



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Faculdade de Arquitetura

Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional - PROPUR

Tese de Doutorado

**Configuração e Práticas no Espaço Urbano:
uma análise da estrutura espacial urbana**

Ana Paula Polidori Zechlinski

Orientador: Romulo Krafta, PhD.

Porto Alegre

2013

Título do trabalho:

Configuração e Práticas no Espaço Urbano:
uma análise da estrutura espacial urbana

Autora:

Ana Paula Polidori Zechlinski

Orientador:

Romulo Krafta, PhD

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional - PROPUR, Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Grande do Sul, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Doutor em Planejamento Urbano e Regional.

Porto Alegre, 2013.

CIP - Catalogação na Publicação

Zechlinski, Ana Paula Polidori
Configuração e Práticas no Espaço Urbano: uma
análise da estrutura espacial urbana / Ana Paula
Polidori Zechlinski. -- 2013.
150 f.

Orientador: Romulo Krafta.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, Faculdade de Arquitetura, Programa de
Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Porto
Alegre, BR-RS, 2013.

1. Morfologia urbana. 2. Configuração urbana. 3.
Análise espacial urbana. 4. Práticas no espaço
urbano. I. Krafta, Romulo, orient. II. Título.

Dedicatória

para o meu amor Dani
para meus pais Denise e Paulo
para meus avós Rubens e Lili

Agradecimentos

Agradeço ao professor Romulo Krafta, orientador deste trabalho, pelo apoio e incentivo no desenvolvimento da tese, incitando sempre a busca por novos conhecimentos.

A elaboração deste trabalho contou com a colaboração de várias pessoas, às quais destacadamente agradeço:

Amauri Machado e Emílio Merino, pela disponibilidade e atenção na orientação nas áreas de estatística e engenharia de tráfego, respectivamente. Sérgio Kato, pela consultoria em estatística.

Alunos de arquitetura e urbanismo, da UCPel: Aline Poulsen, Antonella Zanetti, Camila Heinemann, Raíza Dittgen, Rafael Poetsch e Renata Zschornack; e da UFPel: Larissa Mörschbacher, Maiga Yokemura e Melina Monks, pela colaboração na etapa de levantamento de dados.

Colegas professores e alunos do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Católica de Pelotas e, também, ao grupo do projeto de extensão NESIC - UCPel.

Colegas professores e alunos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, em especial ao grupo do Laboratório de Urbanismo, que me acolheu.

Colegas, professores e funcionários do PROPUR – UFRGS.

Agradeço à Capes, pelo financiamento recebido.

Em especial, quero agradecer às pessoas que me acompanharam nesta jornada, com contribuições e incentivos direta ou indiretamente relacionados ao trabalho

(colocando os nomes em ordem alfabética):

Almira Couto Polidori; Ana Paula Neto de Faria; Beatriz Polidori Zechlinski;

Clarissa Wally de Araújo; Daniel Fuhro Souto; Denise Couto Polidori;

Helena Neves; Lílian Borges Almeida; Maurício Couto Polidori;

Paulo Roberto Zechlinski; Rubens Brito Polidori.

"A ciência exercita a capacidade, não o saber. - O valor de praticar com rigor, por algum tempo uma ciência *rigorosa* não está propriamente em seus resultados: pois eles sempre serão uma gota ínfima, ante o mar das coisas dignas de saber. Mas isso produz um aumento de energia, de capacidade dedutiva, de tenacidade; aprende-se a *alcançar um fim de modo pertinente*. Neste sentido é valioso, em vista de tudo o que se fará depois, ter sido homem de ciência."

Friedrich Nietzsche, 1878 - aforismo 256

RESUMO

A estrutura espacial urbana pode ser entendida e analisada a partir de diferentes enfoques e características da cidade. Este trabalho investiga a estrutura espacial urbana, considerando dois aspectos específicos da morfologia urbana: configuração e função. Pretende-se explicar como a interação entre a configuração urbana e as práticas no espaço urbano contribui na estruturação espacial. Estas características morfológicas podem convergir, atuando em uma lógica de cooperação ou, em outras situações, a prática pode acontecer em espaços configuracionalmente desfavorecidos, evidenciando uma lógica de competição. A investigação pauta-se por estudos de morfologia urbana com um enfoque sistêmico, inserindo-se na linha dos estudos configuracionais urbanos. O método proposto consiste em descrever as diferentes características da forma urbana como elementos de uma mesma rede de relações. Desenvolve-se um modelo para representar sistemicamente a rede configuracional e as redes das práticas, incluindo as relações entre as práticas. O modelo possibilita analisar a estrutura espacial que se forma a partir da interação entre aspectos na escala global da cidade, referentes à configuração urbana e aspectos do contexto local, relativos às práticas no espaço urbano. As análises realizadas, a partir do estudo de caso na cidade de Jaguarão-RS, revelam em que medida as características da configuração urbana e das práticas cooperam ou competem entre si, gerando diferentes resultados no sistema. A proposta do modelo consiste em integrar os dois aspectos da estrutura espacial urbana, relativos às escalas global e local do sistema urbano, através de uma medida combinada. Os resultados sugerem que a estrutura espacial urbana depende tanto das características locais, associadas às práticas, quanto das características globais, associadas à configuração do sistema urbano.

Palavras-chave: estrutura espacial urbana; configuração urbana; práticas; análise espacial urbana.

ABSTRACT

The urban spatial structure can be understood and analyzed from different perspectives and characteristics of the city. This thesis investigates the urban spatial structure, considering two specific aspects of urban morphology: configuration and function. The intention is to highlight how interactions between configurational issues and practices in urban space contribute to the spatial structure of the city. These morphological characteristics can converge in a logic of cooperation or, in other situations, the practices can be realized in configurationally disadvantaged areas, in a logic of competition. The research is guided by studies of urban morphology within a systemic framework, in accordance with the urban configurational studies. The method describes these two different characteristics of urban form as elements of the same network of relations. A model is developed to represent the configurational network and practice's network, including relations between practices. The aim of the model is to analyze the spatial structure which is formed from the interaction between the global aspects of the city, corresponding to configuration and urban aspects at the local context, related to practices in urban space. The case study was accomplished in the city of Jaguarão-RS. The analyzes reveal the extent to which the characteristics of urban configuration and practices cooperate or compete with each other, generating different results in the system. The model proposes to integrate the two aspects of urban spatial structure, relative to the global and local scales of the urban system, through a combined measure. The results demonstrate that the structure of urban space depends on both the local characteristics, related to practices, and the global features associated with the overall configuration of the urban system.

Key-Words: urban spatial structure; configuration; practices; urban spatial analysis.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos	4
1.1.1 Objetivo Teórico	4
1.1.2 Objetivo Metodológico	4
1.1.3 Objetivos específicos	4
1.2 Delimitação do Problema	5
1.3 Relevância da investigação	10
1.4 Estrutura da Investigação	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 A morfologia urbana a partir de um enfoque sistêmico	13
2.2 Configuração e estruturação espacial urbana	16
2.3 Grafos e redes	26
2.3.1 Redes dos Sistemas Urbanos	30
2.4 As relações espaciais remotas	32
3 MODELO PARA A REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA ESTRUTURA ESPACIAL URBANA	40
3.1 Delineamento do modelo conceitual	40
3.2 Modelo Analítico	44
3.3 Delimitação do Sistema Espacial	46
3.4 Definição das Diferentes Redes e Análise da Estrutura Espacial Urbana	48
3.4.1 Medida de Acessibilidade	50
3.4.2 Medida de Centralidade	50
3.4.3 Medida de Polaridade	51
3.4.4 Rede configuracional	52
3.4.5 Redes das Práticas	53
3.5 Identificação das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas	59
3.6 Análise de correspondência: rede configuracional X rede das práticas	60
3.7 Configuração Urbana e Práticas: proposta de uma medida combinada	60

3.8 Delineamento do estudo de contagem do tráfego para a correlação	62
3.9 Síntese da operacionalização do modelo	64
4 ESTUDO DE CASO	65
4.1 Representação da área de estudo	67
4.2 Levantamento e tratamento dos dados de uso do solo e população	69
4.3 Análise da Estrutura Espacial Urbana a partir das Diferentes Redes	72
4.3.1 Rede da configuração urbana	72
4.3.2 Redes das Práticas	81
4.4 Cooperação e Competição entre Configuração Urbana e Práticas	90
4.4.1 Associação entre as medidas na rede configuracional e a quantidade de comércio em cada trecho	92
4.4.2 Associação entre as medidas na rede configuracional e a quantidade de serviço em cada trecho	95
4.4.3 Associação entre as medidas na rede configuracional e a quantidade de comércio e serviço em cada trecho	99
4.4.4 Considerações sobre o estudo das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas	102
4.5 Associação entre a rede configuracional e a rede das práticas	103
4.6 Análise da estrutura espacial urbana considerando a interação entre a configuração e as práticas no espaço urbano	111
4.6.1 Contagem de tráfego em Jaguarão	111
4.6.2 Validação das medidas na rede configuracional e na rede das práticas	113
4.6.3 Medida combinada: análise da interação entre a configuração e as práticas no espaço urbano	115
4.6.4 Calibragem	117
5 CONCLUSÕES	123
<i>Referências Bibliográficas</i>	<i>131</i>

Lista de Figuras

Figura 1 - Exemplo da representação de uma área urbana, com os elementos urbanos que fazem parte do estudo, na forma de mapa e o respectivo grafo do sistema espacial.	48
Figura 2 - Fórmula da medida de acessibilidade. Fonte: <i>software</i> Medidas Urbanas.	50
Figura 3 - Fórmula da medida de centralidade. Fonte: <i>software</i> Medidas Urbanas.	51
Figura 4 - Fórmula da medida de polaridade. Fonte: <i>software</i> Medidas Urbanas.	52
Figura 5 - Exemplo do grafo da configuração urbana de uma dada área urbana.	53
Figura 6 - Exemplo do grafo da rede das práticas de uma dada área urbana.	55
Figura 7 - Visualização dos resultados da medida de centralidade com raio = 3 e da rotina para a identificação dos pontos remotamente conectados. Os quadros de 1 - 6 mostram os momentos em que são identificados os pontos mais centrais dos centros locais em um mapa de trechos de uma área urbana.	58
Figura 8 - Esquema das variáveis para a correlação.	63
Figura 9 - Esquema das etapas de operacionalização do modelo.	64
Figura 10 - Área urbana de Jaguarão - R.S. com a localização dos bairros, segundo o Plano Diretor da cidade. Fonte: imagem do satélite QuickBird, adaptada pela autora. .	65
Figura 11 - Imagens da área central da cidade de Jaguarão.	66
Figura 12 - Imagens da periferia da cidade de Jaguarão.	67
Figura 13 - Área de estudo: a) mapa de trechos; b) grafo	68
Figura 14 - Distribuição da atividade de comércio nos trechos.	70
Figura 15 - Distribuição da atividade de serviço nos trechos.	71
Figura 16 - Distribuição das atividades de comércio e serviço nos trechos.	71
Figura 17 - Distribuição da população nos trechos.	72
Figura 18 - Resultado da medida de acessibilidade, classificação por intervalos naturais.	74
Figura 19 - Resultado da medida de centralidade, classificação por intervalos naturais.	75
Figura 20 - Trechos de maior hierarquia na rede configuracional, utilizando as medidas de acessibilidade e de centralidade.	75
Figura 21 - Resultado da medida de polaridade na rede configuracional considerando a distribuição das atividades de comércio, classificação por intervalos naturais.	77
Figura 22 - Resultado da medida de polaridade na rede configuracional considerando a distribuição das atividades de serviço, classificação por intervalos naturais.	78
Figura 23 - Resultado da medida de polaridade na rede configuracional considerando a distribuição das atividades de comércio e serviço, classificação por intervalos naturais.	78
Figura 24 - Trechos de maior hierarquia na rede configuracional, utilizando a medida de polaridade, considerando as atividades de comércio; serviço e comércio e serviço.	79

Figura 25 - Pontos de aglomeração de atividades, numerados conforme a ordem em que são identificados e conexões remotas na rede das práticas de comércio: a) entre os centros locais de maior hierarquia e b) entre todos os centros locais.....	83
Figura 26 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio, considerando os centros locais de maior hierarquia.	83
Figura 27 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio, considerando todos os centros locais.....	84
Figura 28 - Pontos de aglomeração de atividades nos centros locais, numerados conforme a ordem em que são identificados e conexões remotas na rede das práticas de serviço: a) entre os centros locais de maior hierarquia e b) entre todos os centros locais.	85
Figura 29 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de serviço, considerando os centros locais de maior hierarquia.	86
Figura 30 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de serviço, considerando todos os centros locais.....	87
Figura 31 - Pontos de aglomeração de atividades nos centros locais, numerados conforme a ordem em que são identificados e conexões remotas na rede das práticas de comércio e serviço: a) entre os centros locais de maior hierarquia e b) entre todos os centros locais.	88
Figura 32 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio e serviço, considerando os centros locais de maior hierarquia.....	89
Figura 33 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio e serviço, considerando os todos os centros locais.....	89
Figura 34 - Histogramas de frequência das medidas para a rede configuracional. Os dois primeiros gráfico se referem às medidas sem carregamentos. O terceiro gráfico se refere à medida de polaridade para comércio e serviço.....	91
Figura 35 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio: maior quantidade de comércio e maiores valores da medida de acessibilidade.....	93
Figura 36 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio: maior quantidade de comércio e maiores valores da medida de centralidade.....	94
Figura 37 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio: maior quantidade de comércio e maiores valores da medida de polaridade do comércio.	95
Figura 38 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de serviço: maior quantidade de serviço e maiores valores da medida de acessibilidade.	96
Figura 39 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de serviço: maior quantidade de atividades de serviço e maiores valores da medida de centralidade.	97
Figura 40 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de serviço: maior quantidade de serviço e maiores valores da medida de polaridade do serviço. ...	98
Figura 41 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio e serviço: maior quantidade de comércio e serviço e maiores valores da medida de acessibilidade.....	100

Figura 42 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio e serviço: maior quantidade de comércio e serviço e maiores valores da medida de centralidade.....	101
Figura 43 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio e serviço: maior quantidade de comércio e serviço e maiores valores da medida de polaridade do comércio e serviço.	102
Figura 44 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio (conexões remotas entre os centros de maior hierarquia) e na rede configuracional.	108
Figura 45 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio (conexões remotas entre todos os centros locais) e na rede configuracional.....	108
Figura 46 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de serviço (conexões remotas entre os centros de maior hierarquia) e na rede configuracional.	109
Figura 47 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de serviço (conexões remotas entre todos os centros locais) e na rede configuracional.....	109
Figura 48 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio e serviço (conexões remotas entre os centros de maior hierarquia) e na rede configuracional...	110
Figura 49 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio e serviço (conexões remotas entre todos os centros locais) e na rede configuracional.	110
Figura 50 - Trechos de via selecionados para a análise de correlação.	112
Figura 51 - Esquema para a combinação dos resultados das medidas da rede das práticas com a rede configuracional.....	116
Figura 52 - Espaços de maior hierarquia na estrutura espacial urbana capturada a partir do resultado da calibragem: medida combinada da rede configuracional com a rede das práticas de comércio e serviço.....	119
Figura 53 - Mapa: cooperação entre a configuração urbana e as práticas de comércio e serviço, representada nos 10% maiores valores da medida combinada resultante da calibragem. Competição: espaços com maior quantidade de comércio e/ou serviço e espaços de maior hierarquia na rede configuracional, capturados pela medida de polaridade, considerando as atividades de comércio e serviço. Imagens das situações identificadas no mapa: (1) e (2) competição; (3) e (4) cooperação.	121

Lista de Tabelas

Tabela 1 - forças de aglomeração e dispersão. Fonte: Fujita e Thisse (2009), classificação da autora.....	37
Tabela 2 - descrição dos elementos e conexões nos grafos da rede configuracional e da rede das práticas.	54
Tabela 3 - descrição das características do método para a contagem do tráfego, comparando o usual com o método utilizado neste estudo.	62
Tabela 4 - classificação do uso do solo.	69
Tabela 5 - resultado da medida de polaridade em cada uma das redes, para os trinta primeiros trechos na rede configuracional com as atividade de comércio e serviço.....	80
Tabela 6 - intervalo de valores das medidas na classificação dos trechos em três classes pelo intervalo natural. (C = comércio; S = serviço; CS = comércio e serviço).....	91
Tabela 7 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e os resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	92
Tabela 8 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e os resultados da medida de centralidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	93
Tabela 9 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e os resultados da medida de polaridade na rede configuracional, considerando a atividade de comércio. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.....	94
Tabela 10 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de serviço nos trechos e os resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	96
Tabela 11 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de serviço e os resultados da medida de centralidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	97
Tabela 12 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de serviço e os resultados da medida de polaridade na rede configuracional, considerando a atividade de serviço. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.....	98
Tabela 13 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e serviço e os resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	99
Tabela 14 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui- quadrado, entre a quantidade de comércio e serviço e os resultados da medida de centralidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	100

Tabela 15 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e serviço e os resultados da medida de polaridade na rede configuracional, considerando as atividades de comércio e serviço. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis. ...	101
Tabela 16 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia, considerando a atividade de comércio em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	105
Tabela 17 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais, considerando a atividade de comércio em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	105
Tabela 18 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia, considerando a atividade de serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	105
Tabela 19 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais, considerando a atividade de serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.	106
Tabela 20 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia, considerando as atividades de comércio e serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.....	106
Tabela 21 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais, considerando as atividades de comércio e serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.....	106
Tabela 22 - intervalos de tempo para a contagem de tráfego.	112
Tabela 23 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e as medidas na rede configuracional.....	114
Tabela 24 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e a medida de polaridade nas redes das práticas.	115
Tabela 25 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e as medidas combinadas (melhores resultados de correlação nas combinações com cada uma das medidas para a rede configuracional).....	117
Tabela 26 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e as medidas combinadas.	118

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho enfoca a estruturação espacial urbana a partir do estudo das características configuracionais e das práticas estabelecidas no espaço urbano. A proposta pauta-se por uma abordagem morfológica da cidade, que utiliza como instrumento a representação sistêmica do ambiente urbano, tendo como base recentes estudos que desenvolvem descrições do sistema urbano na forma de rede. Busca-se representar a cidade como uma rede de espaços que estabelecem relações entre si considerando dois aspectos específicos da morfologia urbana: configuração e função.

A configuração urbana se refere à ordenação dos espaços no sistema espacial, revelando uma estrutura que constitui a base a partir da qual a cidade se desenvolve e as pessoas interagem entre si e com o ambiente urbano. As características funcionais são as atividades, as práticas que acontecem na cidade, tendo como suporte para sua realização os espaços abertos públicos e as edificações.

As práticas estão relacionadas às ações ou atividades das pessoas que determinam sua vivência no espaço urbano. As práticas envolvem três aspectos: as relações estabelecidas entre os indivíduos nas suas atividades cotidianas, os deslocamentos destes indivíduos para a realização das atividades e a materialização destas atividades em uma edificação ou espaço. Um exemplo de prática seria a atividade escolar, envolvendo a relação entre professor e aluno, que acontece a partir do deslocamento de ambos para um espaço específico: a escola.

Entende-se que a estrutura espacial urbana revela a ordenação dos espaços segundo a importância que eles adquirem na malha urbana. Esta estrutura pode ser entendida e capturada de diferentes maneiras, considerando as relações entre os espaços no sistema configuracional, incluindo a distribuição dos estoques construídos e das atividades e, ainda, agregando o estudo das relações entre as práticas. O presente estudo pretende explicar como a interação entre as características configuracionais e das práticas contribuem na estruturação espacial urbana.

A relação entre as características morfológicas de configuração espacial e função é abordada no trabalho considerando que a primeira está mais associada a aspectos na

escala global da cidade e a segunda pode refletir aspectos da escala local. Admite-se que a hierarquia dos espaços depende tanto da estrutura que se refere à escala global do sistema urbano, como dos aspectos locais que caracterizam diferentes contextos. Sendo assim, a estrutura espacial urbana emerge da combinação entre esses fatores referentes às diferentes escalas na cidade.

Observa-se semelhança na influência de ambas características de configuração e função sobre a cidade. A evidência adquirida por um espaço em decorrência das relações no sistema configuracional e/ou pela intensidade de atividades que apresenta pode constituir um fator determinante na estrutura e organização dos espaços. Conseqüentemente, estes aspectos influenciam nos fluxos de movimentação, na animação urbana ou na apropriação dos espaços pelos indivíduos.

A configuração urbana e as práticas podem convergir, atuando em uma lógica de cooperação, quando a intensidade das práticas no espaço urbano está relacionada à importância dos espaços no sistema configuracional. Em outras situações, a prática pode acontecer em espaços configuracionalmente desfavorecidos, evidenciando uma lógica de competição entre estas características morfológicas. Em ambos os casos existem conseqüências na estrutura espacial urbana que serão investigadas neste trabalho.

A investigação pauta-se por estudos de morfologia urbana com um enfoque sistêmico, considerando a cidade como um sistema complexo e auto-organizado (Batty e Torrens, 2001; Portugali, 2004). O trabalho insere-se na linha dos estudos configuracionais urbanos (Hillier e Hanson, 1984; Krafta, 1994; Peponis *et al*, 1997) e propõe um modelo para a representação e análise da estrutura espacial urbana. Para o desenvolvimento do método busca-se suporte nas abordagens sobre redes (Barrett *et al*, 2004; Porta e Latora, 2007; Barrat *et al*, 2008) e nos modelos configuracionais urbanos.

O método proposto consiste em descrever os aspectos configuracionais e funcionais da forma urbana como elementos de uma mesma rede de relações. Desenvolve-se a representação sistêmica da rede configuracional e das redes das práticas, de modo que estas possibilitem a análise da estrutura espacial que se forma a partir da interação entre a configuração urbana e as práticas no espaço urbano, incluindo também as relações entre as práticas.

A representação das características configuracionais da cidade depende de um sistema de relações entre os espaços, por outro lado, as características da prática

normalmente são representadas pela localização do espaço em que a atividade acontece. Então, enquanto a descrição de uma característica configuracional de determinado espaço pressupõe uma relação de posição e conexão com os demais espaços no sistema, a descrição das práticas presentes neste espaço se apresenta como um dado de uso do solo, que é autônomo, pontual e independente um do outro. Pretende-se avançar na compreensão das práticas como parte integrante de um sistema de relações estabelecidas em um contexto urbano, considerando não apenas a caracterização das práticas em si, mas também as relações entre elas.

As relações próprias da configuração urbana da cidade são relações espaciais de adjacência, que caracterizam a interligação entre diferentes espaços ou lugares. Em contrapartida, entende-se as relações entre as práticas como relações espaciais remotas, que se estabelecem segundo critérios que podem não estar diretamente relacionados ao espaço. A proposta da investigação consiste em focar as práticas de comércio e serviço, explorando as relações espaciais remotas fundamentadas no âmbito socioeconômico.

A representação na forma de redes, incluindo relações espaciais adjacentes e remotas, tem o objetivo de possibilitar investigar como aspectos da configuração e da prática podem interagir influenciando a estrutura espacial urbana. A descrição desta estrutura pode ser realizada com o auxílio de medidas de diferenciação espacial, que fornecem critérios para a classificação dos espaços segundo sua hierarquia. As medidas de diferenciação espacial são elaboradas a partir das propriedades configuracionais dos espaços, tais como, conectividade, acessibilidade, centralidade, entre outras.

O estudo das propriedades configuracionais dos espaços e a utilização de medidas que possibilitam a análise de uma hierarquia espacial constitui o enfoque de toda uma área de conhecimento em desenvolvimento há várias décadas. Por outro lado, a investigação das características que estão vinculadas aos aspectos do contexto urbano, tais como as práticas presentes no ambiente e as decorrentes relações entre elas, não são abordadas com a mesma ênfase neste tipo de estudo. Neste momento, considera-se importante avançar no estudo destas características e de suas inter-relações, buscando analisar sua influência na estruturação espacial do sistema urbano.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Teórico

Explicar como a interação entre a configuração urbana e as práticas pode contribuir na estruturação do espaço urbano.

As relações entre os espaços no sistema configuracional urbano estabelecem uma hierarquia que caracteriza a estrutura espacial na escala global da cidade, considerando o sistema urbano como um todo. As características funcionais e as relações entre as práticas estão associadas a aspectos mais relacionados ao contexto local. A estrutura espacial urbana depende tanto das inter-relações que acontecem na escala local, como da ordem e estrutura globais do sistema, emergindo da interação entre estes fatores que atuam nas diferentes escalas da cidade.

1.1.2 Objetivo Metodológico

Desenvolver um modelo para representar sistemicamente as redes da configuração urbana e das práticas, bem como, a interação entre elas, considerando as relações espaciais adjacentes e remotas entre os elementos dessas redes.

A modelagem se constitui como um importante instrumento para investigar as diferentes características separadamente e o modo como elas interagem influenciando a estruturação espacial urbana. Utiliza-se uma abordagem baseada na representação de redes espaciais para descrever de forma sistêmica as características da configuração urbana e das práticas, possibilitando a análise da interação entre as redes referentes a cada um destes aspectos. A representação em rede permite que sejam exploradas relações de diferentes naturezas, como as relações espaciais adjacentes e remotas, presentes nas redes em estudo.

1.1.3 Objetivos específicos

- Identificar e descrever possíveis relações entre as práticas no espaço urbano, pautando-se em critérios formulados a partir de relações socioeconômicas.
- Analisar as situações em que as características configuracionais e das práticas cooperam e as situações em que competem.

- Analisar a associação entre a rede configuracional e as redes das práticas na estruturação do espaço urbano.
- Propor a descrição integrada dos aspectos da estrutura espacial urbana que caracterizam as escalas local e global da cidade.

1.2 Delimitação do Problema

A representação sistêmica da cidade através de modelos que se caracterizam pela simplificação e abstração de elementos das cidades reais desenvolve-se desde a década de 60 (Batty, 2007, p.2). Os modelos urbanos partem de diferentes concepções teórico-conceituais e utilizam diferentes formas de representação. Dentre estes modelos, os modelos configuracionais evidenciam as características do traçado urbano, buscando visualizar, entender e analisar a estrutura espacial que emerge a partir das relações entre os espaços no sistema espacial urbano.

A descrição da configuração urbana da cidade vem sendo desenvolvida desde a abordagem de Hillier e Hanson (1984) que introduzem a teoria da Sintaxe Espacial. Esta teoria busca evidenciar as relações entre a configuração urbana e a sociedade, que por um lado utiliza os espaços e, por outro, os estrutura e os transforma através de sucessivos processos sociais. Segundo Jiang *et al* (2000, p.161), a Sintaxe Espacial tem fornecido importante suporte computacional para estudos morfológicos, em especial para a análise dos sistemas urbanos.

A abordagem de Hillier e Hanson (1984) considera os aspectos configuracionais como preponderantes na estruturação do espaço urbano. Os estudos urbanos, desenvolvidos a partir desta teoria, estão fundamentados na premissa de que a configuração espacial é o fator primordial e determinante para a organização da sociedade, a distribuição das atividades e o movimento das pessoas na cidade (Hillier *et al*, 1993; Peponis *et al*, 1997; Penn, 2003).

Os estudos dedicados à investigação da configuração urbana realizam a análise da estrutura espacial através de modelos e medidas de diferenciação espacial, que utilizam como base as propriedades espaciais de linearidade, conectividade, profundidade, distributividade, entre outras. A base destes modelos e medidas do sistema configuracional são as relações que se estabelecem entre os espaços.

As propriedades de acessibilidade e de centralidade são fundamentais para o estudo da estruturação espacial urbana. Hillier e Iida (2005, p.480) afirmam que as localizações mais acessíveis serão teoricamente mais atrativas como destinos do que as menos acessíveis, simplesmente como um resultado da sua posição configuracional no complexo como um todo. No planejamento e desenho urbano, assim como na geografia econômica, a medida de centralidade – referida sob diversos termos: acessibilidade, integração, custo de transporte – tem sido aplicada difundindo a idéia de que alguns lugares são mais importantes porque são mais centrais (Crucitti *et al*, 2005, p.1).

Medidas de acessibilidade (Ingram, 1971, p.101-102; Krafta 1991, p.35) são desenvolvidas a partir das relações de distância entre os espaços e medidas de centralidade (Freeman, 1977; Krafta, 1994) consideram as relações de posição, bem como as conexões, de cada unidade espacial dentro do sistema.

O modelo de Centralidade proposto por Krafta (1994) avança na concepção da descrição da configuração urbana porque considera, além do traçado urbano, a distribuição desigual das formas construídas na cidade. A medida de centralidade proposta neste modelo considera a conexão entre cada par de forma construída como uma tensão, que é distribuída entre as unidades de espaço que fazem parte do menor caminho de ligação entre os pares de forma construída. Sendo assim, o modelo de Krafta (1994) possibilita a análise da importância que cada unidade de espaço adquire, de acordo com diferentes tipos de fluxos que podem estar associados às edificações, às suas atividades e às densidades associadas à elas, considerando ainda as distâncias.

A idéia de estudar os fluxos na cidade a partir de modelos tem sua origem na teoria da interação espacial, desenvolvida a partir da década de 1960. O pressuposto inicial desta teoria consiste em representar o espaço de forma discreta, ou seja, em unidades individualizáveis, contendo uma quantidade finita de emprego, população, serviços, espaços de lazer etc. (Barra, 1979). As unidades de espaço interagem entre si e, conforme enfatiza Barra (1979), geram fluxos de vários tipos, como os de natureza concreta - jornadas, movimentos de migração, trocas comerciais - ou os de natureza mais abstrata - dependências, oportunidades, tensões, entre outros.

Esses modelos de interação espacial fazem analogia aos modelos gravitacionais da Física, considerando que a interação entre duas unidades é diretamente proporcional à magnitude de cada uma das unidades envolvidas e inversamente proporcional à distância entre elas. No modelo de centralidade proposto por Krafta (1994) a

contribuição reside na vinculação desta idéia de interação à configuração do espaço urbano, possibilitando a identificação dos valores da medida de centralidade para cada unidade espacial na malha urbana.

Observa-se um interesse constante no estudo dos fluxos na cidade, sejam eles econômicos, de movimento, de transporte ou de comunicação. Os fluxos pressupõem a existência de relações entre pessoas, atividades, lugares etc. Hillier e Hanson (1984, p.18-41) identificam dois tipos de relações que permeiam a sociedade no contexto do espaço urbano: relações espaciais e transpaciais. Os autores fazem uma analogia aos princípios de solidariedade mecânica e solidariedade orgânica, identificados na teoria sociológica de Durkheim. A sociologia de Durkheim explica que a solidariedade orgânica está baseada na interdependência através das diferenças, tal como acontece nas relações que se estabelecem a partir da divisão do trabalho, enquanto a solidariedade mecânica se baseia na integração através da similaridade das crenças e da estrutura do grupo.

Segundo Hillier e Hanson (1984, p.20-21) o espaço da solidariedade orgânica se refere às relações externas ao sistema, apresentando uma lógica do local para o global, em que as inter-relações entre os elementos formam o padrão global. Enquanto, na solidariedade mecânica a sociedade é um fenômeno cuja lógica parte do global para local, tendo como base uma estrutura global distinta (a estrutura do espaço urbano) que exerce influência sobre e além das interações cotidianas. Desse modo, a solidariedade mecânica está relacionada à estrutura espacial e a orgânica é análoga às relações transpaciais. Os autores evidenciam que ambos princípios coexistem na sociedade, que em dado momento apresenta uma lógica do local para o global e em outro, do global para o local.

A investigação de diferentes tipos de relações está evidenciada na atualidade pelas abordagens pautadas na teoria das redes, que busca representar e explicar a estrutura e o comportamento de diversos sistemas em rede. As redes explicitam relações de naturezas diversas que se estabelecem entre os elementos de um determinado sistema - social, econômico, urbano, de infra-estrutura, entre outros. Nos sistemas em rede, a representação dos elementos e de suas relações tem como base a teoria dos grafos (Harary, 1969), que possibilita investigar através do uso da matemática relações eminentemente topológicas.

A representação por grafo tem sido amplamente aplicada no estudo de redes urbanas (Crucitti *et al*, 2005; Jiang, 2007; Porta e Latora, 2007), redes sociais (Barrett *et al*, 2004; Rosvall e Sneppen, 2006), entre outras. Dentre estas abordagens, o trabalho desenvolvido por Courtat *et al* (2010) vai além da investigação das relações topológicas, desenvolvendo um modelo com uma representação por grafo geométrico, que possibilita simular o crescimento da cidade pela adição de segmentos de via.

O desenvolvimento destes estudos sobre redes indica a possibilidade de criar novas formas para representar a cidade, a partir de seus elementos e de suas relações. A presente investigação pretende avançar no conhecimento e na descrição da morfologia urbana da cidade, considerando a configuração urbana e as práticas presentes nos espaços. Pressupõe-se que as características configuracionais e das práticas, relacionadas respectivamente aos aspectos nas escalas global e local do sistema urbano, contribuem na estruturação do espaço urbano.

No entanto, nem sempre a intensidade destas características coincide nos diferentes espaços. Empiricamente, observa-se espaços em que há dissociação entre a hierarquia espacial e a distribuição das atividades na malha urbana, influenciando consequentemente a vitalidade urbana. Em alguns espaços, as práticas podem ser intensas, mesmo que as características configuracionais não sejam favoráveis. Há indícios de que as relações entre as práticas são um importante fator de influência para a ocorrência destas situações. Por isso, mostra-se premente um estudo dedicado à análise da estrutura espacial urbana que emerge a partir da interação entre as características configuracionais e das práticas, considerando as relações entre as práticas. Neste contexto, o problema teórico delineado no trabalho consiste em:

como as características do contexto local, referentes às práticas e suas inter-relações, e os aspectos globais, relativos à configuração urbana da cidade, contribuem na estruturação espacial urbana?

Ao mesmo tempo, define-se o problema metodológico, a partir do seguinte questionamento:

como desenvolver um modelo para representar sistemicamente configuração a urbana e as práticas, considerando as relações espaciais adjacentes e remotas, que caracterizam respectivamente a rede configuracional e a rede das práticas, possibilitando a análise da associação e da interação entre estas redes?

Para responder à primeira questão, pressupõe-se que a configuração urbana e as práticas são elementos fundamentais do sistema espacial urbano. Embora sejam aspectos distintos da morfologia urbana ambos exercem grande influência no sistema. As práticas estabelecem relações, pautadas em critérios socioeconômicos, parcialmente dependentes do espaço urbano e caracterizam aspectos na escala local da cidade. Enquanto a configuração urbana está associada à estrutura global do sistema. Neste caminho, a hipótese principal desenvolvida na investigação pode ser exposta da seguinte maneira:

A estrutura espacial urbana emerge da interação entre as características locais e globais do sistema urbano. Ademais, as relações subjacentes estabelecidas entre as práticas são mediadas pelas relações espaciais próprias da configuração urbana, sendo que ambas influenciam significativamente na estruturação do espaço urbano.

Complementarmente, investiga-se uma hipótese secundária:

As características da configuração urbana e das práticas, em algumas situações, cooperam entre si, em outras, competem, gerando diferentes resultados no sistema. Espaços que estão em evidência no sistema configuracional urbano podem se tornar ainda mais atrativos com a presença de determinadas atividades, caracterizando uma situação de cooperação entre estes elementos morfológicos. Da mesma forma, a prática pode ser intensa em espaços cuja posição no sistema configuracional não apresenta vantagens, gerando uma situação de competição entre essas características. O estudo investiga as conseqüências destas diferentes situações de cooperação e competição na estrutura espacial urbana.

O segundo questionamento, que está associado ao método adotado na abordagem, será investigado a partir da seguinte hipótese:

O desenvolvimento do modelo pode ser realizado utilizando-se a representação sistêmica da cidade na forma de grafo, possibilitando a análise da estrutura espacial urbana através da utilização de medidas de diferenciação espacial e de análises estatísticas. A representação por grafo possibilita investigar as características da configuração urbana e das práticas, incluindo a representação das relações entre as práticas, através da inserção de conexões remotas no sistema configuracional.

1.3 Relevância da investigação

A abordagem sistêmica constitui-se como um instrumento importante para auxiliar as decisões no âmbito do planejamento urbano das cidades. A utilização de modelos na ciência possibilita relacionar a teoria com a realidade (Batty, 2007, p.6), através das simulações realizadas na modelagem para testar hipóteses e cenários do futuro. Em relação à modelagem urbana, a representação sistêmica da cidade é um elemento importante, visto que a forma de representação escolhida pode ser determinante para definição do tipo de modelo e para o alcance dos objetivos pretendidos.

Neste trabalho, entende-se a cidade como um sistema de elementos e de relações entre estes elementos, representado matematicamente através de grafos. A escolha do grafo se deve ao fato de que este tipo de representação possibilita capturar as características da configuração urbana da cidade, a partir da utilização de medidas existentes. Além disso, permite a inclusão de novos elementos e novas relações dentro do sistema. Esta capacidade de alteração e operacionalização, obtida com os grafos, é fundamental para incluir diferentes características dos elementos urbanos que contribuem na estruturação do espaço urbano.

A representação sistêmica da cidade, através da utilização de modelos e medidas que descrevem as características do sistema espacial urbano, oferece uma grande capacidade analítica. No campo de estudo da morfologia urbana, as abordagens sobre a configuração da cidade utilizam amplamente a representação sistêmica e a discussão sobre estas questões está bastante avançada. No entanto, ao considerar os diversos enfoques que os estudos morfológicos assumem, identifica-se a necessidade de expandir o modo de representar e analisar outras características dos elementos urbanos, além da configuração.

O mapeamento de características relacionadas a aspectos sociais, culturais, econômicos ou funcionais da cidade, usualmente, assume uma descrição na forma de mapas temáticos que limitam-se à localização e à agregação dos dados. Entende-se que existe uma lacuna entre os estudos configuracionais urbanos e os que abordam outros aspectos da forma urbana, no que se refere à questão da sua representação. Embora diferentes abordagens indiquem a existência de relações entre os elementos urbanos, suas características e a configuração urbana, muito pouco se avançou na representação

destas relações. Segundo Krafta (1991, p.7), a descrição da estrutura espacial da cidade como um sistema tem tido êxito, ademais, se os elementos mais importantes e suas relações são identificados, é possível explicar o modo como regiões urbanas respondem à mudança e prever os prováveis efeitos de diferentes políticas de planejamento.

A investigação busca contribuir considerando a configuração urbana e as práticas de forma integrada na estruturação do espaço urbano. A elaboração do modelo de análise da estrutura espacial urbana prevê a representação das relações entre as práticas e, também, a sua interação com a configuração urbana. A partir da representação sistêmica destes elementos e de suas relações, o trabalho pretende avançar no entendimento de como os aspectos na escala local e global da cidade contribuem para formar a estrutura de espaços urbanos.

A análise espacial urbana constitui um amplo campo de conhecimento que está em constante desenvolvimento, buscando sempre aprimorar as ferramentas utilizadas para melhor auxiliar no planejamento das cidades. Este tipo de abordagem apresenta vantagens porque possibilita testar várias hipóteses para uma mesma situação. A realidade pesquisada pode ser entendida e analisada sob diferentes enfoques, estimulando a criação de soluções mais adequadas para cada problema.

1.4 Estrutura da Investigação

Capítulo I	Introdução: delimita o tema, os objetivos e a problemática envolvida na investigação, definindo as principais questões a serem investigadas e as hipóteses para estudar estas questões. Apresenta, ainda, a relevância e a estrutura da investigação.
Capítulo II	Fundamentação Teórica: apresenta as principais abordagens que amparam teórica e metodologicamente a tese. O capítulo está estruturado em quatro seções que abordam: a morfologia urbana a partir de um enfoque sistêmico; a configuração e estruturação espacial urbana; grafos e redes e, por fim, as relações espaciais remotas.
Capítulo III	Modelo para a Representação e Análise da Estrutura Espacial Urbana: descreve o modelo em termos conceituais e propõe o modelo analítico, que é desenvolvido a partir das etapas de: a) delimitação do sistema espacial; b) definição das diferentes redes e análise da estrutura espacial urbana; c) identificação das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas; d) análise de correspondência entre a rede configuracional e a rede das práticas; e e) análise da estrutura espacial urbana, considerando a interação entre a configuração urbana e as práticas e f) validação e calibragem do modelo através da correlação com a intensidade do tráfego.
Capítulo IV	Estudo de Caso: consiste na aplicação do modelo em um ambiente urbano real, sendo escolhida para o estudo a cidade Jaguarão-R.S.
Capítulo V	Conclusões

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O trabalho fundamenta-se nos estudos de morfologia urbana com um enfoque sistêmico da cidade. Desse modo, interessam as abordagens relativas à configuração urbana da cidade, especialmente aquelas que se dedicam ao desenvolvimento de modelos e medidas para pautar as análises do sistema urbano. Igualmente importantes para compor o escopo teórico-metodológico desta investigação são a teoria dos grafos e os estudos sobre redes. Ao final deste capítulo, são apresentadas as abordagens que embasam o estudo e a representação das relações espaciais remotas que se estabelecem entre as práticas.

2.1 A morfologia urbana a partir de um enfoque sistêmico

A morfologia urbana como campo disciplinar enfoca o estudo da forma urbana, seus elementos, características e as relações estabelecidas entre estes elementos e os processos de transformação e modificação do espaço urbano. Abordagens morfológicas utilizam o conhecimento relativo a diferentes disciplinas, tais como: economia, sociologia, psicologia, história, buscando entender e explicar as relações entre os aspectos estudados nestas áreas e as características da forma urbana, bem como, a ordenação dos seus elementos no espaço urbano.

Segundo Gebauer e Samuels (1981), a morfologia urbana pretende ser um meio sintético, sistemático e estrutural de olhar a cidade. Os autores além de considerar a cidade como um fato físico concreto, buscam entendê-la como um organismo em evolução, objeto de transformações e mudanças que acontecem conforme as modificações na sociedade, ou ainda, como foco de interação entre as forças sociais e o ambiente construído que as contém.

Os estudos de morfologia abordam em primeiro plano as questões relacionadas às características físicas e à estrutura espacial da cidade, no entanto, podem englobar outros aspectos do espaço urbano. As atividades, as relações e os processos que ocorrem envolvendo os diversos agentes na cidade, tendo como suporte o espaço urbano, também são investigados nas abordagens morfológicas. Gebauer e Samuels (1981) alegam que o estudo da estrutura urbana como um fato concreto, com características observáveis, provê uma análise objetiva da realidade, por outro lado, a morfologia

urbana pode ser entendida como o estudo da forma urbana como parte de um contexto dinâmico e em relação a este contexto.

Os principais elementos da forma urbana são os espaços abertos públicos e privados e as edificações. A investigação das características e das relações entre estes elementos pode estar vinculada à análise de aspectos mais subjacentes referentes à utilização do espaço urbano pelas pessoas e às relações estabelecidas entre elas. Entender que a forma urbana faz parte da dinâmica da cidade e de seu constante processo de transformação é fundamental para avançar no estudo da interação entre as características morfológicas de configuração e função, considerando as relações entre as práticas no espaço urbano.

A dinâmica e a complexidade da cidade são entendidas nesta investigação a partir da teoria da auto-organização. Batty e Torrens (2001, p.7) consideram uma das características mais intrigantes dos sistemas complexos o modo como as ações locais geram alguma ordem global. O sistema se auto-organiza a partir de milhares de decisões individuais (Johnson, 2003, p.29). No caso do sistema urbano, Portugali (2004, p. 592) entende que as "cidades são grandes artefatos e como tal são o produto coletivo de um processo sinérgico envolvendo milhares e milhões de participantes, cada qual atuando localmente de modo relativamente independente." O autor sugere que existe uma forte influência da atuação dos indivíduos na estruturação do espaço urbano, sendo que a ordem e a estrutura emergem a partir de um processo de auto-organização.

O conceito de auto-organização se contrapõem às abordagens baseadas na causalidade, estando relacionado à diversas teorias desenvolvidas desde meados da década de 60, dentre as quais a sinérgica de Haken e as estruturas dissipativas de Prigogine são as mais influentes no campo de estudo das cidades e do urbanismo (Portugali, 1997, p.357).

Para o presente estudo, é interessante ressaltar o conceito dos parâmetros de ordem desenvolvido na teoria sinérgica de Haken. Estes parâmetros atuam em um sistema composto por vários subsistemas, passando por períodos de estabilidade que se intercalam a períodos de instabilidade e mudança. Nos períodos de instabilidade e mudança, vários parâmetros de ordem competem entre si até o momento em que um deles vence e passa a governar o sistema, estabelecendo um período de estabilidade (Portugali e Haken, 1992, p.115). Entendendo a cidade como um sistema, considera-se que existem vários parâmetros de ordem atuando em diferentes níveis, referentes à

cultura, à economia, à organização da sociedade, ao sistema de transportes, à ordenação da forma urbana, entre outros.

Por esta perspectiva, em determinados períodos no espaço e no tempo, o comportamento dos diferentes subsistemas urbanos são pautados pelos parâmetros vigentes. Na dinâmica de desenvolvimento da cidade, os diversos agentes e elementos urbanos interagem gerando períodos de transformação, nos quais todos os parâmetros entram em competição, até que se estabeleça uma nova ordem no sistema. Segundo Portugali (2004, p.589), as cidades são entidades dinâmicas que evoluem e mudam como resultado da percepção dos agentes, de suas decisões e do comportamento espacial.

À medida que a cidade evolui, suas características se modificam a partir das relações estabelecidas ao longo do tempo entre as pessoas e da interação das pessoas com a cidade. Ao mesmo tempo, as ações dos indivíduos são influenciadas pelas características da forma urbana. Portugali *et al* (1997, p.266) estudam as diferenças que existem entre as intenções dos indivíduos e seu comportamento. Com base nos pressupostos da auto-organização e da sinérgica, o estudo explica que apesar dos desejos, crenças e intenções individuais o padrão espacial emergente atua como um parâmetro de ordem, condicionando as decisões individuais. Tal como afirmam Portugali e Haken (1992, p.115):

“Por um lado, os indivíduos são as partes da sociedade humana e determinam suas manifestações macroscópicas, tais como linguagem, religião, forma de governo, cultura, sistema educacional, etc. Por outro lado, o comportamento dos indivíduos é determinado por estas manifestações macroscópicas ou instituições que fazem o papel dos parâmetros de ordem.”

A teoria da auto-organização é interessante para o estudo proposto no sentido de que enfatiza a interação e a interdependência entre as ações que acontecem localmente e a estruturação urbana na escala global da cidade. Os padrões globais emergem das relações locais e, ao mesmo tempo, os comportamentos individuais são pautados pelos padrões e estruturas dominantes. Neste contexto, as relações entre as práticas podem ser consideradas comportamentos individuais influenciados pelas características do espaço urbano e que ao longo do tempo influenciam na transformação do ambiente.

As características das práticas e suas relações estão vinculadas ao contexto local. Gauthier e Gilliland (2006, p.45) afirmam que, assim como em outros campos e disciplinas científicas, na morfologia urbana a possibilidade conceitual de capturar algumas ocorrências culturais em termos sistêmicos tem demonstrado ser extremamente eficaz. Os autores apontam para o desenvolvimento de uma abordagem sistêmica incluindo aspectos mais subjetivos, vinculados à realidade urbana.

A investigação proposta vai ao encontro da necessidade de desenvolver estudos que possibilitem a análise sistemática da forma urbana, bem como de aspectos particulares que caracterizam diferentes situações e contextos na cidade. Nesse sentido, a vertente sistêmica da morfologia urbana que enfoca a configuração urbana da cidade é fundamental para entender a estruturação espacial urbana e embasar as análises espaciais propostas, conforme é apresentado a seguir.

2.2 Configuração e estruturação espacial urbana

Os Estudos Configuracionais Urbanos se constituem como uma ampla gama de abordagens morfológicas que trabalham de modo sistêmico no desenvolvimento de modelos e medidas de diferenciação espacial, contribuindo para entender a estruturação espacial urbana. As referências apresentadas neste momento buscam introduzir o contexto em que surgiram os estudos configuracionais e avançar no entendimento do modo como a estruturação espacial urbana é abordada, a partir de modelos configuracionais. O enfoque incide sobretudo nos estudos relacionados à configuração espacial que desenvolvem medidas de diferenciação espacial e buscam aprimorar a descrição das características que influenciam a estrutura espacial urbana.

Os modelos de interação espacial desenvolvidos na década de 60 são os primeiros a conceber o espaço na forma de unidades discretas, que contêm quantidades finitas de população, emprego, serviços, espaços de lazer, entre outros (Barra, 1979). Nestes modelos a análise é centrada sobre a localização das atividades e a magnitude dos fluxos, deixando de lado todas as considerações do mercado, anteriormente abordadas por modelos micro-econômicos.

Os primeiros modelos de interação espacial emergiram de uma analogia à lei da gravidade, sendo assim, a interação entre quaisquer duas massas de agregados era proporcional à suas magnitudes e inversamente proporcional à distância ou custo de

viagem que os separava. No entanto, segundo Barra (1979), esta analogia é muito imprecisa e não avança, sendo um ponto de partida para o desenvolvimento de um corpo substancial de teoria social. Mais tarde, novas ferramentas relacionadas à estatística, teoria da informação e estudo de probabilidades são introduzidas por Wilson (1970, 1974 apud Barra, 1979), fazendo os modelos de interação espacial avançarem nas explicações do fenômeno urbano e regional.

Muitas aplicações dos modelos de interação espacial foram feitas. O modelo de Lowry (1964) representa um marco no desenvolvimento da teoria urbana. A modelagem combina um sub-modelo residencial com um sub-modelo de serviços e empregos incorporando um efeito multiplicador (Barra, 1979). A partir deste modelo foram elaboradas contribuições expressivas para a modelagem urbana. Segundo Goldner (1970), isto se deve à promessa de avanços significativos na operacionalidade do modelo e à simplicidade de sua estrutura causal.

Adaptando procedimentos derivados dos modelos de interação espacial, a “teoria da atração” (Pushkarev e Zupan, 1975 apud Krafta, 1995) enfoca a modelagem de padrões de movimento de pedestres. Essa teoria pretende predizer o padrão de distribuição das viagens, partindo do princípio de que as atividades localizadas em unidades de espaço edificado têm o potencial de gerar ou atrair viagens (Bertulia, 1987), considerando o espaço como uma resistência a ser vencida. No entanto, Krafta (1995) ressalta que:

“essa abordagem atribui pequena importância às particularidades configuracionais do espaço urbano, já que: não inclui explicações possíveis para o processo de orientação e escolha dos percursos e não considera os efeitos da configuração na localização dessas atividades.”

Estes primeiros modelos enfocam a interação entre os agentes e a atratividade das atividades na cidade, mas as características configuracionais da forma urbana não são efetivamente incluídas nos modelos. Por outro lado, estudos de morfologia urbana com enfoque sistêmico concentram esforços para o desenvolvimento da análise e compreensão da influência da configuração urbana nos fluxos e relações observados na cidade.

Os primeiros estudos nesse sentido surgiram a partir da teoria da Sintaxe Espacial (Hillier e Hanson, 1984). Esta teoria utiliza como base analítica a representação das unidades de espaço urbano por linhas axiais, que são trechos de linhas

retas traçadas segundo a maior dimensão possível do espaço público. O mapa axial inclui o menor número e as linhas mais longas possíveis para representar todas as partes do tecido urbano (Peponis *et al*, 1997, p.342). A representação dos espaços abertos no mapa axial possibilita analisar propriedades configuracionais locais - medidas de conectividade e controle - ou globais, utilizando a medida de integração, também conhecida como assimetria relativa (Hillier e Hanson, 1984; Hillier *et al*, 1993, p.35).

Na abordagem sobre “movimento natural” (Hillier *et al*, 1993) a hierarquia dos espaços é construída a partir da medida de assimetria relativa, que identifica a média dos menores caminhos entre cada ponto e todos os demais do sistema, considerando a distância topológica e enfatizando a conectividade entre os espaços. Este estudo evidencia a forte associação entre a escolha dos percursos e a estrutura do sistema espacial urbano. Um padrão de movimento é gerado pela configuração e, assim, espaços localizados estrategicamente têm a preferência de uso sobre outros.

Segundo Peponis *et al* (1997, p.342), a Sintaxe Espacial nos ajuda a analisar os padrões de conexão, diferenciação e centralidade que caracterizam os sistemas urbanos e as relações das partes com o todo que eles geram. A investigação proposta pelo autor pretende mostrar a maior influência da configuração espacial na distribuição do movimento e na co-presença nos espaços urbanos, atribuindo menor importância aos impactos do uso do solo.

No entanto, é amplamente aceito em estudos urbanos que a localização das atividades sócio-econômicas acontece em função da rede viária existente e, por sua vez, a rede viária estrutura-se em função do padrão de distribuição das atividades (Bertuglia *et al*, 1987, p.51). Segundo Krafta (1995), a teoria do movimento natural sugere que as redes planares de espaços públicos determinam os movimentos de pedestres e, ainda, orientam a localização das edificações e das atividades, atribuindo um forte conteúdo determinístico ao desenho viário. Assim, esta teoria desconsidera as fortes evidências de interações contínuas entre os componentes do sistema urbano, que contribuem na estruturação urbana, conforme afirma Christofolletti (1998 apud Palma, 2011, p.30):

"O termo estrutura urbana se refere não só à configuração espacial de uma cidade mas à forma como seus componentes interagem em função da diversidade de atividades sócio-econômicas que ali se desenvolvem diariamente gerando padrões de funcionamento e às

complexas relações decorrentes destas atividades distribuídas no espaço urbano."

Com o objetivo de entender a interação entre aspectos configuracionais e de uso do solo, o modelo "potencial – centralidade", proposto por Krafta (1994), busca descrever a relação entre a configuração espacial e a distribuição das atividades no espaço urbano. Para isto desenvolve uma medida de centralidade, que considera a distribuição desigual das formas construídas. O modelo combina a concentração de formas construídas e a alcançabilidade dentro do sistema para medir a centralidade por meio da identificação dos caminhos mais curtos entre todos os pares de formas construídas.

Krafta (1994, p.70) define alcançabilidade como a propriedade pela qual cada porção elementar da forma urbana, estando localizada dentro de um sistema interconectado de espaços, é alcançável a partir de todas as outras porções. Esta propriedade possibilita identificar, classificar e medir todos os caminhos que ligam um par desordenado qualquer de porções de forma construída. As situações em que a alcançabilidade entre duas porções de forma construída envolve mais de um espaço público introduzem a noção de "*betweenness*", que pode ser traduzida como a propriedade de "estar entre". Nesse sentido, Freeman (1977 apud Krafta, 1994, p.70) observa que:

"A noção mais prematura da centralidade de um ponto estava baseada sobre a propriedade estrutural de *betweenness*. De acordo com esta visão, um ponto numa rede de comunicação é central à medida que ele está no caminho mais curto de conexão entre outros pares de pontos."

Considerando os caminhos de ligação entre vários pares de formas construídas, os espaços mais centrais são aqueles que fazem parte do maior número de caminhos mais curtos de conexão entre estes pares. Por isso, Krafta (1994, p.70) propõe que a centralidade seja considerada uma propriedade do espaço público, embora seja gerada através da relação entre as porções de forma construída. O padrão de conexões dos espaços públicos cria um sistema, independentemente da distribuição das formas construídas, em que alguns espaços controlam a alcançabilidade de outros, devido à função que os espaços exercem de conectar outros espaços. O conceito de centralidade proposto implica que a concentração de formas construídas seja representada através de

"carregamentos" nos espaços urbanos. Sendo assim, um espaço é central quando combina um elevado grau de concentração de formas construídas, alcançabilidade e controle sobre a alcançabilidade de outros espaços (Krafta, 1991, p.35).

A teoria "potencial – centralidade" enfatiza estas interações entre os elementos do sistema urbano. Segundo Krafta (1995), esta teoria considera a configuração espacial urbana – grelha dos espaços públicos e o recurso edificado – como um fator condicionante para a distribuição das atividades e também para o movimento de pedestres de forma imediata. Em um prazo mais longo, esses padrões de distribuição de atividades e de movimento geram demandas e criam valores, influenciando na transformação da configuração espacial urbana. O autor ressalta que o movimento de pedestres é tomado como evidência de um processo mais complexo de interação espacial e social, sendo que o espaço orienta e condiciona o exercício de sua apropriação, mas em momentos subsequentes é transformado pelas forças sociais geradas nesse uso.

O estudo de Kasemsook (2003) corrobora a ideia de que a estrutura espacial, o padrão de movimentação e a distribuição dos serviços estão inter-relacionados. De modo que a estrutura espacial influencia o movimento e conseqüentemente o padrão de uso do solo. Este, por sua vez, cria um efeito multiplicador no movimento, gerando um efeito de *feedback* na estrutura espacial. O autor afirma que existem diferentes estruturas espaciais para acomodar diferentes tipos de uso do solo, devido ao fato que cada tipo de uso do solo se beneficia em diferentes graus do movimento natural e dos efeitos do movimento da economia, isto é, do efeito multiplicador no movimento gerado por atratores.

Segundo Peponis *et al* (1997), uma descrição mais precisa da configuração do espaço em termos de locais, origens, destinos e redes de conexão pode melhorar os modelos atuais. Nesse sentido, a proposta de Krafta (1994) evolui para um modelo de convergência urbana (Krafta, 1998), que considera a especificação dos pontos de origem (ou demanda) e dos destinos (ou oferta). Este modelo desenvolve quatro medidas: polaridade, convergência, oportunidade e potencial.

A medida de polaridade é decorrente da centralidade, sendo o cálculo baseado na identificação dos caminhos mais curtos que conectam as origens aos destinos especificados, permitindo a leitura do fluxo direcionado, combinando a configuração da malha e os atratores. A medida de convergência tem o objetivo de identificar os pontos

de oferta mais centrais para os quais o sistema urbano converge, considerando sua posição em relação aos pontos de demanda e sua magnitude. Através da medida de oportunidade é possível classificar os pontos de demanda conforme a acessibilidade relativa às facilidades classificadas como pontos de oferta. E, a medida de potencial identifica os pontos de demanda que apresentam potencial para oferta, por terem privilégios espaciais em função de sua posição relativa.

O modelo de convergência urbana possibilita analisar a atratividade das atividades e as tensões geradas pelas relações entre demanda e oferta ou pontos de origem e destino, considerando as características configuracionais. Para aplicar as quatro medidas que compõem o modelo é necessário utilizar a representação matemática por grafo, que será elucidada a seguir. Esta representação possibilita definir a unidade discreta de espaço urbano a ser utilizada, de acordo com os objetivos do estudo. As unidades podem ser vias, trechos de via ou serem determinadas por outro critério, dependendo da investigação proposta.

No desenvolvimento dessas medidas, a distância mostra-se uma das propriedades fundamentais do sistema configuracional urbano. Nystuen (1968, p.38) afirma que a distância entre dois pontos é definida pelo menor caminho entre eles e isto pode gerar uma simples classificação, do mais perto ao mais longe, ou é possível considerar também a assimetria, quando a distância de [a] a [b] é diferente da distância de [b] a [a]. Além da centralidade e das medidas de convergência, a acessibilidade também se constitui como uma propriedade do sistema configuracional urbano que está diretamente relacionada à distância entre os elementos no espaço urbano.

Os estudos que desenvolvem modelos com base na acessibilidade não se limitam a considerar as relações entre os espaços no sistema configuracional, abordando outras características além da distância geográfica. Segundo Krafta (1991, p.35) a acessibilidade pode ser medida em termos de distância, tempo ou custo do percurso, sendo representada por um coeficiente de ligação que cada localização possui em relação às demais.

A abordagem de Ingram (1971) considera que a acessibilidade caracteriza, de certo modo, a capacidade de um lugar ser alcançado, o que implica uma medida de proximidade entre dois pontos. Ingram (1971, p.101-102) diferencia acessibilidade relativa de acessibilidade integral. A primeira é definida como o grau pelo qual dois lugares ou pontos na mesma superfície estão conectados, enquanto a acessibilidade

integral para um dado ponto é o grau de interconexão com todos os outros pontos da mesma superfície. Dependendo do objetivo de aplicação dessas medidas, há a necessidade de considerar o sentido de fluxo das vias, as barreiras físicas existentes e os acessos disponíveis no sistema a ser analisado. Ao considerar estas particularidades dos percursos, a acessibilidade possibilita uma descrição mais próxima da realidade.

Segundo Woudsma *et al* (2008, p.278), é amplamente aceito que a acessibilidade influencia o uso do solo urbano. No entanto, há pouca concordância em relação ao que constitui uma boa medida. A maioria das medidas de acessibilidade apresenta dois elementos: transporte e atividades (Burns, 1979; Koenig, 1980 *apud* Handy e Niemeier, 1997). Woudsma *et al* (2008, p.278) explicam que o elemento transporte representa os custos de transporte relativos à viagem, enquanto o elemento atividade captura a atratividade de uma localização como um destino de viagem.

O estudo desenvolvido por Woudsma *et al* (2008) enfoca a relação entre o sistema de transporte e a intensidade de desenvolvimento do uso do solo, testando um componente específico do problema ao invés de analisar diversas variáveis. O componente considerado se refere à acessibilidade medida em termos do custo do sistema de transporte, incluindo distância, tempo, acesso a estradas e congestionamento. O congestionamento do tráfego é definido como o tempo excedido de viagem ou atraso em relação ao tempo normalmente decorrido em condições de fluxo livre (Lomax *et al*, 1997 *apud* Woudsma *et al*, 2008, p.278).

As duas medidas de acessibilidade apresentadas no estudo consideram o acesso a um destino específico: o aeroporto da área metropolitana de Calgary (Canadá). A primeira medida é baseada no tempo de congestionamento da viagem, considerando a distância ao destino, enquanto a segunda considera apenas o congestionamento, excluindo da análise a influência da distância. Os resultados revelam que, no primeiro caso, a acessibilidade diminui em anéis concêntricos, quanto mais longe se está do aeroporto, evidenciando que a proximidade com um destino tem implicações expressivas na acessibilidade, indiferentemente do tráfego. Ao excluir a distância da análise, os anéis concêntricos desaparecem e a acessibilidade se torna espacialmente desigual, possibilitando examinar isoladamente a influência dos congestionamentos no desenvolvimento do uso do solo.

Woudsma *et al* (2008, p.290) observam que a primeira medida se assemelha ao modelo monocêntrico clássico - no qual a acessibilidade diminui proporcionalmente

com o aumento da distância a um destino - enquanto a segunda medida parece refutar esta noção. A partir da comparação entre estas duas medidas percebe-se que a definição do conceito de acessibilidade utilizado em cada caso modifica sua representação e, conseqüentemente, os resultados obtidos, possibilitando a compreensão de diferentes aspectos da estrutura urbana.

Com um enfoque que considera as relações econômicas entre firmas e consumidores, Arentze *et al* (1994a, 1994b) desenvolvem duas medidas de acessibilidade com base no comportamento de compra dos indivíduos, buscando representar as oportunidades espaciais de diferentes espaços. O modelo proposto analisa a estrutura espacial dos pontos de oferta e a realização de percursos com múltiplos objetivos e múltiplas paradas.

Os autores identificam três categorias principais de métodos para medir a acessibilidade: 1) baseado nos custos de deslocamento aos locais de oferta, considerado o indicador de acessibilidade no sentido mais estrito; 2) análise das oportunidades espaciais disponíveis aos consumidores, consistindo em um indicador de disponibilidade de facilidades e 3) baseado na combinação entre os custos de transporte e as facilidades disponíveis, formando uma rede de vantagens para os consumidores, que pode ser um indicador de bem-estar do consumidor.

As duas medidas propostas (Arentze *et al*, 1994a, 1994b) consideram, respectivamente, o comportamento de compra com múltiplos objetivos, enfocando a questão do custo de deslocamento; e a realização de percursos com múltipla paradas, buscando desenvolver um indicador das facilidades disponíveis. Ambas as medidas utilizam para a análise a atividade de compra de produtos, ou seja, a motivação da realização de percursos consiste na necessidade de adquirir bens de consumo.

Nos percursos com múltiplos objetivos de compra, a acessibilidade é definida como o custo de deslocamento para comprar determinado conjunto de bens de consumo. Este custo depende da distância percorrida e do número de viagens necessárias para comprar todos esses bens. A localização concentrada de diferentes pontos de oferta oferece a oportunidade de combinar a aquisição destes produtos em uma única viagem. Segundo Arentze *et al* (1994a), isto influencia o sistema de acessibilidade, reduzindo o número de viagens necessárias e aumentando a quantidade de oportunidades para satisfazer a demanda das pessoas.

Nos casos em que a localização dos pontos de oferta é dispersa, a medida de Arentze *et al* (1994a) considera a realização de percursos com múltiplas paradas, nos quais as pessoas se deslocam de um destino a outro destino e assim sucessivamente até satisfazer todas as necessidades de compra. Em relação aos percursos com único destino, os percursos com múltiplas paradas apresentam vantagens, pois o custo de viagem ao próximo destino é compensado pela redução no número de viagens necessárias.

Estudos empíricos mostram uma tendência dos consumidores realizarem percursos com múltiplas paradas mesmo com um único objetivo, por isso, é importante desenvolver uma medida que considere a estrutura espacial da oferta (Arentze *et al*, 1994b). Neste caso, a medida de acessibilidade proposta analisa a quantidade de facilidades para determinado ponto de demanda comprar um tipo de produto, buscando indicar o grau de oportunidade espacial em decorrência da posição relativa entre a localização da demanda e os pontos de oferta. Arentze *et al* (1994b) argumentam que a mesma quantidade de ofertas pode gerar maior oportunidade se as suas localizações possibilitam a realização de um único percurso com múltiplas paradas, incluindo o acesso a vários pontos de oferta.

Nesta medida cada oportunidade oferecida ao consumidor apresenta um grau de probabilidade para o percurso ter sucesso no seu objetivo. A combinação destas probabilidades com a relação de distância entre os pontos de oferta e o modo como estes pontos podem ser encadeados formando um percurso com múltiplas paradas resulta na maior ou menor chance de atingir o objetivo do percurso. A probabilidade de sucesso é uma função da variedade de ofertas disponíveis, considerando tanto a quantidade de ofertas em destinos individuais, como a distância entre os destinos. A medida busca identificar a melhor relação entre custo e benefício na satisfação das necessidades dos consumidores, demonstrando que, em alguns casos, um único ponto de oferta localizado a curta distância é menos vantajoso do que dois pontos de oferta a uma distância um pouco maior.

Os modelos de acessibilidade propostos por Arentze *et al* indicam que as características da configuração urbana, especialmente em relação às localizações de atratores, podem exercer grande influência na utilização do espaço pelas pessoas. Além disso, o estudo desenvolve medidas de acessibilidade tendo como base a concepção das

relações econômicas que se estabelecem no sistema urbano, sugerindo a interação entre diferentes aspectos que contribuem na estruturação do espaço urbano.

Abordagens recentes incluem características distintas na análise da estrutura espacial urbana. Krafta (2009) propõe um estudo sobre a ordem simbólica urbana e sua relação com a dinâmica socioespacial. A ordem simbólica consiste no modo pelo qual a cidade está estruturada a partir do ponto de vista de diferentes usuários do espaço urbano (Krafta, 2009, p.111). A proposta está em consonância com as análises de redes e propõe a utilização de uma medida de centralidade. Segundo Krafta (2009, p.107):

"Centralidade tem sido crescentemente usada em análise espacial como meio de revelar a estrutura interna de diferentes tipos de redes. (...) Centralidade é uma medida de hierarquia, a qual pode alternativamente estar focada na importância de certos nós no sistema, ou na distribuição de valores de centralidade."

O método de análise considera os atributos associados a diferentes perfis de usuários, sendo incluídos como carregamentos na medida. Os atributos podem ser "conteúdos urbanos comuns, como atividades, usos do solo, localização de serviços, equipamentos, marcos visuais, etc." (Krafta, 2009, p.111). Cada elemento no espaço urbano apresenta vários conteúdos urbanos pertencentes a diferentes categorias, portanto podem expressar diversas informações, que se tornam relevantes para cada indivíduo dependendo da situação. O estudo mostra as possibilidades de representar hierarquias espaciais distintas, a partir de um mesmo sistema, dependendo da localização dos usuários e dos atributos incluídos na análise.

A abordagem de Krafta (2009) contribui para entender a estrutura espacial urbana como parte da dinâmica da cidade, admitindo que esta estrutura depende dos inúmeros atributos dos espaços, do modo como estes se relacionam no sistema configuracional e, ainda, da apreensão destes atributos pelos usuários. Segundo Krafta (2009, p.122), "considerando as definições de atributos funcionais, econômicos e culturais da cidade, o método capacita a investigação nos campos da geografia cultural, física e econômica."

A contribuição para diferentes áreas da geografia está pautada no entendimento da estrutura espacial urbana como uma hierarquia, capturada a partir do sistema espacial urbano, sendo influenciada por aspectos sociais, culturais, econômicos, entre outros.

Esta hierarquia pode se modificar tanto em função de transformações que acontecem de forma muito lenta, como na estrutura viária, quanto em função de mudanças rápidas ou efêmeras, vinculadas à aspectos contextuais ou referentes à interpretação dos usuários.

Nas abordagens configuracionais fica evidente o desenvolvimento de métodos para a melhor descrição das características da cidade em termos de diferenciação espacial. A utilização de medidas requer a representação do espaço urbano, de modo que o *continuum* espacial seja dividido em unidades discretas. Os critérios para a divisão deste espaço em unidades discretas e sua representação são essenciais para o bom desempenho das medidas utilizadas. A maioria dos estudos utiliza a representação com base na teoria dos grafos, no entanto, existem diferenças entre as unidades espaciais adotadas em cada abordagem de acordo com os objetivos a que se propõem. As medidas mais utilizadas são a centralidade e a acessibilidade, mas estas também aparecem formuladas diferentemente, como evidenciado anteriormente, dependendo do conceito associado a cada medida.

Recentemente, uma parcela dos estudos urbanos está atenta para o desenvolvimento da teoria das redes. Estes estudos buscam ancorar seus objetivos e métodos sob o enfoque das redes. Isto se mostra conveniente por dois motivos: pelas semelhanças com os estudos de configuração urbana e por ampliar o instrumental de análise partindo da simplicidade das propriedades estruturais das redes. Abordagens sobre redes apresentam embasamento em conceitos já consolidados nas áreas da física e da matemática, conforme exposto a seguir.

2.3 Grafos e redes

Abordagens baseadas no estudo de redes têm sido adotadas em muitos estudos urbanos sobre a formação de caminhos, redes de infraestrutura e redes de transporte urbano. Algumas medidas utilizadas no estudo das redes são semelhantes às medidas de diferenciação espacial desenvolvidas em abordagens de configuração urbana. Os estudos de ambos os campos de conhecimento utilizam a representação por grafo. Para entender estas abordagens é necessário esclarecer alguns conceitos provenientes da teoria dos grafos.

Os grafos são formados por um conjunto de pontos e um conjunto de linhas, em que os pontos, também chamados de nós ou vértices, identificam os elementos do

sistema e as linhas, conhecidas ainda como ligações ou arestas, identificam as relações entre estes elementos (Harary, 1969, p.9; Barrat *et al.*, 2008, p.2). Uma característica fundamental dos grafos consiste no grau de seus vértices, definido pelo número de arestas que incidem em cada vértice (Harary, 1969, p.14; Barrat *et al.*, 2008, p.9). O vértice é denominado isolado quando apresenta grau nulo (com valor igual a 0) e é um vértice de extremidade quando o grau é igual a 1. Muitas análises de redes são realizadas com base no grau, ou na distribuição do grau, dos vértices.

Em relação ao sentido de conexão entre seus elementos, os grafos podem ser direcionados ou não-direcionados. Nos grafos direcionados as arestas entre dois elementos são orientadas de um elemento para outro; nos grafos não-direcionados as arestas conectam os elementos em ambas as direções (Barrat *et al.*, 2008, p.3). A diferença reside na simetria das linhas de conexão: nos grafos direcionados, as linhas que conectam pares de pontos não são necessariamente simétricas como acontece nos grafos não-direcionados (Harary, 1969, p.10).

Uma importante propriedade dos grafos é sua conexidade, ou seja, existem ligações entre seus elementos que representam as relações entre eles. A partir das características de conexidade dos grafos é possível identificar diferentes propriedades e extrair diversos conceitos que auxiliam na análise das redes. Segundo Barrat *et al.* (2008, p.5), uma questão central na estrutura dos grafos é a alcançabilidade dos vértices, isto é, a possibilidade de ir de um vértice a outro seguindo as conexões dadas pelas arestas na rede. Numa rede conectada qualquer vértice é alcançável a partir de qualquer outro.

O grafo é considerado conectado se todos os pares de pontos estão unidos por um caminho (Harary, 1969, p.13; Barrat *et al.*, 2008, p.5). Para entender a questão da conexidade é importante esclarecer os conceitos de percurso e caminho. Harary (1969, p.13) define percurso como uma sequência alternada de pontos e linhas, iniciando e terminando com pontos. O percurso pode ser fechado se o ponto inicial é igual ao ponto final; ou aberto se estes pontos são distintos. Denomina-se trilha o percurso em que todas as linhas são distintas e denomina-se caminho quando todos os pontos também são distintos. O caminho é considerado um ciclo se começa e termina no mesmo ponto, sendo composto por no mínimo três linhas.

O comprimento de um caminho é dado pelo número de linhas que conectam os seus elementos (Harary, 1969, p.13). A medida de distância entre dois pontos do grafo, conhecida também como distância geodésica ou caminho mínimo, consiste no número

de linhas do menor caminho entre eles (Barrat *et al.*, 2008, p.7). O mais longo de todos os menores caminhos encontrados no grafo define o diâmetro do grafo (Harary, 1969, p.14; Barrat *et al.*, 2008, p.8). Denomina-se cintura o comprimento do menor ciclo e circunferência, o comprimento do maior ciclo presente no grafo (Harary, 1969, p.13).

O tamanho do grafo é definido pelo número total de arestas (E) e a ordem do grafo é definida pelo número total de vértices (N) no grafo. Em muitos contextos biológicos e físicos, a ordem do grafo define o tamanho físico da rede, já que define o número de elementos distintos que compõem o sistema (Barrat *et al.*, 2008, p.2). O tamanho linear da rede pode ser determinado pela média de comprimento dos menores caminhos, definida como o valor médio do comprimento do menor caminho entre todos os pares possíveis de vértices na rede (Barrat *et al.*, 2008, p.8).

Existem algumas configurações de grafos que apresentam características específicas na sua estrutura. O grafo completo apresenta o número máximo de arestas, configurando uma situação em que todas as possibilidades de pares de vértices estão conectados por arestas (Harary, 1969, p.16; Barrat *et al.*, 2008, p.2). A estrutura denominada árvore caracteriza-se por um grafo conectado que não apresenta ciclos (Harary, 1969, p.32). E se existe um nó, ou raiz, do qual toda a estrutura se origina, então é conhecido como árvore enraizada (Barrat *et al.*, 2008, p.2).

É importante entender ainda como identificar as subestruturas nos grafos. Um subgrafo de um grafo (G) é aquele em que todos os pontos e linhas estão contidos em (G). E um subgrafo conectado denomina-se componente do grafo. Um subgrafo parcial contém todos os pontos de (G), enquanto, um subgrafo induzido é formado por um conjunto de pontos contidos em (G) mantendo todas as ligações existentes entre esses pontos (Harary, 1969, p.11). O máximo subgrafo completo é denominado grupo restrito do grafo (Harary, 1969, p.20).

A estrutura do grafo pode apresentar pontos de corte e pontes. Um ponto de corte é aquele cuja remoção desconecta o grafo, conseqüentemente, aumentando o número de componentes do grafo. Uma linha que apresenta tal propriedade denomina-se ponte. Um grafo conectado, não-trivial e que não apresenta pontos de corte pode ser considerado não-separável. O subgrafo máximo não-separável é denominado bloco (Harary, 1969, p.26).

Segundo Barrat *et al* (2008, p.5), a modularidade em uma rede é determinada pela existência de subgrafos específicos, chamados módulos ou comunidades. As comunidades são identificadas por subgrafos onde os nós são altamente interconectados entre si e fracamente conectados com nós fora do sub-grafo. O autor afirma que um caminho matemático possível para considerar esses grupos locais coesos consiste em examinar o número de grupos restritos bipartidos presentes no grafo. Um grupo restrito bipartido “Kn,m” identifica um grupo de “n” nós, todos os quais com uma aresta direcionada para o mesmo nó “m”. Um grafo bipartido é aquele que pode ser dividido em dois subconjuntos de nós V1 e V2, tal que cada linha do grafo une V1 com V2 (Harary, 1969, p.17).

Os vértices ainda podem ser caracterizados pela estrutura de sua rede de vizinhança local utilizando-se o conceito de agrupamento¹, que se refere à tendência observada em muitas redes naturais de formar grupos restritos na vizinhança de qualquer vértice dado (Barrat *et al.*, 2008, p.10). Isto implica na propriedade que, se um vértice “i” está conectado a um vértice “j”, e “j” está conectado a “l”, existe uma alta probabilidade de “i” também estar conectado a “l”.

O agrupamento de um vértice “i” é definido como a razão do número de ligações entre os vizinhos de “i” e o número máximo de tais ligações. A caracterização de estruturas locais está também relacionada à identificação de comunidades. Segundo Barrat *et al* (2008), as comunidades são identificadas por sub-grafos onde os nós são altamente interconectados entre si e fracamente conectados com nós fora do sub-grafo.

O agrupamento de um grafo não-direcionado pode ser medido pelo coeficiente de agrupamento, que mede a coesividade de um grupo local (Watts e Strogatz, 1998). Nos grafos não-direcionados o grau do ponto pode caracterizar a sua importância na rede em termos de centralidade, quantificando o quão bem um elemento está conectado a outros no grafo.

Barrat *et al* (2008, p.9) argumentam que existem várias medidas para identificar a centralidade de um ponto, dentre as quais a centralidade com base no grau do ponto, a centralidade por proximidade e a centralidade por perpasso² são as mais usuais. A centralidade por perpasso é normalmente aplicada às linhas. Os autores definem

¹ Tradução livre de: *clustering*, também chamado "*transitivity*" na sociologia.

² Tradução livre de: *betweenness centrality*.

centralidade por proximidade como a média das distâncias de um ponto a todos os outros. Esta medida atribui grande centralidade para nós que apresentam pequenas distâncias nos menores caminhos a outros nós.

Segundo Barrat *et al* (2008, p.9), a medida de centralidade por perpasso foi introduzida por Freeman (1977) e Newman (2001) como sendo o número de menores caminhos entre pares de vértices que passam através de um dado vértice. Os vértices com maior valor de centralidade por perpasso podem ser cruciais por conectarem diferentes regiões da rede e atuarem como pontes, fazendo parte de um maior número de menores caminhos na rede. “As pontes são elementos importantes para diminuir a média de comprimento dos caminhos entre os nós, para acelerar a difusão de informações e para aumentar o tamanho de parte da rede em uma dada distância de um nó.” (Barrat *et al.*, 2008, p.9). Entretanto, o autor ressalta que redes com muitas pontes são mais frágeis e menos agrupadas. A medida de centralidade por perpasso também é aplicada para identificar as arestas com maior centralidade, ou seja, aquelas que fazem parte de maior quantidade de menores caminhos.

Os conceitos apresentados visam esclarecer alguns pontos que podem servir de base para abordagens nos sistemas urbanos. Convém ressaltar que para lidar com redes de grande escala é necessária a introdução de medidas de estatística que consideram o comportamento global. É importante notar que o estudo de redes normalmente está baseado nas suas propriedades básicas e na relação entre seus elementos. O conhecimento dos principais conceitos sobre a estrutura das redes e sobre as medidas utilizadas permite avançar nos estudos de redes urbanas e na elaboração de propostas para a análise do sistema urbano.

2.3.1 Redes dos Sistemas Urbanos

Em termos gerais uma rede é qualquer sistema que admite uma representação matemática abstrata como um grafo (Barrat *et al*, 2008, p.1). Segundo Barrett *et al* (2004), sistemas de transporte urbano, mercados e redes de energia elétrica nacionais, internet, comunicação *ad hoc*, sistemas de computação e saúde pública são todos sistemas grandes e complexos que compartilham uma característica importante: estão em rede, isto é, seus agentes ou componentes individuais interagem somente com outros grupos específicos de componentes. As ligações nestas redes podem ser reais ou simplesmente uma convenção, dependendo do sistema representado.

Em tais sistemas, chamados sócio-técnicos, uma ou mais redes sociais interagem com uma ou mais redes físicas subjacentes. Em um mercado de energia elétrica desregulado, por exemplo, a rede social que representa os contratos bilaterais entre compradores e vendedores interage com a rede de energia elétrica física subjacente. As simulações computacionais em multiescala permitem a interação dos agentes individuais entre si e também com o ambiente e a rede de infraestrutura (Barrett *et al*, 2004).

Diferentemente dos sistemas físicos, os sistemas sócio-técnicos são afetados não apenas por leis físicas, mas também pelo comportamento humano, agências reguladoras, governo e iniciativa privada. A simulação de tais sistemas representa um desafio para os investigadores. Barrett *et al* (2004) citam os sistemas de transporte urbano como um exemplo para caracterizar os tipos e níveis de interações nos sistemas sócio-técnicos: regras de tráfego em áreas distantes de uma cidade podem influenciar os congestionamentos no centro da cidade e estratégias aparentemente razoáveis, como adicionar uma nova via em algum lugar, podem piorar os congestionamentos.

A análise da estrutura estática das redes sócio-técnicas mostra similaridades e diferenças pelo modo como se formam e pelas funções que desempenham. Barrett *et al* (2004) analisam as redes em termos da média do grau, da média do coeficiente de agrupamento, do diâmetro e da robustez. Um grafo é considerado robusto se mesmo com a exclusão de algumas arestas ou nós a rede não se divide em pequenos componentes. As redes sociais estão entre as mais robustas e as redes de transportes e de energia elétrica, entre as menos robustas. Redes sociais são caracterizadas por altos níveis de agrupamento local, enquanto, muitas redes físicas, tais como redes de energia e transporte, tem baixos coeficientes de agrupamento.

A abordagem de Porta e Latora (2007) é um exemplo do estudo de redes especificamente do sistema urbano. Os autores utilizam um conjunto de cinco medidas de centralidade para analisar a hierarquia de vias urbanas. As três primeiras medidas adotadas são amplamente abordadas na literatura sobre redes, segundo os autores foram desenvolvidas por sociólogos estruturalistas: centralidade do grau – se refere à quantidade de arestas de cada nó; centralidade por proximidade – mede o quanto cada nó está próximo de todos os outros na rede e centralidade por peripasse – considera a quantidade de menores caminhos que atravessam um dado nó. As outras duas medidas, elaboradas por Porta e Latora (2007), são a centralidade de informação, que mede a

importância de um nó pela diminuição da eficiência do sistema no caso da remoção deste nó e, por último, centralidade por linearidade³ – mede a divergência entre os menores caminhos existentes entre todos os pares de nós e os caminhos virtuais que conectam todos os pares de nós de forma direta em linha reta.

Estas cinco medidas foram aplicadas em cidades reais, representadas por um grafo em que as intersecções entre as vias urbanas são os nós e as vias são as arestas entre os nós. Segundo Porta e Latora (2007), apesar da fragmentação do grafo, devido à forma de representação escolhida, o resultado das medidas mostra rotas legíveis e áreas consistentemente ordenadas em uma distribuição espacial hierárquica. Entretanto, os resultados variam de medida para medida. Lugares urbanos que são centrais pela medida de centralidade por proximidade podem não ser centrais em termos de perpasso.

Os autores afirmam que há aparentemente muitos modos para um lugar ser central em uma cidade. E acrescentam: a geografia de centralidade que emerge para determinada medida calculada na escala global diverge muito daquela para a mesma medida calculada em escalas locais. Isso significa que um lugar pode ocupar diferentes posições na escala de hierarquia não só de acordo com tipos diferentes de centralidade, mas também em diferentes escalas espaciais. Porta e Latora (2007, p.4) exemplificam com a seguinte situação: "se você está fazendo compras para suas necessidades diárias você usa certa cidade, se você precisa de serviços raros (como assistir a um curso universitário ou a uma performance de dança) você usa uma cidade diferente".

O estudo de Porta e Latora (2007) mostra-se interessante porque possibilita várias leituras de uma mesma cidade. A análise das redes de espaços urbanos pode adquirir diferentes significados de acordo com o enfoque proposto. A exploração de uma ou outra característica da estrutura da rede modifica significativamente os resultados obtidos. As medidas utilizadas no estudo de redes permitem uma análise comparativa e quantitativa de seus elementos, no entanto, é necessário ter clareza sobre os conceitos aos quais estão associadas e sobre o que se pretende representar.

2.4 As relações espaciais remotas

Para explicar e representar as relações espaciais remotas que se estabelecem entre as práticas, o trabalho busca suporte em diferentes abordagens. O foco reside em

³ Tradução livre de: *straightness centrality*.

estudos que procuram entender a interação entre aspectos da morfologia urbana e as relações entre os agentes no espaço urbano.

Nesse sentido, a noção de sistema sócio-técnico apresentada por Barret *et al* (2004) se refere a um tipo de sistema influenciado por leis físicas e também pelo comportamento humano. Esta abordagem corrobora a proposta de desenvolvimento da representação sistêmica da estrutura espacial urbana, incluindo tanto a rede da configuração urbana, como as redes das práticas no espaço urbano, cujas relações remotas que a caracterizam são originadas pela interação dos usuários no espaço urbano.

Assim como os sistemas sócio-técnicos, Hillier e Hanson (1984, p.40-41) assumem que um sistema espacial pode apresentar além das relações espaciais, elementos e relações transpaciais, definidos como aqueles cujos pontos de referência não estão apenas no sistema em questão, mas também fora dele, em outros sistemas que podem ser comparados através do espaço. Os autores complementam explicando que uma relação transpacial é aquela que acontece em um sistema discreto local da mesma forma que acontece em outros, formando uma relação conceitual entre sistemas locais.

Estudos com diferentes enfoques se interessam pelas relações entre redes espaciais e transpaciais. Estas relações foram abordadas por Kostakos (2009) em um estudo sobre redes sociais, com o objetivo de entender as similaridades e diferenças nas relações estabelecidas entre usuários através da tecnologia *Bluetooth* e do site da rede social *Facebook*. As primeiras, caracterizam relações espaciais, pois para acionar o *Bluetooth* é necessário que os usuários estejam próximos. Nas relações por meio do Facebook não há limite de distância entre os usuários, por isso são consideradas relações transpaciais.

Neste estudo, o método proposto para analisar as relações entre as duas redes está baseado na representação integrada de ambas as redes em um grafo, possibilitando a análise das alterações nas propriedades da rede. Embora o foco desta abordagem não seja o espaço urbano, a proposta contribui no aspecto metodológico, constituindo-se como um exemplo para pensar na possibilidade de representação integrada das características de diferentes sistemas em uma única rede.

No âmbito do espaço arquitetônico, as relações espaciais e transpaciais são abordadas por Sailer e Penn (2009), em um estudo das relações entre as pessoas no

ambiente de trabalho, utilizando ferramentas provenientes da sintaxe espacial. Os autores argumentam que os indivíduos estão relacionados entre si pela proximidade espacial (espacialidade) ou pela proximidade conceitual (transpacialidade). Isto não significa, segundo eles, que as relações fundamentadas com base na afinidade transpacial sejam não-espaciais.

Do mesmo modo, considera-se que as relações remotas entre as práticas não são totalmente independentes da configuração espacial. Os indivíduos interagem nas suas práticas cotidianas, pautando-se nos mais diversos critérios, incluindo as características do sistema espacial urbano. Estes critérios regulam as decisões, as escolhas de cada um, que se refletem nos deslocamentos, encontros e desencontros no espaço urbano. Por exemplo, um indivíduo trabalha em determinado local e precisa escolher em qual escola matricula seu filho. Esta decisão envolve, entre outros critérios, a análise da qualidade e da proposta pedagógica da escola, a afinidade da criança com seus colegas e a proximidade da escola em relação ao seu local de trabalho ou a sua residência.

Assim como esta situação ilustrada, várias outras envolvem relações entre as pessoas, mediadas pelo espaço urbano, perpassando tanto por decisões mais duradouras ou definitivas, como por escolhas triviais e cotidianas. As relações estabelecidas nas redes que não dependem diretamente de conexões espaciais podem ser baseadas em conceitos corroborados por estudos de diferentes áreas do conhecimento, como psicologia, sociologia, economia, entre outras. Destacam-se dois tipos de relações identificadas nas diversas áreas: por semelhança e por complementaridade ou interdependência.

A relação por semelhança pode ocorrer no âmbito social, por exemplo, nas situações em que as pessoas tendem a formar grupos com seus semelhantes. Isto pode ser observado no espaço urbano, muitas vezes em função da escolha do tipo e da localização das residências individuais. Estudos sobre o processo de segregação espacial também investigam a influência das similaridades sociais no estilo de vida, nos padrões de renda ou nos cargos ocupados na divisão social do trabalho (Netto e Krafta, 2001, p.34.4). Outro exemplo de relação por semelhança, remete às abordagens cognitivas, nas quais estudos indicam que os indivíduos tendem a agrupar as informações em categorias (Vygotsky, 1984, p.44), sugerindo uma associação entre elementos identificados por uma idéia, conceito, sentido ou significado em comum.

A relação de complementaridade pode ser observada na formação de pólos de desenvolvimento (Lahorgue, 2004), nos quais é fundamental a interação entre empresas e/ou indústrias com centros de pesquisa e/ou universidades. Outras relações que evidenciam a interdependência ocorrem entre oferta e demanda, ou seja, provedores de produtos ou serviços e consumidores. Ainda pode se enquadrar nesse tipo de relação, as que acontecem entre a localização de equipamentos - escolas, postos de saúde etc. - e as residências de seus usuários, que podem ser identificados por dados socioeconômicos, como faixa etária ou renda familiar.

Para entender estas relações por semelhança ou por complementaridade que podem ser mediadas pelo espaço urbano, a presente investigação se interessa pelo conhecimento no âmbito das relações socioeconômicas. Nesse sentido, os estudos que abordam a questão das economias de aglomeração mostram-se importantes para identificar diferentes aspectos que influenciam nas relações entre as práticas na cidade.

A abordagem de Fujita e Thisse (2009) traz uma importante contribuição para entender as desigualdades espaciais, a partir da influência de forças centrípetas e centrífugas, que caracterizam respectivamente a aglomeração e a dispersão das atividades econômicas no espaço urbano. Os autores consideram o efeito da aglomeração econômica como principal aspecto da economia espacial.

Existem vários tipos de aglomeração que se diferenciam pela escala espacial de referência, no entanto, Fujita e Thisse (2009, p.1) afirmam que independentemente da escala de análise, o surgimento de uma aglomeração econômica está associado à emergência de desigualdades entre os locais, regiões ou nações. Nesse sentido, observa-se que a maioria dos conceitos e modelos nesta área são desenvolvidos para a escala regional, contudo, podem ser adaptados e contribuir para entender a dinâmica intra-urbana.

Nakamura (2008, p.2-3) diferencia dois tipos de economias de aglomeração: economias de localização e economias de urbanização. As primeiras se referem aos benefícios proporcionados pela concentração de indústrias de um mesmo setor em determinada área. O segundo tipo está relacionado à concentração geográfica de vários tipos de atividades em uma área particular, beneficiando as externalidades das empresas. Segundo o autor, as economias de urbanização são assim denominadas porque à medida que a cidade se expande, mais atividades se aloca nela.

As economias de localização se referem ao conceito de "distrito industrial" introduzido por Alfred Marshal em 1900, que caracteriza as aglomerações de empresas e indústrias de um mesmo tipo (Benko, 2002, p.57). Estas aglomerações mostram-se vantajosas, pois a proximidade de localização facilita a troca de informações de mercado e o acesso à mão-de-obra, dentre uma série de elementos e oportunidades potenciais, que são disponibilizados nas regiões onde se dá a aglomeração.

Enquanto as economias de localização estão associadas ao processo de produção, as economias de urbanização se referem à oferta de mercadorias e serviços, caracterizando atividades atuando numa lógica de cooperação. Segundo Benko (2002, p.52), a aglomeração pode apresentar efeitos positivos para os concorrentes de duas maneiras: internamente ao ramo - o comerciante de doces está mais perto do fabricante de doces - ou efeitos de proximidade externa ao ramo - a pessoa vai comprar filtro solar e volta com um doce na mão.

As diferentes atividades de oferta alocadas no espaço urbano desenvolvem uma força de atração entre si pelas vantagens obtidas na proximidade das suas localizações. Isto ocorre a medida que os produtos e serviços oferecidos são diferentes e podem ser complementares, caracterizando uma preferência forte dos consumidores pela variedade (Fujita e Thisse, 2009, p.8). A importância da complementaridade entre as ofertas é evidenciada nas abordagens de Arentze *et al* (1994a, 1994b), que propõem medidas de acessibilidade considerando o comportamento de compra com múltiplos objetivos, conforme exposto anteriormente nesta tese (seção 2.2).

Embora as relações econômicas pautadas nas forças de aglomeração sejam mais evidentes quando se observa os padrões de localização das atividades, existem também forças de dispersão influenciando estes padrões. Segundo Fujita e Thisse (2009, p.7), a distribuição espacial das atividades econômicas é resultado do balanceamento entre as diferentes forças de atração e repulsão, que influenciam tanto os consumidores quanto as firmas. Os autores identificam algumas situações que caracterizam a atuação destas forças, sintetizadas na tabela 1.

Fujita e Thisse (2009, p.8) explicam que a concorrência de preços é considerada uma forte força de dispersão, no entanto, pode ser amenizada pela diferenciação dos produtos. Ao mesmo tempo que as empresas buscam se diferenciar, também pretendem se localizar próximas aos consumidores. Então, os autores afirmam que quando os consumidores estão espacialmente dispersos, a melhor estratégia para as empresas é se

aglomerar no centro do mercado, minimizando a sua diferenciação geográfica. Já os custos de transporte, se forem baixos, podem atuar como forças de aglomeração, mas o alto custo do transporte se constitui como uma força de dispersão.

Considerando uma escala regional, Fujita e Thisse (2009, p.10-11) citam a questão da mobilidade dos trabalhadores. Regiões com falta de mão-de-obra ou com trabalhadores inexperientes não são atrativas para as empresas, por outro lado, as empresas podem atrair trabalhadores para uma região, quando há uma diferença positiva dos salários reais em relação ao custo de vida. Os autores argumentam que o deslocamento dos trabalhadores para uma nova região, influenciam tanto a sua produção, quanto a sua capacidade de consumo, afetando o tamanho dos mercados de trabalho e de produtos em ambas as regiões de origem e destino.

Tabela 1 - forças de aglomeração e dispersão. Fonte: Fujita e Thisse (2009), classificação da autora.

FORÇAS DE AGLOMERAÇÃO	FRACAS	diferenciação do produto
	FORTES	consumidores espacialmente dispersos baixo custo de transporte mobilidade dos trabalhadores
FORÇAS DE DISPERSÃO	FRACAS	local com mão-de-obra escassa e inexperiente
	FORTES	concorrência de preços elevado custo de transporte

É interessante entender que existem diferentes forças de aglomeração e de dispersão, decorrentes da relação entre os diversos agentes na cidade. Mesmo que o enfoque não seja especificamente a questão econômica, a compreensão desta dinâmica é a base para propor a representação das relações entre as práticas no espaço urbano. Segundo Roth *et al* (2010, p.1), uma das características mais importantes da cidade é a aglomeração de atividades em muitos centros. Desse modo, as relações entre as práticas podem ser capturadas, em um primeiro momento, pela identificação dos centros locais em que as atividades se aglomeram.

Estes centros também geram tensões entre si, decorrentes de forças de aglomeração e de dispersão. Estas tensões podem ser consideradas relações espaciais remotas, representadas pelas conexões remotas entre os centros, visando simular concomitantemente o seu fortalecimento local e as forças de dispersão geradas pela concorrência entre os centros. As conexões remotas sobrepostas ao sistema configuracional urbano exercem a função de encurtar as distâncias entre as unidades espaciais gerando um efeito de "*small world*"⁴ que direciona o fluxo das tensões.

Small world é um dos conceitos-chave no pensamento contemporâneo sobre redes complexas (Albert e Barabási, 2002), tendo como uma importante referência o modelo desenvolvido por Watts e Strogatz (1998). Gorman e Kulkarni (2004, p.19) afirmam que a idéia fundamental das redes *small world* consiste na noção de que há um aumento de eficiência nas redes por apresentarem um grande número de ligações locais e poucas ligações globais conectando os agrupamentos locais.

O conceito de *small world* é bastante pertinente para o presente estudo. A estruturação do espaço urbano é entendida a partir de um sistema em rede, no qual as aglomerações de atividades caracterizam agrupamentos que apresentam diversas ligações locais, ao mesmo tempo, considera-se a presença de relações remotas entre estas aglomerações ou centros locais, caracterizando as ligações globais da rede.

Watts (2004, p.145) discute a questão da utilidade ou eficiência das redes *small world*, com base no estudo de Kleinberg, introduzindo a idéia de que meros atalhos não são suficientes para o fenômeno *small world* ser de utilidade real, sendo necessárias conexões significativas entre os elementos das redes. Nesse sentido, a presente investigação entende que as relações espaciais remotas entre as práticas são fundamentais para melhor compreender e representar a estruturação urbana, considerando que as conexões remotas entre centros locais constituem-se como conexões globais significativas no sistema espacial urbano.

A identificação e o estudo dos múltiplos centros que se formam nas cidades, bem como, os fluxos e relações entre eles, são assuntos discutidos por diferentes abordagens urbanas. Roth *et al* (2010, p.5) afirmam que em cidades do mundo, como

⁴ O conceito de *small world* está relacionado à idéia de que o mundo, visto como uma enorme rede de conhecimentos sociais, é de certo modo "pequeno", no sentido de que qualquer pessoa no mundo pode ser alcançada através de uma rede de amigos em apenas alguns passos. Este conceito surgiu a partir do experimento do psicólogo social Stanley Milgram em 1967 (Watts, 2004, p. 37-42).

Londres, é possível identificar múltiplos centros e depois descrever o tráfego fluindo para estes centros, apresentando uma decomposição hierárquica simples de vários fluxos em várias escalas. Não apenas as grandes cidades, mas como Hillier (1999, p.06.3) afirma, a maioria das cidades de qualquer porte apresentam uma hierarquia de centros e subcentros que permeiam a estrutura urbana.

Segundo Hillier (1999, p.06.14), os centros urbanos agregam um conjunto de facilidades interdependentes, de modo que ao acessar uma facilidade é possível acessar outras no mesmo centro. O autor considera ainda, que as cidades podem apresentar a característica de interacessibilidade entre os diferentes centros, possibilitando a partir de qualquer deles encontrar um caminho rápido e fácil para outros centros.

Assim, a hierarquia de centros locais pode emergir da interação entre estes diferentes centros, considerando as relações espaciais adjacentes e remotas entre as práticas no espaço urbano, definindo uma série de subcentros em diferentes níveis. Com base nestas diferentes abordagens, que descrevem aspectos das relações espaciais remotas, é possível delinear o modelo para melhor compreender a interação das características configuracionais e das práticas na estruturação do espaço urbano, conforme apresenta-se a seguir.

3 MODELO PARA A REPRESENTAÇÃO E ANÁLISE DA ESTRUTURA ESPACIAL URBANA

Neste capítulo é apresentada a proposta para a representação e a análise da estrutura espacial urbana, segundo os aspectos da configuração urbana e das práticas no espaço urbano. Primeiramente, o modelo conceitual é delineado, estipulando os pressupostos para a definição dos procedimentos analíticos que serão adotados. Em seguida, apresenta-se o modelo analítico, explicando o método para a representação das diferentes características morfológicas abordadas e a definição das ferramentas de análise utilizadas.

3.1 Delineamento do modelo conceitual

Entende-se a cidade como um sistema em rede no qual é possível identificar diferentes sub-redes, que correspondem cada uma a um sistema específico de elementos e relações. Estes sistemas podem ser estudados separadamente ou em conjunto. Neste trabalho interessam dois tipos de redes, que se referem à configuração urbana da cidade e às práticas. A rede das práticas pode ser desdobrada em várias redes, relacionadas a diferentes atividades, identificadas a partir da classificação do uso do solo urbano.

Um sistema em rede pressupõe um conjunto de elementos e de relações entre estes elementos. Tendo em vista o objetivo de representar a estrutura espacial urbana, que emerge a partir da interação entre a configuração urbana da cidade e as redes de práticas inter-relacionadas, pretende-se, além de representar cada uma destas redes - configuracional e das práticas - explorar a interação entre elas.

A rede configuracional expressa a ordenação dos espaços abertos públicos que descrevem o sistema viário, incluindo também as praças e os parques da cidade. Esta rede representa os lugares por onde as pessoas circulam na cidade, se deslocando de um espaço a outro para desempenhar suas atividades. Estas atividades, por sua vez, exercem atratividade dentro do sistema urbano e podem modificar a escolha dos percursos dependendo do modo como estão relacionadas entre si e com o sistema configuracional. Doravante, para elucidar a proposta de modelagem, convém empregar o termo "atividade" para se referir especificamente à parcela da prática entendida como a ação que acontece em um lugar determinado.

A representação de cada uma destas redes requer a definição dos elementos componentes e das relações estabelecidas entre eles. Considera-se que em cada rede as conexões entre seus elementos representam um tipo de relação específica. No caso deste estudo serão exploradas as relações espaciais adjacentes e remotas entre os elementos da rede configuracional e das redes das práticas, respectivamente.

Os elementos fundamentais que constituem a rede referente à configuração urbana na cidade são as unidades espaciais, definidas a partir dos espaços abertos públicos: vias, parques e praças da cidade. Estas unidades de espaço se diferenciam basicamente por sua posição e pela distância em relação às outras unidades de espaço da rede. As relações espaciais de adjacência, inerentes ao sistema espacial urbano, definem as conexões entre unidades de espaço, caracterizando a rede configuracional. Nesta rede, cada unidade espacial é alcançável desde qualquer outra unidade através de percursos, intrínsecos ao espaço físico. Krafta (1994) considera que a conexão entre qualquer par de unidades de espaço gera uma tensão elementar, cuja intensidade máxima ocorre em um par de espaços adjacentes, perdendo intensidade à medida que o menor caminho entre o par aumenta.

Os elementos que constituem as redes das práticas são as atividades, que caracterizam diferentes práticas e podem ser pontualmente identificadas no espaço. Para formar as redes das práticas identificam-se os espaços públicos ou privados nos quais as práticas selecionadas para o estudo se desenvolvem. Estes elementos se diferenciam pela sua localização no espaço urbano, através da identificação do quarteirão, lote ou edificação na qual se realiza a atividade e pelo tipo de atividade, que pode ser descrito em diferentes níveis de classificação do uso do solo urbano.

Na rede das práticas identifica-se a existência de relações espaciais remotas, que se estabelecem entre as práticas. As relações remotas são descritas neste estudo a partir de relações socioeconômicas, baseando-se, tanto em estudos das redes sociais, como nas abordagens de economia urbana, conforme elucidado no capítulo anterior. Considera-se que as atividades desenvolvem tensões entre si. A existência destas forças é, muitas vezes, evidenciada pelo modo como estas atividades se distribuem no espaço urbano, caracterizando uma localização aglomerada ou dispersa. Entretanto, as relações entre as atividades podem ser tanto mediadas pelo espaço, como apenas parcialmente dependentes dele. Isto acontece porque a prática de uso dos espaços e o desenvolvimento das atividades depende da interação das pessoas no espaço urbano.

As pessoas estabelecem relações econômicas, sociais, culturais, cognitivas, utilizando outros critérios de decisão, que vão além de suas localizações no espaço urbano. Parte-se do pressuposto de que essas pessoas interagem no espaço urbano de acordo com a sua concepção de cidade, suas necessidades e seus desejos. Alguns destes aspectos que influenciam as decisões no espaço urbano são conhecidos e estudados por pesquisadores de diversas áreas do conhecimento. Devido à escolha da modelagem como ferramenta de análise neste estudo, é necessário adotar algumas simplificações na representação, por isso, as relações entre as pessoas são entendidas como relações entre as práticas.

Nas redes das práticas estas relações subjacentes constituem as relações espaciais remotas. Isto significa que as tensões entre as atividades estão relacionadas ao espaço, mas ao mesmo tempo não dependem das adjacências físicas para se estabelecerem. As relações espaciais remotas se diferenciam das relações espaciais próprias da configuração pela natureza do critério utilizado para estabelecer a conexão. Assim, a relação entre um par de atividades pode ser considerada remota se o critério de conexão consiste em qualquer relação entre elas independente da adjacência das unidades de espaço na qual estão localizadas.

As tensões geradas pelas relações espaciais adjacentes ou remotas são decorrentes de forças de atração. No caso das relações na rede configuracional, a atração acontece devido à possibilidade de deslocamento das pessoas ou, em outras palavras, da possibilidade das unidades espaciais serem pontos de origem e destino e fazerem parte dos percursos realizados pelos indivíduos. Nos caminhos curtos esta atração é muito forte e a medida que a distância entre os espaços aumenta, a tensão se dissipa, pois é distribuída entre todas as unidades de espaço que compõem o caminho.

No caso da rede das práticas, a atração deriva de relações de semelhança e complementaridade, concomitantemente. Alguns elementos da rede das práticas se constituem como pontos de aglomeração de atividades em diferentes centros locais, devido a uma conjunção de fatores, que incluem a sua localização, a proximidade com outras atividades e sua capacidade de atração. Estes elementos se assemelham pelo papel desempenhado nos centros locais e, ao mesmo tempo, se complementam por estarem associados a atividades diferentes, tanto pela especificidade, quanto pela escala.

Entende-se que a conexão remota entre os pontos de aglomeração representa a sobreposição de vários aglomerados de atividades. Estes aglomerados formam uma

hierarquia de centros, que se diferenciam em termos de abrangência - alguns ocupam porções de área maiores do que outros - e capacidade de atração, dada pela quantidade de atividades relacionadas a cada centro. No entanto, esta hierarquia pode se modificar dependendo do ponto de vista e da localização da demanda no espaço urbano. Então, no momento em que estes centros estão conectados diretamente entre si, representa-se a multiplicidade de opções disponíveis na cidade e as diversas possibilidades de escolha por parte das pessoas.

Considerando a relação entre as pessoas e a distribuição de comércio e serviço na cidade, a interligação destas práticas por meio da conexão remota aproxima os diferentes centros locais, buscando representar a identificação simultânea de diferentes centros pelas pessoas. Ao mesmo tempo, os pontos remotamente conectados se destacam no sistema gerando uma área de influência ao seu redor. À medida que esta influência se dissipa, afastando-se do ponto de aglomeração, é gerada uma área neutra na interface de encontro das diferentes áreas de influência. Isto faz referência às forças de aglomeração e de dispersão da economia, a primeira sendo o efeito positivo gerado pela proximidade entre pontos de comércio e serviço, enquanto a segunda evidencia a disputa dos centros locais pela demanda.

A caracterização e identificação das relações entre os elementos é essencial, pois define quais elementos estão diretamente conectados entre si, influenciando fortemente na estrutura das redes. Nesse sentido, é importante ressaltar a diferença fundamental das relações que se estabelecem entre os elementos dos dois tipos de rede abordados, proveniente da natureza das redes configuracional e das práticas. A primeira é uma rede espacial, na qual a conexão por adjacência é uma propriedade observável no mundo real e possibilita medir a distância entre todos os pares de elementos da rede. A medida das distâncias corresponde à realidade do espaço físico urbano. Na rede das práticas a concepção de distância considera outros fatores independentes da distância geográfica. Esta rede, admite conexões entre os elementos pautadas em relações que não dependem exclusivamente do espaço urbano para existir.

Em decorrência destes tipos de relação, a conectividade em uma rede que admite conexões não-espaciais também assume uma característica diferente em comparação às redes espaciais, que se refere às possibilidades e limitações para estabelecer conexões entre elementos dentro da rede. Nas primeiras, qualquer elemento pode estar diretamente conectado a todos os outros elementos da rede, independentemente da

distância geográfica entre eles. Em contraste, nas redes espaciais a conexão depende da proximidade, da localização geográfica dos elementos na rede. Considerando as duas redes abordadas neste estudo, esta diferença é evidenciada ao observarmos que dois elementos distantes geograficamente podem estar conectados na rede das práticas, enquanto na rede configuracional a sua ligação acontece através de várias unidades espaciais que estão no caminho entre eles.

A representação da estrutura espacial urbana considerando a interação entre a rede configuracional e a rede das práticas, pressupõe que a leitura das relações de distância no espaço urbano é influenciada por fatores não geográficos, que neste caso são as relações remotas. A sobreposição destas redes implica alterar a estrutura espacial dada pela configuração e agregar características que podem elucidar algumas situações específicas, resultando em diferentes formas de entender a estruturação espacial urbana.

3.2 Modelo Analítico

A proposta do modelo consiste em representar sistemicamente a estrutura espacial urbana, considerando a relação entre as características configuracionais e das práticas. O desenvolvimento do método pauta-se na descrição de cada uma destas características em diferentes redes e, concomitantemente, na representação da interação entre as redes. Isto resulta em uma representação unificada da configuração urbana e das práticas no espaço urbano, considerando as distintas relações entre os elementos destas redes. O objetivo consiste em descrever ambas características configuracionais e das práticas em um único sistema, que possibilite analisar a estrutura espacial urbana que emerge a partir da interação destas características da morfologia urbana.

O modelo utiliza a representação matemática através de grafos, que expressa essencialmente um sistema de elementos e suas relações. Os grafos são formados por um conjunto de pontos e um conjunto de linhas, em que os pontos identificam os elementos do sistema e as linhas, identificam as relações entre estes elementos (Harary, 1969, p.9). A rede configuracional é representada por um grafo e as redes das práticas por outros grafos relativos às diferentes atividades. Em cada grafo são definidos os elementos do sistema e a relação entre eles. A base para a representação das diferentes redes é o sistema espacial urbano, que descreve as relações entre os espaços abertos públicos e privados.

A rede referente à configuração urbana é representada segundo critérios reconhecidos e amplamente utilizados em trabalhos que delimitam o campo de conhecimento dos estudos configuracionais urbanos. Por outro lado, incluir a representação das práticas e de suas relações, de maneira sistêmica constitui um esforço do presente estudo no desenvolvimento deste método. Considera-se que a rede das práticas pode ser desdobrada em várias redes a partir da identificação de diferentes tipos de prática. A representação pauta-se no sistema espacial urbano, contudo inclui as conexões remotas, que se referem às relações entre as práticas.

É importante ressaltar que a representação da rede das práticas já se constitui como um modo de representar a interação entre a configuração urbana e as práticas, tendo em vista que a rede das práticas é indissociável da rede configuracional. Como foi anteriormente explicitado, entende-se que as relações entre as práticas são parcialmente dependentes do espaço. Por isso, na representação da rede das práticas as conexões remotas são adicionadas ao grafo da rede configuracional, mantendo as conexões espaciais de adjacência.

O desenvolvimento do modelo é elucidado nas seguintes etapas de trabalho:

1) Delimitação do sistema espacial: consiste em definir a unidade de representação do espaço urbano e os componentes que fazem parte do grafo.

2) Definição das diferentes redes e análise da estrutura espacial urbana: a partir do grafo do sistema espacial urbano, são definidos os elementos que compõem os grafos referentes à cada rede. Cada elemento corresponde a um dos elementos no grafo do sistema espacial. No caso das conexões, esta correspondência acontece somente no grafo que representa a configuração urbana. Na rede das práticas, são incluídas as conexões remotas, estabelecidas pela identificação das relações entre as práticas. As medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade são utilizadas para analisar a estrutura espacial urbana nas diferentes redes. Na rede configuracional utilizam-se as três medidas de diferenciação espacial, sendo que cada uma das medidas representa um modo de entender e identificar a hierarquia dos espaços no sistema espacial urbano. Na rede das práticas apenas a medida de polaridade é aplicada, sendo que a inclusão das conexões remotas nessa rede modifica o significado inicial da medida. Os resultados possibilitam interpretar a influência das relações entre as práticas na estrutura espacial e apreender a interação entre as características configuracionais e das práticas.

3) Identificação das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas: através da análise estatística de correspondência entre a rede configuracional e a distribuição das práticas no espaço urbano, avaliam-se as situações em que as práticas e a configuração competem e as situações nas quais elas se fortalecem, evidenciando uma relação de cooperação.

4) Análise de correspondência: rede configuracional X rede das práticas: utiliza-se a análise estatística de correspondência entre a rede configuracional e a rede das práticas, para avaliar em que medida os espaços de maior e menor hierarquia coincidem na rede configuracional e na rede das práticas. Isso possibilita entender o quanto a estrutura espacial urbana na rede configuracional está associada à estrutura na rede das práticas.

5) Análise da estrutura espacial urbana considerando a interação entre a configuração urbana e as práticas: propõe-se o desenvolvimento de uma medida combinada, incluindo na representação da estrutura espacial as características da rede configuracional e da rede das práticas.

6) Validação e calibragem: para verificar a validade do modelo está previsto um estudo empírico de contagem do tráfego, que possibilite a validação e a calibragem, a partir de uma análise da correlação das variáveis de intensidade do tráfego com os resultados das medidas em cada rede e da medida combinada.

O desenvolvimento de cada uma destas etapas é apresentado a seguir.

3.3 Delimitação do Sistema Espacial

A cidade é representada por um grafo em que os elementos do sistema são os espaços abertos públicos e privados. Os espaços representados no âmbito público são as vias urbanas e as praças e parques da cidade, e no âmbito privado são os lotes urbanos. Neste grafo do sistema urbano as conexões se referem à possibilidade de acesso entre os espaços. Portanto, consideram-se as relações de adjacência entre os espaços abertos públicos e entre estes elementos e os lotes urbanos. A adjacência dos lotes entre si não se constitui como conexão no grafo, considerando que a comunicação entre estes espaços privados acontece a partir de sua conexão com o espaço público.

Como as vias urbanas são espaços contínuos, é necessário delimitar a unidade discreta que será representada. Esta escolha é importante porque determina o nível de

precisão do estudo e também a viabilidade de aplicação do método para cidades de diferentes dimensões. Quanto menor a unidade espacial, maior é a precisão ou nível de detalhamento do estudo, e conseqüentemente, a representação de cidades com grandes dimensões é dificultada. No caso deste estudo, a unidade espacial adotada é o trecho de via, caracterizado pela porção de espaço compreendida entre intersecções de vias, descontinuidades ou mudanças de direção. A escolha desta unidade espacial, com elevado nível de detalhe, considera dois fatores: as características do fluxo de movimentação nas vias e da distribuição dos locais das práticas na cidade.

Embora o foco deste trabalho não seja especificamente o fluxo de pedestres e veículos, é interessante considerar que em cada ponto de intersecção de vias existe a possibilidade de escolha da direção do percurso, modificando as características de movimento ao longo das vias. Com relação à distribuição das atividades, percebe-se que a aglomeração no espaço urbano acontece em pontos específicos da malha, podendo variar bastante de uma quadra para outra. Além disso, dependendo da configuração da malha urbana, o número de trechos que compõem uma única via pode ser elevado ou restrito, de acordo com as características do traçado viário em cada loteamento da cidade. Portanto, a representação espacial por trechos de via busca maior precisão tanto em relação à configuração dos percursos, como em relação à localização das atividades.

A representação do sistema espacial urbano inclui ainda as praças e parques, que são espaços abertos públicos com livre acesso a pedestres e acesso restrito a veículos. A representação das praças e parques considera a porção contínua de espaço que a constitui como um único elemento, sendo representado por um ponto no grafo, conectado por linhas a todos os espaços adjacentes a ele. Se a praça ou parque são interrompidos por vias, considera-se a divisão deste espaço e sua representação pelos pontos correspondentes. Os lotes urbanos também constituem cada um, uma unidade no grafo. Conforme ilustrado na figura 1, as unidades de espaço aberto público e os lotes são representados no grafo por pontos; e as ligações ou adjacências entre eles são as linhas que conectam os pontos.

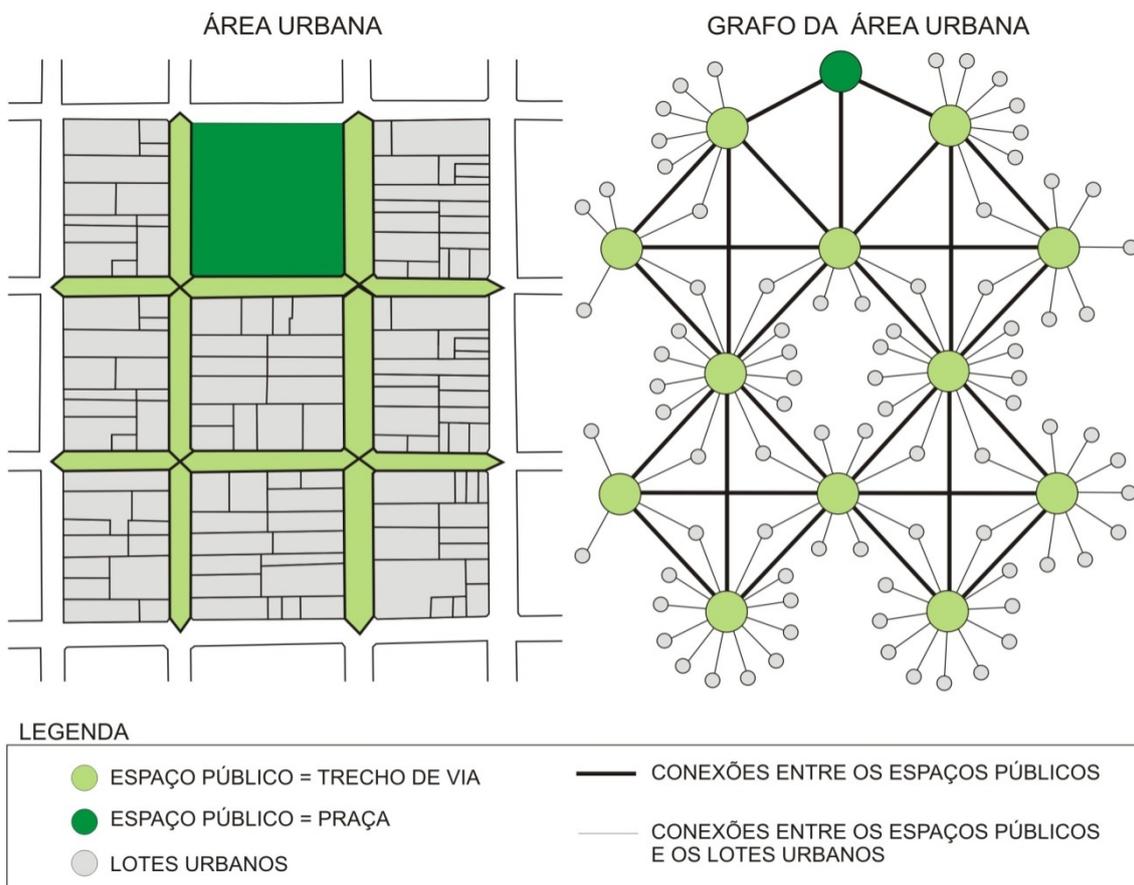


Figura 1 - Exemplo da representação de uma área urbana, com os elementos urbanos que fazem parte do estudo, na forma de mapa e o respectivo grafo do sistema espacial.

3.4 Definição das Diferentes Redes e Análise da Estrutura Espacial Urbana

As redes representadas neste estudo se referem a duas características da morfologia urbana: configuração e função. Cada rede é representada por um grafo, no qual é preciso definir quais são os elementos e quais são as relações entre estes elementos, que constituem os respectivos grafos.

Ambas as redes são definidas a partir do grafo do sistema espacial urbano. Em todas as redes, os elementos que compõem os grafos são os espaços abertos públicos. As informações sobre o uso do solo, contidas nos lotes urbanos, são consideradas no modelo como atributos dos trechos, sendo computadas na forma de carregamento. Então, os carregamentos dos trechos são: as atividades de comércio e serviço, que caracterizam as práticas, e a população residente, que caracteriza os usuários.

Para analisar a estrutura espacial urbana que emerge a partir de cada rede representada neste estudo, utilizam-se três medidas de diferenciação espacial, baseadas nas relações de posição e distância entre os espaços: acessibilidade, centralidade e

polaridade. Os resultados de cada medida representam um modo de entender e identificar a hierarquia dos espaços no sistema espacial urbano.

O cálculo dessas medidas é realizado com o auxílio do *software* Medidas Urbanas⁵, que funciona a partir de uma base espacial representada por um mapa de eixos ou pontos conectados entre si. A base espacial consiste em um mapa da área de estudo, que nesta investigação inclui as vias urbanas, representadas por trechos de via, bem como, as praças e parques da cidade. No caso deste estudo, interessa utilizar o mapa de pontos, porque este possibilita inserir as conexões remotas entre os pontos, necessárias para a representação das redes das práticas. O mapa de pontos corresponde ao grafo do sistema espacial, conforme descrito anteriormente (seção 3.3).

O *software* Medidas Urbanas admite a vinculação de um banco de dados à base espacial, possibilitando a inserção de carregamentos nas unidades espaciais para representar os diferentes atributos dos espaços. Desse modo, a quantidade de comércio, serviço e a população residente em cada trecho de via é computada na forma de carregamento. O *software* permite também a atribuição de peso aos diferentes atributos, que pode auxiliar, por exemplo, na diferenciação da capacidade de atração das atividades.

No entanto, optou-se por utilizar no modelo o mesmo peso, com valor igual a 5, para todas as atividades. O peso 5 possibilita diferenciar moderadamente os trechos que apresentam alguma atividade daqueles sem atividades. O modelo se detém apenas na identificação dos diferentes tipos de atividades, classificadas como comércio ou serviço, e na quantidade de estabelecimentos em cada trecho. Essa opção busca a experimentação do modelo, em um primeiro momento, com o foco nas relações entre as práticas e na sua interação com a configuração urbana, avaliando a atratividade gerada a partir dessa interação.

O modelo utilizado para acessibilidade não considera os atributos nos trechos, ou seja, a medida é calculada sem carregamentos. O modelo de centralidade admite a utilização de carregamentos, sendo incluídos os atributos referentes às atividades de comércio e serviço apenas no procedimento para estabelecer as conexões remotas nas redes das práticas. Na análise da estrutura espacial urbana a partir da rede

⁵ Polidori, M. C.; Krafta, R.; Granero, J. Medidas Urbanas®. Software Versão 1.15. Desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Sistemas Configuracionais Urbanos do Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

configuracional, as medidas de acessibilidade e centralidade são calculadas sem considerar os atributos nos trechos.

A medida de polaridade considera os atributos referentes às atividades e à população residente nos trechos de via, sendo utilizada para analisar a estrutura espacial urbana tanto na rede configuracional, como nas redes das práticas. Nesta rede, as conexões remotas inseridas modificam o significado inicial da medida, possibilitando a interpretação da influência das relações entre as práticas na estrutura espacial. A seguir são apresentadas: a descrição e a fórmula de cada uma das medidas e as especificidades para a definição da rede configuracional e das redes das práticas.

3.4.1 Medida de Acessibilidade

A medida de acessibilidade é calculada por um processo que identifica a distância mínima entre todos os pares de pontos do sistema. O valor da acessibilidade de um ponto é o inverso da soma das distâncias a todos os outros pontos do sistema, conforme expressa a fórmula apresentada na figura 2. Esta medida de diferenciação espacial está baseada nas relações de conectividade e distância entre os espaços urbanos. O espaço mais acessível é aquele que apresenta as menores distâncias a todos os outros espaços do sistema.

$$A_{Ii} = [\min] d_{pq}^{-1}$$

onde se lê:
acessibilidade da entidade i na interação I é igual ao inverso da mínima distância entre as entidades p e q

sendo:
A_{Ii} : acessibilidade da entidade i na interação I
[min] d_{g pq} : mínima distância entre as entidades p e q

Figura 2 - Fórmula da medida de acessibilidade. Fonte: *software* Medidas Urbanas.

3.4.2 Medida de Centralidade

A medida de centralidade (figura 3), desenvolvida com base no Modelo de Centralidade de Krafta (1994), é calculada por um processo que identifica os menores

caminhos que conectam todos os pares de pontos no sistema. A conexão entre estes pares gera uma tensão, cujo valor é obtido através do produto entre os carregamentos de cada ponto. A tensão é distribuída entre todos os pontos identificados como parte dos caminhos que conectam o par. O valor da centralidade em cada ponto é o resultado da soma das frações destas tensões, considerando os menores caminhos entre todos os pares de pontos do sistema.

No presente estudo, os carregamentos são os atributos referentes às atividades presentes nos trechos de via. Estes atributos são computados apenas no cálculo da centralidade com raio 3, utilizada para a identificação dos centros locais, entre os quais são estabelecidas as conexões remotas. Na análise da rede configuracional, utiliza-se o carregamento de cada ponto igual a 1. Isto significa que a medida considera essencialmente a posição relativa de cada ponto dentro do sistema, sendo os pontos mais centrais aqueles que fazem parte de um maior número de caminhos.

$$C_{Ii} = (P \cdot Q) \cdot \{[min]d_{pq}\}^{-1}$$

onde se lê:

centralidade da entidade i na interação I é igual ao produto dos carregamentos das entidades p e q multiplicado pelo inverso da mínima distância entre as entidades p e q

sendo:

C_{Ii} : centralidade da entidade i na interação I
P : carregamento da entidade p
Q : carregamento da entidade q
[mín] d_{i,pq} : mínima distância entre as entidades p e q

Figura 3 - Fórmula da medida de centralidade. Fonte: *software* Medidas Urbanas.

3.4.3 Medida de Polaridade

A medida de polaridade (Krafta, 1998) segue o mesmo princípio de cálculo da medida de centralidade, no entanto, são identificados apenas os menores caminhos entre pares de pontos orientados, segundo um critério de interação espacial, sendo um ponto contendo demandas e o outro ofertas. Os pares de pontos identificados estão limitados a este direcionamento, das demandas para as ofertas. No presente estudo, este direcionamento representa os percursos a partir das residências em direção aos

estabelecimentos de comércio e de serviço. Então, os atributos de uso do solo constituem os carregamentos dos trechos de via, sendo a população residente computada como demanda e as quantidades de comércio e serviço computadas como ofertas.

A medida de polaridade gera uma tensão direcionada, cujo valor é obtido através do produto entre os carregamentos de cada ponto. Assim como na medida de centralidade, a tensão é distribuída entre todos os pontos identificados como parte do caminho que conecta o par, formado por um ponto contendo demanda e outro contendo oferta. O valor da medida em cada ponto é o resultado da soma das frações destas tensões, considerando os menores caminhos entre todos os pares de pontos orientados da demanda para a oferta no sistema. A fórmula da medida de polaridade é apresentada na figura 4.

$$Pol_{li} = (P_D \cdot Q_O) \cdot \{[min]d_{pq}\}^{-1}$$

onde se lê:
polaridade da entidade i na interação I é igual ao produto do carregamento das demandas da entidade p pelo carregamento das ofertas da entidade q multiplicado pelo inverso da distância entre as entidades p e q

sendo:
Pol_{li} : polaridade da entidade i na interação I
P_D : carregamento das demandas da entidade p
Q_O : carregamento das ofertas da entidade q
[min] d_{pq} : mínima distância entre as entidades p e q

Figura 4 - Fórmula da medida de polaridade. Fonte: *software* Medidas Urbanas.

3.4.4 Rede configuracional

A rede da configuração urbana revela a estrutura de espaços da cidade passíveis de serem percorridos por pedestres e veículos, evidenciando eminentemente as características de conectividade da malha urbana. A representação dessa rede na forma de grafo mostra as possibilidades de conexão entre todas as unidades de espaço urbano, através de percursos. A análise da estrutura espacial urbana nessa rede é realizada através da utilização das medidas de acessibilidade e de centralidade sem carregamentos e da medida de polaridade, considerando os carregamentos referentes às práticas e aos usuários presentes nas diferentes unidades de espaço urbano.

Na representação por grafo, cada unidade de espaço aberto público é um elemento, representado por um ponto, e as linhas que conectam estes elementos representam as relações de adjacência física entre os diferentes espaços. O grafo da configuração urbana (figura 5) é um subgrafo do grafo do sistema espacial, visto que este contém todos os pontos e todas as linhas do primeiro.

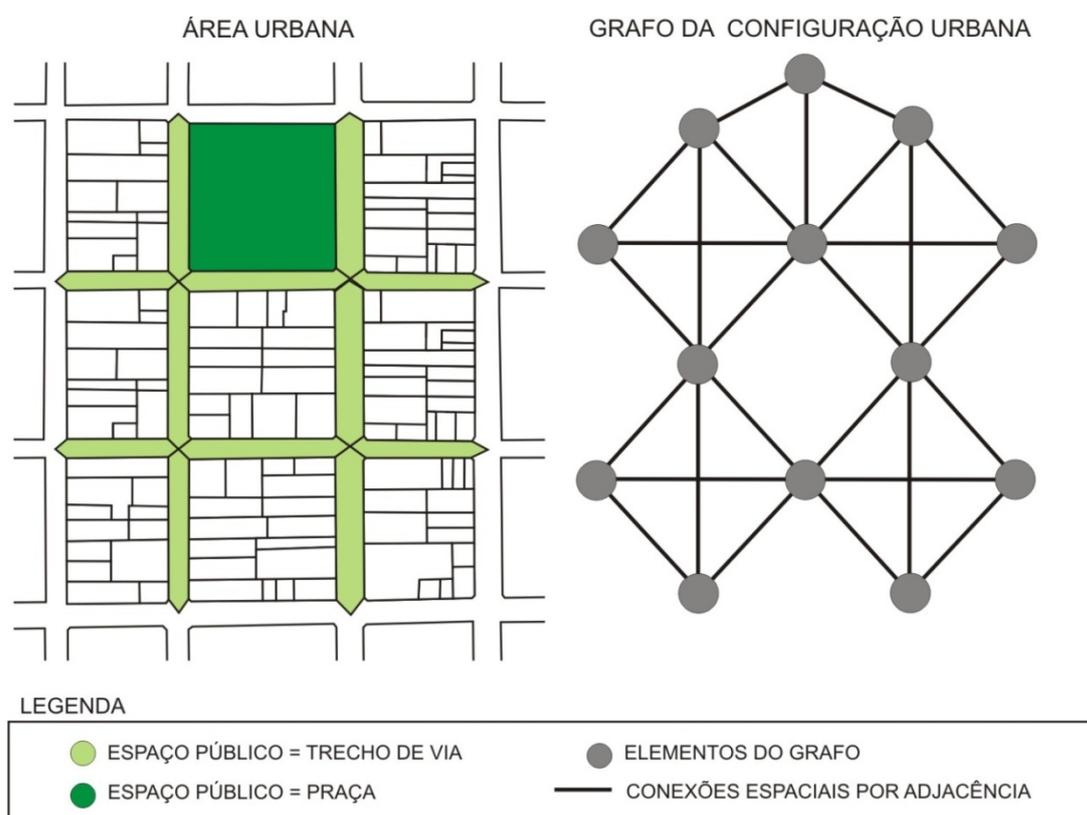


Figura 5 - Exemplo do grafo da configuração urbana de uma dada área urbana.

3.4.5 Redes das Práticas

Na rede das práticas as características da configuração urbana e das práticas são representadas como elementos de uma mesma rede, considerando as relações espaciais adjacentes - típicas da configuração urbana - e remotas - referentes às relações entre as práticas. Desse modo, a representação dessa rede visa incluir aspectos do contexto local, referentes às relações entre as práticas, na análise estrutura espacial urbana. Essa análise é realizada através da utilização da medida de polaridade nas redes das práticas.

Na cidade, são inúmeras as práticas que podem ser identificadas e classificadas com diferentes níveis de especificidade. Conseqüentemente, as relações estabelecidas entre essas práticas podem estar fundamentadas em diversos critérios. Por isso, entende-

se a rede das práticas não como uma única rede contendo todas as atividades, mas como várias redes, referentes cada qual a uma ou mais atividades, determinadas conforme os objetivos da investigação. Essas redes podem ser definidas a partir de uma classificação do uso do solo urbano, admitindo maior ou menor especificação dos tipos de atividade, de acordo com a proposta de estudo.

Neste trabalho, interessa apenas a classificação geral em comércio ou serviço, que são as atividades consideradas como atributos dos trechos de via. O estudo se detém em três tipos de redes das práticas, considerando as atividades de comércio e serviço individualmente e em conjunto:

a) **Rede das práticas de comércio**

b) **Rede das práticas de serviço**

c) **Rede das práticas de comércio e serviço**, nesta rede é realizada a soma dos atributos (atividades de comércio e serviço) das duas primeiras redes.

Do mesmo modo como na rede configuracional, os elementos do grafo das redes das práticas são os espaços abertos públicos. No entanto, as linhas que conectam os elementos deste grafo representam conexões de duas naturezas. As conexões do grafo da configuração urbana, estabelecidas pela relação de adjacência entre os espaços são mantidas e inclui-se as conexões remotas entre as práticas, pautadas em relações socioeconômicas. A tabela 2 expõe a descrição dos elementos e conexões em cada um dos grafos. Como se pode observar comparando a figura 6, a seguir, com a figura 5, apresentada anteriormente, a diferença fundamental entre os grafos da rede configuracional e das redes das práticas são as conexões remotas, que caracterizam as relações entre as práticas. Os critérios para estabelecer essas conexões remotas são elucidados a seguir.

Tabela 2 - descrição dos elementos e conexões nos grafos da rede configuracional e da rede das práticas.

Grafo	Elementos	Conexões
Rede Configuracional	Espaços abertos públicos: trechos de via, praças e parques	- Por adjacência física
Rede das Práticas	Espaços abertos públicos: trechos de via, praças e parques	- Por adjacência física; e - Remotas, considerando as relações socioeconômicas entre as práticas

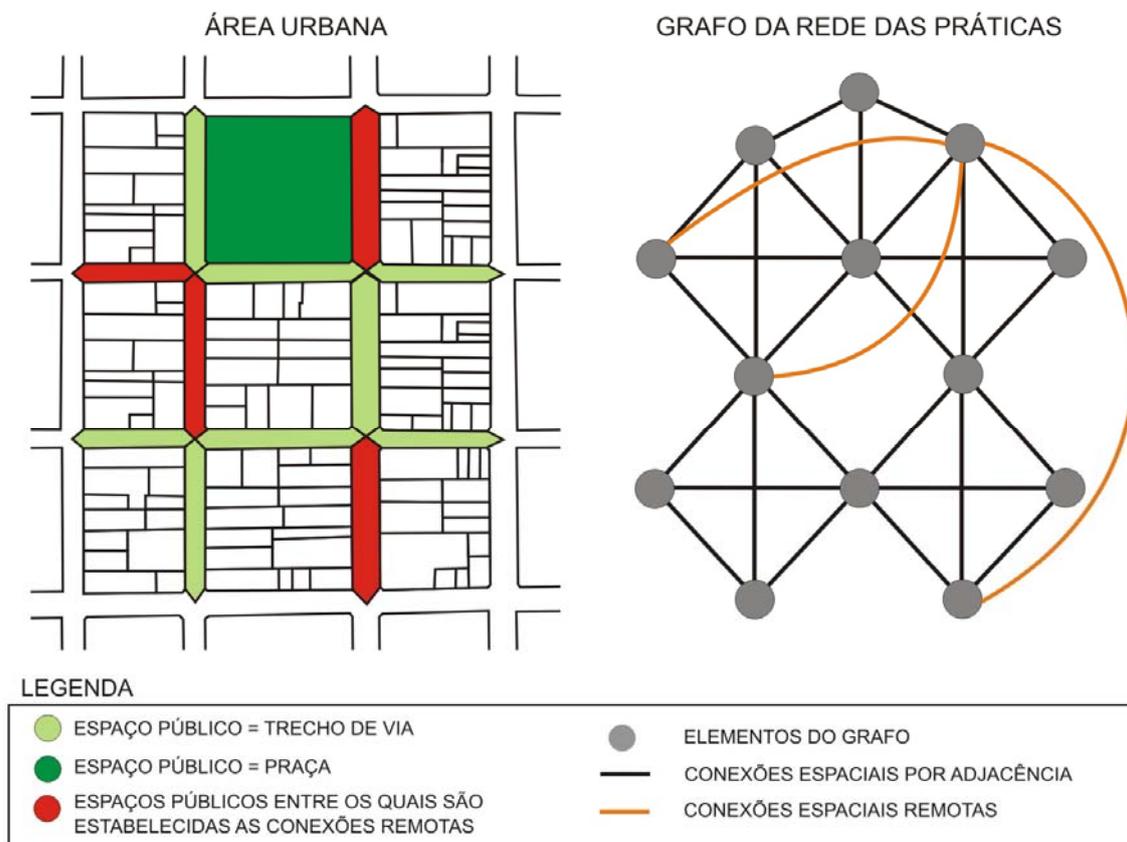


Figura 6 - Exemplo do grafo da rede das práticas de uma dada área urbana.

3.4.5.1 Conexões remotas entre as práticas

Na rede das práticas as conexões remotas são incluídas no modelo como um modo de representar as relações entre as atividades no espaço urbano, com base em relações socioeconômicas. A conexão remota é entendida como uma ferramenta que possibilita abarcar aspectos que não são totalmente dependentes das características físicas da malha urbana, mas influenciam a estruturação espacial urbana.

Nas cidades, as práticas de comércio e serviço apresentam diferentes padrões de localização. No entanto, assume-se neste trabalho que existem concentrações mais intensas de atividades, caracterizando aglomerações de importância local em diversas áreas urbanas. Pretende-se identificar essas aglomerações, que caracterizam diferentes centros locais, para que sejam estabelecidas as conexões remotas entre os pontos de aglomeração de atividades de cada centro.

As conexões remotas representam a atração gerada pelas aglomerações de atividades. A atração acontece devido à semelhança e complementaridade entre os centros. Os pontos de aglomeração se assemelham pelo papel que desempenham nos centros locais e, ao mesmo tempo, as aglomerações se complementam pela diversidade de atividades que apresentam. Desse modo, a atratividade dos centros se reforça exercendo influência sobre os usuários e também sobre a localização de novas atividades.

A questão fundamental para viabilizar o método reside na definição de quais os elementos estão conectados remotamente. Para isso, convém esclarecer as denominações utilizadas no trabalho quanto aos centros locais e pontos de aglomeração. São considerados centros locais o conjunto de trechos em que há maior concentração de atividades, entendidos como aglomerações. Ponto de aglomeração é o trecho de via considerado como a origem da formação de um centro local, ou seja, é um dos trechos do conjunto que forma o centro local. Neste estudo, a identificação do ponto de aglomeração é importante, porque este é o elemento a partir do qual os diferentes centros locais são remotamente conectados.

A proposta do modelo consiste em identificar os espaços que podem ser pontos de aglomeração de atividades em diferentes centros locais na cidade e conectá-los entre si. O procedimento para estabelecer as conexões remotas nas redes das práticas prevê a seguinte rotina:

- 1) identificação dos centros locais;
- 2) identificação da unidade espacial - trecho de via - considerado como ponto de aglomeração de atividades, em cada um dos centros locais;
- 3) conexão remota entre os pontos de aglomeração de atividades.

Para identificar os prováveis centros locais utiliza-se a medida de centralidade com raio de abrangência igual a 3, considerando as atividades como carregamentos nos trechos. Em estudos configuracionais urbanos, que utilizam a distância topológica, o raio de abrangência 3 é comumente utilizado para representar relações em escala local. O resultado da medida apresenta a hierarquia de espaços, segundo o valor de centralidade de cada trecho em uma escala local. A partir desta medida, pretende-se identificar as aglomerações de trechos nos quais possivelmente há a aglomeração de atividades, caracterizando os centros locais.

Uma das dificuldades enfrentadas no modelo consiste em identificar quais unidades espaciais compõem os diferentes centros locais. Considerando a característica de continuidade do espaço urbano, nota-se que não há um limite físico concreto ou uma delimitação exata de onde começa um centro e termina outro. Por isso, a medida de centralidade, utilizando um raio de abrangência que possibilita a análise das relações entre os espaços em uma escala local, auxilia na identificação dos espaços que se destacam localmente.

A identificação dos pontos de aglomeração, acontece pela análise da sequência hierárquica de espaços dada pela medida de centralidade. O espaço com o maior valor de centralidade se constitui como o primeiro ponto de aglomeração. Na sequência, o espaço de maior hierarquia, apresentando-se a uma distância maior do que "3" dos espaços já identificados com maiores valores da medida, é considerado o segundo ponto de aglomeração. Ou seja, a origem de um segundo centro local, constituído por vários trechos que apresentam aglomeração de atividades. Os próximos pontos de aglomeração são identificados da mesma forma, obedecendo a sequência na hierarquia.

Então, cada ponto de aglomeração remotamente conectado, representa um dos centros locais da cidade. Estes centros são formados por aglomerados de trechos de via nos quais a presença de atividades acontece com maior intensidade.

Para estabelecer as conexões remotas entre estes pontos, considera-se dois fatores: a mesma sequência em que foram identificados e a proximidade entre os pontos. Ao identificar o ponto de aglomeração de um centro local, este ponto estabelece uma conexão remota com o ponto mais próximo, que tenha sido identificado anteriormente a si. Desse modo, os dois primeiros pontos identificados sempre são conectados entre si e a partir do terceiro ponto é feita a análise da proximidade entre os pontos dos centros locais que já estão remotamente conectados (figura 7).

A definição do limite de pontos a serem remotamente conectados também está associada ao resultado da medida de centralidade. De fato, não há um limite no número de pontos remotamente conectados, mas sim a definição de até que momento os centros locais, identificados através da hierarquia dos resultados da medida, devem ser considerados como centros de aglomeração de atividades.

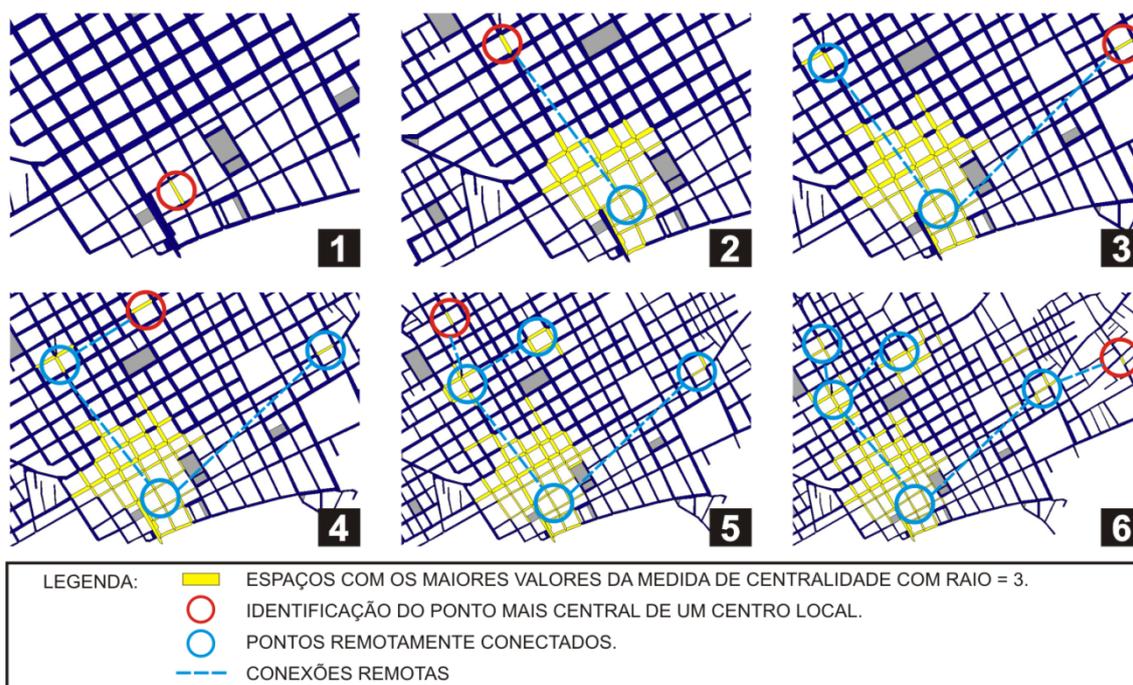


Figura 7 - Visualização dos resultados da medida de centralidade com raio = 3 e da rotina para a identificação dos pontos remotamente conectados. Os quadros de 1 - 6 mostram os momentos em que são identificados os pontos mais centrais dos centros locais em um mapa de trechos de uma área urbana.

Foram estipulados os limites em dois momentos, primeiramente, considerando os pontos identificados até os 10% maiores valores da medida de centralidade com raio de abrangência igual 3, o que configura a identificação dos centros locais de maior hierarquia. Em um segundo momento, expande-se a identificação destes pontos de aglomeração de atividades, considerando os resultados até 30% dos maiores valores da medida.

Estes limites foram definidos através dos resultados observados em estudos exploratórios realizados na cidade de Jaguarão. Ao visualizar o resultado dos 10% maiores valores da medida para as diferentes atividades é possível identificar as principais aglomerações locais, mas alguns pontos de aglomeração mais periféricos ainda não são identificados neste momento. Ao expandir gradativamente a visualização foi definido um segundo limite que são os 30% maiores valores da medida, dentre os quais identificam-se pontos de aglomeração de atividades na periferia. A partir dos 30% maiores valores, os trechos identificados na sequência hierárquica aparecem a uma distância menor do que "3" dos espaços já identificados. Isto sugere que dentro deste último limite estipulado todos os centros locais, passíveis de identificação pelo método proposto, estão incluídos na representação.

No estudo de caso, a rede das práticas é representada de duas formas, considerando os dois momentos de identificação dos trechos de via que são conectados remotamente. A primeira representação apresenta os centros de maior hierarquia, pois os trechos identificados como pontos de aglomeração estão entre os 10% de maior hierarquia da medida. No segundo caso, todos os centros locais são representados, incluindo a conexão remota entre os trechos identificados até os 30% maiores valores de centralidade. A opção em manter nas análises as duas formas de representação se deve à possibilidade de avaliar as diferenças nos resultados das redes das práticas ao considerar os centros de maior hierarquia ou todos os centros locais, utilizando conseqüentemente menor ou maior número de conexões remotas para a suas representações.

3.5 Identificação das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas

Com o objetivo de entender como ambas as características configuracionais e das práticas contribuem na estruturação espacial urbana, a investigação pretende elucidar como se manifesta a associação entre a configuração urbana e as práticas no espaço urbano. Estas características da morfologia urbana convergem quando as práticas acontecem nos espaços de maior hierarquia no sistema configuracional, atuando em uma lógica de cooperação. Em alguns espaços, as intensidades com que estas características se apresentam são divergentes, caracterizando uma lógica de competição.

Para identificar as situações de cooperação e competição entre a configuração urbana e as práticas, verifica-se a associação entre as variáveis relacionadas a estas características, utilizando a análise estatística de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, complementado pela análise dos resíduos ajustados. As variáveis referentes à configuração urbana são os resultados das medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade. A variável relativa às práticas consiste na quantidade de atividades em cada unidade de espaço. Os resultados devem indicar em que medida os trechos de via que apresentam maior quantidade de atividade são também os trechos de maior hierarquia na rede configuracional.

3.6 Análise de correspondência: rede configuracional X rede das práticas

A análise de correspondência entre a rede configuracional e a rede das práticas visa averiguar o quanto a interação entre configuração urbana e práticas, representada na rede das práticas, modifica a estrutura espacial urbana, usualmente capturada considerando apenas as características da configuração urbana. Ao mesmo tempo, verifica-se em que medida existe uma associação entre a estrutura espacial urbana que emerge a partir da rede configuracional e, a que emerge a partir da rede das práticas.

Da mesma forma como na identificação das situações de cooperação e competição, a ferramenta utilizada é a análise de correspondência associada ao teste do qui-quadrado, complementado pela análise dos resíduos ajustados. As variáveis selecionadas para a análise são os resultados da medida de polaridade para a rede configuracional e para a rede das práticas. Como a medida de polaridade é aplicada em ambas as redes configuracional e das práticas, esta análise se detém apenas nos resultados desta medida, tendo em vista a intenção de comparar as duas redes. A análise de correspondência deve mostrar em que proporção os espaços de maior e menor hierarquia coincidem na rede configuracional e na rede das práticas.

3.7 Configuração Urbana e Práticas: proposta de uma medida combinada

Nas análises anteriores são identificadas as situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas e verifica-se a associação entre as redes configuracional e das práticas. Os resultados devem indicar os espaços em que estas características cooperam ou competem e como a análise da estrutura espacial, a partir de cada uma das redes, pode resultar em hierarquias espaciais distintas.

A rede configuracional e as redes das práticas se constituem como diferentes maneiras de entender e capturar a estrutura espacial urbana. Entende-se que a rede das práticas representa as forças de agregação presentes no sistema urbano, desse modo, a estrutura espacial urbana revelada por esta rede reforça a influência das características da escala local. Na rede configuracional, a estrutura espacial urbana é influenciada por características na escala global, considerando as interações entre os elementos no sistema urbano como um todo.

Para representar a estrutura espacial urbana que emerge da interação entre as características configuracionais e das práticas propõe-se o desenvolvimento de uma

medida combinada. O objetivo consiste em integrar estes dois aspectos da estrutura espacial urbana, relativos às escalas local e global do sistema urbano. Esta medida deve ser composta por uma parcela da rede configuracional e outra, da rede das práticas.

Pretende-se investigar o quanto as características de cada rede contribuem na estruturação do espaço urbano. Para isto, são testadas combinações dos resultados de uma medida na rede configuracional com uma medida na rede das práticas, ponderando os pesos de cada rede a partir de parâmetros de ajuste. As combinações são realizadas a partir da seguinte equação:

$$MC_i = \rho_c \cdot RC_i + \rho_p \cdot RP_i$$

Sendo:

MC_i = valor da medida combinada na entidade i

RC_i = valor da medida na rede configuracional para a entidade i

RP_i = valor da medida na rede das práticas para a entidade i

ρ_c = parâmetro de ajuste da rede configuracional

ρ_p = parâmetro de ajuste da rede das práticas

A equação admite que sejam testadas, em um primeiro momento, as diferentes medidas utilizadas para analisar a estrutura espacial urbana na rede configuracional e na rede das práticas. A validação e a calibragem do modelo são realizadas através de uma análise de correlação com uma variável externa ao modelo. Isso possibilita verificar o êxito das combinações e definir quais são as medidas mais adequadas para compor a medida combinada.

No caso deste estudo, a variável externa selecionada é a intensidade de tráfego. A escolha desta variável se deve a sua relação com a estrutura espacial urbana. Outras variáveis poderiam ser pensadas, no entanto, a intensidade de tráfego de pessoas e veículos reflete, de certo modo, os diferentes graus de importância dos espaços na cidade, à medida que está associada aos aspectos de co-presença e à apropriação dos espaços pelas pessoas. Além disso, nos estudos configuracionais urbanos o movimento de veículos e de pedestres nas vias é frequentemente utilizado como um fator de referência para a validação de modelos e medidas que buscam capturar a estrutura espacial urbana.

3.8 Delineamento do estudo de contagem do tráfego para a correlação

A validação e a calibragem do modelo são realizadas a partir da análise de correlação entre os resultados das diferentes medidas que fazem parte do modelo e as variáveis de intensidade de tráfego. Para verificar a intensidade de tráfego é necessário realizar um estudo de contagem do tráfego em alguns trechos da área de estudo. É importante ressaltar que o objetivo desse estudo consiste em obter dados para viabilizar a análise de correlação, sem pretensões de previsão de tráfego. Isto significa que a contagem realizada deve seguir algumas regras com base nos estudos de tráfego, mas não se constitui como uma referência efetiva da intensidade do tráfego na área de estudo. Os modelos de previsão do tráfego de veículos se baseiam em métodos rigorosos e exaustivos de contagem que não serão aplicados na sua totalidade neste trabalho, tendo em vista a proposta da investigação.

No método de contagem de tráfego é preciso definir os locais de contagem, o período, os modais que serão contabilizados e como será feita a contagem. A tabela 3 mostra as características do método utilizado neste estudo, quanto ao local, período e modal, comparando com as características do método usual utilizado em estudos de engenharia de tráfego. A contagem será realizada manualmente com o auxílio de uma planilha (anexo 1), na qual os diferentes modais são contabilizados separadamente.

Tabela 3 - descrição das características do método para a contagem do tráfego, comparando o usual com o método utilizado neste estudo.

	MÉTODO USUAL DE CONTAGEM DE TRÁFEGO	MÉTODO UTILIZADO NESTE ESTUDO PARA OBTER OS DADOS PARA A CORRELAÇÃO
LOCAL	em vias de tráfego intenso	vários trechos de via escolhidos por amostragem
PERÍODO	16 horas consecutivas, durante toda a semana, sendo a contagem simultânea nos diferentes lugares	nos horários de pico, em um dia típico, sendo a contagem simultânea nos diferentes lugares
MODAL	veículos motores	todos os modais

As diferenças entre o método usual e o aplicado neste estudo estão relacionadas aos objetivos de utilização dos dados no trabalho. Para analisar a correlação entre a variável do tráfego e os resultados do modelo, é preciso uma amostra dos trechos de via

que apresente um gradiente de intensidade de tráfego. Ou seja, é preciso ter a contagem dos modais em trechos com tráfego intenso, moderado e de pouca intensidade. Entretanto, para os estudos de engenharia de tráfego interessa saber a quantidade de veículos apenas nas vias mais movimentadas ou nos pontos de congestionamento.

Em relação ao período de contagem, é fundamental manter a simultaneidade da ação nos diferentes locais selecionados na amostra. A contagem é realizada ao mesmo tempo nos diferentes trechos, em períodos de tempo iguais, que caracterizam os horários de pico de um dia da semana, que apresente movimento típico do cotidiano da cidade. Estes horários são definidos com base em uma averiguação prévia empírica junto aos moradores e/ou técnicos da prefeitura municipal da cidade em que será realizado o estudo de caso.

A análise de correlação utiliza o coeficiente de Sperman. As variáveis de intensidade de tráfego selecionadas para a correlação se referem aos modais carro, pedestre e à totalidade, que consiste no somatório simples de todos os modais. O total inclui, além de carros e pedestres, ciclistas, motocicletas, carroças, ônibus e caminhões. As variáveis do modelo se referem: a) às três medidas aplicadas à rede configuracional - acessibilidade, centralidade e polaridade; b) à medida de polaridade aplicada nas duas formas de representação das conexões remotas, nas três redes das práticas abordadas neste estudo: comércio; serviço e comércio e serviço; e c) à medida combinada, testando diferentes combinações com diferentes parâmetros de ajuste. A figura 8 mostra de modo esquemático as variáveis consideradas na correlação para analisar cada uma das redes.

VARIÁVEIS DE TRÁFEGO		VARIÁVEIS DO MODELO
Carro	X	Rede Cofiguracional: acessibilidade
Pedestre		Rede Cofiguracional: centralidade
Total		Rede Cofiguracional: polaridade
		Redes das Práticas - conexão remota até 10%
		Redes das Práticas - conexão remota até 30%
		Medida Combinada (Configuração + Práticas)

Figura 8 - Esquema das variáveis para a correlação.

3.9 Síntese da operacionalização do modelo



Figura 9 - Esquema das etapas de operacionalização do modelo.

4 ESTUDO DE CASO

Neste capítulo são explorados os procedimentos metodológicos propostos através de sua aplicação em um ambiente urbano real. A cidade de Jaguarão (figura 10), no estado do Rio Grande do Sul, no Brasil, foi escolhida para a realização do estudo de caso. A escolha desta cidade se deve principalmente a dois fatores: ao tamanho da cidade e à realização, por professores e alunos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, de projetos de ensino, pesquisa e extensão com foco no planejamento urbano de Jaguarão.



Figura 10 - Área urbana de Jaguarão - R.S. com a localização dos bairros, segundo o Plano Diretor da cidade. Fonte: imagem do satélite QuickBird, adaptada pela autora.

O tamanho da cidade ou, mais especificamente, a extensão da área urbanizada é importante para que os requisitos do método sejam atendidos, considerando o período de tempo estipulado para a realização do trabalho. A unidade espacial selecionada para

a representação - o trecho de via - apresenta elevado nível de detalhe para a escala urbana. A precisão dessa unidade requer um trabalho minucioso. A extensão urbana de Jaguarão é passível de ser representada por trechos de via na sua totalidade, sem inviabilizar a operacionalização do trabalho. Ao mesmo tempo, a cidade apresenta uso do solo com quantidades e variedades de atividades condizentes com a complexidade da investigação proposta.

A existência de outros estudos de planejamento urbano na cidade é interessante, pois possibilita a colaboração mútua e o acesso aos dados, como é o caso do levantamento de uso do solo realizado na área central da cidade. Além disso, os resultados obtidos nos diversos estudos podem ser compartilhados, discutidos e comparados implementando a troca de conhecimentos e incentivando o aperfeiçoamento das investigações.

A cidade de Jaguarão está localizada no sul do Rio Grande do Sul, às margens do rio Jaguarão, na fronteira com o Uruguai, conectada através de uma ponte com a cidade uruguaia de Rio Branco. Segundo o IBGE, a cidade foi fundada em 1855, sendo o povoado reconhecido administrativamente desde 1812. A área urbana apresenta um centro consolidado, dotado de infraestrutura e equipamentos adequados, sendo que boa parte de seu ambiente urbano foi tombado pelo IPHAN em 2011. Em contrapartida, nos bairros periféricos observa-se maior descontinuidade espacial e infraestrutura precária.



Figura 11 - Imagens da área central da cidade de Jaguarão.



Figura 12 - Imagens da periferia da cidade de Jaguarão.

As figuras 11 e 12 ilustram algumas visuais do centro e da periferia da cidade. Esta breve caracterização busca mostrar que apesar de ser uma cidade de pequeno porte, com 27.931 habitantes, conforme indica o Censo Demográfico de 2010, Jaguarão apresenta características relevantes que justificam a realização do estudo.

Este capítulo se organiza de modo a descrever, primeiramente, a representação da área de estudo, o levantamento e tratamento dos dados utilizados no trabalho. Em seguida, apresenta: os resultados da análise da estrutura espacial urbana a partir da rede configuracional e das redes das práticas; a análise que verifica as situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas; a análise da associação entre as duas redes e, por fim, o desenvolvimento de uma medida combinada para a análise da estrutura espacial urbana, considerando a interação entre a configuração urbana e as práticas no espaço urbano e, ainda, a validação e a calibragem do modelo.

4.1 Representação da área de estudo

A representação da cidade de Jaguarão por trechos de via resultou em um mapa contendo 1168 unidades espaciais, dentre as quais 13 são praças. Os trechos de via foram desenhados sobre a base vetorial disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Jaguarão contendo os bairros da cidade. O mapa de trechos (figura 13a) foi inserido em um sistema de informações geográficas (SIG) para formar o banco de dados necessário para o estudo e possibilitar a melhor visualização dos resultados. O grafo do

sistema urbano (figura 13b) foi construído no *software* Medidas Urbanas, a partir do mapa de trechos, mantendo os mesmos identificadores para cada uma das unidades espaciais. Isto permite a transferência dos dados obtidos com as medidas de diferenciação espacial para o ambiente de SIG.



Figura 13 - Área de estudo: a) mapa de trechos; b) grafo

4.2 Levantamento e tratamento dos dados de uso do solo e população

Os dados necessários para a realização do estudo são referentes ao uso do solo urbano e à população residente. Os dados de uso do solo foram obtidos através de levantamento *in loco* e os dados populacionais são provenientes do Censo Demográfico de 2010, disponibilizado pelo IBGE.

O levantamento do uso do solo da área central da cidade havia sido realizado no primeiro semestre de 2012 pelos alunos da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, vinculados à disciplina de planejamento urbano. O restante do levantamento, abrangendo a totalidade da cidade, foi realizado pela autora e colaboradores, no segundo semestre de 2012. Os dados coletados se referem a usos específicos, tais como: padaria, oficina mecânica, salão de beleza etc. Posteriormente, estes usos foram classificados em comércio, serviço ou outros tipos de uso, conforme a tabela 4. A quantidade de estabelecimentos de comércio e serviço foi inserida na forma de carregamento em cada trecho de via, sendo que nos lotes de esquina a atividade era contabilizada para ambos os trechos.

Tabela 4 - classificação do uso do solo.

COMÉRCIO	armazém	fruteira	padaria
	bar	mini-mercado	cafeteria
	mercearia	artigos religiosos	artesanato
	açougue	artigos veterinários	brinquedos
	farmácia	artigos tradicionalistas	decoreação
	ferragem	material de escritório	bazar
	floricultura	livraria	brechó
	posto de gasolina	papelaria	roupas
	distribuidora de água	comércio de rações	calçados
	distribuidora de bebidas	produtos agrícolas	variedades
	revenda de gás	produtos naturais	bijuterias
	restaurante	produtos de beleza	aviamentos
	sorveteria	produtos de higiene	tecidos
	tabacaria	material de limpeza	veículos
	supermercado	móveis	bicicletas e acessórios
	autopeças	brick	equipamentos médicos
	moto peças	colchões	materiais de construção
	pneus	obras de arte	ferro velho
	máquinas	celulares	embalagens
	peças agrícolas	jóias	gelo
eletrodomésticos	ótica	extintores	
eletrônicos	artigos de festa		
SERVIÇO	academia	estacionamento	escola de idioma
	associação	garagem	escola de dança
	clube	lavagem de carros	pré-vestibular
	barbeiro	lan house	creche

CONTINUA

SERVIÇO	cabeleireiro estética auto elétrica oficina mecânica oficina de bicicletas chapeamento pintura de veículos borracharia estofaria funelaria marcenaria serralheria chaveiro sapateiro hotel ou pousada	vídeo locadora salão de beleza banco escritório de advocacia escritório contábil imobiliária corretora de seguros produção de fotografia revelação de fotografia produção de eventos consultório médico consultório odontológico ambulatório fisioterapia	escolas universidade posto de saúde assistência técnica assistência em informática conserto de eletrônicos conserto de eletrodomésticos centro de formação de condutores impressão de banners casa noturna jornal rádio veterinária
INSTITUCIONAL	assistência social sindicatos consulados CEEE	SESC SENAC câmara de vereadores receita federal	teatro casa de cultura cadeia museu
RELIGIOSO	igreja	centro espírita	maçonaria
LAZER E ESPORTE	ginásio municipal	pista de skate	

* Destacam-se as linhas da tabela referentes aos usos de comércio e serviço, utilizados nestes estudo.

A cidade de Jaguarão apresenta um total de 591 atividades de comércio e 489 atividades de serviço. Estas atividades estão distribuídas, em 344 trechos de via com atividades de comércio (figura 14); 339 com serviço (figura 15) e 506 com comércio ou serviço (figura 16), sendo que destes trechos, 177 apresentam comércio e serviço. Para representar a rede de comércio e serviço são considerados os carregamentos nos 506 trechos de via que apresentam comércio e/ou serviço.

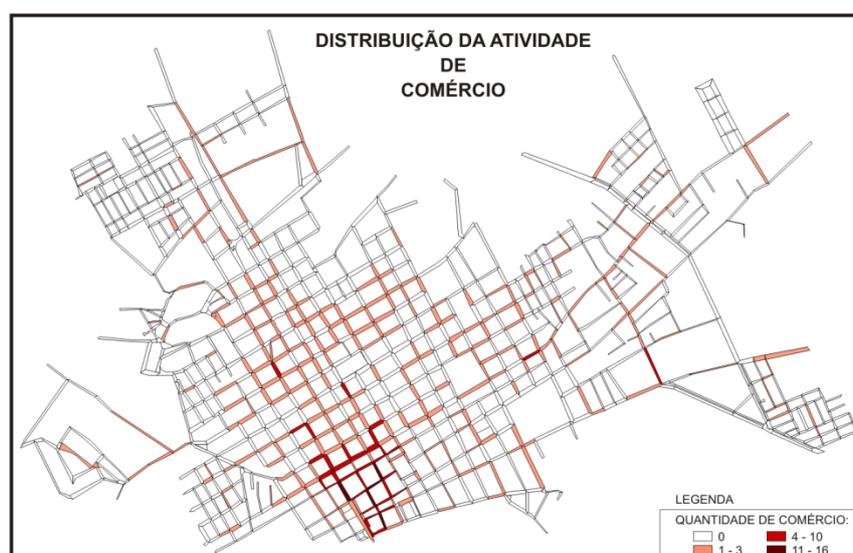


Figura 14 - Distribuição da atividade de comércio nos trechos.

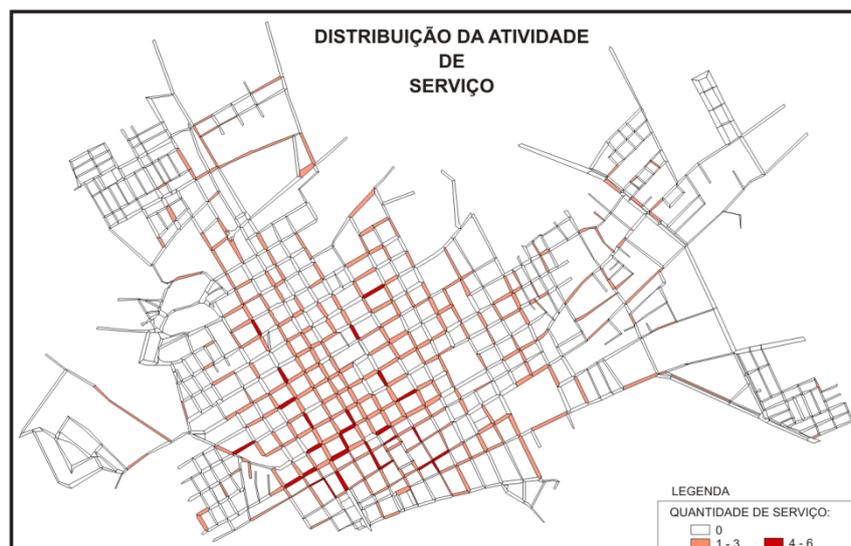


Figura 15 - Distribuição da atividade de serviço nos trechos.

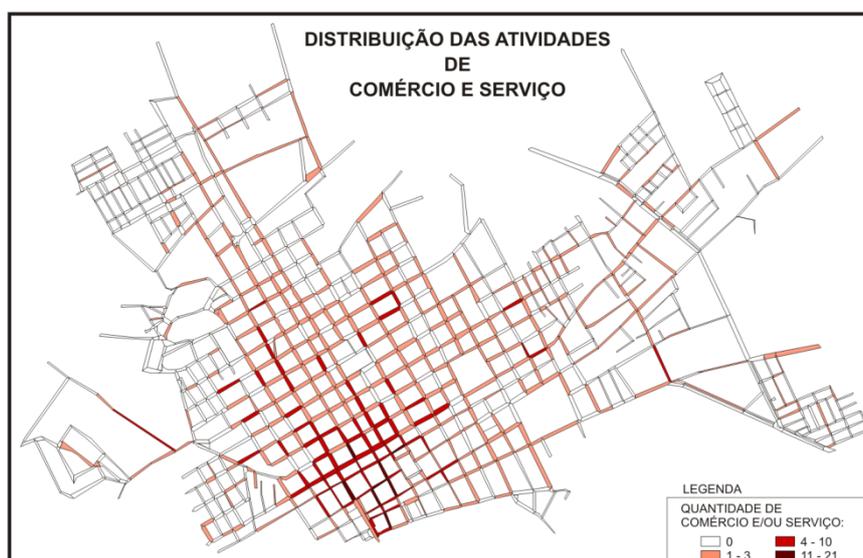


Figura 16 - Distribuição das atividades de comércio e serviço nos trechos.

Os dados populacionais se referem à população total por setor censitário. Para este estudo foi necessária a conversão destes dados para a unidade espacial utilizada, conforme realizado em Faria *et al* (2007). A população de cada setor censitário foi distribuída de forma homogênea pelos trechos de via que fazem parte do setor. Os trechos limítrofes recebem como carregamento a média dos valores dos dois setores. A distribuição da população nos trechos de via é apresentada na figura 17.

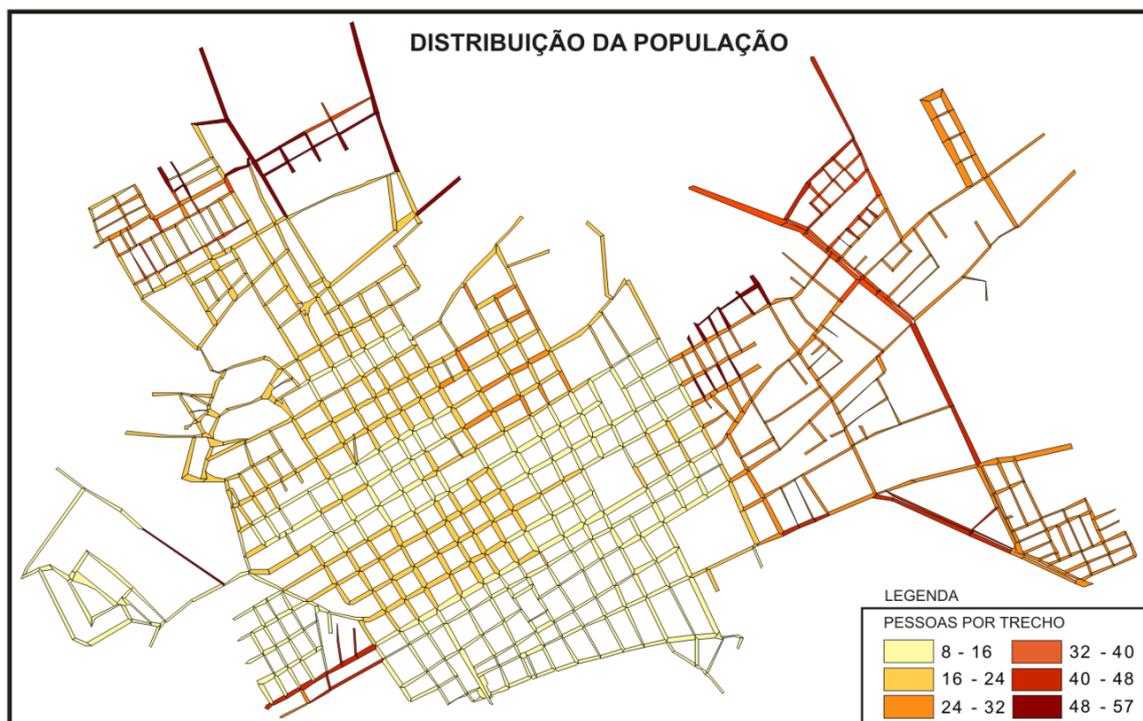


Figura 17 - Distribuição da população nos trechos.

4.3 Análise da Estrutura Espacial Urbana a partir das Diferentes Redes

A estrutura espacial urbana é analisada a partir da interpretação dos resultados das diferentes medidas para a rede configuracional e da medida de polaridade para as três redes das práticas abordadas neste estudo: comércio; serviço; comércio e serviço. Cada uma dessas redes é representada considerando ambos os limites para a conexão remota: 10%, referente às relações entre os centros locais de maior hierarquia e 30%, referente às relações entre todos os centros locais.

4.3.1 Rede da configuração urbana

A análise da estrutura espacial urbana que emerge da rede configuracional é realizada a partir de duas maneiras de conceber o sistema configuracional:

1) considerando exclusivamente os espaços abertos públicos. Neste caso, a estrutura espacial urbana é capturada pela ordenação destes espaços no sistema espacial urbano, obtida através da utilização de duas medidas:

- medida de acessibilidade;
- medida de centralidade;

2) considerando, além dos espaços abertos públicos, a distribuição das formas construídas e das atividades na malha urbana. A estrutura espacial urbana emerge da ordenação dos espaços abertos públicos, capturada a partir da relação entre os usuários dos espaços e as atividades, utilizando-se a medida de polaridade.

A seguir, analisam-se os resultados de cada uma das medidas aplicadas para a rede da configuração urbana na cidade de Jaguarão.

4.3.1.1 Resultados na rede da configuração urbana, exclusivamente pelo sistema de espaços abertos públicos

Os resultados das duas primeiras medidas evidenciam puramente a configuração do sistema de espaços na cidade. A medida de acessibilidade mostra o quanto uma unidade de espaço está próxima de todas as outras unidades de espaço da rede, enquanto a centralidade revela o quanto uma unidade espacial contribui para que se possa alcançar os outros espaços da rede.

Nos resultados das medidas para a cidade de Jaguarão (figuras 18 e 19), observa-se a diferença entre as características de cada medida e as possibilidades de se entender a diferenciação espacial a partir de diversos aspectos da estrutura urbana. Os resultados foram classificados por intervalos naturais, conseqüentemente, observa-se que nos resultados de acessibilidade as classes dos maiores valores apresentam maior número de trechos do que nos resultados de centralidade. Isto acontece devido às características de distribuição dos dados que são diferentes em cada medida: a acessibilidade se aproxima de uma distribuição normal, enquanto o comportamento dos dados na centralidade se assemelha mais a uma distribuição exponencial.

Na figura 18, é possível observar os espaços mais acessíveis agrupados no centro geométrico da cidade. A redução dos valores de acessibilidade acontece de forma gradual e concêntrica, a medida em que os espaços se afastam do centro. Os espaços com maior valor nesta medida são aqueles mais facilmente alcançados a partir de qualquer um dos pontos na rede configuracional.

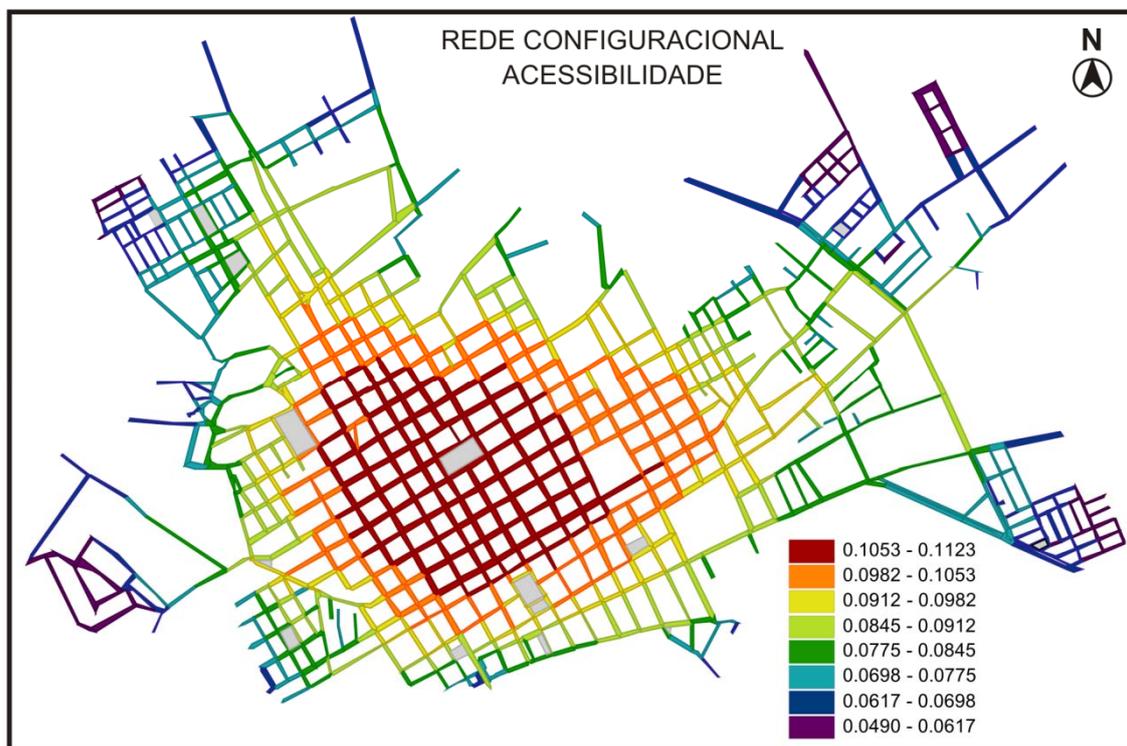


Figura 18 - Resultado da medida de acessibilidade, classificação por intervalos naturais.

Na figura 19, a medida de centralidade coloca em evidência os espaços que são importantes para a conectividade da rede. Os espaços mais centrais são aqueles que fazem parte de um maior número de menores caminhos de conexão entre todos os pares de pontos na rede. A distribuição espacial dos valores de centralidade na cidade apresenta uma característica distinta da medida anterior. Percebe-se que os trechos mais centrais não estão concentrados em uma região, aparecendo em diferentes lugares, mas quando próximos, normalmente configuram uma sequência de trechos em uma mesma via.

Na centralidade, pode haver uma grande diferenciação entre trechos de via adjacentes, ou seja, os trechos com maiores valores da medida podem estar próximos aos trechos com os menores valores. Também é possível observar uma redução gradual dos valores de centralidade em algumas sequências de trechos que fazem parte da mesma via. A representação por trechos possibilita identificar vias urbanas que se destacam na estruturação espacial e, ainda, mostrar a diferenciação espacial entre trechos de uma mesma via.

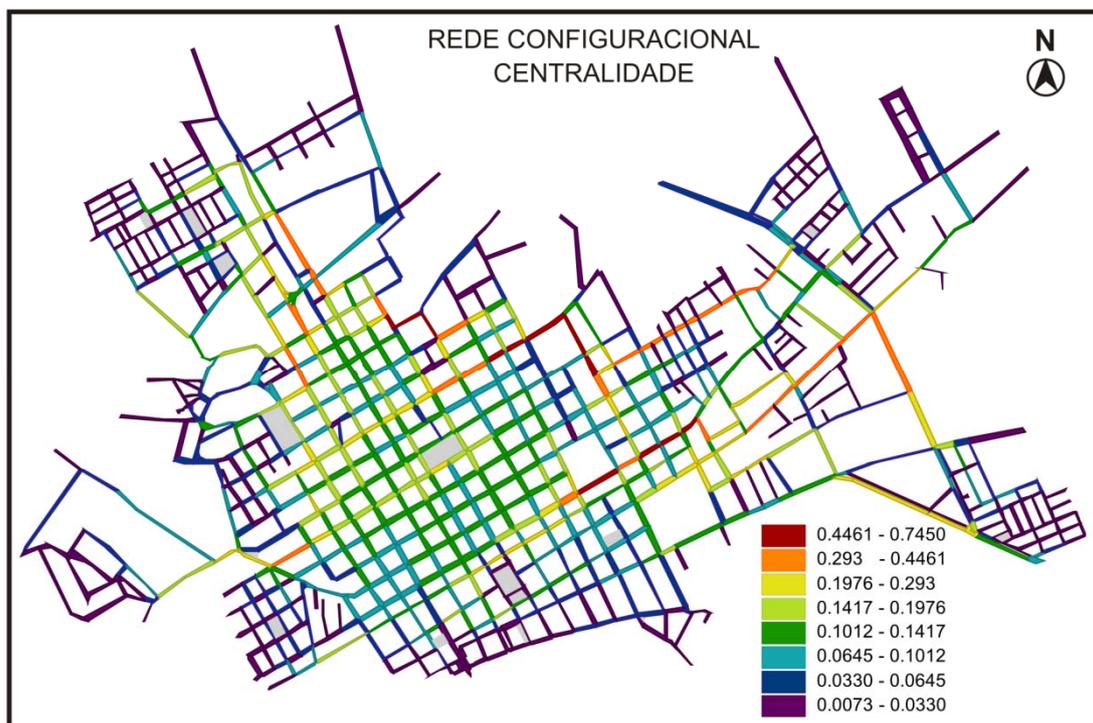


Figura 19 - Resultado da medida de centralidade, classificação por intervalos naturais.

Na figura 20, visualizam-se os espaços de maior hierarquia na estrutura espacial urbana, segundo as medidas de acessibilidade e de centralidade. Percebe-se que estas medidas configuram leituras distintas da estrutura espacial urbana. Outra diferença é a variabilidade dos valores no intervalo referente a 10% dos trechos de maior hierarquia. Na medida de acessibilidade, os valores dos espaços de maior hierarquia variam de aproximadamente 0,10 a 0,11, enquanto, na medida de centralidade de 0,18 a 0,74.

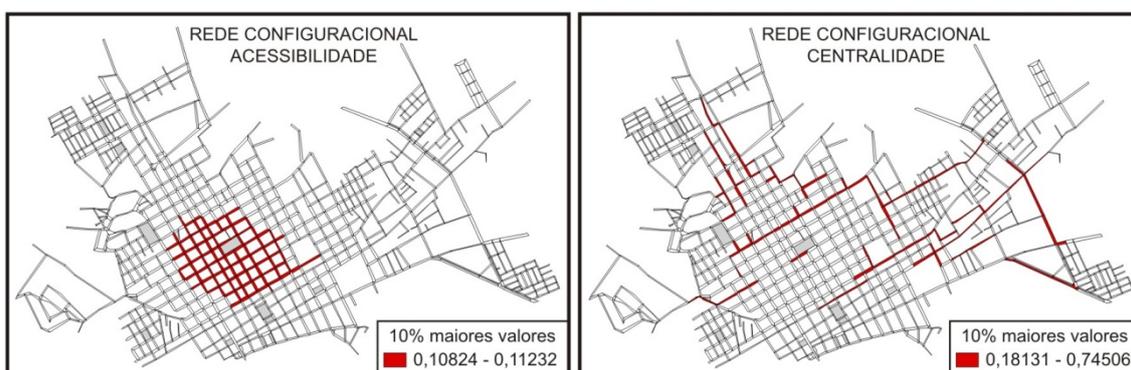


Figura 20 - Trechos de maior hierarquia na rede configuracional, utilizando as medidas de acessibilidade e de centralidade.

A maior diferenciação entre os valores na medida de centralidade indica que a importância dos espaços de maior hierarquia pode variar significativamente. Isso foi

evidenciado anteriormente pela figura 19, na classificação dos resultados pelos intervalos naturais, em que estes valores estão distribuídos nas 4 primeiras classes. Na medida de acessibilidade todos os espaços identificados na figura 20, estão dentre a classe dos maiores valores na classificação por intervalos naturais (figura 18).

4.3.1.2 Resultados na rede da configuração urbana, pelo sistema de espaços abertos públicos, considerando a localização das práticas e dos usuários

Neste segundo caso da análise da rede configuracional, considera-se que a estrutura espacial não depende apenas das relações entre os espaços, mas também do modo como as atividades se distribuem na cidade e atraem os usuários. Os atributos incluídos como carregamentos nos trechos de via são as atividades de comércio e serviço e os usuários, representados pela distribuição da população residente.

A medida de polaridade utilizada captura as possibilidades de percursos a serem realizados pelos usuários para acessar as atividades de comércio e serviço, através da identificação dos menores caminhos entre os usuários e as atividades. Do mesmo modo como na centralidade, os maiores valores da medida são atribuídos aos espaços que fazem parte de um maior número de caminhos. A diferença da medida de polaridade consiste na identificação dos caminhos entre pares ordenados: das origens para os destinos, ou seja, dos usuários às atividades de comércio e serviço.

Analisa-se a estrutura espacial referente a rede configuracional de comércio; serviço e comércio e serviço; que correspondem às mesmas atividades consideradas nas redes das práticas. Os resultados da medida estão classificados pelos intervalos naturais. Assim como na medida de centralidade, os valores obtidos pelos diferentes espaços apresentam uma distribuição exponencial. Por isso, percebe-se que o número de trechos em cada classe de valores varia consideravelmente. As classes dos maiores valores apresentam um menor número de trechos, enquanto há maior quantidade de trechos nas classes dos valores mais baixos.

Na rede configuracional, considerando as atividades de comércio (figura 21), os trechos na classe dos maiores valores da medida de polaridade estão concentrados em uma única via. Ao observar o mapa é possível constatar que, configuracionalmente, esta via é o principal caminho que conecta os moradores da zona leste da cidade ao centro comercial. Na segunda classe de maiores valores da medida se destacam: os trechos de uma outra via a leste, paralela à primeira; os trechos do centro em que há maior

concentração de comércio e os trechos de uma via de conexão entre a zona norte da cidade e o centro.

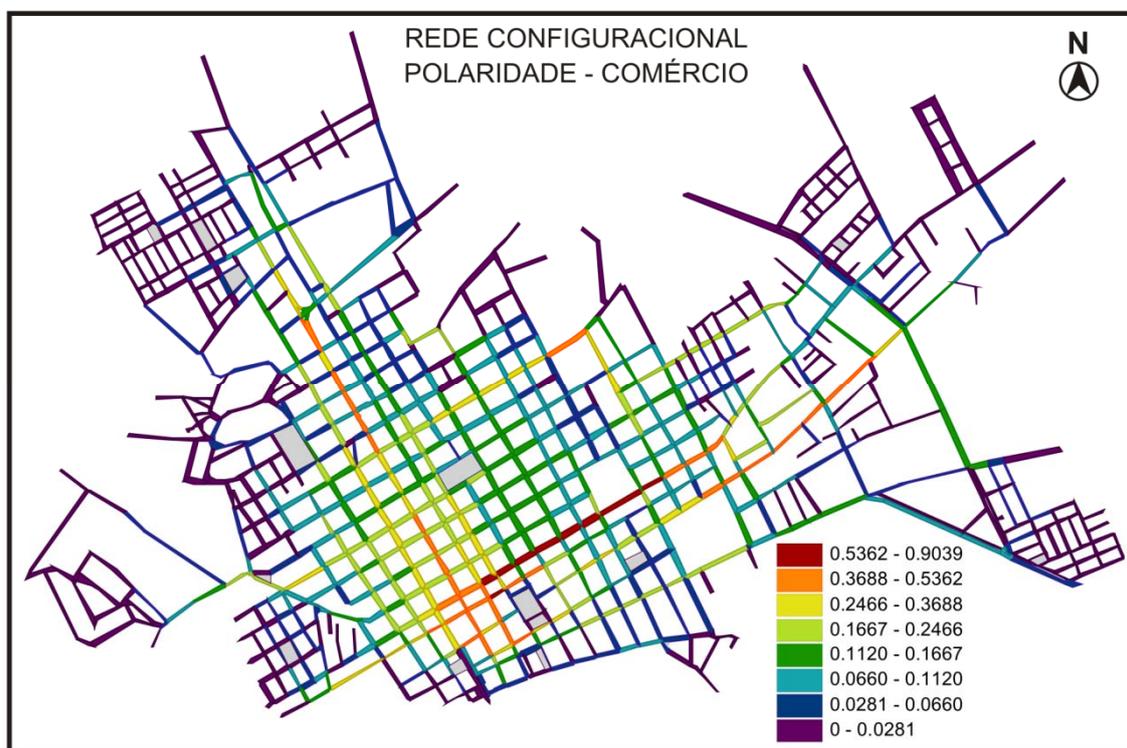


Figura 21 - Resultado da medida de polaridade na rede configuracional considerando a distribuição das atividades de comércio, classificação por intervalos naturais.

Na rede configuracional, considerando as atividades de serviço (figura 22), os trechos nas vias de conexão entre as zonas leste e norte e o centro, identificadas na figura anterior, continuam aparecendo nas classes dos maiores valores da medida. As principais diferenças entre os mapas estão na distribuição dos valores da medida na área central. Enquanto na rede do comércio, observa-se uma área de concentração de trechos com altos valores mais ao sul, na rede de serviço identifica-se uma concentração de trechos na terceira classe dos maiores valores mais ao centro do mapa.

A figura 23 apresenta a rede configuracional considerando a influência conjunta das atividades de comércio e serviço na estruturação espacial urbana. O resultado da medida para esta rede reforça a importância dos espaços que apresentam os maiores valores em ambas as redes anteriores, colocando em evidência as duas vias no sentido norte-sul e leste-oeste destacadas anteriormente nas figuras 21 e 22. Observa-se a distribuição dos maiores valores da medida identificando mais trechos ao longo de uma mesma via do que trechos aglomerados que podem caracterizar uma área da cidade.

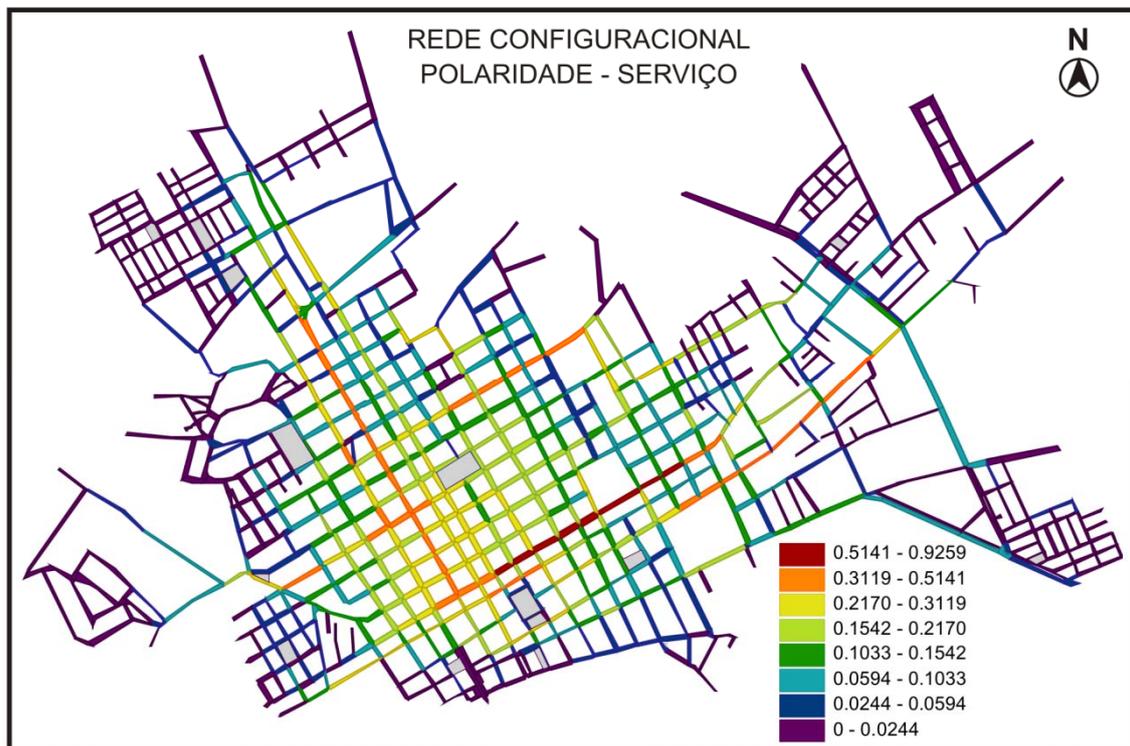


Figura 22 - Resultado da medida de polaridade na rede configuracional considerando a distribuição das atividades de serviço, classificação por intervalos naturais.

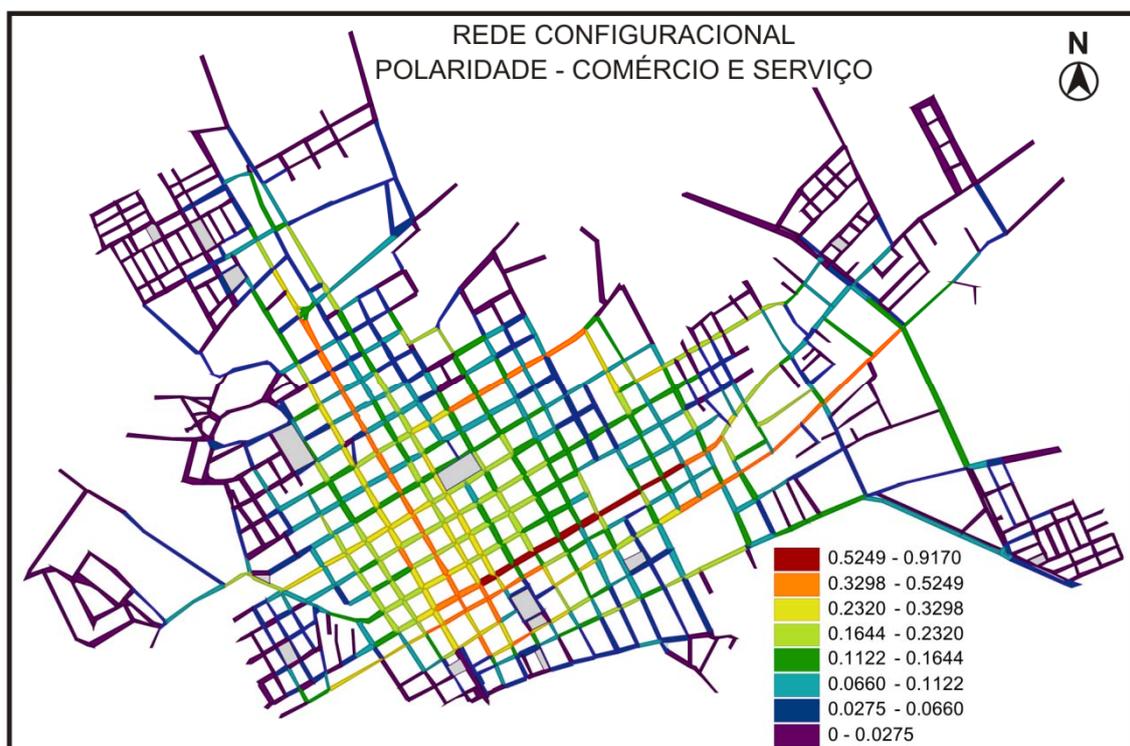


Figura 23 - Resultado da medida de polaridade na rede configuracional considerando a distribuição das atividades de comércio e serviço, classificação por intervalos naturais.

De modo geral, os resultados da medida de polaridade se assemelham nas três redes que incluem as diferentes atividades. No entanto, a figura 24 mostra que a semelhança dos espaços de maior hierarquia acontece mais em relação aos trechos identificados em uma mesma via, do que aos trechos que se localizam próximos em uma determinada área. Isto demonstra a influência dos atributos referentes aos usuários - comuns aos três casos - e a capacidade da medida em capturar os prováveis percursos destes usuários aos locais de comércio e serviço.

A concentração de trechos de maior hierarquia é observada em áreas diferentes, comparando-se a rede com as atividades de comércio e a rede com serviço, indicando os espaços que podem fazer parte dos percursos associados à cada tipo de atividade. Na rede em que são considerados ambos os tipos de atividade, os espaços de maior hierarquia coincidem com os espaços identificados em uma das outras duas redes, que consideram comércio ou serviço separadamente.

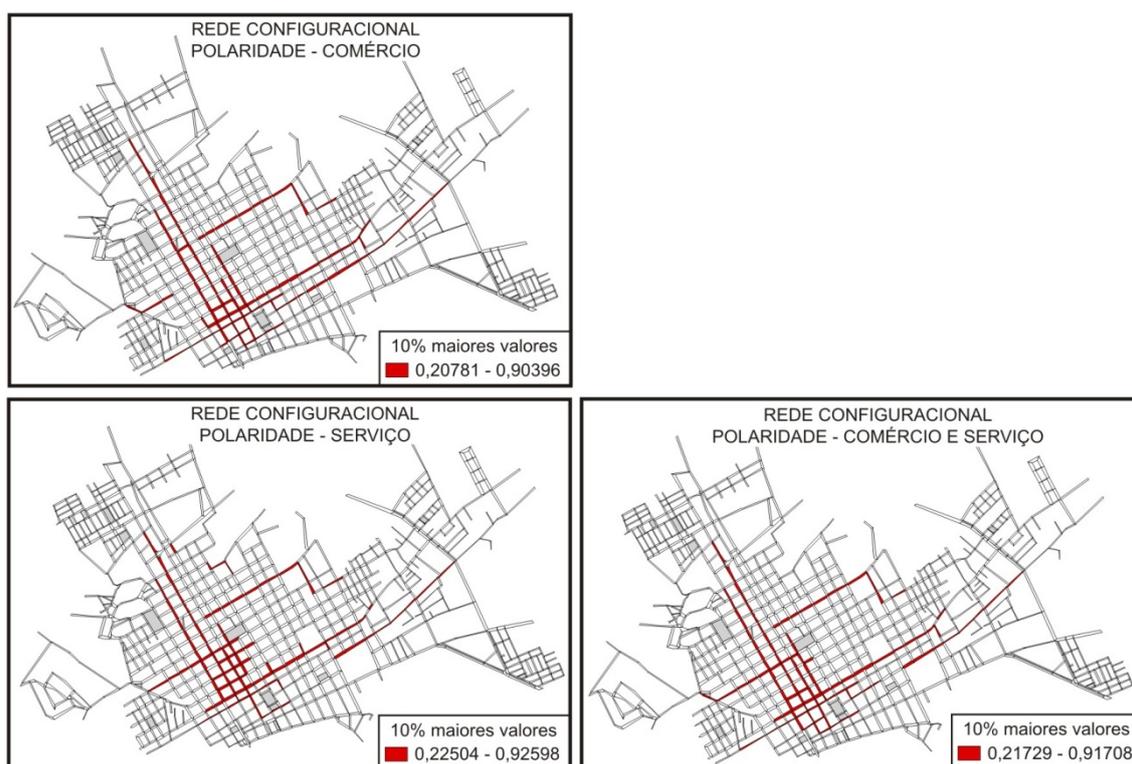


Figura 24 - Trechos de maior hierarquia na rede configuracional, utilizando a medida de polaridade, considerando as atividades de comércio; serviço e comércio e serviço.

É importante salientar que a rede configuracional considerando as atividades de comércio e serviço não se constitui como um somatório das outras duas redes. Embora

semelhantes, a ordenação dos trechos e os valores da medida variam em cada uma das redes, conforme ilustra a tabela 5. A tabela mostra o resultado da medida de polaridade para as três redes, referente aos trinta trechos que ocupam as primeiras posições na rede configuracional com as atividade de comércio e serviço. Nesta pequena amostra do universo de 1168 unidades espaciais, já é possível perceber as diferenças entre as redes. Apenas as quatro primeiras posições e a sétima posição coincidem nas três redes. A partir da décima linha da tabela, os valores e a hierarquia das redes apresentam maior variação.

Tabela 5 - resultado da medida de polaridade em cada uma das redes, para os trinta primeiros trechos na rede configuracional com as atividade de comércio e serviço.

REDE CONFIGURACIONAL								
COMÉRCIO			SERVIÇO			COMÉRCIO E SERVIÇO		
ID	VALOR	POSIÇÃO	ID	VALOR	POSIÇÃO	ID	VALOR	POSIÇÃO
441	0,90397	1	441	0,92599	1	441	0,91708	1
442	0,73991	2	442	0,72873	2	442	0,73765	2
443	0,72262	3	443	0,68319	3	443	0,70767	3
444	0,68046	4	444	0,63961	4	444	0,66467	4
440	0,65331	6	440	0,62614	5	440	0,64347	5
145	0,66484	5	145	0,58478	6	145	0,63135	6
113	0,65146	7	113	0,53452	7	113	0,60117	7
115	0,64104	8	115	0,45894	9	115	0,56099	8
439	0,53027	11	439	0,51418	8	439	0,52491	9
438	0,48443	13	438	0,42768	13	438	0,46069	10
117	0,48531	12	117	0,41246	15	117	0,45461	11
94	0,53623	9	94	0,33220	43	94	0,44662	12
874	0,45774	17	874	0,42805	12	874	0,44518	13
872	0,44455	23	872	0,44193	11	872	0,44422	14
875	0,45389	18	875	0,42577	14	875	0,44207	15
576	0,42670	28	576	0,44289	10	576	0,43251	16
891	0,44771	19	891	0,39749	17	891	0,42642	17
95	0,53122	10	95	0,28427	65	95	0,42188	18
881	0,44514	21	881	0,39104	20	881	0,42119	19
880	0,44584	20	880	0,37850	23	880	0,41643	20
135	0,47265	15	135	0,34242	38	135	0,41569	21
111	0,44007	25	111	0,35781	31	111	0,40486	22
968	0,42381	29	968	0,37987	22	968	0,40426	23
12	0,48348	14	12	0,30151	54	12	0,40248	24
154	0,43607	26	154	0,32932	44	154	0,38941	25
119	0,40691	33	119	0,36044	28	119	0,38782	26
402	0,37730	43	402	0,39261	18	402	0,38517	27
584	0,37946	41	584	0,39120	19	584	0,38320	28
109	0,39552	35	109	0,35904	29	109	0,38074	29
98	0,44483	22	98	0,29261	61	98	0,37785	30

* Destacadas as posições dentre as trinta primeiras da hierarquia de cada rede.

Analisando os resultados de todas redes configuracionais, é interessante observar o que cada uma das medidas mostra. Nas duas primeiras medidas - acessibilidade e centralidade - o resultado revela a estrutura espacial que emerge puramente das relações de distância e posição relativa entre as unidades espaciais. A medida de acessibilidade mostra a delimitação de uma área com os trechos mais acessíveis. Na medida de centralidade os trechos com os valores mais altos estão distribuídos em algumas vias da cidade que são importantes para a conexão entre diferentes áreas urbanas.

A medida de polaridade, além de identificar os menores caminhos entre pares de pontos, como a medida de centralidade, considera a distribuição desigual dos usuários e das atividades no espaço urbano. Desse modo, a estrutura espacial urbana capturada por esta medida na rede configuracional, indica importantes vias de conexão entre os usuários e as atividades. Nesta medida, parece haver a convergência dos espaços de maior hierarquia em direção a uma determinada área na qual se concentram vários destes espaços. Na centralidade, os trechos de maior hierarquia estão mais dispersos, enquanto na acessibilidade estão concentrados. A polaridade identifica tanto as vias, quanto as áreas mais importantes na estrutura espacial urbana.

4.3.2 Redes das Práticas

Na rede das práticas a estrutura espacial urbana emerge a partir da interação entre a configuração urbana e as práticas no espaço urbano, considerando as relações entre as práticas. A análise é realizada a partir da utilização da medida de polaridade, mesma medida já aplicada na análise da rede configuracional. A polaridade evidencia as relações entre os espaços abertos públicos e a distribuição das práticas e dos usuários no espaço urbano. A principal diferença neste caso se deve à concepção das redes das práticas, que considera relações espaciais e não-espaciais, incluindo as conexões remotas na sua representação.

Conforme descrito anteriormente, a medida de polaridade considera a tensão direcionada entre pares de pontos, identificando os menores caminhos entre os usuários e as atividades. Na rede com as conexões remotas simula-se uma aproximação entre os diferentes centros locais, pois os pontos de aglomeração estão diretamente conectados, representando as relações entre as práticas. Estas relações reforçam a atratividade dos pontos de aglomeração e de seu entorno, intensificando a diferenciação entre a área de influência das aglomerações e as áreas mais distantes desses pontos. Entende-se que o

resultado da medida nas redes das práticas possibilita representar a sobreposição dos centros locais em uma hierarquia e a diversidade de opções para os usuários, que ao acessarem um dos centros estão mais próximos de todos os outros.

A estrutura espacial urbana revelada por esta rede é influenciada tanto pelas características configuracionais como pelas práticas. Os resultados da medida indicam a hierarquia dos espaços que emerge da interação entre configuração urbana e práticas, possibilitando a interpretação da influência das relações entre as práticas na estrutura espacial urbana. A seguir, apresentam-se os resultados em cada uma das redes das práticas abordadas neste trabalho.

4.3.2.1 Rede das práticas: comércio

A rede das práticas de comércio inclui, na forma de carregamento dos trechos, os atributos referentes às atividades de comércio e aos usuários. As conexões remotas são estabelecidas conforme o procedimento descrito no método (seção 3.4.5.1).

Na representação da rede das práticas de comércio considerando as relações entre os centros de maior hierarquia são identificados seis centros locais. Estes centros estão remotamente conectados através dos pontos de aglomeração de atividades de cada centro (figura 25a). Na representação da rede das práticas considerando as relações entre todos os centros locais, além dos centros de maior hierarquia, são identificados mais seis centros, totalizando doze pontos de aglomeração que estão remotamente conectados (figura 25b). É possível observar que a maioria dos centros de maior hierarquia se localizam na área mais consolidada da cidade. Na representação que considera todos os centros locais, quase todos os loteamentos apresentam pelo menos um ponto de aglomeração de atividades.

A estrutura espacial na rede das práticas de comércio considerando as relações entre os centros locais de maior hierarquia pode ser visualizada a partir do resultado da medida de polaridade (figura 26). Observa-se que os trechos com os maiores valores da medida constituem os centros locais remotamente conectados. Os trechos com valores intermediários se localizam ao redor dos pontos de aglomeração de atividades e também ao longo de algumas vias que podem servir de caminho entre os centros. O resultado da medida mostra um contraste intenso entre os centros de aglomeração de atividades, que se destacam por apresentar os maiores valores da medida, e as outras áreas da cidade, nas quais a grande maioria dos trechos estão classificados com os menores valores da

medida. Além disso, os valores obtidos pelos trechos na classe de maior hierarquia apresentam uma grande diferença em relação aos valores dos trechos nas outras classes. Os altos valores são decorrentes da inclusão das conexões remotas, que aumentam o número de menores caminhos na rede.

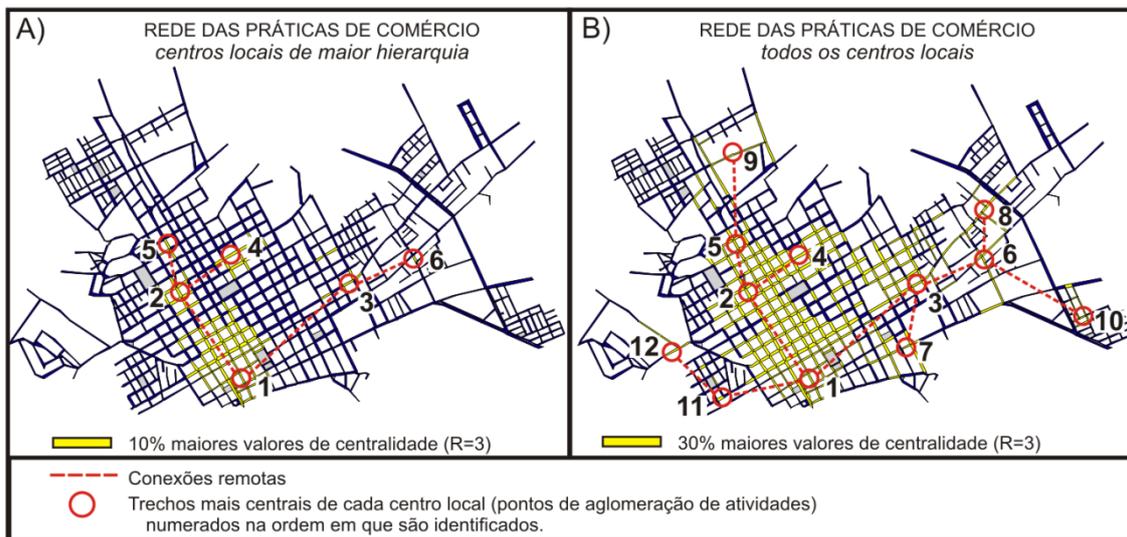


Figura 25 - Pontos de aglomeração de atividades, numerados conforme a ordem em que são identificados e conexões remotas na rede das práticas de comércio: a) entre os centros locais de maior hierarquia e b) entre todos os centros locais.

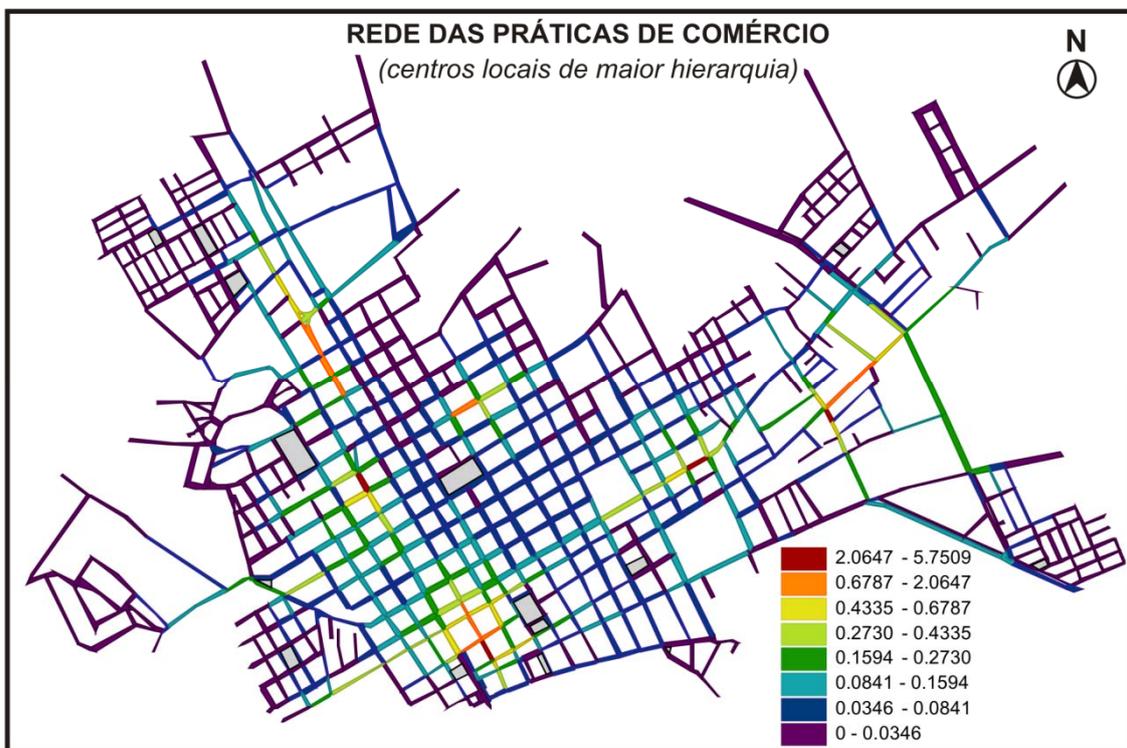


Figura 26 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio, considerando os centros locais de maior hierarquia.

Na rede das práticas de comércio considerando as relações entre todos os centros locais, a estrutura espacial pode ser visualizada a partir do resultado da medida de polaridade (figura 27). A hierarquia nesta rede se caracteriza por apresentar um maior número de trechos nas classes dos menores valores da medida do que a rede anterior. Conseqüentemente, as classes dos maiores valores da medida apresentam um menor número de trechos, sendo os valores da medida ainda mais altos do que no caso anterior. Esses trechos correspondem aos pontos de aglomeração dos centros de maior hierarquia. Nas classes de valores intermediários da medida são identificados trechos que fazem parte do restante dos centros locais e de algumas das vias que conectam estes centros.

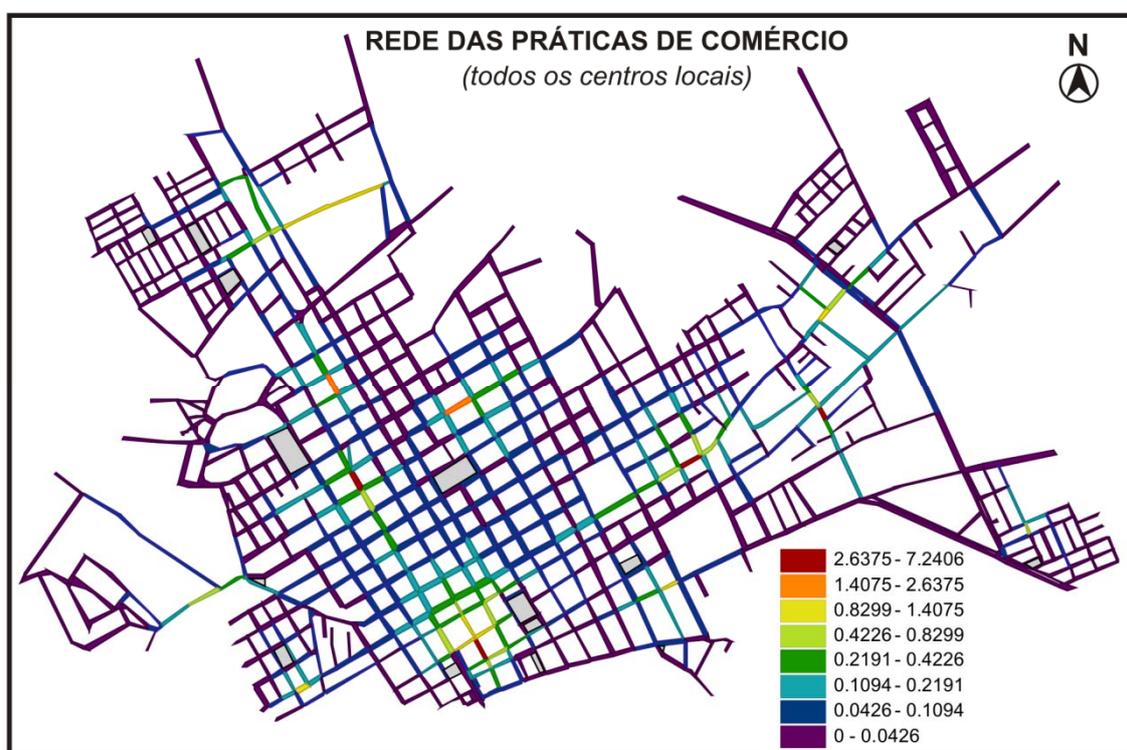


Figura 27 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio, considerando todos os centros locais.

Em ambas as redes das práticas de comércio, os resultados da medida de polaridade apresentam nas classes dos maiores valores os trechos que se constituem como pontos de aglomeração dos centros de maior hierarquia. Nos valores intermediários é possível identificar: uma via no sentido norte-sul e outra no sentido leste-oeste, nos resultados das duas redes. A principal diferença entre os resultados destas redes é a diminuição da quantidade de trechos nas classes dos maiores valores,

quando é utilizada a representação da rede das práticas considerando as relações entre todos os centros locais.

4.3.2.2 Rede das práticas: serviço

A rede das práticas de serviço inclui os atributos referentes às atividades de serviço e aos usuários, na forma de carregamento dos trechos. As conexões remotas são estabelecidas conforme o procedimento proposto no método (seção 3.4.5.1).

Na representação da rede das práticas considerando os centros de maior hierarquia são identificados três centros locais. Estes centros estão remotamente conectados através dos pontos de aglomeração de atividades de cada centro (figura 28a). Na representação da rede das práticas considerando todos os centros locais, além dos centros de maior hierarquia, são identificados mais três centros, totalizando seis pontos de aglomeração que estão remotamente conectados (figura 28b).

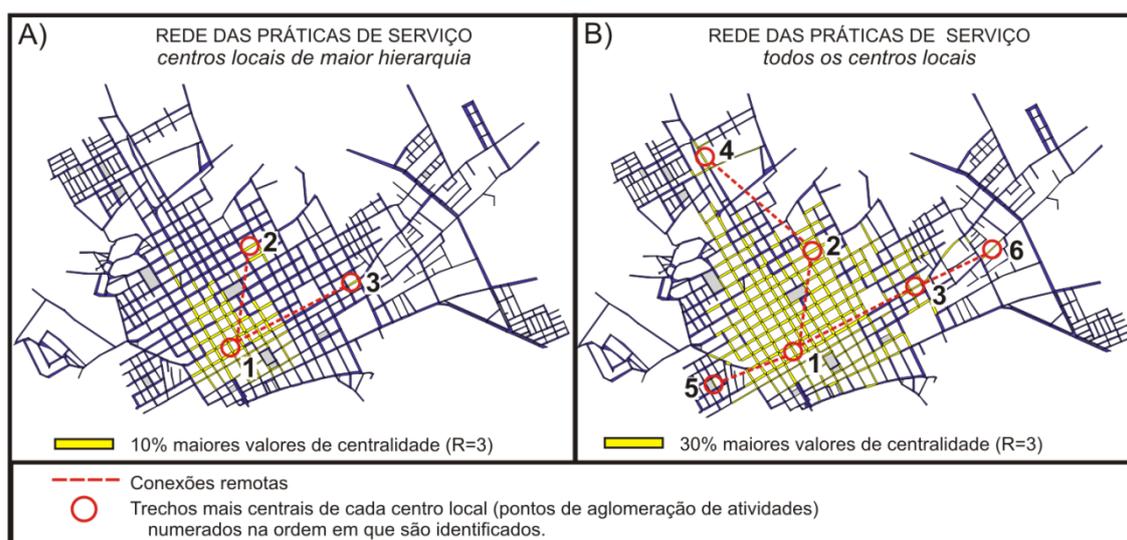


Figura 28 - Pontos de aglomeração de atividades nos centros locais, numerados conforme a ordem em que são identificados e conexões remotas na rede das práticas de serviço: a) entre os centros locais de maior hierarquia e b) entre todos os centros locais.

Nas redes das práticas de serviço, tanto a representação considerando os centros de maior hierarquia, como a que considera todos os centros, apresenta a metade do número de centros identificados nas redes das práticas de comércio. Isto indica uma tendência maior de aglomeração das atividades de comércio em centros locais, se comparada às atividades de serviço.

No resultado da medida de polaridade para a rede das práticas de serviço considerando as relações entre os centros de maior hierarquia (figura 29), os trechos com os maiores valores aparecem agrupados em três áreas, que correspondem aos centros locais remotamente conectados. O intervalo dos maiores valores apresenta maior amplitude do que os intervalos das classes de menores valores da medida, acentuando a diferenciação entre os trechos. Nas classes com os valores intermediários da medida são identificados trechos ao redor dos centros locais e ao longo de vias que estão nos caminhos entre estes centros.

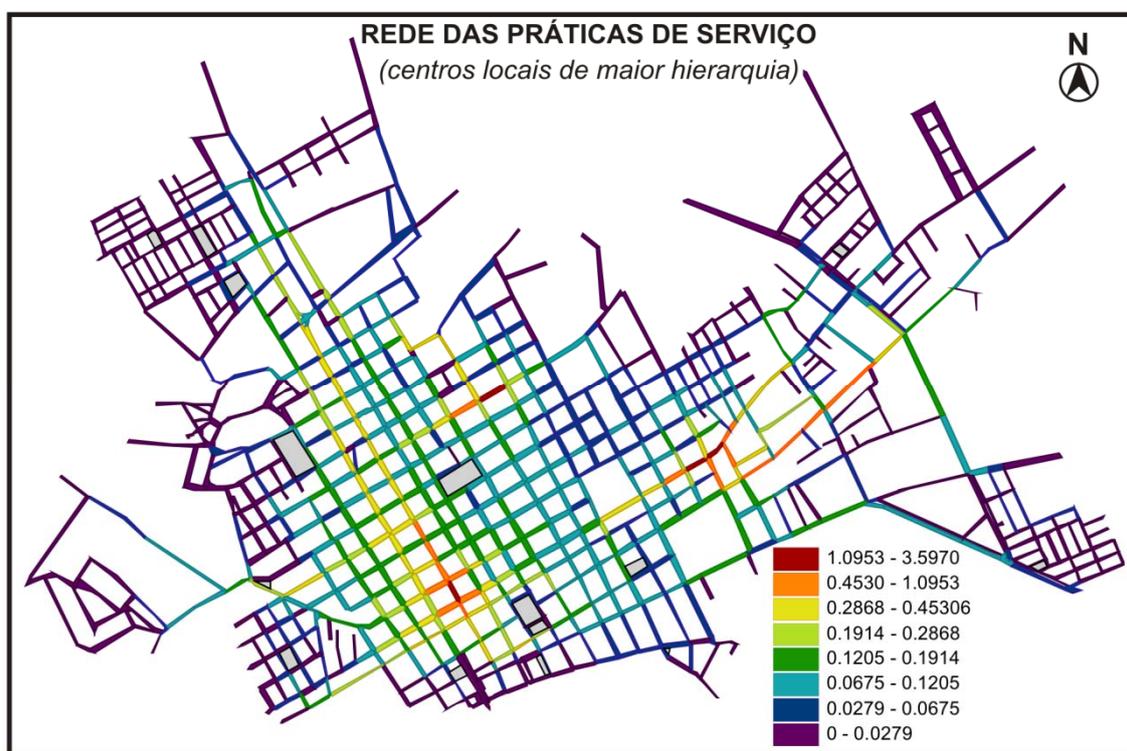


Figura 29 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de serviço, considerando os centros locais de maior hierarquia.

Na rede das práticas de serviço que considera as relações entre todos os centros locais, o resultado da medida de polaridade (figura 30) apresenta a concentração dos maiores valores da medida nos trechos remotamente conectados. O entorno imediato destes trechos apresentam valores intermediários da medida. Do mesmo modo como na rede das práticas de comércio, a representação que inclui as relações entre todos os centros locais, apresenta um aumento na diferenciação dos trechos de maior hierarquia em relação aos demais trechos, percebido pelos valores mais altos na primeira classe e pela maior quantidade de trechos nas classes dos valores menores da medida.

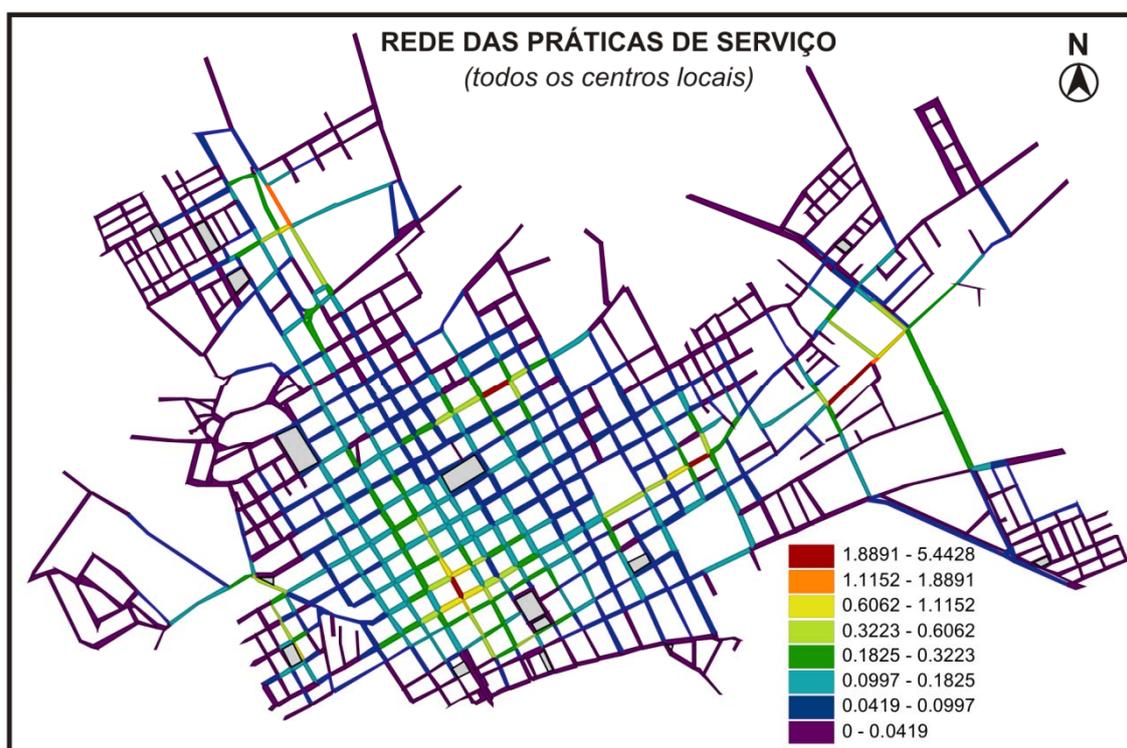


Figura 30 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de serviço, considerando todos os centros locais.

4.3.2.3 Rede das práticas: comércio e serviço

A rede das práticas de comércio e serviço inclui os atributos referentes às atividades de comércio e de serviço e aos usuários, na forma de carregamento dos trechos. Nesta rede, a quantidade de atividades em cada trecho corresponde à soma das atividades das duas redes apresentadas anteriormente. As conexões remotas são estabelecidas conforme o procedimento proposto no método (seção 3.4.5.1).

Na representação da rede das práticas considerando os centros de maior hierarquia (figura 31a), os três centros locais identificados são os mesmos da rede das práticas de serviço. No entanto, a localização do primeiro ponto de aglomeração é diferente, fazendo com que o terceiro ponto esteja equidistante dos dois primeiros, estabelecendo a conexão remota com ambos. Na representação da rede das práticas considerando todos centros locais (figura 31b), são identificados mais três centros, que também correspondem aos da rede das práticas de serviço. A diferença neste caso está na localização de um dos pontos de aglomeração e na sequência em que estes pontos são identificados.

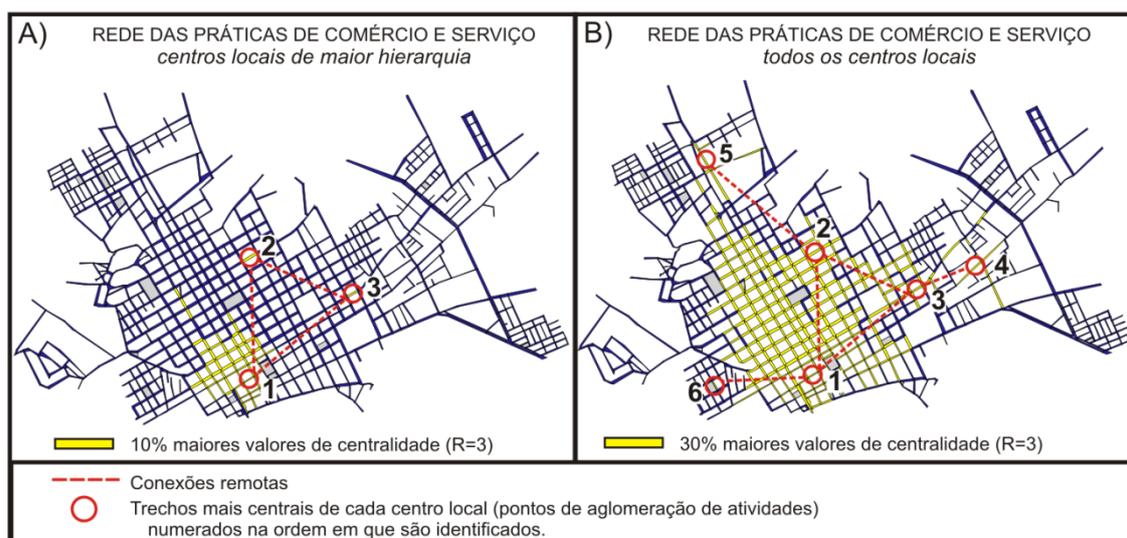


Figura 31 - Pontos de aglomeração de atividades nos centros locais, numerados conforme a ordem em que são identificados e conexões remotas na rede das práticas de comércio e serviço: a) entre os centros locais de maior hierarquia e b) entre todos os centros locais.

No resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio e serviço considerando as relações entre os centros de maior hierarquia (figura 32), os maiores valores da medida encontram-se nos trechos que são os pontos de aglomeração de atividades. Os trechos no entorno destes pontos estão na segunda e na terceira classe de valores da medida. Alguns trechos a leste e uma área no sentido norte-sul pode ser identificada por apresentar trechos nas classes intermediárias da medida.

No resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio e serviço considerando as relações entre todos os centros locais (figura 33), os maiores valores da medida também pertencem aos trechos que são pontos de aglomeração de atividades, incluindo os pontos mais periféricos. O entorno desses pontos e algumas vias de conexão entre eles apresentam valores médios.

Assim como nas redes das práticas que consideram separadamente as atividades de comércio e de serviço, o resultado da medida se caracteriza por apresentar maior diferenciação entre os trechos dentro da classe dos maiores valores do que nas outras classes, sendo que com as conexões remotas entre todos os centros locais a diferença se intensifica. A diferenciação ocorre também entre as classes: quanto maiores os valores, maior a diferença de uma classe para a outra, sendo que os trechos nas classes mais baixas apresentam maior similaridade nos valores da medida.

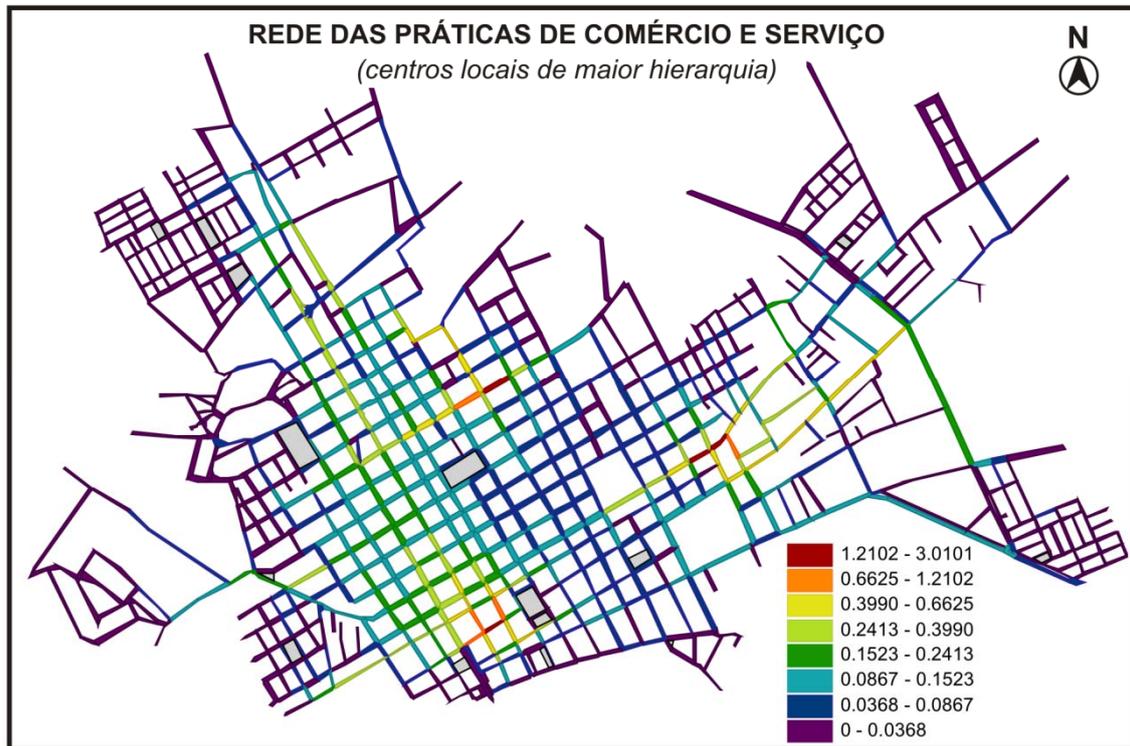


Figura 32 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio e serviço, considerando os centros locais de maior hierarquia.

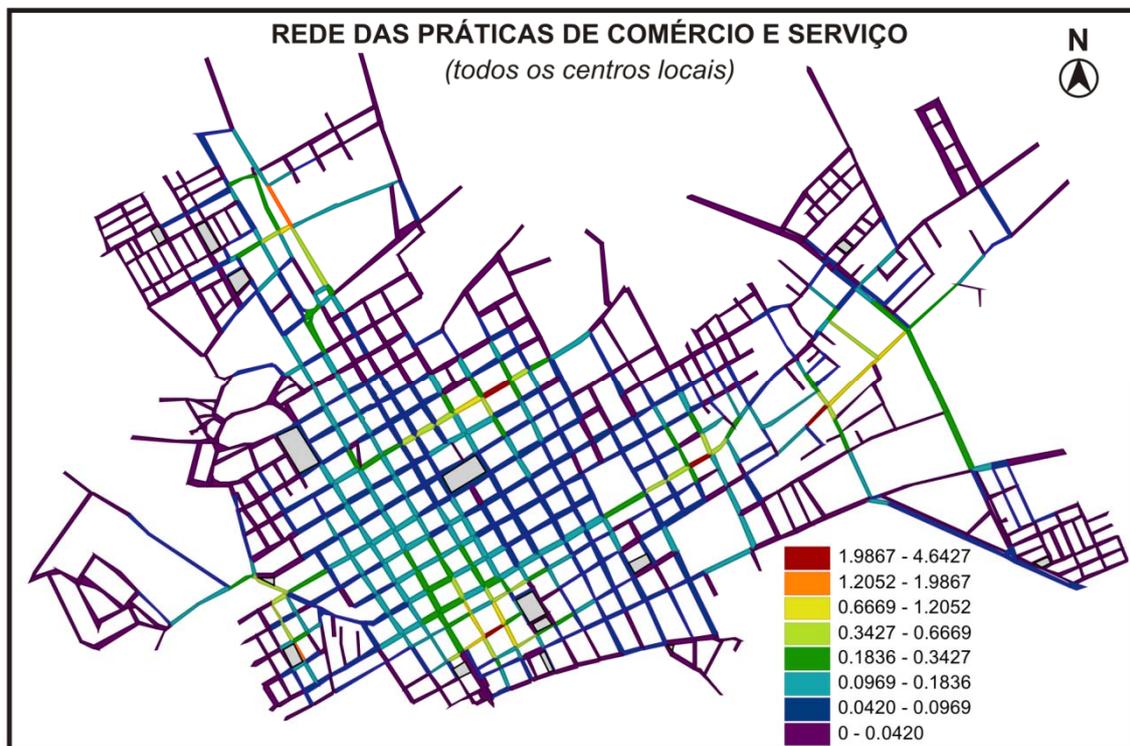


Figura 33 - Resultado da medida de polaridade na rede das práticas de comércio e serviço, considerando todos os centros locais.

A partir da análise dos resultados da medida de polaridade nas três redes das práticas avaliadas, é possível perceber os efeitos da representação das relações entre as práticas, por meio das conexões remotas. Estas conexões modificam a estrutura das redes intensificando a diferenciação entre os espaços de maior hierarquia e o restante da rede. Nos três casos, a representação das conexões entre todos os centros locais, na qual há um maior número de conexões, a diferenciação aumenta em relação à representação que considera apenas os centros de maior hierarquia.

4.4 Cooperação e Competição entre Configuração Urbana e Práticas

Para verificar a existência de situações de cooperação e competição entre a configuração urbana e as práticas, realiza-se uma análise de correspondência entre a estrutura espacial na rede configuracional e a quantidade de atividades de comércio e de serviço em cada trecho da cidade. Para isso, são utilizados os resultados das três medidas aplicadas à rede configuracional e os dados referentes à quantidade e distribuição das atividades de comércio e serviço. A análise foi realizada com o auxílio do *software* SPSS Statistics, versão 17.0, para as três situações que estão sendo investigadas neste trabalho, ou seja, considerando comércio e serviço de modo independente e em conjunto.

Para realizar esta análise é preciso organizar os dados referentes a cada uma das variáveis em classes, definidas de acordo com as características da distribuição dos dados. Nas medidas da rede configuracional foram observados os histogramas de frequência para cada medida (figura 34). Na medida de acessibilidade, que apresenta a distribuição dos valores de modo mais homogêneo, utilizou-se a classificação em quintis e nas medidas de centralidade e polaridade, nas quais o histograma de frequência mostra uma distribuição exponencial dos dados, os trechos foram classificados em três classes de valores estabelecidas pelo intervalo natural, conforme ilustra a tabela 6. Com relação aos dados da distribuição das atividades na malha urbana, os trechos foram classificados em três classes de acordo com a quantidade de atividades que apresentam: a) 0; b) 1 - 2; c) 3 ou mais.

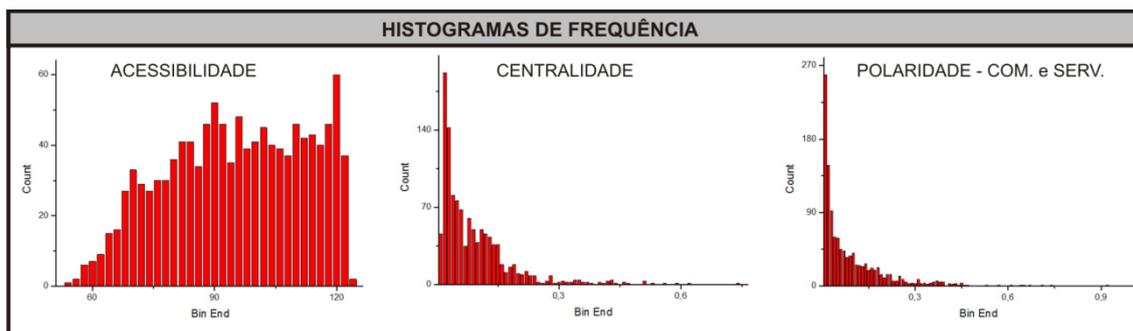


Figura 34 - Histogramas de frequência das medidas para a rede configuracional. Os dois primeiros gráfico se referem às medidas sem carregamentos. O terceiro gráfico se refere à medida de polaridade para comércio e serviço.

Tabela 6 - intervalo de valores das medidas na classificação dos trechos em três classes pelo intervalo natural. (C = comércio; S = serviço; CS = comércio e serviço)

Classe	Medidas da Rede Configuracional			
	Centralidade	Polaridade C	Polaridade S	Polaridade CS
1	0 - 0,0868	0 - 0,09207	0 - 0,09723	0 - 0,09265
2	0,0868 - 0,2542	0,09207 - 0,286	0,09723 - 0,26413	0,09265 - 0,2712
3	0,2542 - 0,731217	0,286 - 0,90396	0,26413 - 0,92598	0,2712 - 0,917081

As associações entre as variáveis que representam as características configuracionais e a variável da quantidade de atividades foram verificadas através da análise de correspondência utilizando-se o teste do qui-quadrado, complementado pela análise dos resíduos ajustados. A partir da análise de resíduos ajustados verifica-se em quais situações a associação entre as variáveis, analisadas aos pares, é significativa. Nas tabelas de resultados, a porcentagem indica a parcela de trechos com determinada quantidade de atividade que se encontra em cada classe das medidas.

As situações de cooperação são constatadas quando existe uma associação significativa entre as classes dos valores mais altos das medidas e os trechos com maior quantidade de atividades e a associação entre as classes mais baixas das medidas e os trechos em que não há presença de atividade. Então, a configuração e as práticas cooperam quando observa-se associação significativa na diagonal principal da tabela, proporcionalmente aos valores de porcentagem obtidos nesta diagonal. Inversamente, existem situações de competição observadas na parcela de trechos que apresentam quantidade significativa de atividades e estão classificados com os menores valores das medidas, na razão da porcentagem apresentada nas tabelas dos resultados.

Além das tabelas com os resultados da análise de correspondência, apresentam-se as figuras que mostram a sobreposição dos trechos com os maiores valores das medidas na rede configuracional aos trechos com a maior quantidade de atividades. As figuras auxiliam na visualização e análise das situações de cooperação e competição. Os resultados relativos a cada atividade são apresentados a seguir.

4.4.1 Associação entre as medidas na rede configuracional e a quantidade de comércio em cada trecho

As tabelas e figuras a seguir, apresentam os resultados da associação entre as medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade do comércio e a quantidade de comércio nos trechos.

O resultado da análise de correspondência entre a medida de acessibilidade na rede configuracional e a quantidade de comércio nos trechos é apresentado na tabela 7. A análise de resíduos ajustados mostra que existe associação significativa entre a acessibilidade baixa e média-baixa e a ausência de comércio e, entre a acessibilidade alta e média-alta e a presença de atividades comerciais, indicando situações de cooperação entre as características da configuração e das práticas em alguns espaços. Ao mesmo tempo, 47,1% dos trechos com maior quantidade de comércio não apresenta os maiores valores de acessibilidade.

Esta situação pode ser visualizada no mapa da figura 35, a partir do qual é possível identificar os trechos que caracterizam situações de competição: maiores valores de acessibilidade com menor intensidade de atividades, ou vice-versa. As áreas de cooperação podem ser identificadas nos trechos em que há a sobreposição da classe 5 da medida com a maior quantidade de comércio.

Tabela 7 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e os resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

		Quantidade de comércio no trecho			
		0	1 a 2	3 ou mais	
ACESSIBILIDADE	1 (baixa)	% da quantidade de comércio	25,5% **	8,4%	0%
	2 (média-baixa)	% da quantidade de comércio	24,5% **	10,6%	4,2%
	3 (média)	% da quantidade de comércio	20,5%	20,4%	12,9%
	4 (média-alta)	% da quantidade de comércio	17,5%	25,2% *	30,0% *
	5 (alta)	% da quantidade de comércio	12,0%	35,4% **	52,9% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

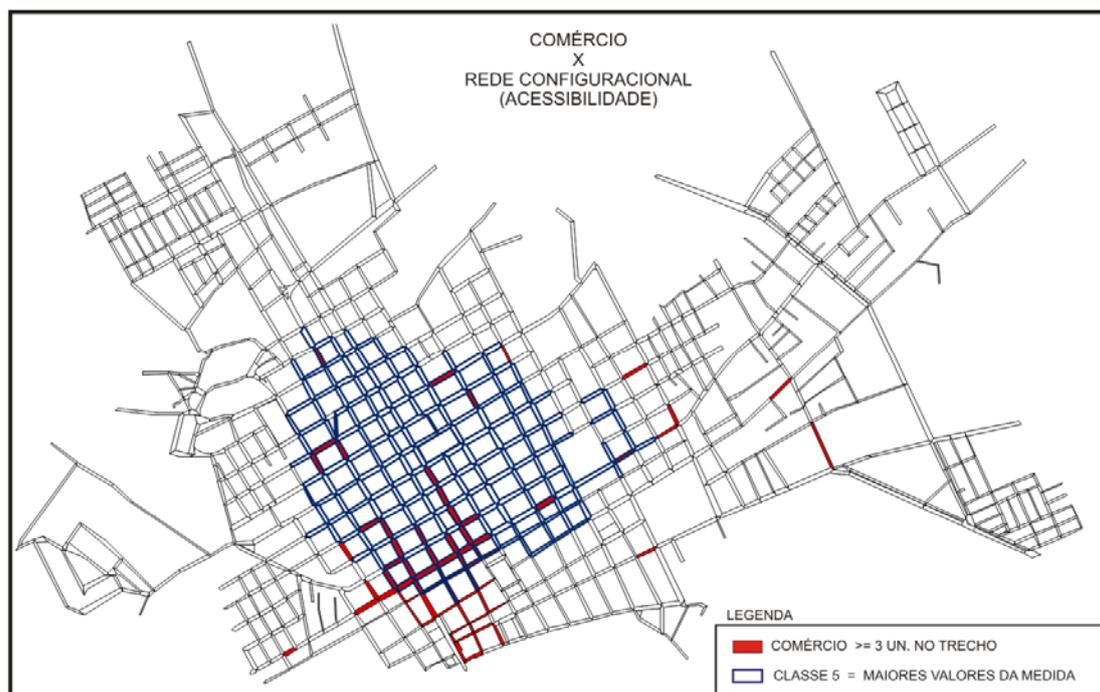


Figura 35 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio: maior quantidade de comércio e maiores valores da medida de acessibilidade.

A tabela 8 mostra o resultado da análise de correspondência entre a medida de centralidade na rede configuracional e a quantidade de comércio nos trechos. Constatase que existe associação significativa entre a centralidade baixa e a ausência de comércio e, entre a centralidade média e a presença de atividades comerciais. No entanto, os trechos com os maiores valores da medida de centralidade não coincidem com os trechos que apresentam comércio, sendo 94,3% dos trechos com maior quantidade de comércio relativos a trechos com médios e baixos valores de centralidade. Isto indica que a competição entre as características da configuração e das práticas prevalece neste caso, ficando ainda mais evidente através da visualização da figura 36.

Tabela 8 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e os resultados da medida de centralidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Quantidade de comércio no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
CENTRALIDADE	1 (baixa)	% da quantidade de comércio	69,2% **	49,6%	31,4%
	2 (média)	% da quantidade de comércio	26,6%	43,8% **	62,9% **
	3 (alta)	% da quantidade de comércio	4,2%	6,6%	5,7%

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

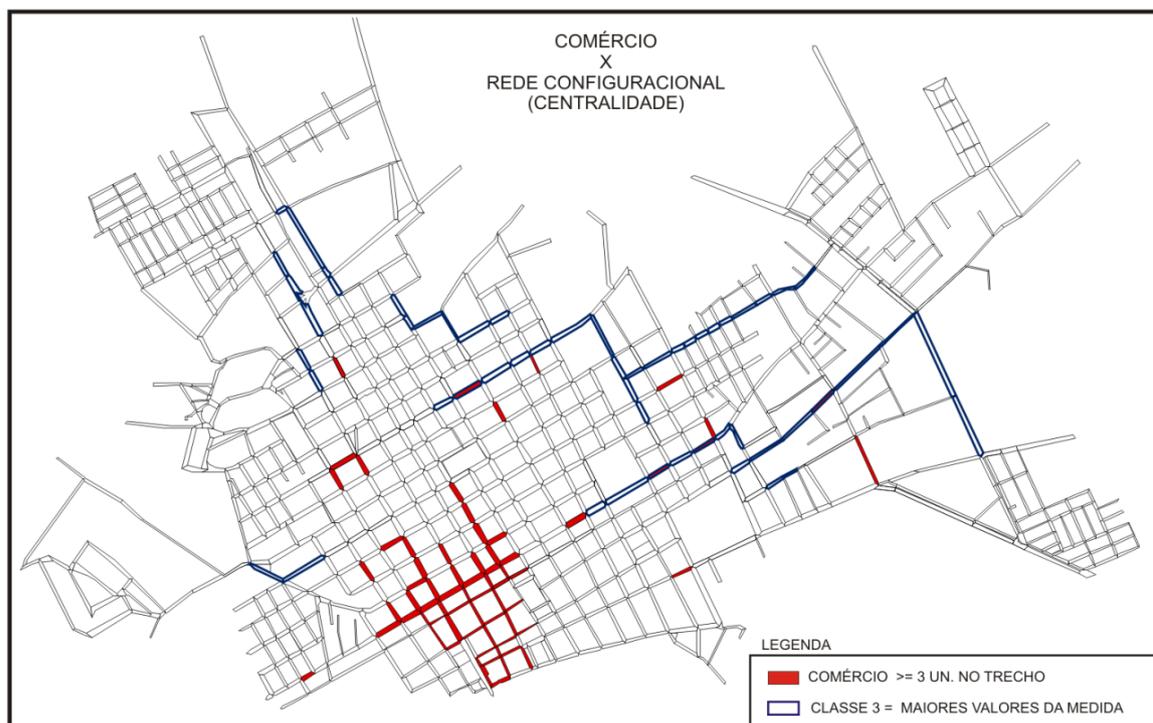


Figura 36 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio: maior quantidade de comércio e maiores valores da medida de centralidade.

O resultado da análise de correspondência entre a medida de polaridade na rede configuracional e a quantidade de comércio nos trechos é apresentado na tabela 9. Observa-se a associação significativa das três classes da medida de polaridade com as respectivas classes das quantidades de atividades de comércio nos trechos, apontando para uma situação de cooperação entre configuração e práticas. Contudo, 44,3% dos trechos com maior quantidade de comércio não estão entre os que apresentam os maiores valores da medida. As situações de cooperação e competição podem ser observadas na figura 37.

Tabela 9 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e os resultados da medida de polaridade na rede configuracional, considerando a atividade de comércio. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Quantidade de comércio no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
POLARIDADE: COMÉRCIO	1 (baixa)	% da quantidade de comércio	79,2% **	49,6%	14,3%
	2 (média)	% da quantidade de comércio	18,8%	43,4% **	30%
	3 (alta)	% da quantidade de comércio	1,9%	6,9%	55,7% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

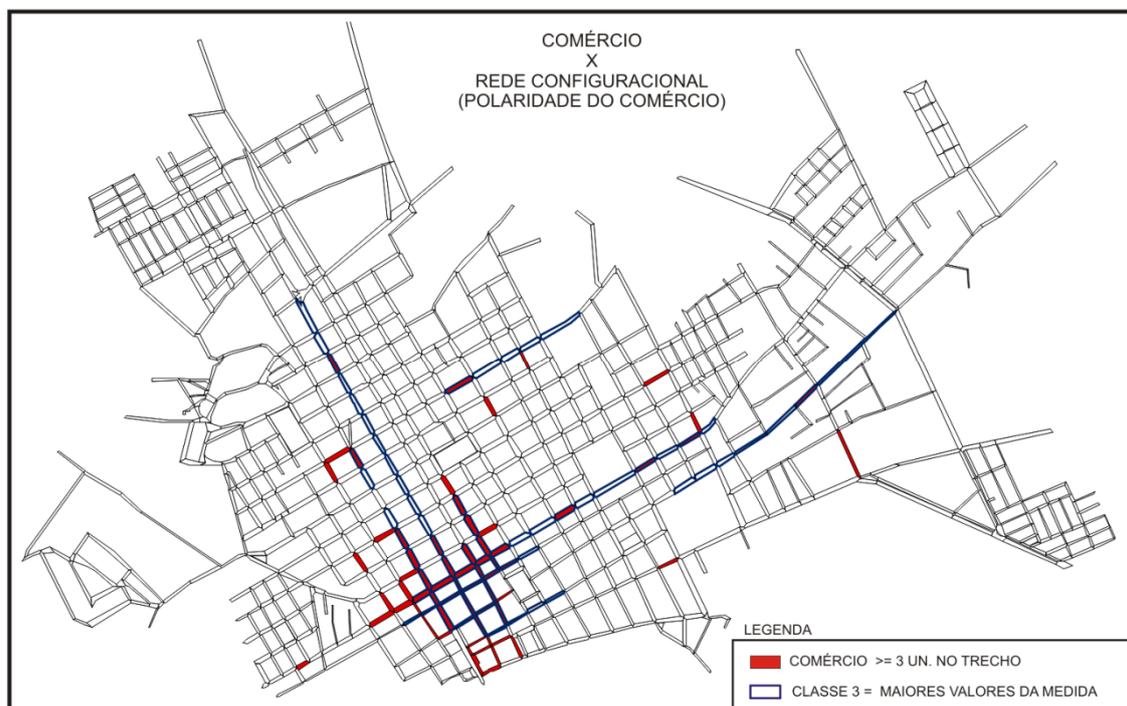


Figura 37 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio: maior quantidade de comércio e maiores valores da medida de polaridade do comércio.

4.4.2 Associação entre as medidas na rede configuracional e a quantidade de serviço em cada trecho

Os resultados da associação entre as medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade do serviço e a quantidade de serviço nos trechos são apresentados nas tabelas e figuras a seguir.

A tabela 10 mostra o resultado da análise de correspondência entre a medida de acessibilidade na rede configuracional e a quantidade de serviço nos trechos. A análise de resíduos ajustados indica associação significativa entre as três classes de menores valores de acessibilidade e a ausência de serviço e, entre as duas classes de maiores valores da medida e a presença de atividades de serviço. Além disso, 100% dos trechos com maior quantidade de serviço dentro da área com acessibilidade média-alta e alta. A figura 38 mostra os quase 70% de trechos em que a maior quantidade de atividade coincide com a classe dos maiores valores da medida, caracterizando situações de cooperação entre a configuração urbana e as práticas.

Tabela 10 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de serviço nos trechos e os resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Quantidade de serviço no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
ACESSIBILIDADE ADE	1 (baixa)	% da quantidade de serviço	26,9% **	3,6%	0%
	2 (média-baixa)	% da quantidade de serviço	25% **	9,6%	0%
	3 (média)	% da quantidade de serviço	22,3% **	17,5%	0%
	4 (média-alta)	% da quantidade de serviço	16%	29,3% **	32,2% *
	5 (alta)	% da quantidade de serviço	9,8%	40% **	67,8% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

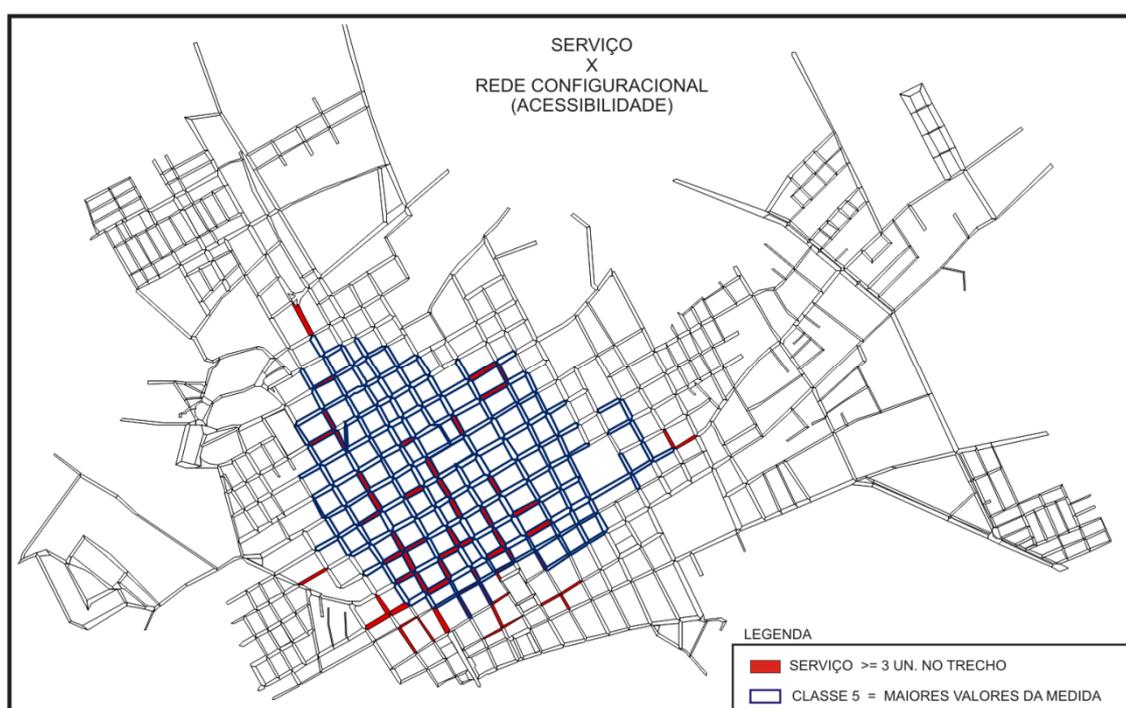


Figura 38 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de serviço: maior quantidade de serviço e maiores valores da medida de acessibilidade.

O resultado da análise de correspondência entre a medida de centralidade na rede configuracional e a quantidade de serviço nos trechos é apresentado na tabela 11. Observa-se a associação entre a ausência de atividades de serviço e a baixa centralidade e entre a presença de serviço nos trechos e a classe de valores médios da medida. No entanto, os maiores valores de centralidade não estão associados à presença de serviço, sendo que apenas 5,1% dos trechos com maior quantidade desta atividade corresponde a trechos com alta centralidade.

Desse modo, verifica-se maior incidência de situações de competição entre as características configuracionais e das práticas, que podem ser visualizadas na figura 39. Observa-se que a classe referente à centralidade alta e a classe de maior quantidade de serviço coincide em apenas três trechos.

Tabela 11 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de serviço e os resultados da medida de centralidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Quantidade de serviço no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
CENTRALIDADE	1 (baixa)	% da quantidade de serviço	70,7% **	44,3%	30,5%
	2 (média)	% da quantidade de serviço	25,1%	48,9% **	64,4% **
	3 (alta)	% da quantidade de serviço	4,2%	6,8%	5,1%

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

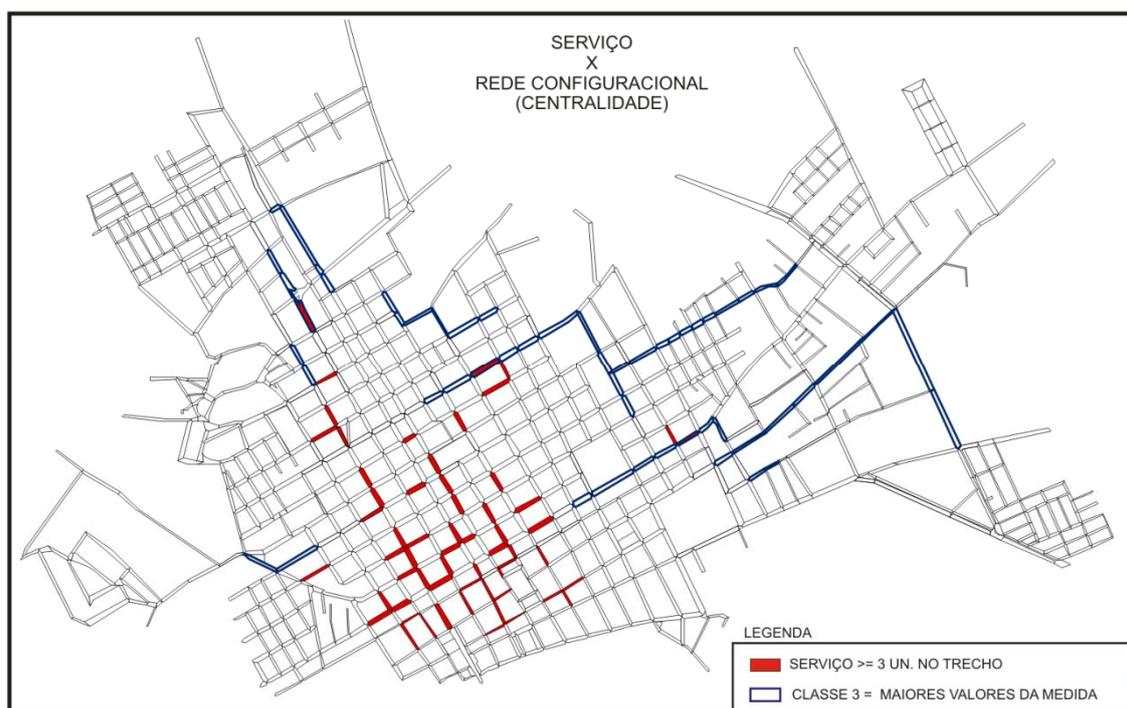


Figura 39 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de serviço: maior quantidade de atividades de serviço e maiores valores da medida de centralidade.

A tabela 12 mostra o resultado da análise de correspondência entre a medida de polaridade na rede configuracional de serviço e a quantidade de serviço nos trechos. A partir da análise de resíduos ajustados, verifica-se a associação entre a classe dos menores valores de polaridade e a ausência de serviço nos trechos e, dos valores médios

e altos da medida com a presença desta atividade. Isso indica a existência de situações de cooperação, embora mais de 50% dos trechos com a maior quantidade de serviço não apresentem os maiores valores da medida, caracterizando situações de competição. A figura 40 mostra os trechos em que a maior quantidade de serviço se sobrepõe aos maiores valores da medida de polaridade - situações de cooperação - e os trechos em que isso não ocorre, indicando os locais nos quais configuração e práticas competem.

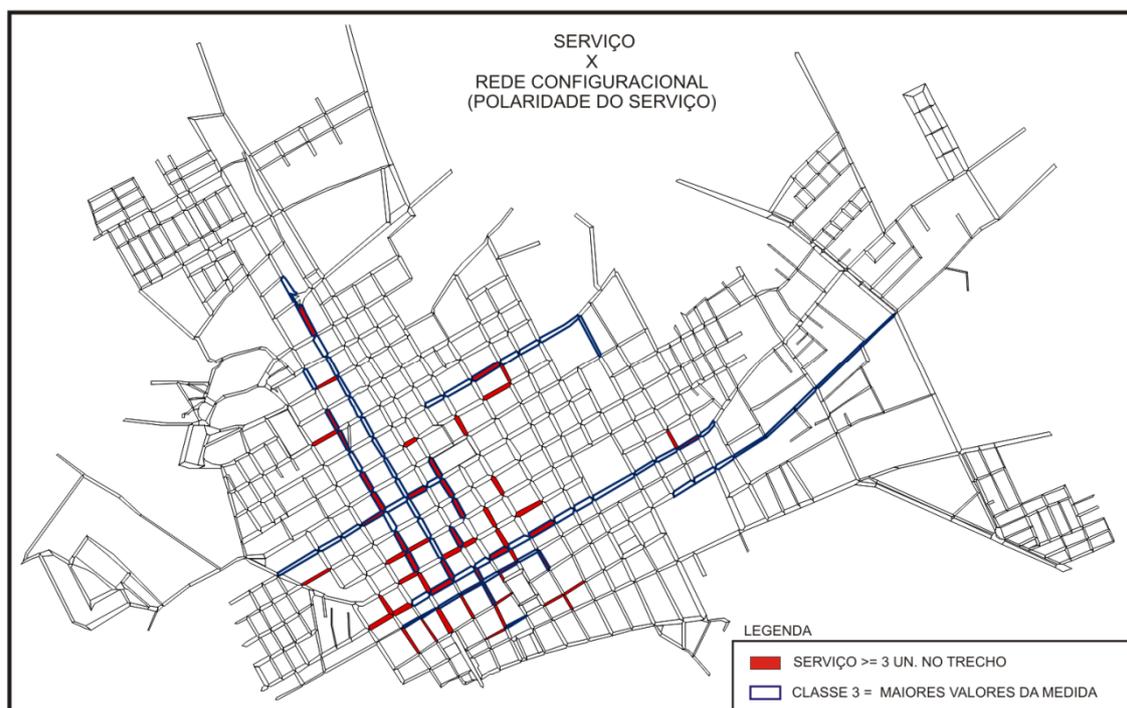


Figura 40 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de serviço: maior quantidade de serviço e maiores valores da medida de polaridade do serviço.

Tabela 12 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de serviço e os resultados da medida de polaridade na rede configuracional, considerando a atividade de serviço. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Quantidade de serviço no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
POLARIDADE: SERVIÇO	1 (baixa)	% da quantidade de serviço	81,5% **	40,4%	5,1%
	2 (média)	% da quantidade de serviço	16,4%	47,6% **	50,8% **
	3 (alta)	% da quantidade de serviço	2,1%	12% **	44,1% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

4.4.3 Associação entre as medidas na rede configuracional e a quantidade de comércio e serviço em cada trecho

As três tabelas a seguir, apresentam os resultados da associação entre as medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade do comércio e serviço e a quantidade de comércio e serviço nos trechos.

O resultado da análise de correspondência entre a medida de acessibilidade na rede configuracional e a quantidade de comércio e serviço nos trechos é apresentado na tabela 13. A análise de resíduos ajustados mostra que existe associação significativa entre a acessibilidade baixa e média-baixa e a ausência de atividades de comércio e serviço nos trechos e, também, entre a acessibilidade alta e média-alta e a presença dessas atividades, indicando situações de cooperação entre as características da configuração e das práticas em alguns espaços.

Contudo, as situações de competição são constatadas em 44% dos trechos com maior quantidade de atividades de comércio e serviço, que não estão dentre aqueles com alta acessibilidade. As situações de cooperação e competição podem ser observadas na figura 41. Os trechos nos quais os maiores valores da medida coincidem com a maior quantidade de atividades caracterizam a cooperação entre a configuração urbana e as práticas. Nos trechos que apresentam os valores mais altos da medida, mas não há presença de atividades de modo mais intenso, ou nos trechos com maior quantidade de atividades, que não estão dentre a classe alta de acessibilidade, podem ser verificadas as situações de competição.

Tabela 13 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e serviço e os resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Comércio e serviço no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
ACESSIBILID ADE	1 (baixa)	% da quantidade de comércio e serviço	30,4% **	9%	0%
	2 (média-baixa)	% da quantidade de comércio e serviço	28,4% **	11,2%	4%
	3 (média)	% da quantidade de comércio e serviço	20,8%	22,8%	10%
	4 (média-alta)	% da quantidade de comércio e serviço	14,4%	26,4% **	30% **
	5 (alta)	% da quantidade de comércio e serviço	6%	30,6% **	56% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

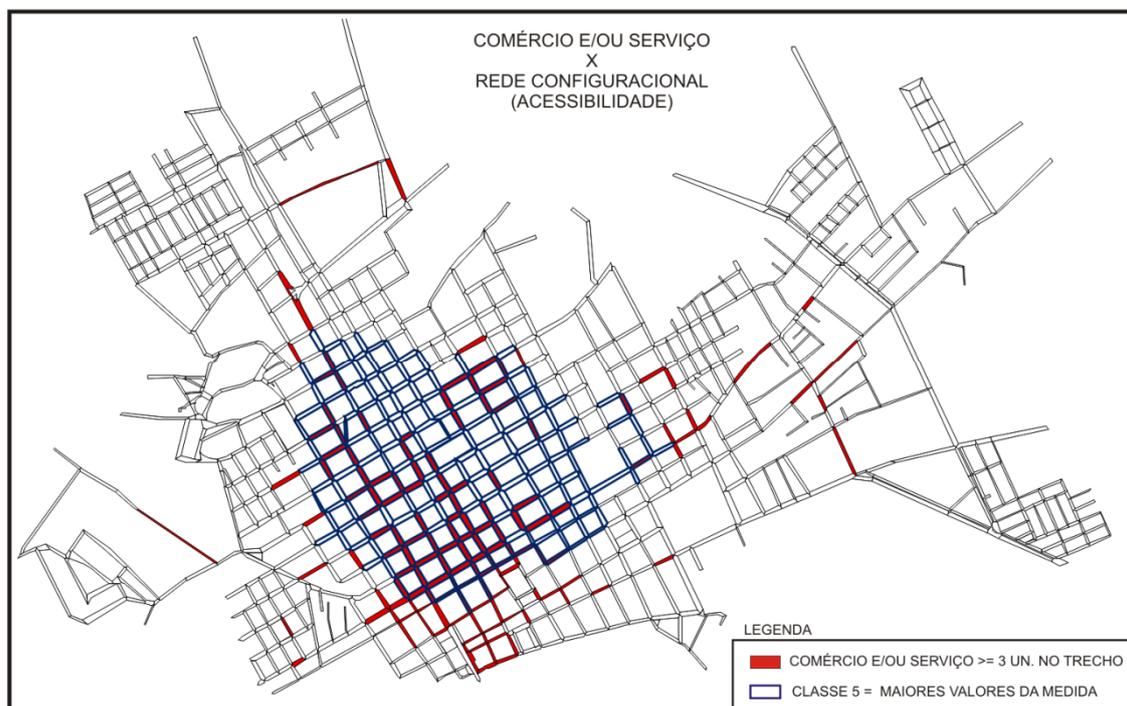


Figura 41 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio e serviço: maior quantidade de comércio e serviço e maiores valores da medida de acessibilidade.

O resultado da análise de correspondência entre a medida de centralidade na rede configuracional e a quantidade de comércio e serviço nos trechos é apresentado na tabela 14. Verifica-se associação significativa entre a ausência de atividades e a classe dos valores mais baixos de centralidade e, entre a presença de atividades e os valores intermediários da medida. A maior quantidade de atividades nos trechos está associada aos valores médios de centralidade, estando os valores mais altos associados a apenas 6,7% dos trechos com pouca quantidade de atividades. Então, os resultados indicam que as situações de competição prevalecem, sendo visualizadas na figura 42.

Tabela 14 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e serviço e os resultados da medida de centralidade na rede configuracional. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

			Comércio e serviço no trecho		
			0	1 a 2	3 ou mais
CENTRALIDADE	1 (baixa)	% da quantidade de comércio e serviço	75,1% **	51,1%	32,7%
	2 (média)	% da quantidade de comércio e serviço	21,6%	42,1%**	60%**
	3 (alta)	% da quantidade de comércio e serviço	3,3%	6,7%*	7,3%

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

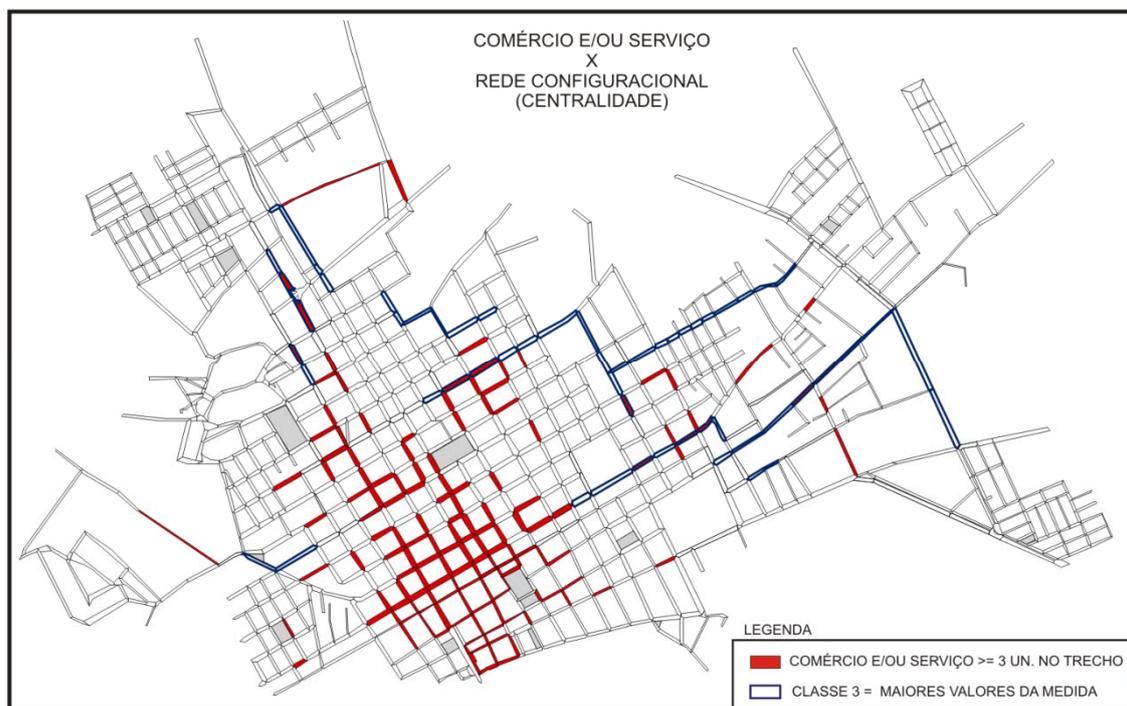


Figura 42 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio e serviço: maior quantidade de comércio e serviço e maiores valores da medida de centralidade.

O resultado da análise de correspondência entre a medida de polaridade na rede configuracional e a quantidade de comércio e serviço nos trechos é apresentado na tabela 15. A partir da análise de resíduos ajustados, observa-se a associação entre a classe dos menores valores de polaridade e a ausência de comércio e serviço nos trechos e dos valores médios e altos da medida com a presença destas atividades. Ao analisar as porcentagens, verifica-se que apenas 34% dos trechos com maior quantidade de atividades correspondem aos maiores valores da medida de polaridade, como ilustra a figura 43. Neste caso, os resultados sugerem a presença de situações de cooperação com a predominância de situações de competição entre a rede configuracional e as práticas.

Tabela 15 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre a quantidade de comércio e serviço e os resultados da medida de polaridade na rede configuracional, considerando as atividades de comércio e serviço. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

		Comércio e serviço no trecho			
		0	1 a 2	3 ou mais	
POLARIDADE: COMÉRCIO E SERVIÇO	1 (baixa)	% da quantidade de comércio e serviço	85,2% **	53,9%	18,7%
	2 (média)	% da quantidade de comércio e serviço	13,9%	40,7% **	47,3% **
	3 (alta)	% da quantidade de comércio e serviço	0,9%	5,3%	34% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

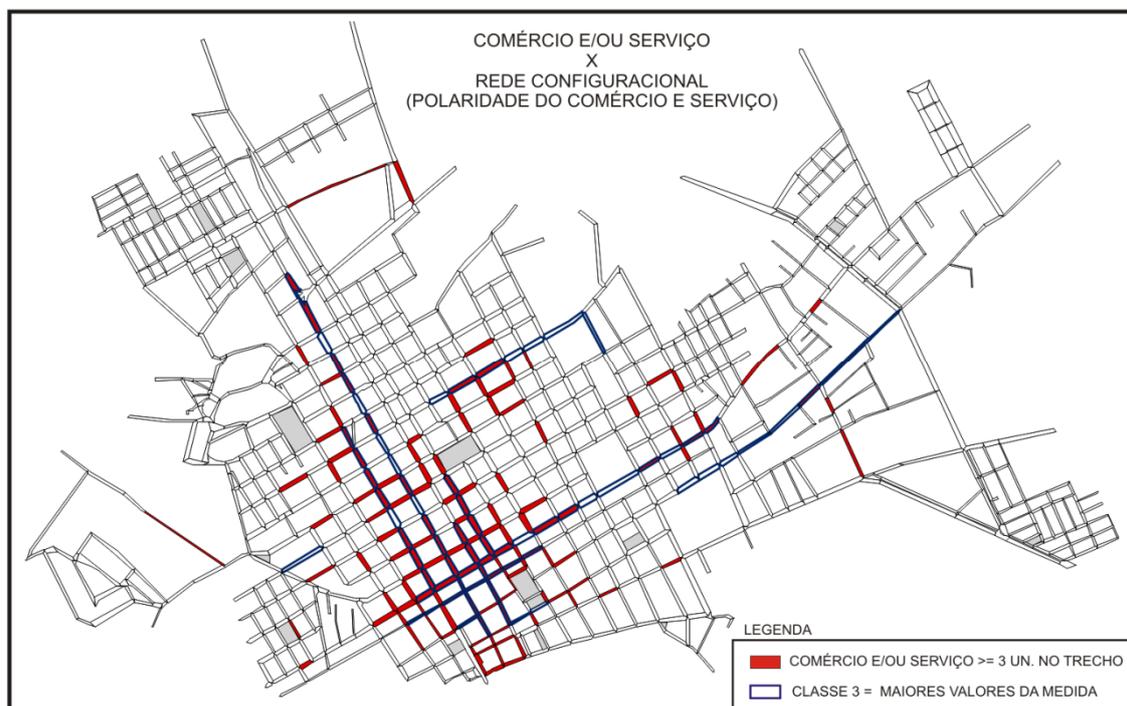


Figura 43 - Cooperação e competição entre configuração urbana e práticas de comércio e serviço: maior quantidade de comércio e serviço e maiores valores da medida de polaridade do comércio e serviço.

4.4.4 Considerações sobre o estudo das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas

No total, foram realizadas 9 análises de correspondência, que resultam da associação das três medidas utilizadas na rede configuracional com a distribuição da quantidade de atividades de comércio, serviço e comércio e serviço.

Nas análises com as medidas de acessibilidade e centralidade, que consideram exclusivamente as relações entre os espaços no sistema configuracional, observam-se resultados bastante distintos. Quando a medida de centralidade é utilizada na rede configuracional, há maior evidência de situações de competição, enquanto com a medida de acessibilidade, as situações de cooperação prevalecem. Isto pode indicar que a propriedade configuracional de acessibilidade exerce maior influência na distribuição das atividades do que a centralidade.

Na análise que utiliza a medida de polaridade, identifica-se um equilíbrio entre as situações de competição e cooperação. Considerando que para o cálculo da polaridade são computadas as atividades presentes nos trechos, poderia haver maior

incidência de situações de cooperação entre os aspectos configuracionais e das práticas, no entanto, isto não ocorre.

Comparando-se as análises realizadas com os diferentes tipos de atividade, observa-se o mesmo padrão de resultado na associação com cada medida, embora existam diferenças no modo como as atividades de comércio e serviço estão distribuídas espacialmente. Ou seja, na correspondência entre a quantidade de atividades com as medidas na rede configuracional, as associações ocorrem em proporções similares para comércio; serviço e comércio e serviço. A exceção é a análise de correspondência entre a medida de polaridade com a atividade de comércio. Neste caso, há maior associação entre as características da configuração e das práticas em comparação com as outras duas análises que utilizam a mesma medida.

4.5 Associação entre a rede configuracional e a rede das práticas

Para avaliar em que medida a estrutura espacial urbana na rede configuracional e na rede das práticas estão associadas utiliza-se a análise de correspondência com o teste do qui-quadrado, complementado pela análise dos resíduos ajustados. A estrutura espacial urbana que emerge da rede das práticas é influenciada pela relação entre a configuração urbana e as práticas no espaço urbano. O estudo na cidade de Jaguarão pretende elucidar como e, o quanto, a estrutura espacial se modifica a partir da representação da rede das práticas proposta neste trabalho, em relação à representação que considera somente as características da configuração urbana.

As variáveis selecionadas para a análise de correspondência são os resultados da medida de polaridade em ambas as redes configuracional e das práticas. As três redes referentes às atividades de comércio, serviço e comércio e serviço são analisadas, considerando-se as duas formas de representar as conexões remotas nas redes das práticas: entre os centros locais de maior hierarquia e entre todos os centros locais.

Os resultados apresentados nas tabelas mostram em que proporção os espaços de maior e menor hierarquia coincidem na rede configuracional e na rede das práticas. A análise dos resíduos ajustados indica em quais situações a associação entre as variáveis é significativa. As figuras complementam a análise, identificando os espaços de maior hierarquia da estrutura espacial urbana em cada rede, possibilitando visualizar em quais trechos estes espaços coincidem.

Em todas as redes representadas neste estudo verificam-se associações significativas na diagonal principal da tabela, na qual coincidem os valores baixos, médios e altos dos resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas (tabelas 16 à 21).

A associação entre os valores mais baixos da medida acontece em todas as situações em grande proporção. Os espaços de menor hierarquia na rede das práticas coincidem com os de menor hierarquia na rede configuracional, em proporções que variam de 75,6% na rede das práticas de comércio, com a conexão remota por todos os centros locais (tabela 17), à 93,1% na rede das práticas de serviço, com a conexão remota pelos centros de maior hierarquia (tabela 18). Os valores intermediários apresentam associações significativas, mas em menor proporção, variando de 43,2% a 71,8%, sendo esses valores referentes às mesmas redes recém citadas (tabelas 17 e 18).

Em alguns casos, observa-se a associação dos valores médios em uma rede com os valores mais altos da outra rede. As redes das práticas em que os valores médios da medida apresentam associação significativa com os valores mais altos na rede configuracional são referentes às atividades de comércio, nas duas formas de representação das conexões remotas (tabelas 16 e 17); de serviço (tabela 19) e de comércio e serviço (tabela 21), nas respectivas representações das conexões remotas entre todos os centros locais. No entanto, observa-se que isso ocorre em menores proporções (14,1% a 25%).

As situações em que os valores altos na rede das práticas estão associados aos valores médios na rede configuracional acontecem em maior proporção. Essas situações são identificadas em 38,6% dos trechos da rede das práticas de serviço com as conexões remotas entre todos os centros locais (tabela 19) e em 50% dos trechos da rede das práticas de comércio e serviço com as conexões pelos centros locais de maior hierarquia (tabela 20).

As associações significativas entre os valores altos de polaridade em ambas as redes configuracional e das práticas representam uma parcela de aproximadamente 50% dos trechos com os maiores valores nesta rede, em quase todas as situações apresentadas. Esta porcentagem é maior em dois casos: na rede das práticas de comércio (tabela 16), 59,3%, e na de serviço (tabela 18), 66,3%, ambas com a representação das conexões remotas entre os centros locais de maior hierarquia.

Tabela 16 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia, considerando a atividade de comércio em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

COMÉRCIO			Rede das Práticas de Comércio (centros de maior hierarquia)		
			1 (baixa)	2 (média)	3 (alta)
Rede Configuracional	1 (baixa)	% na rede das práticas	81,0% **	27,6%	5,6%
	2 (média)	% na rede das práticas	17,5%	58,3% **	35,2%
	3 (alta)	% na rede das práticas	1,5%	14,1%**	59,3 **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 17 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais, considerando a atividade de comércio em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

COMÉRCIO			Rede das Práticas de Comércio (todos os centros locais)		
			1 (baixa)	2 (média)	3 (alta)
Rede Configuracional	1 (baixa)	% na rede das práticas	75,6% **	31,8%	10,0%
	2 (média)	% na rede das práticas	22,5%	43,2% **	35,0%
	3 (alta)	% na rede das práticas	1,9%	25,0%**	55,0 **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 18 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia, considerando a atividade de serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

SERVIÇO			Rede das Práticas de Serviço (centros de maior hierarquia)		
			1 (baixa)	2 (média)	3 (alta)
Rede Configuracional	1 (baixa)	% na rede das práticas	93,1% **	21,3%	2,4%
	2 (média)	% na rede das práticas	6,9%	71,8% **	31,3%
	3 (alta)	% na rede das práticas	0,0%	7,0%	66,3% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 19 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais, considerando a atividade de serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

SERVIÇO			Rede das Práticas de Serviço (todos os centros locais)		
			1 (baixa)	2 (média)	3 (alta)
Rede Configuracional	1 (baixa)	% na rede das práticas	87,1% **	26,2%	12,3%
	2 (média)	% na rede das práticas	12,4%	58,8% **	38,6% **
	3 (alta)	% na rede das práticas	0,5%	15,0% **	49,1% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 20 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia, considerando as atividades de comércio e serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

COMÉRCIO E SERVIÇO			Rede das Práticas de Comércio e Serviço (centros de maior hierarquia)		
			1 (baixa)	2 (média)	3 (alta)
Rede Configuracional	1 (baixa)	% na rede das práticas	92,3% **	33,1%	1,6%
	2 (média)	% na rede das práticas	7,6%	62,0% **	50,4% **
	3 (alta)	% na rede das práticas	,1%	4,9%	48,0% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Tabela 21 - resultado da análise de correspondência, associada ao teste do qui-quadrado, entre os resultados da medida de polaridade na rede configuracional e na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais, considerando as atividades de comércio e serviço em ambas as redes. A análise de resíduos ajustados indica o nível de significância da associação entre as variáveis.

COMÉRCIO E SERVIÇO			Rede das Práticas de Comércio e Serviço (todos os centros locais)		
			1 (baixa)	2 (média)	3 (alta)
Rede Configuracional	1 (baixa)	% na rede das práticas	84,3% **	29,8%	15,5%
	2 (média)	% na rede das práticas	15,1%	55,9% **	34,5%
	3 (alta)	% na rede das práticas	,6%	14,2% **	50,0% **

Análise de resíduos ajustados: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$

Nas figuras de 44 a 49 é possível observar quais são os espaços de maior hierarquia que coincidem na rede das práticas e na rede configuracional e quais, não coincidem. De modo geral, percebe-se que existe congruência entre os espaços de maior hierarquia em ambas as redes. Embora uma parcela significativa da estrutura espacial seja diferente, os espaços de maior hierarquia na rede das práticas estão, na maior parte dos casos, adjacentes ou muito próximos aos espaços de maior hierarquia na rede configuracional.

Convém lembrar que a rede das práticas considera, de certo modo, a integração entre as características da configuração urbana e das práticas, visto que a representação desta rede é sobreposta à rede configuracional, sendo mantidas as conexões de adjacência entre os espaços. Por isso, é esperado que a estrutura espacial capturada na rede das práticas seja influenciada pelos aspectos configuracionais.

Ao comparar os resultados das duas formas de representar a rede das práticas, observa-se que nas situações considerando as conexões remotas entre todos os centros locais há um maior número de espaços com altos valores de polaridade distantes dos espaços de maior hierarquia na rede configuracional. Este modo de representar as conexões remotas possibilita incluir as aglomerações de atividades em bairros mais distantes do centro principal. Com isso, observa-se na estrutura espacial urbana a influência das aglomerações locais de menor hierarquia.

A presente análise é capaz de demonstrar que a representação das relações entre as práticas, parcialmente dependentes do espaço, modifica a estrutura espacial urbana, mas não totalmente. A influência das características configuracionais está muito presente na estrutura espacial capturada a partir da rede das práticas. Esta rede possibilita maior compreensão dos aspectos locais e intangíveis - como as relações entre as práticas - que influenciam o entendimento da estrutura espacial urbana, estando integrados aos aspectos da configuração urbana.

Embora na representação da rede das práticas estejam presentes algumas das características da configuração urbana, os aspectos da estrutura espacial na escala global não são incluídos. Por isso, para representar a interação da configuração urbana e das práticas elaborou-se uma medida combinada, conforme previsto no modelo (seção 3.7), sendo os resultados da aplicação dessa medida apresentados na próxima seção.

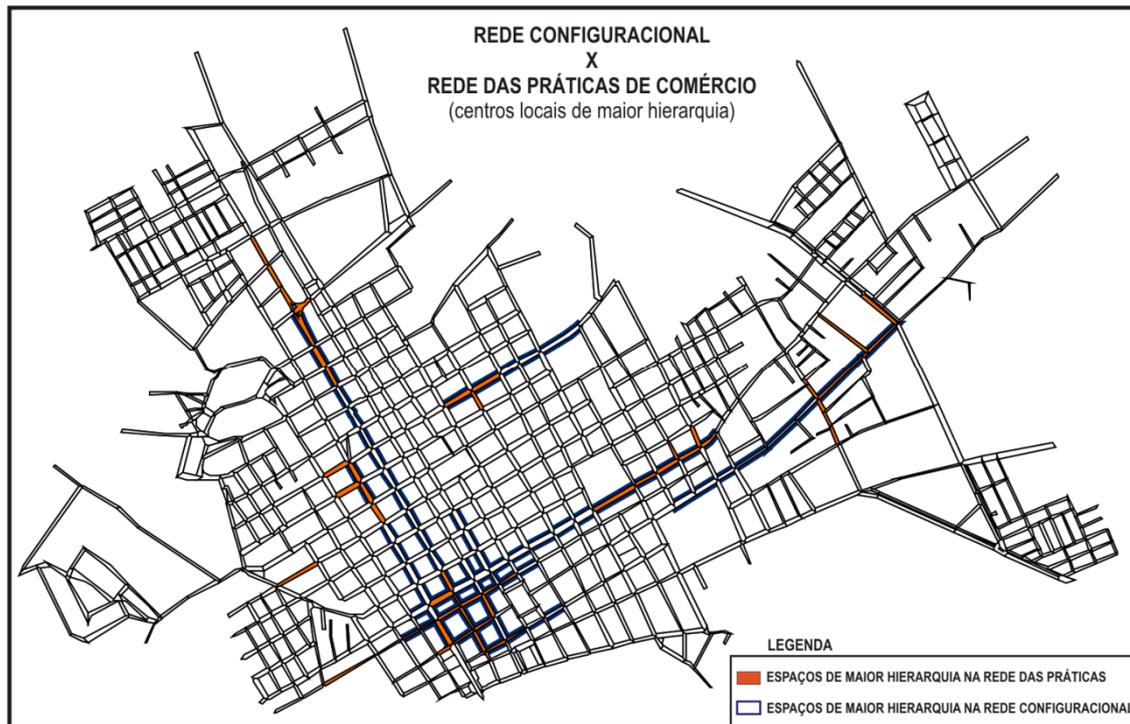


Figura 44 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio (conexões remotas entre os centros de maior hierarquia) e na rede configuracional.



Figura 45 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio (conexões remotas entre todos os centros locais) e na rede configuracional.

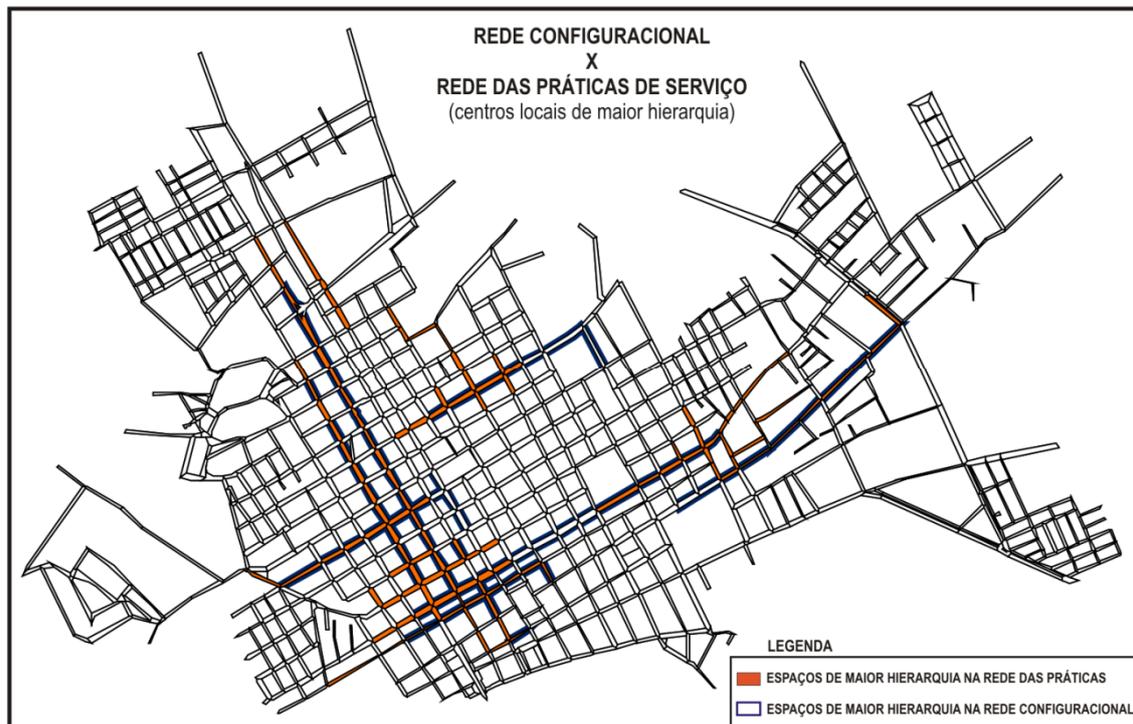


Figura 46 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de serviço (conexões remotas entre os centros de maior hierarquia) e na rede configuracional.

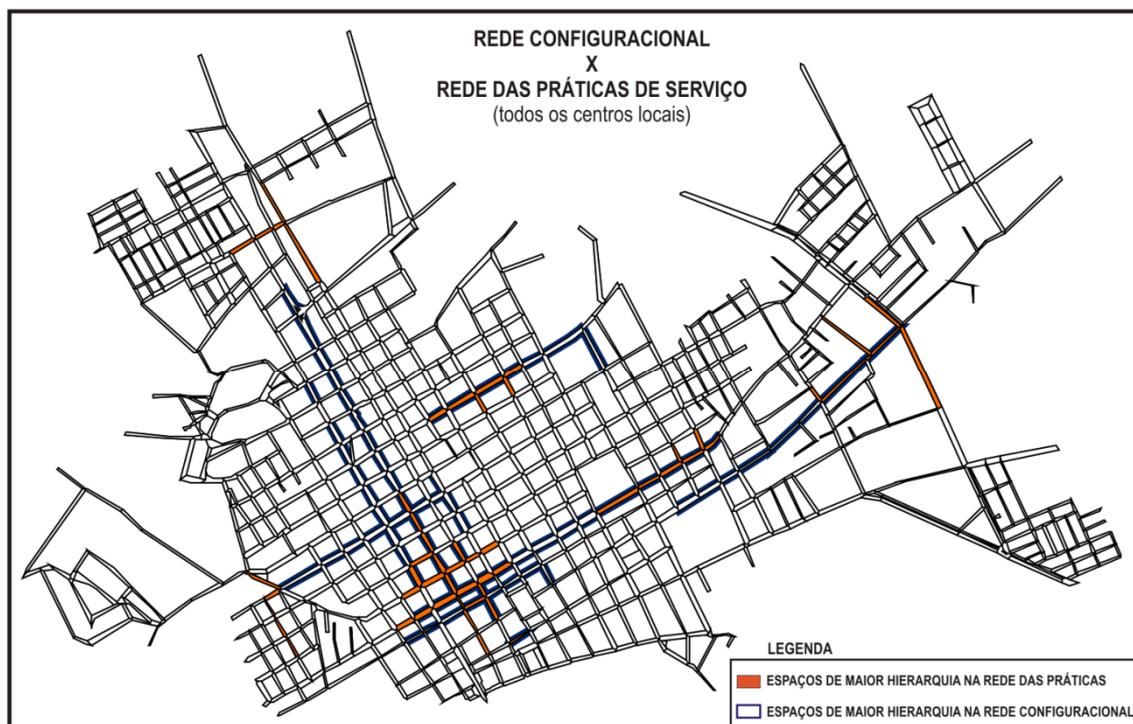


Figura 47 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de serviço (conexões remotas entre todos os centros locais) e na rede configuracional.

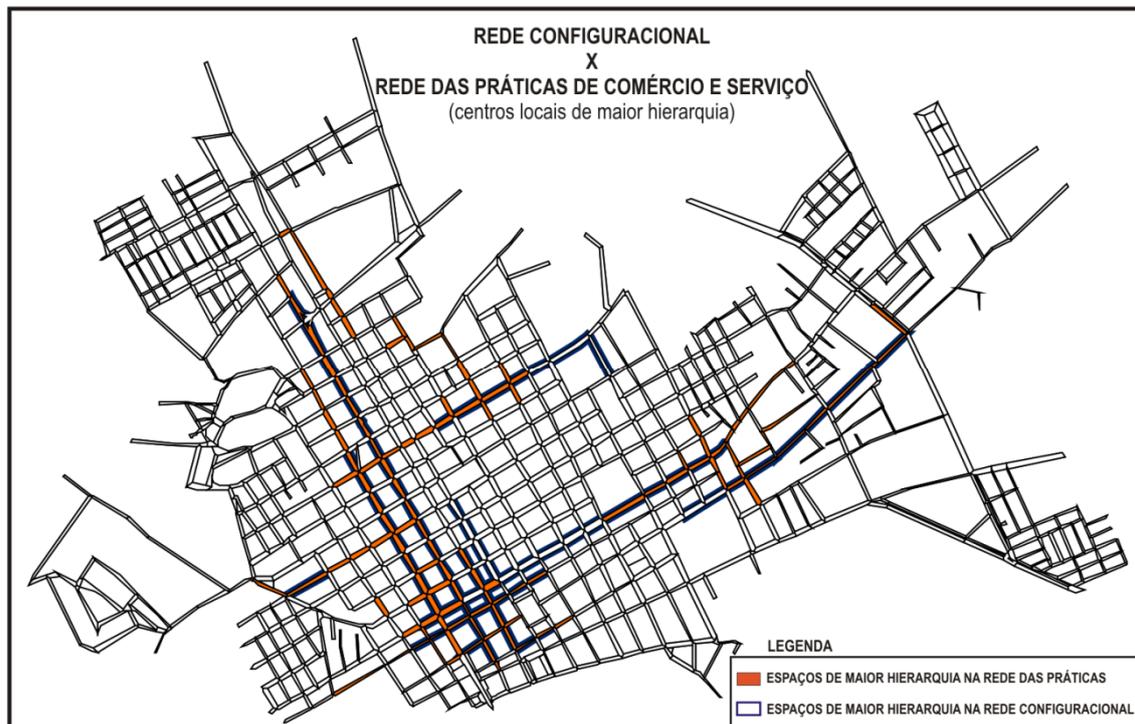


Figura 48 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio e serviço (conexões remotas entre os centros de maior hierarquia) e na rede configuracional.



Figura 49 - Espaços de maior hierarquia na rede das práticas de comércio e serviço (conexões remotas entre todos os centros locais) e na rede configuracional.

4.6 Análise da estrutura espacial urbana considerando a interação entre a configuração e as práticas no espaço urbano

A medida combinada busca integrar os aspectos da configuração e das práticas na representação da estrutura espacial urbana. Para desenvolver a proposta da medida combinada é necessário realizar o processo de validação do modelo, através de uma análise estatística de correlação entre os resultados das medidas nas diferentes redes e a intensidade de tráfego. Por isso, apresenta-se primeiramente o estudo de contagem do tráfego na cidade de Jaguarão para, em seguida, realizar a validação das medidas aplicadas na rede configuracional e na rede das práticas e, finalmente, testar a medida combinada, que possibilita analisar a interação entre aspectos configuracionais e das práticas. Por fim, é realizada a calibragem do modelo, a partir da regulação dos parâmetros de ajuste da equação elaborada para a combinação (seção 3.7).

4.6.1 Contagem de tráfego em Jaguarão

O desenvolvimento da medida combinada, bem como, a validação e calibragem do modelo, dependem deste estudo empírico de contagem de tráfego na cidade de Jaguarão, realizado conforme descrito na seção 3.8 deste trabalho. O objetivo do estudo de contagem de tráfego consiste em obter dados para realizar a análise de correlação com as medidas utilizadas no modelo. Num primeiro momento, foi necessário enfrentar a dificuldade em definir o tamanho da amostra para a correlação. Isto porque o cálculo de amostragem resulta em um número de trechos que inviabilizaria o estudo, já que a contagem deve ser simultânea em todos os trechos. Foi estipulada a amostra de 20 trechos⁶, sendo que cada intervalo de tempo poderia ser dividido para a contagem do tráfego em dois trechos.

Os intervalos de pico e a escolha dos trechos para a amostra foram definidos a partir de entrevistas com os técnicos do departamento municipal de trânsito e da Secretaria de Planejamento Urbano da Prefeitura Municipal de Jaguarão. Estes técnicos indicaram três períodos em que há maior movimentação de pessoas e veículos nas vias, conforme exposto na tabela 22, que mostra também a subdivisão dos intervalos para a contagem de dois trechos em cada intervalo.

⁶ Esta amostra foi definida sob a orientação dos professores Emílio Merino (UFRGS), PhD em engenharia de transportes e Amauri Machado (UFPel), PhD em estatística.

Tabela 22 - intervalos de tempo para a contagem de tráfego.

Intervalo 1	11:40h - 12:00h
	12:00h - 12:20h
Intervalo 2	13:20h - 13:40h
	13:40h - 14:00h
Intervalo 3	17:50h - 18:10h
	18:10h - 18:30h

Nessas entrevistas também foram averiguados os locais de maior fluxo de pessoas e veículos. Dentre estes locais foram selecionados 40% dos trechos que compõem a amostra. Como foi exposto no modelo analítico, é necessário que a amostra apresente uma variedade na intensidade de tráfego, então, o restante dos trechos da amostra estão em áreas localizadas entre os focos de maior movimento e em áreas distantes destes locais que, provavelmente, apresentam tráfego em menor intensidade. A escolha do trecho especificamente foi feita de modo aleatório. A figura 50 mostra os trechos selecionados para o estudo.

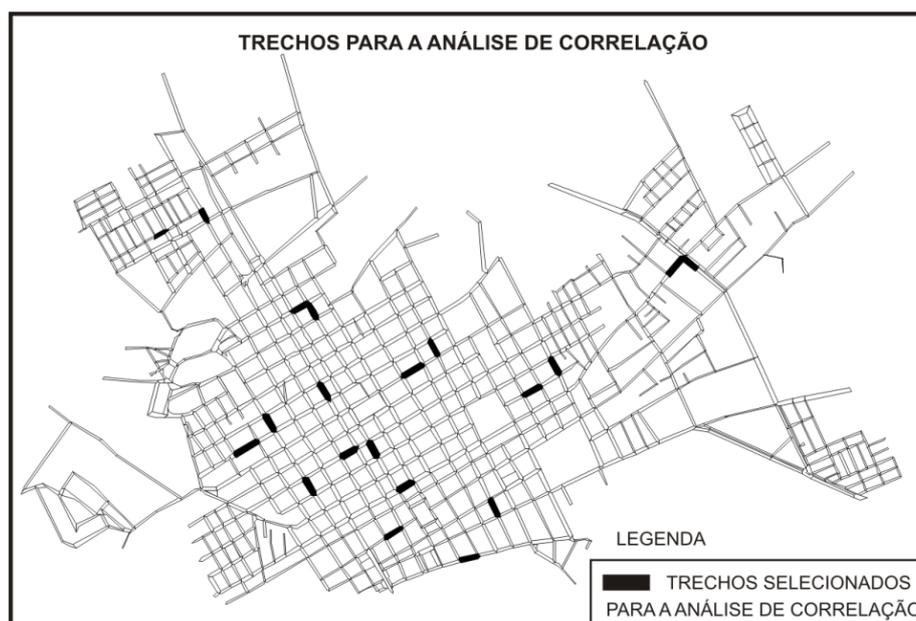


Figura 50 - Trechos de via selecionados para a análise de correlação.

Para realizar a contagem do tráfego na cidade de Jaguarão foi montada uma equipe de 10 pesquisadores, formada por alunos e professores dos cursos de arquitetura e urbanismo da Universidade Federal de Pelotas e da Universidade Católica de Pelotas. Dentro de cada intervalo de tempo, um mesmo pesquisador foi responsável pela contagem do número de veículos em dois trechos, cuja distância entre eles deveria ser

percorrida a pé em menos de 3 minutos, para que a simultaneidade da contagem pelos diferentes pesquisadores fosse mantida. O tempo de contagem em cada trecho foi de 20 minutos, não sendo contabilizado o tempo do percurso entre os trechos. Os diferentes modais de transporte foram contados separadamente com o auxílio da ficha de contagem (anexo 1), sendo que em cada intervalo de tempo foi utilizada uma ficha para cada trecho.

Na etapa de tabulação, os dados de cada um dos 20 trechos foram organizados por modal e por intervalo de tempo, no entanto, para a correlação optou-se por considerar o somatório do tráfego de cada modal nos três intervalos de tempo. As variáveis selecionadas para a análise de correlação foram o tráfego de pedestres, de carros e o total do tráfego, que consiste na soma destes modais, incluindo também ciclistas, motocicletas, carroça, ônibus e caminhão. A soma do total de tráfego considerou a unidade, não sendo estipulados diferentes pesos para os modais. Tendo em vista o objetivo da contagem de obter dados que representem o fluxo de movimento nos diferentes trechos, o trabalho se deteve no somatório simples dos dados.

4.6.2 Validação das medidas na rede configuracional e na rede das práticas

A análise de correlação é realizada com o auxílio do *software* SPSS Statistics, versão 17.0, utilizando o coeficiente de correlação de Spearman. Este coeficiente se baseia na ordenação dos dados, por isso é mais adequado para correlacionar variáveis que não apresentam uma distribuição normal, como é o caso das variáveis utilizadas neste estudo, provenientes dos resultados das diferentes medidas de diferenciação espacial.

A seguir, apresenta-se a correlação entre as variáveis de intensidade de tráfego e as variáveis referentes à estrutura espacial urbana na rede configuracional, capturada a partir das medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade, e nas redes das práticas, capturada a partir da medida de polaridade, considerando as conexões remotas entre os centros de maior hierarquia e entre todos os centros locais.

A tabela 23 mostra os resultados da análise de correlação entre a intensidade de tráfego nos diferentes modais e as medidas na rede configuracional. Nesta rede, apenas a medida de polaridade apresenta correlações significativas com o tráfego. As medidas de acessibilidade e centralidade não apresentam correlações significativas com a intensidade de tráfego em nenhum modal.

Tabela 23 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e as medidas na rede configuracional.

	REDE CONFIGURACIONAL				
	Acessibilidade	Centralidade	Polaridade (comércio)	Polaridade (serviço)	Polaridade (com. e serv.)
Pedestre	,337	,211	,684**	,581**	,651**
Carro	,209	,147	,567**	,522*	,529*
Tráfego total	,149	,202	,531*	,441	,487*

* nível de significância = 0,05

** nível de significância = 0,01

A baixa correlação das medidas de acessibilidade e de centralidade com o tráfego está associada aos aspectos da estrutura espacial urbana descritos por estas medidas, cujo processo de cálculo fundamenta-se exclusivamente nos espaços abertos públicos e nas relações de conectividade entre eles. Estes aspectos podem não ter uma influência direta nos fluxos de movimento. No entanto, isso não anula a importância dessas medidas para entender e estudar a estruturação do espaço urbano.

A boa correlação entre a medida de polaridade e o tráfego se deve à especificidade das características incluídas em seu processo de cálculo, ou seja, à sua capacidade descritiva. A medida de polaridade considera, além da conectividade entre os espaços, a distribuição das formas construídas e das atividades na malha urbana. O processo de cálculo dessa medida se baseia na identificação dos menores caminhos entre os usuários e as atividades, por isso é esperado que a correlação com o tráfego seja maior.

Na rede configuracional, a medida de polaridade está correlacionada com o tráfego de pedestres, de carros e com o tráfego total, nas redes que consideram as atividades de comércio e de comércio e serviço em conjunto. Na rede considerando somente a atividade de serviço, observa-se que existe correlação significativa apenas com os modais pedestre e carro.

Os coeficientes mais altos e com maior nível de significância são observados na correlação com tráfego de pedestres. Isso pode indicar uma maior capacidade da medida para capturar deslocamentos mais curtos, associados à esse modal. A maior correlação é verificada entre o tráfego de pedestres e a medida que considera a atividade de comércio, sugerindo maior associação dessa atividade com o fluxo de pedestres.

A tabela 24 mostra os resultados da análise de correlação entre a intensidade de tráfego nos diferentes modais e a medida de polaridade nas redes das práticas. Observa-

se que a rede das práticas de comércio, em ambas as formas de representação das conexões remotas, apresenta correlação com a intensidade de tráfego nos dois modais separadamente e com o tráfego total. O mesmo ocorre com as redes das práticas de serviço e de comércio e serviço, mas apenas na representação das conexões remotas entre todos os centros locais. É interessante observar também que em todas as representações das redes das práticas há correlação com o tráfego de pedestres.

Tabela 24 - coeficientes de Spermán para a correlação entre a intensidade de tráfego e a medida de polaridade nas redes das práticas.

	REDE DAS PRÁTICAS					
	Comércio		Serviço		Comércio e Serviço	
	CNX 1	CNX 2	CNX 1	CNX 2	CNX 1	CNX 2
Pedestre	,476*	,523*	,560*	,631**	,482*	,655**
Carro	,451*	,517*	,444	,559*	,329	,522*
Tráfego total	,465*	,532*	,411	,561*	,332	,550*

* nível de significância = 0,05

** nível de significância = 0,01

CNX 1 = conexões remotas entre os centros locais de maior hierarquia.

CNX 2 = conexões remotas entre todos os centros locais.

Esta análise mostra que a representação da rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais apresenta melhores resultados. Esta representação busca incluir as relações entre as práticas considerando um maior número de centros locais. Isso pode indicar a maior influência das diferenciações locais na estrutura espacial urbana.

Ao comparar os resultados para as diferentes atividades, constata-se que, em relação à atividade de comércio, a correlação é maior na rede configuracional. Enquanto isso, nas redes das práticas de serviço e de comércio e serviço, os coeficientes de correlação são maiores do que aqueles obtidos na rede configuracional, a partir da medida de polaridade, considerando as mesmas atividades.

4.6.3 Medida combinada: análise da interação entre a configuração e as práticas no espaço urbano

O processo de validação das medidas apresentado na seção anterior indica que a representação de ambas as redes captura, de certo modo, uma parcela da estrutura espacial urbana. Neste momento, pretende-se verificar se a interação entre os dois tipos de rede, representada através da medida combinada proposta (seção 3.7), contribui para

melhor compreensão e análise da estrutura espacial urbana. Para isso, são testadas diferentes combinações, submetidas à análise de correlação com as variáveis de intensidade de tráfego.

A análise se detém nas atividades de comércio e serviço em conjunto, considerando que o levantamento do tráfego não está associado a um uso do solo específico, mas à totalidade dos deslocamentos na cidade. Mesmo que algumas atividades não estejam incluídas, os usos de comércio e serviço abrangem a maior parcela de atividades presentes na cidade de Jaguarão.

Nas combinações, a parcela da rede das práticas é representada pelos resultados da medida de polaridade na rede com as conexões remotas entre todos os centros locais. Esta escolha se deve aos resultados das análises de correlação na etapa de validação das medidas (seção 4.6.2), nas quais as redes com conexão remota entre todos os centros locais obtiveram maiores coeficientes.

Para representar a parcela da rede configuracional são testados os resultados das três medidas: acessibilidade, centralidade e polaridade, considerando as atividades de comércio e serviço. Em um primeiro momento, foram analisadas as combinações conforme o esquema apresentado na figura 51, sendo que cada uma das combinações foi testada com os resultados das três medidas para a rede configuracional de forma independente. Os pesos apresentados nesse esquema foram inseridos na equação que define a medida combinada, referindo-se aos parâmetros de ajuste de cada uma das redes.

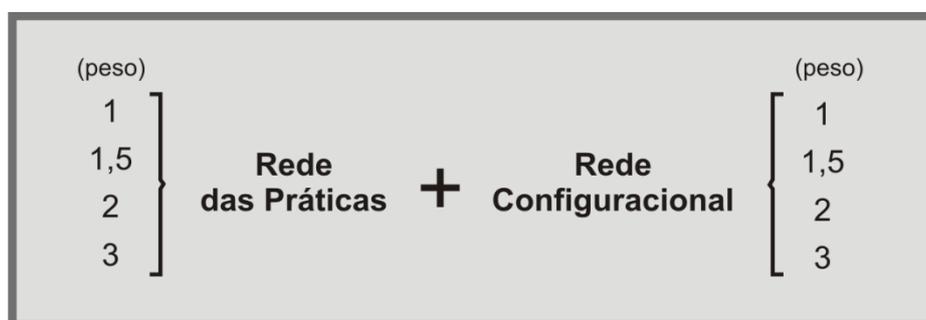


Figura 51 - Esquema para a combinação dos resultados das medidas da rede das práticas com a rede configuracional.

A tabela 25 apresenta os maiores coeficientes de correlação obtidos nas combinações com cada uma das medidas na rede configuracional. Observa-se que nas

três medidas combinadas apresentadas o peso da medida na rede das práticas é maior do que o peso das medidas na rede configuracional. Isto pode indicar que as características da rede das práticas exercem maior influência na estrutura espacial urbana.

Comparando-se os coeficientes de correlação obtidos com estas medidas combinadas e os coeficientes obtidos com a medida na rede das práticas de comércio e serviço, apresentados na tabela 24, percebe-se que a inclusão da rede configuracional através das medidas combinadas, utilizando a acessibilidade e a polaridade, é capaz de melhorar a correlação. Na medida combinada em que a centralidade é utilizada na rede configuracional, os coeficientes de correlação são menores do que aqueles obtidos considerando somente a rede das práticas. Os maiores coeficientes obtidos se referem à medida combinada utilizando a polaridade na rede configuracional.

Tabela 25 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e as medidas combinadas (melhores resultados de correlação nas combinações com cada uma das medidas para a rede configuracional).

		<i>Medidas Combinadas</i>		
		$1 \cdot RC(a) + 3 \cdot RP(t)$	$1 \cdot RC(c) + 3 \cdot RP(t)$	$1 \cdot RC(p) + 2 \cdot RP(t)$
<i>Intensidade de tráfego</i>	pedestre	,658**	,629**	,723**
	carro	,538*	,466*	,624**
	total	,559*	,510*	,614**

* nível de significância = 0,05

** nível de significância = 0,01

Sendo, RC(a): resultados da medida de acessibilidade na rede configuracional; RC(c): resultados da medida de centralidade na rede configuracional; RC(p): resultados da medida de polaridade na rede configuracional; RP(t): resultados da medida de polaridade na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais.

4.6.4 Calibragem

Para realizar a calibragem são testados parâmetros de ajuste intermediários aos já utilizados, considerando as medidas que obtiveram os melhores resultados. Dentre as três medidas utilizadas na rede configuracional, a medida de polaridade apresenta o maior coeficiente de correlação na combinação com a rede das práticas. Esse coeficiente foi obtido na medida combinada em que o peso da rede das práticas é o dobro do peso da rede configuracional. Para avançar na calibragem, parte-se da combinação que obteve o melhor resultado, na qual os parâmetros de ajuste são: 1 para a rede configuracional e 2 para a rede das práticas. Verifica-se a utilização de parâmetros com

valores menores e maiores do que 2 para a rede das práticas. O resultado das correlações entre as medidas combinadas, utilizando diferentes parâmetros de ajuste, e a intensidade de tráfego (tabela 26) mostram que a maior correlação acontece com o peso 1 para a rede configuracional e 1,8 para a rede das práticas.

Tabela 26 - coeficientes de Sperman para a correlação entre a intensidade de tráfego e as medidas combinadas.

		<i>Medidas Combinadas</i>					
		RC(p) + 1,6·RP(t)	RC(p) + 1,7·RP(t)	RC(p) + 1,8·RP(t)	RC(p) + 1,9·RP(t)	RC(p) + 2·RP(t)	RC(p) + 2,5·RP(t)
<i>Intensidade de tráfego</i>	pedestre	,717**	,728**	,731**	,730**	,723**	,722**
	carro	,627**	,644**	,642**	,640**	,624**	,620**
	total	,611**	,630**	,632**	,630**	,614**	,621**

* nível de significância = 0,05

** nível de significância = 0,01

Sendo, RC(p): resultados da medida de polaridade na rede configuracional; RP(t): resultados da medida de polaridade na rede das práticas com as conexões remotas entre todos os centros locais.

Os resultados da calibragem mostram que a medida combinada melhora os resultados da correlação com as variáveis de intensidade de tráfego. Isso indica que a estrutura espacial urbana é influenciada tanto pelas características da rede configuracional, como pelas características da rede das práticas, sendo que estas contribuem em maior proporção. Os espaços de maior hierarquia na estrutura espacial urbana, capturados pela medida combinada na cidade de Jaguarão, podem ser visualizados na figura 52.

Neste momento, é interessante comparar esta leitura da estrutura espacial urbana com uma análise empírica da cidade. Nas conversas realizadas com os técnicos da prefeitura, a Rua Júlio de Castilhos e a Rua Odilo Marques Gonçalves, que apresentam um maior número de trechos dentre os 10% maiores valores da medida combinada, foram indicadas como vias importantes para a cidade. A última é considerada a via de maior movimento no centro da cidade e a mais utilizada para o acesso aos bairros da zona leste. A primeira é identificada como sendo o principal acesso à cidade pela rodovia BR-116. Paralela à esta, a Rua Uruguai, que também apresenta uma quantidade significativa de trechos de maior hierarquia na medida, é a principal via de conexão entre o Brasil e o Uruguai.



Figura 52 - Espaços de maior hierarquia na estrutura espacial urbana capturada a partir do resultado da calibragem: medida combinada da rede configuracional com a rede das práticas de comércio e serviço.

A zona de livre comércio, localizada na cidade uruguaia de Rio Branco, que faz fronteira com Jaguarão, é um pólo de atração, que influencia a estrutura urbana desta cidade. Embora isso não tenha sido considerado de modo diferenciado através dos carregamentos na base de dados, o modelo captura os impactos desta conexão ao identificar trechos da Rua Uruguai dentre os espaços de maior hierarquia.

As diferenças na capacidade de atração das atividades não foram consideradas neste primeiro momento de exploração do modelo. Tanto a atratividade da fronteira, quanto a de outras atividades, como a Universidade Federal do Pampa em Jaguarão, podem ser representadas pela atribuição de maior peso no carregamento dos trechos. No entanto, a opção por trabalhar somente com a diferenciação através da quantidade de atividades em cada trecho buscou evidenciar a relação entre as atividades e, de certa maneira, privilegiar a representação do cotidiano local.

Os resultados do modelo indicam a importância da Rua Uruguai na estrutura urbana de Jaguarão, mesmo sem a atribuição de um carregamento específico. As

próprias características de distribuição das atividades e sua interação com a configuração urbana contribuem para que o modelo capture a influência desse aspecto na dinâmica intra-urbana da cidade.

Convém discutir, ainda, uma outra questão referente às situações de cooperação e competição. A calibragem busca otimizar os resultados do modelo, definindo as proporções específicas em que configuração e práticas cooperam. Então, os espaços de maior hierarquia no resultado da medida combinada "calibrada" indicam situações de cooperação, nas quais há maior interação entre a configuração urbana e as práticas.

No entanto, é importante verificar também alguns aspectos que envolvem as situações de competição. Os espaços com maior intensidade de práticas, em que a configuração não é favorável, ou os espaços privilegiados em termos configuracionais e preteridos pelas práticas podem indicar a ocorrência de diferentes fenômenos urbanos. No primeiro caso, a competição pode sugerir a permanência de antigos centros; o surgimento de novos pólos de atração; a adoção de diferentes estratégias de localização, a partir da relação entre custo do solo e privilégio locacional, entre outros fenômenos urbanos. No segundo caso, a ausência de atividades em espaços com características configuracionais favoráveis pode indicar um crescimento físico acelerado da cidade.

A figura 53 identifica no mapa de Jaguarão as situações de cooperação, considerando o resultado da calibragem e, as situações de competição, considerando os espaços com 3 ou mais estabelecimentos de comércio ou serviço e os espaços com os maiores valores de polaridade. As fotos da cidade ilustram alguns trechos em que essas situações acontecem.

Nesta figura, a imagem número 1 é de um trecho de via próximo ao Rio Jaguarão, que apresenta várias atividades. Este trecho pode ser um exemplo de resistência da vitalidade urbana, devido ao contexto histórico e cultural, ou mesmo, a decadência desta área, que está inserida no centro histórico da cidade. A imagem 2 mostra um trecho em uma área consolidada da cidade, em que há vários trechos em situação de competição, próximos a trechos em situações de cooperação. Nestes espaços pode haver vantagens no custo do solo, aproveitando a proximidade com áreas de maior privilégio locacional. As imagens 3 e 4 mostram, respectivamente, o acesso à cidade pela Rua Júlio de Castilhos e os trechos de acesso à ponte entre Brasil e Uruguai na Rua Uruguai, ilustrando situações de cooperação entre configuração e práticas.

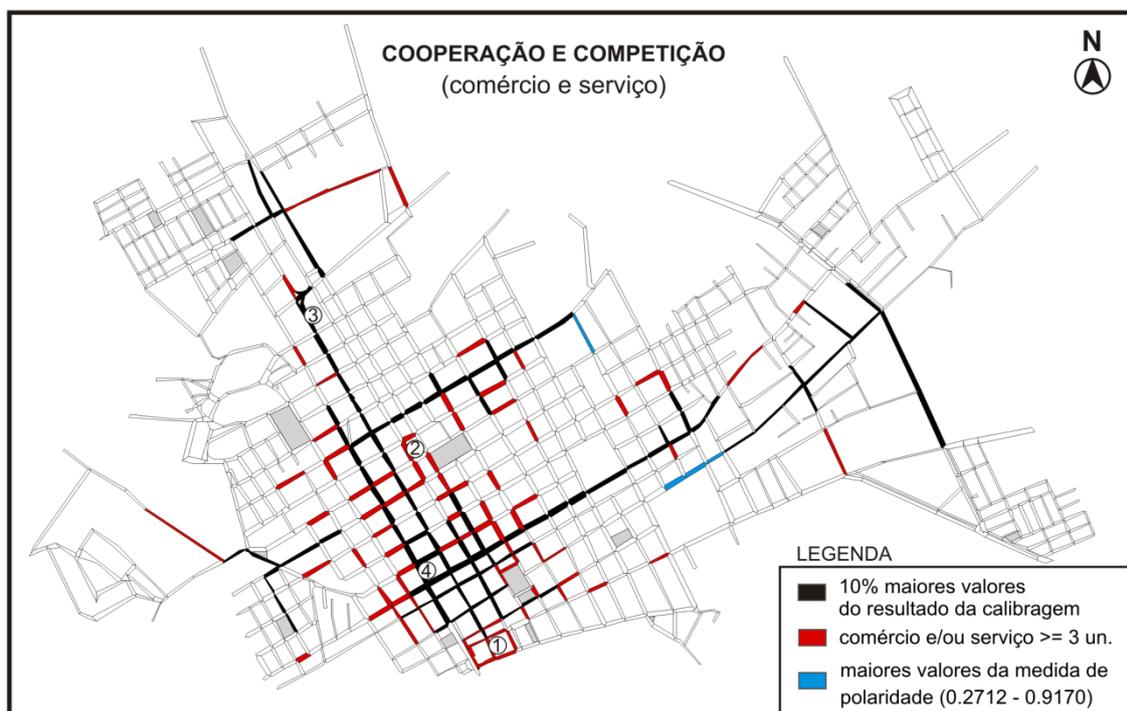


Figura 53 - Mapa: cooperação entre a configuração urbana e as práticas de comércio e serviço, representada nos 10% maiores valores da medida combinada resultante da calibragem. Competição: espaços com maior quantidade de comércio e/ou serviço e espaços de maior hierarquia na rede configuracional, capturados pela medida de polaridade, considerando as atividades de comércio e serviço. Imagens das situações identificadas no mapa: (1) e (2) competição; (3) e (4) cooperação.

Os trechos com alto valor de polaridade (em azul no mapa da figura 53), que indicam situações de competição, localizam-se em uma área consolidada da cidade, em vias de conexão entre o centro e os bairros da zona leste. A maioria destes bairros, segundo as Diretrizes da Política Municipal de Desenvolvimento Urbano de Jaguarão, carecem de equipamentos urbanos e infraestrutura adequada, especialmente quanto à rede de esgoto e drenagem pluvial e, alguns deles, se caracterizam pela ocupação irregular, devido à necessidade de moradia. Estes podem ser indícios de um crescimento físico acelerado, que poderia explicar a ausência de atividades nos trechos de acesso à zona leste, identificados dentre a classe dos maiores valores da medida de polaridade. Nesse sentido, a medida pode indicar as vias com potencial para a alocação de novas atividades e/ou importantes para a mobilidade urbana.

As possibilidades de explicação para as situações de competição são muito variadas e devem ser investigadas com maior profundidade e dedicação, incluindo ainda uma hipótese de haver razões aleatórias para a ocorrência dessas situações. As reflexões elaboradas a partir da figura 53, embora embasadas na realidade urbana de Jaguarão, não podem ser comprovadas neste estudo. O objetivo da discussão consiste mais em elucidar as potencialidades para futuros estudos, do que efetivar um diagnóstico para a cidade.

5 CONCLUSÕES

A investigação buscou explicar como a interação entre a configuração urbana e as práticas contribuem na estruturação do espaço urbano. A abordagem sistêmica adotada conduziu ao desenvolvimento de um modelo para a representação e análise da estrutura espacial urbana, que possibilitasse visualizar e entender os diferentes aspectos que influenciam a estrutura urbana. O modelo proposto contribuiu para demonstrar que a inclusão de aspectos do contexto local, neste caso representados pelas características das práticas e suas inter-relações, estando associadas aos aspectos globais, referentes ao sistema configuracional urbano, possibilitam uma maior compreensão da estrutura espacial urbana. As principais conclusões e considerações a respeito do trabalho desenvolvido são as seguintes:

Quanto às hipóteses:

O primeiro capítulo apresenta duas questões, uma de ordem teórica e outra metodológica, que norteiam o trabalho. A primeira questão se refere a: como as características do contexto local, referentes às práticas e suas inter-relações e os aspectos globais, relativos à configuração urbana da cidade, contribuem na estruturação espacial urbana? Para responder a esta questão foram investigadas duas hipóteses: a principal e a secundária.

A hipótese secundária buscou entender como ambas as características configuracionais e das práticas contribuem na estruturação espacial urbana, a partir da identificação de situações de cooperação e competição, conforme o enunciado explicita:

"As características da configuração urbana e das práticas, em algumas situações, cooperam entre si, em outras, competem, gerando diferentes resultados no sistema. Espaços que estão em evidência no sistema configuracional urbano podem se tornar ainda mais atrativos com a presença de determinadas atividades, caracterizando uma situação de cooperação entre estes elementos morfológicos. Da mesma forma, a prática pode ser intensa em espaços cuja posição no sistema configuracional não apresenta vantagens, gerando uma situação de competição entre essas características. O estudo investiga as conseqüências destas diferentes situações de cooperação e competição na estrutura espacial urbana."

Para verificar a validade desta hipótese foi realizada uma análise de correspondência entre a estrutura espacial na rede configuracional e a distribuição da quantidade de atividades de comércio e de serviço na cidade (seção 4.4). A partir dos

resultados foi possível visualizar e quantificar as situações de cooperação e competição entre os aspectos configuracionais e das práticas. Em todos os casos investigados - associação das três medidas utilizadas na rede configuracional com a quantidade de atividades de comércio, serviço e comércio e serviço - constatou-se que situações de cooperação e competição entre essas características da morfologia urbana coexistem na cidade, confirmando a validade da hipótese.

Foi interessante perceber que as análises de correspondência das diferentes atividades com uma mesma medida mantém o mesmo padrão de resultado, enquanto as análises de diferentes medidas com uma mesma atividade apresentam resultados distintos. Então, embora o modo como as atividades de comércio e serviço estão distribuídas seja diferente, a associação de cada uma das atividades com as propriedades configuracionais de acessibilidade e centralidade são similares. Ao mesmo tempo, confirmou-se que as medidas expressam aspectos diferentes da configuração urbana.

Convém lembrar que a medida de polaridade é uma medida de centralidade que considera as ligações, os caminhos, entre pares de pontos orientados: das origens para os destinos, identificados pelos atributos dos espaços. Desse modo, o processo de cálculo dessa medida inclui como atributos as mesmas atividades utilizadas na análise de correspondência, além da população residente, representando os atributos dos pontos de origem. Por isso, em comparação com a medida de centralidade, a polaridade apresentou situações de cooperação em maiores proporções. Observou-se, ainda, que nas situações de competição, os espaços com maior intensidade de atividade estão próximos àqueles com maiores valores da medida, indicando maior congruência entre as práticas e a configuração urbana.

A validação dessa hipótese oferece suporte à hipótese principal do trabalho, mostrando que a configuração e as práticas, dois aspectos distintos da morfologia urbana, ora se reforçam, ora se complementam, influenciando a estrutura espacial urbana. O desenvolvimento da hipótese principal procurou investigar as conseqüências destas situações de cooperação e competição entre a configuração urbana e as práticas, considerando também as relações entre as práticas. A hipótese principal consiste em:

"A estrutura espacial urbana emerge da interação entre as características locais e globais do sistema urbano. Ademais, as relações subjacentes estabelecidas entre as práticas são mediadas pelas relações espaciais próprias da configuração urbana, sendo que ambas influenciam significativamente na estruturação do espaço urbano."

Esta hipótese constitui o ângulo da investigação, estando seu enunciado fundamentado no referencial teórico exposto no segundo capítulo, especialmente no que se refere à teoria da auto-organização, aos estudos configuracionais urbanos da atualidade e às abordagens que introduzem as idéias para delinear as relações espaciais remotas. A verificação da validade dessa hipótese passou por todo o processo de realização do trabalho, partindo do desenvolvimento do modelo para a representação e análise da estrutura espacial urbana, passando pela realização do estudo de caso, no qual são testados os procedimentos metodológicos propostos, e culminando com a validação e calibragem do modelo.

O modelo propõe a representação da rede das práticas de modo que se mantenham as relações espaciais de adjacência próprias do sistema configuracional, incluindo as relações espaciais remotas nesse sistema. Deste modo, a análise da estrutura espacial na rede das práticas modifica, em parte, os resultados obtidos na rede configuracional, representando o modo como as relações espaciais remotas são mediadas pelos aspectos configuracionais.

No estudo de caso, os resultados da análise da associação entre a rede configuracional e as redes das práticas (seção 4.5) confirmam a capacidade do modelo de representar a influência das características da configuração na estrutura espacial urbana capturada a partir das redes das práticas. Observa-se associação significativa em todos os casos constantes do estudo, havendo congruência entre os espaços de maior hierarquia em ambas as redes. No entanto, percebe-se que há diferenças na estrutura espacial urbana na rede configuracional e nas redes das práticas, decorrentes do processo de representação que considera as escalas global e local do sistema, respectivamente.

Para integrar as duas leituras da estrutura espacial urbana foi proposta uma medida combinada, que considerasse os aspectos relativos às escalas global e local do sistema urbano, representados pelas redes configuracional e das práticas respectivamente. A medida combinada melhorou os resultados da correlação obtidos em cada rede separadamente, sugerindo que a estrutura espacial urbana depende tanto das características locais, quanto das características globais do sistema urbano. Portanto, frente ao conjunto de observações relatadas acima, considera-se válida a hipótese principal da investigação.

A segunda questão que norteia o trabalho, delimita o problema metodológico, que consiste em: como desenvolver um modelo para representar sistemicamente a configuração urbana e as práticas, considerando as relações espaciais adjacentes e remotas, relativas respectivamente à rede configuracional e à rede das práticas, possibilitando a análise da associação e da interação entre estas redes? Para responder essa questão a hipótese proposta é a seguinte:

"O desenvolvimento do modelo pode ser realizado utilizando-se a representação sistêmica da cidade na forma de grafo, possibilitando a análise da estrutura espacial urbana através da utilização de medidas de diferenciação espacial e de análises estatísticas. A representação por grafo possibilita investigar as características da configuração urbana e das práticas, incluindo a representação das relações entre as práticas, através da inserção de conexões remotas no sistema configuracional."

A proposta de modelagem foi desenvolvida no terceiro capítulo, sendo testada e validada no capítulo quatro, no qual está documentada a realização do estudo de caso. Com base nos estudos configuracionais e nas abordagens sobre redes, o modelo propôs a representação por grafo de duas redes, que se referem aos aspectos configuracionais e das práticas. Esta representação se mostrou adequada para o estudo por permitir a utilização das medidas disponíveis no *software* Medidas Urbanas e, principalmente, por possibilitar a inserção de novas conexões nas redes, necessárias para representar as relações espaciais remotas entre as práticas.

A utilização das medidas de acessibilidade, centralidade e polaridade para a análise da estrutura espacial urbana nas diferentes redes possibilitou avançar na compreensão de diferentes propriedades configuracionais e suas relações com as características das práticas. As análises estatísticas de correspondência contribuíram efetivamente para o estudo das situações de cooperação e competição entre configuração urbana e práticas e para a análise da associação entre as diferentes redes, indicando em que proporção as variáveis estão associadas.

A validação do modelo, realizada através da análise estatística de correlação entre os resultados das medidas nas diferentes redes e a intensidade de tráfego, indicou as situações que melhor representam a estrutura espacial urbana. Na rede configuracional, a medida de polaridade foi a única que apresentou correlações significativas com o tráfego. Isso era esperado devido à escolha da variável de tráfego para realização da correlação, que está mais associada às características desta medida, cujo processo de cálculo parte da identificação dos menores caminhos entre atributos de

origem e de destino. Nas redes das práticas, as situações que utilizaram a representação das conexões remotas entre todos os centros locais obtiveram os maiores coeficientes de correlação. Por fim, o desenvolvimento de uma medida combinando os aspectos de ambas as redes obteve melhores resultados na correlação, sobretudo após o processo de calibragem. Estes resultados demonstraram que os procedimentos de representação e análise propostos foram ao encontro dos objetivos da tese, confirmando a validade da hipótese metodológica.

Quanto às potencialidades:

A investigação possibilita compreender como os aspectos da configuração urbana e das práticas contribuem na estruturação do espaço urbano. O modelo demonstrou que a inclusão de características do contexto urbano na escala local contribuiu na representação da estrutura espacial urbana. Estas características foram representadas, neste trabalho, pelas relações que se estabelecem entre as práticas.

A representação dessas relações foi um desafio enfrentado no estudo, tanto em termos teóricos como metodológicos, tendo em vista a necessidade de buscar referências em diferentes áreas do conhecimento para, então, definir quais, e como, representar as relações entre as práticas de modo sistêmico, adotando as simplificações inerentes ao processo de modelagem. A proposta de estabelecer as conexões remotas entre os pontos de aglomeração de atividades para representar as relações entre as práticas se mostrou condizente com os objetivos propostos, sendo capaz de representar os aspectos locais que influenciam a estrutura espacial urbana.

O modelo proposto demonstrou a possibilidade de representar sistemicamente esses aspectos do contexto, caracterizados pelas redes das práticas. A representação dos dois tipos de redes: configuracional e das práticas, foi fundamental para entender e visualizar a estrutura espacial urbana que emerge nas diversas escalas da cidade. A rede configuracional apresenta uma hierarquia de espaços que considera as relações na cidade como um todo. A rede das práticas enfatizou a importância dos centros locais em que acontecem as aglomerações de atividades, conferindo maior diferenciação espacial entre essas áreas e seu entorno imediato.

O aumento na diferenciação também foi verificado comparando-se as duas maneiras de representar as conexões remotas: pelos centros locais de maior hierarquia e por todos os centros locais. Observou-se que quanto maior o número de conexões

remotas adicionadas na rede, maior a concentração dos espaços com os valores mais altos da medida nos centros locais remotamente conectados. Ao mesmo tempo, a quantidade de trechos de menor hierarquia no sistema aumenta, sendo que os valores nas classes de menor hierarquia variam em menor proporção do que os valores nas classes mais altas.

A medida combinada desenvolvida permitiu a análise da integração da rede configuracional com a rede das práticas. Os resultados obtidos indicaram o potencial do modelo para explorar a interação entre aspectos das escalas global e local na investigação da estrutura espacial urbana. Nesse sentido, o modelo pode auxiliar no processo de planejamento, possibilitando a análise dos impactos de intervenções locais na estrutura espacial urbana global.

A modelagem se constitui como uma importante ferramenta de planejamento urbano. O modelo permite testar hipóteses, simular situações e analisar a estrutura espacial urbana, em relação às práticas estabelecidas ou que venham a se estabelecer no espaço urbano.

Quanto às limitações:

No desenvolvimento de um modelo para explorar fenômenos urbanos, é necessário adotar uma série de simplificações que transformam a realidade em elementos e relações passíveis de serem manejados de forma sistêmica. Embora essas simplificações afastem o modelo da realidade, elas viabilizam a investigação de fenômenos complexos e possibilitam a simulação de aspectos da realidade e o teste de hipóteses, que não seriam possíveis no ambiente urbano real.

As simplificações adotadas abrangem desde a escolha da unidade espacial até a definição da variável utilizada na correlação para a validação do modelo. A maioria dessas simplificações fazem parte dos modelos configuracionais urbanos, por isso, convém destacar os aspectos específicos, que diferenciam o modelo proposto de outras abordagens.

Nesse sentido, ressalta-se a representação das relações espaciais remotas entre as práticas. Na realidade, são as pessoas que estabelecem relações entre si, com base em muitos e diferentes critérios, pautando suas decisões que se refletem no espaço urbano, na distribuição das atividades, nos fluxos de movimentação, entre outros. O modelo enfoca questões socioeconômicas, se detendo nas forças de aglomeração e dispersão

entre as atividades. As conexões remotas entre os centros locais é o modo pelo qual o modelo abstrai da realidade um aspecto específico, relacionado ao tema investigado, que permite analisar um dos fatores da escala urbana local.

Outra questão importante se refere à validação do modelo. A variável escolhida para realizar a análise de correlação foi a intensidade de tráfego. É fundamental entender que os fluxos de movimento na cidade são fortes indicadores da hierarquia dos espaços no sistema espacial urbano, no entanto, a compreensão da estrutura espacial urbana deve ir além, como esta tese pretendeu mostrar.

A escolha da variável de tráfego influenciou no resultado da correlação com as diferentes medidas utilizadas para analisar a estrutura espacial urbana na rede configuracional. A variável privilegia os aspectos da estrutura associados ao fluxo de movimento que, de certa forma, são capturados pela medida de polaridade.

O estudo de contagem do tráfego foi considerado satisfatório para a realização da validação e calibragem do modelo. Entretanto, a metodologia para a contagem foi um limitador da quantidade de trechos utilizada na correlação, devido aos recursos disponíveis para a realização do estudo.

Em termos gerais, é importante perceber a limitação da investigação em relação à variável "tempo". O modelo buscou capturar a realidade em um dado momento, mas as interações entre os aspectos configuracionais e das práticas e também as relações entre estas práticas acontecem ao longo do tempo e fazem parte da dinâmica de transformação da cidade. O conhecimento da estruturação espacial urbana pode avançar a partir de estudos que incluam esta dinâmica.

Quanto à continuidade do trabalho:

Com relação ao modelo em si, convém ressaltar que o trabalho tem um caráter exploratório, testando uma metodologia construída a partir das ferramentas disponíveis, adaptando-as às necessidades da investigação. Para avançar nos resultados obtidos existem dois caminhos: a) aprimorar o modelo proposto, aplicando a metodologia em outras cidades e buscando superar as limitações apontadas; b) desenvolver novos instrumentos para a representação e análise da estrutura urbana, sendo necessário superar as fronteiras dos diferentes campos de conhecimento, como vem sendo feito em abordagens sistêmicas, para associar o desenvolvimento de recursos técnicos com a elaboração de problemas teóricos.

Alguns dos procedimentos que podem ser implementados no modelo são:

- ponderação das conexões remotas, diferenciando relações fortes e fracas;
- compatibilização de representações e análises que utilizem unidades espaciais diferentes, permitindo, por exemplo, investigar aspectos globais utilizando como unidade a via e aspectos locais, o trecho de via;
- automatização do processo de identificação e estabelecimento das conexões remotas.

Em termos da investigação da estrutura espacial urbana, segundo as características da configuração urbana e das práticas, o estudo pode avançar em questões referentes a temáticas particulares, utilizando uma classificação mais específica das atividades. A escolha das práticas de comércio e serviço, identificadas a partir de uma classificação geral que abrange quase todos os usos presentes na cidade, foi importante como ponto de partida, possibilitando testar, avaliar e aprimorar o modelo. A validação das hipóteses desenvolvidas na tese abre caminho para outras abordagens.

A estrutura espacial urbana pode ser entendida e analisada a partir de diferentes enfoques, considerando o conhecimento produzido em um ampla gama de disciplinas. A presente investigação, como o próprio título explicita, se constitui como uma das possíveis análises da estrutura espacial urbana. Ainda que o trabalho traga contribuições significativas quanto à inclusão de aspectos mais subjetivos na análise sistêmica e à interação entre as escalas local e global do sistema urbano, persistem inquietações principalmente em relação à dinâmica da cidade e da sociedade. Os processos de transformação e mudança que acontecem na cidade estão constantemente incitando novos questionamentos. A investigação da estrutura espacial urbana frente à esses processos é uma perspectiva a ser alcançada.

Referências Bibliográficas

- ALBERT, Réka; BARABÁSI, Albert László (2002) Statistical mechanics of complex networks. **Reviews of Modern Physics**, v. 74, n. 01, p. 47-97.
- ARENTZE, Theo; BORGERS, Aloys; TIMMERMANS, Harry (1994a) Geographical Information Systems and the Measurement of Accessibility in the Context of Multipurpose Travel: a New Approach. **Geographical Systems**, Estados Unidos da América: Gordon and Breach Science Publishers S.A. v. 1, p. 87- 102.
- ARENTZE, Theo; BORGERS, Aloys; TIMMERMANS, Harry (1994b) Multistop-Based Measurements of Accessibility in a GIS Environment. **Geographical Information Systems**, v. 8, n. 4, p. 346-356.
- BARRA, Tomás de la (1979) Integrating Micro-Economic Models with Spatial Interaction Theory. In: Ph Steadman (ed) **Transactions of the Martin Centre for Architectural & Urban Studies**, Univesity of Cambridge.
- BARRAT, Alain; BARTHÉLEMI, Marc; VESPIGNANI, Alessandro (2008) **Dynamical Processes on Complex Networks**. New York: Cambridge University Press.
- BARRETT, Christopher; EUBANK, Stephen; KUMAR, V.S. Anil; MARATHE, Madhav V. (2004) The Mathematics of Networks: Understanding Large-Scale Social and Infrastructure Networks: A Simulation-Based Approach. **SIAM News**, v. 37, n. 4, maio 2004. Disponível em: <http://www.siam.org/pdf/news/227.pdf>. Acesso em: 20 maio 2009.
- BATTY, M. (2007). **Model Cities**. Disponível em: [www.casa.ucl.ac.uk/working paper 113](http://www.casa.ucl.ac.uk/workingpaper113).
- BATTY, M. TORRENS, P. (2001). **Modeling complexity: the limits to prediction**. Disponível em: [www.casa.ucl.ac.uk/working paper 36](http://www.casa.ucl.ac.uk/workingpaper36).
- BENKO, Georges. (2002) **Economia, espaço e globalização na aurora do século XXI**. Tradução: Antonio de Padua Danesi (tradução). São Paulo: Hucitec.
- BERTUGLIA, C. S. LEONARDI, G. OCCELLI, S. RABINO, G. A. TADEI, R. (1987) An historical review of approaches to urban modelling. In.: C.S. Bertuglia, G. Leonardi, S. Occelli, G.A. Rabino, R. Tadei, A.G. Wilson (eds.) **Urban Systems: Contemporary Approaches to Modeling**. London: Croom Helm, p. 8-76.
- COURTAT, Thomas; GLOAGUEN, Catherine; DOUADY, Stephane (2010) Mathematics and Morphogenesis of the City, A Geometrical approach. **arXiv:1010.1762v2**. Disponível em: <http://arxiv.org/abs/1010.1762>. Acesso em: 25 maio 2011.
- CRUCITTI, P. LATORA, V. PORTA, S. (2005) Centrality Measures in Urban Networks. **arXiv: Physics 0504163v.1**, abril 2005. Disponível em: [http://arxiv.org/abs/ physics/0504163v1](http://arxiv.org/abs/physics/0504163v1). Acesso em: junho 2011.
- FARIA, Ana Paula Neto de; ZECHLINSKI, Ana Paula Polidori; LEÃO, Simone (2007) Representação espacial na cognição ambiental urbana: aspectos de uso do solo e presença social. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13º, 2007,

- Florianópolis - Brasil. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: INPE, 2007.
- FUJITA, M. THISSE, J-F (2009) New Economic Geography: An appraisal on the occasion of Paul Krugman's 2008 Nobel Prize in Economic Sciences. **Regional Science and Urban Economics** 39, p. 109–119.
- GEBAUER, M. SAMUELS, I. (1981). **Urban morphology**. Oxford Polytechnic, Departments of Architecture & Town Planning, mimeu, p. 1-14.
- GOLDNER, William (1970) The Lowry Model Heritage. **Institute of Transportation and Traffic Engineering**. University of California. Disponível em: http://bayareacensus.com/maps_and_data/datamart/historic/Goldner_LowryModel_Jun1970.pdf. Acesso em: 06 ago. 2009.
- GORMAN, S. P., KULKARNI, R. (2004) Spatial small worlds: new geographic patterns for an information economy. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 31(2), p. 273-296.
- HANDY, S. L. NIEMEIER, D.A. (1997) Measuring accessibility: na exploration of issues and alternatives. **Environment and Planning A**, v. 29, p. 1175-1194.
- HARARY, Frank (1969) **Graph Theory**. Reading, Massachusetts: Addison-Wesley.
- HILLIER, Bill (1999) Centrality as a process: accounting for attraction inequalities in deformed grids. **Proceedings of Space Syntax Second International Symposium**, Brasilia, 1999.
- HILLIER, B. HANSON, J. (1984) **The Social Logic of Space**. Cambridge: Cambridge University Press.
- HILLIER, B. IIDA, S. (2005) Network and Psychological Effects in Urban Movement. A.G. Cohn and D.M. Mark (eds.). **COSIT 2005**, LNCS 3693, p. 475–490.
- HILLIER, B. PENN, A. HANSON, J. GRAJEWSKI, T. XU, J. (1993) Natural Movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 20, p. 29-66.
- INGRAM, D. R. (1971) The concept of accessibility, **Regional Studies**, Great Britain: Pergamon Press, v. 5, p. 101-107.
- JIANG, Bin (2007) A Topological Pattern of Urban Street Networks: Universality and Peculiarity. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, 384, p.647-655. Disponível em: <http://arxiv.org/ftp/physics/papers/0703/0703223.pdf>
- JIANG, Bin; CLARAMUNT, Christophe; KLARQVIST, Björn. (2000) An integration of space syntax into GIS for modelling urban spaces. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 2, issue 3/4, p. 161-171. Disponível em: http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/IanaRufino/MaterialDid%Etico/Paper_Wilma.pdf
- KASEMSOOK, Apiradee (2003) Spatial and functional differentiation: A symbiotic and systematic relationship. **Proceedings 4th International Space Syntax Symposium**, London, 2003.
- KOSTAKOS, Vassilis (2009). An empirical study of spatial and transpatial social networks using Bluetooth and Facebook. **arXiv**: 0910.4292v1

- KRAFTA, Romulo (1991) **A study of intra-urban configurational development in Porto Alegre – Brasil**. Dissertation, University of Cambridge.
- KRAFTA, Romulo (1994) Modelling intraurban configurational development. **Environment & Planning B: Planning and Design**, London: Pion, v. 21, p. 67-82, janeiro 1994.
- KRAFTA, Romulo (1995) Configuração e Apropriação do Espaço Urbano. In: **Seminário Interdisciplinar sobre cidade e produção do cotidiano**, 1995, Recife. Cidade e Produção do cotidiano. Recife, PE Brasil, v. 1, p. 83-94.
- KRAFTA, Romulo (1998) Urban convergence, morphology and attraction. H. In.: Timmermans (ed) **Decision Support Systems in Urban Planning**, E&F Spon, London.
- LAHORGUE, Maria Alice Oliveira da Cunha. (2004) **Pólos, parques e incubadoras: instrumentos de desenvolvimento do século XXI**. Brasília: ANPROTEC.
- NAKAMURA, R. (2008) Changes in Agglomeration Economies and Linkage Externalities for Japanese Urban Manufacturing Industries: 1990 and 2000. **RIETI Discussion Paper Series 08-E-040**.
- NETTO, Vinicius; KRAFTA, Romulo (2001) Socio-spatial Networks: Social segregation as a real-time phenomenon. **Proceedings 3rd International Space Syntax Symposium**, Atlanta 2001, p. 34.1-34.10.
- NYSTUEN (1968) Identification of some fundamental spatial concepts. In.: J. L. Berry & D. Marble (Ed.) **Spatial analysis**, New Jersey: P. Hall. p. 35-41.
- PALMA, Niara (2011) **Dinâmica Espacial Urbana e Potencial de Atratividade**. Tese de Doutorado - PROPUR, Porto Alegre: UFRGS.
- PENN, Alan (2003) Space Syntax and Spatial Cognition Or Why The Axial Line? **Environment and Behavior**, v. 35, n. 1, janeiro, pp. 30-65.
- PEPONIS, J. ROSS, C. RASHID, M. (1997) The structure of urban space, movement and co-presence: The case of Atlanta. **Geoforum**, v. 28, n. 3-4, pp. 341-358.
- PORTA, S. LATORA, V. (2007) Correlating Street Centrality and Land Uses: an Evidence-Based Support for the Multiple Centrality Assessment of City Spaces. In.: International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, 10º, 2007, Foz do Iguaçu-Brasil. **Proceedings of 10th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management**, São Carlos: EESC/USP, 2007. CD-ROM.
- PORTUGALI, J. (1997). Self-organizing cities. **Futures**, vol. 29, n. 4/5, p. 353-380.
- PORTUGALI, J. (2004) Toward a cognitive approach to urban dynamics. **Environment and Planning B: Planning and Design**, vol 31, p. 589-613.
- PORTUGALI, Juval; BENENSON, Itzhak; OMER, Itzhak (1997). Spatial Cognitive Dissonance and Socio-spatial Emergence in Self-Organizing City. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 24, p. 263-285.
- PORTUGALI, J. HAKEN, H. (1992). Synergetics and cognitive maps. In: Portugali, J. (Ed.) Geography Environment and Cognition, **Geoforum**, v. 23, n. 2, p. 111-130.

- ROSVALL, Martin; SNEPPEN, Kim (2006) Modeling self-organization of communication and topology in social networks. *Physics/0512105*, v. 1.
- ROTH, Camille; KANG Soong Moon; BATTY, Michael; BARTHÉLEMI, Marc (2010) Structure of urban movements: polycentric activity and entangled hierarchical flows. **arXiv**: 1001.4915v3.
- SAILER, Kerstin; PENN Alan (2009) Spatiality and Transpatiality in Workplace Environments. **Proceedings of the 7th International Space Syntax Symposium**. Edited by Daniel Koch, Lars Marcus and Jesper Steen, Stockholm: KTH.
- VYGOTSKY, L. S. (1984). **A formação social da mente**. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto e Solange Castro Afeche. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- WATTS, Duncan (2004) **Six Degrees: The science of a connected age**. New York: W. W. Norton & Company.
- WATTS, Duncan; STROGATZ, Steven (1998) Collective dynamics of 'small-world' networks". **Nature**, v.393, p.440-442.
- WOUDSMA, Clarence; JENSEN, John F. KANAROGLOU, Pavlos; MAOH, Hanna (2008) Logistics land use and the city: A spatial-temporal modeling approach. **Transportation Research Part E**, v. 44, n. 2, p. 277-297, março 2008. Disponível em: www.sciencedirect.com

ANEXOS

ANEXO 1

CONTAGEM DO TRÁFEGO

01

TRECHO DE VIA:

RUA MARINHO BRAGA,

entre Rua H. D'Ávila e Rua Miguel de Lellis

NOME: _____

HORA

Inicial: _____ Final: _____

OBSERVAÇÕES:

CARRO ou
CAMIONETE



PEDESTRE



CICLISTA



MOTO



CARROÇA



CAMINHÃO



ÔNIBUS

