

Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro
Secretaria Municipal de Transportes - SMTR

NOTA TÉCNICA TR/SUBTOP N° 001/2025

**Cálculo e Metodologia do
Índice de Qualidade de Transportes do SPPO**

Abril de 2025

1. INTRODUÇÃO	2
2. METODOLOGIA DE CÁLCULO DO IQT	2
2.1. Indicadores de Qualidade	2
2.2. Cálculo do IQT por Serviço	8
2.3. Agregação do IQT por Empresas ou Consórcios	12

1. INTRODUÇÃO

A presente Nota Técnica tem o objetivo de apresentar o Índice de Qualidade de Transportes (IQT) do Rio de Janeiro, desenvolvido pela Secretaria Municipal de Transportes (SMTR) para avaliar a qualidade da operação do Sistema de Transporte Público por Ônibus (SPPO) de forma objetiva, sistemática e contínua. O IQT fornece uma medida quantitativa da qualidade do serviço prestado, permitindo a identificação de deficiências operacionais e subsidiando ações de aprimoramento na gestão do transporte público.

O cálculo do IQT é baseado em sete indicadores distintos, que avaliam aspectos operacionais críticos, como regularidade, cumprimento de viagens e satisfação dos usuários. Os indicadores serão calculados trimestralmente por serviço e, em seguida, agregados para obter valores por empresa ou consórcio. A metodologia desenvolvida garante uma avaliação padronizada e transparente, permitindo um acompanhamento consistente da evolução da qualidade do transporte.

A versão atual do IQT corresponde ao último trimestre de 2024 (entre 01 de outubro de 2024 e 31 de dezembro de 2024). O objetivo deste primeiro cálculo é estabelecer um referencial de qualidade das atuais operações. A metodologia adotada é detalhada a seguir.

2. METODOLOGIA DE CÁLCULO DO IQT

2.1. Indicadores de Qualidade

Para avaliar a qualidade da operação do sistema de transporte público do município do Rio de Janeiro de forma objetiva e sistemática, foram selecionados sete indicadores que refletem aspectos essenciais da prestação do serviço. O cálculo do IQT ocorre em três etapas: primeiro, os indicadores são calculados por serviço; em seguida, os indicadores são normalizados numa escala de 0 a 1 e agregados para compor o IQT por serviço; e finalmente, os índices dos serviços são combinados de forma ponderada, considerando a quilometragem planejada de cada serviço, para gerar os IQTs para os níveis mais agregados como empresas e consórcios.

2.1.1. Indicador de Atendimento (IA)

O Indicador de Atendimento (IA) mede a relação entre a quilometragem efetivamente percorrida pelos ônibus e a quilometragem planejada para cada serviço s no trimestre analisado t . A quilometragem efetiva é apurada com base na metodologia definida pela Resolução SMTR nº 3.552/2022, que também rege a apuração do subsídio. Essa apuração utiliza um algoritmo desenvolvido pela SMTR, que identifica, a partir dos dados de GPS dos veículos, o número de viagens realizadas por linha.¹ Multiplica-se esse número pela quilometragem planejada, previamente definida de cada viagem, resultando na quilometragem total operada.

Já a quilometragem planejada é definida no Plano Operacional Consolidado do SPPO, elaborado pela SMTR com base em análises contínuas da rede de atendimento. O plano, atualizado mensalmente e disponibilizado aos consórcios, estima a quilometragem diária a ser operada com base na programação de viagens por linha e na extensão de cada serviço.

Fórmula do Indicador:

$$IA_{s,t} = \frac{Km\ percorrida_{s,t}}{Km\ planejada_{s,t}} \times 100$$

Fonte dos Dados:

- *Quilometragem Percorrida* - Apuração SMTR
- *Quilometragem Planejada* - Plano Operacional

2.1.2. Indicador de Faixas sem Penalidade de Atendimento (IFPA)

O Indicador de Faixas sem Penalidade de Atendimento (IFPA) avalia o cumprimento do atendimento da quilometragem planejada por faixa horária. Cada serviço possui faixas horárias planejadas ao longo do dia, e uma faixa horária é penalizada se a quilometragem percorrida for inferior a 60% da planejada, conforme Decreto Rio nº 55.631/2025. O indicador expressa a proporção de faixas horárias que

¹ A quilometragem efetivamente percorrida não considera as viagens realizadas por veículos em situação irregular, isto é, não licenciados e não vistoriados.

não sofrem penalização em relação ao total de faixas planejadas do serviço. Para o cálculo do percentual de atendimento de cada faixa são utilizadas a quilometragem efetivamente percorrida e a quilometragem planejada.

Fórmula do Indicador:

$$IFPA_{s,t} = \frac{Faixas\ sem\ penalidade_{s,t}}{Faixas\ Planejadas_{s,t}} \times 100$$

Fonte dos Dados:

- *Quilometragem Percorrida* - Apuração SMTR
- *Quilometragem Planejada* - Plano Operacional

2.1.3. Indicador de Idade Média da Frota (IMF)

O Indicador de Idade Média da Frota (IMF) reflete o tempo de vida dos veículos operantes v em cada serviço. O cálculo desse indicador se baseia na idade dos veículos licenciados no Sistema de Transporte Urbano (STU) que realizaram viagens no período, apuradas pelo algoritmo desenvolvido pela SMTR. A idade de cada veículo é calculada com base no ano de fabricação e o ano de referência da análise, considerando os extremos como anos completos. Para garantir um retrato fiel da frota em operação, a idade dos ônibus é ponderada pelo número de viagens realizadas por cada veículo, de modo que veículos mais utilizados tenham maior peso no cálculo. Dessa forma, o índice representa a idade média lograda pelo usuário no dia a dia.

Fórmula do Indicador:

$$IMF_{s,t} = \frac{\sum_v (Idade\ do\ veículo_{v,t} * Viagens\ realizadas_{v,s,t})}{\sum_v Viagens\ realizadas_{v,s,t}}$$

Fonte dos Dados:

- *Viagens Realizadas* - Apuração SMTR
- *Ano de Fabricação dos Veículos* - Sistema de Transporte Urbano (STU)

2.1.4. Indicador de Regularidade (IR)

O Indicador de Regularidade (IR) mede a variação dos intervalos entre viagens realizadas, apuradas pelo algoritmo desenvolvido pela SMTR, dentro de cada faixa horária e avalia os atrasos no serviço prestado em relação aos intervalos planejados dentro do período analisado. Os intervalos planejados provêm do GTFS (*General Transit Feed Specification*), formato padrão para o compartilhamento de dados de transporte público, amplamente utilizado para representar informações sobre horários, itinerários e estrutura da rede de transporte, gerado pelo Plano Operacional.

Forma de Cálculo do Indicador:

O IR é calculado em três etapas. Na primeira etapa, para cada faixa horária f , é calculado o desvio padrão σ dos intervalos realizados I_i^r em relação ao intervalo médio planejado da faixa $I_p^{médio,f}$. Considera-se todos os intervalos registrados n_f nas faixas horárias entre 06h e 21h para todos os serviços, com exceção dos serviços noturnos, onde é analisada apenas a faixa entre 00h e 03h. Se um intervalo realizado for menor que o planejado ($I_i^r < I_p^{médio,f}$), aquele intervalo é considerado como equivalente ao intervalo médio planejado da faixa, para que adiantamentos de partida não sejam penalizados como atrasos. Assim:

$$\sigma_{s,f} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i^r - I_p^{médio,f})^2}{n_f}}$$

Na segunda etapa, calcula-se o coeficiente de variação (CV) dos desvios padrão dos intervalos por serviço e faixa, obtido pela divisão do desvio-padrão calculados na etapa anterior pelo intervalo médio da faixa:

$$CV_{s,f} = \frac{\sigma_{s,f}}{I_p^{médio,f}}$$

Finalmente, o Indicador de Regularidade (IR) é obtido a partir do coeficiente de variação médio do serviço, que é obtido pela média aritmética dos coeficientes de variação das faixas calculados na etapa anterior, considerando o total de faixas horárias analisadas F .

$$IR \equiv CV_s = \frac{\sum_{f=1}^F CV_{s,f}}{F}$$

Ressalta-se que o indicador de regularidade só pode ser calculado para serviços que tenham viagens planejadas e realizadas em uma mesma faixa horária, com ao menos duas partidas dentro dessa faixa — o que permite determinar o intervalo entre as viagens.

Fonte dos Dados:

- *Viagens Realizadas* - Apuração SMTR
- *Viagens Planejadas* - GTFS do Plano Operacional

2.1.5. Indicador de Infrações Disciplinares (ID)

O Indicador de Infrações Disciplinares (ID) contabiliza a quantidade de infrações cometidas pelos operadores dos serviços, como direção perigosa, não parar no ponto para passageiros idosos ou com deficiência, e desrespeito às normas de trânsito. As infrações são ponderadas conforme a gravidade definida no Código Disciplinar do SPPO,² com pesos atribuídos de acordo com a tipificação: 1 para infrações leves, 2 para médias, 3 para graves e 4 para gravíssimas.³

Para cada serviço, são identificadas as infrações registradas no período de análise e associadas aos ônibus que efetivamente realizaram viagens. Em seguida, calcula-se a frequência de infrações ponderadas pelo peso para cada 1000 quilômetros percorridos.

Fórmula do Indicador:

$$ID_{s,t} = \frac{\sum_i (\text{Infrações disciplinares}_{i,s,t} \times \text{Peso}_i)}{\text{Km percorrida}_{s,t}} \times 1000$$

² Decreto Rio 36.343/2012.

³ A exceção é a infração 023.II, referente à inoperância ou mau funcionamento do ar-condicionado em veículos onde o equipamento é exigido, que recebe peso 4.

Fonte dos Dados:

- *Infrações Disciplinares* - SMTR
- *Quilometragem Percorrida* - Apuração SMTR

2.1.6. Indicador de Ar Condicionado (IAC)

O Indicador de Ar Condicionado (IAC) mede o percentual da quilometragem percorrida por veículos licenciados no STU e equipados com ar-condicionado ($AC_v = 1$) em relação à quilometragem total percorrida,⁴ permitindo avaliar o nível de climatização da frota em operação.⁵

Fórmula do Indicador:

$$IAC_{s,t} = \frac{Km\ percorrida_{s,t} | AC_v = 1}{Km\ percorrida_{s,t}} \times 100$$

Fonte dos Dados:

- *Quilometragem Percorrida* - Apuração SMTR
- *Características do Veículo* - Sistema de Transporte Urbano (STU)

2.1.7. Indicador de Satisfação do Usuário (ISU)

O Indicador de Satisfação do Usuário (ISU) é medido com base no volume de reclamações registradas por linha l no decorrer do trimestre analisado. Para cada linha, são contabilizadas todas as manifestações feitas pelos passageiros, abrangendo questões como mudanças de itinerário, problemas de acessibilidade, falhas na climatização, superlotação e intervalos irregulares. As reclamações são contabilizadas por linha, sem distinção entre serviços, pois não é possível determinar com precisão a qual serviço específico a reclamação se refere.

O indicador expressa o número de reclamações a cada mil passageiros transportados, com base nos dados do Relatório Diário de Operações (RDO) ou dado

⁴ A quilometragem total percorrida considera as viagens realizadas por veículos em situação regular (licenciados e vistoriados).

⁵ Ressalta-se que esse indicador não reflete se a frota está operando com o equipamento ligado ou funcional, somente a fração da quilometragem percorrida que é realizada por frota equipada.

equivalente.⁶ Ao considerar o volume de passageiros, é possível comparar a percepção dos usuários entre diferentes linhas. Após o cálculo do ISU da linha principal, o valor é replicado para todos os serviços planejados a ela vinculados.

Fórmula do Indicador:

$$ISU_{l,t} = \frac{Reclamações_{l,t}}{Passageiros transportados_{l,t}} \times 100.000$$

Fonte dos Dados:

- *Reclamações* - Canal 1746 e Atendimento Digital da SMTR
- *Passageiros Transportados* - Relatório Diário de Operação (RDO)

2.2. CÁLCULO DO IQT POR SERVIÇO

2.2.1. Normalização dos Indicadores

Para padronizar os valores dos indicadores e possibilitar sua agregação, cada um deles é normalizado por meio do método *min-max*, que os transforma em uma escala de 0 a 1. A normalização ocorre conforme a fórmula:

$$I_k^{norm} = \frac{I_k - I_{k,min}}{I_{k,max} - I_{k,min}}$$

Onde I_k representa o valor do indicador, enquanto $I_{k,min}$ e $I_{k,max}$ representam os valores mínimos e máximos do indicador, respectivamente.

Para garantir a coerência interpretativa entre os indicadores, aqueles cuja relação com o fenômeno de interesse é negativa — ou seja, em que valores mais elevados correspondem a desempenhos piores — foram invertidos previamente à normalização. Essa inversão assegura que, para todos os indicadores, valores maiores representem melhor desempenho relativo, permitindo a agregação consistente dos resultados normalizados.

⁶ Os dados do Relatório Diário Operacional (RDO) são disponibilizados para análise da SMTR quarenta dias após cada dia efetivamente operado, bem como para a consolidação de cada mês.

2.2.2. Máximos e Mínimos dos Indicadores

A definição dos valores de referência (mínimos e máximos) utilizados na normalização dos indicadores buscou, sempre que possível, refletir os limites empíricos observados no período analisado, preservando a estrutura das distribuições. Em determinados casos, entretanto, os valores máximos foram truncados com base em limites conceituais previamente estabelecidos. Essa abordagem foi adotada para evitar que *outliers* (valores extremos) distorcessem a escala de normalização e comprometessem a comparabilidade entre serviços.

Além disso, para garantir a consistência temporal dos índices e permitir sua comparação ao longo do tempo, os valores mínimos e máximos utilizados na normalização devem permanecer estáveis ao longo das diferentes edições do indicador. Atualizações frequentes desses limites provocariam mudanças na escala e dificultariam a interpretação de tendências reais de desempenho. Sendo esta a primeira versão deste índice, a definição inicial dos parâmetros de normalização com base em critérios técnicos e conceituais assegura uma base comparável e robusta para a evolução histórica do índice. Os critérios utilizados nesse processo estão descritos a seguir:

- Indicadores percentuais, como atendimento, faixa horária sem penalidade e ar-condicionado, tiveram seus limites definidos diretamente: o valor mínimo corresponde a 0% e o máximo a 100%, por representarem os extremos possíveis de desempenho nesse tipo de métrica.
- Idade média da frota: Conforme o disposto no Anexo III do Edital de Concorrência SMTR nº CO 10/2010 que estabelece 8 anos como o limite de vida útil para os veículos do tipo Básico, Padron, e Midiônibus, esse valor foi adotado como limite superior da escala. Acima disso, considera-se que não há mais ganho em penalizar a nota — trata-se de um patamar máximo de obsolescência aceitável.
- Satisfação do usuário (reclamações por 100 mil passageiros transportados): a distribuição desse indicador apresenta assimetria à direita acentuada, com presença de valores extremos (*outliers*) que comprometem a representatividade da escala completa. Para mitigar esse efeito, adotou-se como limite superior o 90º percentil da distribuição empírica no período analisado, correspondente a 7 reclamações por 100 mil passageiros.
- Demais indicadores (regularidade e infrações disciplinares) tiveram seus valores mínimos e máximos definidos com base nos extremos empíricos observados no período analisado, refletindo a distribuição real dos

dados. Posteriormente, os valores máximos foram truncados no primeiro decimal mais próximo, como forma de garantir maior estabilidade e coerência na escala de normalização, sem comprometer a representatividade estatística dos dados. Essa aproximação facilita a interpretação dos resultados e reduz a sensibilidade do indicador a variações marginais.

Abaixo, a tabela resume os valores máximos e mínimos utilizados na normalização de cada indicador:

Tabela 1 - Valores Máximos e Mínimos para Normalização, por Indicador

Indicador	Unidade de Medida	Máximo	Mínimo
Atendimento	Percentual	100	0
Faixa Horária sem Penalidade	Percentual	100	0
Idade Média da Frota	Anos	8	0
Regularidade	Coeficiente de Variação	1,5	0
Infrações Disciplinares	Infrações x 1.000 km	3	0
Ar Condicionado	Percentual	100	0
Satisfação dos Usuários	Reclamações x 100.000 passageiros	7	0

2.2.3. Cálculo do IQT

O IQT de cada serviço foi calculado a partir da média simples dos valores normalizados dos indicadores, descritos na subseção anterior. Com essa abordagem, o índice final resulta em uma pontuação única que varia entre 0 e 1, sendo 1 o melhor desempenho possível e 0 o pior.

A forma de cálculo é:

$$IQT_s = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K I_{k,s}^{norm}$$

Em que:

- IQT_s representa o Índice de Qualidade do Transporte para o serviço s ;
- K é o número total de indicadores;

- $I_{k,s}^{norm}$ é o valor normalizado do indicador k para o serviço s .

2.3. AGREGAÇÃO DO IQT POR EMPRESAS E CONSÓRCIOS

Após o cálculo do IQT para cada serviço individual, é possível obter uma métrica agregada por empresa ou consórcio. Para isso, utiliza-se a média ponderada dos IQTs dos serviços, considerando como peso a quilometragem planejada para cada serviço no período.

A fórmula geral da agregação é:

$$IQT_j = \frac{\sum_{s \in j} IQT_s \times Km_s}{\sum_{s \in j} Km_s}$$

Em que:

- IQT_j o índice agregado para j (empresa ou consórcio);
- $s \in j$ indica todos os serviços pertencentes a j ;
- IQT_s é o índice do serviço s ;
- Km_s é a quilometragem planejada para o serviço s no período.