

## TRANSPORTE PÚBLICO COLETIVO DE CURITIBA: EXPLORAÇÕES TOPOLÓGICAS.

### *Collective Public Transport of Curitiba: topological exploration*

**Anne Caroline Corrêa Souza**

**Universidade Positivo**

anneccsouza@gmail.com

**Jussara Maria Silva**

**Universidade Positivo**

jussara.silva@up.edu.br

#### **Resumo:**

O estudo trata do fenômeno do movimento em sistemas urbanos. As grandes cidades mundiais sofrem com a falta de planejamento do uso e ocupação do solo, especialmente cidades em desenvolvimento, causando um grande impacto na locomoção diária de seus habitantes. O sistema de transporte público coletivo da cidade de Curitiba é revisitado e discutido neste trabalho, com base nas relações topológicas do sistema, com o intuito de apreender novas dimensões do espaço urbano. A importância desta leitura, com enfoque configuracional, é confirmar observações preliminares acerca da relação das vias de maior potencialidade de abrigar o maior movimento de veículos, isto é, a relação entre as vias mais integradas e a quantidade de linhas que circulam nelas. Curitiba é capital do estado do Paraná, e também cidade-polo da Região Metropolitana, que, em 2010, contava com um total de 2.768.394 habitantes. Foi a cidade que mais perdeu passageiros no transporte coletivo em 2015 na comparação com 2014, de acordo com uma pesquisa da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU). Os dados apontam que a capital paranaense amargou uma queda de 8% no número de usuários. Enquanto que em 2014 foram 231,7 milhões de usuários do transporte coletivo, 2015 teve cerca de 213 milhões.

**Palavras-chave:** transporte público coletivo, estruturação urbana, configuração urbana, sintaxe espacial, cidade de Curitiba.

#### **Abstract**

This study is about the movement in urban systems. The greatest cities in the world suffers with the lack of planning and land use, especially in development cities, causing a big impact in the daily transportation of its population. The public transportation system in the city of Curitiba is reviewed and discussed in this paper, based on the topological relations of the system, with the goal of learning new dimensions in urban space. The importance of this reading, with configurational focus, is to confirm preliminary observations about the relation of avenues with more possibility of having more vehicles, establishing the relation between the most integrated streets and the number of buses lines that run through it. Curitiba is the capital of the state of Parana, and the most important city of its metropolitan region, which, in 2010 had a total population of 2.768.394. Comparing 2015 with 2014, it was the city in the entire country with the biggest decrease in its public transportation use, according with a research from Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU). Data shows that the capital of Parana had an 8% decrease in its public transportation use. In 2014, 231.7 million people used Curitiba's public transportation, against 213 million in 2015.

**Keywords:** public transportation, urban structure, urban configuration, spatial syntax, city of Curitiba.

## 1 INTRODUÇÃO

A questão da mobilidade urbana se insere na base da formulação de políticas públicas urbanísticas que devem ter, como um dos seus componentes fundamentais, a melhora da circulação e conseqüentemente a qualidade de vida da população, o que exige a consideração da estrutura urbana como um todo. Sejam coletivos ou particulares, os transportes assumiram a liderança como condição de possibilidade de desenvolvimento nas grandes cidades.

As maiores cidades do Brasil – à semelhança do que ocorre em outros países em desenvolvimento –, foram transformadas, nas últimas décadas, em espaços prioritários para os automóveis. A frota destes cresceu substancialmente, por ter sido alardeada como única alternativa eficaz de transportes para os cidadãos. O sistema viário sofreu ampliações e adaptações, órgãos públicos foram implantados para garantir boas condições de fluidez para o automóvel.

A atual crise do modelo urbano brasileiro e as alterações políticas, econômicas e sociais em escala mundial pedem novos esforços de organização das cidades, do transporte público e do trânsito. Problemas como altas taxas de acidentes de trânsito, congestionamentos crônicos, redução no uso do transporte público, queda na mobilidade e acessibilidade, degradação do meio ambiente estão presentes nos cenários de muitas cidades brasileiras, inclusive em Curitiba.

Curitiba foi a cidade que mais perdeu passageiros no transporte coletivo em 2015 na comparação com 2014. É o que revela uma pesquisa da Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos (NTU). Os dados apontam que a capital paranaense amargou queda de 8% no número de usuários. Enquanto que em 2014 foram 231,7 milhões de usuários do transporte coletivo, 2015 teve cerca de 213 milhões.

A Teoria da Sintaxe Espacial procura entender o funcionamento da relação entre a configuração do espaço de cidades e as relações sociais que as envolvem, em especial os fluxos e movimentos. Com este potencial, a teoria, está sendo muito utilizada em estudos na área de planejamento da mobilidade urbana. A pesquisa tem sua relevância pela multidisciplinaridade representada pelo uso de simulação computacional, mapeamentos digitais, cálculo matemático de variáveis com o cruzamento dos trajetos das principais linhas do transporte público coletivo da cidade de Curitiba.

## 2 CARACTERIZAÇÃO DA REDE INTEGRADA DE TRANSPORTE - CURITIBA

A Rede Integrada de Transporte Coletivo de Curitiba (RIT) permite ao usuário a utilização de mais de uma linha de ônibus com o pagamento de apenas uma tarifa. O processo de integração ocorre a partir de terminais de integração onde o cidadão pode desembarcar de uma linha e embarcar em qualquer outra dentro daquele espaço sem um novo pagamento. Assim, o usuário pode compor o seu próprio trajeto para se deslocar por diversos bairros de Curitiba.

Curitiba mantém a infraestrutura de transporte da RIT à disposição do Sistema de Transporte Coletivo Metropolitano para integrações físicas tarifárias. O Estado, através da COMEC (Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba), mantém 13 municípios acessando a RIT.

Em relação ao suporte, além dos corredores, o sistema de transportes conta com os terminais, onde as linhas estruturais são alimentadas pelas linhas alimentadoras (que circulam nos bairros a partir dos terminais) e interbairros (que passam pelos terminais, mas cujo objetivo é circular pelos bairros sem passar pelo centro, e que respondem por 34% da demanda).

Em 1980, a criação da Rede Integrada de Transportes (RIT) foi um projeto inovador, e possibilitou uma maior articulação entre diferentes sistemas, ver figura 1. Entretanto, as últimas grandes inovações ocorreram no início dos anos 1990, que são: (i) a criação das linhas diretas, os “ligeirinhos”, com paradas mais espaçadas, apenas em pontos de maior fluxo, possibilitando assim maior velocidade média; (ii) os ônibus das linhas estruturais substituídos por biarticulados, mais do que dobrando a capacidade dos veículos tradicionais; (iii) a construção das “estações-tubo”, para os ligeirinhos e biarticulados, com pagamento da tarifa antes do embarque e plataforma no mesmo nível do piso do ônibus, agilizando o embarque e desembarque; (iv) linhas específicas do transporte coletivo em Curitiba, como a Inter hospitais, a Circular Centro, a de Ensino Especial, os convencionais (para alguns bairros e municípios vizinhos) e a linha Turismo.

A integração do sistema de transporte de Curitiba e região está fragilizado, muitas linhas ainda chegam da RMC e os passageiros seguem em linhas curitibanas, no que ainda existe de integração do sistema. A figura 2 mostra as tipologias das linhas atuais, totalizadas em nove, especializadas no território curitibano.

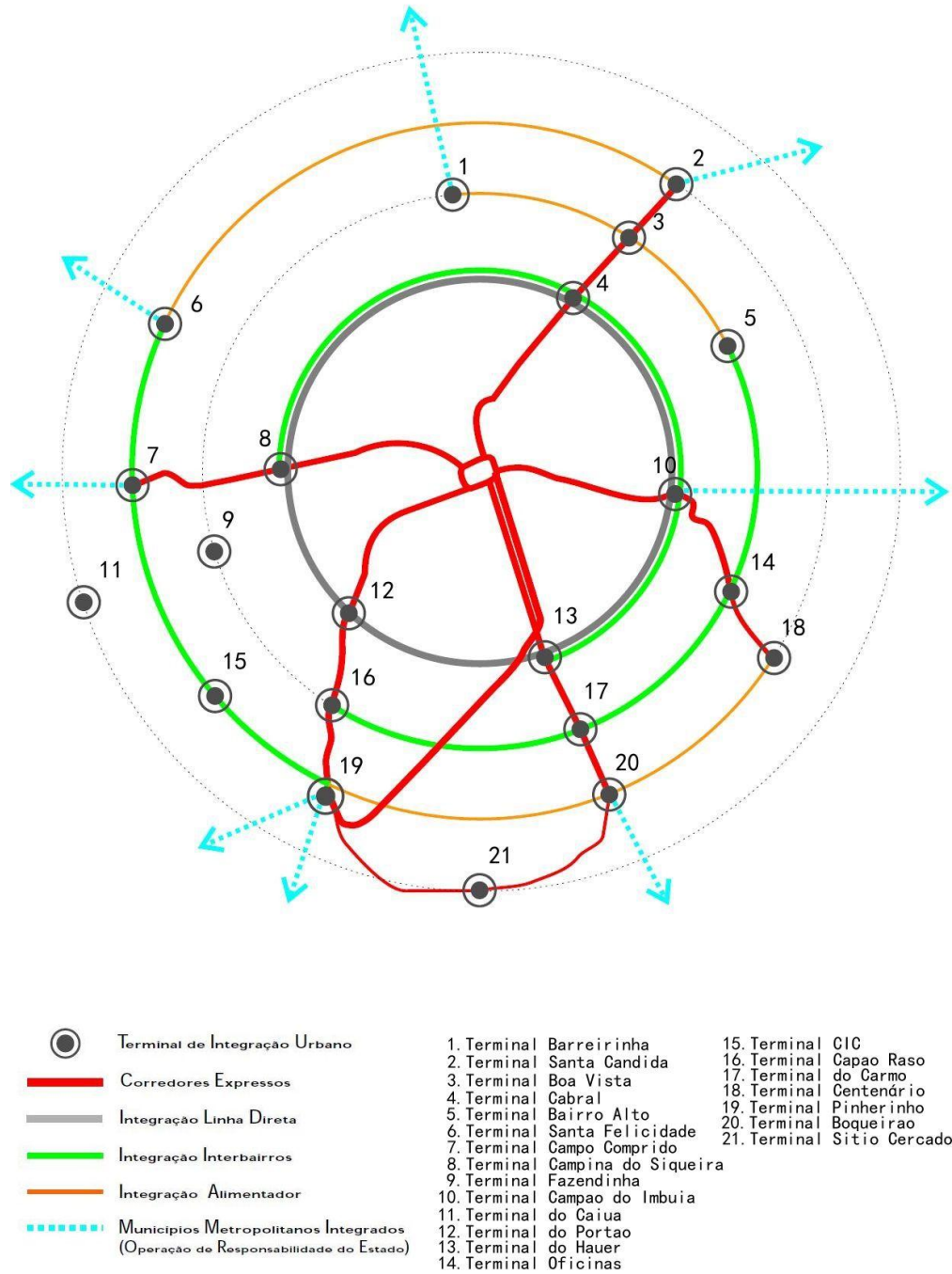


Figura 1 – Esquema conceitual da RIT – Rede Integrada de Transporte  
Fonte: <http://urbs.curitiba.pr.gov.br>

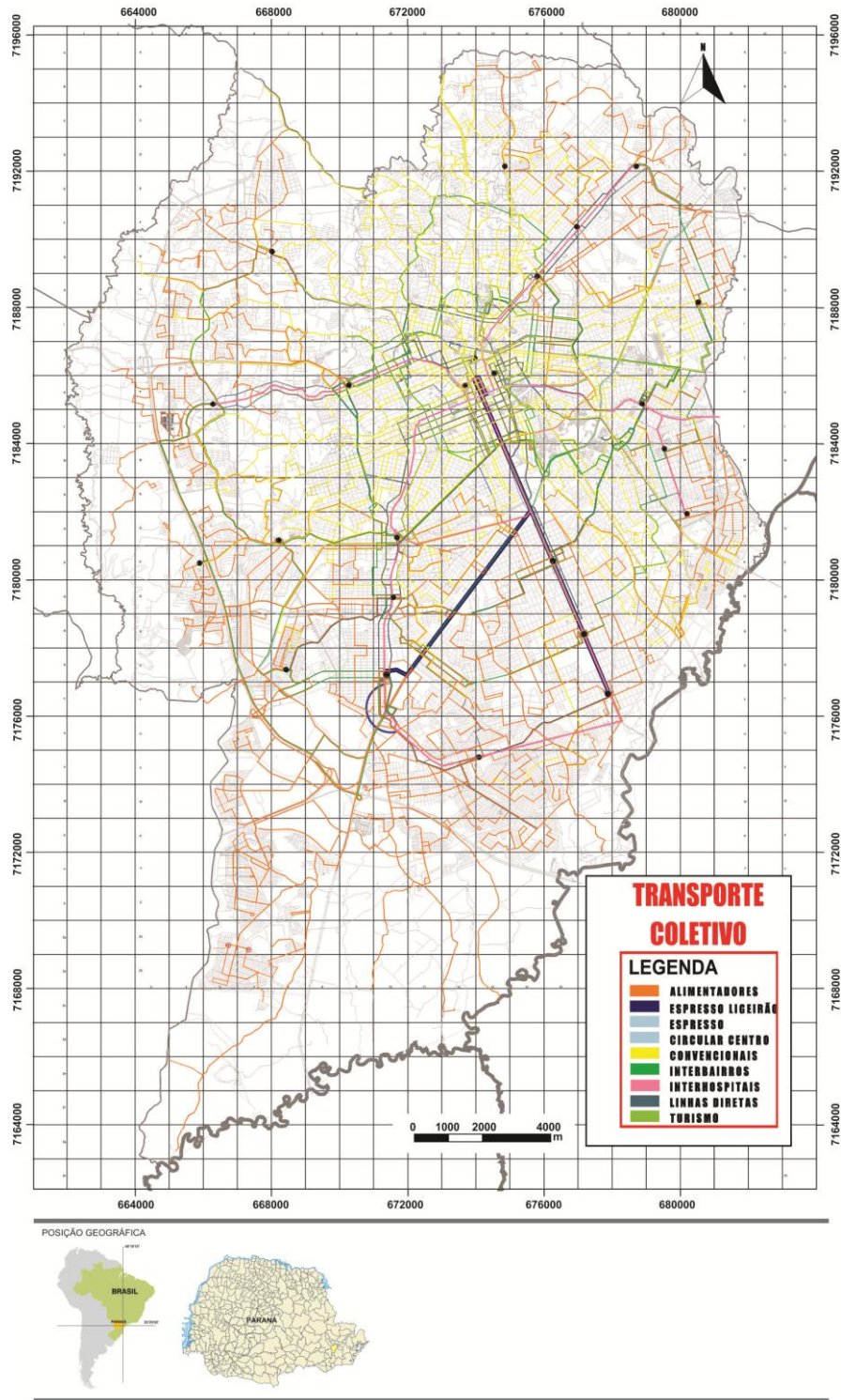


Figura 2 – Linhas da RIT – Rede Integrada de Transporte na cidade de Curitiba  
Fonte: <http://urbs.curitiba.pr.gov.br>

### 3 A SINTAXE ESPACIAL DE CURITIBA

A Sintaxe Espacial permite o entendimento e representação do espaço, gera subsídios que permitem ao pesquisador investigá-lo do ponto de vista das articulações urbanas, descreve possibilidades de integração e contatos a partir de possíveis fluxos diferenciados de pessoas ou veículos. Sintaxe Espacial (também conhecida como Teoria da Lógica Social do Espaço) foi desenvolvida, em Londres, por Bill Hillier e colaboradores, nos anos 1970, na *University College London* e editada no livro *The Social Logic of Space*, em coautoria com Julienne Hanson (Hillier e Hanson, 1984).

O método de análise está fundamentado em uma teoria descritiva do espaço — a sintaxe espacial (HILLIER e HANSON, 1984; HILLIER, 1996). Nessa teoria, a construção sintática se refere à localização de determinada unidade (rua, praça) ou a um conjunto de unidades em relação à estrutura da cidade. Segundo Holanda (2002), a sintaxe espacial estuda a articulação dos elementos tanto global – articulação dos elementos entre si e o papel que cada um representa no sistema – quanto localmente –, características dos elementos em si mesmo.

Na análise sintática, a organização é capturada por meio de entidades descritivas que possibilitam a identificação de uma configuração espacial, mediante a qual é possível avaliar as relações existentes entre as unidades espaciais. Essas unidades espaciais estão contidas nos espaços públicos da cidade e a análise da configuração da malha destes espaços públicos (ruas e praças) pode indicar a existência de condições tanto para a integração como para a segregação socioespacial.

A Sintaxe Espacial usa técnicas e modelos computacionais para o entendimento das questões configuracionais, associando valores quantitativos e expressões matemáticas para a análise do espaço. Esses procedimentos geram propriedades capazes de quantificar relações na rede urbana da malha viária, mostrando fluxos naturais de movimentação. Para Hillier (1996), o movimento natural é a proporção do movimento de cada linha, determinada pela própria estrutura da malha urbana, sem levar em consideração outras condicionantes.

São diversos os fatores que influenciam a escolha dos caminhos entre dois pontos (origem e destino) nos sistemas urbanos, entre esses fatores, estão os influenciados pelo desenho da malha urbana. Barros (2007) afirma existir um aparente diálogo entre a sintaxe espacial e o planejamento de transporte, uma vez que os dois se fundamentam na estrutura urbana e nas relações entre as diversas partes da cidade como pontos de geração de tráfego. Cavalcante, Paula e França (2007) na análise do uso do solo para a determinação de locais críticos para a implantação de Polos Geradores de Viagens (PGV), em Fortaleza, utilizaram o desenho da malha viária como fator de influência na formação de movimentação de veículos e na alocação de tráfego.

O estudo sintático da malha viária urbana de Curitiba permite revelar os traços fundamentais da configuração urbana. O estudo sintático do sistema viário urbano, neste artigo, foi elaborado com a interpretação de uma das principais medidas – a integração local, tendo sido definida a partir do mapa axial da cidade.

Para a elaboração do mapa axial utilizou-se o mapa viário de Curitiba/2014, com precisão correspondente à escala 1:8.000, fornecido pelo IPPUC. Para a definição das linhas axiais não só

aplicamos a regra da - linha mais longa e em menor quantidade possível -, como também identificamos as barreiras aos veículos como critério, exemplo canteiros centrais.

Como categoria de análise, foi adotado o mapa axial, que é processado pelo programa do Depthmap®, e a partir dele se obteve a medida sintática de integração global (HH) /local (HH3). Esta medida indica o menor ou maior nível de integração entre várias partes de um sistema, ou seja, representa se existe mais ou menos inter-relações entre essas diversas partes. Ela é considerada a medida mais importante da sintaxe espacial, e se refere a uma distância topológica.

A integração pode ser local ou global. De acordo com Medeiros (2006), a integração global, denominada também de integração raio-n (HH), é a integração de uma linha com todas as outras linhas de todo o sistema ( $R =$  raio: quantos eixos se quer considerar a partir de outro qualquer; e  $N =$  número total de linhas axiais do sistema avaliado). Por sua vez, a integração local corresponde à posição relativa de cada espaço com todos os demais, até uma profundidade determinada da RN, que pode ser o número de passos topológicos que o pesquisador escolher e ser adequado a sua pesquisa. Essa limitação de profundidade permite observar a estruturação local do sistema espacial e, nesse particular, é possível observar a estruturação de centros de bairros, por meio da identificação dos espaços que são localmente importantes.

Se a integração global indica um número ilimitado de conexões a serem contadas a partir de qualquer eixo, na local a integração é calculada até um determinado nível. Por exemplo, a expressão HH3 significa que a integração será calculada para todo o mapa axial até ao terceiro nível de cada eixo (raio-3). Qualquer raio poderia ser utilizado (HH2, HH3, HH4, HH5); nesta pesquisa considerou-se o HH3, revelando as propriedades potenciais “locais” de integração, e identificando áreas consideradas como subcentros do sistema urbano. A distribuição da integração local – HH3 pode ser vista na figura 3, significa que a leitura topológica será calculada até o terceiro nível, esta medida revela as propriedades potenciais “locais” de configuração.

Assim, espaços “mais integrados” revelam uma maior diferenciação espacial, estimulando o “fluxo natural” de pessoas e induzindo o surgimento de diversas atividades, segundo a apropriação do uso do solo, enquanto, os espaços com “menor integração” indicam pouca diferenciação espacial, provocando “ausência de movimento”. Por hipótese, os eixos mais integrados são as vias que possuem alto fluxo de veículos e pessoas, indicando: i) vias mais permeáveis e acessíveis no espaço urbano, a partir das quais mais facilmente se alcançam os demais; ii) caminhos topologicamente mais curtos, a serem alcançados a partir de qualquer eixo do sistema; iii) eixos viários que tendem a assumir uma posição de controle, uma vez que podem se conectar a um maior número de eixos; e iv) potencial de integração superior.

Verifica-se pela gradação cromática das linhas: vermelho - mais acessível / integrado e azul - menos acessível / segregado. Eixos mais integrados são aqueles mais permeáveis e acessíveis no espaço urbano, de onde mais facilmente se alcançam os demais. Implicam, em média, os caminhos topologicamente mais curtos a serem alcançados a partir de qualquer eixo do sistema. Eixos mais integrados tendem a assumir uma posição de controle, uma vez que podem se conectar a um maior número de eixos e hierarquicamente apresentam um potencial de integração superior. As linhas mais integradas do sistema, por hipótese, são as vias que possuem alto fluxo (Medeiros, 2006).

Percebe-se na Figura 3, que representa a Integração Local – HH3, nove pontos com certa concentração de linhas em cor vermelha, estas linhas apresentam significativa atratividade, definindo de fato a estrutura hierárquica do sistema Curitiba.

Cabe destacar, quatro “subcentros” estão localizadas junto aos eixos estruturais (1, 2, 6 e 9), estes dentro da concepção de planejamento de Curitiba são os eixos centrais; duas destas “centralidades” estão contemplando terminais de integração do transporte coletivo (7 e 8), onde estão inseridos serviços e comércios de várias tipologias e portes.

Com relação às duas centralidades: Bairro Novo (3) e Bairro do Cajuru (5), as regiões que apresentaram os maiores valores de integração local, são exatamente os centros de comércio e serviços destes bairros. Quanto à centralidade do Alto da Rua XV de Novembro (4) é uma região em consolidação e com forte vocação gastronômica.

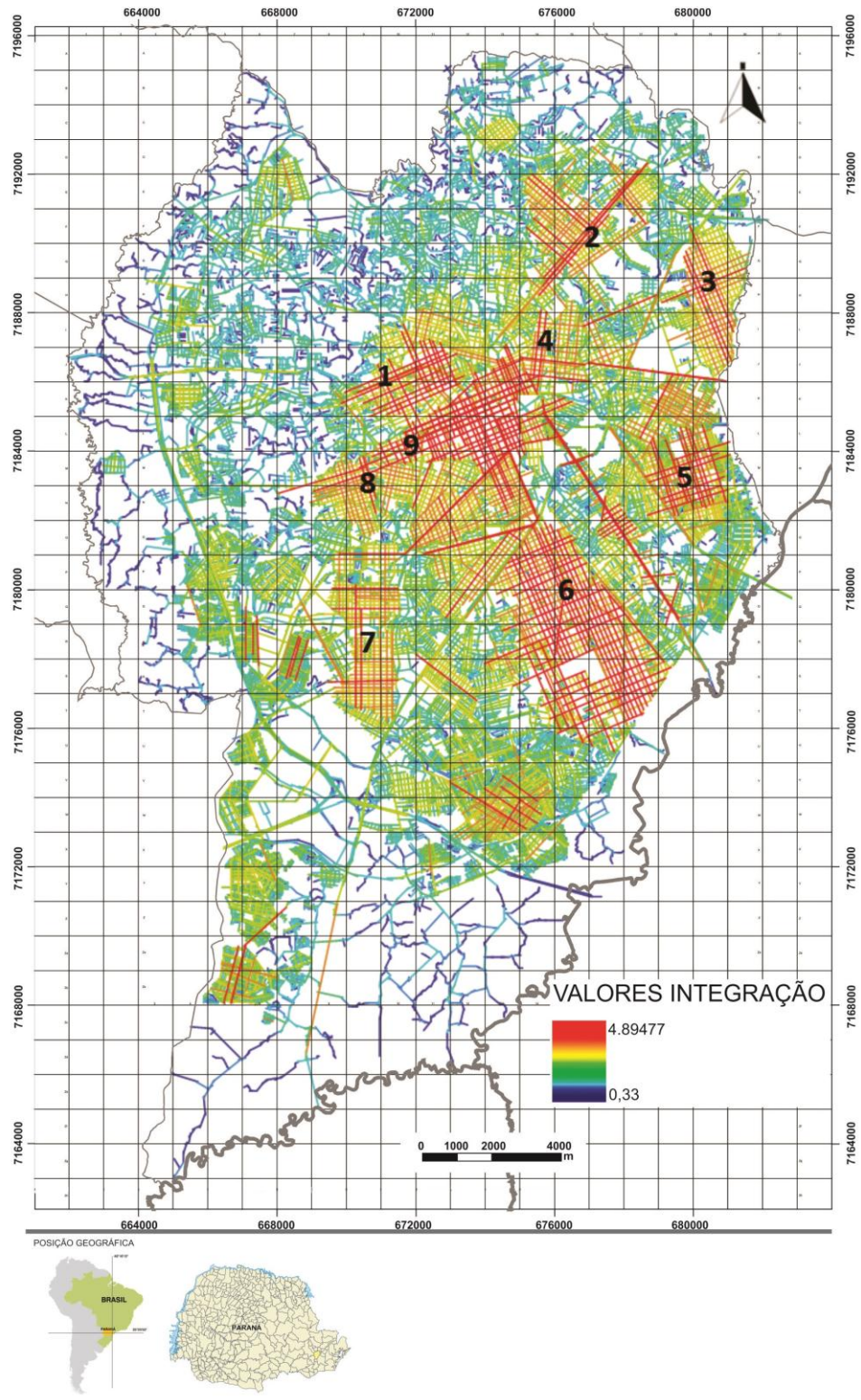


Figura 3 – Integração Local – HH3 Curitiba  
Fonte: SILVA, 2008

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A configuração espacial da cidade de Curitiba é um sistema de 26.635 linhas axiais. Processado o mapa de axialidade, obteve-se como resultado a medição da acessibilidade topológica de integração local (HH3), estes valores foram divididos em quartis. Assim distribuído: 0,67% das linhas no primeiro quartil (4,89477 - 3,75410); 14,36% no segundo (3,75409 - 2,6140515); 40,58% no terceiro (2,6140514 - 1,4733715) e 44,39% no quarto (1,4733715 - 0,3333333). Para uma aproximação de leitura comparativa entre as vias mais integradas do sistema e as linhas de transporte público coletivo, foi considerado apenas o primeiro quartil, isto é, valores acima de 3,75653 até o valor máximo de 4,89477. Este quartil, foi novamente dividido em quatro intervalos, conforme tabela 1.

O primeiro quartil com um total de 179 vias, 27 dessas vias, equivalente a 15%, estão em situação privilegiada quanto a integração local, isto é, são as vias de maior acessibilidade topológica no sistema.

É possível perceber algumas características comuns às 179 ruas mais integradas do sistema a partir dos dados da Tabela 1. Em 129 vias circulam linhas de ônibus e em muitas, 41%, mais do que um tipo de linha de ônibus (2 linhas - 27%; 3 linhas 8%; e 4 linhas 6%). Mas em nenhuma dessas vias circulam as 6 tipologias de linhas consideradas neste estudo: Expresso Ligeirão; Expresso; Ligeirinho; Interbairros; Alimentadores; e Convencional. Os tipos de linhas que compõem o sistema de transporte de Curitiba e região, são 10, além dos já citados, somam-se Linha turismo, Inter hospitais, Linhas Diretas e Circular centro.

As vias do primeiro quartil, teoricamente, mais integradas localmente, são a de maior facilidade de acesso, e contrariamente, 59% dessas vias são servidas precariamente por transporte público coletivo. As vias servidas por apenas por uma linha totalizam 31% e as vias sem transporte público coletivo 28%, ver tabela 1.

Os espaços bem integrados tendem a abrigar atividades de interesse de uma quantidade maior de pessoas, assim, revela a tendência de concentração de destinos de viagens provenientes de diferentes partes da cidade. Portanto, quanto maior o número de linhas de ônibus, maior a acessibilidade da área. Se a maior acessibilidade se encontrar nas áreas mais integradas do sistema local, mais facilidade os usuários da cidade encontrarão para as atividades cotidianas.

Tabela 1- Valores do primeiro quartil subdividido e número de linhas de ônibus.

Integração HH3	Número de ruas	Número de linhas de ônibus				
		0	1	2	3	4
4,89477 - 4,61021	6	0	2	2	1	1
4,61020 - 4,32565	21	4	6	9	1	1
4,32565 - 4,04109	32	6	11	10	4	1
4,04110 - 3,75653	120	40	37	27	9	7
Totais	179	50	56	48	15	10
	100%	28%	31%	27%	8%	6%

## 5 CONCLUSÕES

Tendo em vista os resultados obtidos na simulação e a análise dos dados sobrepostos: vias mais integradas localmente e as linhas de transporte público coletivo – é possível elencar algumas considerações:

- O emprego da sintaxe espacial, para análise da posição topológica das vias e a permitiu interpretar outras dimensões do espaço, isto é, a hierarquização das vias a partir do potencial de fluxos, que ultrapassam as informações encontradas em mapeamento convencional
- A integração local (HH3) é restrita a um raio de 3 linhas, oferece uma estrutura mais localizada, as vias que apresentam os valores mais altos desta medida, equivalem apenas a 3% do total do primeiro quartil, e este quartil representa 0,67% do total de vias do sistema Curitiba. O que significa que estas são as vias mais utilizadas em âmbito local e que deveriam e poderiam ter uma oferta melhor de transporte público coletivo;
- A Sintaxe do Espaço demonstra neste ensaio ser uma ferramenta muito útil para a identificação de subcentros, bem como, capaz de revelar o potencial de circulação dos eixos viário;
- A Sintaxe Espacial permite encontrar rapidamente uma situação geral do sistema urbano, permitindo ao pesquisador ter uma visão geral de que diretrizes poderia seguir e como poderia direcionar uma determinada intervenção, nesse artigo o serviço de oferta de linhas de transporte público coletivo nos “subcentros” topológicos;
- A Sintaxe Espacial não deve substituir as ferramentas específicas da temática pesquisada, uma vez que sua aplicabilidade capta às características gerais da trama viária. Por isso, sugere-se que seja utilizada em um primeiro momento, para entendimento geral da situação, neste caso, do transporte urbano, e auxiliar no seu respectivo planejamento;
- Apesar das limitações e algumas inconsistências esperadas neste tipo de abordagem, a metodologia utilizada mostrou-se adequada para uma primeira verificação e qualificação da situação geral do transporte público coletivo.

Por fim, este artigo, ao apresentar alguns elementos para discussão sobre o sistema de transporte público coletivo de Curitiba pretende ser apenas um ponto de partida para novas investigações sobre as relações da estruturação e circulação urbana. Ao permitir a visualização da configuração urbana e do movimento (fluxos de veículos) a Sintaxe Espacial revela-se como importante ferramenta de análise e planejamento da circulação urbana.

## Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES URBANOS. **Anuário NTU : 2014 - 2015** / Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos. - Brasília: NTU, 2015. Disponível em: <<http://www.ntu.org.br/novo/upload/Publicacao/Pub635750751477026645.pdf>> Acesso em: 11 maio. 2016.

BARROS, A. P. B. G.; SILVA, P. C. M.; HOLANDA, F. R. B. (2007) **Exploratory study of Space Syntax as a traffic assignment tool**. Proceedings 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul.

CAVALCANTE, A. P. H. C.; PAULA, F. S. M.; FRANÇA, D. B. (2007) **Análise do uso do solo utilizando Síntaxe Espacial para a determinação de locais críticos para a implantação de PGVs**. Anais do 16º Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito. ANTP – Associação Nacional dos Transportes Públicos, Maceió.

HILLIER, Bill. A theory of the city as object, or how the spatial laws mediate the social construction of urban space. In: 3rd SSS, 2001, Atlanta - EUA. Proceedings... University of Michigan, 2001, p. 02.1-02.28.

HILLIER, B.; HANSON, J. (1984). **The Social Logic of Space**. London: Cambridge University Press.

HILLIER, B. (1996). **Space is the machine**. London: Cambridge University Press.

HOLANDA, F. DE (2002). **O espaço de exceção**. Brasília: EdUnB.

MEDEIROS, V. A. S de. (2006). **Urbis Brasiliae ou sobre cidades do Brasil**. Brasília. Tese – Programa de Pesquisa e Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília. Disponível em: <<http://www.fredericodeholanda.com.br>> Acesso em: 11 jan. 2015.

URBANIZAÇÃO DE CURITIBA S/A- URB – **Rede Integrada de transporte – RIT**. Disponível em: <<http://urbs.curitiba.pr.gov.br/transporte/rede-integrada-de-transporte>> Acesso em: 13 março 2016.