete aperfeiçoamentos descritos nesta seção compartilham a mesma diretriz regulatória de fundo: aumentar a robustez do WACC sem comprometer sua aderência econômica nem sua operacionalidade.

No primeiro caso, a substituição do ponto único temporal pela mediana anual melhora a mensuração do valor de mercado do *equity* e reduz a influência de ruídos transitórios. No segundo, a padronização parcial das janelas históricas aumenta a coerência temporal do modelo, sem afastar a especificidade informacional requerida para o beta. No terceiro, o tratamento da correlação entre

variáveis por cópulas aprimora a modelagem conjunta dos cenários simulados, reduz o efeito de cauda da distribuição e reforça a consistência estatística do exercício.

No quarto, o aperfeiçoamento da utilização de *proxy* de mercado para o coeficiente beta, mediante calibração baseada em evidências internacionais e ajuste regulatório, mantendo a coerência com a estrutura metodológica vigente. substitui o arranjo empírico que deixou de apresentar aderência satisfatória na janela mais recente, reforçando a credibilidade da estimação do risco sistemático. No quinto, a retomada do uso de retornos logarítmicos reforça a consistência do tratamento das séries históricas e reduz a influência indevida da volatilidade sobre a estimação dos retornos.

No sexto, a revisão da metodologia de cálculo do custo de capital de terceiros substitui o uso de *proxy* baseado exclusivamente em séries de crédito bancário por abordagem ponderada que incorpora a estrutura efetiva de financiamento das SPEs reguladas, incluindo debêntures incentivadas, aumentando a aderência empírica do parâmetro e reduzindo o descolamento entre o custo regulatório e o custo observado no setor.

No sétimo, a redefinição dos CRs por bandas de quantis substitui critério pouco intuitivo por regra economicamente transparente de repartição de incerteza entre usuários e setor privado.

Em conjunto, essas medidas reforçam a qualidade metodológica da taxa regulatória, aprimoram sua justificativa técnica perante o mercado e os órgãos de controle e contribuem para que o *WACC* continue exercendo sua função como parâmetro de equilíbrio entre atratividade do investimento, previsibilidade regulatória e modicidade tarifária. Assim, considerando a TLP média do último trimestre de 2025, no valor de 7,78%, o resultado preliminar da simulaçdo do conjunto de todas essas medidas está resumido na Tabela 2, a seguir:

Tabela 2. Resumo da simulação com o efeito de todas as medidas de aperfeiçoamento da metodologia de cálculo do WACC regulatório para o setor de rodovias.

spread	%	CR	quantis
2,39%	10,17%	CR0	50%
2,97%	10,75%	CR1	60%
3,60%	11,38%	CR2	70%
4,35%	12,13%	CR3	80%

6. ALTERNATIVAS REGULATÓRIAS AVALIADAS

À luz dos objetivos regulatórios e dos estudos mais recentes, a AIR passa a considerar as seguintes alternativas regulatórias:

Alternativa 0 — Manutenção integral da NT 7681/2022 (status quo)

Descrição: mantém insumos e regra atual, com fechamento no centro da distribuição (P50/mediana), diferenciação dos CRs por múltiplos do desvio-padrão e demais premissas vigentes.

Prós:

· Máxima replicabilidade e auditabilidade.

· Menor risco de acusação de arbitrariedade.

· Continuidade metodológica.

Contras:

· Risco de insuficiência do *WACC* frente ao custo de capital percebido.

· Mantém fragilidades de aderência identificadas nos estudos recentes.

· Preserva arranjo de beta cuja atualização revelou baixa aderência empírica e mantém critério pouco transparente para os CRs.

Principal risco: falha do objetivo de atração de investimento e persistência de fragilidades metodológicas relevantes.

Alternativa 1 — Correções de aderência com manutenção do fechamento central

Descrição: mantém o arcabouço probabilístico da NT 7681/2022, mas incorpora as correções de aderência e robustez já identificadas pela equipe técnica: mediana anual do valor de mercado do *equity*, padronização parcial das janelas históricas, tratamento por cópulas, utilização de *proxy* de mercado para o coeficiente beta, tratamento das séries por retornos logarítmicos **e revisão da metodologia de cálculo do custo de capital de terceiros (*RD*) com base na estrutura efetiva de financiamento das SPEs,** preservando o fechamento central e a lógica atual dos CRs.

Prós:

· Melhora aderência econômica e estatística do modelo.

· Reduz ruído e sazonalidade.

· Preserva governança do fechamento central.

Contras:

· Pode não resolver integralmente a insuficiência de transparência econômica dos CRs.

· Mantém regra decisória menos clara na repartição de risco entre usuários e concessionários.

· Exige implementação operacional moderada.

Principal risco: aperfeiçoar a camada de estimação sem enfrentar completamente a camada de decisão regulatória.

Alternativa 2 — Correções de aderência e redefinição dos CRs por bandas de quantis

Descrição: incorpora integralmente os aperfeiçoamentos metodológicos da seção 4, **incluindo a nova abordagem para o custo de capital de terceiros baseada na estrutura efetiva de financiamento,** e, adicionalmente, substitui a diferenciação dos CRs por múltiplos do desvio-padrão por bandas de quantis ancoradas na distribuição simulada, tomando como centros regulatórios **provisórios** os quantis preliminares de 50%, 60%, 70% e 80%.

Prós:

· Corrige fragilidades metodológicas identificadas.

· Melhora a transparência econômica da regra de decisão.

· Torna explícita a repartição da incerteza entre usuários e setor privado.

· Preserva flexibilidade regulatória de forma disciplinada.

Contras:

· Demanda governança de calibragem intrabanda.

· Exige justificativa técnica clara para o posicionamento dentro de cada faixa.

· Requer comunicação regulatória mais sofisticada.

Principal risco: desenho inadequado dos critérios de calibragem intrabanda, caso não sejam suficientemente objetivos e auditáveis.

7. MATRIZ COMPARATIVA DE IMPACTOS (SÍNTESE)

Em termos qualitativos, a comparação entre as alternativas pode ser sintetizada da seguinte forma, observados os objetivos de atratividade do investimento, modicidade tarifária, robustez metodológica, governança regulatória e capacidade de implementação:

· Alternativa 0 — Apresenta melhor desempenho em continuidade metodológica e governança formal, porém mantém fragilidades de aderência, **incluindo *proxy* de custo de capital de terceiros com baixa representatividade da estrutura real de financiamento do setor**, baixo desempenho em aderência empírica, inteligibilidade econômica da regra decisória e capacidade de resposta às fragilidades identificadas nos estudos mais recentes.

· Alternativa 1 — Melhora aderência econômica e estatística do modelo, **inclusive no que se refere à estimação do custo de capital de terceiros,** mas preserva o problema na camada decisória, ao não enfrentar de forma completa a transparência econômica da definição dos CRs e da repartição regulatória de incertezas.

· Alternativa 2 — Apresenta o melhor equilíbrio entre atratividade do investimento, modicidade tarifária, robustez metodológica, governança e inteligibilidade econômica da decisão regulatória, ao combinar correções de especificação, incluindo a revisão do Rd, com regra de decisão mais transparente baseada em bandas de quantis.

8. *BENCHMARKS* NACIONAIS E INTERNACIONAIS

8.1. Custo de capital de terceiros (RD)

A revisão metodológica proposta para o cálculo do custo de capital de terceiros (*Rd*) está alinhada às boas práticas internacionais de regulação econômica, em especial no que se refere à utilização de parâmetros baseados em evidências empíricas observáveis e representativas das condições efetivas de financiamento dos agentes regulados.

No âmbito das diretrizes internacionais, a *Organisation for Economic Cooperation and Development* – OECD/OCDE estabelece, por meio de documentos como o *Recommendation of the Council on Regulatory Policy and Governance* (2012) e o relatório *Best Practice Principles for Regulatory Policy: The Governance of Regulators* (2014), que decisões regulatórias devem ser fundamentadas em evidências robustas e atualizadas, com uso de dados de mercado sempre que disponíveis. Tais diretrizes destacam que a definição de parâmetros econômicos, como o custo de capital, deve refletir as condições efetivamente enfrentadas pelos agentes regulados, evitando o uso de *proxies* que possam gerar distorções alocativas ou comprometer a eficiência regulatória.

No caso do Reino Unido, a *Office of Gas and Electricity Markets* (*OFGEM)*, no âmbito do modelo regulatório RIIO (*Revenue = Incentives + Innovation + Outputs*), adota metodologia detalhada para estimação do custo de dívida, conforme estabelecido em documentos como o *RIIO-2 Final Determinations – Finance Annex* (2020).

Nessa abordagem, o custo de capital de terceiros é estimado com base em índices de mercado de títulos corporativos (*iBoxx non-financial corporate bond indices*), refletindo diretamente o custo de captação no mercado de capitais para empresas com perfil de risco comparável ao das concessionárias reguladas. Tal metodologia evidencia a preferência por métricas baseadas em mercado

em detrimento de *proxies* bancários agregados.

De forma análoga, a *Australian Competition and Consumer Commission* (*ACCC)* estabelece, por meio do documento *Rate of Return Guidelines* (2013, atualizado em 2018), que o custo de dívida regulatório deve ser estimado a partir de dados de mercado observáveis, incluindo rendimentos de títulos corporativos e instrumentos de dívida efetivamente utilizados pelas empresas reguladas. A abordagem adotada pela ACCC busca refletir o custo eficiente de financiamento de longo prazo, considerando a composição real da dívida das empresas e evitando simplificações que não capturem adequadamente o risco e as condições de mercado.

Observa-se, portanto, uma convergência internacional no sentido de adotar metodologias que privilegiam a utilização de dados de mercado e a aderência à estrutura efetiva de financiamento dos agentes regulados, especialmente em setores intensivos em capital e com projetos de longo prazo, como é o caso da infraestrutura de transportes.

Nesse contexto, a adoção da metodologia de "Rd setorial ponderado por estrutura efetiva de financiamento" aproxima o modelo regulatório da ANTT das melhores práticas internacionais, ao incorporar, de forma explícita, a estrutura real de financiamento observada no setor regulado e reduzir o descolamento entre o custo regulatório e o custo efetivo de capital de terceiros.

A evidência comparada sugere, portanto, que a utilização de *proxies* baseadas exclusivamente em crédito bancário, sem incorporação de instrumentos efetivamente utilizados no financiamento das empresas reguladas, tende a reduzir a aderência do parâmetro regulatório ao custo marginal de capital. Nesse sentido, a metodologia proposta pela ANTT, ao incorporar debêntures incentivadas na composição do *RD*, alinha-se diretamente à prática internacional de utilização de dados de mercado e de estruturas de financiamento observadas.

8.2. Redefinição dos parâmetros dos CR's

O s *benchmarks* observados em outras jurisdições reforçam a conveniência de separar, conceitualmente, a etapa de estimação probabilística do custo de capital da etapa de escolha regulatória do ponto aplicável na distribuição. Em linhas gerais, a experiência comparada sugere três padrões de referência úteis para a presente AIR:

(i) uso explícito de percentis do *WACC* como parâmetro regulatório;

(ii) escolha do ponto dentro de uma faixa ou intervalo mediante juízo regulatório fundamentado; e

(iii) uso de estimativas probabilísticas centrais e conservadoras, como P50* e *P90*, para lidar com incerteza em projetos de infraestrutura.

No plano internacional, o *benchmark* mais diretamente aderente à presente discussão é o da *Commerce Commission* da Nova Zelândia. Na revisão de 2023 dos instrumentos metodológicos de custo de capital, a autoridade manteve o percentil 65 do *WACC* para a regulação por metodologia de *price-quality path* dos serviços de distribuição de eletricidade e da *Transpower,* preservando o percentil 50 para as empresas de transporte de gás e divulgando percentis adicionais da distribuição para fins informacionais. A referência é especialmente relevante porque demonstra, de forma explícita, que a escolha do percentil do *WACC* pode ser tratada como decisão regulatória de repartição de risco, e não como desdobramento automático de uma medida de dispersão estatística.

No Reino Unido, a prática regulatória recente aponta em direção complementar. A *Competition and Markets Authority (CMA),* em discussões recentes sobre estimativa pontual do custo de capital*, e a Ofgem*, nas decisões do *RIIO-3*, reconhecem que a escolha de um ponto acima do centro da faixa pode ser admitida, mas não deve constituir regra automática de definição de referências. Tradicionalmente, a calibragem do ponto estimado exige justificativa específica, à luz do equilíbrio entre benefícios à atratividade do investimento, risco de sub-remuneração e custos impostos aos consumidores. Para a presente AIR, esse *benchmark* é útil porque reforça a ideia de que a calibragem do *WACC* deve ocorrer por critérios transparentes e verificáveis, e não por simples deslocamento arbitrário do parâmetro.

No campo da análise de risco em infraestrutura, as referências australianas igualmente oferecem suporte relevante. A *Infrastructure Australia* e o *Australian Transport Assessment and Planning* reconhecem o uso de estimativas probabilísticas P50 e P90 como instrumentos ordinários de gestão de risco e de avaliação de projetos, tomando o P50 como referência central e o P90 como sensibilidade conservadora. Embora tais documentos tratem primariamente de custos de investimento, e não de *WACC*, o racional subjacente é plenamente aproveitável: a escolha do ponto da distribuição deve refletir de forma explícita o apetite a risco e a alocação de incerteza entre as partes.

Tomados em conjunto, esses *benchmarks* internacionais não apontam para um único desenho institucional obrigatório, mas convergem em três direções que interessam diretamente à revisão metodológica em exame:

1. a utilização de percentis é compatível com boas práticas regulatórias e de avaliação de risco;

2. a escolha do ponto na distribuição deve ser objeto de fundamentação própria;

3. é recomendável preservar transparência quanto ao *trade-off* distributivo inerente à decisão, notadamente entre modicidade tarifária e atratividade do investimento privado.

É precisamente essa lógica que sustenta, na presente AIR, a proposta de migração do atual critério baseado em múltiplos do desvio-padrão para bandas de quantis ancoradas em evidência empírica preliminar do próprio *script* de cálculo.

8.3. Benchmarking internacional – parâmetros de risco e coeficiente beta

A definição de parâmetros do custo de capital regulatório deve observar não apenas consistência interna da metodologia, mas também aderência às melhores práticas internacionais, conforme preconizado pelas diretrizes da *Organisation for Economic Cooperation and Development* (OECD/OCDE) no âmbito da regulação baseada em evidências.

Nesse sentido, foi conduzido levantamento comparativo das práticas adotadas por reguladores internacionais de referência na definição do custo de capital para setores de infraestrutura regulada, com ênfase na estimação do coeficiente beta.

8.3.1. Evidências internacionais sobre o coeficiente beta

A análise do *benchmarking* internacional indica que reguladores de setores de infraestrutura regulada adotam abordagens que evitam a utilização direta de parâmetros agregados de mercado, privilegiando metodologias calibradas e intervalos de referência consistentes com o risco efetivo dos ativos regulados.

Destacam-se, nesse contexto:

Ofgem (Reino Unido)

No âmbito do modelo *RIIO* (*Revenue = Incentives + Innovation + Outputs*), a Ofgem adota abordagem baseada em intervalos de parâmetros, considerando múltiplas fontes de evidência (*cross-checks*), incluindo:

- dados históricos de mercado;
- comparáveis internacionais;
- evidências específicas de utilities reguladas.

Os valores típicos observados para o beta desalavancado situam-se entre:

$$0{,}30 \leq \beta_U \leq 0{,}45$$

com betas alavancados resultantes compatíveis com níveis moderados de risco sistemático, refletindo a natureza regulada e previsível das receitas.

ACCC (Austrália)

A *Australian Competition and Consumer Commission* (ACCC), em suas *Rate of Return Guidelines*, adota abordagem estruturada que combina:

- análise de comparáveis listados;
- avaliação de estabilidade dos parâmetros;
- utilização de intervalos regulatórios.

Para setores de infraestrutura econômica, a ACCC identifica valores típicos de:

$$0{,}40 \leq \beta_U \leq 0{,}55$$

destacando a necessidade de evitar a superestimação do risco decorrente de volatilidade de mercado de curto prazo.

OECD/OCDE (Diretrizes de Política Regulatória)

As diretrizes da OECD/OCDE enfatizam que a definição de parâmetros regulatórios deve:

- ser baseada em evidências empíricas robustas;
- refletir as características específicas do setor regulado;
- evitar a aplicação mecânica de indicadores de mercado não ajustados;
- assegurar previsibilidade e estabilidade regulatória.

Nesse contexto, recomenda-se que parâmetros como o coeficiente beta sejam calibrados de forma a refletir o risco efetivo enfrentado pelos agentes regulados, e não apenas a volatilidade observada em mercados financeiros.

8.3.2 Implicações para o setor de concessões rodoviárias

As evidências internacionais convergem no sentido de que ativos de infraestrutura regulada apresentam níveis de risco sistemático inferiores aos observados em setores concorrenciais, em razão de características estruturais tais como:

- previsibilidade das receitas contratuais;
- mecanismos de reequilíbrio econômico-financeiro;
- demanda relativamente inelástica;
- ambiente regulatório estável.

Dessa forma, a utilização direta de *proxies* amplas de mercado, como agregados setoriais de transporte, tende a superestimar o risco sistemático aplicável às concessões rodoviárias.

8.3.3. Aplicação ao contexto da ANTT

À luz do *benchmarking* internacional e das características do setor regulado brasileiro, adotou-se abordagem de calibração do coeficiente beta estruturada em três etapas:

- definição de beta desalavancado com base em evidências internacionais de infraestrutura regulada;
- realavancagem por estrutura de capital representativa das *Holdings* brasileiras listadas em bolsa;
- ajuste regulatório do beta alavancado.

Essa abordagem resultou na adoção de:

$$\beta_U = 0{,}475$$

e, após realavancagem e ajuste regulatório:

$$\beta_L = 1{,}10$$

valor situado no intervalo:

$$0{,}90 \leq \beta_L \leq 1{,}20$$

7.3.4. Síntese do *benchmarking*

Tabela 3. Síntese do Benchmark internacional. Fonte: ANTT,

Jurisdição / Instituição	Faixa βU	Abordagem
Ofgem (UK)	0,30 – 0,45	Intervalo regulatório + evidências múltiplas
ACCC (Austrália)	0,40 – 0,55	Guidelines estruturadas
OECD/OCDE	Não fixa valor	Recomendação de calibração baseada em evidências
ANTT (proposta)	**0,475**	Calibração regulatória com *Holdings* + ajuste

Conclusão

O *benchmarking* internacional evidencia que a calibração do coeficiente beta é prática consolidada em regulações de infraestrutura, sendo preferível à utilização direta de parâmetros de mercado agregados.

A abordagem adotada pela ANTT:

- alinha-se às melhores práticas internacionais;
- assegura maior aderência ao risco efetivo das concessões rodoviárias;
- reduz a influência de volatilidade de mercado não relacionada ao setor regulado;
- contribui para a definição de taxa de retorno regulatória equilibrada e previsível.

9. ANÁLISE QUANTITATIVA E CENÁRIOS ILUSTRATIVOS DE IMPACTO FINANCEIRO

A análise qualitativa das alternativas pode ser enriquecida por exercício quantitativo simplificado, voltado a mensurar ordens de grandeza associadas à calibração do modelo. Para esse fim, a presente AIR utiliza, em caráter ilustrativo, informações públicas de projetos recentes de concessão de rodovias federais e aplica cenários estilizados de variação no retorno de referência. O objetivo não é reproduzir integralmente o fluxo de caixa de cada projeto, mas oferecer uma métrica inicial e inteligível dos efeitos potenciais sobre o mercado regulado, os usuários e a economia de transporte, com especial atenção à interação entre remuneração do capital, receita de pedágio e custo logístico.

Com base em páginas oficiais da ANTT e em notícias institucionais sobre os certames mais recentes, foram selecionados quatro projetos com informações suficientes para análise comparativa: BR-381/MG, BR-040/495/MG/RJ (*JF-Rio), BR-153/262/GO/MG (Rota Sertaneja) e BR-060/364/GO/MT (Rota Agro). Esses projetos combinam extensão relevante, investimento elevado, diferentes patamares de TIR de referência e resultados de leilão distintos, o que permite observar, ainda que de forma preliminar, a sensibilidade econômica do modelo. O site da ANTT informa, respectivamente, extensão de 303,4 km, 218,9 km, 530,6 km e 490,06 km; Capex de R$ 5,5 bilhões, R$ 5,0 bilhões, R$ 5,3 bilhões e R$ 4,4 bilhões; Opex* de R$ 3,7 bilhões, R$ 3,0 bilhões, R$ 4,9 bilhões e R$ 2,8 bilhões; e TIR de referência de 11,97%, 11,17%, 10,91% e 9,99% ao ano.

No plano recente do mercado primário de concessões federais, a ANTT registrou em 2024 a realização de 7 leilões de concessões rodoviárias, abrangendo 3.227,1 km e prevendo investimentos de R$ 78,3 bilhões, considerados *Capex e Opex. Entre os projetos mais recentes, a BR-381/MG foi leiloada em 29 de agosto de 2024, com duas propostas e desconto vencedor de 0,94% sobre a tarifa básica; a BR-040/495/MG/RJ foi leiloada em 30 de abril de 2025, com desconto vencedor de 14%; a Rota Agro (BR-060/364/GO/MT) recebeu cinco propostas em 18 de agosto de 2025 e desconto vencedor de 19,70%; e a Rota Sertaneja* (BR-153/262/GO/MG) foi arrematada em 6 de novembro de 2025 com desconto de 24,80%. O contraste entre esses resultados é útil para a AIR porque sugere que a calibração do retorno regulatório interage com atratividade, competição no leilão, percepção de risco e heterogeneidade regional dos projetos.

Para fins de mensuração preliminar, a AIR adota duas lentes quantitativas complementares. A primeira estima o efeito de variações de 50 e 100 pontos-base no retorno de referência sobre a necessidade anual de remuneração do capital, utilizando aproximação de primeira ordem dada por ΔReceita Anual ≈ Δ*WACC* × *CAPEX*. A segunda traduz, de forma meramente ilustrativa, variações de 1%, 3% e 5% na tarifa básica em custo adicional por viagem integral nos corredores selecionados, tomando por base o veículo de referência da tarifa básica. Trata-se, em ambos os casos, de exercícios estáticos e simplificados, que não substituem a modelagem contratual detalhada, mas permitem visualizar ordens de grandeza relevantes para a tomada de decisão regulatória.

Tabela 4. Benchmark quantitativo de projetos recentes de concessão rodoviária federal. Fonte: ANTT, páginas de projetos e notícias institucionais sobre os certames.

Projeto	Extensão (km)	TIR ref.	*CAPEX* (R$ bi)	*OPEX* (R$ bi)	Resultado do certame	Indicador regional	Leitura para a AIR
BR-381/MG	303,4	11,97%	5,5	3,7	29/08/2024; desconto vencedor de 0,94%	Corredor industrial e mineral em MG	Baixo desconto sugere maior sensibilidade a risco e *bankability*
BR-040/495/MG/RJ (*JF-Rio*)	218,9	11,17%	5,0	3,0	30/04/2025; desconto vencedor de 14%	Integra Juiz de Fora ao RJ; até 130 mil empregos	Projeto mostra espaço moderado para competição com retorno ainda robusto
BR-153/262/GO/MG (*Rota Sertaneja*)	530,6	10,91%	5,3	4,9	06/11/2025; desconto vencedor de 24,80%	Corredor do agronegócio; 77.225 empregos estimados	Maior competição com forte relevância logística para GO/MG
BR-060/364/GO/MT (*Rota Agro*)	490,06	9,99%	4,4	2,8	18/08/2025; desconto vencedor de 19,70%	Principal corredor do agronegócio; 101.421 empregos estimados	Indica que projetos de alta demanda podem comportar descontos relevantes

A partir dos dados de *Capex* divulgados para os quatro projetos selecionados, o estoque de investimento considerado no exercício ilustrativo soma aproximadamente R$ 20,2 bilhões. Com base nessa ordem de grandeza, uma recalibragem do modelo equivalente a 50 pontos-base no retorno de referência implicaria, em aproximação estática de primeira ordem, necessidade adicional de remuneração do capital da ordem de R$ 101 milhões por ano. Em cenário de 100 pontos-base, essa ordem de grandeza se eleva para cerca de R$ 202 milhões por ano. Esses valores devem ser lidos como sensibilidades preliminares do mercado regulado, e não como estimativas contratuais definitivas. Eles indicam, todavia, que pequenas variações na calibração do modelo podem produzir efeitos materiais sobre a receita requerida das concessionárias, sobretudo em carteiras extensas e intensivas em investimento.

Tabela 5. Sensibilidade ilustrativa do mercado regulado a variações no retorno de referência. Metodologia: aproximação de primeira ordem ΔReceita Anual ≈ ΔWACC × CAPEX.

Projeto	*CAPEX* (R$ bi)	Impacto anual com +0,5 p.p. no retorno (R$ mi)	Impacto anual com +1,0 p.p. no retorno (R$ mi)
BR-381/MG	5,5	27,5	55,0
BR-040/495/MG/RJ	5,0	25,0	50,0
Rota Sertaneja	5,3	26,5	53,0
Rota Agro	4,4	22,0	44,0
Total selecionado	20,2	101,0	202,0

Do ponto de vista dos usuários, a calibração do modelo se transmite às tarifas de forma indireta e contratualmente mais complexa. Para oferecer ordem de grandeza simples, a AIR simula o efeito de reajustes tarifários de 1%, 3% e 5% sobre o custo de uma viagem integral, em sentido único, nos corredores selecionados, tomando por base o valor da tarifa básica divulgada pela ANTT para o veículo de referência. O exercício não incorpora diferenciação por eixo, elasticidade de demanda, descontos tarifários ou efeitos de tráfego, razão pela qual deve ser lido como sensibilidade indicativa mínima para o usuário básico e, no caso do transporte de cargas, como piso do efeito financeiro, uma vez que veículos comerciais de múltiplos eixos suportam multiplicadores tarifários superiores. Em corredores como a *Rota Agro e a Rota Sertaneja*, esse efeito tende a repercutir mais intensamente sobre cadeias do agronegócio e fluxos logísticos interestaduais, ao passo que, em projetos como a BR-381/MG e a BR-040/495/MG/RJ, a calibragem do modelo também interage com deslocamentos metropolitanos, turismo, integração produtiva e segurança viária.

Tabela 6. Sensibilidade ilustrativa do custo por viagem integral ao usuário de referência, com variação tarifária de +3%.

Projeto	Tarifa básica de referência	Custo aproximado da viagem integral (R$)	Acréscimo com +3% de tarifa (R$)	Observação
BR-381/MG	R$ 0,1821/km	55,25	1,66	Base: 303,4 km
BR-040/495/MG/RJ	R$ 0,3551/km	77,73	2,33	Base: 218,9 km
Rota Sertaneja	R$ 0,13482/km (equiv.)	71,54	2,15	Conversão de tarifa publicada por 100 km
Rota Agro	R$ 0,1627/km (equiv.)	79,73	2,39	Conversão de tarifa publicada por 100 km

Os resultados acima sugerem três conclusões preliminares relevantes para a AIR. A primeira é que pequenas variações na calibração do retorno de referência podem produzir efeitos financeiros expressivos sobre a receita requerida do mercado regulado, especialmente quando consideradas carteiras extensas de projetos. A segunda é que, do lado do usuário, os impactos unitários por viagem tendem a parecer modestos quando observados isoladamente no veículo de referência, mas se tornam mais relevantes quando acumulados em fluxos de carga, cadeias logísticas intensivas em pedágio e tráfego recorrente de grande escala. A terceira é que os parâmetros econômico-financeiros dos leilões recentes (TIR, *Capex, Opex*, extensão, intensidade concorrencial e desconto vencedor) fornecem evidência empírica útil para testar a razoabilidade das alternativas de calibração propostas na presente AIR.

Esses resultados reforçam a importância de calibrar a metodologia com cautela. Um WACC regulatório subdimensionado pode comprometer competição, *financial close* e execução do investimento. Por outro lado, um WACC excessivamente elevado ou uma escolha demasiadamente protetiva do quantil dos CRs pode deslocar custos relevantes para usuários e cadeias produtivas, com reflexos sobre preço de transporte, custo logístico e economia regional. A utilidade regulatória da análise quantitativa, portanto, não está em produzir valor tarifário final isolado, mas em demonstrar a necessidade de critérios transparentes de calibragem, especialmente para os parâmetros de decisão situados na Camada B do modelo.

Em termos de economia regional e nacional, os próprios projetos recentes reforçam essa leitura. A ANTT estima aproximadamente 127,5 mil empregos associados ao projeto da BR-116/251/MG, 101.421 empregos na *Rota Agro*, 77.225 empregos na *Rota Sertaneja* e 91.104 empregos na Rota dos Cristais, além de efeitos esperados sobre segurança viária, fluidez e competitividade de corredores logísticos relevantes para a indústria, a mineração e o agronegócio. Isso evidencia que a calibração do *WACC* não se restringe a um parâmetro financeiro abstrato: ela afeta o ritmo potencial de investimento, o custo logístico e a capacidade de geração de externalidades positivas na economia real.

Em relação ao disposto no inciso VII-A do art. 6º do Decreto nº 10.411/2020, incluído pelo Decreto nº 11.243/2022, registra-se que a presente AIR não identificou necessidade de elaboração de seção autônoma específica para análise de impactos sobre microempresas e empresas de pequeno porte, tendo em vista que tais efeitos se encontram abrangidos pelas análises econômicas e quantitativas já desenvolvidas ao longo do relatório.

A metodologia de cálculo do *WACC* regulatório não estabelece obrigações, restrições ou requisitos diretamente direcionados a microempresas ou empresas de pequeno porte. Os efeitos regulatórios decorrentes da revisão metodológica possuem natureza predominantemente indireta e difusa, manifestando-se principalmente por meio de alterações nas condições de financiamento dos projetos, nos níveis tarifários e na dinâmica de investimentos associados às concessões rodoviárias federais.

Nesse contexto, esta análise quantitativa contempla os efeitos econômicos relevantes sobre os usuários do sistema rodoviário federal concedido, grupo no qual podem estar inseridas microempresas e empresas de pequeno porte que utilizam a infraestrutura regulada no exercício de suas atividades econômicas.

Sob a perspectiva dos impactos tarifários, eventuais elevações do *WACC* regulatório podem produzir efeitos indiretos de aumento de custos logísticos e operacionais para usuários que se enquadrem como microempresas ou empresas de pequeno porte, especialmente aqueles intensivos em transporte rodoviário. Por outro lado, reduções excessivas da remuneração regulatória também podem comprometer atratividade, competição, capacidade de financiamento e sustentabilidade econômico-financeira dos projetos, produzindo efeitos indiretos sobre qualidade, expansão e manutenção da infraestrutura.

Adicionalmente, também foram considerados os efeitos econômicos associados à ampliação dos investimentos e da atividade operacional das concessionárias. Nesse aspecto, parâmetros regulatórios mais aderentes às condições efetivas de financiamento possuem potencial para ampliar a execução de investimentos, contratação de serviços, geração de empregos e dinamização econômica das cadeias produtivas relacionadas à infraestrutura rodoviária, produzindo efeitos indiretos positivos sobre microempresas e empresas de pequeno porte prestadoras de serviços, fornecedoras ou participantes da economia local associada aos empreendimentos regulados.

Dessa forma, conclui-se que os impactos sobre microempresas e empresas de pequeno porte foram considerados no âmbito das análises econômicas gerais realizadas aqui, especialmente na avaliação dos efeitos tarifários, concorrenciais, financeiros e de investimento associados às alternativas metodológicas examinadas, não se verificando necessidade de tratamento apartado em seção específica.

10. RECOMENDAÇÃO PRELIMINAR DA AIR

À luz dos objetivos regulatórios múltiplos e do risco de ajustes casuísticos, a alternativa que, nesta etapa, apresenta melhor equilíbrio é a Alternativa 2: correções de aderência metodológica combinadas com redefinição dos CRs por bandas de quantis. Essa recomendação decorre da constatação de que é preciso aperfeiçoar os insumos do modelo e, é necessário, também, conferir maior transparência econômica à regra de decisão aplicável à distribuição simulada.

A recomendação, todavia, deve ser submetida à audiência pública como proposta inicial, justamente para colher contribuições quanto: (i) à calibragem final das bandas de quantis; (ii) à operacionalização dos critérios intrabanda; (iii) à consolidação dos aperfeiçoamentos metodológicos já identificados; e (iv) à mensuração dos impactos financeiros sobre o mercado regulado e sobre os usuários. Assim, a AIR não propõe fechamento definitivo e imutável, mas sim uma solução inicial tecnicamente fundamentada, passível de aperfeiçoamento no âmbito do processo participativo.

10.1. Fluxo decisório proposto para a aplicação regulatória dos CRs

Como desdobramento operacional da alternativa recomendada, propõe-se que a aplicação regulatória das classificações de risco observe fluxo decisório estruturado e auditável, composto pelas seguintes etapas:

· Estimar a distribuição do *WACC* regulatório a partir da metodologia probabilística revista, já incorporando os aperfeiçoamentos relativos à mediana anual do valor de mercado do capital próprio, à padronização parcial das janelas históricas, ao tratamento da dependência entre variáveis por cópulas, à utilização do beta *proxy* de mercado e ao cálculo de retornos logarítmicos, quando cabível.

· Extrair da distribuição simulada os quantis centrais preliminares e as respectivas bandas aplicáveis às classificações de risco, tomando, nesta etapa, como referência inicial os centros empíricos já identificados pelo script para CR0, CR1, CR2 e CR3.

· Avaliar o contexto macroeconômico-financeiro e a perspectiva do ciclo regulatório subsequente, com base em critérios objetivos previamente explicitados, tais como volatilidade macroeconômica, condições de crédito, ambiente de financiamento, sensibilidade do projeto ao custo de capital e efeitos distributivos da decisão regulatória.

· Posicionar o parâmetro aplicável dentro da banda correspondente à classificação de risco, observando a lógica de cenário benigno, neutro ou adverso, de modo a tornar explícita a repartição regulatória de incertezas entre usuários e concessionário.

· Submeter a escolha regulatória às salvaguardas de modicidade tarifária, de proporcionalidade e de coerência com os resultados dos estudos quantitativos de sensibilidade apresentados na AIR.

· Publicar, de forma motivada, a distribuição estimada, os quantis de referência, a banda considerada, o ponto selecionado e a justificativa técnica correspondente, de modo a assegurar rastreabilidade, transparência e auditabilidade do processo decisório.

Atenciosamente,

(assinado eletronicamente)

Yoshihiro Lima Nemoto

Especialista em Regulação

(assinado eletronicamente)

Carlos Alexandre Zago Pedroso

Especialista em Regulação

(assinado eletronicamente)

Daisy Assmann

Especialista em Regulação

De acordo, encaminhe-se ao GAB/DG .

(assinado eletronicamente)

Marcelo Cardoso Fonseca

Superintendente de Concessão da Infraestrutura

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS NORMATIVAS E INSTITUCIONAIS

ANTT. Resolução nº 6.002, de 22 de dezembro de 2022. Aprova a metodologia de cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital regulatório aplicável às concessões rodoviárias federais. Brasília, 2022.
ANTT. Resolução nº 6.003, de 22 de dezembro de 2022. Aprova a metodologia de classificação regulatória de risco aplicável às concessões rodoviárias federais. Brasília, 2022.
ANTT. Resolução nº 6.004, de 22 de dezembro de 2022. Aprova os *spreads* regulatórios aplicáveis às classificações regulatórias de risco das concessões rodoviárias federais. Brasília, 2022.
ANTT. Resolução nº 6.020, de 20 de julho de 2023. Aprova alterações no Regimento Interno da Agência Nacional de Transportes Terrestres e consolida as competências regimentais das unidades organizacionais da ANTT. Brasília, 2023.
ANTT. Resolução nº 6.048, de 5 de setembro de 2024. Altera dispositivos da Resolução nº 6.003, de 22 de dezembro de 2022. Brasília, 2024.
ANTT. Nota Técnica SEI nº 2786/2019/SUREG/DIR. Atualização da metodologia para cálculo da taxa de retorno do fluxo de caixa marginal – *WACC*. Brasília, 2019.
ANTT. Nota Técnica SEI nº 7681/2022/GEMEF/SUCON/DIR/ANTT. Metodologia de cálculo e resultado do *WACC* regulatório. Brasília, 2022.
ANTT. *Projetos de concessões rodoviárias federais*. Disponível em: https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/novos-projetos-em-rodovias. Acesso em: 28 abr. 2026.
ANTT. *Últimas notícias – leilões rodoviários*. Disponível em: https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ultimas-noticias. Acesso em: 28 abr. 2026.
BRASIL. Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019. Dispõe sobre a gestão, a organização, o processo decisório e o controle social das agências reguladoras. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 26 jun. 2019.
BRASIL. Decreto nº 10.411, de 30 de junho de 2020. Regulamenta a análise de impacto regulatório, de que tratam os arts. 5º, 6º e 7º da Lei nº 13.848, de 25 de junho de 2019, e o processo de participação social para a elaboração e revisão de atos normativos de interesse geral dos agentes econômicos, consumidores ou usuários dos serviços prestados. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 1º jul. 2020.
BRASIL. Decreto nº 11.243, de 21 de outubro de 2022. Altera o Decreto nº 10.411, de 30 de junho de 2020, para dispor sobre a consideração dos impactos regulatórios sobre microempresas e empresas de pequeno porte no âmbito das análises de impacto regulatório. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 24 out. 2022.
CGU. *Relatório preliminar de auditoria: avaliação do modelo de concessões rodoviárias federais*. Processo SEI nº 50500.141961/2024-96. Brasília, 2025.

REFERÊNCIAS INTERNACIONAIS INSTITUCIONAIS E REGULATÓRIAS

CWAG. Infrastructure Australia. *Guide to risk and uncertainty analysis*; *Assessment Framework 2021: Stage 3 – Developing a business case*. Sydney, 2021.
CMA. Competition and Markets Authority. *Working papers on cost of capital point estimate and calibration*. Londres, [s.d.].
OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *Best Practice Principles for Regulatory Impact Assessment*. Paris: OECD Publishing, 2020.

OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *Regulatory Impact Analysis: A Tool for Policy Coherence*. Paris: OECD Publishing, 2009.
OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *OECD Regulatory Policy Outlook 2021*. Paris: OECD Publishing, 2021.
OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *Cost of Capital for Infrastructure: A Practical Guide*. Paris: OECD Publishing, 2015.
OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *Risk and Return Characteristics of Infrastructure Investment*. Paris: OECD Publishing, 2015.
OECD. Organisation for Economic Cooperation and Development. *Recommendation of the Council on Regulatory Policy and Governance*. Paris: OECD, 2012.
OECD. Ofgem. *RIIO-3 Draft Determinations*; *RIIO-3 Final Determinations – Finance Annex*. Londres, [2024].
ITM. Australian Transport Assessment and Planning. *Guidelines for risk and uncertainty analysis in infrastructure projects*. Austrália, 2021.
NZCC. Commerce Commission. *Cost of capital topic paper – Part 4 Input Methodologies Review 2023*; *Guidelines for WACC determinations under the cost of capital input methodologies*. Wellington, 2023.

REFERÊNCIAS ACADÊMICAS E TÉCNICAS

CAMPBELL, John Y.; SHILLER, Robert J. Stock prices, earnings, and expected dividends. *Journal of Finance*, v. 43, n. 3, 1988.
COCHRANE, John H. *Asset Pricing*. Princeton: Princeton University Press, 2005.
DAMODARAN, Aswath. *Investment valuation: tools and techniques for determining the value of any asset*. 3. ed. New York: Wiley, 2012.
DAMODARAN, Aswath. *Betas setoriais desalavancados por indústria (Transportation sector)*. Disponível em: http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/. Acesso em: 28 abr. 2026.
GLASSERMAN, Paul. *Monte Carlo methods in financial engineering*. New York: Springer, 2003.
JOE, Harry. *Dependence modeling with copulas*. Boca Raton: CRC Press, 2014.
MCNEIL, Alexander J.; FREY, Rüdiger; EMBRECHTS, Paul. *Quantitative risk management: concepts, techniques and tools*. Revised ed. Princeton: Princeton University Press, 2015.
NELSEN, Roger B. *An introduction to copulas*. 2. ed. New York: Springer, 2006.
SHAO, Jun; TU, Dongsheng. *The jackknife and bootstrap*. New York: Springer, 1995.

Documento assinado eletronicamente por **YOSHIHIRO LIMA NEMOTO**, **Especialista em Regulação**, em 28/05/2026, às 16:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 21, inciso II, da Instrução Normativa nº 22/2023 da ANTT.

Documento assinado eletronicamente por **CARLOS ALEXANDRE ZAGO PEDROSO**, **Especialista em Regulação**, em 28/05/2026, às 16:10, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 21, inciso II, da Instrução Normativa nº 22/2023 da ANTT.

Documento assinado eletronicamente por **MARCELO CARDOSO FONSECA**, **Superintendente**, em 28/05/2026, às 17:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 21, inciso II, da Instrução Normativa nº 22/2023 da ANTT.

Documento assinado eletronicamente por **DAISY ASSMANN**, **Especialista em Regulação**, em 01/06/2026, às 15:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 21, inciso II, da Instrução Normativa nº 22/2023 da ANTT.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.antt.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **43033880** e o código CRC **87EE0557**.

Referência: Processo nº 50500.029039/2026-93 SEI nº 43033880