

# **MÉTRICA PARA ANÁLISE DE DESEMPENHO DE LINHAS URBANAS DE ÔNIBUS**

**Walber Paschoal da Silva**

Escola de Engenharia  
Universidade Federal Fluminense

## **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo propor uma métrica de desempenho para as linhas urbanas de ônibus. A métrica proposta, denominada Taxa de Ocupação x Quilômetro, permite uma análise mais precisa do comportamento da demanda de passageiros ao longo do itinerário de cada linha, através de uma medida que procura representar a exata quantidade do produto perecível, viagem, que foi consumida. Essa métrica pode ser associada a outros parâmetros, relacionados à qualidade, no sentido de dar peso aos mesmos e, dessa maneira, fornecer informações mais consistentes a respeito do desempenho das linhas de ônibus, tanto sob o ponto de vista do passageiro, quanto do operador.

## **ABSTRACT**

This paper presents a performance metrics for the urban public transportation by bus. The proposed metrics, called Occupation Rate x Kilometer, allows a more accurate analysis of the passengers demand behavior along the path of each bus line, by means of a measure that represents the exact quantity of the perishable product, travel, that was consumed. This metrics can be used in association with quality parameters, giving weight to them, besides providing more consistent information about the bus lines performances, considering the perceptions on both sides, passenger and operator.

## **1. INTRODUÇÃO**

Conhecer a produtividade e o desempenho de um determinado serviço representa uma informação de grande relevância, tendo em vista que fornece aos tomadores de decisão uma base de dados capaz de permitir um planejamento mais acurado, um gerenciamento mais eficiente das atividades, além de um acompanhamento mais efetivo do desempenho da empresa de um modo global. Com efeito, cria-se um ambiente favorável para aumento da produtividade, maior competitividade e melhoria na qualidade do serviço oferecido. Conforme citado em Fisher (1990), Lord Kelvin dizia que, “Quando você pode medir o que está falando, e expressar isso em números, você conhecerá algo sobre isso. Do contrário, seu conhecimento é insuficiente e insatisfatório”. Segundo Kaplan e Norton (1992) “o que você mede é o que você tem”.

Nesse sentido este trabalho tem como objetivo propor uma métrica para análise do desempenho das linhas urbanas de ônibus, que incorpora o fator distância física entre cada par de pontos de parada a essa análise. Isto, tendo em vista que as métricas usuais, tais como, o Fator de Renovação, o Gráfico de Ocupação e o Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK), embora de reconhecida relevância dentro desse processo não contemplam essa distância física entre os pontos de parada.

Também é apresentada na seção 4, em linhas gerais, uma metodologia que se refere aos procedimentos para a construção de um banco de dados capaz de proporcionar a obtenção dos indicadores provenientes não apenas da métrica proposta, mas também de qualquer outra eventual métrica previamente selecionada, no sentido de permitir o monitoramento de desempenho de linhas de ônibus. Vale esclarecer que, neste trabalho, consideram-se métricas as unidades de medida de desempenho, e indicadores os números representativos dos valores obtidos para as métricas.

Com relação ao planejamento e programação de viagens das linhas urbanas de ônibus, definir objetivos claros, como, por exemplo, aumentar a capacidade de uma determinada linha em 20%, é uma tarefa essencial. Mas, para isso, deve-se ter uma clara compreensão do desempenho dessas linhas de ônibus, tanto no que se refere à qualidade do serviço oferecido aos passageiros, sob o ponto de vista do usuário, quanto no que se refere ao lucro e à otimização dos recursos envolvidos, sob o ponto de vista do operador. Segundo Tomazins (1975), outros dois atores que participam desse processo são o Governo e a sociedade, mas a métrica proposta neste trabalho tem como foco principal o ponto de vista do usuário, embora com os devidos ajustes, também possa ser adaptada aos outros casos.

No processo de planejamento e programação de viagens de uma linha urbana de ônibus, deve-se levar em consideração, não apenas as informações obtidas através das métricas citadas, mas, também, informações derivadas da relação entre demanda e oferta, ao longo do itinerário da linha. Isso porque, por exemplo, um passageiro que percorre 1 km não consome o mesmo que um passageiro que percorre 10 km, ainda que para a empresa o lucro possa ser o mesmo. Em outras palavras, usando-se como parâmetro de qualidade o Nível de Serviço, uma linha de ônibus onde os passageiros percorrem 5 km com um nível de serviço C, e 20 km com um nível de serviço F, oferece aos seus passageiros uma qualidade de serviço bem inferior à de uma linha que percorre 5 km com um nível de serviço F e 20 km com um nível de serviço C.

Sob o ponto de vista do operador, a princípio, tal situação pode não fazer diferença uma vez que o lucro obtido também é influenciado pelo Fator de Renovação, mas para a qualidade do serviço percebida pelo usuário, essas duas situações são bem diferentes. Conhecer esses pesos das distâncias físicas percorridas entre os trechos da viagem sobre as respectivas taxas de ocupação, além de favorecer um planejamento visando a melhoraria da qualidade do serviço oferecido, pode inclusive aumentar os lucros do operador, indicando a necessidade, e até mesmo o exato posicionamento e dimensionamento, de terminais de integração.

Dessa maneira, a métrica aqui proposta, denominada Taxa de Ocupação x Quilômetro, permite uma análise mais precisa do comportamento da demanda de passageiros ao longo do itinerário de cada linha, por meio de uma medida que representa a exata quantidade do produto perecível, viagem, que foi, de fato, consumida, uma vez que a taxa de ocupação entre cada para de pontos de parada é ponderada pela distância física entre os mesmos.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

A revisão bibliográfica apresentada neste capítulo se encontra dividida em duas partes principais, a primeira procura estabelecer a base teórica, sob um ponto de vista mais amplo e conceitual, do assunto métricas de desempenho, e a segunda apresenta uma revisão das métricas usuais no planejamento de linhas urbanas de ônibus, foco do presente trabalho.

Assim, conforme citado anteriormente, para o planejamento e gerenciamento de um determinado processo de produção é essencial a definição de objetivos claros a respeito das metas de produtividade desejadas. Para tanto, é necessário que se conheça, em termos qualitativos e quantitativos, o desempenho de cada atividade. Essa medição é feita por meio de métricas e de seus respectivos indicadores.

A escolha dessas métricas deve ser feita com base em um profundo conhecimento das opções disponíveis. Nesse sentido, Tangen (2004) desenvolveu um trabalho cujo objetivo foi

apresentar uma revisão das mais comuns e mais modernas abordagens para medidas de desempenho. O trabalho sugere que as ferramentas mais modernas têm de fato influenciado as questões conceituais, mas que raramente têm influenciado as práticas de medição de maneira significativa.

Outro trabalho do mesmo autor nessa linha teórica (Tangen, 2005) teve como objetivo examinar as maneiras como os conceitos de “produtividade” e “performance” são tratados na literatura, demonstrando que os termos usados nesses campos geralmente são vagamente definidos e superficialmente entendidos. Para tanto, é feita uma revisão da literatura relativa ao tema medidas de desempenho, tanto acadêmicas, quanto de natureza prática, publicadas nos últimos 30 anos.

Com o objetivo de entender o uso de métricas capazes de proporcionar um equilíbrio entre as necessidades do cliente e o processo de execução do serviço, Melnyk e Calantone (2005) desenvolveu um trabalho em que examina o processo de desenvolvimento das métricas, assim como os fatores que influenciam tal processo. O trabalho se baseia em uma série de detalhados estudos de caso e em 45 (quarenta e cinco) entrevistas com experientes gerentes de diferentes serviços, revelando a existência de uma tensão entre as métricas que estimulam o crescimento por meio da inovação e desenvolvimento de mercado, e as métricas que reduzem custos ou investimentos em ativos.

Tapinos *et al.* (2005) desenvolveu uma pesquisa cujo objetivo foi investigar o impacto das medidas de desempenho no processo de planejamento estratégico das organizações. Para tanto, foi realizada uma pesquisa *on-line* em grande escala com a Escola de Negócios Warwick. O trabalho levanta uma série de questões a respeito do uso e do potencial impacto dessas medidas, especialmente nas categorias de organizações que não são muito influenciadas pelas mesmas. O trabalho também contribui no sentido de fornecer resultados empíricos a respeito do impacto dessas medidas de desempenho sobre o processo de planejamento estratégico.

Com relação às aplicações no setor de transportes, de acordo com o *Highway Capacity Manual* – HCM (Transportation Research Board, 2000), a qualidade do serviço reflete a percepção que o passageiro tem do desempenho do transporte coletivo, e nos Estados Unidos, muitas definições não são padronizadas ou são muito específicas para um caso particular. O HCM alerta que é necessário muito cuidado com os termos qualidade de serviço e nível de serviço, tendo em vista que carregam uma grande variedade de significados.

Em seu conceito de qualidade de serviço, o HCM (Transportation Research Board, 2000) considera as seguintes definições: Medidas de desempenho do transporte coletivo – fator quantitativo e qualitativo usado para avaliar um aspecto particular desse serviço; Qualidade do serviço de transporte coletivo – desempenho global desse serviço, medido ou percebido a partir do ponto de vista do passageiro; Medida do serviço de transporte coletivo – medida de desempenho quantitativa que melhor descreve um aspecto particular desse serviço, representando o ponto de vista do passageiro, e também conhecida como uma medida de efetividade; Nível de serviço – seis valores para a medida de um serviço particular, graduados de A (melhor) a F (pior), baseados na percepção do passageiro sobre um aspecto particular do serviço de transporte coletivo. O HCM ainda divide essas medidas de desempenho do transporte coletivo em três aspectos principais: Ponto de vista do operador (Serviço

oferecido/utilização e economia); Ponto de vista do passageiro (qualidade do serviço – disponibilidade e conveniência); Operação do veículo (Capacidade veicular e velocidade/atraso).

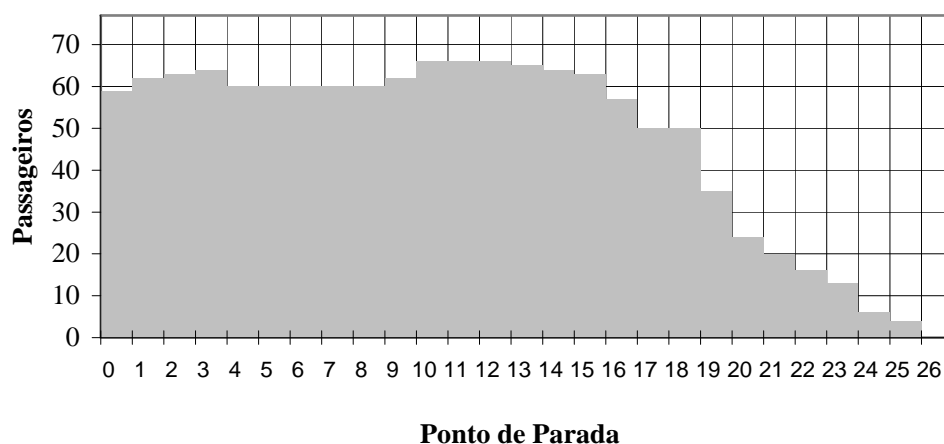
Sob o ponto de vista do operador, as informações a respeito do horário de partida e do número de passageiros transportados por viagem, contidas na guia do cobrador ou nos contadores das catracas eletrônicas, não são suficientes para a identificação do fluxo real no trecho mais carregado, tendo em vista que, ao longo do itinerário de uma linha urbana de ônibus, há uma renovação de passageiros.

Portanto, para efeito de programação de viagens, verifica-se a necessidade de se realizar uma pesquisa de embarque e desembarque, a qual permitirá a obtenção da variação da ocupação do veículo ao longo do seu itinerário, e, também, do Fator de Renovação. O conceito de Fator de Renovação (FR), definido como a relação entre número total de passageiros transportados na viagem e a ocupação crítica da viagem, sozinho não fornece uma informação clara de como essa renovação de passageiros ocorre.

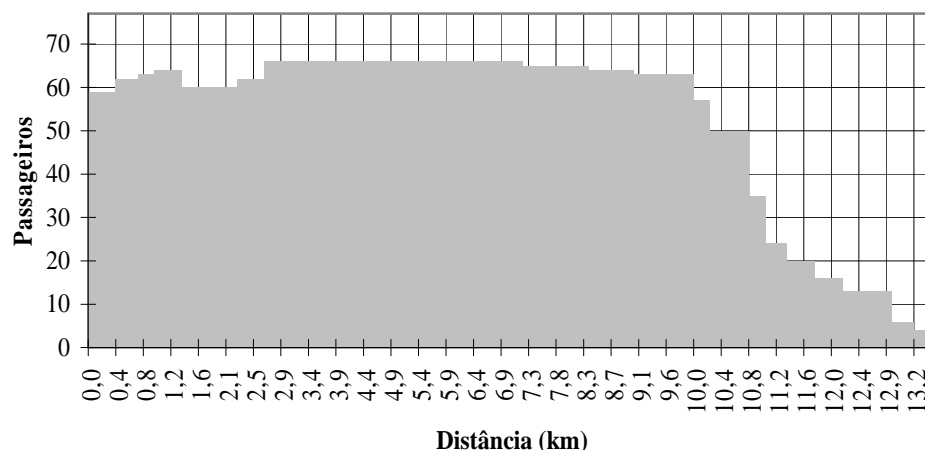
Deste modo, verifica-se a necessidade de se analisar o Fator de Renovação em conjunto com o gráfico de ocupação, também obtido a partir da pesquisa de embarque e desembarque, observando-se que, embora essas pesquisas permitam a análise do comportamento da demanda ao longo do percurso da viagem, não fornecem informações a respeito das distâncias físicas entre os pontos de parada.

A planilha padrão utilizada para esse tipo de pesquisa, levanta, por viagem, as seguintes informações: Clima; Hora de início e término da viagem; Catraca inicial e final; Número de lugares sentados e em pé; Número de passageiros embarcando e desembarcando em cada ponto; Hora de passagem por cada ponto; Quilometragens inicial e final (apenas algumas planilhas); Dados complementares (empresa, tipo de veículo, placa, data e pesquisador).

Os dois gráficos de ocupação a seguir (Figuras 1 e 2), referentes a uma linha fictícia, em um suposto sentido mais carregado, durante o Pico da Manhã, mostram de forma bem clara, essa diferença.



**Figura 1:** Gráfico de Ocupação padrão



**Figura 2:** Gráfico de Ocupação com a flutuação espacial da demanda (proposto)

Comparando-se o gráfico gerado pela métrica proposta (Figura 2) com o tradicional gráfico da taxa de ocupação entre os pontos de parada (Figura 1), verifica-se que as áreas são diferentes, pois no gráfico da Figura 2 pode-se observar com clareza a flutuação espacial dessa taxa de ocupação, e no gráfico da Figura 1 observa-se apenas a taxa de ocupação entre cada par de pontos, como em um gráfico geométrico de barras, sem considerar a distância física entre os mesmos.

Então, conclui-se que a ocupação crítica da viagem, ou seja, a máxima ocupação ocorrida ao longo do percurso da linha, pode possuir um peso maior ou menor, em função da distância física do trecho em que a mesma ocorreu. E, pelos procedimentos tradicionais, essas variações nas distâncias entre os pontos não são consideradas durante o processo de programação de viagens, dificultando um ajuste mais preciso.

Outra métrica tradicional é o Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK), que representa a relação entre o número médio de passageiros diários e a quilometragem diária média, servindo como parâmetro para a determinação do custo operacional dos transportes. De reconhecida importância para o processo de planejamento de transportes, o IPK permite a análise da viabilidade de alterações de projeto nos custos operacionais. A Prefeitura do Rio de Janeiro, por exemplo, apresenta em sua página de Internet o IPK anual medido nos meses típicos (Rio Ônibus, 2007). Mas além do IPK, outros indicadores disponibilizados pela Rio Ônibus, com valores anuais e diários, são: Viagens; Quilômetros percorridos; Passageiros transportados.

Ainda dentro desse ponto de vista dos órgãos de gerência e das empresas operadoras, Panariello (1993) desenvolveu um estudo que apontou sete métricas de desempenho para os serviços de transporte coletivo por ônibus, embora algumas apresentem aspectos também relacionados com a qualidade do serviço sob o ponto de vista do passageiro. Dentre as métricas de eficácia foram indicadas: Passageiros-ano/habitante; Quilômetro-ano/habitante; Número de ônibus/mil habitantes; Idade média da frota de ônibus. Quanto às métricas de eficiência foram indicadas: Passageiros-ano/ônibus; Passageiros-ano/quilômetro percorrido; Quilometragem-ano/ônibus.

Com relação às métricas associadas à qualidade do serviço oferecido (ponto de vista do passageiro), Magalhães (2004) desenvolveu uma metodologia para o desenvolvimento de sistemas de indicadores aplicados no planejamento e gestão da política nacional de transportes. Em seu trabalho, Magalhães (2004) destaca que um indicador fornece informações capazes de caracterizar os problemas em estudo, subsidiando o estabelecimento de políticas e de prioridades, de maneira sintonizada com as necessidades do grupo-alvo e com o planejamento desejado. Também deve ser simples, claro, de fácil compreensão, sem ambigüidades, e viável em relação à disponibilidade de dados e aos custos envolvidos em sua obtenção.

Nessa mesma linha de pesquisa, Vasconcellos *et al.* (2007) desenvolveu um sistema de indicadores para o sistema de transporte coletivo rodoviário interestadual e internacional de passageiros, baseado na metodologia proposta por Magalhães (2004), e apresenta como resultado um conjunto de indicadores direcionados à avaliação do citado sistema de transporte, a saber: Segurança; Legalidade; Pontualidade; Generalidade; Regularidade; Higiene; Eficiência; Conforto; Eficácia do operador; Atualidade; Cortesia. Baseada nesses indicadores, uma pesquisa desenvolvida pelo Centro de Formação de Recursos Humanos em Transportes (CEFTRU, 2007) aplicou aos mesmos o método AHP (*Analytical Hierarch Process*) de análise hierárquica para medir o grau de importância de cada um em relação aos demais, a partir de um questionário aplicado a especialistas no assunto, obtendo-se como resultado, a métrica denominada Indicador de Serviço Adequado (Equação 1):

$$ISA = 0,29 \times IS + 0,11 \times IL + 0,10 \times IP + 0,10 \times IG + 0,09 \times IRO + 0,08 \times IHV + 0,08 \times IEV + 0,06 \times IECA + 0,06 \times IC + 0,02 \times IA + 0,01 \times ICCEP \quad (1)$$

em que: ISA: indicador de serviço adequado;

IS: indicador de segurança;

IL: indicador de legalidade;

IP: indicador de pontualidade;

IG: indicador de generalidade;

IRO: indicador de regularidade;

IHV: indicador de higiene;

IEV: indicador de eficiência;

IECA: indicador de eficácia do operador;

IC: indicador de conforto;

IA: indicador de atualidade;

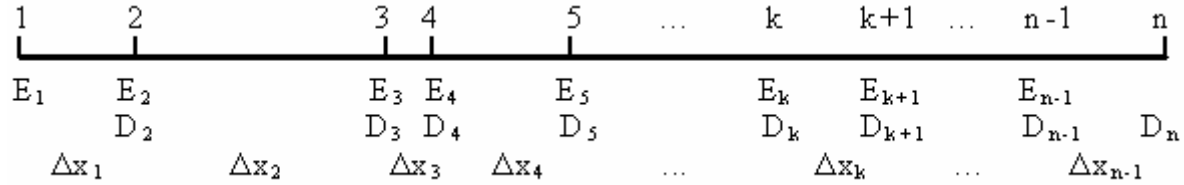
ICCEP: indicador de cortesia.

Mais próximos da métrica aqui proposta, algumas métricas de eficiência do transporte público por ônibus, sob o ponto de vista do usuário e do operador, que também consideram a distância física percorrida, são (Vuchic, 1981): a DOLK (despesa operacional por lugares x quilômetro), que representa a razão entre o CDO (custo direto operacional) e a LKM (quantidade de lugares totais oferecidos x quilômetro); e, a LKMPOH (quantidade de lugares totais oferecidos x quilômetro por pessoal de operação x hora), que representa a razão entre a LKM e a POH (quantidade de pessoal de operação x hora).

### 3. A MÉTRICA PROPOSTA

A métrica proposta procura fornecer uma medida capaz de informar, para o contexto de uma linha urbana de ônibus, a exata quantidade do produto viagem que foi utilizada ao longo do itinerário dessa linha. Tal medida representa o somatório do produto da taxa de ocupação pela

distância física, entre cada par de pontos de parada, sendo denominada Taxa de Ocupação x Quilômetro (TOPK). Assim, o conceito de TOPK é relativamente simples e de fácil obtenção, tendo em vista que necessita apenas da ocupação entre cada par de pontos de parada ao longo do itinerário da linha, das distâncias físicas entre esses pontos e da capacidade do veículo, e, considerando-se uma linha com  $n$  pontos de parada (Figura 3), é calculada a partir das Equações 2 e 3.



**Figura 3:** Itinerário de uma linha urbana de ônibus com  $n$  pontos de parada

$$TOPK = \frac{\sum_{k=1}^{n-1} (O_k \times \Delta x_k)}{C \times L} \quad (2)$$

$$O_k = \sum_{k=1}^{n-1} (E_k - D_k) \quad (3)$$

em que:  $n$ : número de pontos de parada;  
 $k$ : número do ponto de parada ou do trecho entre os pontos de parada  $k$  e  $k+1$ ;  
 $E_k$ : embarque no ponto de parada  $k$  [pax];  
 $D_k$ : desembarque no ponto de parada  $k$  [pax];  
 $\Delta x_k$ : distância do trecho  $k$  da viagem [km];  
 $O_k$ : ocupação no trecho  $k$  da viagem [pax];  
 $C$ : capacidade do veículo [pax];  
 $L$ : distância total do itinerário da linha [km].

Para o teste da métrica proposta, sugere-se que as linhas a serem estudadas sejam classificadas por área de planejamento (AP), subárea de planejamento e região administrativa, conforme discriminadas no Plano Diretor da cidade. A Tabela 1, a seguir, apresenta uma sugestão de modelo de tabela para executar essa classificação, preenchida com valores já desatualizados no sentido de se proporcionar apenas uma apresentação hipotética.

**Tabela 1:** Proposta de tabela para classificação das linhas de ônibus

Nº Linha	Origem			Destino		
	AP	Subárea	Região Administrativa	AP	Subárea	Região Administrativa
121 (Central – Copacabana)	1	(1-A)	I, II e VII	2	(2-B)	V
174 (Central – Gávea)	1	(1-A)	I, II e VII	2	(2-A)	IV e VI
214 (Castelo – Paula Matos)	1	(1-A)	I, II e VII	1	(1-B)	III e XXIII
240 (Praça XV – Cidade de Deus)	1	(1-A)	I, II e VII	4	(4-A)	XVI e XXIV
254 (Praça XV – Madureira)	1	(1-A)	I, II e VII	3	(3-C)	XIV e XV
335 (Tiradentes – Cordovil)	1	(1-A)	I, II e VII	3	(3-A)	X, XI e XXX
373 (Tiradentes – Pavuna)	1	(1-A)	I, II e VII	3	(3-E)	XXII e XXV
464 (Maracanã – Leblon)	2	(2-C)	VIII e IX	2	(2-A)	IV e VI
667 (Méier – Madureira)	3	(3-B)	XII, XIII, XXVIII e XXIX	3	(3-C)	XIV e XV
701 (Madureira – Alvorada)	3	(3-C)	XIV e XV	4	(4-A)	XVI e XXIV
779 (Madureira – Pavuna)	3	(3-C)	XIV e XV	3	(3-E)	XXII e XXV

Assim, ampliam-se as possibilidades de análises dos resultados dessa aplicação. Apenas para ilustrar, tal classificação permitiria o estudo de uma correlação entre os indicadores obtidos para cada linha com as características dos locais de origem e destino das mesmas. Dessa maneira, seria possível a identificação de padrões nos valores obtidos, tais como TOPKs semelhantes em ambos os sentidos (por exemplo, nos horários de pico) quando os locais de origem e destino apresentam determinadas características (por exemplo, tipo de uso do solo residencial). Tal informação, indica uma situação de homogeneidade no uso das linhas nos horários e sentidos de maior carregamento, e é de essencial relevância durante o processo de dimensionamento da frota de ônibus dessa linha.

As linhas, onde em um mesmo período de análise, ocorrerem diferenças mais significativas entre as TOPKs nos dois sentidos (ida e volta), ou seja, caracterizadas por fluxo (sentido mais carregado) e contra-fluxo (sentido menos carregado), podem ser associadas aos locais de origem e destino, cujas características podem ser identificadas e, assim, fornecer informações de grande relevância durante o planejamento dessas linhas.

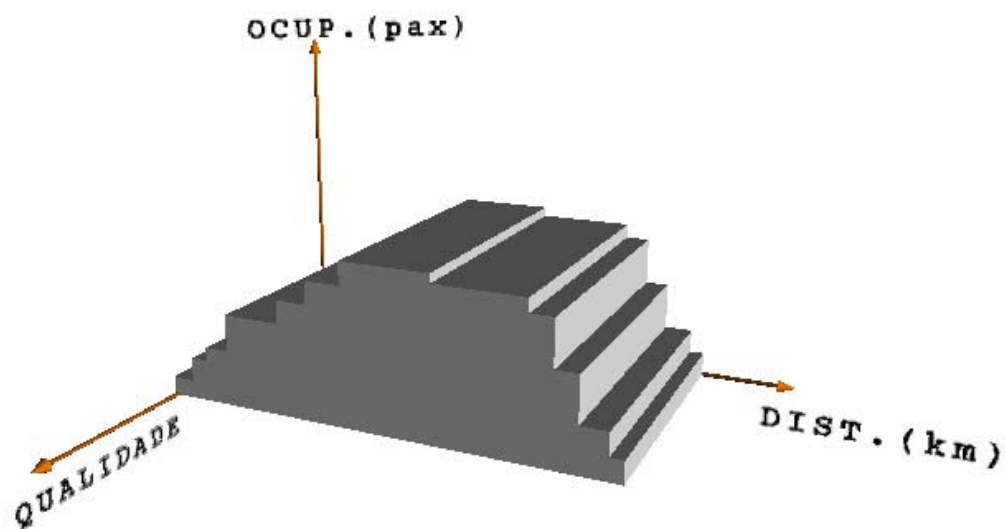
Vale destacar que, dependendo dos objetivos da análise e das características locais, a distância física entre cada par de pontos de parada pode ser substituída pela distância-tempo de viagem, no sentido de fornecer uma medida ainda mais próxima da percepção do usuário, e até mesmo do operador, com a inclusão dessa outra dimensão (tempo) de análise, mas esta seria uma informação mais difícil de se obter. Outro ajuste que pode ser adotado no sentido de permitir uma análise mais precisa, seria a divisão do itinerário de cada linha em trechos com características de geometria, operação e uso do solo, semelhantes.

A TOPK pode ser, ainda, associada a parâmetros relacionados à qualidade, para dar peso aos mesmos e permitir, por meio de valores mais próximos da realidade, uma análise mais precisa do desempenho das diferentes linhas de ônibus, tanto segundo a percepção do passageiro, quanto do operador, dependendo dos parâmetros de qualidade selecionados. Em outras palavras, esses parâmetros de qualidade do serviço representam uma terceira dimensão no gráfico da Figura 2.

Por exemplo, os indicadores de qualidade citados na Equação 1, podem ser devidamente ponderados, multiplicando-se o ISA pela TOPK, obtendo-se uma medida capaz de representar o desempenho da linha de ônibus, com relação ao aproveitamento da qualidade de serviço oferecida. O índice de desempenho obtido com essa ponderação é o volume resultante do gráfico em 3D apresentado na Figura 3.

Outra utilização proposta para a TOPK, é servindo como fonte de dados para a obtenção do nível de serviço (NS) global da viagem, a partir do NS entre cada par de pontos de parada e ponderado pela distância física entre os mesmos. Isso é possível tendo em vista que o NS é determinado em função da razão entre a quantidade de passageiros em pé e a quantidade de passageiros sentados (CET, 1985), e que essas informações podem ser obtidas a partir da ocupação, da oferta de lugares sentados, e da capacidade do veículo, entre cada par de pontos de parada.





**Figura 3:** Gráfico em 3D obtido a partir da métrica de desempenho proposta

#### **4. METODOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO DO BANCO DE DADOS**

Na metodologia proposta, a primeira etapa é a seleção das métricas a serem utilizadas. Nesse processo, em um primeiro momento deve-se elaborar uma lista das métricas com potencial chance de serem adotadas, incluindo-se tanto aquelas já consolidadas pela prática, citadas anteriormente, quanto à métrica proposta neste trabalho, a TOPK.

Em seguida deve ser realizado um contato com especialistas responsáveis pelo planejamento e gerenciamento do transporte coletivo por ônibus, tanto das empresas operadoras, quanto dos órgãos de regulamentação e gerência, cujo objetivo é, por meio de um protocolo de pesquisa (guia de entrevistas), validar as métricas a serem utilizadas, de maneira a dar às mesmas um respaldo, não apenas técnico-científico, mas também prático-operacional. Assim, definido o tamanho da amostra, as perguntas a serem respondidas são: “Quais são as métricas utilizadas?” e “Como são calculadas?”.

Na segunda etapa as empresas operadoras são convidadas a participar desse projeto de pesquisa onde, por questões estratégicas de mercado, cada uma é identificada apenas por um código que garanta sigilo das informações cedidas. No sentido de viabilizar a participação das empresas, tal sigilo deve ser garantido por meio de um documento (Termo de Sigilo e Confidencialidade) assinado pelo coordenador do projeto e demais membros do projeto, os quais devem ser professores, pesquisadores, ou estudantes, sem qualquer vínculo com essas empresas, assegurando às mesmas, ética e imparcialidade no tratamento das informações recebidas.

Na terceira etapa, as empresas recebem uma orientação, e se necessário um treinamento mais específico, a respeito dos procedimentos para o levantamento dos dados relativos às métricas selecionadas, os quais devem ser, a princípio, mensalmente enviados ao coordenador do projeto. Em paralelo, na quarta etapa, deve ser implantado um laboratório de métricas com capacidade para armazenamento, tratamento estatístico de dados e cálculo dos indicadores.

Com o início do processo de levantamento das informações e o recebimento dos primeiros resultados, inicia-se a quinta etapa que é a construção do banco de dados, reunindo as informações relativas às várias linhas urbanas de ônibus da cidade pesquisada, a partir do qual são calculadas as médias dos indicadores de desempenho resultantes de cada linha de ônibus, médias essas que serão, a princípio, mensalmente atualizadas.

No sentido de permitir uma análise mais precisa dos indicadores fornecidos pelas métricas selecionadas, é importante destacar que as informações levantadas devem ser classificadas por período do dia (pico da manhã, entre pico e pico da tarde), dia da semana, mês e ano, tendo em vista as variações dos padrões de comportamento, tanto da demanda quanto da oferta de viagens, ocorridos ao longo desses períodos.

As empresas participantes desse projeto, além de estarem contribuindo para uma pesquisa que proporciona um conjunto de informações de extrema relevância para esta área de estudo, têm como retorno permissão de acesso às médias dos indicadores resultantes desse banco de dados. Dessa maneira passam a ter acesso a importantes valores de referência, capazes de permitir uma comparação dos indicadores relativos às suas próprias linhas, com a média do mercado, identificando com mais clareza suas qualidades, a serem consolidadas, e seus pontos fracos, a serem superados, subsidiando, assim, a definição de estratégias de ação mais sintonizadas com a realidade.

O sistema de processamento a ser adotado é bem simples, tendo em vista que necessita apenas de software de gerenciamento de banco de dados ou de planilha eletrônica. O uso integrado desse banco de dados com um Sistema de Informações Geográficas (SIG), embora não seja obrigatório para a obtenção dos indicadores desejados, é recomendável tendo em vista que aumenta consideravelmente a produtividade em face de suas ferramentas para a criação de mapas temáticos, realização de simulações, análises espaciais e facilidade para obtenção e atualização dos dados.

Nesse processo, o SIG forneceria automaticamente as distâncias físicas entre os pontos de parada cadastrados para cada linha, diretamente no banco de dados da pesquisa. As ocupações poderiam ser obtidas a partir de sistemas de catracas eletrônicas (na entrada e na saída dos veículos), ou por meio de câmeras (que por motivos de segurança já são utilizadas em várias linhas na cidade do Rio de Janeiro) convenientemente posicionadas de maneira a permitir a posterior contagem, em escritório, dos embarques e desembarques em cada ponto de parada, com seus respectivos horários, dias do mês e quilometragem do veículo. Assim, como esses dados de embarque e desembarque, as capacidades dos veículos também seriam fornecidas pelas operadoras.

Como uma das saídas do banco de dados ter-se-ia a média global das taxas de ocupação, classificadas em função das áreas de planejamento de origem e destino, ou em função do período do dia. O sistema informatizado poderia inclusive combinar filtros diferentes, no

sentido de refinar automaticamente os resultados, fornecendo, por exemplo, a taxa de ocupação média das linhas ligando duas determinadas áreas de planejamento da cidade, em um determinado dia da semana, em determinado período do dia. Com um SIG integrado, tais resultados podem ser apresentados diretamente sobre o mapa por meio dos recursos de criação de mapas temáticos.

## **5. CONCLUSÕES E PROPOSIÇÕES**

O índice procura proporcionar uma análise do comportamento da demanda de passageiros ao longo do percurso de cada linha, contemplando as distâncias físicas entre cada par de pontos de parada, através de uma medida que representa a exata quantidade do produto viagem, que foi consumida. Deste modo, pretende-se com essa métrica disponibilizar um parâmetro que venha a complementar as métricas tradicionais, fornecendo esta visão da dimensão espacial do problema analisado.

A metodologia para a criação de um banco de dados de métricas de desempenho, é proposta no sentido de viabilizar um contínuo acompanhamento do desempenho de cada linha de ônibus, a partir da comparação dos seus indicadores com as médias globais, ou com as médias de determinado grupo de linhas, definido em função das suas características e dos objetivos da análise. Tal acompanhamento contínuo, fator essencial para o gerenciamento e o aperfeiçoamento dos serviços oferecidos, é possível em virtude do também contínuo processo de alimentação do banco de dados, tratamento e análise dos resultados.

Vale observar que para o desenvolvimento desse banco de dados proposto, as ações que foram aqui descritas envolvem recursos e estrutura que, para uma situação prática, propõe-se que sejam subsidiados pela Prefeitura da cidade em que a metodologia venha a ser aplicada, ou pelas próprias empresas operadoras, ou mesmo por projeto acadêmico, tendo em vista os interesses da sociedade e do poder público (regulador e fiscalizador), envolvidos.

Uma proposição para futuros trabalhos é o desenvolvimento de um programa computacional que, associado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), permita uma automatização dos processos de alimentação do banco de dados proposto, execução dos cálculos dos indicadores, realização de simulações em rede e desenvolvimento de análises espaciais.

Nesse contexto, a métrica proposta neste trabalho, assim como a metodologia para o levantamento de seus indicadores, procura contribuir para o contínuo refinamento e aperfeiçoamento dessa linha de pesquisa, proporcionando mais uma ferramenta para a análise do desempenho das linhas urbanas de ônibus.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- CEFTRU (2007) *Sistema de Indicadores do Transporte Rodoviário Interestadual: Relatório III*. ANTT. Centro de Formação de RH em Transportes, Universidade de Brasília.
- CET (1985) *Análise e dimensionamento da oferta de transportes por ônibus: Metodologia*. Boletim Técnico da Companhia de Engenharia de Tráfego de São Paulo, No. 35. Companhia de Engenharia de Tráfego, São Paulo, SP.
- Fisher, T.J. (1990) Japanese manufacturing performance criteria. *International Journal of Operations & Production Management*. Vol. 10, No. 8, 61-69.
- Kaplan, R.S. e D.P. Norton (1992) *The balanced scorecard – measures that drive performance*. *Harvard Business Review*. Vol. 70, No. 1, 71-79.
- Magalhães, M. T. Q. (2004) *Metodologia para o Desenvolvimento de Sistemas de Indicadores: Uma Aplicação no Planejamento e Gestão da Política Nacional de Transportes*. Dissertação de Mestrado, Departamento

- de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília.
- Melnyk, S.A. e R.J. Calantone (2005) An empirical investigation of the metrics alignment process. *Intl. Journal of Productivity and Performance Management*. Vol.54, No.5/6, 312-324.
- Panariello, L.M. (1993) *Sistema de Informações: Transporte Público Urbano de Passageiros*. Texto para discussão, No. 295, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Brasília.
- Rio Ônibus (2007) *Total de linhas, frota operante, passageiros transportados, quilometragem coberta, combustível utilizado e pessoal ocupado pelo sistema de ônibus – 1984-2007*. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Tabela 1736 disponível no sítio: [www.armazemdedados.rio.rj.gov.br](http://www.armazemdedados.rio.rj.gov.br). (Página visitada em Janeiro de 2009).
- Tangen, S. (2004) Performance measurement: from philosophy to practice. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 53, No. 8, 726-737.
- Tangen, S. (2005) Demystifying productivity and performance. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 54, No. 1, 34-46.
- Tapinos, E.; R.G. Dyson e M. Meadows (2005) The impact of performance measurement in strategic planning. *International Journal of Productivity and Performance Management*. Vol. 54, No. 5/6, 370-384.
- Tomazins, R.A. (1975) *Productivity, Efficiency and Quality in Urban Transportation System*. Londres: Lexington Books.
- Transportation Research Board (2000) *Highway Capacity Manual 2000*. National Research Council. Washington, D.C.
- Vasconcellos, S.C.; L.R. e Silva; D.R. Aldigueri; L.G.P.L. Carneiro e Y. Yamashita (2007) *A Proposal of an indicators system for quality evaluation of the brazilian's interstate and international coach transportation system*. THREDBO. Hamilton Island.
- Vuchic, V.R. (1981) *Urban Public Transportation Systems and Technology*. University of Pennsylvania.