

# **ANÁLISE DA DEMANDA PARA PROJETO DO ITINERÁRIO DE UMA LINHA DE ÔNIBUS ATRAVÉS DE BANDAS FLEXÍVEIS**

**Vânia Cristina de Abreu**

**Luís Cláudio Ribeiro**

Empresa Pública de Transporte e Circulação - EPTC

## **RESUMO**

O itinerário de uma linha de ônibus é um dos fatores que representam a qualidade do sistema de transporte para o usuário. A demanda é utilizada no projeto do itinerário tendo como unidade de referência as zonas de tráfego ou paradas de ônibus. No entanto, estas unidades nem sempre representam com qualidade a acessibilidade do usuário à rede de transporte. Desta forma, este estudo propõe a utilização de bandas flexíveis como unidade de análise. Este método foi aplicado na III Perimetral de Porto Alegre com bons resultados.

## **ABSTRACT**

The bus line itinerary is one of the factors which represent the transport system quality for user. The demand is used in the itinerary considering traffic zones or buses stops as reference unit. However, these units nor always represent with quality the user's accessibility for the transport's network. Therefore, the study proposes the use of flexible bands as analysis units. This method was applied in Porto Alegre on the III Perimetral (a great traffic flow arterial linking north and south zone of the city) with important results.

## **1. INTRODUÇÃO**

A adequação do itinerário das linhas de ônibus é um importante indicador da qualidade do transporte coletivo para os usuários, sendo considerada a principal causa para a não utilização do serviço de transporte coletivo na cidade de Porto Alegre (EPTC, 2004). Entretanto, nem sempre este indicador é utilizado para a avaliação da qualidade do serviço.

De acordo com Bertozzi e Lima Jr. (1998) a qualidade no serviço de transporte pode ser avaliada de acordo com os critérios confiabilidade, responsabilidade, empatia, tangibilidade, ambiente, conforto, acessibilidade, preço, imagem, momentos de interação. Entretanto, nenhum deles qualifica o itinerário das linhas. Na pesquisa de opinião realizada com os usuários do sistema de transporte coletivo de Porto Alegre (EPTC, 2003), os itens de avaliação do serviço foram limpeza, lotação, conforto, manutenção, tempo de viagem, tempo de espera, regularidade, atenção/educação, tripulação, aparência da tripulação, segurança, frequência de quebra e assaltos. De maneira semelhante, nesta pesquisa o usuário não foi questionado quanto à adequação do itinerário da linha utilizada. No estudo realizado por Ribeiro Neto (2001), o critério que melhor se aproxima é o item facilidade de deslocamento, caracterizado como a porcentagem de viagens por transporte coletivo urbano que não necessitam de transbordos.

Considerando a importância da adequação do itinerário para a satisfação do usuário, o objetivo deste trabalho é apresentar as etapas de elaboração de um projeto do itinerário de uma linha de ônibus, propor a utilização de bandas flexíveis para a avaliação da demanda de transporte, aplicar o método em estudo de caso para a cidade de Porto Alegre e avaliar os resultados do método.

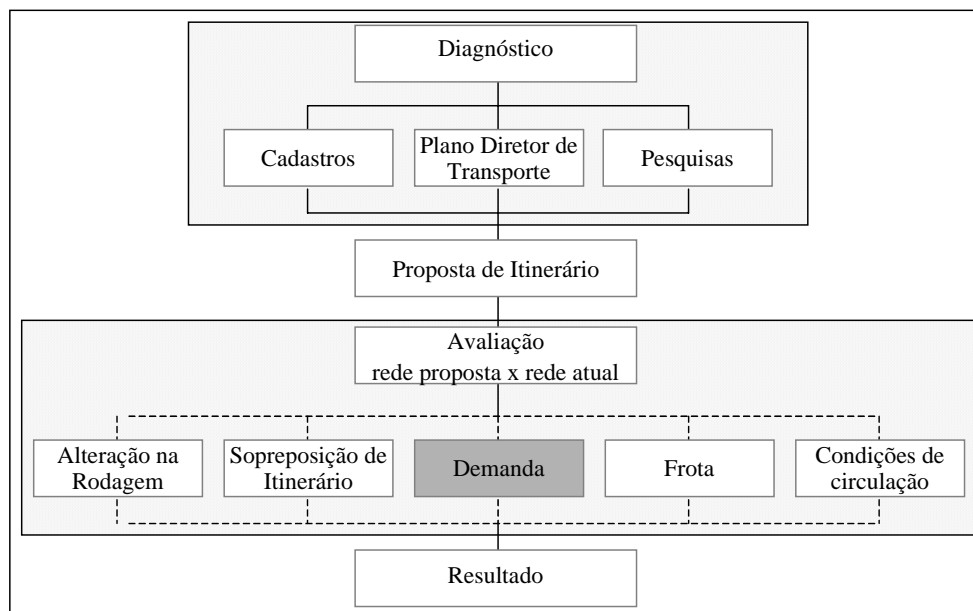
## **2. O PROJETO DO ITINERÁRIO DE UMA LINHA DE ÔNIBUS**

Projetar uma linha de ônibus envolve o cálculo da demanda e a compatibilização da nova linha com a rede de transporte, além da definição de parâmetros operacionais, tais como itinerário, pontos de parada, frequência e frota, entre outros.

Diversos estudos apresentam indicadores para auxiliar a elaboração do projeto do itinerário de uma linha de ônibus. O estudo desenvolvido pelo TCRP (1995) identificou os critérios utilizados na determinação de rotas de ônibus em cidades dos Estados Unidos e Canadá. Nestas cidades, os parâmetros utilizados foram: densidade populacional, densidade de emprego, espaçamento entre outras linhas de ônibus e corredores, limitação no número de desvios, igualdade da cobertura geográfica, redução da sobreposição do itinerário, conectividade da rede, equidade no serviço, proximidade das residências, proximidade com os geradores não residenciais, limitação do número de transferências requeridas, necessidades para colocação de paradas, necessidades para o espaçamento das paradas. Este estudo apresenta uma definição dos critérios e a relação das cidades que os utilizam, mas não cita qual a metodologia adotada em cada órgão.

Segundo Ferraz e Torres (2001), a elaboração de um projeto do traçado de uma linha de ônibus deve considerar os pólos de atração e de geração de viagens, permitir que todos os habitantes possam usar o sistema com percursos a pé dentro de limites aceitáveis, evitar trajetos sinuosos e com ramificações, utilizar trajetos em forma de circuito aberto, nos quais os itinerários de ida e volta são próximos ou coincidentes e evitar as sobreposição das áreas de influência.

Numa visão estratégica, o projeto do itinerário de uma linha de ônibus pode ser dividido entre as etapas de diagnóstico, elaboração de propostas, avaliação do impacto da linha na rede atual e resultado, conforme mostra a Figura 1. Dentro destas etapas, este estudo tem por objetivo apresentar um método alternativo para análise da demanda de transporte para uma linha.



**Figura 1:** Etapas do projeto de uma linha de ônibus

### 3. ANÁLISE DA DEMANDA DE UMA LINHA DE ÔNIBUS

A análise da demanda de uma linha de ônibus pode ser estimada com base no itinerário e pontos de parada de linhas existentes ou por zonas de tráfego. A análise pelos pontos de parada geralmente é restrita a alguns ajustes operacionais, enquanto que a análise por zonas de tráfego permite um estudo mais estratégico.

O estudo de Taco (1997) aponta que uma zona de tráfego deve: ser constituída basicamente de área urbanizada; apresentar uma característica principal, agrupando basicamente setores residenciais, comerciais e industriais; evitar zonas com capacidade pequena de geração de viagens; não ser dividida por acidente físico de difícil transposição, que impossibilite o seu atendimento por uma única linha de ônibus; e ter uma distância de caminhada considerada razoável de qualquer ponto da zona ao caminho natural mais próximo.

No entanto, a divisão da área de estudo em zona de tráfego é um método tradicional que tem por finalidade facilitar análises estratégicas, não sendo muito adaptado às necessidades de deslocamento do usuário para acessar a rede de transporte coletivo.

A análise da demanda consiste em estimar o número de deslocamentos com origem e/ou destino nas unidades pré-definidas.

### **3.1. A utilização de bandas flexíveis**

A utilização de bandas flexíveis representa uma nova abordagem para delimitação de áreas de estudo para a análise da demanda de uma linha, como alternativa à utilização das zonas de tráfego.

Para sua definição, foram utilizados recursos como um Sistema de Informação Geográfica, imagens de satélite digitais e de conhecimentos técnicos a respeito das condições sócio-econômicas da população envolvida, das condições geográficas (barreiras físicas, naturais ou viárias), de urbanização e de padrões de uso do solo e acessibilidade.

Cabe ressaltar que o desenvolvimento deste método foi possível pela disponibilidade de uma pesquisa origem e destino georeferenciada, realizada pela EPTC em 2003. Esta pesquisa foi aplicada em mais de 16.000 domicílios de Porto Alegre com a intenção de identificar e atualizar os fatores que determinam o padrão de deslocamentos (das viagens urbanas) que a população efetua ao desempenhar suas atividades de produção e consumo. Os atributos espaciais levantados nesta pesquisa, tais como origem e destino de viagens e pontos de transbordo, foram geocodificados de acordo com um sistema de coordenadas. A flexibilização do zoneamento tinha como objetivo permitir a desagregação das áreas de acordo com as exigências dos estudos realizados.

### **3.2. O método de análise da demanda utilizando bandas flexíveis**

A aplicação do método foi dividida em etapas descritas a seguir:

- Diagnóstico - caracterização da linha de ônibus existente ou projetada que será analisada e do seu entorno;
- Determinação de trechos que possibilitem a geração de pares de origem e destino da linha de ônibus analisada. Os trechos são determinados em função do sistema de transporte, das bacias de atendimento, do cruzamento de avenidas arteriais e dos pontos de transbordo;
- Demarcação de um limite fixo (banda) de 500 metros no entorno de cada trecho, que servirá como referência para a área de cobertura da linha (EPTC,2000);
- Identificação do padrão sócio-econômico, do uso do solo, das condicionantes topográficas, barreiras físicas, naturais ou viárias no entorno dos trechos. Estes parâmetros servirão de referência para reduzir ou ampliar a área de cobertura da linha;

- Definição de uma área livre no entorno de cada trecho, denominada de banda flexível, tendo como referência a primeira banda de limite fixo e os parâmetros anteriores;
- Sobreposição da pesquisa de Origem e Destino georeferenciada, para isto foi utilizado o software Maptitude;
- Consolidação da Matriz de Origem e Destino por trecho para a linha de transporte coletivo analisada. Esta matriz representa as viagens que tiveram origem e destino dentro da área de cobertura, definida pela banda flexível.

#### **4. ESTUDO DE CASO**

Este estudo de caso foi aplicado para a avaliação da demanda de uma linha de transporte coletivo que percorresse toda a extensão do corredor de ônibus da III Perimetral, localizado na cidade de Porto Alegre.

##### **4.1. O Sistema de Transporte Coletivo de Porto Alegre**

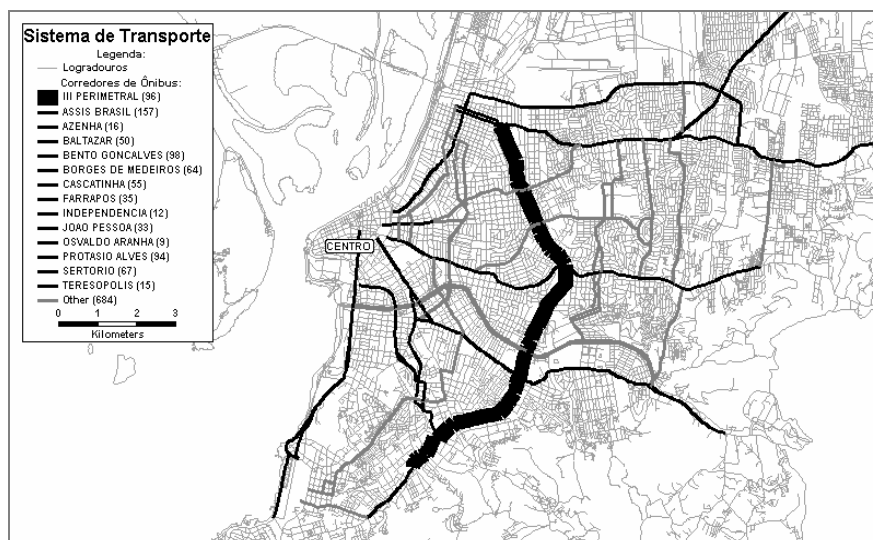
O modelo operacional do sistema de transporte coletivo de Porto Alegre converge cerca de 75% das viagens à área central, percorrendo, predominantemente, a malha viária básica radiocêntrica. No entanto, apenas 28% dos passageiros deste sistema tem como destino final a área central. O Plano Diretor Setorial de Transporte Coletivo, indica a necessidade de revisão deste modelo, pois a progressiva descentralização, fez surgir a dispersão dos desejos de deslocamentos e um correspondente decréscimo nas taxas de demanda ao centro da cidade. Em contrapartida houve um acréscimo nas taxas de demanda inter-bairros (EPTC, 2000).

As diretrizes para a reformulação do atual modelo operacional apontam para a necessidade de ampliar o modelo operacional transversal. Neste sentido, surge a necessidade de criação de uma nova linha, que percorresse toda a extensão da III Perimetral (EPTC, 2000), com objetivo de agregar passageiros das linhas radiais, que realizam transbordo na área central e passageiros de transporte individual ou mesmo à pé, com desejo de deslocamento dentro da faixa de domínio de acessibilidade da III Perimetral.

##### **4.2. A III Perimetral**

A cidade de Porto Alegre apresenta uma configuração urbana que segue um modelo radiocêntrico da malha viária básica, constituída de vias radiais e perimetrais, conforme já indicava o Plano Diretor de 1959. Neste plano já era prevista a complementação e execução de 3 perimetrais principais na cidade. A III Perimetral é considerada o principal eixo transversal da cidade (PMPA, 1996), por cortar quase todas as vias radiais e conectando a zona norte à zona sul, sem passar pelo centro da cidade. A obra de duplicação iniciou em 1998 e o programa de financiamento previu a execução de um corredor de ônibus em toda sua extensão, com 6 estações principais de transferência nos cruzamentos com os eixos radiais), totalizando 11 km de faixa exclusiva (via segregada) para transporte coletivo.

Na Figura 2 observa-se a III Perimetral (trecho em **negrito principal**) e as vias radiais (trechos em **negrito**). Esta malha viária básica do Sistema de Transporte de Porto Alegre é dotada de corredores ou faixa exclusivas para o transporte coletivo.



**Figura 2:** A rede de corredores de ônibus radiocêntrica e a III Perimetral

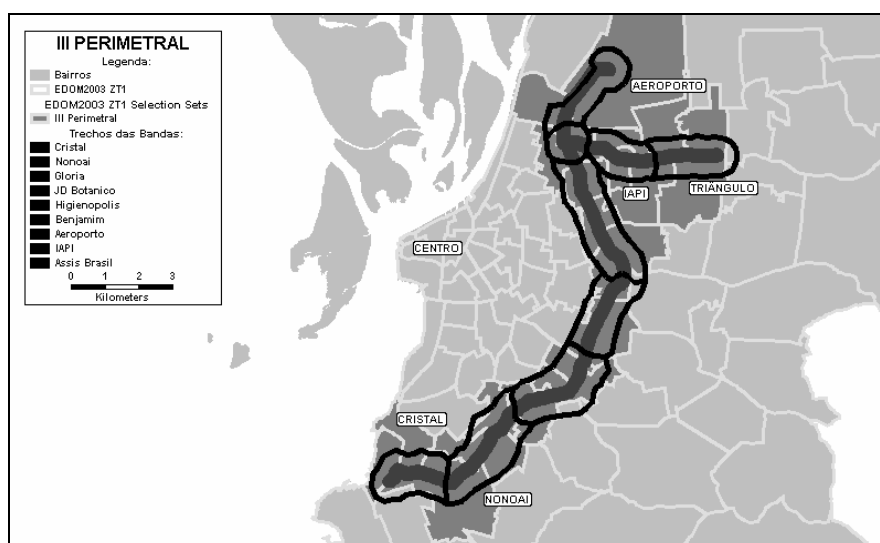
#### 4.3. Proposta de linha de ônibus na III Perimetral

O Plano Diretor Setorial de Porto Alegre (EPTC, 2000) prevê uma grande reformulação do sistema de transporte, com mudanças nos itinerários das linhas transversais, implantação da integração tarifária e de sistemas tronco-alimentados. Como proposta, a III Perimetral receberia duas linhas principais. Uma conectaria o terminal Cristal ao Aeroporto e a outra, o terminal Cristal ao terminal Triângulo. Com o objetivo de confirmar a viabilidade destas duas linhas, foi desenvolvido este estudo com o método das bandas flexíveis.

Atualmente, a III Perimetral possui atendimento por transporte coletivo que permite a conexão de alguns trechos, não apresentando, entretanto, um atendimento ponta-a-ponta.

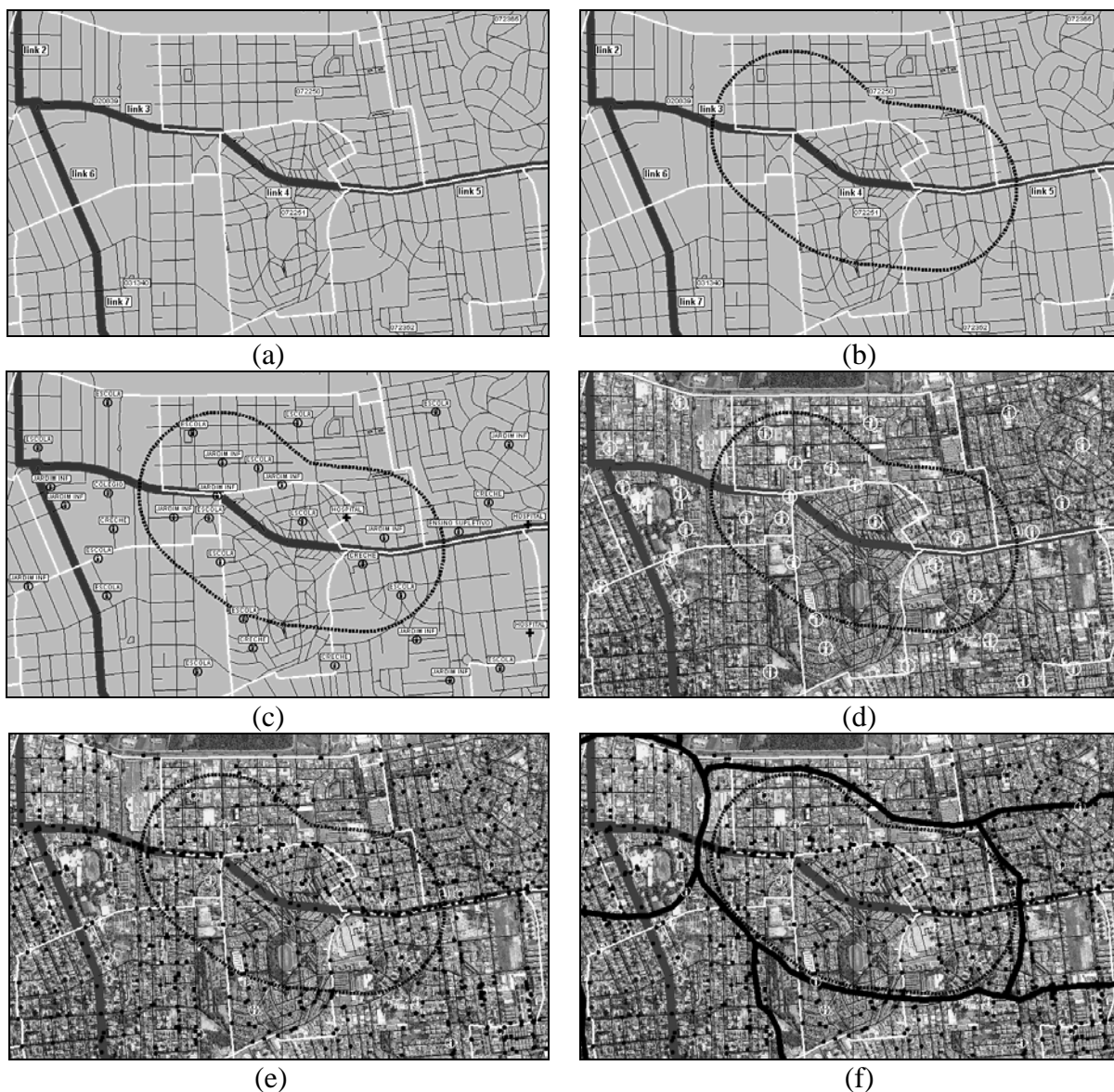
#### 4.4. Análise da demanda através das bandas flexíveis

Para análise, foi identificado o eixo da III Perimetral e seu prolongamento até os terminais Cristal, Aeroporto e Triângulo. Este eixo foi dividido em 9 trechos, conforme Figura 3, em função das características do atendimento da rede de transporte e das condições de circulação.



**Figura 3:** A divisão da III Perimetral em trechos

Para cada trecho foi definida uma banda de análise. A Figura 4 exemplifica as etapas de geração de uma banda para o trecho IAPI. Na Figura 4a está representado o entorno do trecho IAPI e na 4b o limite de 500 metros no entorno deste trecho. Na Figura 4c os principais pontos de atração de viagens da região e na 4d as condições de ocupação urbana, analisadas com o auxílio de imagens de satélite. Na Figura 4e foram sobrepostos os pontos de origem dos deslocamentos da região. Na Figura 4f a banda de análise está sobreposta à banda de 500 metros. A ampliação dos limites de 500m abrangeu regiões que não estão atendidas por transporte coletivo, com topografia favorável à caminhada e algumas escolas e hospitais.



**Figura 4:** Etapas para a geração das bandas de análise - Trecho IAPI

Após a definição dos trechos/bandas de análise, realizou-se a sobreposição dos dados da pesquisa de origem e destino georeferenciados. O resultado desta análise está representado na Tabela 1, através da matriz OD da III Perimetral para todos os modos de transporte. Os resultados apresentados não incluem as viagens com o motivo retorno à residência.

**Tabela 1:** Matriz de Origem e Destino – III Perimetral - Todos os modos (usuários/dia)

Tabela 1:Matriz de Origem e Destino - In Formeiral - Todos os modos (usuários dia)											
		Trechos									
		Assis Brasil	IAPI	Aeroporto	Benjamim	Higienopolis	Botanico	Gloria	Nonoai	Cristal	Total
Trechos	Assis Brasil	6.309	1.922	53	423	549	76	94	13	32	9.472
	IAPI	2.385	6.501	69	652	1.824	180	113	99	-	11.823
	Aeroporto	125	199	158	86	117	60	-	70	58	872
	Benjamim	448	1.160	100	1.451	989	25	24	-	53	4.251
	Higienopolis	466	913	85	445	5.245	457	139	249	34	8.034
	Botanico	145	77	14	72	971	2.706	609	121	82	4.797
	Gloria	110	87	20	36	201	989	6.249	1.152	52	8.896
	Nonoai	172	48	94	-	298	154	893	7.237	609	9.505
	Cristal	112	-	70	-	57	24	203	599	4.574	5.640
Total		10.273	10.906	664	3.164	10.251	4.672	8.325	9.540	5.494	63.289

#### 4.5. Análise dos resultados

A análise da demanda da III Perimetral utilizando as bandas flexíveis mostra que aproximadamente 63.000 usuários/dia circulam no seu entorno. Por outro lado, utilizando zonas de tráfego obtém-se uma demanda de 116.000 usuários/dia. Esta diferença ocorre em função da baixa adequação das zonas de tráfego de Porto Alegre para representar a acessibilidade do usuário à rede de transporte. A Figura 3, apresentada anteriormente, mostra a sobreposição das bandas flexíveis e da zonas de tráfego ao longo dos trechos da III Perimetral. Na sua análise, percebe-se que em alguns trechos a área da zona de tráfego chega a ser maior do que o dobro da área da banda flexível.

Os trechos da linha da III Perimetral foram classificados na Tabela 1 de acordo com o atendimento atual por transporte coletivo. As células em branco representam os trechos que já possuem linha de ônibus que permite o atendimento direto. As células em cinza indicam os trechos que não possuem atendimento direto, obrigando o usuário a realizar transbordo com o duplo pagamento de tarifa. As células em preto são representativas dos trechos que não possuem ligação direta, mas que não seriam beneficiados com a criação desta linha.

A maior demanda observada está concentrada entre os trechos que já possuem ligação direta (sendo expressivo o deslocamento no interior de um mesmo trecho). Desta forma, deve-se considerar que a criação desta linha causaria impacto na rede atual de transporte coletivo, necessitando a sua reavaliação. Preliminarmente, 8.200 usuários/dia poderiam transferir-se das linhas existentes que atendem alguns trechos para esta nova linha. Por outro lado, estima-se que 6.800 usuários/dia que se deslocam por todos os modos entre trechos que não possuem linha direta de transporte coletivo poderiam ser beneficiados com a criação da nova linha da III Perimetral. Além disto, a criação desta linha direta permitiria a eliminação de sobreposição de itinerário e representaria, para o usuário, maior facilidade de compreensão da rede.

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, pode-se avaliar que o método das bandas flexíveis permite um melhor ajuste na determinação da demanda para estudos de alteração do itinerário que tenham impacto numa área restrita da rede de transporte da cidade, sendo uma alternativa para delimitação de áreas de estudo para análise da demanda de uma linha, comparativamente ao método de análise baseado em zonas de tráfego ou bandas de limite fixo de caminhada.

Trata-se de um elemento unitário de zoneamento que permite total flexibilização dos parâmetros de caminhada e padrões de acessibilidade do usuário ao sistema de transporte, a fim de atender exigências específicas dos estudos realizados, que estejam em acordo, no entanto, com as diretrizes estabelecidas no Plano Diretor de Transporte da cidade.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bertozzi, P. P. e O. F. Lima Jr. (1998) A qualidade no serviço de transporte público sob as óticas do usuário, do operador e do órgão gestor. *Revista dos Transportes Públicos*, ano 21, 4º trimestre, p. 53-66.
- EPTC (2000) *Plano Diretor Setorial de Transporte Coletivo do Município de Porto Alegre*. Empresa Pública de Transporte e Circulação, Porto Alegre, RS.
- EPTC (2001) *Manual de Procedimentos Planejamento de Transporte*. Empresa Pública de Transporte e Circulação, Porto Alegre, RS.
- EPTC (2003) *Pesquisa de Opinião para o Modal Ônibus de Porto Alegre*. Empresa Pública de Transporte e Circulação, Porto Alegre, RS.
- EPTC (2004) *Pesquisa de Origem e Destino de Porto Alegre*. Empresa Pública de Transporte e Circulação, Porto Alegre, RS.
- Ferraz, A. C. e I. G. Torres (2001) *Transporte Público Urbano*. Editora Rima, São Carlos, SP.
- PMPA (1996) *Estudos de Tráfego e Projeto de Circulação da III Perimetral*. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, Porto Alegre, RS.
- Ribeiro Neto, A. A. A. (2001) *Contribuição à Avaliação de Transporte Urbano por Ônibus*. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, Campus São Carlos, São Carlos, SP.
- Taco, P. W. G. (1997) *Modelo de Geração de Viagens com Aplicação dos Sistemas de Informação Geográfica e Sensoriamento Remoto*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, DF.
- TCRP (1995) *Bus Route Evaluation Standards*. Transit Cooperative Research Program, Federal Transit Administration, Washington, D.C.

---

Vânia Cristina de Abreu (vcristina@eptc.prefpoa.com.br)

Luís Cláudio Ribeiro (lribeiro@eptc.prefpoa.com.br)

Empresa Pública de Transporte e Circulação - EPTC

Fone/Fax: 0xx51-3289-4316

Rua João Neves da Fontoura, 07 - Azenha - CEP 90.050-030 - Porto Alegre, RS, Brasil