

A IMPORTÂNCIA DO iRAP NA GESTÃO DE CONCESSÕES RODOVIÁRIAS

Gabriele da Silva Ramalho¹; Paloma Fialho²; Wilson Shoji Iyomasa³

Resumo – O Programa de Exploração Rodoviária (PER) estabelece os requisitos mínimos para as concessões rodoviárias e incluem parâmetros de desempenho de rodovias, bem como diretrizes técnicas para serem aplicadas pelas concessionárias. A implementação do programa *International Road Assessment Programme* (iRAP) em novos contratos de concessão tem sido um importante requisito para avaliar e acrescentar melhorias tecnológicas na segurança nas rodovias. Além de ser uma exigência contratual, o iRAP oferece suporte aos tomadores de decisão e à equipe de gestão das concessionárias para definir investimentos estratégicos a longo prazo, visando a melhoria contínua da segurança viária. O iRAP proporciona um planejamento estruturado que visa reduzir o número de acidentes e mortes nas estradas, com foco na melhoria contínua dos padrões de segurança viária.

Abstract – The Roadway Exploration Program (PER) establishes the minimum requirements for road concessions and includes performance parameters for roadways, as well as technical guidelines to be applied by the concessionaires. The implementation of the *International Road Assessment Programme* (iRAP) in new concession contracts has been an important requirement for assessing and adding technological improvements to road safety. In addition to being a contractual requirement, iRAP supports decision-makers and the management team of the concessionaires in defining long-term strategic investments aimed at continuous improvement of road safety. iRAP provides a structured planning approach aimed at reducing the number of accidents and fatalities on the roads, with a focus on the ongoing improvement of road safety standards.

Palavras-Chave – iRAP; *International Road Assessment Programme*; Indicadores de Desempenho; Parâmetros de Desempenho; Concessões Rodoviárias.

¹ Eng., Aluna do curso de pós-graduação do IPT, (11) 96614-1233, gabriele.silva.s@hotmail.com

² Eng., MSc, Universidade de São Paulo, (11) 98126-1968, palomafialho@hotmail.com

³ Geól., PhD, Docente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, (11) 3767-4372, wsi@ipt.br

1. INTRODUÇÃO

O Programa de Exploração Rodoviária (PER) estabelece as condições para a execução das concessões rodoviárias no Brasil, incluindo parâmetros mínimos a serem atendidos durante o contrato, diretrizes técnicas e critérios de desempenho. O não cumprimento dessas obrigações pode levar à abertura de processos administrativos, com a aplicação de penalidades previstas em contrato ou resoluções da agência reguladora. A avaliação de desempenho das concessionárias é feita por meio de indicadores de desempenho, permitindo ao poder concedente monitorar a qualidade do serviço e, conforme o caso, aplicar descontos ou bonificações nas tarifas de pedágio, de acordo com os resultados obtidos.

Além dos indicadores de desempenho, a avaliação também considera parâmetros de desempenho, que expressam as condições mínimas que devem ser mantidas no sistema rodoviário. Esses parâmetros visam garantir que as rodovias atendam a um padrão adequado de segurança e qualidade. Dentro desse contexto, as novas concessões no Brasil têm adotado a metodologia *International Road Assessment Programme* - iRAP, não apenas como um requisito contratual, mas como uma ferramenta estratégica para identificar e classificar riscos, visando a melhoria contínua da segurança viária.

A aplicação do iRAP, além de ser um requisito contratual, auxilia os tomadores de decisão e a gestão das concessionárias a definir investimentos plurianuais de forma mais precisa, focando na melhoria da segurança das rodovias. Esse programa se destaca como uma ferramenta de gestão, especialmente no planejamento de intervenções e na alocação eficiente de recursos humanos e financeiros. Nas novas concessões, o iRAP é utilizado tanto como parâmetro de desempenho quanto como indicador de desempenho, incentivando a concessionária a alcançar uma elevada pontuação no programa, o que pode resultar em bônus tarifários ou descontos na aplicação de recursos.

A disseminação do iRAP nas rodovias brasileiras se deve, em grande parte, aos programas mundiais de redução de acidentes, como a Década de Ação pela Segurança no Trânsito, que busca não apenas reduzir os acidentes, mas principalmente diminuir as mortes nas rodovias. Nesse cenário, o iRAP desempenha um papel crucial, funcionando como uma metodologia estruturada que identifica e classifica os riscos, incluindo os geológico-geotécnicos, que podem afetar a estabilidade das vias ao longo do tempo.

A metodologia do iRAP vai além dos riscos mais visíveis, como o estado da pavimentação ou da sinalização, e considera também perigos associados às características geológico-geotécnicas que, em geral, não são facilmente perceptíveis, como a superfície de um plano de ruptura dos taludes de corte. Estes podem ser formados por processos naturais, como os geológicos, ou induzidos, sejam como resultantes de processos construtivos, como também decorrentes de eventos climáticos severos. Os taludes de corte são, preferencialmente, suscetíveis a movimentos de massa, como deslizamentos de terra, que coloca em situação de risco os usuários ou populações que residem ou circulam a jusante de taludes. Esses colapsos geotécnicos são altamente perigosos, por exemplo, a queda de um pequeno bloco do talude na pista de rolagem pode causar acidentes graves, como o capotamento de veículos, “engavetamentos” etc.

Atualmente, por meio do iRAP realiza-se análise rápida de um talude para classificar, por exemplo, quanto à possibilidade em causar capotamentos de veículos. Embora essa análise permita identificar rapidamente os pontos críticos, ela não considera todas as variáveis geológico-geotécnicas que influenciam a estabilidade do solo, como a composição do solo, o nível de saturação, erosões invisíveis ou as variações sazonais. Dessa forma, embora a análise visual seja uma ferramenta valiosa, é imprescindível a integração de tecnologias geotécnicas avançadas para permitir análises mais precisas e contínuas, que possibilite indicar intervenções mais eficazes para garantir melhorias na segurança para os usuários das rodovias.

2. CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

2.1. Década para a Segurança nas Estradas

A segurança no trânsito é uma das maiores preocupações globais, com a Organização das Nações Unidas (ONU) destacando que, a cada ano, cerca de 1,35 milhão de vidas são perdidas em acidentes rodoviários. Esses acidentes são a principal causa de morte entre pessoas de 5 a 29 anos. Para enfrentar essa realidade, a ONU lançou a Década de Ação pela Segurança no Trânsito (2011-2020), com a meta de reduzir a mortalidade nas rodovias por meio de ações estratégicas, incluindo melhorias na infraestrutura rodoviária e a implementação de sistemas de gestão de risco.

Em 2021, a ONU iniciou a Segunda Década de Ação pela Segurança no Trânsito (2021-2030), com o objetivo de reduzir em 50% as mortes e lesões graves no trânsito até 2030. Para atingir essas metas, a implementação de políticas públicas eficientes e o uso de metodologias como o iRAP são fundamentais. A avaliação geotécnica e geológica também desempenha um papel crucial, uma vez que muitas rodovias atravessam áreas geologicamente vulneráveis, onde deslizamentos de terra e rupturas em cabeceiras de OAEs (obras de artes especiais) ou até de fundações podem representar riscos graves à segurança dos usuários.

2.2. International Road Assessment Program (iRAP)

O Programa de Avaliação de Rodovias (RAP na sigla em inglês) foi instituído em 2005 pelos governos britânico, holandês e sueco que trabalham em parceria com os principais clubes automotivos europeus e instituições de caridade relacionadas às questões de segurança de rodovias. O objetivo inicial era desenvolver um mercado para a segurança viária, bem como aumentar a conscientização dos usuários. Com grande adesão mundial, o programa foi internacionalizado em 2006, se tornando o Programa Internacional de Avaliação de Rodovias (iRAP – *International Road Assessment Program*). Outras melhorias nos modelos já foram introduzidas, como novos *softwares*, treinamentos e, principalmente, garantia de qualidade no serviço ofertado pelas concessionárias e órgãos públicos. Nesse sentido, destaca-se que foram implementadas, ao longo dos anos, aprimoramentos e novas ferramentas com base no *feedback* dos países parceiros. No final de 2012, as atividades do programa se estenderam para mais de 70 países, com a estimativa de 500.000 km de rodovias avaliadas.

O iRAP é uma metodologia do Banco Mundial para melhorar a segurança das rodovias e tem como objetivo atuar na prevenção de acidentes e na redução de seus impactos por meio de inspeções e classificações das vias rodoviárias, além de possibilitar o estabelecimento de um plano de investimento economicamente viável para aumentar a segurança dos usuários.

As avaliações das vias ocorrem de forma qualitativa e quantitativa quanto à segurança rodoviária dos 4 (quatro) perfis de usuários (pedestres, motociclistas, motoristas e ciclistas) para cada segmento da rodovia e, mediante a atribuição de pontuações, obtém-se a Classificação por Estrelas (*Star Rating Score* - SRS) em uma escala de 1 a 5 estrelas. Esta quantificação visa identificar qualitativamente o nível de segurança de cada um dos trechos da malha rodoviária avaliada, possibilitando um diagnóstico mais eficiente, bem como realizar análise e priorizar intervenções para os trechos mais críticos. A Figura 1 sintetiza a metodologia do iRAP.

Em resumo, o método é realizado seguindo as etapas apresentadas a seguir:

1. Inspeção das vias: coleta de dados em campo;
2. Codificação das rodovias: têm a função de registrar as características das vias inspecionadas e a condição geral da malha avaliada;
3. Dados de Apoio: coleta de dados rodoviários, econômicos, custos de contramedidas, tráfego, entre outros;
4. Resultados: classificação por estrelas e plano de investimentos; e

5. Projeto de Via: projeto final que terá em seu conteúdo as contramedidas definidas com seu devido plano de investimento e custo-benefício que a aplicação dessas ações, em prol da segurança viária, trará para a rodovia analisada.

CLASSIFICAÇÃO POR ESTRELAS E PROCESSO DE PLANO DE INVESTIMENTO PARA VIAS MAIS SEGURAS

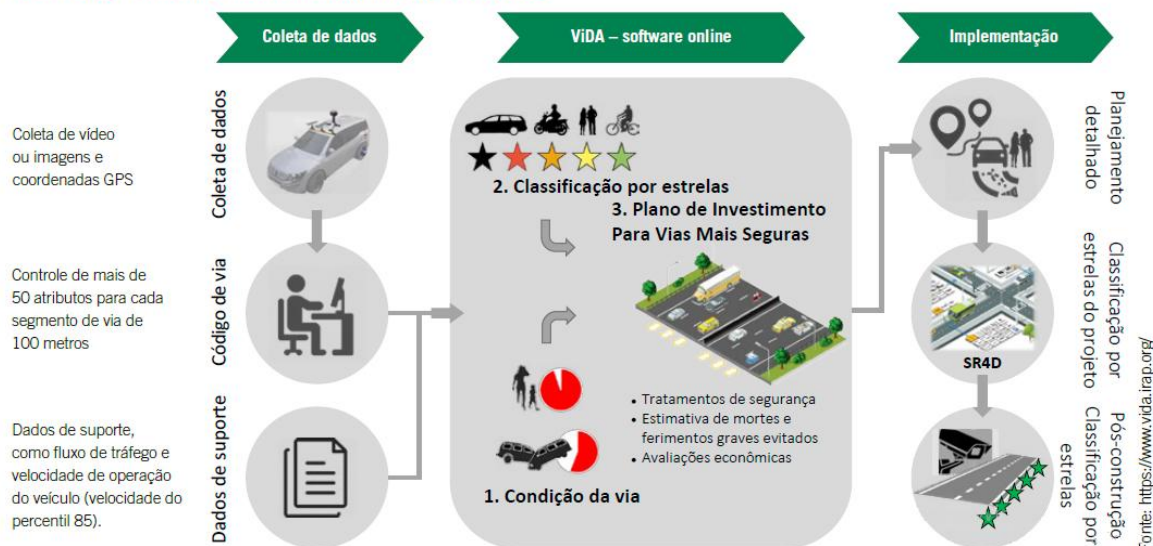


Figura 1. Etapas da metodologia iRAP. Fonte: Ministério da Infraestrutura

Uma das ferramentas utilizadas para a inspeção das vias é o veículo equipado com um sistema acreditado em conformidade com os parâmetros preconizados pelo iRAP, que exige um equipamento capaz de fornecer dados de localização e de vídeo (imagens) suficientes para a codificação da rodovia em intervalos de 100 metros.

Após a finalização do levantamento de campo, é iniciada a etapa de avaliação e codificação. A metodologia iRAP estabelece que todos os atributos das vias devem ser codificados em cada segmento de 100 metros, analisando-se 5 fotos (levantadas em campo) cada uma representando 20 metros. O modelo conta com 78 atributos rodoviários a serem classificados pelos codificadores, sendo 8 atributos para serem analisados pós codificação.

No caso da avaliação de taludes, o iRAP realiza a codificação dos cortes em dois tipos principais: com risco de capotamento e sem risco de capotamento. Para os taludes com risco de capotamento, a codificação considera a características geométrica do talude, que deve ser de pelo menos 2 m de altura e inclinação (entre 15° e 75°) que em caso de ruptura pode ocasionar capotamento de um veículo, considerando as limitações máximas permitidas, como velocidade, carga de transporte etc. Ressalta-se que nessa avaliação pelo iRAP não se consideram os parâmetros geológico-geotécnicos do talude.

Por outro lado, os taludes classificados como de baixo risco ao capotamento de veículos, portanto, com características geométricas mais estável ou com atributos geológico-geotécnicos favoráveis à estabilidade, que impedem o movimento de massa do solo, suas avaliações são igualmente importante, pois a presença de tais áreas pode indicar a necessidade de outros tipos de intervenções preventivas, como melhorias no sistema de drenagens, reparos nos sistemas de contenção etc. para garantir sua estabilidade a longo prazo.

É importante frisar que essas avaliações pelo iRAP permite priorizar a implementação de levantamentos complementares e/ou estudos e análises mais aprofundadas dos pontos críticos considerando os parâmetros geológico-geotécnicos, como discutido no próximo item desta publicação.

Paralelamente às etapas iniciais, é realizada a coleta de dados de apoio com o objetivo de garantir que o plano de investimento do iRAP e a classificação por estrelas reflitam as condições

locais. É necessário introduzir alguns dados estatísticos e econômicos para possibilitar a proposição de medidas para melhorias no nível de estrelas, denominadas contramedidas. Esses dados, que podem ser obtidos em conjunto com os departamentos de trânsito locais, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Polícia Rodoviária, estudos existentes em órgãos do governo, entre outros, melhoram a qualidade do plano de investimento.

A segurança fornecida por uma rodovia é classificada em 5 níveis, variando de 1 a 5 estrelas, onde as que apresentam alto risco são classificadas com uma estrela, enquanto as mais seguras são classificadas com 5 estrelas, ou seja, as estradas mais seguras (4 e 5 estrelas) possuem elementos de segurança viária adequados à velocidade de operação do tráfego, em contrapartida, nas mais perigosas (1 e 2 estrelas), os elementos de segurança de sua infraestrutura não são apropriados, ou são insuficiente para a velocidade máxima de operação da pista.

Essa classificação é angariada carregando-se a codificação e seus devidos dados de apoio no programa ViDA. Esse programa é um *software online* de análise dos dados que pertence ao iRAP. Após a análise da plataforma do iRAP, o *software* ViDA utiliza uma combinação de gatilhos e contramedidas que serão testadas como correções dos pontos identificados como sendo mais perigosos aos usuários e gera uma proposta de correção das características da via e seus arredores que é apresentado como um plano de investimento para o trecho de via.

O iRAP considera 94 opções de melhorias nas condições de segurança com efetividade comprovada, variando desde sinalizações e refúgios para pedestres até a duplicação de rodovias. Essas opções de melhorias, ou contramedidas, fornecem benefícios associados à quantidade de vidas salvas e o retorno financeiro em salvar vida.

Para gerar o plano de investimento, a metodologia do iRAP baseia-se na estimativa do custo econômico de cada morte ou ferimento grave que ocorre na rodovia. Essa abordagem é aplicada em todo o mundo pelo iRAP e é baseada em pesquisas conduzidas por McMahon e Dahdah (2008).

Após a conclusão das etapas antecedentes elabora-se o relatório final, que traz as contramedidas definidas com seu devido plano de investimento e custo-benefício que a aplicação dessas ações trará para a rodovia analisada em termos de segurança viária.

2.3. Riscos Geotécnicos: A Avaliação dos Taludes de Corte nas Rodovias

A instabilidade de taludes de corte são uma das principais preocupações geotécnicas em rodovias e representa áreas com elevado risco em causar acidentes decorrente de deslizamentos de terra, especialmente em regiões com solos instáveis ou com parâmetros geológico-geotécnico inadequados às características físicas do corte efetuado. O iRAP é uma das ferramentas que permite identificar pontos críticos para priorizar a organização e planejar a adoção de medidas mitigadoras. Embora essa análise visual ajude a identificar áreas de risco visível, ela deve ser vista como análise preliminar.

Os pontos críticos identificados pelo iRAP por meio de procedimentos visuais dos taludes, pode ser destacado para implementação de ações emergenciais caso os dados complementares do talude demonstrem características geológico-geotécnicas desfavoráveis à estabilidade.

A avaliação geotécnica detalhada, incluindo o estudo da composição do solo, parâmetros geotécnicos (ângulo de atrito, coesão etc.), nível de saturação, erosão invisível e estabilidade estrutural, é essencial para uma compreensão completa dos riscos geotécnicos. Portanto, o iRAP deve ser considerado como um elemento preliminar à análise geotécnica tradicional, fornecendo uma visão geral inicial que orienta a investigação mais aprofundada de condições geológicas e geotécnicas.

2.4. Indicador de Desempenho e Parâmetros de Desempenho do iRAP

O indicador de desempenho é o índice que avalia a qualidade dos serviços obrigatórios prestados pela concessionária, com verificações periódicas da qualidade atingida em determinado

período, ou seja, é uma ferramenta de gestão dos serviços, podendo em algumas concessões gerar penalidade, no caso de não cumprir metas de qualidade esperada para cada serviço.

Um dos indicadores utilizados recentemente nas concessionárias brasileiras é a avaliação da segurança empregando-se a metodologia iRAP para a proposição do índice de desempenho de segurança. A partir dos resultados dessa metodologia é realizada, primeiramente, análise da classificação geral atual por estrelas da malha rodoviária em estudo, ou seja, *baseline* atual da malha antes da assunção da concessão pela concessionária. Tendo em vista que a concessão tem um período contratual e que ao longo deste período serão realizadas melhorias ou ampliações na malha rodoviária, para a avaliação dos indicadores de desempenho pela metodologia iRAP faz-se uma estimativa periódica dos incrementos do nível de estrela da malha em termos de segurança.

Os parâmetros de desempenho são as condições de serviços e de obras previstas que deverão ser atendidas obrigatoriamente ao longo do contrato de concessão. O Programa de Exploração da Rodovia (PER) contempla todas as obrigações da concessionária para execução do contrato, o não cumprimento gera penalidade à concessionária, que necessariamente deve acompanhar continuamente os elementos físicos e os processos gerenciais da rodovia. Esse acompanhamento permite adotar, em tempo hábil, as providências necessárias para assegurar permanente qualidade dos serviços disponíveis aos usuários.

Esses indicadores/parâmetros são empregados no edital da concessão com o objetivo de manter a fluidez do trânsito e levar segurança e conforto ao usuário do sistema rodoviário.

2.5. Aplicação nos Estudos de Concessão

Atualmente, os editais de estudos de concessão já exigem o levantamento com a metodologia iRAP para classificação e plano de investimentos das rodovias a serem concessionadas, portanto, é uma ferramenta utilizada para extrair indicadores de segurança viária para cumprir metas estabelecidas na concessão.

Citam-se 4 (quatro) estudos de concessões atuais que aplicaram a metodologia iRAP: BR-116/101/RJ/SP (Rodovia Presidente Dutra); BR-153/414/080/TO/GO; PIPA - Piracicaba-Panorama e BR-356; MG-262 e MG-329 (Lote 7 – Ouro Preto), conforme Tabela 1:

Tabela 1. Listagem das concessões avaliadas.

Concessão	Rodovias	Extensão	Emprego da Metodologia	CAPEX associado
Dutra	BR-116/101/RJ/SP	625,8	Parâmetro de Desempenho	R\$ 296.718.350,68
BR-153	BR-153/414/080/TO/GO	624,1	Parâmetro de Desempenho	R\$ 26.404.134,08
Pipa	SP-191, SP-197, SP-225, SP-261, SP-284, SP-293, SP-294, SP-304, SP-308, SP-310, SP-331, SP-425	1273,0	Indicador de Desempenho	*
Minas Gerais - Lote Ouro Preto	BR-356, MG-262 e MG-329	190,3	Indicador de Desempenho	*

*não há CAPEX associado, dessa forma as intervenções da própria concessão irão melhorar os níveis de estrelas.

Nas concessões federais, que é o caso da Dutra e BR-153, o iRAP é dado pelo parâmetro de desempenho e nas concessões estaduais (Pipa e Lote Ouro Preto), como indicador de desempenho.

Não existe uma regra nas concessões, o parâmetro é utilizado para trazer um benefício ao usuário para que as concessionárias consigam alocar melhor os recursos, visando redução de acidentes, bem como garantir a segurança, principalmente, dos usuários vulneráveis (ciclistas e pedestres).

3. ANÁLISE DOS INCREMENTOS

Nesse item, são abordadas a forma das aplicações dos indicadores/parâmetros de desempenho, usualmente utilizados nas concessões, para melhorar a segurança viária das rodovias concedidas.

Conforme exposto, nas concessões federais a metodologia até então aplicada para a melhoria dos níveis de segurança, utilizam-se parâmetros de desempenhos, cujas obrigações são especificadas pela indicação de melhorias que devem ser implementadas ao longo da concessão.

Cabe às concessionárias implementarem as intervenções de melhorias para a segurança do sistema viário concedido, de acordo com a metodologia de avaliação iRAP, cujo resultado produz uma classificação por estrelas atrelado ao risco de acidentes viários.

O PER das concessões Dutra e BR-153 (Tabela 2) indicam os seguintes parâmetros técnicos obrigatórios que deverão ser atendidos em cada fase, apresentado a seguir. O não cumprimento desses parâmetros acarreta penalidade para a concessionária, conforme já mencionado.

Tabela 2. Melhorias para a Segurança Viária – Metodologia iRAP | Dutra e BR-153.

Trechos* c/ Obras 1º Ciclo	Fase			
	Trabalhos Iniciais	Recuperação	1º Ciclo de Obras	Pós 1º Ciclo de Obras**
NÃO	★★	★★★	-	★★★★★ ★★★★★
SIM	★★	★★★	★★★★★	★★★★★

*Atendimento dos parâmetros técnicos em no mínimo 90% dos trechos do Sistema Rodoviário da Concessão. Os trechos que não atenderem (<10%) deverão ser justificados tecnicamente no Relatório Final.

**Plano de Melhorias a ser submetido à análise e aprovação previa da ANTT.

Fonte: PER Rodovia Federal (Dutra e BR-153)

Nas concessões estaduais (Lote Ouro Preto e Pipa) a aplicação da metodologia iRAP se dá pelo Indicador de Segurança Viária. No Lote Ouro Preto o indicador de desempenho não gera penalidade, mas gera bônus para a concessionária no pagamento dos recursos vinculados (outorga). A mensuração de desempenho da referida concessão é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Meta de incremento (pontos percentuais) | Lote Ouro Preto.

Ano base		Meta de incremento (pontos percentuais)					
Ano de medição							
Avaliação por Usuário	Ano 1	Ano 4	Ano 9	Ano 14	Ano 19	Ano 24	Ano 29
Carro	-	2%	18%	18%	18%	18%	18%
Motocicleta	-	2%	9%	17%	21%	21%	21%
Ciclista*	-	0%	19%	33%	42%	42%	42%
Pedestre*	-	4%	9%	12%	14%	14%	14%

*aplicados somente nos segmentos de 100 metros que houver a presença destes usuários.

A meta de incremento refere-se ao número de pontos percentuais que a nota do respectivo ano terá de ser superior ao ano-base, considerando o percentual de trechos de 100 m com nota igual ou superior a três estrelas.

$$\text{Nota de incremento} = P3_{\text{ano}} - P3_{\text{base}}$$

Sendo:

$P3_{\text{ano}}$ = percentual de segmentos com nota igual ou superior a 3 estrelas no ano da avaliação

$P3_{\text{base}}$ = percentual de segmentos com nota igual ou superior a 3 estrelas no ano base

Na concessão da Pipa, o indicador de desempenho gera penalidade, ou seja, a concessionária tem obrigações a cumprir. No entanto, apesar de ser um indicador de desempenho, a concessionária pode receber bônus caso venha realizar melhorias além daquelas previstas no contrato. A mensuração de desempenho da referida concessão é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Percentual trechos homogêneos com 3 (três) estrelas ou mais na metodologia ISR (iRAP) de Segurança viária | Pipa.

Usuários	Ano 0	Ano 2	Ano 6	Ano 10	Ano 14	Ano 18	Ano 22	Ano 26	Ano 30
Ocupantes de veículos	77%	78%	96%	96%	96%	94%	90%	90%	88%
Motociclistas	61%	60%	75%	75%	69%	73%	72%	73%	64%
Pedestres	64%	63%	77%	77%	78%	76%	76%	76%	76%
Ciclistas	67%	66%	82%	82%	80%	74%	71%	71%	68%

Portanto, a superação de metas pela concessionária gera bônus no desempenho e incremento da segurança viária. Essa bonificação entra como percentual no saldo acumulado para cada tipo de usuário descrito acima (pedestre, ciclista, motociclista e veículos), na conta do saldo tarifário.

4. CONCLUSÕES

A aplicação da metodologia iRAP, além de ser um requisito contratual, permite aos tomadores de decisão e à equipe de gestão das concessionárias uma forma mais eficiente de planejar e definir os investimentos plurianuais nas rodovias, com foco na melhoria contínua da segurança viária. Dessa forma, o iRAP se configura como uma ferramenta estratégica de alto nível, essencial para a gestão e otimização dos recursos destinados à infraestrutura rodoviária.

Observa-se que a aplicação da metodologia iRAP nas concessionárias brasileiras não apresenta um padrão de utilização pré-estabelecido. A aplicação da metodologia está atrelada às necessidades do cliente ou órgão regulador, objetivando a melhoria da segurança viária. A indicação da metodologia possibilita benefícios aos usuários e está atrelada à análise de alocação ótima de recursos ao longo do período de concessão, aliando investimentos às necessidades de implementação de melhorias na rede viária, visando a redução de acidentes.

No entanto, para que o iRAP seja plenamente eficaz na segurança rodoviária, é imprescindível que sua aplicação seja complementada por avaliações mais detalhadas. A avaliação de taludes de corte, por exemplo, deve ser acompanhada de investigações geológico-geotécnicas e monitoramento sistemático que garantam a estabilidade do solo e a segurança a longo prazo. A combinação do iRAP com essas análises mais aprofundadas, associadas às instrumentações, proporciona abordagem integrada e assegura que as rodovias sejam resilientes e sustentáveis, frente aos eventos climáticos extremos. Adicionalmente, o somatório de ferramentas de gestão possibilita incrementos de melhorias na preservação da infraestrutura rodoviária e, principalmente, na segurança dos diferentes tipos de usuários.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à família, aos colegas e à empresa Dynatest Engenharia pela disponibilização de material de apoio.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Pesquisa no portal**. Disponível em: <https://portal.antt.gov.br/br-116-101-sp-rj>. Acesso em: 05 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Pesquisa no portal**. Disponível em: <https://participantt.antt.gov.br/Site/AudienciaPublica/VisualizarAvisoAudienciaPublica.aspx?CodigoAudiencia=397>. Acesso em: 05 fev. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Programa de Exploração da Rodovia**. Anexo 2 – Rodovias BR-153/TO/GO e 080/414/GO. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Modelo Econômico-Financeiro**. Rodovias BR-153/TO/GO e 080/414/GO. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Programa de Exploração da Rodovia**. Rodovias BR-116/RJ/SP e 101/RJ/SP. 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Modelo Econômico-Financeiro**. Rodovias BR-116/RJ/SP e 101/RJ/SP. 2021.

AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Pesquisa no site**. Disponível em: <http://www.artesp.sp.gov.br/Style%20Library/extranet/index.aspx>. Acesso em: 10 fev. 2022.

AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Indicadores de desempenho nos serviços prestados e descontos por atraso ou inexecução de obra**. Anexo 03 – Lote Piracicaba Panorama. São Paulo: 2019.

AGÊNCIA DE TRANSPORTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Fichas relativas aos indicadores de desempenho**. Apêndice C – Lote Piracicaba Panorama. São Paulo: 2019.

BANCO DE DESENVOLVIMENTO DE MINAS GERAIS. **Pesquisa no dataroom**. Disponível em: <https://dataroom.bdmg.mg.gov.br/arquivos/>. Acesso em: 01 fev. 2022.

INTERNATIONAL ROAD ASSESSMENT PROGRAMME. **Manual de Codificação de Vias do iRAP**. 2022.

INTERNATIONAL ROAD ASSESSMENT PROGRAMME. **Pesquisa no site**. Disponível em: <https://irap.org/pt/>. Acesso em: 20 dez. 2021.^

McMahon, K. e Dahdah, S. (2008) **The True Cost of Road Crashes: Valuing Life and the Cost of a Serious Injury**. International Road Assessment Programme (IRAP).

MINISTÉRIO DA INFRAESTRUTURA. **Pesquisa no site**. Disponível em: <https://www.gov.br/infraestrutura/pt-br/assuntos/transporte-terrestre/rodovias-federais/rodovias-federais-seguranca-viaria-programas-e-acoas>. Acesso em: 12 fev. 2022.

REPRESENTAÇÃO DA OPAS E DA OMS NO BRASIL. **Pesquisa no site**. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/noticias/28-10-2021-oms-lanca-decada-acao-pela-seguranca-no-transito-2021-2030>. Acesso em: 14 fev. 2022.