

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS TARIFÁRIOS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA FREE-FLOW EM RODOVIA FEDERAL

INDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA <i>FREE-FLOW</i>	2
2.1. Desafios na Implantação do Sistema <i>Free-Flow</i>	2
2.2. Incentivos à Utilização de Sistema <i>Free-Flow</i>	4
3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO	6
3.1. Delimitação da Área de Estudo de Caso	6
3.2. Caracterização do Cenário-Base e Análise da Proporcionalidade Tarifária	6
3.3. Cálculo do Momento de Transporte do Modelo Proposto	7
3.4. Cálculo dos Custos do Sistema <i>Free-Flow</i> de Cobrança Proposto	8
3.5. Simulação dos Cenários de Implantação do Sistema <i>Free-Flow</i>	8
3.6. Cálculo do Índice de Inadimplência Admissível	9
4. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO	9
4.1. Análise do Momento de Transporte nos Cenários	10
4.2. Análise da Tarifa Quilométrica para os Cenários	10
4.3. Análise do índice de Inadimplência	11
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	13
REFERÊNCIAS	16
TABELAS	18
FIGURAS	18

AVALIAÇÃO DOS IMPACTOS TARIFÁRIOS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA FREE-FLOW EM RODOVIA FEDERAL

1. INTRODUÇÃO

O sistema de cobrança tarifária *free-flow* já está implementado no Brasil, especialmente em parte da concessão da RioSP, e possui o potencial de provocar mudanças significativas nas políticas de tarifação das infraestruturas rodoviárias. Contudo, um ponto crucial a ser considerado é o aumento esperado da inadimplência dos usuários, devido à ausência de barreiras físicas que impeçam a passagem sem o pagamento da tarifa devida.

Nesse breve contexto, a presente monografia, tem como objetivo geral apresentar um “Método para avaliação do potencial de arrecadação, as variações tarifárias e a estimativa do índice de inadimplência admissível da implantação do sistema *free-flow*, por meio de um estudo de caso em uma rodovia federal do Brasil”. Assim, num primeiro momento, a partir dos estudos da literatura científica são apresentados os resultados de uma revisão da literatura para identificar as características, vantagens, desvantagens e os desafios a serem superados para a ampliação do uso do sistema *free-flow* no país. Num segundo momento são apresentados o método e a avaliação dos impactos tarifários da adoção do sistema *free-flow* em um estudo de caso na BR-101/RJ/SP.

Para avaliar os impactos tarifários no fluxo de caixa da BR-101/RJ/SP, foram simulados dois cenários de implementação do *free-flow*: *i*) Substituição das praças de pedágio previstas: Implementação do *free-flow* nos mesmos pontos das praças de pedágio originais, resultando em uma redução tarifária de 14% ou permitindo uma margem para absorver até 13,5% de perda de receita anual devido à inadimplência; e, *ii*) Modelo de *free-flow* puro com cobrança por trecho homogêneo em 17 pontos: Este cenário propõe um modelo de cobrança por trecho homogêneo em 17 pontos de cobrança, visando alcançar maior justiça tarifária. Contudo, isso implica em um aumento significativo (24%) na tarifa quilométrica em relação ao cenário-base.

Para analisar a viabilidade desses cenários simulados, foi utilizado o conceito de inadimplência admissível, que representa o ponto em que o equilíbrio econômico-financeiro da concessão é mantido com as tarifas e taxas internas de retorno originais do projeto. Os Estudos de Viabilidade da concessão da BR-101/RJ/SP foram fundamentais para subsidiar as análises da implantação do *free-flow* em parte do trecho concedido. Além disso, foram

calculados os custos do sistema de cobrança e o momento de transporte para o modelo proposto.

Em resumo, enquanto a substituição das praças de pedágio por pórticos de cobrança *free-flow* nos mesmos pontos estudados originalmente apresenta vantagens claras, como a redução tarifária e a capacidade de absorver inadimplências, a adoção de um modelo de cobrança por trecho homogêneo implica em desafios adicionais, como o aumento da tarifa quilométrica. Essas considerações são essenciais para a tomada de decisão sobre a expansão do sistema *free-flow* nas rodovias brasileiras.

Assim, a monografia está dividida em quatro itens, seguida da introdução, o segundo item apresenta a revisão da literatura da implantação do sistema do sistema *free-flow* focando nos desafios e os incentivos à utilização do sistema. No terceiro item são apresentadas as seis etapas do método de avaliação aplicado ao estudo de caso em trecho da concessão da BR-101/RJ/SP. A análise dos resultados da simulação do estudo de caso é apresentada no item quatro, e finalmente no quinto item as considerações finais e conclusões.

2. IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA *FREE-FLOW*

2.1. Desafios na Implantação do Sistema *Free-Flow*

Os sistemas *free-flow* de pedágio eletrônico (ou mais precisamente chamado *de Open Road*) são mais do que uma simples evolução da identificação automática de veículos (*Automatic Vehicle Identification - AVI*) atualmente disponível nas praças de pedágio do país. O sistema *free-flow* possibilita a passagem sem redução da velocidade e a cobrança eletrônica da tarifa com pagamento posterior através de boleto ou débito em conta. Uma das principais diferenças do sistema *Open Road* para o sistema AVI atualmente em uso no Brasil está na necessidade de garantia da captura contínua, estando o veículo em qualquer posição dentro da zona de coleta, geralmente com mais de uma faixa de tráfego. Essa necessidade se dá devido à inexistência de canalização do fluxo de tráfego, como ocorre nas praças de pedágio, uma vez que a identificação e a tarifação dos veículos ocorrem nas seções típicas da via.

Entretanto, o sistema *free-flow* introduz uma nova série de questões para a cobrança de pedágio, em particular a visão do usuário como cliente. Integração, atendimento ao cliente, interoperabilidade e o que fazer com usuários pouco frequentes e infratores tornam-se aspectos significativos a serem considerados ao projetar e implementar tais sistemas (Willumsen, 2004).

Tudo isso somado às diferentes tecnologias e esquemas de cobrança, implica em muitas complexidades técnicas e políticas, tanto na consideração inicial sobre a introdução da cobrança eletrônica e em qualquer desenvolvimento subsequente. É fundamental alcançar um equilíbrio entre a promoção da modicidade tarifária, de uma melhor segurança da receita (menor evasão de renda), de uma adequada mobilidade, da satisfação do usuário quanto ao serviço prestado e do financiamento da infraestrutura rodoviária disponibilizada (Santos e Ribeiro, 2018).

Decidir sobre tais estratégias com antecedência pode ajudar na implementação de um Sistema Eletrônico de Cobrança de Pedágio (*Electronic Toll Collection* - ETC) como o *free-flow*. Além disso, visando o sucesso da implantação e operação de um sistema *free-flow* de pedágio eletrônico no Brasil, é necessário dispor de uma fiscalização eficiente de possíveis violações do sistema. E, apesar de todos os benefícios da cobrança *free-flow*, o que pode dificultar a implantação do sistema é a tendência de aumento do percentual de usuários inadimplentes, frente ao sistema convencional. A necessidade de instalação do *tag* para o cadastro dos usuários pagantes é uma das principais causas da eventual evasão, já que os usuários não cadastrados também conseguem circular livremente pela via (CNT, 2020).

As publicações das Resoluções CONTRAN, nº 984 e nº 985, em dezembro/2022, relacionadas ao *free-flow* dispõem sobre a implementação do sistema e aprova o Manual Brasileiro de Fiscalização de Trânsito (MBFT), respectivamente. A primeira trata da implementação do sistema *free-flow* em rodovias e vias urbanas e dispõe sobre os meios técnicos a serem utilizados para garantir a identificação dos veículos que transitem por essas vias. Enquanto a segunda resolução aborda a questão da infração prevista no art. 209-A do Código de Trânsito Brasileiro – CTB, de multa pelo não pagamento do pedágio cobrado pelo uso de rodovias e vias urbanas. Percebe-se que as alterações feitas na legislação de trânsito, relacionadas à cobrança eletrônica de pedágio, demonstra a preocupação do governo brasileiro com a maior efetividade da fiscalização e punição dos evasores, objetivando minimizar a inadimplência e no impacto no equilíbrio econômico-financeiro da concessão.

No cenário internacional, no que diz respeito à política de fiscalização, a experiência chilena se mostrou eficaz para desencorajar a violação de pedágio. A cobrança de multa é 40 vezes superior ao montante evadido e a não renovação do certificado de matrícula do veículo pelas Câmaras Municipais se um número de placa não pagou as multas associadas a ele. Apesar de serem políticas eficazes, alguns problemas surgiram ao longo dos anos. Houve saturação dos tribunais de justiça, que tem que enviar as informações sobre sonegadores de

pedágio para os municípios, resultando em importantes atrasos no processo. Também alguns municípios não agiram de forma rigorosa nas renovações de registro de veículos porque as taxas recebidas dessas renovações são uma importante fonte de receita para os governos locais (Vassallo *et al.*, 2020).

Sabendo da importância da efetividade da cobrança em um sistema eletrônico de pedágio sem barreiras, a cobrança na Áustria acontece tanto pelos pórticos estacionários e equipamentos de fiscalização portáteis quanto por uma unidade de controle móvel (“agentes de cobrança de pedágio”), se houver necessidade. Os agentes não são uma segunda polícia, as suas competências estão restritas apenas ao pedágio. Estão autorizados por lei a parar veículos por razões de controle, a receber pagamento da tarifa de pedágio, evitar que os sonegadores de pedágio continuem a viagem ou dar início nos procedimentos de punição (Schwarz-Herda, 2005).

Dessas experiências, percebe-se que é muito importante conscientizar o público sobre os benefícios do regime de cobrança. É provável que um esquema impopular tenha baixa conformidade. Manter o esquema de cobrança o mais simples possível também é essencial, de modo a evitar que pessoas incorram em penalidade porque não compreendem o sistema (Ellis, 2012). De toda forma, a implantação do *free-flow* precisará contemplar mecanismos que sustentem uma taxa de perda de receita aceitável a fim de que o impacto na receita do projeto não provoque consequências financeiras e econômicas para o fluxo de caixa da concessão, com reflexos na saúde financeira e, por consequência, continuidade das operações da rodovia (IBL, 2021).

2.2. Incentivos à Utilização de Sistema *Free-Flow*

Devido às dificuldades e riscos envolvidos na cobrança dos usuários após terem percorrido a rodovia pedagiada de fluxo livre, garantir a cobrança por meio do sistema eletrônico é de suma importância. Os resultados do estudo realizado por Jou *et al.* (2011) e Jou e Huang (2013) revelaram que os usuários de rodovias de curta distância que não passam por praças de pedágio estavam menos dispostos a pagar por um dispositivo eletrônico colocado no veículo (*On-Board Unit*) OBU. Além disso, a disposição para pagar o preço dos pedágios aumentou com a distância percorrida. Ainda, este estudo demonstrou que os usuários de rodovias de curta distância que não passam pelas praças de pedágio evidenciaram baixos níveis de disposição a pagar devido a diversos fatores, como “baixa taxa de uso da rodovia”, “viagens fora do horário de pico” e “curto tempo de viagem”.

No caso de Taiwan ficou evidenciado que a opção do governo em subsidiar o TAG, quando percebeu que a adesão à OBU de infravermelho não teve sucesso, foi bastante assertiva, uma vez que em pouco tempo a adesão dos usuários às TAGs para pagamento eletrônico passou de 40% para 93% e o número de veículos pagantes aumentou em 16,9%. Os subsídios de TAGs, além do desconto de 10% para a adesão de ETC, estão diretamente relacionados ao aumento da captação de usuários pagantes, logo, ao aumento da receita (Tseng e Pilcher, 2022).

Heras-Molina *et al.* (2017) concluíram que a posse de TAG para pagamento automático de pedágio está principalmente relacionada aos atributos relacionados à viagem, como a frequência de viagens, o motivo da viagem e o fato de tratar-se de conduzir por motivos de trabalho, enquanto as características socioeconômicas pessoais (renda e idade) desempenham um papel menor. Ainda, de acordo com os resultados, apuraram que a entrega gratuita de dispositivos de etiquetas seria uma política eficaz para incentivar os indivíduos a adotar a cobrança de pedágio eletrônica e a fazer uso adicional de estradas com pedágio, devido aos benefícios proporcionados pelos sistemas de ETC.

Holgín-Veras *et al.* (2020) mostraram que o público está mais inclinado a aceitar esquemas de cobranças de pedágio com descontos tarifários, o que evidencia a importância dos esforços de divulgação destinados a promover a ideia de que os descontos para uso de ETC são políticas justas porque procuram fomentar os benefícios. Para Bueno *et al.* (2017) fornecer ao público informações detalhadas sobre seus objetivos e impactos potenciais é essencial para garantir o sucesso da tarifação rodoviária, dado que os indivíduos não têm experiências nas quais basearem sua opinião.

Como apresentado nos itens anteriores, dentre os desafios enfrentados, destaca-se a questão da inadimplência, um risco crucial a ser considerado na análise de viabilidade da implementação do sistema *free-flow*. Nesse sentido, o próximo item apresenta o método utilizado para simular a cobrança *free-flow*, com o objetivo de avaliar o impacto financeiro no fluxo de caixa da concessão. Além disso, visa determinar um índice de inadimplência admissível para o projeto, assegurando que não comprometa o equilíbrio econômico-financeiro do contrato. Essas informações são essenciais para orientar os planejadores de novos estudos de concessões e os gestores dos contratos em vigor na gestão do compartilhamento de riscos.

3. MÉTODO DE AVALIAÇÃO

3.1. Delimitação da Área de Estudo de Caso

Considerando a realidade brasileira, em relação ao sistema de cobrança de pedágio em fluxo livre, a área de estudo de caso foi o trecho da BR-101/RJ/SP, entre Itaguaí/RJ e Ubatuba/SP, com 270 km de extensão, do entroncamento com a BR-465/RJ-095 até a Praia Grande, em Ubatuba/SP. Trata-se de parte da extensão total concedida à concessionária CCR, por meio do Edital nº 03/2021, cuja concessão é denominada RioSP, com duração total do contrato de concessão é de 30 anos (Figura 1).

Para avaliação, foram simulados dois cenários de cobrança *free-flow* na BR-101/RJ/SP. O primeiro cenário apenas substituindo as praças de pedágio previstas no cenário-base (situação atual) por pórticos *free-flow*, mantendo os três pontos originais de cobrança. O segundo cenário simulando a cobrança *free-flow* por trecho homogêneo do segmento rodoviário, adicionando, portanto, novos pontos de cobrança em relação ao primeiro cenário.

3.2. Caracterização do Cenário-Base e Análise da Proporcionalidade Tarifária

O sistema de cobrança do cenário-base possui previsão de três praças de pedágio na BR-101/RJ/SP, sendo o trecho de cobertura de 93,66 km para a praça denominada P8, de 93,60 km para a P9 e de 83,04 km para a P10 e tarifas de R\$ 4,10, R\$ 4,09 e R\$ 4,10, respectivamente, na data-base de outubro/2019. A previsão de arrecadação de receita tarifária foi considerada a partir do 2º ano de concessão.

O trecho rodoviário selecionado para a simulação é composto por dezessete trechos homogêneos. A tarifa quilométrica (TKM) da BR-101/RJ/SP do cenário-base é de R\$ 0,0437 para pista simples e de R\$ 0,0569 para pista duplicada, ambas na data-base outubro de 2019. A mesma proporção entre as tarifas foi usada na simulação. A Taxa Interna de Retorno (TIR) também é a mesma do cenário-base, sendo de 8,47%.

Para a análise da proporcionalidade no cenário-base, foi usado o conceito de tarifa quilométrica real (TKMR). Dada a tarifa quilométrica nominal (TKM) do cenário-base, que se difere para pista simples e pista dupla, e o respectivo trecho de cobertura de cada ponto de cobrança, a tarifa cobrada para um automóvel é calculada pela Equação 1.

$$Tarifa_i = TKM_{ps} \times TC_{psi} + TKM_{pd} \times TC_{pdi} \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que : $Tarifa_i$ = Tarifa no i-ésimo ponto de cobertura [R\$]

: TKM_{ps} = Tarifa quilométrica de pista simples [R\$]

: $TKMpd$ = Tarifa quilométrica de pista dupla [R\$]

: $TCpsi$ = Trecho de Cobertura em pista simples no i -ésimo ponto de cobertura [km]

$TCpdi$ = Trecho de Cobertura em pista dupla no i -ésimo ponto de cobertura [km]

A real tarifa quilométrica percebida pelo usuário é calculada pela Equação 2, que foi utilizada para calcular a tarifa quilométrica real dos 153 pares de trechos homogêneos que constituem trajetos da rodovia (origem e destino).

$$TKMreal = Tarifa / Distância Percorrida \quad (\text{Eq. 2})$$

Em que : $TKMreal$ = Tarifa quilométrica real [R\$/km]

A partir da comparação entre a tarifa quilométrica nominal e a real, é possível quantificar as distorções causadas pelo modelo de praças do cenário-base. Assim, na Figura 2 são apresentados os 153 trajetos, em que a linha corresponde ao trecho de origem da viagem enquanto a coluna representa o trecho de destino. Para cada trajeto, é mostrada a tarifa quilométrica real para o cenário-base e a diferença entre o valor pago nesse cenário e o valor pago caso a cobrança fosse feita conforme os trechos homogêneos percorridos.

É esperado que a cobrança por trecho homogêneo traga novos usuários ao sistema, que no cenário-base trafegavam apenas entre as praças. Entretanto, isso não leva a um aumento equivalente na receita tarifária. Como um dos objetivos do *free-flow* é promover a cobrança proporcional à distância percorrida, parte ou toda receita adicionada pelos novos usuários deve ser usada para desonerar os usuários que subsidiavam o sistema. Desse modo, o cálculo do momento de transporte permite a comparação do potencial de arrecadação de receita tarifária de cenários com trechos de cobertura distintos.

3.3. Cálculo do Momento de Transporte do Modelo Proposto

Para o estudo de caso, a projeção do tráfego considerada para todo o período de concessão foi a do próprio estudo de tráfego do EVTEA. De posse dos dados de volume de tráfego equivalente de cada trecho homogêneo, foi calculado o Momento de Transporte (Equação 3) no j -ésimo ano [km veic_{eq}/dia]. Isso permite a comparação do potencial de arrecadação de modelos com trechos de cobertura distintos.

$$MT_j = \sum_{i=1}^{17} VDMAeq_{i,j} TC_i \quad (\text{Eq. 3})$$

A cobrança por trecho homogêneo ao aumentar o número de pontos de cobrança tende a diluir o valor de tarifa cobrado em cada ponto. Dessa forma, em geral, o benefício obtido pelo usuário ao usar uma rota de fuga ou migrar para outro modo de transporte é menor, enquanto o custo de fazê-lo permanece o mesmo. Portanto, a expectativa é de aumento no Momento de Transporte decorrente da diminuição das taxas de fuga. Entretanto, no presente estudo, não foi avaliada a variação da taxa de fuga, tendo em vista que no estudo original do lote concedido as projeções de tráfego foram feitas por meio de *software*, não utilizado no presente estudo. Portanto, foi mantida a projeção de tráfego do EVTEA de cada trecho homogêneo.

3.4. Cálculo dos Custos do Sistema *Free-Flow* de Cobrança Proposto

A consideração dos equipamentos adotados para a simulação de cobrança pelo sistema *free-flow* e respectivos custos foi baseada no próprio estudo de viabilidade da concessão Inovadutra (ANTT, 2020), que já previa a implantação de *free-flow*, mas apenas para o trecho metropolitano da BR-116/SP. Nos custos, foram considerados o dimensionamento dos itens de implantação e manutenção do sistema, a estrutura dos pórticos e dos equipamentos de identificação do veículo, e painéis eletrônicos de mensagem para informar o usuário sobre a tarifação (Tabela 1). Além dos equipamentos, deve ser prevista a implantação de geradores para garantir o fornecimento de energia elétrica mesmo em condições de interrupção da rede pública. Para o modelo operacional, foram estabelecidas as funções de supervisor de pedágio e agente de verificação de imagens (Tabela 2).

Assim, foi possível realizar a comparação entre o cenário-base e os cenários simulados com 3 e 17 pontos de cobrança (Figura 3). Os custos do sistema de cobrança *free-flow* proposto com apenas 3 pórticos em substituição às praças de pedágio, foram estimados em R\$ 30,7 milhões, uma redução de 86% em relação ao cenário-base.

3.5. Simulação dos Cenários de Implantação do Sistema *Free-Flow*

A simulação dos cenários foi feita atualizando, na planilha do EVTEA da concessão da BR-101/RJ/SP, os dados obtidos nas etapas anteriores. Para ambos os cenários simulados, o equilíbrio do fluxo de caixa do projeto foi obtido variando a TKM de pista simples da BR-101/RJ/SP, para a manutenção da TIR original do projeto de 8,47%.

No caso do cenário-1, alterou-se apenas os custos de investimentos e operacionais relativos ao sistema de arrecadação da BR-101/RJ/SP. Enquanto para o cenário 2, além de

alterar os custos, considerando nesse caso o valor relativo à implantação e operação dos 17 pórticos, adicionou-se o momento de transporte de todos os trechos homogêneos no cálculo da receita tarifária.

Em um processo iterativo, a TKM de pista simples foi alterada, considerando a TIR de 8,47%, até o atingimento do equilíbrio econômico-financeiro (zerando o VPL). A TKM de pista dupla, por sua vez, é alterada automaticamente, uma vez que é definida como um percentual da TKM de pista simples.

3.5. Cálculo do Índice de Inadimplência Admissível

O conceito de inadimplência admissível surge a partir da ideia de se ter um saldo positivo no fluxo de caixa do projeto após a alteração do sistema de arrecadação, seja pela redução dos custos de investimento e operação do novo sistema ou pelo aumento na arrecadação de receita devido ao aumento da base de usuários pagantes.

Assim, considera-se um índice máximo admissível de frustração de receita de pedágio, de modo a manter o equilíbrio econômico-financeiro do projeto, para a mesma TIR original do projeto. A fórmula da receita tarifária foi alterada na planilha do EVTEA, conforme apresentado na Equação 4.

$$R = \sum_{j=3}^{30} (1 - I) \times VDMAeq_j \times Tarifa_i \times (1 + DBT_j) \times sazonalidade \quad (4)$$

Em que: I = Índice de inadimplência [%]

Desse modo, o procedimento para o cálculo da receita é o mesmo do cenário-base, porém com a inclusão do parâmetro de inadimplência (I). O índice de inadimplência se refere à fração não paga da receita projetada e deve ser entendido em sentido amplo, para qualquer forma de não pagamento de veículos que atravessem os pórticos do sistema *free-flow*.

Em um processo iterativo na planilha Excel, o índice foi alterado até a obtenção da TIR de 8,47% com a tarifa quilométrica de R\$ 0,0437 para pista simples, quando corresponde ao índice de inadimplência admissível.

Um cenário foi simulado considerando para o 1º ano de cobrança a frustração de receita de 20%. Para tanto, fixou-se esse percentual para o ano 3 e do mesmo modo da obtenção do 1º índice, zerou VPL variando o índice I dos demais anos. E um último cenário, considerando dessa vez o percentual padrão de 20% de frustração de receita anual. O reequilíbrio do fluxo de caixa nesse caso foi obtido através de um processo iterativo da TKM de pista simples, para manter a TIR original do projeto.

4. RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

4.1. Análise do Momento de Transporte nos Cenários

O momento de transporte calculado de todos os pontos de cobrança e acumulado ao longo dos 30 anos de concessão foi 22,8% menor no cenário com cobrança por trecho homogêneo em relação ao cenário-base. Este percentual representa um menor potencial de arrecadação em um cenário de cobrança de pedágio sendo feita por segmento homogêneo, não confirmando a expectativa de aumento da base de usuários pagantes. Na Figura 4, é apresentado o momento de transporte do ano de 2023 no cenário-base e no cenário com cobrança por trecho homogêneo (cenário 2).

A redução do momento de transporte no cenário simulado com cobrança em cada um dos 17 trechos homogêneos evidencia a opção no estudo da INOVADUTRA de alocar os pontos de cobrança da BR-101/RJ/SP nos trechos com os maiores volumes de tráfego, apontados no Relatório de Tráfego, objetivando maior montante de receita tarifária para melhor viabilidade do projeto.

Em estudos anteriores de simulação de cobrança *free-flow* foi obtido o resultado esperado, o de aumento do momento de transporte no cenário com cobrança por trecho homogêneo. Por exemplo, Barbosa (2013) obteve um aumento de 2% no momento de transporte em estudo de caso para a concessão estadual da MG-050. Diferentemente da simulação apresentada na presente monografia, o autor citado realizou uma simulação computacional da malha rodoviária. Por sua vez, Schurgelies *et al.* (2022) obtiveram um aumento de 3,6% no cenário com cobrança por trecho homogêneo da BR-101/SC, após recalculas as taxas de fuga do cenário-base. Mas, sem a consideração de fugas, desvios ou inadimplência, o momento de transporte associado ao cenário-base foi de 1,6% maior do que da cobrança por trecho homogêneo.

4.2. Análise da Tarifa Quilométrica para os Cenários

Na Figura 5 são mostradas as TKMs obtidas de pista simples (PS) e pista dupla (PD) para cada cenário simulado. A substituição de praças de pedágio por pórticos (cenário-1 simulado) implicou a redução de 14% da tarifa quilométrica do cenário-base, tendo em vista a redução dos custos do sistema de arrecadação. Enquanto o aumento dos pontos de cobrança com pórticos *free-flow* (cenário 2 simulado) resultou a elevação de 24% da tarifa quilométrica do cenário-base.

As tarifas mostradas na Figura 6 são relativas à categoria 1 de veículos (veículo de passeio de 2 eixos), e foram calculadas a partir das TKMs de pista simples e de pista dupla de cada cenário, dispostas na Figura 5, multiplicadas pelo trecho de cobertura de cada ponto de cobrança, conforme disposto na Equação 1.

Portanto, comparando as tarifas de pedágio pagas para cada cenário, desconsiderando o arredondamento tarifário normalmente aplicado nas tarifas cobradas e a atualização do valor, no caso do cenário-base, o usuário que passar pelos três pontos de cobrança deve desembolsar R\$ 12,29. Se for considerada a cobrança por pórticos, em substituição às praças, o usuário pagaria R\$ 10,62. Já para a cobrança por trecho homogêneo, o usuário que passar pelos 17 pontos de cobrança, ou seja, percorrer todo o trecho concedido pagaria R\$ 15,20.

Apesar do aumento do valor tarifário a ser pago no cenário 2 no caso de percorrer os 270 km de rodovia, é importante destacar que comparando apenas os trajetos entre os trechos homogêneos onde estão localizados os pontos de cobrança do cenário-base ou cenário-1, ou seja, TH 7 – TH13 com extensão de 167,5 km, o valor a ser despendido seria de R\$ 9,19 frente aos R\$ 12,29 e 10,62, dos cenário-base e cenário-1, respectivamente, conforme destacado na Figura 6.

4.3. Análise do índice de Inadimplência

Como apresentado nos estudos citados no item 2, um importante fator de risco que deve ser levado em conta é a evasão de pedágio, que tende a aumentar o percentual de inadimplência por não ter uma barreira física que impeça a continuidade da viagem sem a realização do pagamento devido.

Por um lado, no caso do cenário-2 simulado, como o momento de transporte reduziu com a cobrança por trecho homogêneo, não há margem no fluxo de caixa para suportar qualquer percentual de inadimplência sem haver desequilíbrio econômico-financeiro. Por outro lado, para o cenário-1 simulado é possível aplicar o conceito de inadimplência admissível a fim de se obter o percentual máximo suportado pelo fluxo de caixa de modo a manter a tarifa de pedágio do cenário-base.

Assim, após iterações na planilha de cálculo em Excel, o percentual de inadimplência que igualaria os ganhos com a redução no custo operacional seria de 13,57%. Sendo este calculado de modo linear, do 3º ano concessão, quando foi previsto o início da arrecadação da tarifa de pedágio, até o 30º ano concessão. Ou seja, 13,57% é o limite anual de frustração de

receita projetada que não prejudica o equilíbrio econômico-financeiro do fluxo de caixa do projeto.

Quando comparado o resultado obtido, com outros estudos, por exemplo, a KPMG (2019) obteve índices de evasão variando entre 2% e 15%, considerando apenas os operadores em modelo AETC (*All Electronic Toll Collection*), nos moldes do *free-flow*. Portanto, o índice de inadimplência admissível calculado, no presente estudo para o projeto, pode não ser o suficiente frente ao real índice de evasão observado, o que comprometeria o fluxo de caixa da concessão.

Para a segunda simulação realizada em relação ao índice de inadimplência, considerando para o 1º ano de cobrança o pior cenário de inadimplência do estudo de Benchmarking realizado pela KPMG, de 20% (KPMG, 2019), frente às economias estimadas no presente estudo para o projeto, foi obtido o valor de 13,11% de inadimplência para os demais anos concessão.

Na última simulação feita, considerando dessa vez o percentual fixo de 20% de frustração de receita anual de modo a obter a tarifa de equilíbrio do fluxo de caixa, o resultado foi um aumento de 8% da tarifa quilométrica em relação a do cenário-base. Isto representa o percentual de aumento tarifário que os 80% de usuários adimplentes teriam que suportar frente às inadimplências anuais. Para uma situação de patamar tarifário de R\$ 4,00, o aumento de 8% representaria R\$ 0,32 em cada ponto de cobrança.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Da literatura apresentada, constata-se os inúmeros benefícios relacionados à implantação de sistemas *free-flow* ao redor do mundo (Reichert e Taco, 2023). Dentre os quais convém destacar a justiça tarifária, a melhora da fluidez das vias, a redução de acidentes nas praças de pedágio, a diminuição dos custos operacionais dos veículos e os ganhos ambientais observados em termos de emissões de poluentes. Nesse sentido, a legislação brasileira e as políticas públicas relacionadas à modernização dos sistemas de arrecadação de pedágio têm avançado no intuito de proporcionar ao país os ganhos já observados e experimentados por outras nações que já adotam o *free-flow* em suas rodovias. Para alcançarem o sucesso, esses países tiveram de promover uma série de adequações em sua regulação e em seus normativos, caminho este que deverá ser percorrido também pelo Brasil. Assim, convém mencionar alguns aspectos encontrados nas referências estudadas que

fornecem subsídios interessantes sobre os próximos passos a serem adotados pelo governo brasileiro para a efetiva implementação desse sistema no país.

Dentre os entraves de diferentes naturezas (tecnológica, legal, de *enforcement* e de incentivos) para a adoção do *free-flow* no país, a questão da tecnologia aparenta ser a de menor relevância, uma vez que o Brasil já trabalha com as tecnologias mais usuais para identificação de veículos observadas na literatura, que são o RFID e o OCR (Milenkovic et al., 2018; Vassallo et al., 2020). Alinhado ao incentivo de não cobrança de *tags*, outro mecanismo verificado na literatura e que já está sendo considerado nos contratos de concessão é a oferta de descontos aos usuários que optarem pelo sistema eletrônico de pagamento de pedágio, ainda que tal frustração de receita esteja sendo compartilhada entre todos os usuários da via para que se mantenha o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos. Mas o sucesso da implantação desse novo sistema de cobrança tarifária está diretamente relacionado a uma fiscalização efetiva e consequente punição dos evasores desde o início da cobrança eletrônica. Isto será essencial para sinalizar para os usuários infratores as consequências decorrentes do não pagamento da tarifa de pedágio no prazo estabelecido, de modo a contribuir para a redução das inadimplências.

A respeito da adoção do sistema *free-flow* em substituição às praças de pedágio, visando a redução de custos de arrecadação, o menor impacto ambiental e a fluidez no tráfego, as simulações realizadas para o trecho da BR-101/RJ/SP demonstraram que a implantação dos pórticos de cobrança *free-flow* nos mesmos pontos de cobrança originalmente estudados é vantajosa. Como apresentado, obteve-se uma redução tarifária de 14% ou permitindo margem para absorver até 13,5% de frustração de receita anual em função das inadimplências, que tende a ser maior do que no cenário com praça de pedágio. Porém, no que tange ao objetivo de justiça tarifária, a cobrança da tarifa de pedágio sendo feita igual no cenário-base, em apenas 3 pontos da rodovia, não viabiliza uma cobrança por quilômetro percorrido, no caso de o usuário não percorrer a extensão total do trecho.

O resultado da simulação para o caso de uma inadimplência anual de 20%, que com base em uma pesquisa realizada pela KPMG (2019) foi o maior percentual de inadimplência apontado, haveria um aumento de 8% da tarifa quilométrica em relação a do cenário-base, que representa o percentual de aumento tarifário que os 80% de usuários adimplentes teriam que suportar frente às inadimplências anuais.

É importante levar em conta que o estudo da substituição de praças por pórticos foi em um cenário em que as praças de pedágio não existiam. A alteração do sistema de cobrança

quando a praça já está construída, pode não trazer economia ao projeto, uma vez que não terá redução dos custos de investimentos e os custos com demolição e adequação das faixas de tráfego ainda caberão ser considerados.

Por outro lado, a simulação da cobrança por trecho homogêneo na rodovia em estudo, que aumenta 14 pontos de cobrança, apesar de atingir o objetivo de justiça tarifária, implicou a elevação em 24% da tarifa quilométrica do cenário-base. Além do menor potencial de arrecadação em relação ao cenário-base, o aumento do número de equipamentos necessários em função do aumento dos pontos de cobrança acaba por onerar de forma considerável o projeto.

Cabe destacar que o referido aumento da TKM se deu sem considerar qualquer aumento do percentual de inadimplência. Sendo confirmada a tendência de aumento da inadimplência devido à alteração do sistema de cobrança, o aumento de 24% calculado seria ainda maior, uma vez que o equilíbrio econômico-financeiro do projeto deve ser mantido. O aumento tarifário resultante dependeria das premissas da matriz de risco do contrato, que deve definir a alocação do risco de inadimplência.

Assim como no estudo utilizado como cenário-base, muitos outros projetos de concessão rodoviária no Brasil tendem por optar pela alocação de pontos de cobrança em trechos com maior volume de tráfego, objetivando um maior potencial de arrecadação, logo, uma menor tarifa quilométrica. Mas como foi apresentada, essa opção não visa a justiça tarifária, uma vez que muitos usuários que utilizam a rodovia acabam sendo subsidiados por outros.

Entretanto, as conclusões expostas para os cenários simulados de cobrança eletrônica de pedágio não consideraram as economias com os benefícios incrementais já observados desse sistema de cobrança, observados em outras realidades. Esses benefícios contribuem na redução dos custos de congestionamento devido à fila, redução do consumo de combustível e a redução dos custos com acidentes. Embora esses efeitos se tornam maiores à medida que o tráfego aumenta.

Finalmente, deve ser enfatizada a limitação da metodologia adotada para análise do tráfego. A não consideração de qualquer variação da taxa de fuga e, principalmente, a necessidade de consideração do mesmo volume de tráfego do TH 7 para os primeiros seis trechos homogêneos da rodovia em estudo, foram premissas adotadas devido à falta de informações de volumes de tráfego e não utilização de software.

Ainda, cabe frisar que o estudo de caso se refere apenas ao caso específico da BR-101/RJ/SP. Desse modo, os percentuais de inadimplências e de variações tarifárias obtidos dos cenários simulados não são valores universais. Mas o método proposto pode ser aplicado para análise de viabilidade da implantação do sistema *free-flow* em outras rodovias, inclusive, para a melhor alocação de risco contratual acerca da inadimplência decorrente da implantação desse sistema de cobrança.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, G. S. Estudo do impacto do pedágio no aumento do tempo de viagem, no consumo de combustível e na emissão de poluentes. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica. Universidade de São Paulo. 2010.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT), 2020. Audiência Pública lote NovaDutra - Estudos de Viabilidade Técnica - Relatório de Tráfego. Disponível em: <<https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/VisualizarAvisoAudienciaPublica.aspx?CodigoAudiencia=410>>. (Acesso em 10/01/2023).
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT), 2021. Contrato RioSP – BR-116-101-RJ-SP. Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/rodovias/concessionarias/lista-de-concessoes/ccr-rio-sp/documentos-de-gestao/riosp-contrato-e-aditivos>>. (Acesso em 10/01/2023).
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT), 2022. Resolução nº 5.999, de 3 de novembro de 2022. Dispõe sobre as regras para constituição e funcionamento de ambiente regulatório experimental (*Sandbox* Regulatório).
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT), 2023. Últimas Notícias: *Free-Flow* tem início na BR-101/RJ (Rio-Santos) na segunda-feira (30/1). Disponível em <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/free-flow-tem-inicio-na-rio-santos-br-101>>. (Acesso em 06/02/2023).
- AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (ARTESP), 2023. Sistema Ponto a Ponto. Disponível em <<http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/rodovias/sistema-ponto-a-ponto.aspx>>. (Acesso em 31/01/2023).
- BARBOSA, S. H. Rodovias de pedágio aberto ou *free-flow*: perspectivas para a implantação no Brasil. Dissertação de Mestrado em Geotecnia e Transportes. Universidade Federal de Minas Gerais. 2013.
- CCR RioSP, 2023. *Free-flow*. Disponível em: <<https://freeflow.ccrriosp.com.br/>>. (Acesso em 19/01/2023).
- Confederação Nacional do Transporte (CNT). Novas tecnologias de pagamento de pedágio. Disponível em: <<https://cdn.cnt.org.br/diretorioVirtualPrd/bf8665da-3e39-45cf-9fbd-2dbbafc9ddd4.pdf>>. (Acesso em 31/01/2023). 2020.
- ELLIS, T.. High Compliance Free-Flow Road User Charging Systems. *IET and ITS Conference on Road Transport Information and Control – RTIC*. 2012.
- HERAS-MOLINA, et al. (2017). Drivers' adoption of electronic payment in the Spanish toll road network. *Transportation*, v. 46. Nº. 3, pp. 931-955. 2017.
- INSTITUTO BRASIL LOGÍSTICA (IBL). Free-Flow - Desafios Para Implantação De Pedágio De Fluxo Livre no Brasil. Disponível em: <<https://ibl.org.br/wp-content/uploads/2021/05/1Free-Flow-Desafios-para-Implantacao-de-Pedagio-de-Fluxo-Livre-no-Brasil-IBL.pdf>> (Acesso em 29/01/2023). 2021.
- JOU, R-C. e G-L. HUANG (2013). Willingness to pay price for tolls and on-board units for short-distance freeway users who normally avoid toll boots. *Transport Policy* v. 31 (2014), 10-18. 2013,
- JOU, R-C et al. Freeway drivers' willingness-to-pay for a distance-based toll rate. *Transportation Research Part A* nº 46 (2012), 549-559. 2011.
- KPMG. A global benchmark of Toll Operator efficiency. Disponível em: <<https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/cl/pdf/2019-07-kpmg-chile-advisory-toll-benchmarking-study.pdf>>. (Acesso em 12/02/2023). 2019.

- [Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997](#) – Código de Trânsito Brasileiro (CTB). Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19503compilado.htm>. (Acesso em 15/10/2021).
- Lei nº 14.157, de 1º de junho de 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.157-de-1-de-junho-de-2021-323553438>>. (Acesso em 15/10/2021).
- MILENKOVIC, M.; et al. Decision-Support Framework for Selecting the Optimal Road Toll Collection System. *Journal of Advanced Transportation*, v. 2018.
- Resolução CONTRAN nº 984, de 15 de dezembro de 2022. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-contran-n-984-de-15-de-dezembro-de-2022-453560318>>. (Acesso em 11/01/2023).
- Resolução CONTRAN nº 985, de 15 de dezembro de 2022. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-contran-n-985-de-15-de-dezembro-de-2022-453475301>>. (Acesso em 11/01/2023).
- SANTOS, T. S e P. C. M. Ribeiro. Estudo de impacto da implantação do sistema *free-flow* de pedágio eletrônico no Brasil. *XVI Congresso de Ensino e Pesquisa de Engenharia de Transportes do Estado do Rio de Janeiro*, 2018.
- SCHURGELIES, C, et al. *Free-flow* na concessão da BR-101/SC: Proporcionalidade tarifária e estimativa da inadimplência admissível. XII Congresso ABCR Brasvias – Bienal das Rodovias (2022).
- TSENG, PH.; N. PILCHER. Political and technical complexities of electronic toll collection: Lessons from Taiwan. *Case Studies on Transport Policy* v. 10, 444-453. 2022.
- VASSALLO, J. M. et al. Urban Toll Highway Concession System in Santiago, Chile: Lessons Learned after 15 Years. *Journal of Infrastructure Systems*. 2020.
- WILLUMSEN, L. G. London congestion charging and urban tolling in Chile: contrasts and lessons on fairness and project finance. *PIARC Seminar on Road*. 2004.

Tabela 1 - Cotação para as estruturas e sistemas a serem implementados no free-flow da BR-101/RJ/SP. Data-base outubro/2019

Item	Custo de Aquisição [R\$]	Dimensionamento	Aquisição	Reposição parcial
Pórtico para free-flow (estrutura)	72.000,00	1 por ponto de cobrança	Ano 1	Anos 6, 11, 16, 21 e 26
Sistemas para free-flow (câmeras, sensores, gerador, etc.)	997.933,64	1 por ponto de cobrança	Ano 1	Anos 6, 11, 16, 21 e 26
Painel de Mensagem Variável com pórtico	405.899,00	1 por ponto de cobrança	Ano 1	Anos 6, 11, 16, 21 e 26

Tabela 2 - Estimativa de salário e encargos para os funcionários do free-flow. Data-base outubro/2019

Função	Custo Mensal por funcionário [R\$]	Dimensionamento	Turnos (8h)	Multiplicador de férias e ausências
Supervisor de pedágio	8.041,65	1 a cada 150km	1	1
Agente de verificação de imagens	3.489,93	1 posto por turno a cada 2 pontos de cobrança	3	1,47

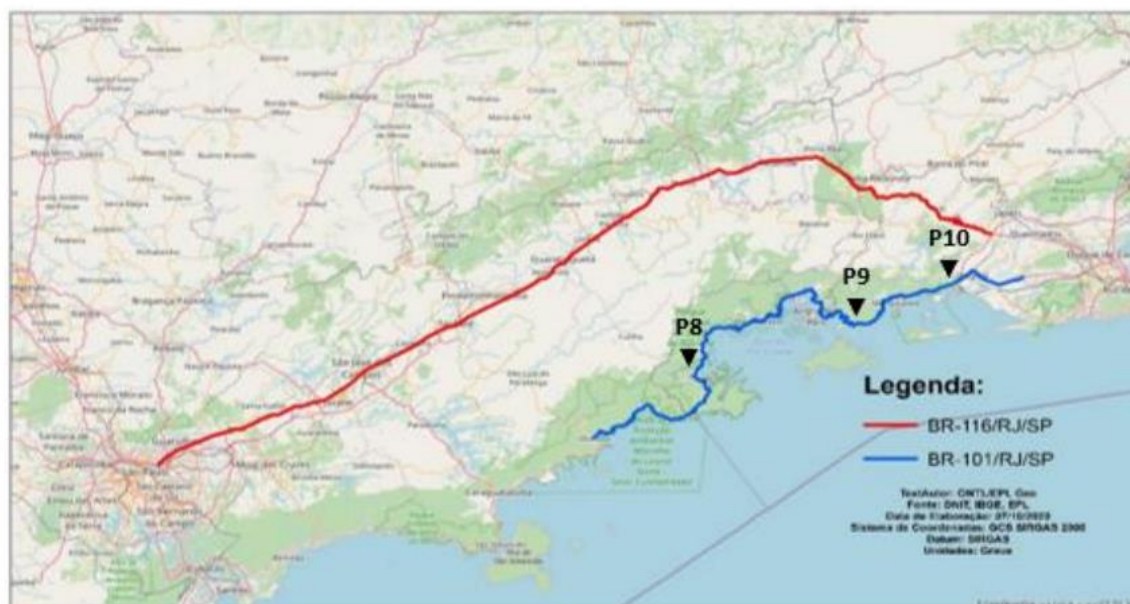


Figura 1: Localização do Trecho da Área de Estudo – Sistema Rodoviário Rio - São Paulo (Fonte: ANTT 2021)

	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8	TH9	TH10	TH11	TH12	TH13	TH14	TH15	TH16	TH17
TH1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11484	0,08577	0,07839	0,08104	0,07131	0,05521	0,06312	0,05632	0,05176	0,04620	0,04546
	-0,42	-0,70	-0,80	-0,89	-1,15	-1,24	+2,48	+1,93	+1,72	+3,60	+2,97	+1,45	+3,44	+2,37	+1,50	+0,20	0,00
TH2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15530	0,10649	0,09534	0,08925	0,07758	0,05890	0,06628	0,05883	0,05387	0,04787	0,04708
	-0,27	-0,38	-0,47	-0,73	-0,81	-0,81	+2,90	+2,35	+2,14	+4,02	+3,39	+1,87	+3,86	+2,79	+1,92	+0,62	+0,42
TH3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20097	0,12615	0,11081	0,09549	0,08226	0,06155	0,06850	0,06057	0,05533	0,04902	0,04819
	-0,10	-0,20	-0,45	-0,54	-0,54	-0,54	+3,17	+2,62	+2,42	+4,29	+3,66	+2,14	+4,13	+3,06	+2,19	+0,89	+0,70
TH4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22651	0,13576	0,11815	0,09812	0,08420	0,06264	0,06939	0,06126	0,05591	0,04947	0,04863
	-0,09	-0,35	-0,44	-0,44	-0,44	-0,44	+3,28	+2,73	+2,52	+4,40	+3,77	+2,25	+4,24	+3,17	+2,30	+1,00	+0,80
TH5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25465	0,14538	0,12538	0,10053	0,08597	0,06361	0,07018	0,06188	0,05642	0,04987	0,04902
	-0,26	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	+3,37	+2,82	+2,61	+4,49	+3,86	+2,34	+4,33	+3,26	+2,39	+1,09	+0,89
TH6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39421	0,18221	0,15185	0,10809	0,09144	0,06656	0,07254	0,06371	0,05794	0,05105	0,05016
	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	-0,09	+3,63	+3,08	+2,87	+4,75	+4,12	+2,60	+4,59	+3,52	+2,65	+1,35	+1,15
TH7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48233	0,19902	0,16334	0,11087	0,09342	0,06760	0,07337	0,06434	0,05846	0,05146	0,05055
	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	-0,00	+3,71	+3,16	+2,96	+4,81	+4,21	+2,68	+4,87	+3,61	+2,73	+1,43	+1,24
TH8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06259	0,05168	0,03632	0,05150	0,04487	0,04060	0,03556	0,03491	
	-0,55	-0,75	+1,12	+0,49	-1,03	+0,96	-0,11	-0,98	-2,28	-2,48							
TH9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07679	0,06100	0,04069	0,05574	0,04806	0,04319	0,03753	0,03680	
	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	+1,67	+1,04	-0,48	+1,51	+0,44	-0,43	-1,73	-1,93			
TH10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08388	0,06539	0,04259	0,05751	0,04936	0,04424	0,03832	0,03756	
	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	-0,20	+1,87	+1,25	-0,28	+1,71	-0,23	+1,53	-1,72				
TH11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04376	0,03498	0,03005	0,02484	0,02421		
	-0,63	-2,15	-0,16	-1,23	-2,10	-3,40	-3,60										
TH12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05133	0,03965	0,03343	0,02711	0,02636			
	-1,52	+0,47	-0,60	-1,47	-2,77	-2,97											
TH13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08846	0,05868	0,04602	0,03483	0,03360			
	+1,99	+0,92	+0,05	-1,25	-1,45												
TH14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	-1,07	-1,94	-3,24	-3,44													
TH15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	-0,87	-2,17	-2,37														
TH16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	-1,30	-1,50															
TH17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
	-0,20																



Figura 2: Pares entrada-saída do trecho concedido da BR-101/RJ/SP. O primeiro valor é a TKM real no cenário-base; o segundo valor é o que o usuário com automóvel subsidia (+) ou é subsidiado (-)

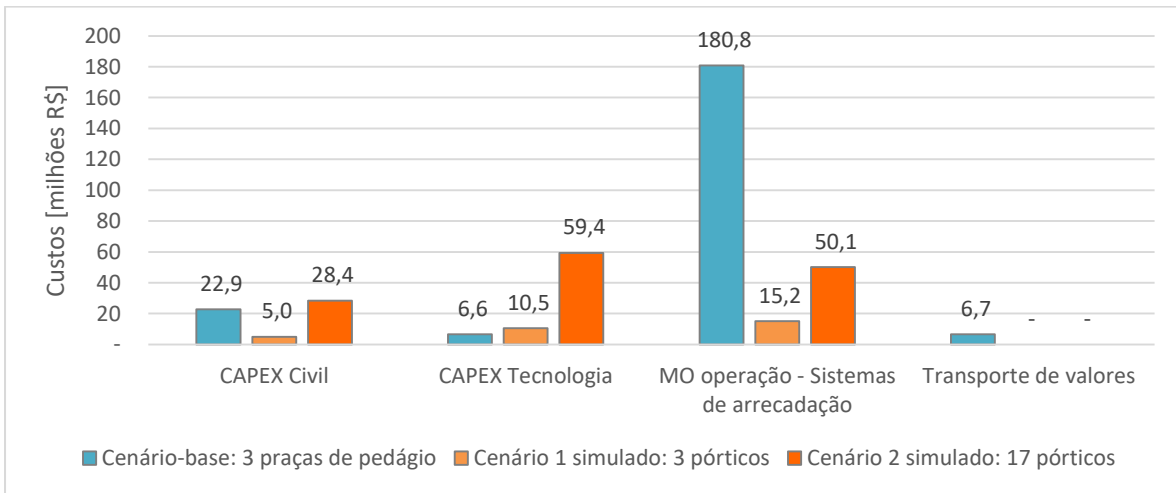


Figura 3: Comparação entre os custos do sistema de cobrança do cenário-base e dos cenários com cobrança free-flow. Data-base: out/2019

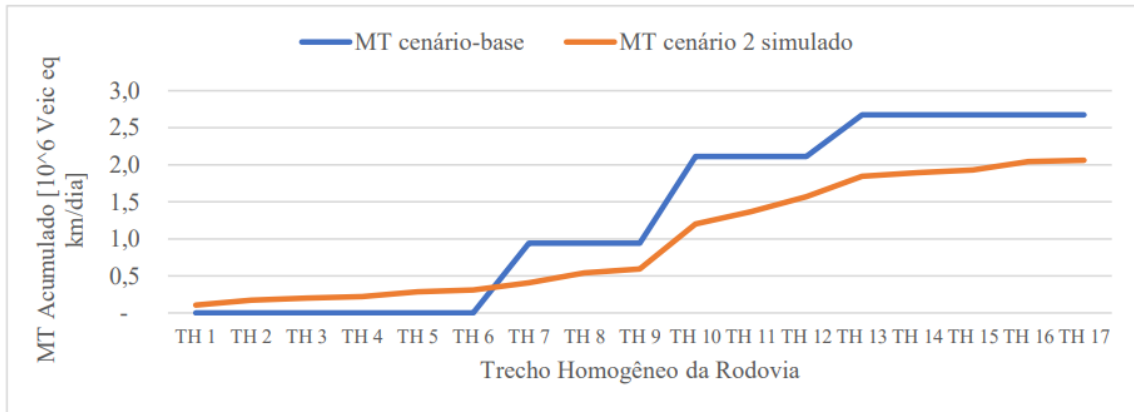


Figura 4: Momento de transporte acumulado para o cenário-base e para o cenário de cobrança por trecho homogêneo, no ano de 2023

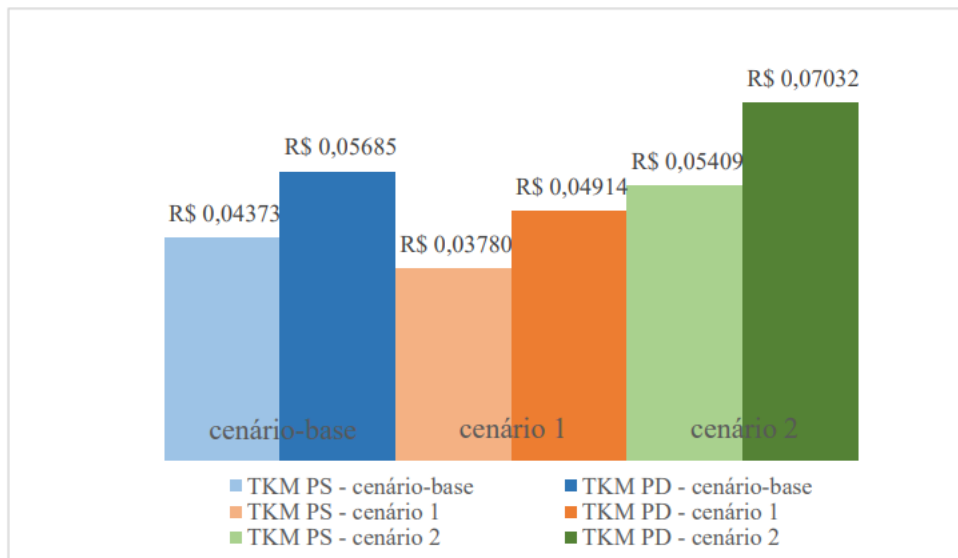


Figura 5 - Comparação entre as TKMs de cada cenário. Data-base: out/2019

Cenário	Tarifa Cobrada no Trecho Homogêneo [R\$] - ano 3																
	TH1	TH2	TH3	TH4	TH5	TH6	TH7	TH8	TH9	TH 10	TH 11	TH 12	TH 13	TH 14	TH 15	TH 16	TH 17
Cenário-base	-	-	-	-	-	-	4,10	-	-	4,09	-	-	4,10	-	-	-	-
Cenário 1: 3 pontos de cobrança	-	-	-	-	-	-	3,54	-	-	3,54	-	-	3,54	-	-	-	-
Cenário 2: Cobrança por TH (17 pontos)	0,65	0,42	0,16	0,14	0,40	0,13	0,60	0,65	0,24	2,64	0,75	1,81	2,50	1,27	1,04	1,55	0,23

Somatório da tarifa paga no trecho percorrido TH7 – TH13:
 Cenário-base – R\$ 12,29
 Cenário 1 – R\$ 10,62
 Cenário 2 – R\$ 9,19

Figura 6: Somatório da tarifa paga no trecho percorrido TH7 - TH13