

PROPOSTA DE OTIMIZAÇÃO DE CATEGORIAS TARIFÁRIAS EM CONCESSÕES DE RODOVIAS

1. INTRODUÇÃO

Categorias tarifárias são classificações dadas a diferentes tipos veiculares em concessões de rodovias que visam o pagamento diferenciado da tarifa pelo usuário conforme o porte veicular.

Usualmente, as concessões brasileiras utilizam dez categorias, desconsiderando os veículos isentos de pagamento. A fim de facilitar o entendimento das categorias aos usuários com potencial de melhorias socioeconômicas, este artigo realizou um exercício hipotético de redução da quantidade para apenas quatro: “Passeios e Utilitários”, “Intermediários”, “Pesados” e “Superpesados”.

Como resultados, verificou-se ser razoável a adoção dos pesos tarifários igual a “1,00”, “2,86”, “6,00” e “8,00”, respectivamente, às novas categorias adotadas, preservando a arrecadação da receita ao concessionário.

2. OBJETIVOS

As rodovias brasileiras são responsáveis por mais de 60% de todas as cargas movimentadas em seu território, garantem o emprego de 1,5 milhão de pessoas e representam entre 6% e 7% do nosso Produto Interno Bruto (PIB) (BRASIL, 2022). Entretanto, diante de cenários de restrição orçamentária e outras dificuldades enfrentadas pelo país, nem sempre as rodovias recebem investimentos compatíveis com os níveis de serviço suportados (CNI, 2021).

Desse modo, as concessões podem permitir a melhoria da qualidade da malha rodoviária, além de propiciar maior segurança viária e desenvolvimento socioeconômico ao país. Com efeito, tais concessões são capazes de gerar benefícios econômicos que podem superar o custo da tarifa de pedágio aos transportadores (TORRES *et al*, 2017).

Contudo, considerando que o custo de transporte é o maior custo isolado da cadeia logística (LISZBINSKI; BRITO; CUNHA, 2013), sem prejuízo à necessidade de maior diversificação e equilíbrio de modais, este custo ainda pode ser considerado alto no Brasil, quando comparado a outros países (GOMES, ALBANEZ, 2017).

Para fins de exemplo, para cada tonelada de soja exportada, *commodity* mais exportada pela maioria dos estados brasileiros em 2023 (BRASIL, 2024), o custo de transporte nos

Estados Unidos, principal competidor brasileiro no mercado da oleaginosa, representou apenas 9,74%, enquanto no Brasil representou 64,26% (BRASIL, 2022). Na composição deste custo, o valor do pedágio pode ainda corresponder a 8,6% do valor do frete (TORRES *et al*, 2017).

Em análise à composição e metodologias de cálculo da tarifa de pedágio brasileira, verifica-se que esta se relaciona à quantidade de eixos e ao tipo veicular do usuário, que usualmente compõem dez categorias tarifárias, desconsiderando veículos isentos de pagamento (BRASIL, 2023a). Em países como a França, por exemplo, há apenas cinco categorias (incluindo as motocicletas, triciclos e quadriciclos) (AUTOROUTES.FR, 2023). Em Illinois, nos Estados Unidos, há apenas quatro categorias (automóveis e motocicletas, veículos comerciais leves, médios e pesados) (ILLINOIS TOLLWAY, 2024).

No Brasil, o alto custo do transporte e a grande diversidade de categorias tarifárias pode servir de estímulo ao transportador à movimentação de uma maior quantidade de carga no menor número de eixos possível, buscando sempre a categoria com valor imediatamente inferior, com aumento da possibilidade do comprometimento da segurança do seu veículo e, conseqüentemente, da segurança viária de todos, em um contexto em que, nas áreas de escape, majoritariamente utilizadas por veículos pesados, já foi alcançada a marca de 2 mil vidas salvas no país até 2023 (ABCR, 2023), tornando evidente o alto risco de acidentes em todos os outros locais onde esses dispositivos não estão presentes.

Em relação ao aumento da carga pontual ao pavimento gerado por veículos com sobrecarga, a redução na vida útil do pavimento guarda relação exponencial com o excesso de peso dos veículos e, uma sobrecarga de apenas 2% implica em uma destruição 8% maior ao pavimento. Caso a sobrecarga passe a 4%, a destruição passa a 17%. Por sua vez, uma sobrecarga de 20%, mais que dobra a sua destruição (BORGES, 2012). Em vias concedidas, um maior custo de manutenção poderia, ainda, refletir no aumento do custo do pedágio ao usuário.

Assim, os objetivos específicos desse artigo são:

- a) Realizar um exercício hipotético de redução da quantidade de categorias tarifárias para apenas quatro: “Passeio e Utilitários”, “Intermediários”, “Pesados” e “Superpesados” para cinco projetos em estágios avançados de estruturação;
- b) Realizar simulações em projetos de parceria federais para definição de multiplicadores de tarifa para cada categoria sem grandes impactos tarifários para o usuário com a manutenção da receita total do concessionário.

Entende-se que a proposta pode permitir ganhos socioeconômicos, tais como:

- a) Facilitar o entendimento da variabilidade de tarifas pelo usuário, sobretudo em rodovias com *free-flow*, para as quais, apesar das sinalizações informativas, continua com uma cobrança tarifária equivalente ao cobrado em praças tradicionais;
- b) Desestimular os usuários a utilizarem veículos com pesos e perfis incompatíveis à carga máxima suportada por seus eixos, com possibilidade de gerar maior segurança viária e diminuir altos custos de acidentes em cadeia, sobretudo em municípios sem adequada infraestrutura hospitalar, bem como de diminuir a emissão de poluentes;
- c) Estimular a utilização de veículos com maior quantidade de eixos e menor carga pontual ao pavimento, uma vez que estes poderiam ter menor relação de custo do pedágio por carga movimentada em relação a um veículo menor da mesma categoria;
- d) Diminuir impasses jurídicos relativos a eixos suspensos, uma vez que os veículos já poderiam pagar valor intermediário entre os atuais valores com e sem os eixos suspensos;
- e) Diminuir o número de altas cargas pontuais ao pavimento, com vistas à otimização do valor de manutenção;
- f) Otimizar a leitura dos veículos nos sistemas de leitura automática, que poderá gerar menos falhas do que em um sistema com uma quantidade maior de categorias, ainda agravada pela necessidade de leitura de eixos suspensos.

3. MÉTODOS

As quatro novas categorias tarifárias substitutivas das dez categorias usualmente adotadas foram encontradas por meio de simulações realizadas em planilha eletrônica que gerassem o menor impacto tarifário em relação às categorias iniciais.

Para tanto, foi realizado o procedimento descrito a seguir:

- a) Levantamento de dados de categorias tarifárias, volume em eixo-equivalente e valor de face tarifário de cinco projetos de parceria, nos quais foram coletados dados de volume de tráfego e a respectiva receita estimada de projetos da denominada “4ª etapa” de concessões de rodovias federais;
- b) Realização de simulações mediante (i) redução inicial das dez categorias, denominado de “cenário base”, para apenas quatro, agrupadas sem alteração da receita em cada categoria, a fim de não alterar a receita final do concessionário (ii) verificação das categorias e

projetos isolados que tiveram grandes impactos tarifários; (iii) definição dos impactos tarifários máximos, a fim de desconsiderar resultados com grandes impactos tarifários isolados e (iv) alterações dos “multiplicadores de tarifa” em processos iterativos, visando menores impactos às categorias e criação de novo “cenário derivado” e (v) escolha do melhor conjunto de “multiplicadores de tarifa” que atendessem a tais critérios.

4. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

A exemplo dos contratos de concessões rodoviárias federais vigentes, desconsiderando as tipologias isentas de pagamento, de modo geral são adotadas dez categorias tarifárias, discriminadas conforme o número de eixos do veículo, conforme exposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação federal para as categorias tarifárias.

Categoria	Tipos de Veículos	Número de Eixos	Rodagem	Multiplicador de Tarifas
1	Automóveis, caminhonete e furgão	2	Simple	1,0
2	Caminhão leve, ônibus, caminhão-trator e furgão	2	Dupla	2,0
3	Automóveis e caminhonete com semirreboque	3	Simple	1,5
4	Caminhão, caminhão-trator, caminhão trator com semirreboque e ônibus	3	Dupla	3,0
5	Automóvel e caminhonete com reboque	4	Simple	2,0
6	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semirreboque	4	Dupla	4,0
7	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semirreboque	5	Dupla	5,0
8	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semirreboque Caminhão com reboque, caminhão-trator com semirreboque	6	Dupla	6,0
9	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semirreboque	7	Dupla	7,0
10	Caminhão com reboque, caminhão-trator com semirreboque	8	Dupla	8,0
11	Motocicletas, motonetas, triciclos e bicicletas moto	-	-	-
12	Ambulâncias, veículos oficiais e do Corpo Diplomático	-	-	-

Fonte: Contrato da BR-116/101/RJ/SP (BRASIL, 2023b)

Com base nessas categorias, cada usuário pode pagar a tarifa de pedágio conforme o

tipo de seu veículo, proporcionalmente ao “multiplicador de tarifa” apresentado. Ainda, caso o veículo possua mais de 8 eixos, é utilizado o valor da categoria 10 (de oito eixos) acrescido do resultado da multiplicação entre o multiplicador de tarifa correspondente à categoria “1” e o número de eixos do veículo que excederem a oito eixos.

Em fase de projeto, para fins de simplificação de cálculo e levantamento da receita estimada ano a ano, tais “multiplicadores de tarifa” são utilizados como “fatores de equivalência de eixo” na contagem do volume total de veículos considerados. Desse modo, a receita tarifária projetada para cada praça de pedágio pode ser encontrada pelo mero produto entre o “Volume de Veículos Equivalentes” (Veq) e a tarifa da praça de pedágio para a “categoria 1”. Por sua vez, a respectiva tarifa é definida como o produto da “Tarifa Quilométrica” (tkm) projetada, em reais por quilômetro, e seu respectivo “trecho de cobertura da Praça de Pedágio” (TCP), em quilômetros.

4.1. Levantamento de dados

Para o levantamento de dados, foram escolhidas as versões publicadas dos projetos de concessão das rodovias BR-116/465/493/RJ/MG, BR-381/262/MG/ES, BR-163/230/MT/PA, e os Lotes 1 e 3 do projeto de concessão das Rodovias Integradas do Paraná, atualizados após a realização das Audiências Públicas, disponíveis para consulta no sítio eletrônico da Agência Nacional de Transportes Terrestres (BRASIL, 2023a).

Em relação aos perfis de tráfego, verificou-se em todos os projetos a predominância de automóveis (entre 60 e 70%), com a exceção das rodovias BR-163/230/MT/PA, que apresentaram majoritariamente caminhões de seis a nove eixos (próximo de 50%).

4.2. Proposta de otimização das categorias tarifárias

Para as novas categorizações, foi realizado o agrupamento em apenas quatro categorias, ordenadas de acordo com aspectos qualitativos de peso e quantitativos de número de eixos, conforme exibido na Tabela 2. As informações dos perfis da frota de veículos dos projetos citados, para a nova categorização, estão resumidas na Tabela 3.

Tabela 2 - Proposta de nova categorização tarifária

Categoria	Critério 2: nº de eixos	Exemplos
Passeio e Utilitários	N/A	Automóvel, caminhonetes, automóveis e caminhonetes com reboque e semirreboque
Intermediários	2 e 3	Caminhão leve (carroceria embutida com semirreboque), caminhão-trator e ônibus
Pesados	4 a 6	Caminhão pesado (com reboque ou semirreboque) com até 6 eixos e ônibus
Superpesados	7 a 9	Caminhão pesado (com reboque ou semirreboque) com mais de 6 eixos

Tabela 3: Perfis da frota de veículos - Nova categorização

Categoria	BR-381/262/MG/ES	BR-116/495/493/RJ/MG	BR-163/230/MT/PA	PR Lote 1	PR Lote 3
Passeios e Utilitários	68,52%	66,26%	34,48%	60,77%	59,75%
Intermediário	15,04%	18,43%	6,09%	12,82%	14,67%
Pesado	13,58%	13,89%	10,47%	17,62%	16,96%
Superpesados	2,86%	1,43%	48,97%	8,78%	8,63%

4.2.1. Premissas adotadas

Antes da realização das simulações para a obtenção dos diversos cenários derivados, foi necessário estabelecer algumas premissas, sendo elas: (a) o sistema de pedagiamento considerado no artigo é o mesmo sistema tratado nos projetos de estruturação, de cobrança por meio de praças de pedágio; (b) para o cálculo da receita tarifária, não foram considerados os mecanismos de desconto tarifário como Desconto Básico de Tarifa (DBT), Desconto de Usuário Freqüente (DUF) e etc.; (c) não foi considerada a categoria de motocicletas, isentas de pagamento (BRASIL, 2021); e (d) foi levado em consideração o equilíbrio do fluxo de caixa, portanto, para cada cenário derivado, a receita obtida com a arrecadação tarifária permaneceu constante.

A cada iteração, considerou-se a constância da receita do concessionário por meio da arrecadação das praças, porém o impacto tarifário sentido pelos usuários pôde variar, uma vez que as categorias dos veículos foram sendo reagrupadas em novas categorias.

Desse modo, para fins desse artigo, os impactos tarifários são dispostos em valores percentuais relativos a tarifas do “cenário base” e, desse modo, embora o termo possa sugerir

significado contrário, definiu-se como valores “positivos” os que o usuário deverá pagar valores mais elevados de tarifa, ao passo que impactos tarifários “negativos” significam uma situação mais vantajosa ao usuário.

4.2.2. Tratamento dos dados

Para a realização das simulações, os dados dos projetos (BRASIL, 2023a) foram inicialmente tratados em planilha eletrônica, com informações de fluxo, valor de face do pedágio para o ano “2”, uma vez que este pode estar mais próximo da realidade atual projetada inclusive que do ano “1”, ano de transição de assunção da concessionária, conforme exemplo da praça de pedágio “P1”, do projeto da rodovia BR-381/262/MG/ES, apresentada na Tabela 4:

Tabela 4: Exemplo de dados das concessões

Praça de Pedágio P1 – BR-381/262/MG/ES					
Categoria	Tipo	Multiplicador	VDMA anualizado (ano 2)	Peso do tráfego	Valor de Face Pedágio
1	automóveis	1,0	3.632.838	58,73%	R\$ 8,60
2	automóveis+semi-reboques	1,5	-	0,00%	R\$ 12,90
3	automóveis+reboques	2,0	-	0,00%	R\$ 17,20
4	veículos comerciais 2 eixos	2,0	449.644	7,27%	R\$ 17,20
5	veículos comerciais 3 eixos	3,0	539.474	8,72%	R\$ 25,80
6	veículos comerciais 4 eixos	4,0	342.512	5,54%	R\$ 34,40
7	caminhões 5 eixos	5,0	409.472	6,62%	R\$ 43,00
8	caminhões 6 eixos	6,0	639.031	10,33%	R\$ 51,60
9	caminhões 7 eixos	7,0	112.215	1,81%	R\$ 60,20
10	caminhões 8 eixos	8,0	-	0,00%	R\$ 68,80
11	caminhões 9 eixos	9,0	60.176	0,97%	R\$ 77,40
Volume Diário Médio Anual equivalente					14.729.231
Receita					R\$126.672.150,71

Assim, com os dados das praças de cada projeto (BRASIL, 2023a), a receita da nova categoria pode ser dada por:

$$Rec_{cat.i} = VF_{cat.i} * VDMA_{cat.i} (1)$$

sendo que: Rec_{cat} : Receita de uma categoria “i” [R\$]

$VF_{cat.i}$: Valor de face da tarifa de pedágio para a categoria “i” [R\$]

$VDMA_{cat.i}$: Volume Diário Médio Anual de veículos no ano 2 para a categoria “i”

Assim, pode-se encontrar a receita total de cada projeto e, desse modo, a receita total de todos os projetos. Por sua vez, o “valor de face” médio dos projetos para cada nova categoria foi encontrado por:

$$VF_{m.cat} = Rec_{total.cat} / VDMA_{total.cat} \quad (2)$$

sendo que:

$VF_{m.cat}$: Valor de face médio dos projetos para cada nova categoria [R\$]

$Rec_{total.cat}$: Receita total dos projetos para cada nova categoria [R\$]

$VDMA_{total.cat}$: Volume Diário Médio Anual total da nova categoria no ano 2

Após encontrar o “valor de face” médio de cada nova categoria, mantendo-se em “1” o valor do “multiplicador de tarifa” para a primeira categoria, os demais “multiplicadores de tarifa” foram encontrados por:

$$M_{cat.i} = VF_{cat.i} / VF_{1^{a}cat} \quad (3)$$

sendo que: $M_{cat.i}$ = multiplicador de tarifa de uma determinada categoria

$VF_{1^{a}cat}$ = Valor de face da primeira nova categoria [R\$]

Assim, a fim de manter a receita total de todos os projetos, encontrou-se os valores de “1,00”, “2,47”, “5,28” e “11,11”, conforme exposto na Tabela 5:

Tabela 5 - Multiplicadores de tarifa para as novas categorias de todos os projetos

Categoria	Receita	Valor de Face médio	Multiplicador de tarifa
1	R\$ 692.386.465,27	R\$ 8,93	1,00
2	R\$ 410.505.579,87	R\$ 22,02	2,47
3	R\$ 851.606.894,63	R\$ 47,16	5,28
4	R\$ 650.988.289,10	R\$ 99,19	11,11

Em seguida, calculou-se o impacto tarifário para cada categoria em cada praça de pedágio em relação ao cenário base, conforme equação nº 4:

$$I_{cat,j} = VF_{cat,j} / VF_{cat.cb,i} \quad (4)$$

sendo que: $I_{cat,i}$: Impacto da categoria do cenário base em uma praça de pedágio “j”

$VF_{cat,i}$: Novo valor de face da categoria para a praça de pedágio “j” [R\$]

$VF_{cat.cb,i}$: Valor de face da categoria no cenário base para a praça de pedágio “j” [R\$]

Para alterar o “valor de face” em cada praça de pedágio para cada nova categoria, foi necessário encontrar primeiramente o “valor de face” da sua respectiva primeira categoria, para, em seguida, utilizar o multiplicador encontrado. Para tanto, tendo em vista que o “volume de veículos equivalentes” (Ve_{eq}) de uma praça corresponde ao número de veículos necessários à geração da mesma receita total sem o uso de multiplicadores, que, numericamente, é igual a utilizar o multiplicador “1”, da primeira categoria, o “valor de face” da primeira categoria pode ser encontrado por:

$$VF_{1^{a}cat,j} = Rec_j / Ve_{eq} \quad (5)$$

$$VF_{1^{a}cat,j} = Rec_j / (\sum_{i=1}^n VDMA_{ij} * M_{cat,i}) \quad (6)$$

sendo que: $VF_{1^{a}cat,i}$: Novo “valor de face” da 1ª categoria para a praça de pedágio “j” [R\$]

Rec_i : Receita da praça de pedágio “j” [R\$]

Ve_{eq} : Volume de veículos equivalentes para a praça de pedágio “j”

$VDMA_{ij}$: VDMA de uma categoria “i” de uma praça de pedágio “j” [R\$]

n: Número total de categorias

Em seguida, utilizou-se os “multiplicadores de tarifa” dos projetos para encontrar os novos “valores de face” de cada praça e projeto, conforme exemplo disposto na Tabela 6:

Tabela 6 – Novos valores de face na praça “P1” – BR-381/262/MG/ES

Praça de Pedágio P1 – BR-381/262/MG/ES							
Cat.	Tipo	Mult.	VDMA anualizado (ano 2)	Peso do tráfego	Valor de Face Pedágio	Novo Mult.	Novo valor de Face
1	automóveis	1,00	3.632.838	58,73%	R\$ 8,60	1,00	8,26
2	automóveis+semi- reboques	1,50	-	0,00%	R\$ 12,90	1,00	8,26
3	automóveis+reboques	2,00	-	0,00%	R\$ 17,20	1,00	8,26
4	veículos comerciais 2 eixos	2,00	449.644	7,27%	R\$ 17,20	2,47	20,37
5	veículos comerciais 3 eixos	3,00	539.474	8,72%	R\$ 25,80	2,47	20,37
6	veículos comerciais 4 eixos	4,00	342.512	5,54%	R\$ 34,40	5,28	43,63
7	caminhões 5 eixos	5,00	409.472	6,62%	R\$ 43,00	5,28	43,63
8	caminhões 6 eixos	6,00	639.031	10,33%	R\$ 51,60	5,28	43,63
9	caminhões 7 eixos	7,00	112.215	1,81%	R\$ 60,20	11,11	91,77
10	caminhões 8 eixos	8,00	-	0,00%	R\$ 68,80	11,11	91,77
11	caminhões 9 eixos	9,00	60.176	0,97%	R\$ 77,40	11,11	91,77
Volume Diário Médio Anual equivalente					14.729.231	-	15.332.595
Receita					R\$126.672.150,71		

Assim, utilizando-se a equação nº 4, os impactos tarifários foram encontrados, resultando nos valores exemplificados na Tabela 7, ao projeto da rodovia BR-381/262/MG/ES.

Tabela 7 – Exemplo de Impacto tarifário por categoria considerando as praças do projeto BR-381/262/MG/ES

Impacto Tarifário Projeto BR-381/262/MG/ES											
Categoria (cenário- base)	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11
1	-3,94%	-4,80%	-5,02%	-5,33%	-7,80%	-2,06%	-4,43%	-4,09%	-4,07%	-3,56%	-4,95%
2	-35,96%	-36,53%	-36,68%	-36,89%	-38,53%	-34,71%	-36,29%	-36,06%	-36,05%	-35,71%	-36,63%
3	-51,97%	-52,40%	-52,51%	-52,66%	-53,90%	-51,03%	-52,22%	-52,05%	-52,03%	-51,78%	-52,47%
4	18,43%	17,36%	17,08%	16,71%	13,67%	20,73%	17,81%	18,23%	18,26%	18,88%	17,18%
5	-21,05%	-21,76%	-21,94%	-22,19%	-24,22%	-19,51%	-21,46%	-21,18%	-21,16%	-20,74%	-21,88%
6	26,83%	25,69%	25,39%	24,99%	21,73%	29,30%	26,18%	26,62%	26,66%	27,32%	25,49%
7	1,47%	0,55%	0,32%	-0,01%	-2,61%	3,44%	0,94%	1,30%	1,32%	1,86%	0,40%
8	-15,45%	-16,21%	-16,40%	-16,67%	-18,84%	-13,80%	-15,88%	-15,58%	-15,56%	-15,12%	-16,34%
9	52,45%	51,07%	50,72%	50,23%	46,32%	55,42%	51,66%	52,20%	52,23%	53,03%	50,84%
10	33,39%	32,19%	31,88%	31,45%	28,03%	35,99%	32,70%	33,17%	33,20%	33,91%	31,98%
11	18,57%	17,50%	17,23%	16,85%	13,80%	20,88%	17,96%	18,38%	18,40%	19,03%	17,32%

Por fim, ponderando-se o respectivo fluxo de cada categoria em cada praça, foi possível encontrar a média de impacto por praça e, de forma similar, o impacto médio por projeto analisado, o impacto médio por categoria e o impacto médio total de “-2,59”, apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Multiplicadores de tarifa para os cinco projetos (Receitas do ano 2)

Categoria	Receita	Valor de Face médio	Multiplicador de tarifa	Impacto tarifário	
1	R\$ 692.386.465,27	R\$ 8,93	1,00	-6,16%	-2,59%
2	R\$ 410.505.579,87	R\$ 22,02	2,47	-2,30%	
3	R\$ 851.606.894,63	R\$ 47,16	5,28	-4,70%	
4	R\$ 650.988.289,10	R\$ 99,19	11,11	+31,12%	

4.2.3. Simulações e critérios de seleção

Para as simulações de novos impactos tarifários, os “multiplicadores de tarifa” foram alterados de forma iterativa, em que se manteve inalterado o valor de “1” para a primeira categoria e alterados os outros três multiplicadores.

Para tanto, manteve-se editável em planilha eletrônica as células correspondentes a duas categorias e a terceira se manteve em função das demais, a fim de se manter a receita total e, tendo em vista que há três opções de escolha para qual categoria estaria mantida em função das demais, foi possível criar três opções de simuladores com funcionamentos similares.

A equação para encontrar o multiplicador da categoria que estaria em função das demais foi encontrada a partir da equação nº 3, recomposta a seguir:

$$M_{cat.i} = (Rec_{cat.i} / VDMA_{cat.i}) / VF_{1^{a}cat} \quad (7)$$

$$M_{cat.i} = [(Rec_{total} - Rec_{d.cat}) / VDMA_{cat.i}] / VF_{1^{a}cat} \quad (8)$$

sendo que: Rec_{total} : Receita total dos projetos em análise [R\$]

$Rec_{d.cat}$: Receitas das demais categorias [R\$]

Assim, uma vez que o multiplicador da 1ª categoria se manteve em “1”, também se manteve inalterado o “valor de face” da 1ª categoria e, tendo em vista que uma das premissas aos novos multiplicadores seria a manutenção da receita total ao concessionário, bem como do VDMA nas praças de pedágio, permitiu-se encontrar a receita das demais categorias.

Para encontrar a receita das demais categorias, somou-se as receitas de cada uma das demais categorias, encontradas por meio das equações nº 1 e 3.

Para a seleção dos multiplicadores, escolheu-se critérios que visassem à melhor aplicabilidade e aceitabilidade prática das novas categorias, quais sejam:

- a) **Critério nº 1:** Os impactos tarifários não deverão ser superiores ao impacto médio geral gerado pela mera ordenação das receitas nas novas categorias, encontrado inicialmente em -2,59% para os multiplicadores expostos na Tabela 8;
- b) **Critério nº 2:** A diferença entre o impacto tarifário entre a 4ª categoria e a 1ª categoria deverá ser reduzida, uma vez que, em geral, pode haver um desequilíbrio entre o que estes pagam de pedágio e aquilo que se percebe de benefício quando comparado com os veículos de passeio, considerando o pavimento rodoviário (ASSIS; FERNANDES, 2019);
- c) **Critério nº 3:** Os impactos tarifários entre os veículos comerciais (2ª a 4ª categoria) deverão ser decrescentes, a fim de priorizar veículos que utilizam mais eixos e, desse modo, tenham menor carga pontual ao pavimento, considerando uma mesma carga transportada;
- d) **Critério nº 4:** A 4ª categoria não deverá haver impacto tarifário superior a zero, a fim de, por todo o exposto, priorizar a utilização desta categoria;
- e) **Critério nº 5:** Os valores dos multiplicadores não deverão exceder os limites mínimos e máximos dos valores dos multiplicadores das categorias do cenário base;
- f) **Critério nº 6:** Deverão ser priorizados multiplicadores com valores mais arredondados possíveis em suas casas decimais, para fins de melhor assimilação de seus valores.

4.2.4. Resultados

Mediante os critérios apresentados, as simulações foram realizadas conforme as iterações descritas a seguir, cujos resultados foram elucidados na Tabela 9:

- a) **Simulação nº 1:** Mero reordenamento das categorias do cenário base em que se manteve a receita total por categoria, resultando nos valores de impacto tarifário expostos na Tabela 8;
- b) **Simulação nº 2:** Uma vez que os primeiros multiplicadores encontrados haviam sido extrapolados em relação ao cenário base, a fim de atender ao critério nº 5, tentou-se atribuir os seus valores máximos, de “6,00” e “9,00” para a terceira e quarta categoria,

respectivamente. Contudo, houve desconformidade ao critério nº 3, uma vez que o impacto da 3ª categoria foi superior ao da 2ª categoria;

- c) **Simulação nº 3:** A fim de diminuir o impacto para a 3ª categoria, buscou-se aumentar um pouco o valor da 2ª categoria para “3,00”. Contudo, o impacto tarifário médio aumentou para -2,47%, tornando os multiplicadores desconformes ao critério nº 1.
- d) **Simulação nº 4:** Uma vez que a 3ª categoria já estava em seu limite máximo de “6,00” (conforme estabelecido pelo critério nº 5), buscou-se, como alternativa, reduzir o multiplicador da 4ª categoria ao limite mínimo de “7,00”. Contudo, o impacto tarifário médio aumentou para -2,02%, mantendo a incompatibilidade do conjunto ao critério nº 1;
- e) **Simulação nº 5:** A fim de tentar diminuir o impacto médio, buscou-se diminuir os multiplicadores da 2ª e 3ª categoria aos seus limites mínimos (conforme critério nº 5) de “3,00” e “6,00”, respectivamente. Contudo, o impacto tarifário médio ainda estava em -2,47%, ainda incompatível ao critério nº 1;
- f) **Simulação nº 6:** Por fim, foram alterados os multiplicadores da 3ª e 4ª categoria para “6,00” e “8,00”, reduzindo o impacto médio geral para -2,74% e os critérios puderam ser atendidos.

Tabela 9 – Resultados das simulações

Cat.	Simulação 1		Simulação 2		Simulação 3		Simulação 4		Simulação 5		Simulação 6	
	Mult.	Impacto tarifário	Mult.	Impacto tarifário	Mult.	Impacto tarifário	Mult.	Impacto tarifário	Mult.	Impacto tarifário	Mult.	Impacto tarifário
1	1,00	-6,16%	1,00	-7,25%	1,00	-8,11%	1,00	-8,45%	1,00	-8,11%	1,00	-7,89%
2	2,47	-2,30%	2,51*	-1,94%	3,00	+15,77%	3,22*	+23,50%	3,22*	+15,77%	2,86*	+10,85%
3	5,28	-4,70%	6,00	7,22%	6,00	+6,75%	6,00	+6,60%	6,00	+6,75%	6,00	+6,86%
4	11,11	+31,12%	9,00	9,69%	7,61*	-4,27%	7,00	-10,53%	7,00	-4,27%	8,00	-0,33%
Impacto Tarifário Total	-2,59%		-3,38%		-2,47%		-2,02%		-2,47%		-2,74%	

Obs.*: valor encontrado em função dos demais valores adotados, conforme equação nº 8.

Assim, tem-se como resultado da otimização dos multiplicadores, para os cinco projetos analisados, os valores apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Novos multiplicadores

Cat.	Tipo veicular	Classes veiculares	Multiplicador de tarifa	Impacto tarifário	
1	Automóveis e utilitários	Automóvel (compacto, sedã, hatch, utilitários), caminhonete, automóveis e caminhonetes com reboque e semi-reboque (furgão e van)	1,00	-7,89%	-2,74%
2	Intermediários	Caminhão leve (carroceria embutida com semi reboque), caminhão trator e ônibus	2,86	+10,85%	
3	Pesados	Caminhão pesado (com reboque e semi-reboque) e ônibus de 4 a 6 eixos	6,00	+6,86%	
4	Superpesados	Caminhão pesado (com reboque e semi-reboque) e ônibus de 7 a 9 eixos	8,00	-0,33%	

5. CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação aos resultados obtidos, entende-se que o presente trabalho pode atender de forma satisfatória o objetivo de se propor, por meio de um cenário hipotético, a otimização das categorias tarifárias, com vistas à redução da sua quantidade em projetos de concessões rodoviárias, ao mesmo tempo em que se buscou obter o menor impacto tarifário possível aos usuários.

Salienta-se, no entanto, que os resultados são frutos da análise de um conjunto de apenas cinco projetos que, embora estejam bem distribuídos no mapa rodoviário brasileiro, pode ainda ser insuficiente para inferir categoricamente que os multiplicadores da nova categorização sejam perfeitamente replicáveis a outros projetos. Contudo, à exceção do projeto da BR-163/230/MT/PA, verificou-se grande similaridade entre os projetos, nos quais buscou-se, conforme as limitações expostas, estabelecer um modelo que representasse uma grande diversidade de perfis de tráfego.

Para a solução encontrada, algumas categorias tarifárias, isoladamente, tiveram um aumento considerável para o usuário, como é o caso da categoria pesados para a praça de pedágio “P2” do projeto “BR 163/230/MT/PA” (aumento de 57,16%). Ao observar esse fato isoladamente, a solução encontrada poderia não atender ao objetivo deste artigo, que preconiza um impacto tarifário reduzido para os usuários. Contudo, entende-se que nenhum modelo poderia atender de forma satisfatória a redução tarifária a todos os projetos, tendo em vista, dentre outros aspectos, o perfil de tráfego de cada região.

Assim, para a validade da análise, deve ser realizada de forma conjunta, com todas as

categorias consideradas e, desse modo, nota-se que algumas categorias poderão ser prejudicadas em prol de uma redução geral média no valor da tarifa de pedágio, mantendo-se o equilíbrio da arrecadação e da receita tarifária total da concessão. Desse modo, foram estabelecidos critérios para que haja maior justiça tarifária, sobretudo na relação do benefício obtido face ao “valor de face” da tarifa disponibilizado ao usuário.

Ainda, caso se entenda judicioso, novos multiplicadores específicos a cada projeto poderão ser propostos conforme a sua localidade, em consonância à Portaria nº 995, de 17 de outubro de 2023, que dispõe ao Ministério dos Transportes que a política de outorgas “abrangerá a política tarifária e premissas de pedagiamento, no que diz respeito à definição das categorias e dos tipos de veículos e respectivos multiplicadores a serem aplicados à referida tarifa” (Art. 3º, inciso III, alínea “b”), “deverá considerar as características específicas de cada trecho rodoviário, da região atravessada, dos resultados obtidos em estudos, levantamentos, investigações e projetos, bem como do cenário macroeconômico vigente” (Art. 4º), buscando a otimização dos contratos de concessão (Art. 1º) (BRASIL, 2023c).

Ainda, entende-se que a otimização das categorias tarifárias poderá diminuir os custos operacionais decorrentes da necessidade de identificação de caminhões com eixos suspensos, uma vez que esta poderia reduzir a quantidade de veículos passíveis de análise devido a leituras dúbias do sistema nos Centros de Controle Operacional – CCOs, já aumentadas devido à implementação do *free-flow*, culminando numa maior eficiência operacional da concessionária, e, em última análise, na redução da tarifa.

Por fim, espera-se que o presente artigo estimule o debate sobre novas tecnologias de cobrança de pedágio, bem como a viabilidade da simplificação do sistema tarifário atual praticado nas concessões rodoviárias nacionais em prol de benefícios socioeconômicos, cuja importância, em última análise, poderá possibilitar ganhos logísticos com redução de tempo de viagens e do Custo Brasil.

BIBLIOGRAFIA

ABCR. Melhores rodovias do Brasil. **Áreas de escape salvam mais de 2 mil vidas nas rodovias concedidas no país.** 2023. Disponível em: <https://melhoresrodovias.org.br/conteudos-e-noticias/areas-de-escape-savam-mais-de-2-mil-vidas-nas-rodovias-concedidas-no-pais/>. Acesso em 12 de jun. de 2024.

ASSIS, R. K. M., FERNANDES JR., J.L. **O uso do número de eixos como multiplicador das tarifas de pedágio: uma análise no Brasil e no mundo.** 2019. Disponível em: https://repositorio.usp.br/directbitstream/48aad958-2f92-4d1b-a6c5-3e57257b9b81/sysno3166512_%5BTrab%20ev%5D%20Assis_O%20USO%20DO%20N%C3%9AMERO%20DE%20EIXOS.pdf. Acesso em: 10 de jun. de 2024.

AUTOROUTES.FR. Site da Associação das Autoestradas da França. 2023. Classificação veicular dos automóveis na França. Disponível em: <https://www.autoroutes.fr/fr/classification-des-vehicules.htm>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres. 2023^a. Audiências Públicas nº 10/2019 (BR 381/262/MG/ES), 11/2020 (BR-116/465/493/MG/RJ), 15/2019 (BR-163/230/MT/PA) e 1/2021 (PR Vias - Lotes 1 a 6). Disponível em: <https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/ConsultarAvisoAudienciaPublica.aspx?tipo=audiencias>. Acesso em: 18 de jul. de 2023.

BRASIL. Agência Nacional de Transportes Terrestres. 2023b. Contrato de Concessão da 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: 18 de jul. de 2023.

BRASIL. Infra S.A. Observatório Nacional de Transporte Logístico. **Boletim Logístico – A importância do modo rodoviário para o Brasil.** 2022. Disponível em: <https://ontl.infrasa.gov.br/wp-content/uploads/2022/10/A-Importancia-do-Modo-Rodoviario-para-o-Brasil.pdf>. Acesso em 10 de jun. de 2024.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Portaria nº104, de 11 de agosto de 2021. **Estabelece a diretriz de política pública de isenção de cobrança de tarifa de pedágio para as motocicletas em concessões federais.** Ministério da Infraestrutura. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-n-104-de-11-de-agosto-de-2021-337810060>. Acesso em: 3 de dez. de 2021.

BRASIL. Ministério dos Transportes. Portaria nº 995, de 17 de outubro de 2023. 2023c. **Institui a Política Nacional de Outorgas Rodoviárias no âmbito do Ministério dos Transportes e de suas entidades vinculadas.** Disponível em: <https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/concessoes/PORTARIAN995DE17DEOUTUBRODE2023.pdf> : Acesso em: 12 de jun. de 2024.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Resultados do Comércio Exterior Brasileiro – Dados Consolidados.** 2024. Disponível em: https://balanca.economia.gov.br/balanca/publicacoes_dados_consolidados/pg.html. Acesso em 12 de jun. de

2024.

BORGES, R. C. N. **Fiscalização em excesso de peso em rodovias**. 2012. Disponível em: https://bd.camara.leg.br/bd/bitstream/handle/bdcamara/12296/fiscalizacao_excesso_borges.pdf?sequence=. Acesso em: 10 de jun. de 2024.

CNI. **Investimentos públicos e as rodovias federais no Brasil – Evolução e Perspectivas**. 2021. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br>. Acesso em 12 de jun. de 2024

GOMES, J.C.C.; ALBANEZ, W. **O alto custo do transporte no Brasil em decorrência da falta de infraestrutura logística**. Disponível em: http://www.cic.fio.edu.br/anaisCIC/anais2017/pdf/10_09.pdf. Acesso em 12 de jun. de 2024.

LISZBINSKI; BRITO; CUNHA. **Custos logísticos: um levantamento da produção científica na última década no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/176>. Acesso em 12 de jun. de 2024.

ILLINOIS TOLLWAY: Informações dos pedágios do estado de Illinois, nos Estados Unidos da América. 2024. Disponível em: <https://www.illinoistollway.com/toll-rates>. Acesso em 10 de jun. de 2024.

TORRES, O. *et al.* **Impacto da Implantação do Custo do Pedágio na BR-163 em Relação ao Transporte de Soja do Estado de Mato Grosso**. 2017. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/KsCk8ktgPxFrpJQQFBfcWRk/>. Acesso em 10 de jun. de 2024.