

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ARQUITETURA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL

PROPUR

Dissertação de Mestrado

**RUPTURAS MORFOLÓGICAS EM TECIDOS URBANOS:
ALTERAÇÕES NOS PADRÕES RELACIONAIS EM REDES DE RUAS**

Orientador

Prof. Rômulo Krafta – Ph.D.

Autor

Leonardo Müller Garateguy

Porto Alegre, outubro de 2011

Dissertação de Mestrado submetida ao PROPUR – UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Planejamento Urbano e Regional na área de Estudos Configuracionais Urbanos.

Agradeço à CAPES, pelo suporte fundamental que me foi concedido.

Ao professor Rômulo Krafta pela generosa acolhida e ao professor Vinícius de Moraes Netto pelo incentivo irrestrito.

Aos meus familiares, em especial à minha mãe que mostrou-me o quão linda é a trajetória vinculada à educação.

Finalmente, um eterno agradecimento aos que já não mais se encontram entre nós.

RESUMO

A presente pesquisa debruçou o seu olhar sobre o problema da falta de continuidade em redes de ruas que, ao que parece, não tem recebido a devida atenção por parte das administrações públicas e equipes de planejamento urbano. Através de análises como integralidade, heterogeneidade das redes espaciais urbanas e análise de bloqueios viários a pesquisa buscou inverter o olhar para elementos (e condições) estruturais que potencialmente prejudicam o desempenho da morfologia urbana de cidades causando impactos de natureza sócio-econômica. Para tanto, lançou mão da construção de grafos e da aplicação de medidas de diferenciação espacial nas redes em estudo, a fim de avançar na compreensão de eventos que possivelmente provocam algum tipo de ruptura na morfologia de cidades, provocando problemas para suas populações.

O resultado do estudo apontou para a possibilidade de criação de um conceito específico chamado de microruptura em redes de ruas.

Palavras chave: rupturas, morfologia, rede de ruas, acessibilidade, centralidade, relações sócio-econômicas.

ABSTRACT

The present research intended to look at/ the problem of lack of continuity in networks of streets that, it seems, has not received due attention by the government and urban planning teams. Through analysis as integrity, spatial heterogeneity of networks and analysis of urban road blockades research sought to reverse its look to elements (and conditions) that potentially affect the structural performance of the urban morphology of cities causing social economic impacts. To do so, it uses the construction of graphs and the application of measures of spatial differentiation in the networks under study in order to advance the understanding of events that possibly provoke some kind of rupture in morphology of cities, causing problems for their people.

The result of the study pointed to the possibility of creating a specific concept called microruptures in street networks.

Keywords: rupture, morphology, road network, accessibility, centrality, socio-economic relations.

SUMÁRIO

Agradecimentos	III
Resumo	IV
Abstract	V
Sumário	VI
Lista de Figuras	VIII
Lista de Tabelas	VIII
CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 Definição do Problema de Pesquisa	13
1.2 Hipóteses	17
1.3 Justificativa / Relevância, Objetivos	17
1.4 Estruturação do Trabalho	20
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	21
2.1 Diferentes abordagens utilizadas no tratamento do tema	21
2.1.1 Análise Configuracional	22
2.1.1.1 Centralidade por proximidade (acessibilidade)	23
2.1.1.2 Centralidade por intermediação (perpasse)	25
2.1.1.3 Centralidade por informação	26
2.1.1.4 Análise de Agrupamentos	29
2.1.1.5 Caminhos, Trilhas, Circuitos, Ciclos e Árvores	31
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	36
3.1 Abordagens escolhidas para o estudo	36
CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
4.1 Contextualização do Município de Montenegro	42
4.2 Aplicando a metodologia no Município de Montenegro	44
4.2.1 Rupturas parciais – análise da integralidade da rede urbana	47
4.2.2 Rupturas parciais – análise da heterogeneidade urbana	51
4.2.3 Rupturas totais – análise de bloqueios	64

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÃO	89
5.1 Conclusão Geral	89
CAPÍTULO 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
CAPÍTULO 7 – ANEXOS	95
7.1 Planilha da família de nós com 4 relações	95
7.2 Diagrama de comprimento de trechos de ruas – Montenegro	101
7.3 Torus	101

LISTA DE FIGURAS

Figura 01

Rede de ruas do município de Montenegro / RS 16

Figura 02

Mapa axial gerado para o sistema urbano do município de Montenegro / RS 24

Figura 03

Mapa nodal / acessibilidade – sistema na íntegra 27

Figura 04

Mapa nodal / acessibilidade – sistema suprimido 27

Figura 05

Cidade de Londres: representação do sistema urbano por intermédio de um sistema de eixos 37

Figura 06

Exemplo de grafos 38

Figura 07

Exemplo de grafos 38

Figura 08

Mapa de Veneza – espaços públicos abertos (em branco) e formas construídas (em cinza escuro) 39

Figura 09

Mapa de Veneza – grafo gerado a partir da representação primal (similaridade com o sistema urbano real) 39

Figura 10

Mapa de Veneza – grafo gerado a partir da representação dual (deformação) 39

Figura 11

Município de Montenegro - em pontilhado cidade leste e oeste – ao centro do sistema urbano, morro São João, morro da Formiga e banhado junto ao rio Caí 44

Figura 12

Grafo gerado a partir da grelha perfeita - 1365 nós – inspirada em quarteirões de 100x100 metros 46

Figura 13

Grafo gerado a partir da base digital de Montenegro - 1375 nós – cruzamentos viários transformados em nós	47
Figura 14	
Aplicação da medida de acessibilidade sobre a grelha perfeita	48
Figura 15	
Aplicação da medida de acessibilidade sobre o sistema de Montenegro / RS	49
Figura 16	
Aplicação da medida de acessibilidade sobre os sistemas da Grelha Perfeita e Município de Montenegro – valores máximos e mínimos em acessibilidade	51
Figura 17	
Aplicação da medida de ciclos no sistema hipotético da Grelha Perfeita	52
Figura 18	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro – primeira área analisada ..	54
Figura 19	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro – segunda área analisada ..	55
Figura 20	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro – terceira área analisada	57
Figura 21	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro – quarta área analisada	60
Figura 22	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro - bairro Bela Vista	60
Figura 23	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro - bairro Germano Henke ...	60
Figura 24	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro - rua Buarque de Macedo .	62
Figura 25	
Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro - rua Buarque de Macedo .	62
Figura 26	
Aplicação da medida de ciclos sobre os sistemas da Grelha Perfeita e Município de Montenegro – valores máximos e mínimos em ciclos	64
Figura 27a	
Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão dos nós	67

Figura 27b

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão dos nós 67

Figura 27c

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão dos nós 68

Figura 28

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro após a supressão do nó 769 69 e 70

Figura 29

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos - sistema suprimido do seu nó 769 71

Figura 30a

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769 71

Figura 30b

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769 72

Figura 30c

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769 73

Figura 31

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro após a supressão do nó 586 74 e 75

Figura 32

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos - sistema suprimido do seu nó 586 75

Figura 33a

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 586 76

Figura 33b

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 586 76

Figura 33c

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 586 77

Figura 34

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro após a supressão do nó 281 79

Figura 35

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos - sistema suprimido do seu nó 281 80

Figura 36a

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 281 80

Figura 36b

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 281 81

Figura 36c

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 281 81

Figura 37

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro após a supressão dos nós 907 e 875 83

Figura 38

Gráficos de aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos - sistema suprimido dos seus nós 907 e 875 84

Figura 39a

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão dos nós 907 e 875 84

Figura 39b

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão dos nós 907 e 875 85

Figura 39c

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão dos nós 907 e 875 85

Figura 40a

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão do nó 769 87

Figura 40b

Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769 87

LISTA DE TABELAS**Tabela 01**

Teste em um sistema hipotético da medida de Centralidade por informação com seus respectivos valores em acessibilidade. Sistema não suprimido de seu nó número 1 28

Tabela 02

Teste em um sistema hipotético da medida de Centralidade por informação com seus respectivos valores em acessibilidade. Sistema suprimido de seu nó número 1 29

Tabela 03

Maiores valores em acessibilidade para o município de Montenegro 50

Tabela 04

Ranking dos vinte nós com maiores valores em centralidade por informação e respectivos valores em centralidade por intermediação 65 e 66

1. INTRODUÇÃO

1.1 Definição do Problema de Pesquisa

Aspectos relacionados ao deslocamento de populações em cidades tornaram-se, nestas últimas décadas, alvo de pesquisas de estudiosos de diversas áreas, alguns dos quais chegando a afirmar ser o movimento o principal motor de desenvolvimento das cidades.

As temáticas da *acessibilidade e mobilidade urbanas* também evidenciaram-se e inseriram-se como substancial problema empírico e prioridade para o Planejamento Urbano, exigindo das administrações públicas adequado tratamento. Assim, redes de ruas passaram a receber grande atenção por parte de pesquisadores e planejadores urbanos, seguindo a hipótese de que cidades com redes de ruas bem articuladas e com generosa oferta de espaços destinados ao deslocamento apresentam condições favoráveis ao desenvolvimento de importantes lógicas sociais e econômicas para suas populações.

A presente pesquisa tem como tema central as condições espaciais da mobilidade urbana; mais especificamente, os *aspectos estruturais da morfologia das redes espaciais urbanas*. Neste contexto, a pesquisa pretende estar focada no problema das descontinuidades em redes de ruas que, ao que parece, não têm recebido a devida atenção, pois aparentemente cidades vêm se desenvolvendo à revelia de uma visão sistêmica e de conjunto. Fragmentos de malhas urbanas são adicionados paulatinamente em redes de ruas de cidades sem que haja a necessária manutenção da continuidade das referidas redes, a fim de garantir boa articulação entre seus tecidos urbanos. Por conseqüência, têm-se quedas no padrão de relacionamento dos elementos que constituem redes de ruas, provocando diminuição dos níveis de acessibilidade e deslocamentos dos núcleos de centralidade dos sistemas urbanos, gerando aumento de distâncias, má distribuição de fluxos e impactos de natureza sócio-econômica.

É possível pensar em diferentes níveis de descontinuidades em redes de ruas. Por mais paradoxal que possa parecer, cidades fragmentadas podem apresentar o que alguns

autores têm chamado de agrupamentos¹. Tratam-se de sub-áreas intra-urbanas com características morfológicas similares, das quais destaca-se o elevado padrão de conectividade dos elementos espaciais que compõem suas redes de ruas. Entretanto, tais sub-áreas embora mantenham forte relacionamento entre seus elementos, não se relacionam bem com agrupamentos vizinhos ou com tecidos urbanos adjacentes a elas, em função da descontinuidade de suas ruas - tais sub-áreas poderiam ser consideradas como núcleos espaciais semi-isolados dependentes de poucas ligações para com o restante do sistema urbano.

Ampliando a análise, é possível pensar na formação de agrupamentos condicionados à presença de descontinuidades. É possível dizer que descontinuidades em redes de ruas são responsáveis pela formação de agrupamentos, uma vez que elas provocam alterações estruturais na morfologia das redes espaciais urbanas, semi-isolando determinadas sub-áreas dentro de sistemas urbanos.

Estou a chamar tais alterações estruturais de *rupturas morfológicas em tecidos urbanos*.

Rupturas morfológicas em tecidos urbanos (e entre agrupamentos) podem ser capturadas através das quedas de conectividade dos elementos que compõem redes de ruas de cidades. A análise quantitativa das relações entre um elemento espacial e o sistema urbano, pode sugerir o grau de ligação deste elemento com o sistema, ou seja, seu potencial de se relacionar com o todo. Pode sugerir também o grau de adequação (ou inadequação) de cada elemento da rede ao padrão relacional predominante do sistema, permitindo pensar inclusive que elementos espaciais que se diferenciem do padrão predominante podem ser considerados como pontos de ruptura. Porém, esta pesquisa ambiciona capturar, além de pontos de rupturas, áreas/faixas de rupturas compostas por elementos espaciais encadeados que apresentem quedas abruptas de conectividade, impactos em acessibilidade, deslocamentos em centralidade e afastamento do padrão relacional predominante.

¹ Granovetter (1973) destaca conexões fortes e fracas em estudos da sociologia estrutural. Segundo o autor, indivíduos geralmente possuem amigos... Conexões fortes seriam inter-relações entre elementos constituindo clusters; conexões fracas seriam ligações entre clusters (Faria 2008).

Portanto, a presente pesquisa inevitavelmente trabalhará em escala microscópica, focada nos elementos espaciais constituintes de redes de ruas e em seus níveis de relacionamento, ou seja, focada no nó e principalmente em suas relações com outros nós. Para tanto, pretende explorar diferenças e descontinuidades, fazendo uso de análise configuracional baseada em grafos como modo de investigar as condições estruturais da morfologia urbana e seu desempenho: demonstrar a dicotomia entre padrões relacionais de nós pertencentes a tecidos urbanos e agrupamentos e as quedas relacionais sofridas nos nós pertencentes a determinadas áreas/faixas em cidades – possivelmente em determinadas ruas de sistemas urbanos. Neste caso, é possível pensar em intervalos no padrão relacional de cidades, ou seja, *rupturas* no padrão morfológico de suas redes de ruas, formadas, ora por nós com poucas relações (frágeis), ora por nós com abundante oferta relacional (fortes) e, por consequência, abundante oportunidade ao deslocamento de populações.

Minha motivação inicial, na compreensão da relação entre aspectos estruturais da morfologia das redes espaciais urbanas e impactos sócio-econômicos, é originária de estudos prévios acadêmicos, inicialmente ligados à área da morfologia urbana e posteriormente voltados para a geografia, onde explorei conceitos relacionados à configuração de rede de ruas x localização de populações em cidades e onde tive contato com teorias como a da Sintaxe Espacial e as clássicas definições de Harvey (1980), no que tange a disputas por localização em cidades e dicotomias relacionadas a valores de solos urbanizados.

A título de esclarecimento, cito aqui o caso do município de Montenegro / RS, que se desenvolveu na presença da rede ferroviária e que foi significativamente influenciado por esta atividade. Especula-se que a descontinuidade de boa parte de suas ruas, a falta de alinhamento de alguns tecidos e a fragmentação do sistema relacionem-se com a sinuosidade do leito férreo.

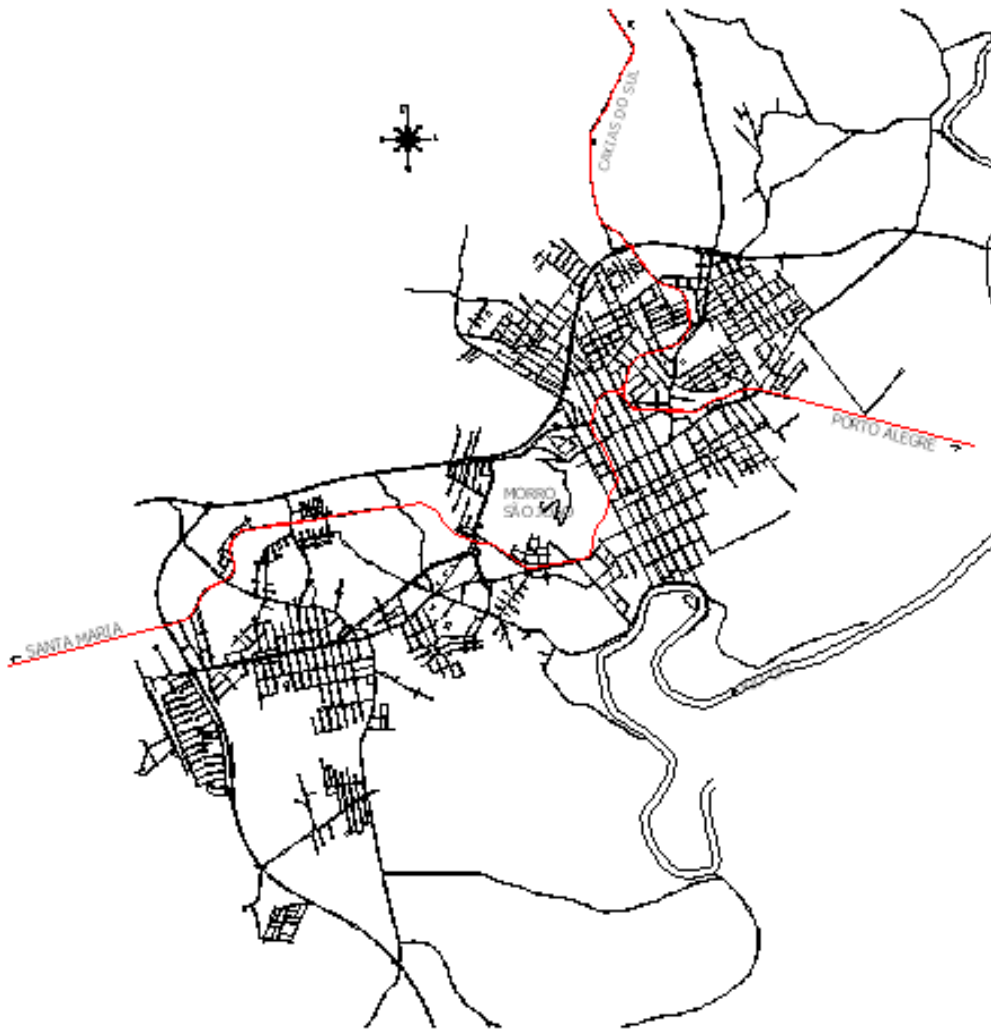


Figura 01: Rede de ruas do município de Montenegro / RS – em vermelho, antigo leito da rede ferroviária; ao centro, morro São João; no alto e à direita, discontinuidades de ruas, falta de alinhamento de tecidos e fragmentação no sistema urbano. (FONTE: mapa do sistema viário fornecido pela Prefeitura Municipal de Montenegro).

O problema de pesquisa se refere às seguintes perguntas:

- As discontinuidades nas redes de ruas teriam impactos negativos sobre a acessibilidade urbana? Seria possível aferir tais impactos definindo um conceito específico para tais discontinuidades como “microrupturas” na malha?

- Seria possível capturar metodologicamente os pontos de descontinuidade interna ou de ruptura entre tecidos urbanos?
- De que forma é possível aferir os graus de descontinuidade ou rupturas nas redes de ruas e seus conseqüentes impactos no sistema de acessibilidade urbana?

1.2 Hipóteses

- Descontinuidades em redes espaciais urbanas impactariam o panorama de acessibilidade urbana, provocando queda no padrão relacional das ruas e desarticulação, com possíveis danos sobre mobilidades internas, como o aumento das distâncias internas. Provocariam o afastamento do padrão relacional predominante em sistemas urbanos, a ponto de apresentar pontos e áreas/faixas de ruptura;
- Tensões intra-urbanas decorrentes de descontinuidades e fragmentações em redes de ruas resultariam em vias receptoras de grandes fluxos. Tais vias seriam a materialização de faixas de rupturas na morfologia de cidades.

1.3 Justificativa / Relevância, Objetivos

A relevância da presente pesquisa está apoiada na possibilidade de aplicar métodos capazes de quantificar e revelar os diferentes aspectos do processo de formação das redes viárias.

Neste contexto, é possível pensar que, se não tomados os devidos cuidados, cidades podem apresentar rupturas em suas redes de ruas. Por conta da desinformação acerca da importância de continuidade em sistemas urbanos, cidades são acrescidas progressivamente com malhas desarticuladas em glebas, cujos projetos não levam em conta as amarrações com os trechos de malhas do entorno. Assim, redes de ruas fragmentam-se, tendendo a provocar problemas como aumento de distâncias – que, por sua vez, possivelmente pode gerar má distribuição de fluxos, gastos energéticos, poluição. Sobretudo, sistemas urbanos descontínuos podem gerar deseconomias

urbanas, como bem destaca Netto (2010, p. 4) em recente estudo: “A estrutura espacial que permite a ligação entre atores pode facilmente levar a “deseconomias” nas suas relações... Isso pode ocorrer por competição, dificuldades de compartilhar mercados de trabalhadores ou consumidores e, sobretudo, pelas dificuldades impostas pelos volumes de ações econômicas fragilmente suportadas por estruturas espaciais. É o caso com as redes viárias de baixa distributividade das cidades brasileiras e nas regiões metropolitanas.”

Por outro lado, rupturas também podem surgir de situações cotidianas e esporádicas, haja vista a condição de constante transformação em que sistemas urbanos se encontram. Batty (2004) afirma que cidades são “organismos vivos e complexos em constante transformação e desenvolvimento”. A título de exemplo, é possível refletir acerca de vias estruturadoras de sistemas urbanos que, em horários de pico, sofrem interrupções. É possível pensar que engarrafamentos veiculares podem ser gerados a partir de ações voluntárias de populações, como pedágios beneficentes em dias, horas e locais inoportunos, provocando problemas para suas populações; ainda, podemos pensar que inundações provocadas por córregos ou rios, a cada dia mais frequentes em cidades, podem ser responsáveis por bloqueios esporádicos do sistema viário, impactando drasticamente relações sócio-econômicas em cidades, não apenas em escala local, mas para todo o sistema – até mesmo em escala regional. Novamente em Netto (2010, p. 5), temos: “O modo de organização da produção em nossa economia é hoje altamente desintegrado verticalmente, envolvendo a cooperação entre diversas empresas no fornecimento intermediário. A produtividade é certamente suscetível aos atrasos e dessincronias nesses processos.” É possível admitir, portanto, que redes de atividades econômicas altamente complexas estão submetidas ao que Netto (2010) chamou de “hardware” da cidade e que, tais redes de atividades, são influenciadas pelo espaço urbano.

O devido entendimento acerca da importância de elementos e de condições estruturais de redes de ruas pode influir em tomadas de decisões por parte de órgãos públicos e equipes de planejamento. Retomando a questão dos congestionamentos de trânsito, é possível verificar que eles não impactam somente a localidade onde ocorrem; pelo contrário, seus efeitos são transferidos para as mais diversas localizações de

sistemas urbanos, pois congestionamentos se propagam. Por outro lado, supostos benefícios em escala global para sistemas de mobilidade em cidades como um viaduto ou ponte, podem acarretar problemas em escala do bairro, interferindo na vida cotidiana de populações. É possível refletir, portanto, acerca de escalas de impactação: *micro-rupturas* entre ruas na escala de bairros, e/ou *macro-rupturas* para cidades como um todo. Ainda, para ajudar a sistematizar as análises deste trabalho, é possível nomear de *rupturas parciais* eventos provocados por *fragmentação* em redes de ruas e de *rupturas totais* eventos originados por *bloqueios* no sistema viário. O assunto exige reflexão do geral ao particular e vice-versa, constituindo assim uma visão sistêmica e de conjunto.

Entretanto, que possibilidades cientistas urbanos dispõem para compreender relações entre as partes de um sistema urbano e o seu todo? Ainda, de que forma cientistas urbanos podem estudar cidades sem transformá-las, de certa maneira, em verdadeiros laboratórios?

Através de simulações computacionais, pesquisadores urbanos podem adquirir condições favoráveis para entender determinados aspectos em sistemas urbanos, pois a produção de variados cenários urbanos possibilita testar alternativas para cidades mesmo antes de suas realizações *in loco*. No que se refere ao estudo de redes de ruas, é possível testar *micro-cirurgias* na estrutura viária de cidades e aferir ganhos (ou perdas) de desempenho em sistemas - é possível aferir melhorias no desempenho das redes urbanas a partir de ligações de trechos de ruas melhorando o desempenho do sistema como um todo.

Desta forma é possível refletir acerca de intervenções no ambiente urbano pautadas por uma prática que, ao que parece, transforma cidades em laboratórios urbanos, desconsiderando impactos de natureza sócio-econômica. A título de exemplo têm-se alterações no sentido viário de ruas que possivelmente podem impactar significativamente atividades comerciais e de serviços em cidades.

Assim sendo, os objetivos da presente pesquisa são:

- Fazendo uso da análise espacial urbana, melhorar o entendimento dos aspectos vinculados à acessibilidade e à centralidade como propriedades morfológicas da malha urbana, trazendo o foco para os elementos que desagregam e por vezes desarticulam redes de ruas, afetando o desempenho de cidades e interferindo na vida de suas populações.
- Averiguar impactos em sistemas urbanos decorrentes de descontinuidades e rupturas no padrão relacional de suas redes de ruas através de simulações computacionais.
- Averiguar impactos em sistemas urbanos decorrentes de eventos isolados de interrupção de redes espaciais como, por exemplo, um bloqueio viário.

1.4 Estruturação do Trabalho

Este trabalho está estruturado da seguinte maneira:

1 – INTRODUÇÃO: contempla a definição do problema de pesquisa, assim como a delimitação do tema, as hipóteses, os objetivos e a relevância do presente estudo. Também faz parte deste capítulo a estruturação do trabalho.

2 - REFERENCIAL TEÓRICO: apresenta a base teórica utilizada no desenvolvimento da presente pesquisa.

3 – METODOLOGIA: contempla a descrição dos procedimentos adotados para a modelagem computacional aplicada na presente investigação.

4 – ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS: aplica a modelagem em um sistema urbano real (neste caso, o município de Montenegro / Rio Grande do Sul – Brasil). Analisa os resultados obtidos através da aplicação do método de modelagem para o município em questão. Estabelece uma discussão entre aspectos estruturais da morfologia das redes espaciais urbanas e relações sócio-econômicas.

5 – CONCLUSÃO: este capítulo desenvolve um balanço geral da pesquisa no sentido de identificar suas limitações, seus potenciais e possíveis encaminhamentos para

o prosseguimento de estudos focados em descontinuidades em redes urbanas e fragilidades em sistemas urbanos. Por fim traz uma conclusão final para atestar o êxito alcançado no sentido de comprovar as hipóteses e os objetivos da presente pesquisa.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS: capítulo que referencia as fontes do trabalho, bem como pesquisas e demais estudos utilizados para o desenvolvimento da investigação.

7 – ANEXOS: Planilha da família de nós com 4 relações, etc.

2 – REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diferentes abordagens utilizadas no tratamento do tema

A partir do que foi exposto, para o entendimento do problema que rupturas morfológicas em tecidos urbanos podem provocar em cidades, a presente pesquisa inevitavelmente apontará para os conceitos de *continuidade*, *acessibilidade urbana* e *centralidade*, como elementos qualitativos de sistemas urbanos.

Os conceitos de continuidade e acessibilidade urbanas estão relacionados à possibilidade de deslocamento de agentes na cidade, e deslocamento está diretamente relacionado à oferta de espaços (Hillier et al 1993). A vida urbana envolve deslocamentos diários de agentes na cidade, em busca da realização de suas atividades e rotinas. A necessidade de vencer distâncias constitui, principalmente para populações de menores recursos, desafios. Populações submetidas a deslocamentos diários abrem mão de valiosos tempos em função do tempo destinado ao deslocamento de casa para o trabalho e vice-versa (Harvey 1980).

Portanto, se pensarmos que ruas contínuas e bem articuladas constituem o que é chamado na teoria urbana de “tecido”, temos condições de analisar cidades e verificar suas condições de ligação, de continuidade, de fragmentação e, sobretudo, de

descontinuidade. Assim, a função articuladora de redes de ruas evidencia-se, o que torna acessibilidade fundamental para a presente análise. Se pensarmos que a quebra de continuidade em redes de ruas provoca aumento de percursos, é possível admitir fragmentos urbanos mais (ou menos) acessíveis em sistemas urbanos.

As sub-seções a seguir descrevem teorias e métodos de análise espacial utilizadas para aferir níveis de continuidade / acessibilidade urbanas, bem como de centralidade em sistemas urbanos. Também buscam ampliar conceitos e encaminhar possíveis soluções para os objetivos da presente pesquisa.

2.1.1 Análise Configuracional

O objetivo desta seção é descrever de forma apurada a diferenciação espacial. Essa descrição pode ser chamada de *centralidade*, referindo-se esta à hierarquia espacial interna dos sistemas urbanos.

O conceito de centralidade tem sido utilizado crescentemente em análises espaciais para revelar a estrutura interna de distintos tipos de redes (Krafta 2009). Segundo o autor, centralidade é uma medida de hierarquia e pode estar focada na importância de certos nós do sistema ou na distribuição de valores de centralidade. “No primeiro caso a rede é analisada como um sistema assimétrico, onde certos nós, detêm hierarquia superior e por consequência papéis diferenciais. No segundo caso centralidade é entendida como um recurso do sistema, como informação, riqueza, etc., irregularmente distribuído entre seus membros” (Krafta 2009, p.107).

Centralidade pode ser medida de diferentes maneiras. Krafta (2009) salienta que centralidade por conectividade seria a forma mais simples de medição, supondo que os nós mais centrais seriam os detentores do maior número de conexões com outros nós do sistema. O autor também salienta que centralidade por proximidade abordaria o caso de distância relativa entre os nós do sistema, assumindo que os nós mais centrais são aqueles cuja soma das distâncias de si a todos os demais nós do sistema é menor. Outra modalidade de centralidade seria por intermediação, assumindo que os nós mais centrais

são os que mais vezes aparecem nos caminhos mínimos entre todos os pares de nós do sistema. Ainda, centralidade por direção assumiria que a eficiência de comunicação entre qualquer par de nós do sistema é o inverso do comprimento do seu caminho mínimo. Por fim, centralidade por informação seria relativa à capacidade de reação do sistema à supressão de um nó (Krafta 2009, p. 108).

2.1.1.1 Centralidade por proximidade (acessibilidade)

Centralidade por proximidade é a conhecida medida de acessibilidade. Em Latora e outros (2006, pág. 5), temos: “A mais simples noção de proximidade é baseada no conceito de distância mínima ou geodésica², ou seja, a menor soma dos comprimentos de arestas em todos os caminhos possíveis de um grafo”. Conforme foi comentado anteriormente, centralidade por proximidade (ou acessibilidade) aborda o caso de distância relativa entre os nós do sistema. Os nós mais centrais por proximidade são aqueles cuja soma das distâncias de si a todos os demais nós do sistema é menor (Krafta, 2009). Portanto, para os propósitos da presente pesquisa, centralidade por proximidade torna-se fundamental, pois a presença de rupturas na morfologia de sistemas urbanos pode provocar aumento de distâncias internas interferindo, conforme foi destacado pelos autores, na proximidade dos nós dos sistemas.

A teoria da Sintaxe Espacial³ utiliza a medida de centralidade por proximidade como base para derivar a sua principal medida: a medida de Integração Global. Logo, dizer que uma localidade em um sistema urbano é mais (ou menos) integrada significa dizer que ela é mais (ou menos) acessível, ou mais (ou menos) central por proximidade. Portanto, uma reflexão torna-se possível: se integração global afere os setores mais

² Distância geodésica (conforme será demonstrado no decorrer deste trabalho) é o menor caminho entre dois vértices (nós).

³ Hillier e Hanson, a partir da premissa que a principal função do artefato arquitetônico ou urbano é a de ordenar o espaço, desenvolveram, em 1984, a teoria descritiva do espaço chamada de Sintaxe Espacial.

acessíveis (e menos acessíveis) em sistemas urbanos e considerando que discontinuidades podem provocar aumento de distâncias internas, setores urbanos que apresentam baixos níveis de integração podem ser aqueles que contêm o maior número de ruas descontínuas.



Figura 02: Mapa axial gerado para o sistema urbano do município de Montenegro / RS – medida de Integração Global. É possível verificar diferenciações cromáticas nos tecidos do presente sistema, sugerindo a existência de setores mais integrados e menos integrados. Em cores quentes, é possível reconhecer o centro topológico⁴ do município, setor este de maior concentração de comércio e serviço local. Em cores intermediárias, é possível verificar possibilidades de emergência, com destaque para o

⁴ Acessibilidade tanto pode ser medida por geometria (considerando distâncias físicas), como por tempo, custo, ou topologia. Os estudos sintáticos executam uma abstração transformando sistemas urbanos em sistemas de propriedades topológicas, ou seja, a sistemas onde distâncias geométricas não são consideradas. O termo “centro topológico” quer dizer local mais acessível medido por topologia.

setor que se localiza à esquerda do sistema, onde um segundo centro comercial principia. Em cores frias é possível perceber segregação, com destaque para bairros periféricos. (FONTE: software Mindwalk).

Considerando os propósitos da presente pesquisa, vale ainda ressaltar a possibilidade de ruptura na morfologia urbana deste município, em função de descontinuidades viárias a partir do desalinhamento de alguns tecidos, uma vez que esta cidade por um longo período se desenvolveu ao redor do leito ferroviário. É possível perceber descontinuidade em suas ruas e fragmentação em seu tecido. Como pode ser percebido no canto superior direito da figura 2, o sistema aproxima-se de uma condição morfológica semi-labiríntica.

2.1.1.2 Centralidade por intermediação (perpasse)

Em estudos de redes é possível dizer que tão importante quanto estar próximo a todos os outros (ser acessível) é estar no caminho dos outros (ser central). Novamente em Latora e outros (2006, pág. 5), temos: “Interação entre dois pontos não adjacentes pode depender de outros atores, especialmente aqueles sobre os caminhos entre os dois. Portanto, os pontos no meio podem ter um controle estratégico e influência sobre os outros. A idéia importante na base deste índice de centralidade é que um ator é central se está situado entre muitos dos outros atores”. É importante salientar que os caminhos referidos pelos autores são as geodésicas dos sistemas. Em 1977 e 1979 Freeman definiu a medida de centralidade por perpasse como a expressão mais direta do conceito de centralidade, demonstrando que um nó é central na medida em que ele é perpassado por muitos caminhos mínimos entre pares de nós. Portanto, é possível dizer que a importância de um vértice com estes atributos espaciais está contida no papel que o mesmo desempenha perante os demais vértices do sistema. Para os propósitos da presente pesquisa esta poderá ser uma relevante medida, uma vez que se pretende estudar gargalos e afunilamentos de sistemas urbanos e, para tanto, faz-se necessário o reconhecimento de sub-sistemas formados por nós hierarquizados.

2.1.1.3 Centralidade por informação

Segundo Wasserman e Faust (1994, p. 194) as primeiras utilizações da teoria da informação foram propostas para estudos de centralidade por Mackenzie no ano de 1966 quando este trabalhava em redes de comunicação. O autor salienta que “Informação é usualmente definida pelo inverso da variância em um cálculo. Se um cálculo tiver uma pequena variância, ele tem uma grande informação, e isto é considerado bom”. Por outro lado afirma que o inverso também é verdadeiro, uma vez que cálculos ruins com grande variância tem pequena informação. O autor destaca ainda que é possível aplicar tal abordagem para centralidade estendendo intermediação (*betweenness*) nas geodésicas (o circuito mais curto entre dois nós) de todos os caminhos possíveis, de acordo com a informação que estes caminhos contém. As contagens de intermediação são generalizadas para refletir as informações contidas em todos os caminhos (Wasserman e Faust 1994, pág. 194).

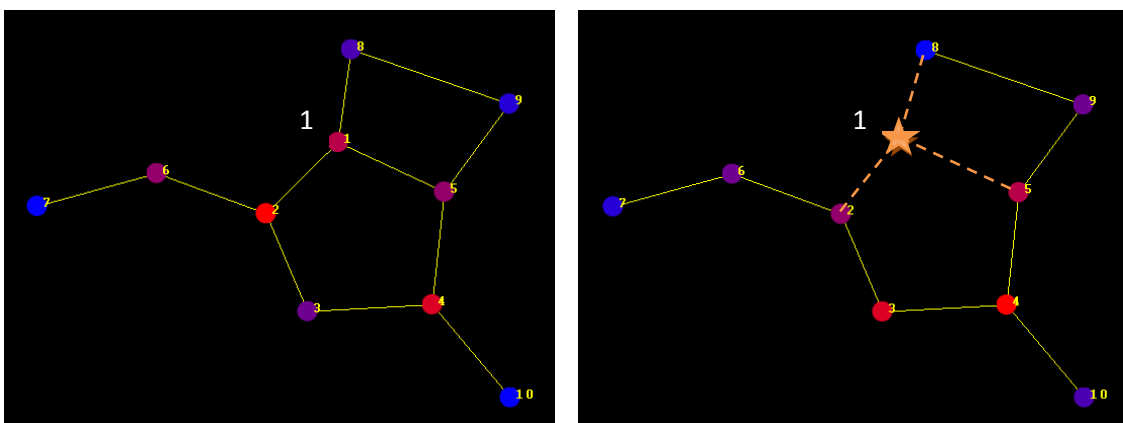
O conceito de centralidade também embasou os estudos de Latora e outros (2006). Os referidos autores argumentaram ser longa a tradição metafórica que compara sistemas urbanos a redes, principalmente em estudos de transportes e na geografia econômica. Também destacam que o conceito de centralidade é originário de outras áreas de conhecimento científico, como a sociologia estrutural. Neste contexto, Latora e outros (2006) desenvolveram um inovador processo de análise espacial baseado em um conjunto de diferentes índices de centralidade, chamado MCA (*Multiple Centrality Assessment*), focado especialmente no potencial de desempenho urbano.

Latora e outros (2006) referem-se à medida de *centralidade por informação*, cujo funcionamento apóia-se na idéia do grau de dependência de uma rede a cada um de seus elementos – a cada um de seus nós. Para os autores “centralidade por informação é baseada na idéia de que a informação de um nó está relacionada com a capacidade da rede para responder a desativação do nó da rede”.

A metodologia desta ferramenta de análise espacial consiste em medir a eficiência da rede original e, posteriormente, retirar nós da rede verificando os impactos gerados por tais remoções – é importante salientar que: (a) centralidade por informação se baseia em uma medida de referência chamada de Eficiência Global; (b) Eficiência

Global é uma medida do quão bem os nós se comunicam através da rede e é definida com base na eficiência da comunicação entre pares de nós. A eficiência entre dois nós genéricos de um grafo é definida como inversamente proporcional ao comprimento do seu caminho mais curto (Latora e outros, 2006). Portanto, trata-se de uma medida vinculada ao conceito de proximidade (acessibilidade); (c) a ferramenta retira um nó de cada vez do sistema e executa as devidas medições constituindo um ranking de CI e; (d) o resultado da comparação entre a rede original e a rede subtraída nó a nó resulta no que é chamado de medida de informação.

Neste contexto, centralidade por informação pode sugerir um encaminhamento para o problema de rupturas, sobretudo para o problema que estou a chamar de *rupturas totais* em tecidos urbanos. A partir da possibilidade de reconhecimento do grau de dependência de uma rede a cada um de seus elementos, podemos simular bloqueios retirando nós das mesmas e comparando seus níveis de eficiência global. Desta forma é possível identificar pontos potencialmente frágeis (pontos críticos) de redes de ruas, inclusive possibilitando a montagem do ranking dos principais nós à luz de centralidade por informação. Isto pode apontar também para a necessidade de proteção de determinados elementos no sentido de garantir um bom desempenho das redes urbanas.



Figuras 03 e 04: Mapa nodal / acessibilidade – à esquerda sistema na íntegra; à direita sistema suprimido de seu nó número 1. (FONTE: software Morphometrics).

As figuras 3 e 4 mostram o teste executado em um sistema hipotético, de onde se retirou o nó número 1 e suas ligações e aferiu-se o impacto gerado nos níveis de acessibilidade do sistema suprimido. A média de acessibilidade do sistema decaiu 14%.

Sistema na íntegra - Nodal (geométrico)				
ID	Centralidade por informação	Centralidade por informação relativa normalizada	Acessibilidade absoluta	Acessibilidade relativa normalizada
2	0,001903	10	0,047615	9,58803
4	0,001444	6,5575	0,042395	7,30515
1	0,001373	6,025	0,048557	10
6	0,001205	4,765	0,035881	4,45637
5	0,001196	4,6975	0,045281	8,5673
3	0,000971	3,01	0,04039	6,4283
8	0,000827	1,93	0,037224	5,0437
9	0,000752	1,3675	0,033825	3,55721
10	0,000636	0,4975	0,028616	1,27914
7	0,000571	0,01	0,025714	0,01
ACESSIBILIDADE DO SISTEMA ANTES DA SUPRESSÃO DO NÓ				
Média geral do sistema: 0,0385				

Tabela 01: Teste em um sistema hipotético da medida de Centralidade por informação com seus respectivos valores em acessibilidade absoluta e normalizada. Sistema não suprimido de seu nó número 1.

Sistema sem o nó 1 - Nodal (geométrico)				
ID	Centralidade por informação	Centralidade por informação relativa normalizada	Acessibilidade absoluta	Acessibilidade relativa normalizada
4	0,002204	10	0,037959	10
3	0,001786	7,5291	0,034704	8,3297
5	0,001605	6,45917	0,033723	7,8263
2	0,001573	6,27001	0,033014	7,46247
6	0,001185	3,97644	0,028772	5,28569
9	0,001146	3,74591	0,028243	5,01424
10	0,000715	1,19816	0,025752	3,73598
7	0,000591	0,46517	0,02127	1,43604
8	0,000514	0,01	0,018491	0,01
ACESSIBILIDADE DO SISTEMA APÓS SUPRESSÃO DO NÓ 1				
Média geral do sistema: 0,0291				

Tabela 02: Teste em um sistema hipotético da medida de Centralidade por informação com seus respectivos valores em acessibilidade absoluta e normalizada. Sistema suprimido de seu nó número 1.

2.1.1.4 Análise de Agrupamentos

O fenômeno parte-todo tem despertado, recentemente, a atenção de pesquisadores imbuídos em explicar a estrutura geral de cidades a partir de suas partes. Um questionamento tornou-se possível: Através de características configuracionais semelhantes é possível identificar sub-áreas no interior de sistemas urbanos? Inicialmente Dalton (2007) e Yang e Hillier (2007) desenvolveram trabalhos no sentido

de identificar sub-áreas com padrões morfológicos semelhantes, sugerindo a existência da relação entre configuração espacial e formação de *agrupamentos*.

Dalton (2007) desenvolveu um método de análise, estendendo conceitos inicialmente introduzidos por Hillier, a fim de identificar sub-sistemas urbanos com propriedades configuracionais semelhantes. O referido autor correlacionou duas medidas sintáticas dentro de um determinado raio, buscando padrões de vizinhança em sistemas urbanos: intelegibilidade e sinergia. A primeira medida sintática é produto da correlação entre integração global e conectividade; a segunda é fruto de integração raio 3 e integração raio infinito. Dalton (2007) salientou: “o coração do novo método é encontrar um ponto de sinergia. Para entender isso, precisamos entender que quando selecionamos um bairro, estamos selecionando uma sub-área em questão”. Após analisar os resultados de suas experiências, Dalton traçou mapas de pontos de intelegibilidade e sinergia, concluindo que, “embora mais investigações sejam necessárias, fica evidente que a estrutura espacial parece ter efeitos causais na formação de vizinhanças” (Dalton 2007, p. 10).

Tao Yang e Bill Hillier (2007) iniciaram seus estudos acerca de agrupamentos indagando “O que, em termos de espaço é uma área urbana?” Em busca de respostas para tal questão, os referidos autores apresentaram a possibilidade de demonstrar a estrutura de cidades através do cálculo da média de profundidade para segmentos, utilizando raios métricos⁵. A partir de seus estudos sugeriram que áreas urbanas podem depender de três fatores: (1) estrutura interna; (2) estrutura contextual; e (3) a relação entre as duas primeiras.

O estudo de Yang e Hillier tem início com a idéia de profundidade. Cada linha axial é levada ao nó raiz do grafo e o número de linhas axiais encontradas em profundidade do nó raiz é calculado. Em seguida, é denominado o *Rk* de contagem dos nós. Este processo mede aproximadamente o grau em que cada linha é incorporada em seu entorno. Yang e Hillier valeram-se de algumas estratégias para viabilizar seus estudos, como análise de comprimento de linhas axiais e raio de abrangência. Em três

⁵ Hillier (1996b) já demonstrava preocupação quanto ao reconhecimento de áreas com características configuracionais semelhantes, pois correlacionou integração local e integração global, criando sinergia entre movimento local/global e valeu-se disso para identificar áreas.

áreas – Londres Central, Docklands Londres e Inner City Beijing – os autores destacaram importantes aspectos. Através de tabelas demonstram que, em geral, a média de contagem de nós das áreas seguem relações com leis de potência dentro de um determinado intervalo de raios, quer seja topológicos ou geométricos. Medições por raios topológicos revelaram Londres Central e Inner City diferentes de Docklands no sentido de as duas primeiras terem expoentes similares, ou seja, embora geometricamente fossem distintas, configuracionalmente revelaram-se similares. Outro aspecto interessante deste estudo foi o caso de Canary Wharf - Docklands Londres – que teve declínio de sua linha de regressão em três pontos. Os autores sugerem que tais pontos caracterizariam fronteiras e que isto iluminaria a questão em relação à diferenciação da estrutura das áreas em termos de mudança de raio.

Os estudos de agrupamentos podem auxiliar a desvendar o problema que estou a chamar de *rupturas parciais* em tecidos urbanos, principalmente por admitirem a existência de diferenciações morfológicas intra-urbanas. Se pensarmos que a existência de sub-áreas no interior de cidades pode ser fruto de diferentes níveis de fragmentação de suas redes de ruas - e por consequência de diferentes condições estruturais dos sistemas - é possível pensar que a formação de agrupamentos pode ser produto do afastamento de algum tipo de padrão de regularidade da malha urbana pré-existente em cidades. Na sub-seção 2.1.1.1 deste trabalho apresentei o mapa axial do município de Montenegro (figura 2) e fiz comentários acerca da fragmentação que a rede de ruas deste município sofreu, por ter se desenvolvido ao longo de uma ferrovia. Os tecidos desalinhados formando agrupamentos teriam sido tensionados pela sinuosidade do leito ferroviário. Como consequência, as *perdas de continuidade* do sistema estariam intimamente vinculadas a desarticulações sofridas pela progressiva adição de trechos de redes de ruas à rede geral do município.

2.1.1.5 Caminhos, Trilhas, Circuitos, Ciclos e Árvores

Outras formas de encaminhamento para a presente pesquisa podem estar vinculadas ao reconhecimento de diferenças em malhas urbanas e fragilidades em redes.

Apresentarei alguns conceitos, advindos da revisão do trabalho de Wasserman e Faust (1994, p. 105-119) por acreditar haver relevância com os propósitos da presente pesquisa. Temos:

- *“Caminho é uma seqüência de nós e linhas, começando e terminando com nós, em que cada nó é incidente com uma linha acompanhando e precedendo em uma seqüência. A listagem de um caminho, denotada por W , é uma seqüência alternada de nós e linhas incidentes começando e terminando com nós. Os nós de início e fim podem ser diferentes. Em adição, alguns nós podem ser incluídos mais que uma vez, e algumas linhas podem ser incluídas mais que uma vez. O comprimento de um caminho é o número de ocorrências de linhas nele. Se uma linha é incluída mais que uma vez em um caminho, isto é contado a cada tempo de ocorrência”.*
- *“Trilhas e Circuitos são caminhos com características especiais. Uma trilha é um caminho em que todas as linhas são distintas, apesar de alguns nós poderem ser incluídos mais que uma vez... O comprimento de uma trilha é o seu número de linhas. Um circuito é um caminho onde todos os nós e todas as linhas são distintas... O comprimento de um circuito é o seu número de linhas. Note que todo o circuito é uma trilha, e que toda a trilha é um caminho.” “Portanto, qualquer par de nós conectados por um circuito é também conectado por uma trilha e por um caminho.” “Uma propriedade muito importante de pares de nós é quando existe (ou não) circuitos entre eles. Se existem circuitos entre nós n_i e n_j , eles são ditos que podem ser alcançáveis”.*
- *“Caminhos Fechados, Viagens, e Ciclos. Alguns caminhos iniciam e terminam no mesmo nó. O caminho que inicia e termina no mesmo nó é chamado de caminho fechado”.*
- *“Um Ciclo é um caminho fechado com pelo menos três nós em que todas as linhas são distintas, e todos os nós exceto o que inicia e o nó que termina são distintos. O grafo que não contém ciclos é chamado de acíclico”.*

- *“Uma Viagem é um caminho fechado em que cada linha do grafo é usada pelo menos uma vez”.*
- *“Um ciclo é classificado Hamiltoniano se todos os nós do grafo forem incluídos exatamente uma única vez”.*
- *“Distância Geodésica. Nós vamos agora considerar circuitos entre pares de nós. Estes circuitos são vários entre os pares de nós, e eles tem diferentes comprimentos. O circuito mais curto entre dois nós é referido como geodésico. Se existe mais que um circuito curto entre um par de nós, então existem duas geodésicas no par. A distância geodésica ou simplesmente distância entre dois nós é definida pelo comprimento geodésico entre eles”.*
- *“Nós e Linha-Conectividade. Um caminho para medir a coesão de um grafo é por conectividade. Um grafo é coesivo se, por exemplo, ele for relativamente freqüente em linhas, diversos nós com relativamente grandes graus, ou relativamente curtos ou numerosos circuitos entre pares de nós. Grafos coesivos tem muitas distâncias geodésicas curtas, e pequenos diâmetros, relativos aos seus tamanhos. Se um grafo não é coesivo ele é vulnerável para a remoção de alguns nós ou linhas. Isto é, a vulnerabilidade de um grafo está mais ligada por ele tornar-se desconectado se alguns nós ou linhas são removidos”.*
- *“Árvores. Um grafo que é conectado e é acíclico (não contém ciclos) é chamado de árvore. Em alguns caminhos árvores são grafos um tanto simples, desde que elas contenham o mínimo de número de linhas necessárias para estar conectadas, e que elas não contenham ciclos. Algumas características das árvores são particularmente importantes. Primeira, árvores são grafos minimamente conectados, sendo que várias linhas no grafo são pontes (ou linhas de corte). A remoção de qualquer linha pode resultar em um grafo desconexo. Segunda, o número de linhas em uma árvore equivale ao número de nós menos um ($L = g - 1$). Adicionando outra linha adiciona um ciclo para o*

grafo e, portanto, o grafo não é mais uma árvore. Terceiro, há apenas um caminho entre quaisquer dois nós em uma árvore. Se isso não é verdade, o grafo que contém um ciclo, por definição, não contém uma árvore”.

Diante do exposto, é possível dizer que os conceitos de ciclos e árvores serão de extrema importância. Ciclos podem ser entendidos como anelaridades constituídas por circuitos de nós encadeados. Árvores podem ser entendidas como encadeamentos de nós que não formam anelaridades - o oposto da condição de ciclos. Tal antagonismo pode auxiliar no reconhecimento de sub-áreas com características morfológicas similares entremeadas por sub-áreas hierarquizadas, sugerindo a presença de algum tipo de rompimento (ou de ruptura) na morfologia de sistemas urbanos.

Neste contexto e a partir da presente revisão teórica, para o encaminhamento do problema que rupturas morfológicas em tecidos urbanos podem provocar em cidades, a presente pesquisa tende a encaminhar-se da seguinte maneira: a medida de centralidade por proximidade parece adequar-se a verificações de comportamentos globais de sistemas. Retomando Krafta (2009), centralidade por proximidade (ou acessibilidade) “aborda o caso de distância relativa entre os nós do sistema. Os nós mais centrais por proximidade são aqueles cuja soma das distâncias de si a todos os demais nós do sistema é menor”. Trata-se, portanto, de uma medida voltada a elucidar o comportamento global das redes. Assim, a medida parece dispor-se a análises de rupturas de grande magnitude, como por exemplo, um acidente geográfico. Por outro lado, a medida parece não adequar-se a análises acerca do papel que cada elemento espacial desempenha no processo de conexão do sistema.

A medida de centralidade por intermediação (perpasse) parece ser de fundamental importância para o caso dos bloqueios viários. Através do seu poder de reconhecimento dos nós localizados nos caminhos mínimos de pares de nós esta medida poderá auxiliar no reconhecimento de redes hierarquizadas. Tais redes poderão ser vulneráveis a determinados nós do sistema que, se bloqueados, podem alterar significativamente caminhos mínimos entre pares de nós. Portanto, a medida de intermediação passa a ser fundamental para as análises.

A medida de centralidade por informação também parece adequar-se ao problema que estou a chamar de rupturas totais (os bloqueios viários), uma vez que ela habilita-se como ferramental para análises de impactos provocados por eventos pontuais, mas de repercussão sobre a totalidade das redes. A possibilidade de medir a eficiência das redes originais, suprimir nós e aferir perdas em eficiência das redes suprimidas poderá servir para o reconhecimento de elementos (nós) em sistemas. Tais nós passarão a ser focados como pontos críticos a serem estudados.

Os estudos direcionados às análises de agrupamento também serão acatados. Eles servirão como pano de fundo para o encaminhamento da presente pesquisa, pois como foi destacado anteriormente, tais estudos admitem a existência de sub-áreas com diferenciações morfológicas intra-urbanas. Portanto, os estudos vinculados a agrupamentos alicerçam a pesquisa que, em última análise, foca justamente o contrário da condição de agrupamento, ou seja, foca a condição de rompimentos (ou de rupturas) presentes na morfologia das redes espaciais urbanas. Ainda, agrupamentos serão destacados nas redes em estudo, a fim de mapear áreas problemáticas ou de baixa capacidade de articulação.

Os estudos focados em fragilidades das redes (caminhos, trilhas, circuitos, ciclos e árvores) serão utilizados. Sobretudo as definições de ciclos e de árvores que habilitam-se para análises microscópicas focadas no nó e em suas relações com outros nós. A medida de ciclos, por sua vez, habilita-se como ferramental para o reconhecimento de sub-áreas intra-urbanas com alta distributividade. E a de árvores habilita-se como referencial para o reconhecimento de áreas hierarquizadas em redes urbanas – os gargalos pelos quais os fluxos de movimentação afunilam-se. Em última análise, o reconhecimento da presença de tecidos em árvores pode ajudar a esclarecer as motivações para o desenvolvimento (ou a estagnação) de atividades sócio-econômicas presentes nas redes em estudo.

A seguir, o capítulo metodológico buscará descrever em detalhe os procedimentos adotados para a modelagem computacional aplicada na presente investigação.

3. METODOLOGIA

3.1 Abordagens escolhidas para o estudo

Um arsenal de medidas tem sido desenvolvido a fim de entender características da morfologia da rede de ruas e seu papel no funcionamento de sistemas urbanos. A presente dissertação se propõe a investigar as condições da heterogeneidade urbana presente, em diferentes níveis, em cidades. Para tanto, pretende explorar diferenças e descontinuidades, fazendo uso de análise configuracional baseada em grafos, como forma de investigar os aspectos estruturais da morfologia urbana e seu desempenho: demonstrar a dicotomia entre padrões relacionais de nós pertencentes a tecidos urbanos, e as quedas relacionais sofridas nos nós pertencentes a determinadas ruas, por conta de descontinuidades e fragmentações das redes. Neste caso, é possível pensar em intervalos no padrão relacional em cidades, ou seja, rupturas no padrão morfológico de suas redes de ruas, formadas ora por nós com poucas ligações (poucas arestas), ora por nós com fartas ligações e, por conseqüência, abundante oportunidade ao deslocamento.

Neste contexto, tomarei como procedimento analítico o que segue:

Inicialmente, a necessidade de descrever sistemas urbanos faz-se presente. Duas importantes categorias serão identificadas e descritas a fim de tornar possível o reconhecimento do espaço. São elas: os espaços públicos abertos e as formas construídas. Em estudos de redes de ruas cruzamentos viários e segmentos de ruas podem ser interpretados como espaços públicos abertos. Ainda, alguns estudos de redes de ruas – como é o caso desta pesquisa – são desenvolvidos através da eliminação das formas construídas nas cidades e da construção de mapas de eixos viários que servem de base para, posteriormente, a construção de grafos urbanos.

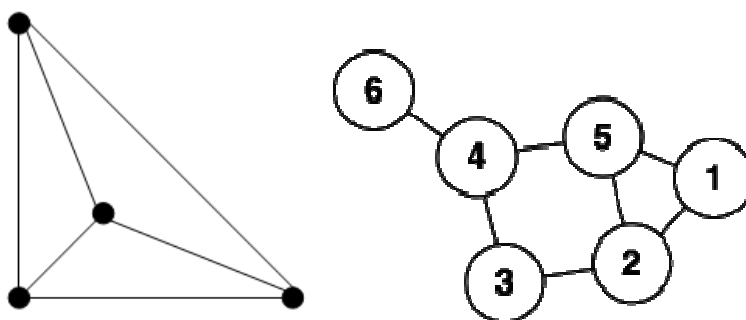


Figura 05: Cidade de Londres: representação do sistema urbano por intermédio de um mapa de eixos elaborado a partir de seus espaços públicos abertos – linhas representando ruas, eliminação das formas construídas. (FONTE: Space is the machine | Bill Hillier, 1999 - pág. 121).

Um grafo⁶ é uma estrutura composta por pares de vértices (nós) interligados por um conjunto de arestas (relações entre nós). Os nós de um grafo são representados graficamente por pontos (ou circunferências) e são utilizados para representar os elementos de uma determinada rede. As arestas de um grafo são representadas graficamente por linhas e são utilizadas para representar as relações entre os nós de um grafo. Portanto, é possível dizer que dois nós de um grafo se relacionam desde que eles

⁶ “A teoria dos grafos é uma teoria matemática que trata das relações entre elementos de conjuntos discretos. A teoria dos grafos é capaz de descrever aspectos relativos à análise combinatória e, o que é de relevante interesse em estudos urbanos, os aspectos topológicos de conjuntos discretos ou discretizados” (Faria 2008, p. 18).

estejam conectados por pelo menos uma aresta. Grafos podem representar uma infinidade de conjuntos de elementos e relações. Por exemplo: em estudos sociológicos, grafos podem representar redes sociais onde os nós do grafo podem ser as pessoas de uma mesma família e as arestas do grafo podem representar seus níveis de parentesco. Para estudos urbanos, novamente encontramos respaldo em Krafta (1994, pág. 68): “um grafo urbano é uma representação sintética de espaços urbanos em que porções elementares do espaço são representadas por pontos, e as permeabilidades ou conectividades entre elas são representadas por linhas”.



Figuras 06 e 07: Exemplos de grafos: à esquerda grafo com 4 vértices e 6 arestas; à direita grafo com 6 vértices e 7 arestas. (FONTE: Wikipédia).

Existem duas possibilidades de montagem de grafos urbanos através de sistemas de eixos: a representação primal⁷ e a representação dual. A representação primal é aquela que considera intersecções de eixos como nós do grafo e os segmentos dos eixos que chegam nos nós, relações. A representação dual, por sua vez, considera o ponto médio de cada eixo como um nó do grafo e as intersecções entre eixos, relações. Existem algumas desvantagens na utilização da representação dual: para Latora e outros (2006), um dos mais relevantes prejuízos desta forma de representação espacial é a perda da noção de distância, pois uma rua é representada por apenas um ponto em um

⁷ Grafos montados por intermédio da representação primal também são chamados de *mapas nodais*.

grafo dual, não importando a sua real dimensão. Além disso, os autores destacam que em um grafo elaborado a partir da representação dual uma rua pode parecer ter um número ilimitado de relações, pois dependendo do seu comprimento, ela apresentará um grande número de cruzamentos com outras ruas. Nas palavras do autor, temos: “quanto mais longa a rua, mais central (por grau do vértice), contrariando o conceito de acessibilidade que está inversamente relacionado à proximidade (ou seja, a distância real métrica) do destino para todas as origens, como nos modelos de transporte” (Latora 2006, pág. 8). Na direção oposta, alguns benefícios da representação primal são merecedores de destaque: a partir da consideração de cada intersecção de eixos como um nó do grafo, as análises via representação primal tornam-se refinadas a tal ponto de dimensões geométricas (métricas, quilométricas, etc) poderem ser levadas em conta. Desta maneira, ruas longas são transformadas em segmentos de ruas intercalados por nós que representam cruzamentos viários. Novamente em Latora e outros (2006, pág. 7) encontramos respaldo: “essa representação parece ser mais intuitiva para as redes caracterizadas por uma forte ligação com as dimensões geográficas, o que quer dizer redes onde a distância deve ser medida não apenas em termos topológicos...”. Ainda, a representação primal garante similaridade entre o grafo e o sistema urbano real, algo que na representação dual não ocorre, pois grafos gerados através do ponto médio de seus eixos deformam-se.



Figuras 08, 09 e 10: Mapas de Veneza – à esquerda espaços públicos abertos (em branco) e formas construídas (em cinza escuro); ao centro grafo gerado a partir da representação primal (similaridade com o sistema urbano real); à direita grafo gerado a partir da representação dual (deformação). (FONTE: adaptado de Latora e outros, 2004).

Distâncias podem ser medidas de diferentes maneiras: por geometria (metros, quilômetros, etc) levando-se em conta a real dimensão entre os elementos de um grafo. E por topologia (passos) levando-se em conta a posição relativa dos elementos do grafo e seus níveis de conectividade, ou seja, onde dimensões físicas não são levadas em conta e onde é verificada relações de adjacência entre os elementos do grafo. Distâncias topológicas são amplamente utilizadas em estudos sociológicos, em análises de redes sociais, no intuito de reconhecer quais elementos da rede estão diretamente interligados e quais elementos da rede estão entre um elemento e outro. Latora e outros (2006, pág. 8) são enfáticos no que se refere à utilização de distâncias geométricas em estudos urbanos: “em termos mais estruturais, distância métrica tem sido reconhecida como o elemento-chave para as redes rodoviárias”.

Para o desenvolvimento da presente pesquisa adotarei a representação primal (ou mapa nodal) e distâncias geométricas. Assim sendo, temos:

As discontinuidades – rupturas parciais – entre tecidos urbanos analisados como redes espaciais serão capturadas por intermédio de: (a) construção de grafos e; (b) aplicação de medidas de diferenciação espacial nas redes em estudo.

Como recurso metodológico, será utilizado um sistema teórico como elemento de controle para apontar diferenciações no sistema real em estudo. O sistema a ser proposto como elemento de controle será representado por um grafo gerado a partir de uma rede urbana hipotética, livre de deformações e de discontinuidades; o sistema real em estudo será representado por um grafo gerado a partir de uma rede urbana real. Portanto, o grafo hipoteticamente perfeito servirá de elemento de controle. Em última análise servirá de parâmetro de comparação para a rede real - uma espécie de espelho perfeito da rede real em estudo. Neste contexto, a adoção de uma *grelha perfeita* servirá de parâmetro para comparações com sistemas que apresentem discontinuidades e fragmentações. Sendo assim, a comparação apontará para nós com diferentes níveis de

relacionamento. Desta forma, será adotado como referência para a presente pesquisa uma grelha retangular⁸ com conexões em cruz.

Por outro lado, todas as conexões (em T ou em L) presentes no sistema real serão entendidas como pontos de ruptura. Logo, a ausência de rupturas no sistema real será o próprio padrão do controle adotado, o padrão grelha perfeita constituída por nós com quatro relações. Ainda, serão entendidas como rupturas parciais, sobretudo, associações de nós encadeados com menos de quatro relações, possivelmente localizados entre tecidos e entre agrupamentos, rompendo padrões de relacionamento entre os elementos constituintes das redes espaciais e, provavelmente, impactando distribuições de fluxos nos sistemas.

Portanto, quando as análises estiverem endereçadas ao sistema, rupturas em tecidos urbanos poderão ser expressas comparando acessibilidade de grelhas fragmentadas com o seu espelho perfeito. As comparações deverão ocorrer em sistemas com o mesmo número de elementos, ou entre sistemas que mais próximos estiverem desta condição. Por outro lado, quando as análises estiverem endereçadas ao nó, diferenciações em relação ao padrão controlador poderão ser demonstradas pela medida de ciclos que, retomando Wasserman e Faust (1994) “é um caminho fechado com pelo menos três nós em que todas as linhas são distintas, e todos os nós exceto o que inicia e o nó que termina são distintos”. De acordo com Faria (2008) “a referida medida descreve o grau de interconectividade do grafo sendo possível pensar que a presença de ciclos tende a reforçar mutuamente seus componentes”. Neste contexto, é possível dizer que nós que participam de um elevado número de ciclos são aqueles que encontram-se nas frações de maior distributividade dos sistemas. Logo, esta será a forma de distinguir sub-áreas nos sistemas estudados: as frações urbanas do município de Montenegro que estiverem em conformidade com o seu elemento de controle (grelha perfeita com alta distributividade constituída por conexões em cruz) serão entendidas como agrupamentos e, portanto, estarão livres da presença de rupturas em sua morfologia.

⁸ Por dificuldades operacionais não foi adotado para a presente pesquisa um *torus* como elemento de controle. Um *torus* é uma espécie de grelha curvada que além de ter os nós de suas extremidades (esquerda e direita) interligados, também apresenta seus nós da extremidade superior ligados aos da extremidade inferior, constituindo uma figura geométrica semelhante a uma câmara de pneu (ver figura nos anexos). O uso de um *torus* elimina deformações causadas pelos nós de borda.

Os bloqueios de vias – rupturas totais – em tecidos urbanos serão analisados da seguinte maneira: (a) inicialmente aplicarei sobre o sistema real em estudo a medida de centralidade por informação para reconhecer os pontos críticos deste sistema; (b) em seguida executarei supressões de nós do sistema montenegrino que tenham reais possibilidades de sofrer bloqueios viários e que figurem no ranking dos vinte nós com maiores valores de CI e; (c) compararei o comportamento dos sistemas (suprimidos x integral) através da medida de centralidade por intermediação a fim de reconhecer possíveis deslocamentos dos núcleos de centralidade do sistema após a retirada de seus pontos (nós) críticos. Ainda, as supressões serão motivadas supondo que a sobreposição de chances reais de bloqueios viários + altos valores de CI constituírem pontos de extrema importância (fragilidade) para o sistema.

Assim sendo, esta dissertação propõe desenvolver uma nova forma de perceber sistemas urbanos, focada nas descontinuidades e fragmentações, não em agrupamentos, embora seja possível supor que a formação desses esteja intimamente relacionada a descontinuidades. Buscando fazer combinações de medidas, eventuais ajustes e, se necessário, adições às mesmas, o presente trabalho estará empenhado em evidenciar rupturas na morfologia urbana de cidades.

4. ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 Contextualização do Município de Montenegro

Este capítulo objetiva aplicar a metodologia anteriormente descrita em um sistema urbano real – neste caso o município de Montenegro / RS. A escolha deste sistema se deu por motivações diversificadas como, por exemplo, a curiosidade de averiguar fenômenos empiricamente questionáveis recorrentes no dia-a-dia da cidade.

Inicialmente, faz-se necessária uma breve explanação, um breve comentário a respeito do Município de Montenegro, não com fins historiográficos, mas no intuito de localizar o leitor no cenário ou contexto do presente estudo.

A cidade de Montenegro conta com aproximadamente 60.000 habitantes e está localizada a 70 km de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Segundo consta na monografia municipal (Montenegro de ontem e de hoje, 1979), os primeiros colonizadores a chegarem em terras montenegrinas foram os portugueses, vindos para o município através do rio Caí. Em um segundo momento, alemães e italianos também chegaram. Por décadas, a economia do município esteve intimamente relacionada às atividades portuária e ferroviária, mantendo Montenegro não só na rota de importantes cidades do Rio Grande do Sul - Caxias do Sul, Santa Maria e Porto Alegre - como também tornando-o um importante centro de distribuição de mercadorias para o estado.

Outro aspecto relevante para a presente pesquisa foi o de Montenegro ter se preparado na década de 70 para uma explosão demográfica. Acreditava-se que com a instalação do III Pólo Petroquímico em Triunfo (município vizinho) a população de Montenegro chegaria a 160.000 habitantes. Essa perspectiva seduziu governos municipais daquela época e fomentou planos diretores e projetos urbanísticos, apoiados na premissa de “necessidade de crescimento físico” para o município. Acreditava-se que trabalhadores estariam durante as suas jornadas de trabalho em Triunfo e fixariam residência em Montenegro. Diante dessa perspectiva a cidade teve o seu sistema viário ampliado – cito aqui o projeto CURA – que criou, na época, vias arteriais no território urbano do município.

Um terceiro aspecto relevante para o presente estudo está vinculado às características topográficas do município. Montenegro se subdivide a partir da presença dos morros São João, da Formiga e de uma área de banhado, junto à várzea do rio Caí. Tais elementos naturais localizam-se no centro da cidade. Desta forma é possível afirmar que a cidade divide-se em duas principais frações territoriais: a) cidade histórica, onde a colonização foi iniciada e que situa-se a leste dos elementos naturais e b) cidade nova, que foi fomentada e desenvolvida através da perspectiva do III Pólo Petroquímico, situando-se a oeste dos elementos naturais.

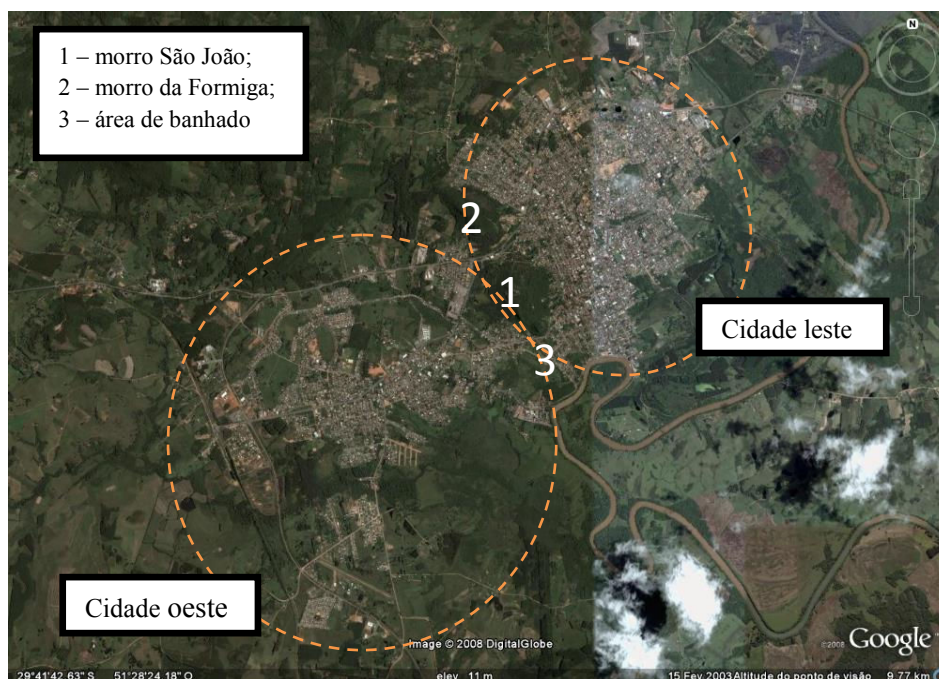


Figura 11: Em pontilhado cidade leste e oeste – ao centro do sistema urbano, morro São João, morro da Formiga e banhado junto ao rio Cai. (FONTE: Google Earth).

A seção a seguir tratará de aplicar a metodologia de modelagem computacional no Município de Montenegro a fim de analisar possíveis resultados, buscando relacioná-los com eventos do dia-a-dia da cidade e demais questões pertinentes ao planejamento urbano e regional.

4.2 Aplicando a metodologia no Município de Montenegro

Inicialmente, encarregar-me-ei de analisar as descontinuidades – rupturas parciais - da rede de ruas de Montenegro. Conforme comentei no capítulo anterior, a tarefa aqui consiste em comparar o desempenho da rede do município em estudo com o seu elemento de controle, seu espelho perfeito. Ou seja, comparar acessibilidade de um sistema hipotético (grelha perfeita, controladora) com acessibilidade de um sistema real (Município de Montenegro) e aferir o quanto o sistema real diferencia-se de seu espelho perfeito devido as suas descontinuidades viárias. Neste contexto, proponho-me a

interpretar os resultados de tal comparação nomeando-os de *análise da integralidade da rede urbana*. Por outro lado, a análise microscópica, vinculada ao comportamento relacional dos elementos (nós) que constituem tais redes, será nomeada de *análise da heterogeneidade urbana*. Ela será averiguada por intermédio da medida de ciclos.

Em um segundo momento, estarei analisando episódios de natureza peculiar, como por exemplo, bloqueios viários e seus impactos. A tarefa aqui será a de simular bloqueios viários em locais da cidade de Montenegro onde, empiricamente, percebo que o município apresenta problemas quanto à distribuição de fluxos. A título de exemplo é possível citar esquinas deste sistema urbano que em época de enchentes bloqueiam-se, possivelmente impactando relações sócio-econômicas. Por intermédio da medida de centralidade por informação identificarei os pontos críticos do sistema montenegrino e executarei remoções – dos pontos críticos e de demais nós do sistema - para averiguar seus impactos em centralidade por intermediação. A esta modalidade de análise será atribuído o nome de *análise de bloqueios*.

As tarefas iniciam no momento da elaboração de uma grelha perfeita constituída por 37 linhas e 37 colunas formando uma quadrícula - ou um tabuleiro xadrez. Esta grelha foi inspirada em quarteirões de 100x100 metros aproximando-se do número de nós do sistema real em estudo – 1365 nós da grelha x 1375 nós do sistema de Montenegro. Com exceção daqueles que estão nas bordas, todos os demais nós constituintes da referida grelha possuem quatro relações. Os quatro cantos da grelha foram suprimidos para tornar o sistema mais homogêneo. Ainda, a grelha foi construída tendo como base a média dos comprimentos dos trechos de ruas do sistema urbano real. Através de um programa de SIG (sistema de informações geográficas) mediu-se em metros cada trecho de rua do município de Montenegro e executou-se uma média para todo o sistema. Montenegro apresentou 95,71 metros de comprimento médio de trecho de rua, obtidos a partir de um intervalo variável de 0 até aproximadamente 966 metros (ver gráfico nos anexos, pág. 101).

A partir da construção da referida quadrícula construiu-se um grafo, sendo que cada cruzamento de linha com coluna foi considerado um elemento do sistema, ou seja, um nó da rede controladora - esta modalidade de modelagem espacial ganhou o nome

de *mapa nodal*. As análises executadas levaram em conta distâncias geométricas entre os elementos da rede, ou seja, a rede foi medida por geometria e não por topologia. Apenas a análise da heterogeneidade urbana - averiguada através da medida de ciclos – foi desenvolvida através de dimensões topológicas.

Por outro lado, a necessidade de montagem de um grafo para o sistema real em estudo também se fez presente. Tomando como referência a base cartográfica digital fornecida pela Prefeitura Municipal de Montenegro⁹, montou-se um grafo seguindo os mesmos critérios metodológicos adotados para a montagem da grelha perfeita. Portanto, cruzamentos viários foram transformados em nós e os segmentos de ruas foram considerados relações entre nós da rede montenegrina. Ainda: mudanças de direção e terminações do sistema viário também foram transformadas em nós.

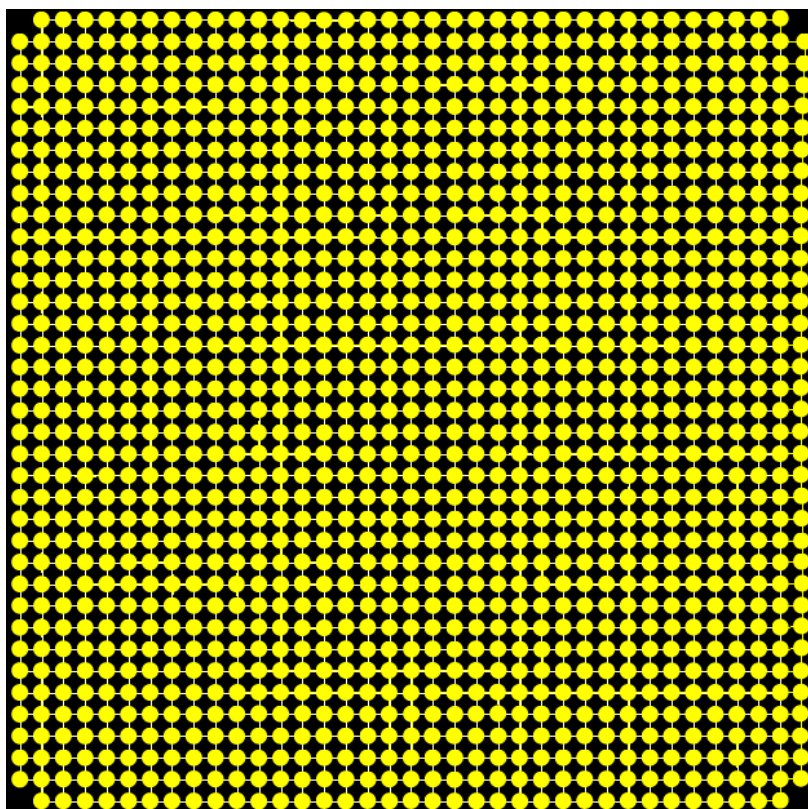


Figura 12: Grafo gerado a partir da grelha perfeita - 1365 nós – inspirada em quarteirões de 100x100 metros. (FONTE: software Morphometrics).

⁹ Arquivo em Autocad cedido pela Secretaria Municipal de Planejamento do Município de Montenegro – Setor DEGEO.



Figura 13: Grafo gerado a partir da base digital de Montenegro - 1375 nós – cruzamentos viários transformados em nós. (FONTE: software Morphometrics).

4.2.1 Rupturas parciais – análise da integralidade da rede urbana

Os testes iniciaram com a aplicação da medida de acessibilidade sobre a grelha. De imediato, o que se pode perceber foi a concentração dos maiores níveis de acessibilidade no centro geográfico do sistema, haja vista a equidistante disposição de seus elementos (nós) no espaço. Foi possível perceber também que o sistema diminui seus níveis de acessibilidade na medida em que o mesmo aproxima-se de suas bordas. Ainda, o sistema apresentou média geral em acessibilidade de 0,8566. Portanto, considerando que acessibilidade pode variar em um intervalo de 0 até 1 (onde 0 significa nulo e 1 valor máximo em acessibilidade) é possível dizer que foram encontrados no sistema da grelha perfeita nós com boa alcançabilidade por proximidade.

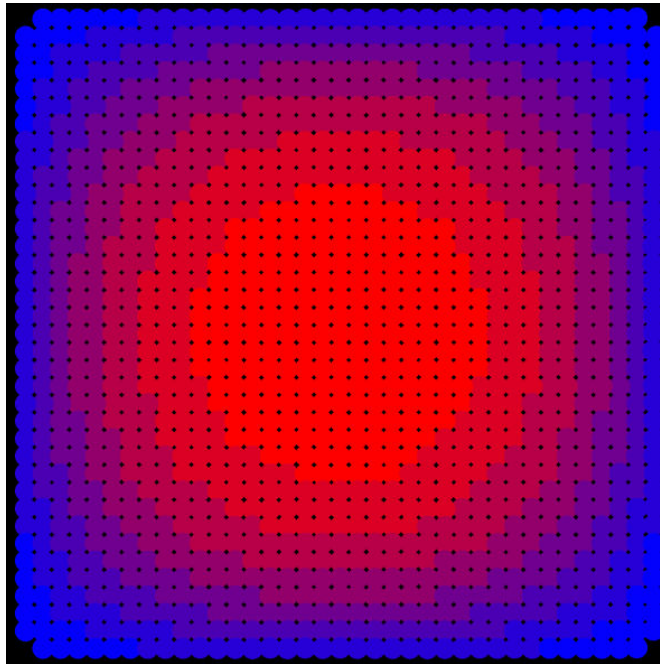


Figura 14: Aplicação da medida de acessibilidade sobre a grelha perfeita – média geral do sistema = 0,8566. (FONTE: software Morphometrics).

Em seguida, aplicou-se a mesma medida para o sistema de Montenegro e avaliou-se o desempenho em acessibilidade da rede real. Em uma primeira análise o que se pode perceber foi a diminuição dos níveis de acessibilidade da rede de Montenegro comparando-a ao seu espelho perfeito – a grelha. Em acessibilidade a rede montenegrina apresentou média geral de 0,6961 e queda de aproximadamente 18,7% se comparada à grelha. Isto sugere o grau de afastamento do sistema em relação ao seu elemento de controle, permitindo que se suponha a existência de ruptura no padrão morfológico da rede de ruas do município.

A análise acerca de acessibilidade dos sistemas permitiu perceber também a grande ruptura provocada pelos morros São João, da Formiga e banhado junto ao rio Caí. É possível verificar o rompimento provocado por tais elementos naturais do município no núcleo acessível do sistema, resultando em duas grandes zonas concentradoras de acessibilidade – a primeira, situada sobre a porção leste da cidade e a segunda, na porção oeste acompanhando a várzea do rio.

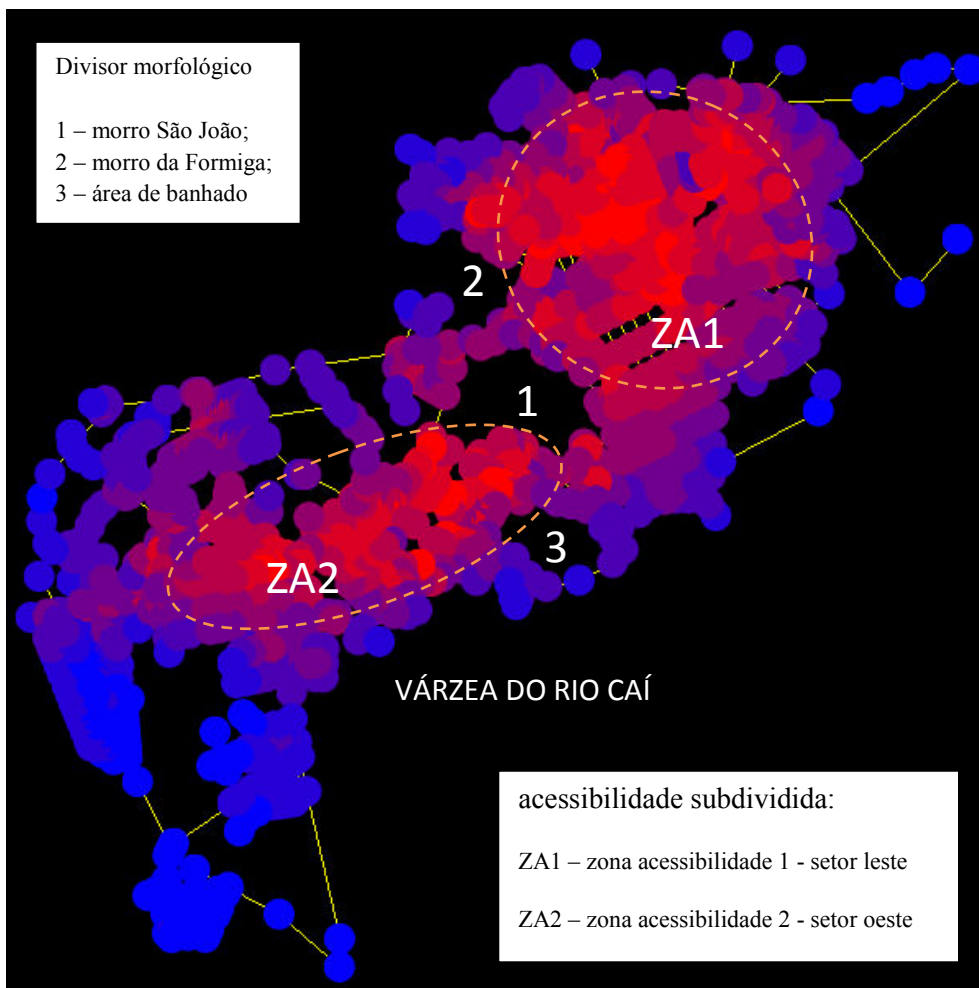


Figura 15: Aplicação da medida de acessibilidade sobre o sistema de Montenegro / RS – média geral do sistema = 0,6961. (FONTE: software Morphometrics).

Portanto, é possível verificar que o município diferencia-se de seu elemento de controle (grelha perfeita, cuja acessibilidade está compactada em um único núcleo central), uma vez que Montenegro separa seu núcleo acessível em distintos setores da cidade. Tal constatação, embora aparentemente um tanto trivial, remeterá o presente trabalho a estudos acerca do anel viário que interliga as duas frações urbanas do município – pontos potencialmente frágeis do sistema - como veremos no decorrer desta pesquisa.

A tabela a seguir apresenta os dez nós com os maiores valores em acessibilidade absoluta para o município de Montenegro.

Id	Acessibilidade	Localização no sistema	Setor
Nó 992	0,999163	Estrada Maurício Cardoso / próximo ao bairro Panorama	leste
Nó 991	0,994019	Estrada Maurício Cardoso / próximo ao bairro Panorama	Leste
Nó 910	0,980849	Buarque de Macedo / junto a Praça dos Ferroviários	Leste
Nó 1030	0,978537	Flores da Cunha / próximo a Vila Trilhos	Leste
Nó 1031	0,978477	Flores da Cunha / próximo a Vila Trilhos	Leste
Nó 829	0,967269	Ramiro Barcelos / próximo a Estação Rodoviária	Leste
Nó 1219	0,967071	Buarque de Macedo / junto à grande área privada	Leste
Nó 356	0,966109	Via II / próximo a Assistência Social	Oeste
Nó 911	0,959915	Buarque de Macedo / junto a Praça dos Ferroviários	Leste
Nó 1220	0,951664	Buarque de Macedo / junto à grande área privada	Leste

Tabela 03: Maiores valores em acessibilidade absoluta para o município de Montenegro. Destaque para a rua Buarque de Macedo que é citada quatro vezes. Destaque para o setor oeste da cidade que foi citado uma única vez.

O gráfico abaixo apresentado compara os níveis de acessibilidade dos dois sistemas. Percebeu-se um certo paralelismo entre as duas curvas. Entretanto, fica claro que o município de Montenegro, quando comparado à grelha perfeita, apresenta valores inferiores em acessibilidade para os seus nós. Portanto, é possível dizer que por proximidade seus nós não são tão alcançáveis quanto os nós da grelha. Apenas na faixa que varia de 0,8 até 1,0 em acessibilidade encontramos nós capazes de aproximarem-se da curva da grelha, ou seja, os valores máximos dos dois sistemas são bastante semelhantes. Também vale saientar que a cidade real possui valores em acessibilidade mais diversificados o que denuncia maiores desigualdades internas para a mesma. Ainda, o salto ocorrido no topo da curva do sistema montenegrino sugere a existência de nós com vertiginosos valores em acessibilidade e estrangulamentos na estrutura próximo ao seu centróide do sistema - neste caso a comparação ocorre entre os nós do próprio sistema. É possível perceber que as condições morfológicas da rede de ruas de

Montenegro provocam aumento súbito em acessibilidade, fato este que também poderia ser entendido como uma alteração no padrão predominante do sistema.

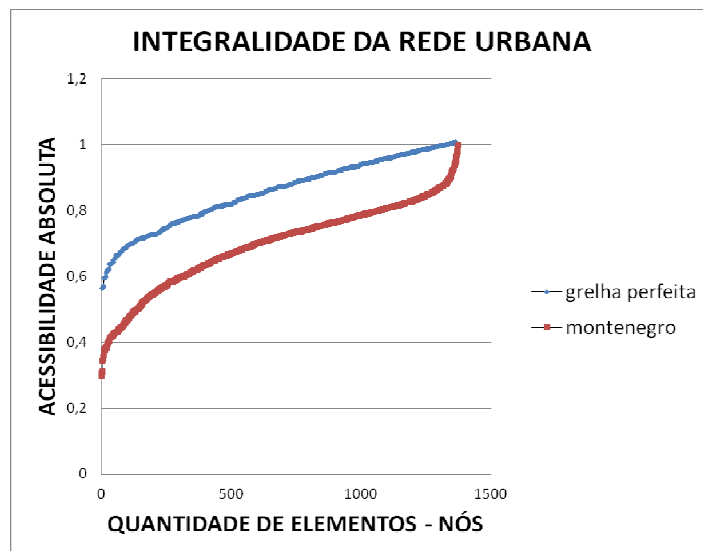


Figura 16: Aplicação da medida de acessibilidade sobre os sistemas da Grelha Perfeita e Município de Montenegro – valores máximos e mínimos em acessibilidade. (FONTE: software Excel).

4.2.2 Rupturas parciais – análise da heterogeneidade urbana

As análises acerca da heterogeneidade urbana consistiram em reconhecer diferenciações relacionais intra-urbanas. Para tanto, aplicou-se a medida de ciclos sobre o sistema hipotético da grelha perfeita e sobre o sistema real do município, a fim de: (a) reconhecer níveis diferenciados de relacionamento entre os elementos constituintes das referidas redes e; (b) identificar a formação de agrupamentos no município em estudo. É importante ressaltar que o comprimento utilizado para executar a contagem de ciclos dos sistemas foi o comprimento máximo permitido pelo software Morphometrics (9).

Os testes iniciam com a aplicação da medida de ciclos para o sistema da grelha perfeita. O que se pode perceber foi a relação entre o padrão de regularidade do sistema e seu elevado padrão de interconectividade. Os nós que constituem este sistema estão, na sua grande maioria, ligados a outros quatro nós que, por sua vez, ligam-se a outros

quatro e assim por diante. Com exceção dos nós de borda, todos os demais elementos desta rede hipotética seguem este mesmo princípio. Portanto, o padrão relacional reconhecido para a grelha perfeita foi o de quatro ligações, sendo possível considerar como pontos/áreas de ruptura relacional nós que apresentem menos de quatro relacionamentos.

Por outro lado, se observada com critério, veremos que a grelha perfeita altera-se nas proximidades de suas bordas - mais precisamente nas três últimas camadas de seus nós. Isto sugere uma espécie de área de influência dos nós de borda, algo como se estes estivessem “sugando” a força de nós aparentemente bem relacionados (nós que também estabelecem quatro ligações, mas que devido à proximidade dos nós de borda afetam-se). Estes nós participam de um menor número de ciclos levando-nos a pensar que a grelha diminui a sua capacidade de distribuição de fluxos na medida em que ela se aproxima da sua borda.

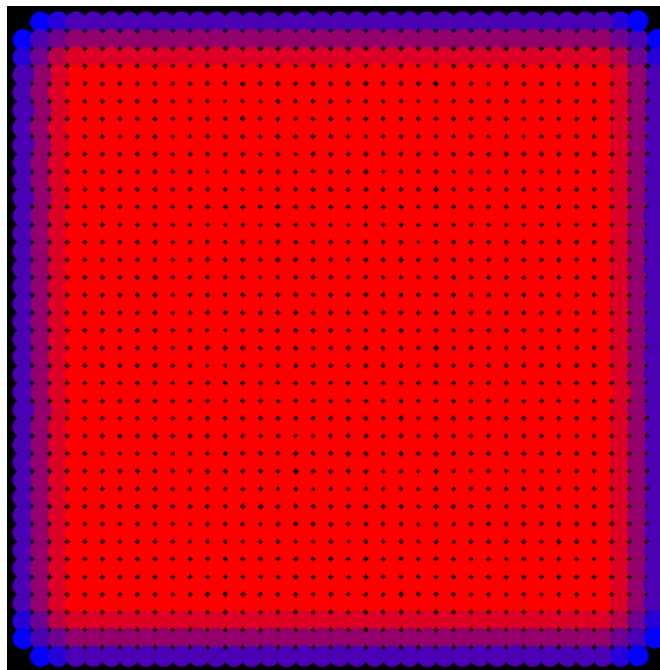


Figura 17: Aplicação da medida de ciclos no sistema hipotético da grelha perfeita. Diminuição da capacidade de distribuição de fluxos nas proximidades das bordas (se contados de fora para dentro da grelha, nós da segunda e terceira camada). (FONTE: software Morphometrics).

Na sequência dos trabalhos, aplicou-se a medida de ciclos para o sistema real em estudo. Montenegro revelou-se um sistema bem articulado - com bons níveis de relacionamento entre seus elementos - em apenas alguns de seus setores urbanos. Rupturas relacionais evidenciaram-se através de sequências de nós, encadeados ao longo de importantes ruas do município e de tecidos urbanos com baixos níveis de ligação entre seus elementos – fato este que remete o presente estudo a análises de bloqueios viários como veremos no decorrer deste trabalho. Foram percebidas apenas algumas áreas urbanas que destacaram-se devido aos padrões regulares de suas ruas (malhas viárias ortogonais xadrez constituídas por nós com quatro relações), formando o que alguns pesquisadores têm chamado de agrupamentos. Entretanto, é possível dizer que, na maior parte de seu território, Montenegro apresenta-se como um sistema urbano fragmentado por conta de descontinuidades viárias originadas pela presença de elementos naturais, pela falta de cuidado para com as devidas “amarrações” entre seus tecidos urbanos e pela ausência de continuidade em suas ruas.

A primeira – e de maior proporção - área analisada foi aquela que compreende o centro histórico, o centro comercial e o centro financeiro do município. Esta área urbana localiza-se na fração leste do município, junto à margem do rio Cai e junto a uma das encostas do morro São João e está interligada à cidade “nova” através de duas rotas – o já mencionado anel viário que circunda o morro. A área conta com boa parte dos equipamentos urbanos do município, assim como goza de boa infra-estrutura urbana. Outro aspecto relevante desta área urbana é a de que ela interliga-se com outros agrupamentos montenegrinos através de importantes ruas. São elas: rua Osvaldo Aranha – um dos principais acessos da cidade; rua Olavo Bilac – via estruturadora do agrupamento Ferroviário; e rua Buarque de Macedo – rua que interliga o agrupamento Centro a outros agrupamentos e que também é um dos principais acessos ao município.

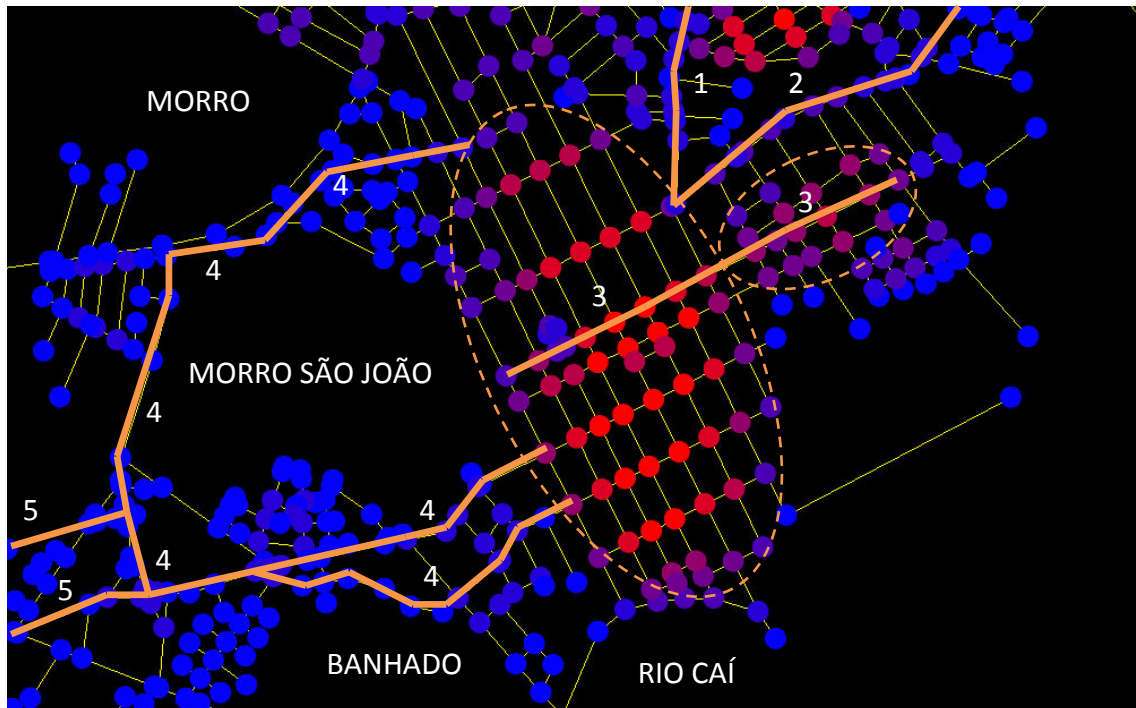


Figura 18: Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro. Em pontilhado maior - agrupamento Centro; em pontilhado menor - agrupamento Ferroviário. Destaque para as ruas Buarque de Macedo (1), Oswaldo Aranha (2), Olavo Bilac (3), anel viário do morro São João (4) e vias de ligação com a fração oeste da cidade (5). (FONTE: software Morphometrics).

No que se refere às condições relacionais dos nós constituintes desta área foi possível verificar que os mesmos são compostos, na sua grande maioria, por quatro relações formando conexões em “+”. Portanto, foi constatada nesta área alta distributividade, sendo possível citar, a título de exemplo, os seguintes elementos: nós 36, 27, 871, 35 e 872 (agrupamento Centro) encaixando-se em uma faixa que varia de 191 até 173 ciclos e que estão no topo do ranking dos principais nós à luz da medida de ciclos (ver tabela nos anexos, pág. 95).

A segunda área analisada foi aquela que compreende cinco agrupamentos de menores proporções, mas não menos importantes – neles estão concentrados boa parte dos estoques residenciais do município. A referida área localiza-se em um setor do sistema urbano que apresenta fragmentação e descontinuidade em parte de suas ruas. Mais precisamente seus tecidos urbanos estão desalinhados provocando desencaixe entre os referidos agrupamentos. Acredita-se que tais descontinuidades estiveram relacionadas à presença do leito férreo (ver figura 01, pág. 16). Outro aspecto de

fundamental importância para o entendimento morfológico deste setor do sistema é a presença da rodovia Maurício Cardoso – RST 287 – que, de certa forma, inibe os relacionamentos dos elementos da rede espacial montenegrina, presentes de um lado e de outro da rodovia (este poder ser o caso do agrupamento Santo Antônio que localiza-se no lado oposto da referida rodovia). Ainda: nesta área localizam-se dois vazios urbanos – relativamente próximos um ao outro - que contribuem para aumentar os níveis de descontinuidade do sistema. São eles: propriedade privada localizada junto à rua Buarque de Macedo e área da antiga Estação Ferroviária – hoje equipamento urbano de caráter cultural.



Figura 19: Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro. Em pontilhado agrupamento Rui Barbosa (1), agrupamento São João (2), agrupamento Progresso (3), agrupamento Ferroviário (4) e agrupamento Santo Antônio (5). Destaque para as ruas Buarque de Macedo (6), Osvaldo Aranha (7), vazio urbano propriedade privada (8) e, vazio urbano equipamento cultural (9). (FONTE: software Morphometrics).

No que se refere às condições relacionais dos nós constituintes desta área foi possível verificar que nos setores de tais agrupamentos, os nós são constituídos com quatro relações formando conexões em “+”. Entre agrupamentos conexões em “T” e em

“L” estão presentes, ou seja, nós com menos de quatro relações provocam rupturas entre agrupamentos permitindo a analogia a “intervalos ou lacunas relacionais”. Portanto, foi constatada, nesta área, alta distributividade intra-agrupamentos, sendo possível citar, a título de exemplo, os seguintes nós: nós 187 e 178 (agrupamento Progresso); nós 1168 e 1167 (agrupamento São João); nós 938 e 943 (agrupamento Rui Barbosa); nós 894 e 1095 (agrupamento Ferroviário); e nós 1319 e 1333 (agrupamento Santo Antônio). Os nós acima relacionados encaixam-se em uma faixa que varia de 187 até 52 ciclos e estão, distribuídos ao longo do ranking dos principais nós à luz da medida de ciclos (ver tabela nos anexos, pág. 95).

A terceira área analisada localiza-se na fração oeste da cidade – conhecida como “cidade nova”, onde principia um novo centro comercial para o município. É possível pensar que em função da distância em que se encontra do centro histórico de Montenegro, esta área desempenhe um importante papel, abastecendo populações em suas demandas diárias. Nela está contida boa parte dos estoques residenciais da cidade nova, ou seja, usos residenciais e comerciais misturam-se havendo dinamismo no setor. Ainda: este tecido serve como um articulador entre a cidade formal e parte da periferia do município e é servido por uma importante via estruturadora - Via II, proposta na década de 1970 através de um projeto CURA – que liga este setor urbano ao anel que circunda o morro São João.

O sistema urbano de Montenegro é marcado pela presença impactante de elementos naturais (morros, rio, banhados) que acabam tornando-se obstáculos ao deslocamento de populações. Entretanto, quando observado com critério, percebemos que o sistema montenegrino conta com outra ruptura morfológica de grande magnitude. Trata-se de uma considerável área localizada entre os elementos naturais anteriormente destacados e o agrupamento São Paulo. Tal área – a meu ver com feições modernistas - contribui para elevar os níveis de fragmentação da rede montenegrina, aumentando distâncias. É possível verificar a precariedade das conexões entre nós do sistema junto à encosta oeste do morro São João, sendo que o sistema montenegrino somente volta a ter boas condições relacionais entre seus nós no agrupamento São Paulo. Sugere-se, assim, que não apenas elementos naturais sejam os responsáveis por provocar rupturas em seu

sistema; rupturas estão presentes através das próprias condições morfológicas de sua rede de ruas.

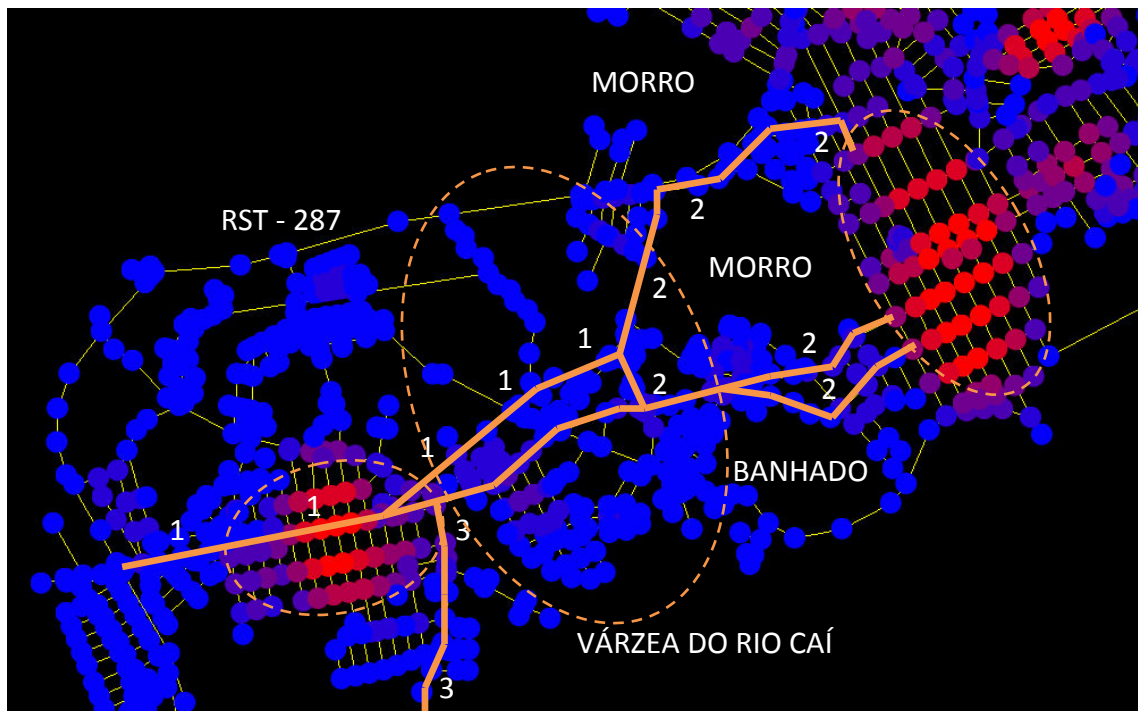


Figura 20: Aplicação da medida de ciclos no sistema de Montenegro. Em pontilhado menor - agrupamento São Paulo. Em pontilhado maior – ruptura relacional por conta da configuração com feições modernistas. Em pontilhado médio – agrupamento Centro. Destaque para a avenida estruturadora Via II (1) responsável por interligar o agrupamento São Paulo ao anel viário (2) que circunda o morro São João. Destaque para a Rua Hans Varelmann (3) um dos principais acessos a áreas periféricas. (FONTE: software Morphometrics).

No que se refere às condições relacionais dos nós constituintes desta área foi possível verificar que os mesmos são compostos, em sua maioria no agrupamento São Paulo, por quatro relações formando conexões em “+”. No restante da área conexões em “T” e em “L” estão presentes, ou seja, nós com menos de quatro relações provocam rupturas no sistema. Portanto, foi constatada, nesta área, alta distributividade no agrupamento São Paulo, sendo possível citar, a título de exemplo, os seguintes nós: nós 370, 372, 369, 371 e 368 encaixando-se em uma faixa que varia de 193 até 153 ciclos e

que, juntamente com os nós do agrupamento Centro, figuram no topo do ranking dos principais nós à luz da medida de ciclos (ver tabela nos anexos, pág. 95).

Conforme foi destacado anteriormente, os propósitos desta pesquisa incidem em elementos e condições que podem prejudicar o funcionamento de sistemas urbanos, ou seja, esta pesquisa não pretende inventariar os agrupamentos montenegrinos – apenas demonstrá-los, a fim de poder reconhecer áreas/faixas de rupturas relacionais entre agrupamentos e entre tecidos urbanos. Para tanto, a tarefa passa a ser a de olhar para áreas “frias” do sistema montenegrino. Sobretudo, a presente pesquisa está empenhada na reflexão acerca de associações de nós com baixa capacidade de relacionamento, constituindo áreas urbanas de difícil escoamento de fluxos de movimentação. Ainda: uma atenção especial foi dada para as vias que são constituídas, por nós encadeados com baixa capacidade relacional.

Neste contexto, uma quarta área foi analisada: aquela que compreende três bairros periféricos do município. Rupturas morfológicas foram encontradas nestes bairros montenegrinos¹⁰ que, por sua vez, apresentaram baixos níveis relacionais entre seus nós. Na verdade, os três bairros podem ser entendidos como três grandes rupturas presentes no município, dada as suas condições morfológicas e os seus baixos níveis relacionais. O bairro Germano Henke - o de maior distância em relação ao centro do município – apresenta apenas dois nós com quatro relações e em conformidade com o padrão morfológico predominante no sistema. São eles: nó 490 (participante de 44 ciclos) e nó 478 (participante de 10 ciclos). Todos os demais nós constituintes deste bairro apresentam conexões em “T” e em “L”, ou seja, perdem uma ou duas relações se comparados ao padrão predominante (feições labirínticas foram constatadas neste bairro). O bairro Aeroclubes constitui a situação intermediária, tanto em relação à distância ao centro, como em relação aos níveis de relacionamento entre seus nós. Neste bairro, encontra-se uma maior oferta de nós com quatro relações formando conexões em “+”. São eles: nós 443, 442, 426, 428, 444, 430 e 432 que encaixam-se em uma faixa que varia de 30 até 7 ciclos. Entretanto, o bairro Bela Vista não apresenta boas

¹⁰ Os bairros periféricos apresentados não constituem a periferia na sua totalidade. Adotou-se o critério de distância geométrica ao centro histórico do município para a escolha de três áreas urbanas socialmente fragilizadas.

condições relacionais internas. Há predomínio de conexões em “T” e seus nós apresentam baixos níveis de relacionamento – boa parte deste problema pode estar ligado à forma de parcelamento do solo adotado para o bairro (estrutura “espinha de peixe” com destaque para as terminações de ruas em forma de culs-de-sac). Um único nó apresenta quatro relações: nó 531 participando de apenas 3 ciclos.

A periferia analisada de Montenegro permite as seguintes indagações: áreas destinadas a populações de baixa renda não são merecedoras de planejamento? É possível admitir parcelamentos espontâneos que não respeitem as amarrações com a cidade formal e que não atentem para a importância de continuidade de suas ruas?

Um fato um tanto peculiar na história de Montenegro ajuda-nos na reflexão: na década de 1970, o bairro Bela Vista foi planejado para receber trabalhadores do III Pólo Petroquímico. Porém, com o passar dos anos, a explosão demográfica esperada para Montenegro não ocorreu. Devido à distância em que encontra-se do centro histórico municipal, o referido bairro acabou sendo ocupado por populações de baixa renda. Portanto, a configuração da rede de ruas deste bairro não pode ser considerada como algo que não tenha recebido atenção dos planejadores da época. Assim, é possível pensar que a falta de continuidade das ruas do bairro Bela Vista não se deu por negligência do poder público. Este pode ser o caso de muitas cidades brasileiras – estamos na presença de rupturas morfológicas em nossas cidades por questões não somente de negligência das administrações municipais. Rupturas na morfologia urbana podem ocorrer por falta de visão de planejadores quanto à importância de continuidade de ruas e de cidades bem articuladas.

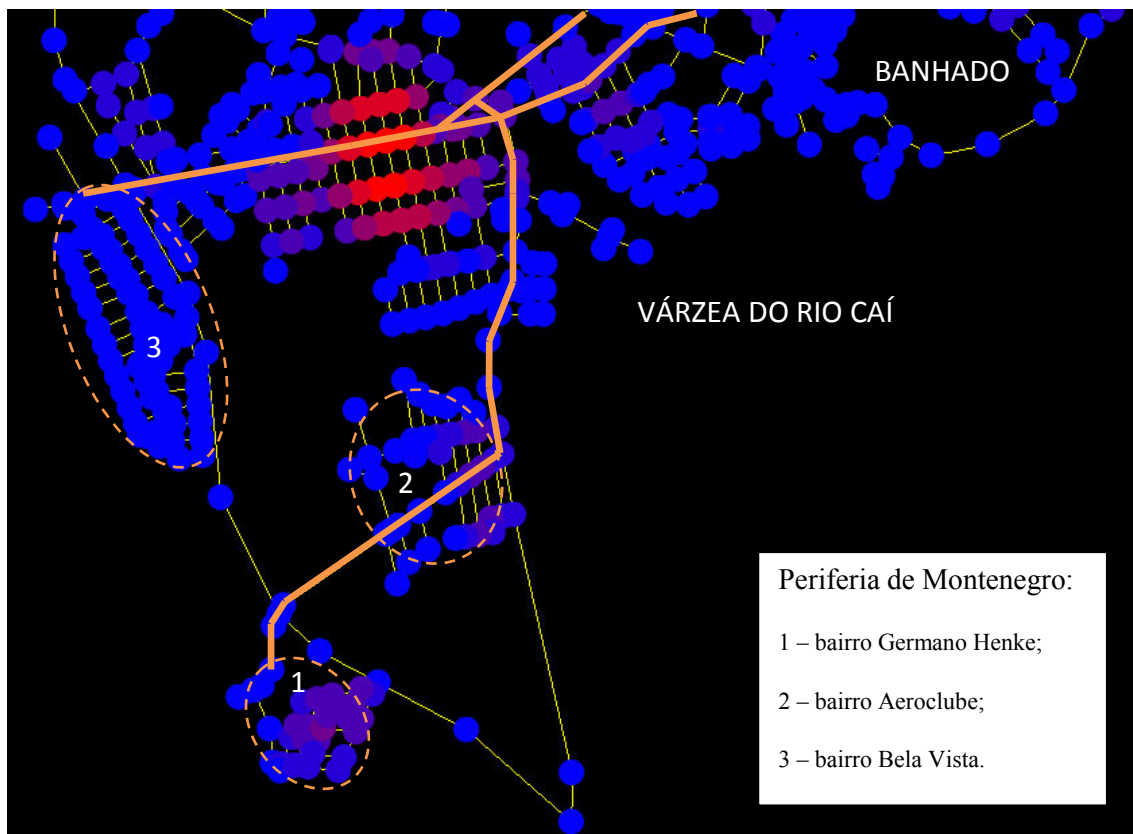
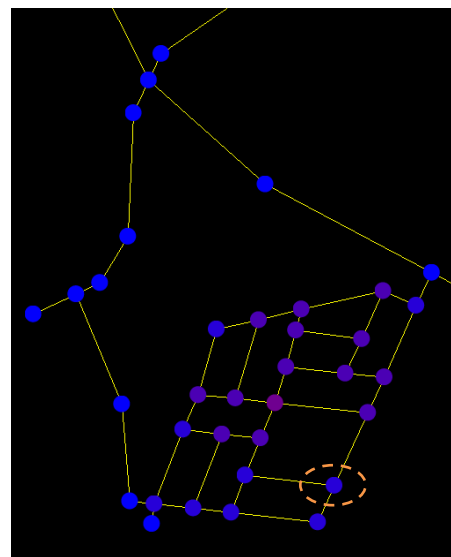
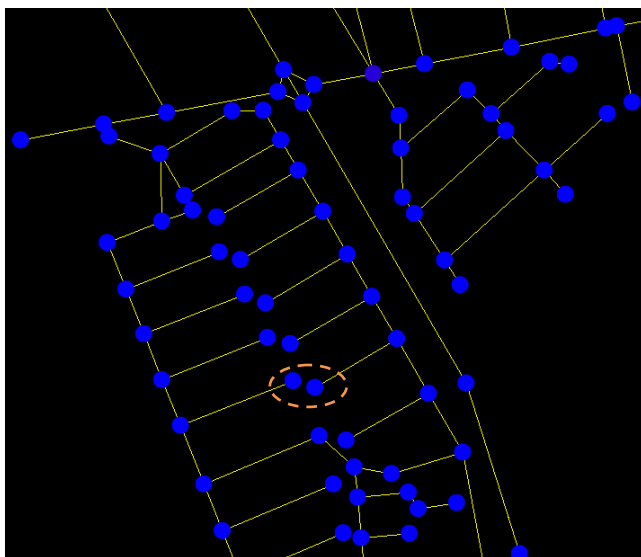


Figura 21: Em vermelho agrupamento São Paulo – articulador da periferia com o restante do sistema. Em pontilhado, periferia: bairros Germano Henke, Aeroclube e Bela Vista. Em laranja principais vias articuladoras. (FONTE: software Morphometrics).



Figuras 22 e 23: À esquerda bairro Bela Vista proposto na década de 1970 – parcelamento em forma de espinha de peixe, em pontilhado culs-de-sacs. À direita bairro Germano Henke – em pontilhado predomínio de conexões em “T” – ruptura morfológica: nós com três relações encadeados, falta de continuidade de ruas, feições labirínticas. (FONTE: software Morphometrics).

Na figura 19 (pág. 55) apresentei duas importantes ruas para o sistema urbano montenegrino. Tecidos urbanos desencaixados acabam desembocando nestas vias, o que provoca a perda de pelo menos uma relação por nó encadeado na via – aqui temos um caso típico de perda relacional, ou seja, estamos na presença de ruptura morfológica do sistema montenegrino, uma vez que as devidas amarrações entre tecidos não foram atentadas e efetivadas. Nós enfileirados constituintes destas vias deixam de contar com quatro relações passando a ter três relações em função do desencaixe dos tecidos que nelas chegam. Este talvez seja o real motivo para ruas congestionarem-se. A impossibilidade de cruzar de um lado ao outro – de um tecido urbano para outro – sem necessariamente ter que se deslocar por uma determinada via pode ser um relevante motivo para a má distribuição de fluxos. Estas ruas inevitavelmente acabam sendo acessadas pela ausência de conectividade entre ruas transversais pertencentes a tecidos lindeiros. Este é o caso da rua Buarque de Macedo, via que se encontra entre agrupamentos e que é responsável por encaminhar boa parte dos fluxos montenegrinos. Ela é constantemente acessada por populações que muitas vezes necessitam ir a localidades relativamente próximas, mas que são obrigadas a dar vários passos topológicos, sendo que alguns deles acabam sempre incidindo sobre as mesmas ruas, como é o caso da Buarque de Macedo. Algo semelhante ocorre com a rua Osvaldo Aranha e em demais vias estruturadoras do sistema urbano de Montenegro.



Figura 24: Em pontilhado Rua Buarque de Macedo – um dos acessos municipais e via receptora de tecidos desencaxados. Em destaque algumas transposições necessárias para acessar tecidos lindeiros – nós encadeados com três relações, ruptura do sistema e sobrecarga na via. (FONTE: software Morphometrics).



Figura 25: Em pontilhado Rua Buarque de Macedo – acesso municipal e via receptora de tecidos desencaxados. Em destaque algumas transposições necessárias para acessar tecidos lindeiros – nós

encadeados com três relações, ruptura do sistema e sobrecarga na via. (FONTE: software Morphometrics).

Finalmente, após analisar distintos setores urbanos do município de Montenegro é possível dizer que rupturas morfológicas foram encontradas em função dos aspectos estruturais de sua rede de ruas. Conforme foi comentado anteriormente o sistema urbano de Montenegro conta com 1375 nós, sendo que destes 79,13% são nós com menos de quatro relações. Ou seja, aproximadamente $\frac{3}{4}$ dos nós do sistema urbano montenegrino diferenciam-se de seu padrão controlador grelha perfeita constituída por nós com quatro relações. Por outro lado, associações de nós com bons níveis relacionais foram encontrados, constituindo agrupamentos – aproximadamente $\frac{1}{4}$ dos nós montenegrinos contam com quatro relações e constituem áreas de alta distributividade. Este panorama reforça a condição heterogênea da rede de ruas de Montenegro.

O gráfico abaixo apresentado permite verificar o contrastante comportamento dos dois sistemas. Montenegro concentra a maioria dos seus nós em uma faixa de 0 até 50 ciclos. Se levarmos em conta que o teto máximo dos sistemas é de aproximadamente 350 ciclos (adotou-se o valor máximo da grelha controladora como teto máximo), é possível dizer que a maior parte dos nós montenegrinos participam de um número reduzido de ciclos, ou seja, eles localizam-se em frações urbanas de baixa distributividade. Por outro lado, a existência de uma considerável quantidade de nós localizados no intervalo de 50 até 200 ciclos leva-nos a crer que o sistema urbano de Montenegro por vezes apresenta bons níveis relacionais entre seus elementos. Portanto, é possível pensar que o sistema urbano montenegrino é por vezes fluido, e por muitas vezes truncado, comprovando a condição de rupturas em sua morfologia, algo que pode ajudar a entender dinâmicas socio-econômicas presentes no território municipal.

O sistema da grelha perfeita permitiu verificar que a maior parte dos nós do sistema situa-se em uma faixa de 200 até 350 ciclos. Portanto, ao contrário do que se passa no sistema montenegrino, é possível dizer que a maior parte dos nós do sistema da grelha perfeita participa do maior número de ciclos presente neste sistema, ou seja, seus nós localizam-se em áreas de alta distributividade. Isso nos leva a crer que o padrão de regularidade da rede, constituída por nós com quatro relações em formato de “+” (cruz),

garante ao sistema um alto padrão de fluidez e de distribuição de fluxos, contrapondo-se a idéia de sistemas truncados marcados por rupturas relacionais em suas morfologias.

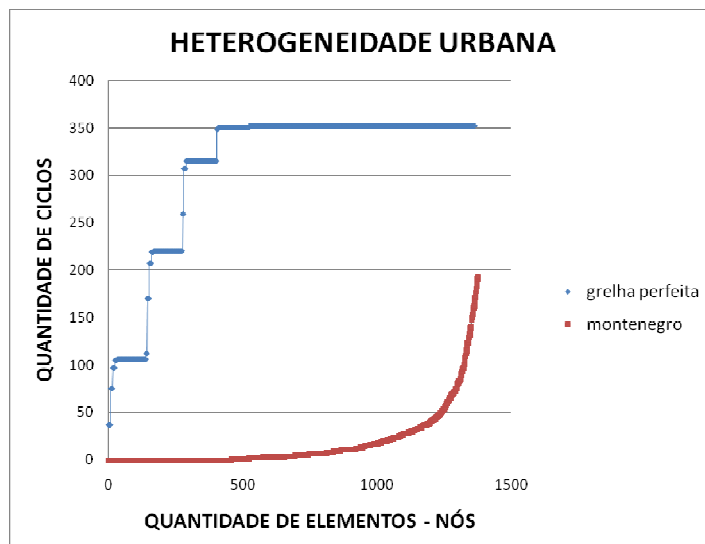


Figura 26: Aplicação da medida de ciclos sobre os sistemas da Grelha Perfeita e Município de Montenegro – valores máximos e mínimos em ciclos. (FONTE: software Excel).

Uma terceira situação ainda poderia ser explorada no que se refere ao papel desempenhado pelos nós de borda e suas áreas de influência sobre os sistemas. É possível pensar que sistemas urbanos fragmentados compostos por agrupamentos entremeados com vazios urbanos tendem a ser afetados por um maior número de nós de borda – os nós de borda dos agrupamentos. Neste contexto, a tarefa passaria a ser a de mensurar o quão próximo os nós de borda deveriam estar uns dos outros a ponto de não desestruturar sistemas urbanos. Embora a relevância deste tema seja inquestionável, limitar-me-ei aqui em destacar a importância de pesquisas futuras nesta direção.

4.2.3 Rupturas totais – análise de bloqueios

Esta seção não pretende esgotar os estudos acerca de bloqueios viários presentes no cotidiano de cidades, mas sim tratar de algumas situações empiricamente percebidas

no dia-a-dia do município de Montenegro buscando alguma relação com eventos presentes em demais sistemas urbanos. Por outro lado, a referida seção não foi deixada para um segundo momento por negligência ou força da casualidade: os bloqueios viários montenegrinos foram estudados tendo como pano de fundo os aspectos estruturais da rede de ruas montenegrina que, como foi demonstrado na seção anterior, é marcada por sua heterogeneidade. Assim sendo, os testes iniciaram com a aplicação da medida de centralidade por informação no sistema urbano de Montenegro, a fim de identificar pontos críticos neste sistema. Em seguida foram executadas supressões de nós que apresentaram reais possibilidades de sofrerem bloqueios viários e que figuraram no ranking dos vinte nós com maiores valores de CI. Finalmente, foi comparado o comportamento dos sistemas (integral x suprimidos) através da medida de centralidade por intermediação, a fim de reconhecer possíveis deslocamentos dos núcleos de centralidade do sistema em decorrência da retirada de seus nós críticos.

A tabela abaixo (gerada antes das supressões dos nós) apresenta o ranking dos 20 nós com os maiores valores à luz de centralidade por informação e seus respectivos valores em centralidade por intermediação. Traz, ainda, um breve histórico locacional dos elementos espaciais. A referida tabela serviu de parâmetro para a escolha dos elementos a serem suprimidos.

Montenegro na íntegra - Nodal (geométrico)					
ID	Centralidade por informação	Centralidade por informação relativa normalizada	Centralidade por intermediação	Centralidade por intermediação relativa normalizada	Histórico
507	0,000027	10	99792	3,71337	único acesso bairro periférico (bela vista)
508	0,000027	10	98647	3,67088	único acesso bairro periférico (bela vista)
509	0,000026	9,63	96199	3,58003	único acesso bairro periférico (bela vista)
512	0,000025	9,26	93672	3,48625	único acesso bairro periférico (bela vista)
513	0,000025	9,26	92501	3,4428	único acesso bairro periférico (bela vista)
586	0,000015	5,56	211543	7,86056	via II próximo rótula acesso cidade - RS

					124 (único acesso novo loteamento)
282	0,000014	5,19	116124	4,31947	único acesso bairro periférico (vila esperança)
283	0,000012	4,45	115470	4,2952	único acesso bairro periférico (vila esperança)
388	0,00001	3,71	116662	4,33943	hans varelmann (um dos acessos bairro são paulo)
413	0,00001	3,71	117852	4,3836	hans varelmann (bairro são paulo)
414	0,00001	3,71	226975	8,43325	hans varelmann (bairro são paulo)
585	0,000009	3,34	92619	3,44718	rótula acesso cidade - RS 124
699	0,000009	3,34	28432	1,06514	trilhos esq. campos neto
149	0,000008	2,97	206280	7,66524	anel viário morro São João – frontal ao cemitério
168	0,000008	2,97	25918	0,97184	torbjorn weibull esq. Antônio moojen
415	0,000008	2,97	232908	8,65343	hans varelmann (bairro são paulo)
700	0,000008	2,97	223423	8,30143	trilhos esq. campos neto
769	0,000008	2,97	223911	8,31954	anel viário morro São João – frontal ao cemitério
122	0,000007	2,6	20370	0,76595	torbjorn weibull esq. Antônio moojen
281	0,000007	2,6	234031	8,69511	trilhos próx. Vila esperança
Centralidade por informação e centralidade por intermediação antes da supressão dos nós					

Tabela 04: Ranking dos vinte nós com maiores valores em centralidade por informação e respectivos valores em centralidade por intermediação.

Os mapas abaixo apresentam os nós a serem removidos e os principais eixos formados pelas seqüências dos nós encadeados com os maiores valores em intermediação. Os referidos mapas (que também foram gerados antes das supressões dos nós) serviram de parâmetro para comparações com os mapas de sistemas suprimidos de seus nós.



Figura 27a: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão dos nós; em pontilhado percursos formados por nós com os maiores valores em intermediação. Destaque para: avenida Via I (1); avenida Via II (2); RST 287 (3); rua Bruno de Andrade (4); rua Santos Dumont (5); RST 124 (6); rua Buarque de Macedo (7) e; rua Osvaldo Aranha (8). (FONTE: software Morphometrics).

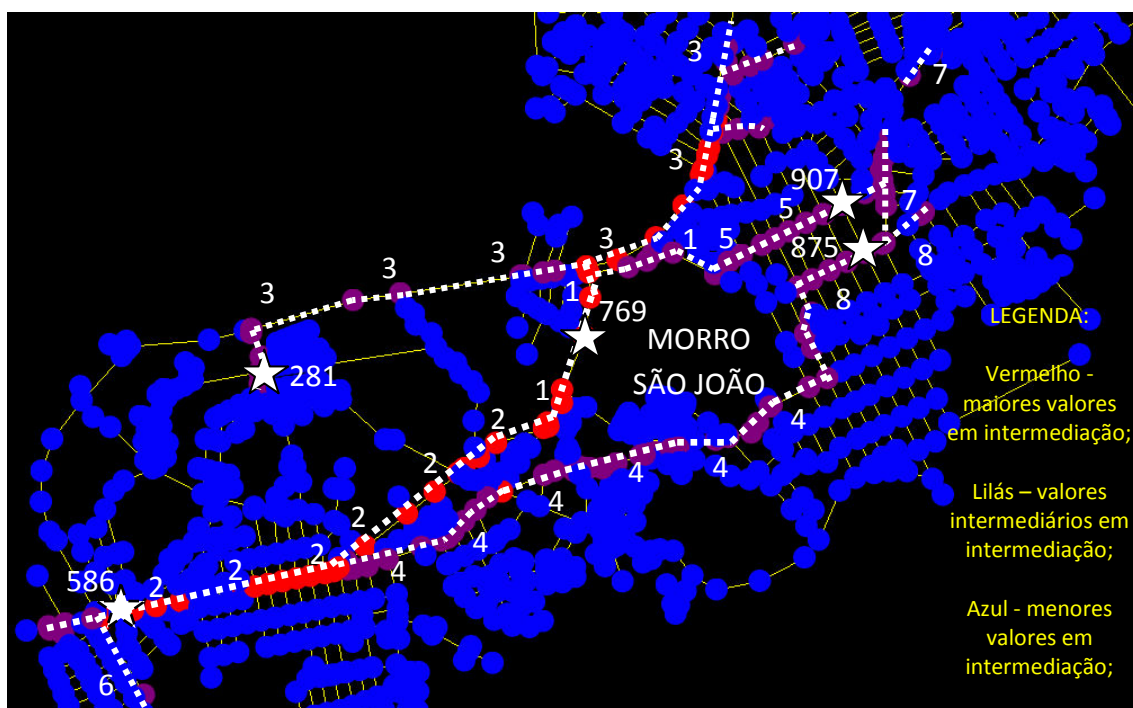


Figura 27b: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão dos nós; em pontilhado percursos formados por nós com os maiores valores em intermediação. Destaque para: avenida Via I (1); avenida Via II (2); RST 287 (3); rua Bruno de Andrade (4); rua Santos Dumont (5); RST 124 (6); rua Buarque de Macedo (7) e; rua Osvaldo Aranha (8). (FONTE: software Morphometrics).

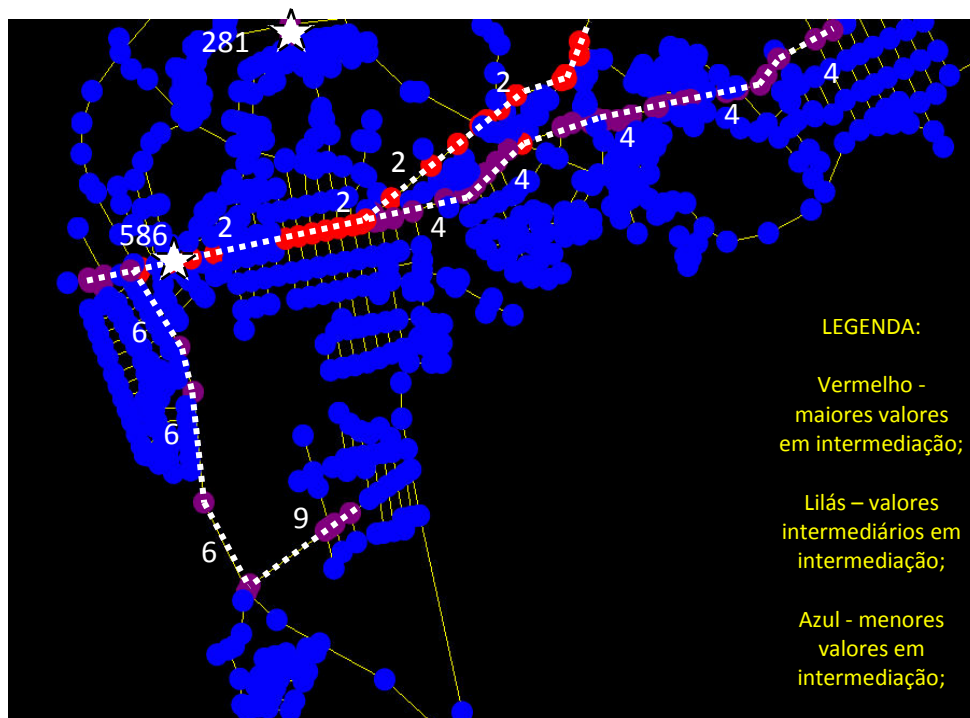


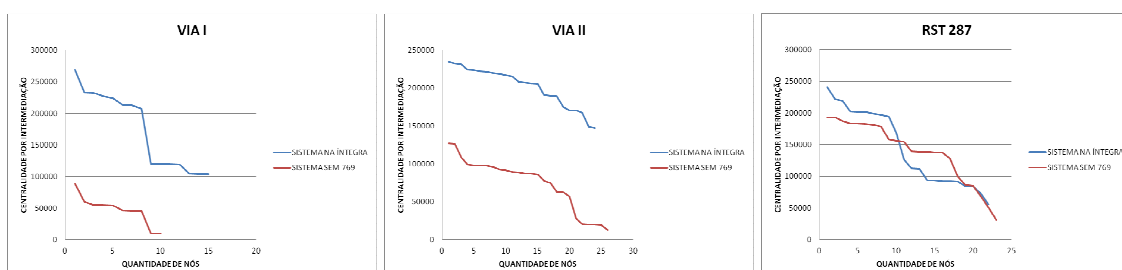
Figura 27c: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão dos nós; em pontilhado percursos formados por nós com os maiores valores em intermediação. Destaque para: avenida Via I (1); avenida Via II (2); RST 287 (3); rua Bruno de Andrade (4); rua Santos Dumont (5); RST 124 (6); rua Buarque de Macedo (7); rua Osvaldo Aranha (8) e; rua Cylon Rosa (9). (FONTE: software Morphometrics).

O primeiro teste tratou de remover o nó 769 do sistema urbano de Montenegro com a intenção de promover uma interrupção no anel viário que circunda o morro São João. Objetivei com este teste verificar o impacto gerado no sistema, uma vez que o morro situa-se ao centro da cidade, dividindo-a em dois macro-setores: a leste do morro, cidade histórica; a oeste, cidade nova, criada à partir da perspectiva do III Pólo Petroquímico. Ainda: o referido nó localiza-se em um dos principais acessos ao bairro Cinco de Maio perfazendo esquina com o Cemitério Municipal e com a Escola de

Ensino Fundamental Cinco de Maio (local este de constante aglomeração de fluxos e, conseqüentemente, passível de sofrer bloqueios viários). No que tange os aspectos estruturais deste setor da morfologia urbana de Montenegro, o referido nó localiza-se em uma área que apresenta baixos níveis de relacionamento entre seus nós. O bairro Cinco de Maio, por exemplo, é constituído por 20 nós e 25 relações entre seus nós. Ou seja, embora aproxime-se da condição de tecido urbano em formato de árvore, o bairro não configura uma árvore, uma vez que o seu número de relações supera o seu número de elementos (nós).

Após a supressão do nó 769 foi possível verificar alterações dos valores de centralidade por intermediação nos principais eixos do sistema. Os valores dos nós das avenidas Via I e Via II decaíram vertiginosamente; a RST 287 apresentou alternância de seus valores em intermediação, pois inicialmente os valores de seus nós decaíram para, posteriormente, crescerem; a rua Bruno de Andrade foi a via do sistema que apresentou o maior ganho em intermediação; a rua Santos Dumont e a rodovia RST 124 decaíram; a rua Buarque de Macedo obteve ganho em todos os seus nós; a rua Osvaldo Aranha obteve expressivo ganho em parte de seus nós e; a rua Cylon Rosa também apresentou alternância de valores em intermediação.

Os gráficos abaixo comparam os valores em intermediação das referidas ruas e rodovias. Tais gráficos (assim como os gráficos dos demais testes de supressões de nós deste trabalho) representam as famílias de nós que constituem importantes ruas da cidade estudada. As famílias de nós foram ordenadas de forma decrescente para a posterior geração dos gráficos.



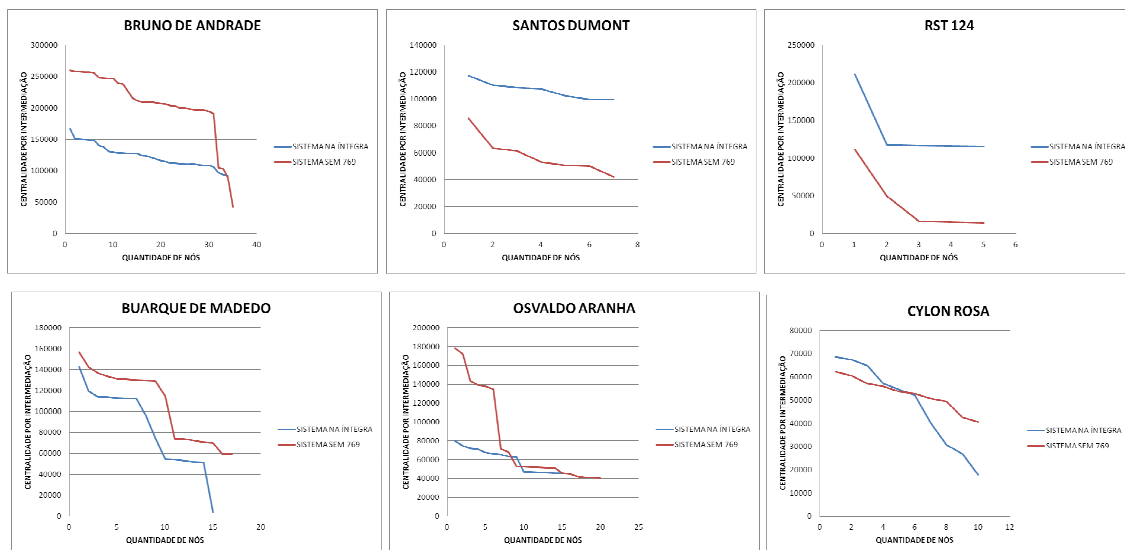


Figura 28: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – alterações dos valores em intermediação dos principais eixos do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em vermelho sistema suprimido do seu nó 769. (FONTE: software Excel).

Por outro lado, foi possível verificar o surgimento de novos eixos de centralidade por intermediação. A porção leste da cidade apresentou ganhos em intermediação, sendo possível destacar a rua Apolinário de Moraes (ver figura 30a). A fração oeste da cidade, por sua vez, apresentou significativas alterações em seus núcleos de centralidade. Quatro novos eixos de centralidade são merecedores de comentário em função de significativos ganhos em intermediação: (a) o eixo formado pela rua Campos Neto (eixo articulador de parte da periferia montenegrina com o sistema); (b) o eixo formado por parte da Vila Trilhos (eixo que interligaria a avenida Via II à RST 287); (c) o eixo formado pelas ruas Pará, Goiás e Amazonas (rota alternativa entre a periferia e a avenida Via II) e; (d) o eixo formado pela rua Antônio Lisboa (eixo articulador de um conjunto habitacional de baixa renda) – (ver figura 30b). Contudo, talvez a alteração mais expressiva do sistema apresente-se na fração que compreende dois bairros periféricos distantes do restante da cidade: os bairros Aero clube e Germano Henke. O encadeamento de nós com altos valores em intermediação disposto ao longo da RST 124 foi substituído pelo encadeamento disposto ao longo da rua Hans Varelmann e da rua Cylon Rosa (ver figura 30c). Os gráficos abaixo comparam os valores dos novos eixos em intermediação do sistema.

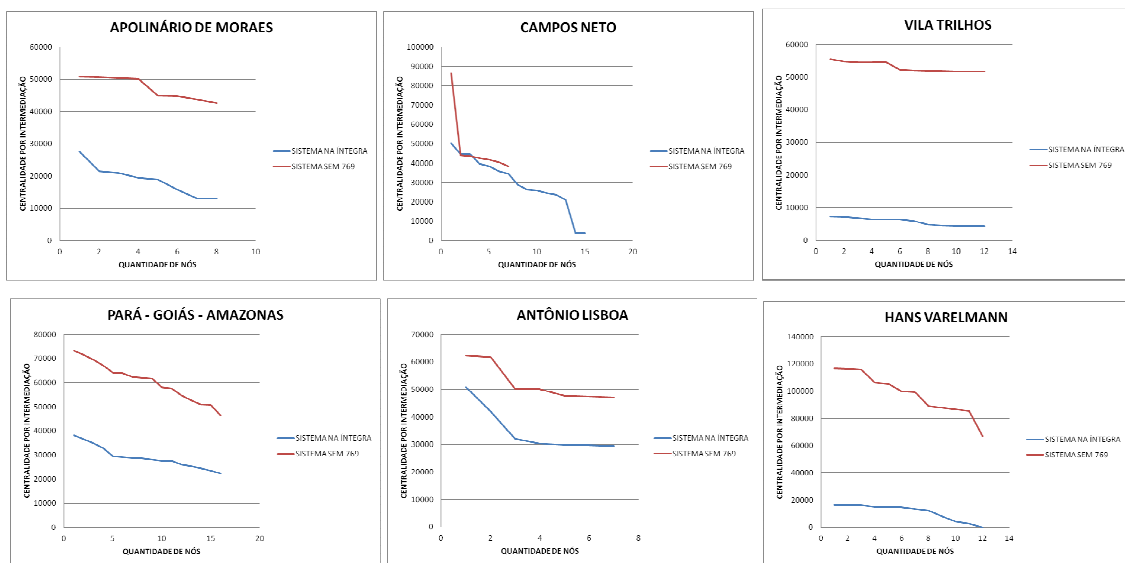


Figura 29: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos em intermediação do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em vermelho sistema suprimido do seu nó 769. (FONTE: software Excel).



Figura 30a: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para ganhos em

intermediação: a rua Osvaldo Aranha teve seu eixo estendido (1); a rua Buarque de Macedo teve seu eixo complementado (2) e; a rua Apolinário de Moraes constituiu um novo eixo (3). (FONTE: software Morphometrics).

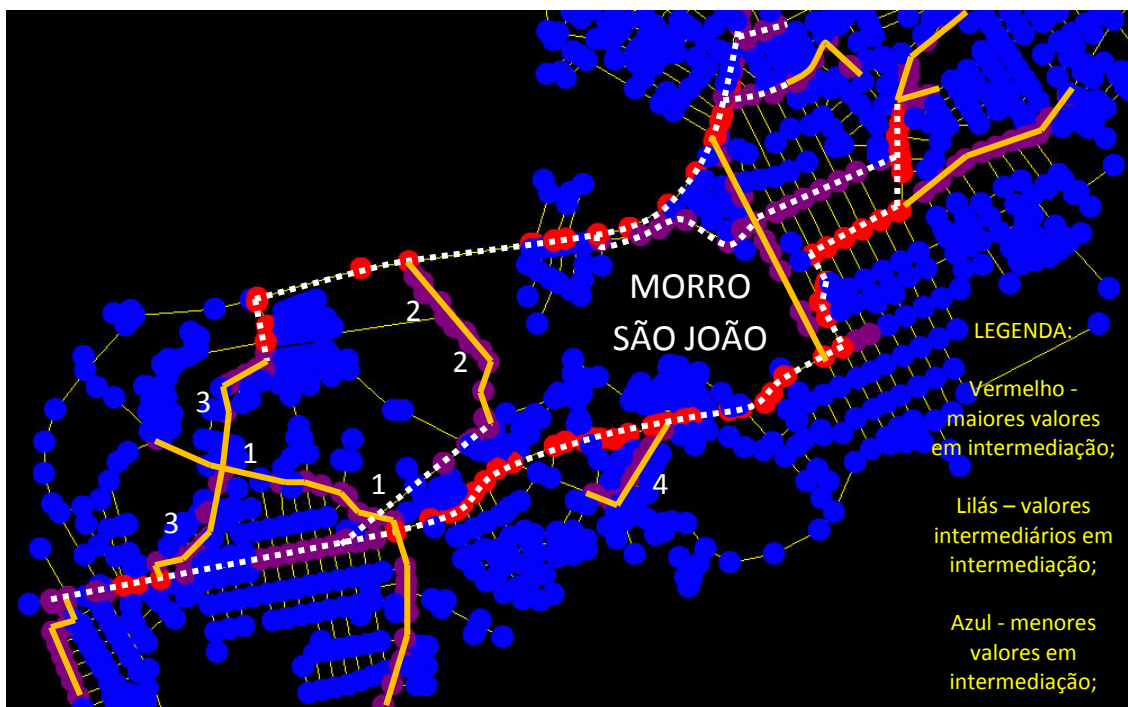


Figura 30b: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: novo eixo rua Campos Neto (1); novo eixo Vila Trilhos (2); novo eixo ruas Pará, Goiás e Amazonas (3) e; novo eixo rua Antônio Lisboa (4). (FONTE: software Morphometrics).

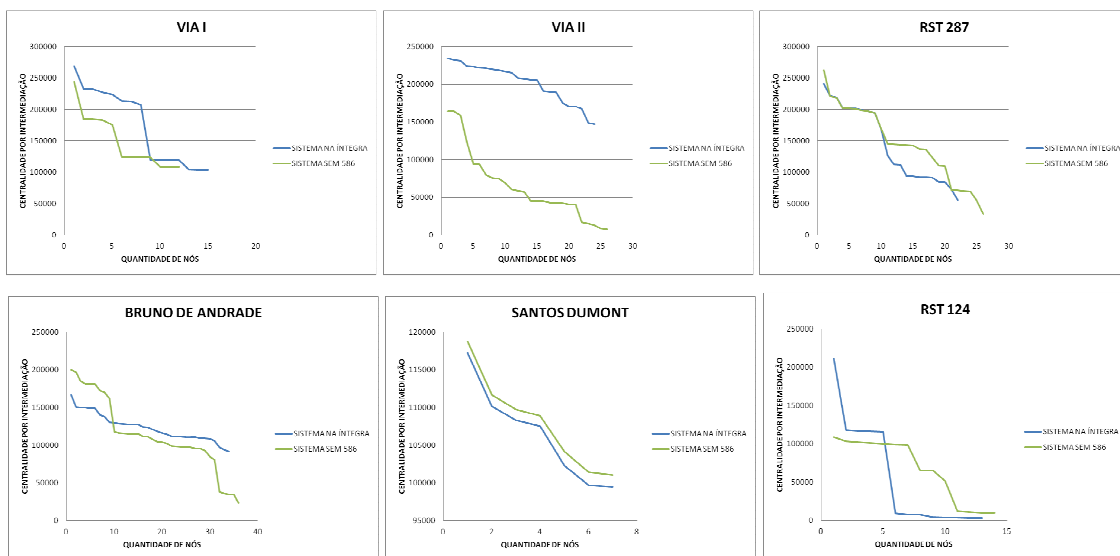


Figura 30c: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: novos eixos rua Hans Varelmann e Cylon Rosa (1). (FONTE: software Morphometrics).

O segundo teste executado encarregou-se de remover o nó 586 provocando interrupção em uma importante via que estrutura o agrupamento São Paulo – a chamada Via II. Mais especificamente o referido nó localiza-se na confluência da via com o único acesso a um novo loteamento do município. A motivação em remover este nó tem origem no fato do mesmo ser o único acesso ao novo bairro, ou seja, após aproximadamente três décadas o município repete a experiência anteriormente executada no bairro Bela Vista propondo um novo parcelamento de solo dependente de um único acesso. É possível constatar, portanto, que as amarrações com o sistema viário da cidade permanecem sendo negligenciadas levando-nos a pensar que o planejamento local segue desatento quanto à importância de haver continuidade em sua rede de ruas. Ainda, o loteamento aparentemente tende a uniformizar seus usos, com predomínio do uso residencial, o que permite conjecturar acerca de aglomerações e congestionamentos viários em determinados horários do dia – é possíveis pensar em bloqueios viários em

horários de pico, como por exemplo, o horário de levar as crianças para a escola, etc. No que se refere aos aspectos estruturais da morfologia urbana deste setor de Montenegro, o referido nó encontra-se próximo a um dos principais acessos do município. O novo loteamento é constituído por 15 nós e 16 relações entre nós. Portanto, embora também aproxime-se da condição de tecido urbano em formato de árvore, o novo loteamento não é uma árvore, uma vez que o seu número de relações supera o seu número de elementos (nós).

Após a supressão do nó 586 foi possível verificar alterações nos valores de centralidade por intermediação dos principais eixos do sistema. Os nós das avenidas Via I e Via II apresentaram, novamente, perdas em intermediação; a rodovia RST 287 apresentou ganhos em intermediação em uma parcela de seus nós, a ponto de se interligar com a rodovia RST 124 (ver figura 33b); a rua Bruno de Andrade apresentou aumento súbito em alguns nós, entretanto, referiu perdas em intermediação para a maior parte de seus elementos; a rua Santos Dumont apresentou pequenos ganhos em todos os seus nós; a rodovia RST 124 apresentou queda em intermediação em seus nós de maiores valores, porém, seus nós com baixos valores em intermediação passaram a superar os nós com baixos valores do sistema integral; as ruas Buarque de Macedo e Osvaldo Aranha permaneceram praticamente inalteradas e; a rua Cylon Rosa cresceu em intermediação. Os gráficos abaixo comparam os valores em intermediação das referidas ruas e rodovias.



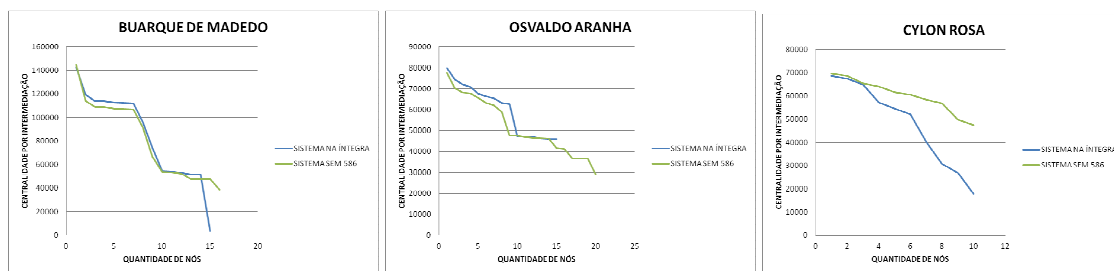


Figura 31: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – alterações dos valores em intermediação dos principais eixos do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em verde sistema suprimido do seu nó 586. (FONTE: software Excel).

Neste contexto e assim como na supressão anterior, também foi possível verificar o surgimento de novos eixos de centralidade por intermediação no sistema. Na fração oeste da cidade foi possível constatar a maior alteração ocorrida no sistema: a rua Campos Neto aumentou seus níveis em intermediação constituindo um eixo que se estendeu até a RST 124 e; a rua João Pedro Steigleder passou a ser um novo eixo de centralidade, obtendo-se, assim, um novo anel para o sistema à luz da medida de intermediação (ver figura 33b). Em função da supressão do nó 586 as ruas Hans Varelmann e Cylon Rosa tornaram-se a nova rota para os bairros Aeroclub e Germano Henke (ver figura 33c).

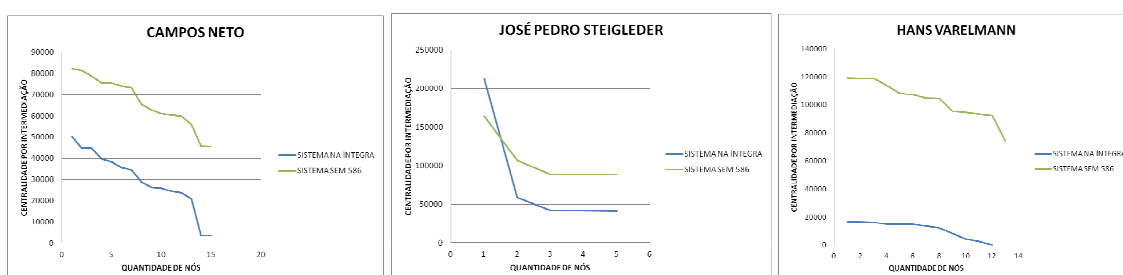


Figura 32: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos em intermediação do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em verde sistema suprimido do seu nó 586. (FONTE: software Excel).



Figura 33a: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 586; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: rua Osvaldo Aranha (1); rua Buarque de Macedo (2). (FONTE: software Morphometrics).

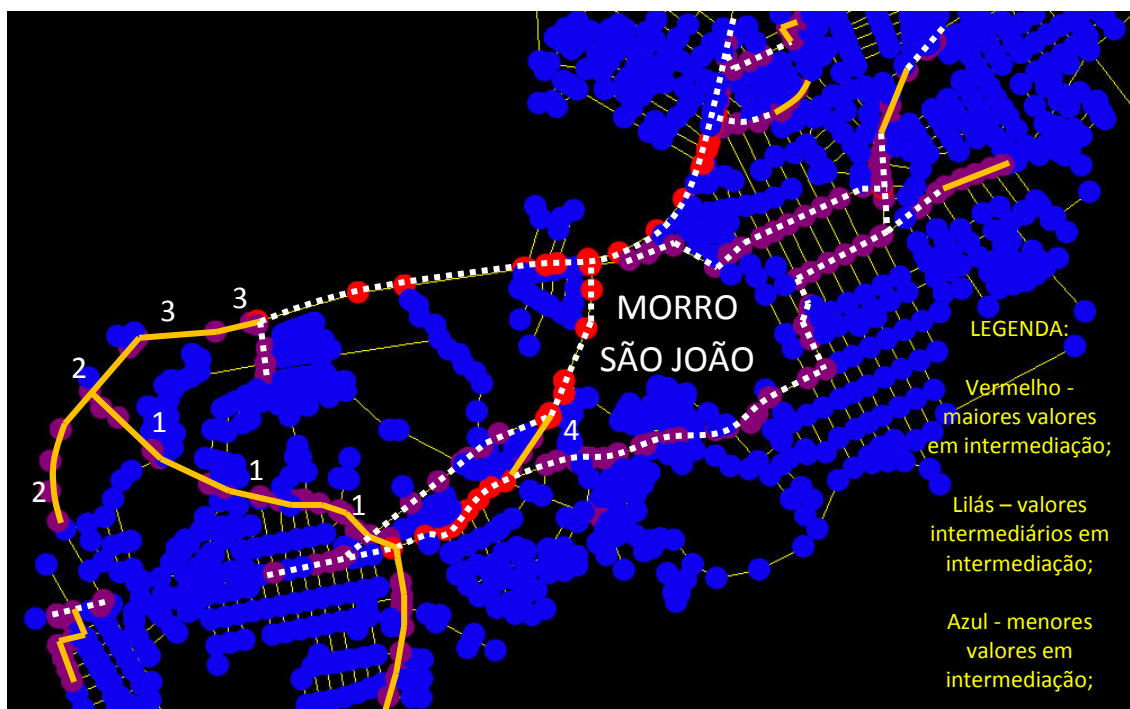


Figura 33b: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 586; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo rua Campos Neto

(1); eixo rodovia RST 124 (2); eixo rodovia RST 287 (3) e; eixo rua João Pedro Steigleder (4). (FONTE: software Morphometrics).



Figura 33c: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 586; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo ruas Hans Valermann e Cylon Rosa (1). (FONTE: software Morphometrics).

A terceira remoção ocorreu em um setor atípico do Município de Montenegro. Removi o nó 281, uma vez que o mesmo intercepta, a chamada “Vila Trilhos de Montenegro”. Um breve histórico se faz necessário: Montenegro em um dado momento da sua história viu sua ferrovia ser desativada. Boa parte de seu leito férreo acabou sendo ocupado por famílias de baixa renda que vislumbraram a possibilidade de acesso à cidade em uma faixa de terra linear e sinuosa oriunda da desativação. Tais ocupações acabaram constituindo um aglomerado habitacional que está voltado para uma servidão. Mais precisamente, a faixa de terra onde estavam instalados os trilhos do trem foi transformada em uma estreita viela que dá acesso as moradias. Por outro lado, as áreas

de domínio da rede ferroviária foram parceladas¹¹ e transformadas em pequenos lotes. Ou seja, as residências encontram-se umas de frente para as outras separadas pela servidão, de costas para a cidade constituindo o que se pode chamar sob o olhar dos estudos configuracionais de barreira linear que se impõe ao movimento. Ainda: dois loteamentos populares propostos por administrações municipais foram posicionados nas adjacências da referida vila - este setor da cidade apresenta-se como um dos principais focos de violência urbana presentes no município. A possibilidade de um bloqueio viário neste nó do sistema se dá, uma vez que a servidão (canal de alto fluxo de movimentação) é seccionada por uma via estruturadora deste setor da cidade – rua Juvenal Alves de Oliveira. No que tange os aspectos estruturais deste setor da morfologia urbana de Montenegro, o referido nó localiza-se em uma confluência formada por um sistema extremamente hierarquizado, composto por nós encadeados em linha (Vila Trilhos), dois tecidos periféricos igualmente hierarquizados (Vila Esperança) e uma importante via da cidade formal. A área apresenta baixos níveis de relacionamento entre seus nós. Foi possível perceber associações de nós com forte caráter hierárquico através de tecidos urbanos próximos da condição de árvore.

Após a supressão do nó 281, novamente foi possível verificar alterações nos valores de centralidade por intermediação dos principais eixos do sistema. As avenidas Via I e Via II, embora tenham apresentado ganhos em intermediação em alguns nós, diminuíram seus valores; a RST 287 acompanhou a curva do sistema integral por um razoável período, mas seus nós de menores valores apresentaram perdas em intermediação; a rua Bruno de Andrade apresentou ganho em intermediação para seus nós com maiores valores, porém voltou a acompanhar a curva do sistema original; a rua Santos Dumont apresentou ganho em intermediação; a rodovia RST 124 apresentou pequeno ganho na faixa de seus nós com menores valores; as ruas Buarque de Macedo e Osvaldo Aranha praticamente mantiveram-se estáveis, acompanhando as curvas do sistema original e; a rua Cylon Rosa apresentou alternância de seus valores maiores e menores em intermediação. Os gráficos abaixo comparam os valores em intermediação das referidas ruas e rodovias.

¹¹ Trata-se de um parcelamento espontâneo; recentemente o município de Montenegro elaborou o seu “Plano Local de Habitação de Interesse Social”. A vila Trilhos de Montenegro passa atualmente por um processo de regularização fundiária.

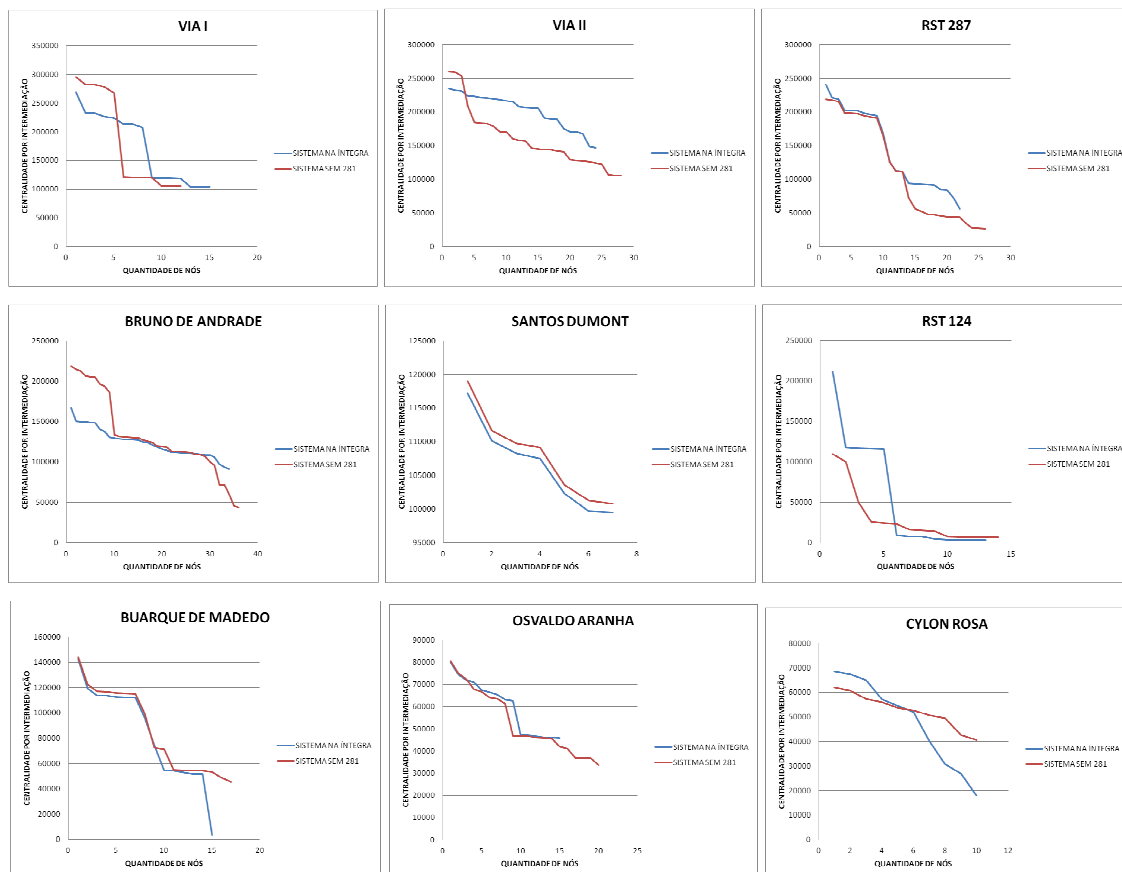


Figura 34: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – alterações dos valores em intermediação dos principais eixos do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em vermelho sistema suprimido do seu nó 281. (FONTE: software Excel).

Ainda: foi constatado o surgimento de novos eixos de centralidade por intermediação. Na fração oeste do município constatou-se ganho em intermediação nos nós das ruas Campos Neto e José Pedro Steigleder, constituindo, assim, dois novos eixos de centralidade (ver figura 36b). Finalmente, após a supressão do nó 281 foi possível verificar a formação de um novo eixo de centralidade por intermediação conectando o bairro Aeroclubes ao restante do sistema – ruas Hans Varelmann e Cylon Rosa. O bairro Germano Henke, à luz do encadeamento de nós com altos valores em intermediação, isolou-se (ver figura 36c).

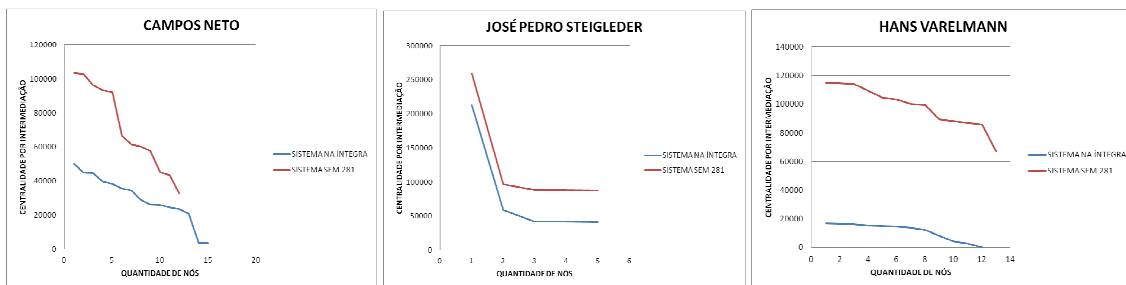


Figura 35: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos em intermediação do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em vermelho sistema suprimido do seu nó 281. (FONTE: software Excel).



Figura 36a: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 281; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo rua Buarque de Macedo (1). (FONTE: software Morphometrics).

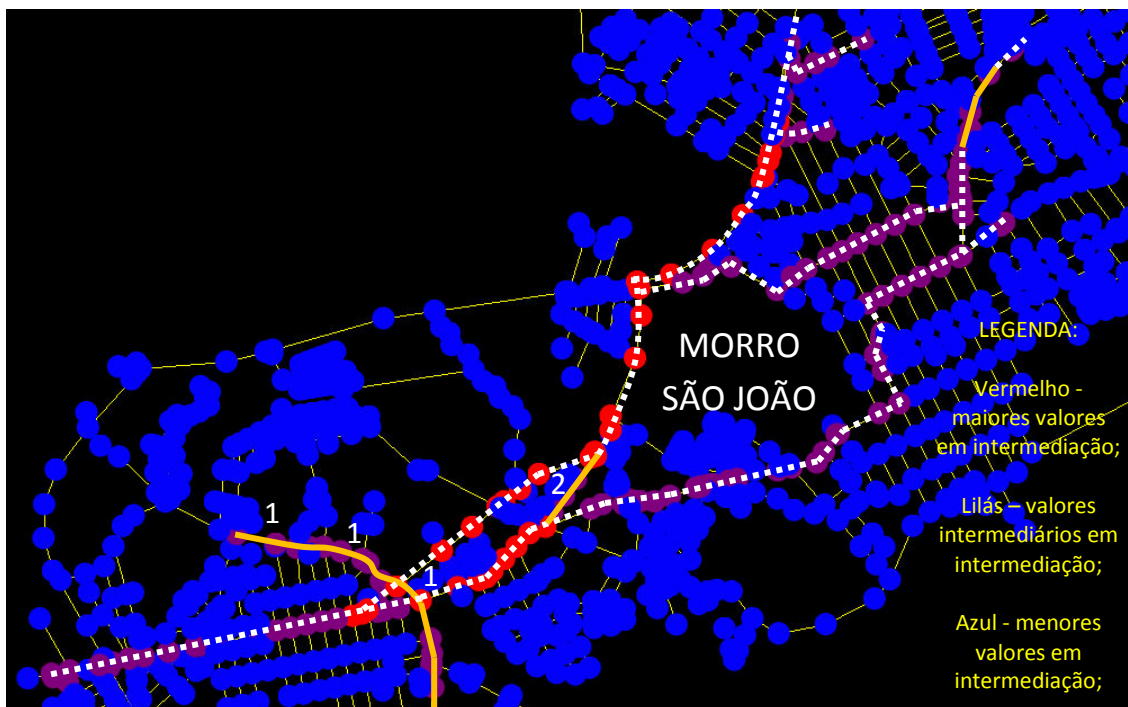


Figura 36b: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 281; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo rua Campos Neto (1) e; eixo rua José Pedro Steigleder (2). (FONTE: software Morphometrics).

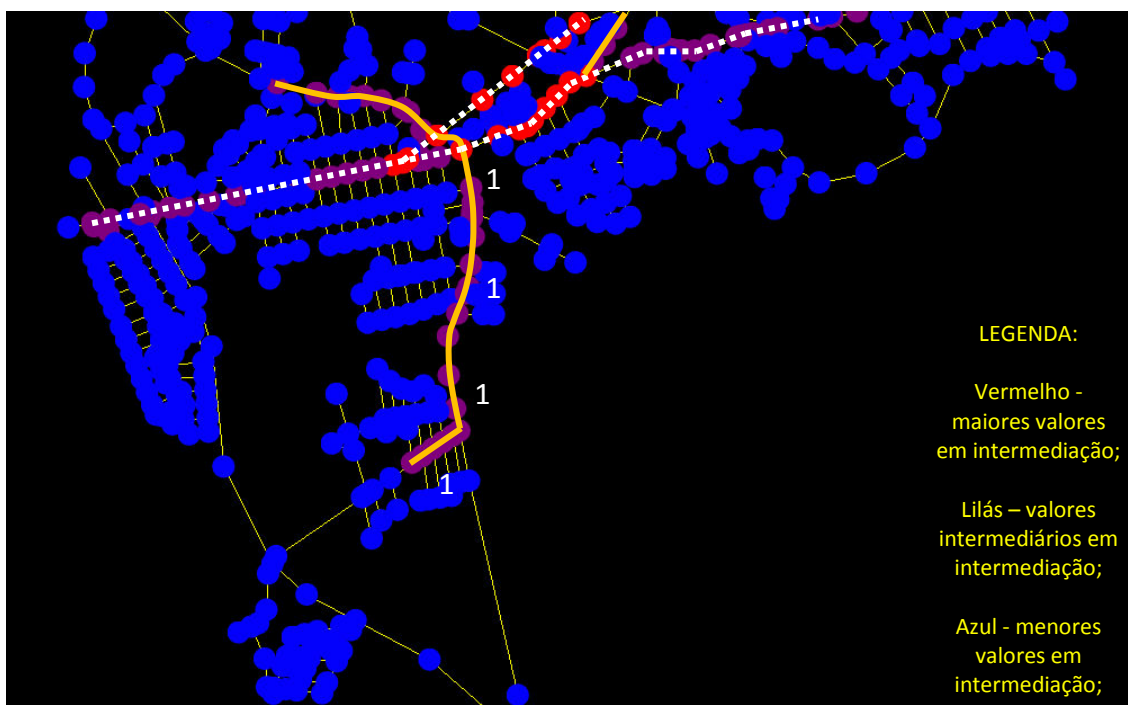


Figura 36c: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 281; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo rua Campos Neto (1) e; eixo rua José Pedro Steigleder (2). (FONTE: software Morphometrics).

percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo ruas Hans Varelmann e Cylon Rosa (1). (FONTE: software Morphometrics).

A quarta e última supressão de nós do sistema ocorreu através da combinação de dois nós localizados no centro financeiro, comercial e histórico de Montenegro. Estes dois nós não constam na lista dos 20 nós com maiores valores em informação. O critério de escolha dos nós 907 e 875 (os dois foram suprimidos ao mesmo tempo do sistema) se deu por conta da seguinte situação: a conflitante relação ao longo dos anos entre a cidade e seus corpos d'água provocou, recentemente, reações por parte de governos locais. O poder público municipal, financiado através de verbas do governo federal brasileiro, investiu em obras de macro-drenagem canalizando um de seus arroios. Entretanto, a galeria projetada parece não ser capaz de atender à demanda de escoamento das águas pluviais em dias de chuva torrencial. Como consequência, parte da rua Capitão Porfírio – rua central onde se localiza a sede da empresa de transporte público municipal - inunda-se. Aqui temos um caso típico de bloqueio viário por conta de uma considerável quantia de água que deveria ser captada pela referida galeria, mas que acaba por deslocar-se sobre o leito da rua. No que se refere às condições estruturais deste setor da morfologia de Montenegro é possível dizer que tais nós encontram-se em uma das áreas de maior distributividade da malha urbana municipal.

Após a supressão dos nós 907 e 875 foi possível verificar alterações nos valores de centralidade por intermediação nos nós constituintes dos principais eixos do sistema. As avenidas Via I e Via II novamente apresentaram quedas em intermediação; a rodovia RST 287 apresentou ganhos em seus nós de maiores valores; a rua Bruno de Andrade apresentou ganhos em centralidade por intermediação em toda a sua extensão; a rua Santos Dumont apresentou significativa perda em intermediação; a rodovia RST 124 e a rua Buarque de Macedo apresentaram perdas em seus nós de maiores valores; a rua Osvaldo Aranha apresentou ganho em apenas um nó e; a rua Cylon Rosa apresentou alternância de valores maiores e menores de seus nós. Os gráficos abaixo comparam os valores em intermediação das referidas ruas e rodovias.

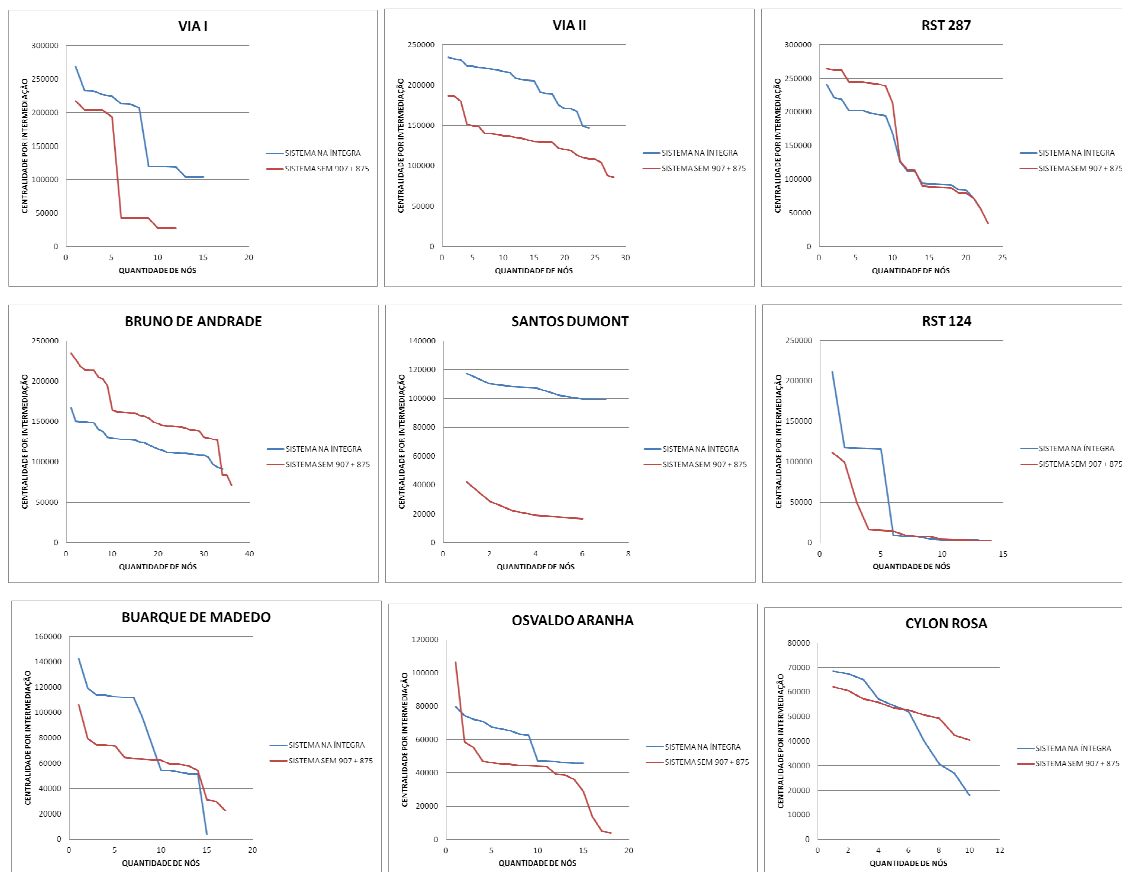


Figura 37: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – alterações dos valores em intermediação dos principais eixos do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em vermelho sistema suprimido dos seus nós 907 e 875. (FONTE: software Excel).

Após a supressão dos nós 907 + 875 novos eixos foram encontrados. Na fração leste da cidade as ruas Antônio Marques, Flores da Cunha e Dr. Chagas Carvalho apresentaram ganhos em intermediação. As ruas Olavo Bilac, Bento Gonçalves e João Pessoa também apresentaram ganhos, tornando-se a nova rota que reconstituiu o anel viário do morro São João (ver figura 39a). Na fração oeste do município foram verificados ganhos em intermediação nos nós da rua José Pedro Steigleder (ver figura 39b). Finalmente, após a supressão dos nós 907 e 875 foi possível verificar a formação de um novo eixo de centralidade por intermediação, conectando o bairro Aeroclube ao restante do sistema – ruas Hans Varelmann e Cylon Rosa (ver figura 39c).

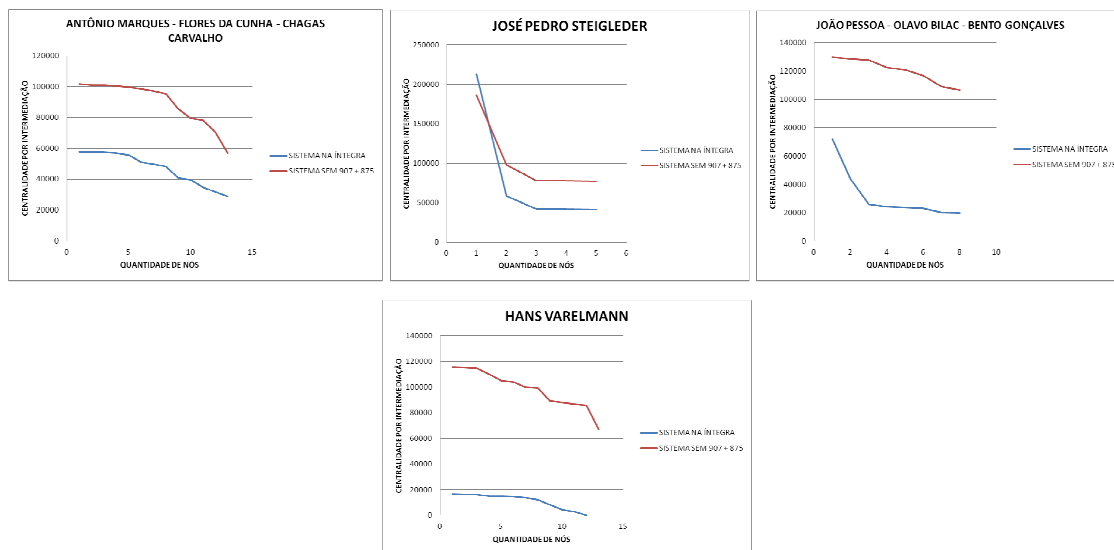


Figura 38: Aplicação da medida de centralidade por intermediação sobre o Município de Montenegro – novos eixos em intermediação do sistema. Em azul, sistema na íntegra; em vermelho sistema suprimido dos seus nós 907 e 875. (FONTE: software Excel).



Figura 39a: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão dos nós 907 e 875; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo ruas Antônio Marques, Flores da Cunha e Dr. Chagas Carvalho (1) e; eixo ruas Olavo Bilac, Bento Gonçalves e João Pessoa (2). (FONTE: software Morphometrics).



Figura 39b: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão dos nós 907 e 875; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo rua José Pedro Steigleder (1). (FONTE: software Morphometrics).

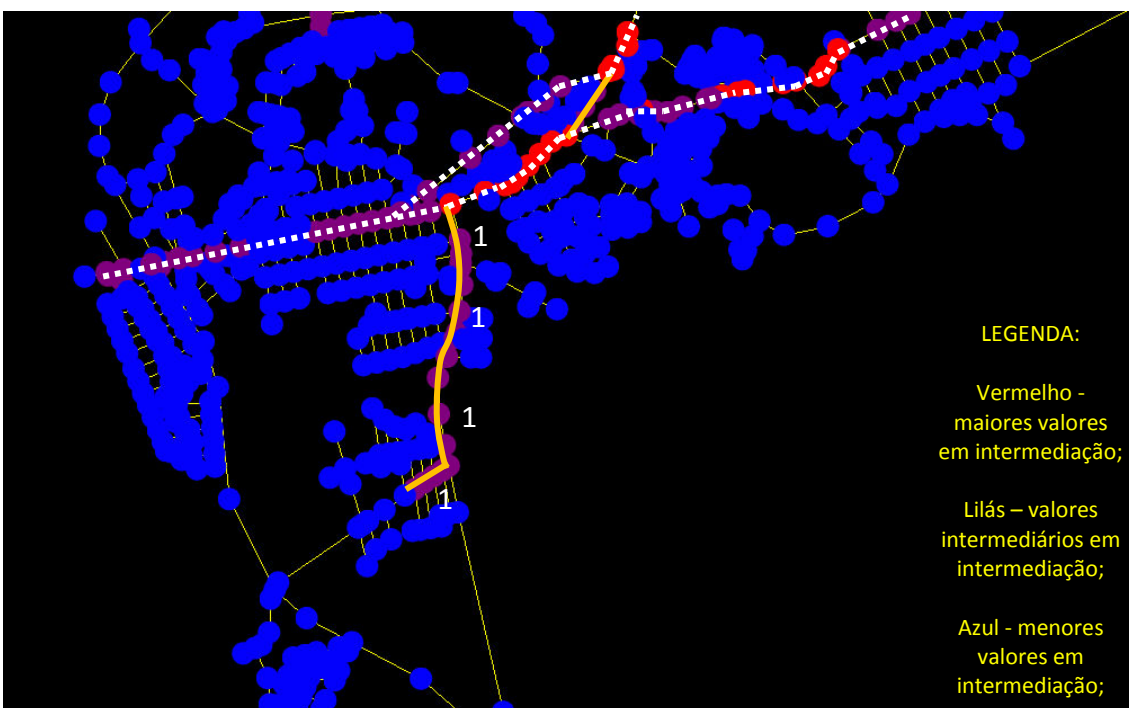


Figura 39c: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão dos nós 907 e 875; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para: eixo ruas Hans Varelmann e Cylon Rosa (1). (FONTE: software Morphometrics).

Após remover os nós 769, 586, 281 e 907 + 875 respectivamente, foi possível perceber a estreita relação entre as condições estruturais das redes (matéria desenvolvida nas sub-seções 4.2.1 e 4.2.2 desta pesquisa) e o papel desempenhado por determinados nós no sistema urbano de Montenegro. Ficou claro que os setores menos estruturados do município, contêm as maiores incidências de nós hierárquicos. Com exceção dos nós 907 e 875, todos os demais nós pesquisados estão localizados em uma fração da cidade de Montenegro que está por consolidar-se – a já mencionada cidade perspectivada pelo III Pólo-Petroquímico, a oeste do morro São João. Por outro lado, foi possível perceber que o impacto provocado pela supressão dos referidos nós tem implicância em todas as frações da cidade estudada. Algumas considerações gerais são oportunas:

(a) a retirada dos nós do sistema levou ao re-direcionamento de fluxos de movimentação na cidade. Foi constatado que as remoções ocorridas na fração oeste da cidade impactam a fração leste e vice-versa. Neste contexto, é possível pensar que alguns nós de sistemas urbanos são capazes de provocar significativas alterações nas rotas (ou percursos) de populações. Pode-se pensar, inclusive, que as constantes modificações ocorridas nos estoques edificadas¹² da cidade podem estar sendo motivadas por algum tipo de alternância de valores de centralidade. Por exemplo, no sistema integral (não suprimido de seus nós) a rua Hans Varelmann não figura entre as vias compostas por nós com altos valores em intermediação. Entretanto, todas as supressões de nós elevaram os valores da referida via, sugerindo desvio de fluxos para a mesma (sendo que as supressões dos nós 769 e 586 foram capazes de estender a

¹² Na linguagem urbana, entende-se por estoques edificadas as construções de uma cidade; a rua Buarque de Macedo vem substituindo seus estoques, passando de casas térreas para pavilhões de comércio e serviço.

importância da via até o bairro Germano Henke). Isso potencializa esta nova rota do sistema montenegrino, tornando possível conjecturar a respeito da manutenção de populações de baixa renda nas margens da via;

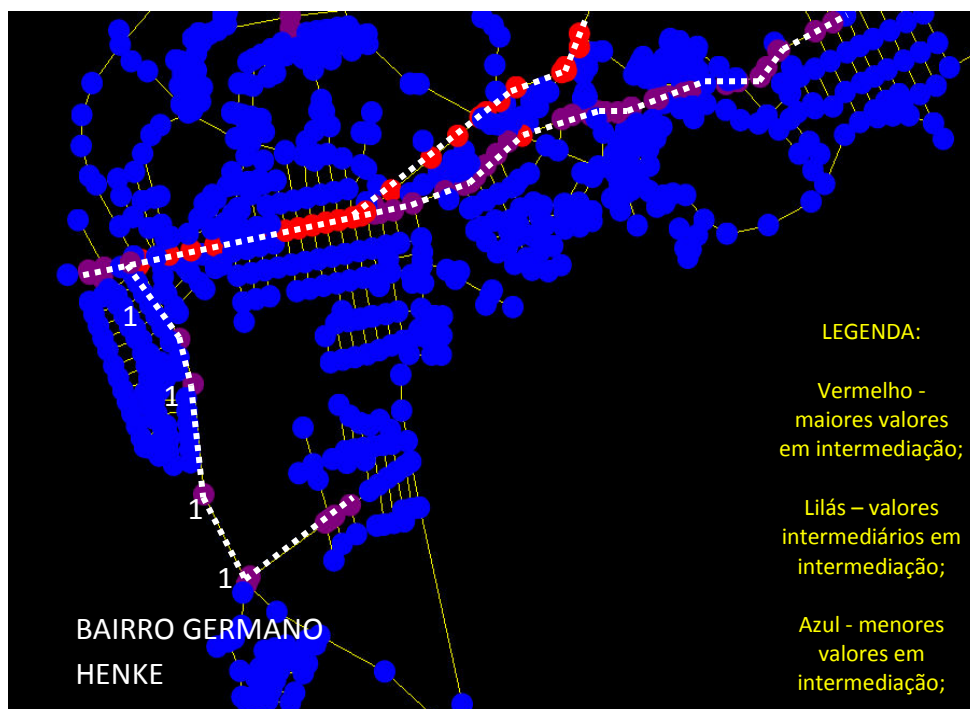


Figura 40a: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – anterior a supressão do nó 769; em pontilhado percursos formados por nós com os maiores valores em intermediação. Destaque para a RST 124 – antiga ligação com a periferia (FONTE: software Morphometrics).



Figura 40b: Município de Montenegro – mapa nodal geométrico / centralidade por intermediação – após a supressão do nó 769; em pontilhado percursos que se mantiveram com altos valores em intermediação; em laranja novos percursos formados por nós que aumentaram seus valores em intermediação. Destaque para novo eixo formado pela rua Hans Varelmann (1). (FONTE: software Morphometrics).

(b) no sistema integral, a fração oeste da cidade dispõe seus nós com os maiores valores em intermediação basicamente nas avenidas Via I, Via II e rua Bruno de Andrade. Por outro lado, após as supressões dos nós 769 e 586 significativas alterações foram constatadas nesta fração da cidade: as ruas Campos Neto, Pará, Goiás, Amazonas, Antônio Lisboa, Hans Varelmann e segmento da vila Tirlhos potencializam-se à luz dos novos valores em intermediação, formando eixos de centralidade. Isso também ocorre em alguns segmentos das rodovias RST 287 e RST 124;

(c) a supressão do nó 281 foi a única remoção capaz de retirar da rodovia RST 287 boa parte do seu potencial em intermediação - mais especificamente no trecho entre a rua Juvenal A. de Oliveira e o bairro Cinco de Maio;

(d) com exceção da supressão do nó 769, todas as demais remoções de nós foram capazes de formar um anel que compreende o segundo centro comercial e de serviços de Montenegro localizado no bairro Timbaúva. O referido anel é composto pelas ruas José Pedro Steigleder, Bruno de Andrade e avenida Via II.

Portanto, é possível pensar que a importância de determinados nós do sistema está intimamente relacionado às condições estruturais da morfologia urbana. A precariedade das conexões viárias das redes urbanas e seus níveis de descontinuidade e fragmentação, resultam em sistemas constituídos por sub-sistemas onde alguns nós (células espaciais) podem obter vantagem locais em relação a outros, dependendo dos critérios de análise adotados. Logo, o que pode ajudar a explicar o potencial de cada lugar na cidade é uma ordem que está oculta ao próprio lugar, constituída, sobretudo, pelo próprio “arranjo espacial urbano”. Assim sendo, cabe ao planejador, de posse dos recursos da computação, tentar decifrar tais lógicas inerentes ao espaço.

5. CONCLUSÃO

5.1 Conclusão Geral

Este capítulo objetiva desenvolver um balanço geral da pesquisa identificando suas limitações, seus potenciais e possíveis encaminhamentos para o prosseguimento de estudos focados em descontinuidades em redes urbanas e fragilidades em sistemas urbanos.

A presente pesquisa inicialmente procurou evidenciar o comportamento global de duas redes: a primeira, hipotética, entendida como elemento de controle e chamada de grelha perfeita; a segunda, real, fragmentada e descontínua, o Município de Montenegro. As análises acerca do comportamento global de tais redes, intituladas neste trabalho de *rupturas parciais - análise da integralidade da rede urbana*, foram capazes de demonstrar que descontinuidades em redes de ruas têm impactos negativos em acessibilidade urbana, comprovando, assim, a primeira hipótese da presente pesquisa. O gráfico apresentado na seção 4.2.1 (figura 16, pág. 51) demonstrou que a curva de acessibilidade do município de Montenegro em momento algum se aproxima da curva da grelha perfeita – apenas os valores máximos em acessibilidade dos sistemas foram capazes de equipararem-se. Ficou claro que a acessibilidade do sistema urbano de Montenegro é afetada por descontinuidades viárias presentes no território municipal. Assim, é possível pensar que as descontinuidades viárias provocadas, quer seja pela presença de elementos naturais (morros, rios, áreas de banhado), quer seja pelo descontrole dos processos de fracionamento do solo (tecidos desalinhados, falta de continuidade viária), podem ser interpretadas através de um conceito específico que poderia ser chamado de *microrupturas em redes de ruas*.

A pesquisa também foi capaz de demonstrar pontos de descontinuidade ou de rupturas internas entre tecidos urbanos e entre agrupamentos. Para tanto, foi necessário que as análises estivessem focadas nos elementos constituintes das redes (nós) e em

suas respectivas relações com outros nós – a esta modalidade de análise deu-se o nome de *rupturas parciais – análise da heterogeneidade urbana*. A medida de ciclos, utilizada para aferir os níveis de heterogeneidade dos sistemas estudados parece ser adequada, pois demonstrou-se capaz de evidenciar áreas com maior distributividade nos sistemas. Além disso, a medida apresentou uma importante virtude: a possibilidade de reconhecer áreas de influência de nós de vizinhança – os já referidos nós de borda que atuam sobre nós bem relacionados. A capacidade de aferir agrupamentos no interior de sistemas permitiu a reflexão acerca de lacunas relacionais entre agrupamentos e entre tecidos urbanos. A seção 4.2.2 (figura 26, pág. 64) apresentou o gráfico do contrastante comportamento entre os nós do sistema urbano de Montenegro e os nós da grelha perfeita. Foi possível verificar que a maioria dos nós da grelha garante alta distributividade para a mesma – ocorrendo o oposto no sistema montenegrino. Portanto, embora o município apresente algumas nucleações de nós bem relacionados, seu sistema é marcado pela baixa conectividade de seus elementos – e isso se deve à presença marcante de descontinuidades viárias presentes no território montenegrino. Isto pode sugerir alguns encaminhamentos para questões voltadas à micro-economia, uma vez que atividades comerciais e de serviço estão, retomando Netto (2010), submetidas ao que o autor chamou de “Hardware” da cidade. Vejo aqui algum potencial no que se refere a estudos vinculados à economia urbana, uma vez que é comum encontrar em cidades locais, onde o comércio é vivo e altamente diversificado, assim como é comum encontrar áreas mortas e sem vivacidade. Ainda, a pesquisa foi capaz de comprovar a sua segunda hipótese, uma vez que tornou possível pensar que a sobrecarga de fluxos presentes em algumas vias de sistemas urbanos está intimamente vinculada à presença de descontinuidades e fragmentações em redes de ruas. Conforme foi apresentado nas figuras 24 e 25 (pág. 62) deste trabalho, por conta do desalinhamento de tecidos urbanos lindeiros é possível encontrar transposições viárias que se impõem ao deslocamento de populações em cidades. Tais transposições são frutos da perda de pelo menos uma relação por nó encadeado, resultando aí uma *ruptura linear* ao longo da via. Portanto, é possível dizer que tais vias concentradoras de grandes fluxos são a própria materialização de faixas de rupturas na morfologia urbana de cidades.

Por outro lado, a pesquisa evidenciou sub-áreas dependentes de alguns nós, os quais desempenham importantes funções não só para tais sub-áreas, mas para o sistema como um todo – a esta modalidade de análise deu-se o nome de *rupturas totais – análise de bloqueios*. A possibilidade de medir os impactos provocados pela remoção de um único nó do sistema abre portas para o planejamento urbano, uma vez que possibilita a reflexão acerca de eventos pontuais no dia-a-dia de nossas cidades, tais como um bloqueio viário. A partir das possibilidades que novas ferramentas de análise, como centralidade por informação e centralidade por intermediação nos abrem, podemos vislumbrar pontos/áreas vulneráveis de sistemas urbanos e, em um segundo momento, protegê-los (ou combatê-los). Por exemplo, foi possível verificar em Montenegro um bairro dependente unicamente de um único acesso (nó 586) interligado a uma importante via estruturadora do sistema - a já referida avenida Via II. A fragilidade aqui não está apenas na possibilidade de total desligamento do bairro em relação ao restante do sistema urbano, mas sim no impacto que tal bloqueio viário pode provocar nas mais diversas ruas do sistema (conforme foi demonstrado nos gráficos das págs. 74 e 75). Este, a meu ver, seria um nó a ser combatido, no sentido de destituir tamanha dependência do sistema urbano de Montenegro para com apenas um nó. O combate a tal condição morfológica estaria voltado a tornar a rede urbana mais robusta, menos hierarquizada. Por outro lado, o sistema montenegrino conta com nós que, se bloqueados, gerariam consideráveis mudanças nos núcleos de centralidade por intermediação do sistema (nós 769 e 907 + 875 – gráficos págs. 69, 70, 71 e 83, 84). Estes, a meu ver, seriam nós a serem protegidos no sentido de manter o funcionamento da rede, não permitindo a interrupção do anel viário que circunda o morro São João e a interrupção da rua Capitão Porfírio. Ambas interrupções não desligariam setores da cidade com o restante do sistema, mas provocariam deslocamentos de seus núcleos de centralidade alterando significativamente seus fluxos de movimentação.

Finalmente, e em nível de conjectura, é possível apontar para uma importante questão que, nos últimos anos da política brasileira, tem sido amplamente abordada: as regularizações fundiárias. O Brasil tem sido alvo de políticas de cunho social onde o tema da habitação é tratado como um direito do cidadão. Por outro lado, conforme foi descrito no capítulo 3 deste trabalho, sistemas urbanos são constituídos por espaços públicos abertos e formas construídas. As formas construídas podem ser entendidas

como barreiras que se interpõem ao deslocamento. Os espaços públicos abertos são aqueles destinados ao deslocamento de populações em cidades. Assim, é possível pensar que se tais espaços não apresentam bons níveis de continuidade e de articulação, populações passam a ter problemas para realizar suas atividades e rotinas. Portanto, é possível questionar a consolidação integral de determinados assentamentos espontâneos urbanos, sem que haja uma criteriosa reflexão acerca das condições estruturais da morfologia urbana de nossas cidades, pois tais consolidações podem acarretar prejuízos significativos para a mobilidade das cidades. Neste contexto, conforme foi sugerido no capítulo introdutório (pág. 19) deste trabalho, *micro-cirurgias na malha urbana* seriam passíveis de serem realizadas, no intuito de melhorar as condições estruturais das redes espaciais urbanas, diminuindo assim distâncias internas, melhorando os níveis de acessibilidade e de distributividade dos sistemas. Ilhas edificadas poderiam sofrer algumas supressões a fim de restabelecer a fluidez e a continuidade das redes de ruas de nossas cidades. Desta forma, a condição relacional dos nós das redes urbanas melhoraria e diminuiríamos a quantidade de sub-sistemas hierárquicos em nossas cidades, como é o caso da fração oeste do município de Montenegro.

Tais benefícios, possivelmente, elevariam o desenvolvimento da micro-economia, das relações de vizinhança e de demais aspectos vinculados à escala microscópica das cidades. Micro-cirurgias na malha urbana também ajudariam a diminuir vazios urbanos e, conseqüentemente, o número de nós de borda, algo que levaria sistemas urbanos a sofrerem menos com os nós que “sugam” a força dos nós bem relacionados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUCITTI, Paolo. LATORA, Vito e PORTA, Sergio. **Centrality measures in spatial networks of urban streets**. PHYSICAL REVIEW 73, 2006.

CRUCITTI, Paolo. LATORA, Vito e PORTA, Sergio. **The Network Analysis of urban streets: a primal approach**. 2006.

DALTON, Nick Sheep. **Is neighbourhood measurable?** 6º International Space Syntax Symposium, Istanbul, 2007.

FARIA, Ana Paula Neto de. **Análise configuracional da ordem simbólica: forma urbana e estruturação cognitiva**. Porto Alegre: PPG/FAU/UFRGS, 2008.

FARIA, A. P. N., KRAFTA, R., POLIDORI, M. C., RODRIGUES, C. L., GRANERO, J. 2009. *Morphometrics*. Porto Alegre/Pelotas: Grupo de Pesquisa Sistemas Configuracionais/UFRGS e LabUrb/UFPel.

HARVEY, David. **A Justiça Social e a Cidade**. São Paulo: Editora Hucitec, 1980.

HILLIER, Bill; PENN, A.; HANSON; GRAJEWSKI, T.; XU, J. **Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement**. Environment and Planning B, v. 20, p. 29-66, 1993.

HILLIER, Bill. **Space is the Machine: A Configurational Theory of Architecture**. Cambridge: University Press, 1999.

KRAFTA, R. **Modelling intraurban configurational development**. Environment and Planning B: Planning and Design 21, pp. 67-82, 1994.

KRAFTA, R. **Análise especial urbana: aplicações na região metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

MEDEIROS, Lucas Figueiredo de. **Linhas de Continuidade no Sistema Axial**. Recife: PPG/UFPE/MDU, 2004.

MICHAEL, Batty. BARROS, Joana e JUNIOR, Sinesio Alves. **Cities: Continuity, Transformation, and Emergence**. Londres: Working Paper Series – Paper 72, 2004.

NETTO, Vinicius de Moraes. **A urbanização no coração da economia. O papel das cidades no crescimento econômico**. *Arquitextos*, São Paulo, 11.126, Vitruvius, nov 2010. (<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.126/3655>).

WASSERMAN, S.; FAUST, K. **Social Network Analysis: Methods and Applications**. Cambridge: University Press, 1994.

YANG, Tao e HILLIER, Bill. **The Fuzzy Boundary: the spatial definition of urban areas**. 6º International Space Syntax Symposium, Istanbul, 2007.

7. ANEXOS

7.1 Planilha da família de nós com 4 relações

ranking de ciclos - nós com 4 relações				
	id	relações	ciclos	localização
1	370	4	193	agrupamento são paulo
2	36	4	191	agrupamento centro
3	1055	4	187	agrupamento progresso
4	27	4	183	agrupamento centro
5	372	4	180	agrupamento são paulo
6	871	4	178	agrupamento centro
7	1050	4	178	agrupamento progresso
8	35	4	176	agrupamento centro
9	872	4	173	agrupamento centro
10	369	4	171	agrupamento são paulo
11	28	4	168	agrupamento centro
12	870	4	167	agrupamento centro
13	26	4	162	agrupamento centro
14	1049	4	161	agrupamento progresso
15	371	4	160	agrupamento são paulo
16	869	4	160	agrupamento centro
17	1054	4	158	agrupamento progresso
18	34	4	153	agrupamento centro
19	37	4	153	agrupamento centro
20	368	4	153	agrupamento são paulo
21	17	4	151	agrupamento centro
22	18	4	150	agrupamento centro
23	868	4	147	agrupamento centro
24	877	4	147	agrupamento centro
25	848	4	140	agrupamento centro
26	1056	4	140	agrupamento progresso
27	367	4	139	agrupamento são paulo
28	856	4	139	agrupamento centro
29	876	4	136	agrupamento centro
30	29	4	132	agrupamento centro
31	347	4	131	agrupamento são paulo
32	349	4	129	agrupamento são paulo
33	1051	4	129	agrupamento progresso
34	621	4	126	agrupamento são paulo
35	864	4	124	agrupamento centro
36	16	4	123	agrupamento centro
37	25	4	123	agrupamento centro

38	1045	4	123	agrupamento progresso
39	1062	4	123	agrupamento progresso
40	849	4	120	agrupamento centro
41	38	4	117	agrupamento centro
42	622	4	115	agrupamento são paulo
43	1044	4	114	agrupamento progresso
44	33	4	112	agrupamento centro
45	346	4	110	agrupamento são paulo
46	1061	4	110	agrupamento progresso
47	875	4	109	agrupamento centro
48	19	4	108	agrupamento centro
49	361	4	105	agrupamento são paulo
50	366	4	100	agrupamento são paulo
51	1047	4	98	agrupamento progresso
52	385	4	97	agrupamento são paulo
53	846	4	97	agrupamento centro
54	1168	4	97	agrupamento são joão
55	938	4	96	agrupamento rui barbosa
56	943	4	95	agrupamento rui barbosa
57	866	4	93	agrupamento centro
58	1167	4	90	agrupamento são joão
59	384	4	87	agrupamento são paulo
60	855	4	85	agrupamento centro
61	879	4	85	agrupamento centro
62	937	4	84	agrupamento rui barbosa
63	941	4	84	agrupamento rui barbosa
64	1169	4	84	agrupamento são joão
65	668	4	83	agrupamento são paulo
66	847	4	83	agrupamento centro
67	894	4	82	agrupamento ferroviário
68	1174	4	81	agrupamento são joão
69	14	4	80	agrupamento centro
70	1063	4	80	agrupamento progresso
71	24	4	75	agrupamento centro
72	30	4	75	agrupamento centro
73	620	4	75	agrupamento são paulo
74	878	4	75	agrupamento centro
75	1095	4	75	agrupamento ferroviário
76	836	4	74	agrupamento rui barbosa
77	1173	4	73	agrupamento são joão
78	39	4	72	agrupamento centro
79	623	4	72	agrupamento são paulo
80	932	4	72	agrupamento rui barbosa
81	1160	4	72	agrupamento são joão
82	345	4	70	agrupamento são paulo
83	834	4	70	agrupamento rui barbosa
84	850	4	70	agrupamento centro
85	899	4	70	agrupamento ferroviário
86	839	4	69	agrupamento rui barbosa
87	933	4	69	agrupamento rui barbosa

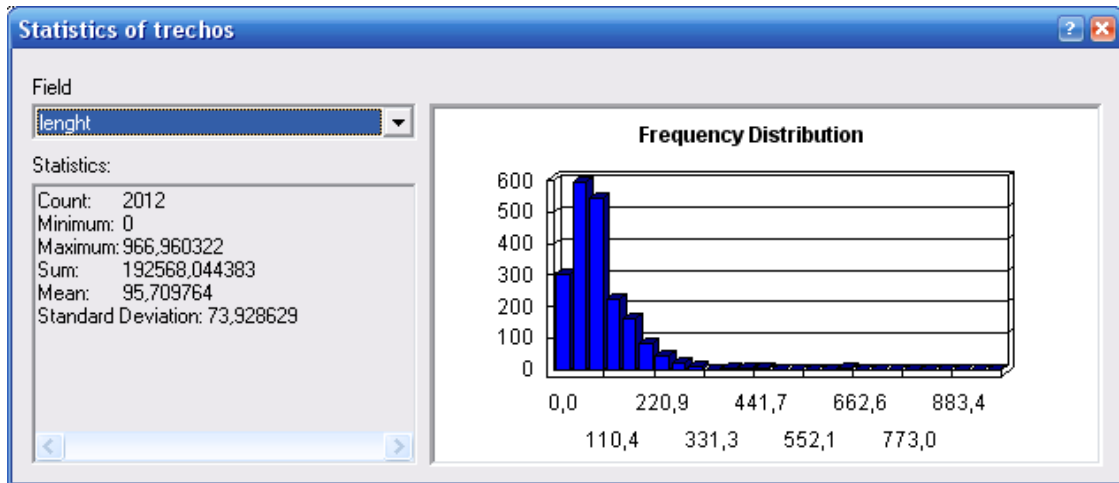
88	944	4	69	agrupamento rui barbosa
89	887	4	68	agrupamento ferroviário
90	945	4	68	agrupamento rui barbosa
91	1158	4	68	agrupamento são joão
92	939	4	67	agrupamento rui barbosa
93	365	4	65	agrupamento são paulo
94	383	4	65	agrupamento são paulo
95	893	4	65	agrupamento ferroviário
96	896	4	65	agrupamento ferroviário
97	1060	4	63	agrupamento progresso
98	1175	4	63	agrupamento são joão
99	1157	4	61	agrupamento são joão
100	881	4	60	agrupamento ferroviário
101	1159	4	60	agrupamento são joão
102	1093	4	59	agrupamento ferroviário
103	1252	4	58	agrupamento são joão
104	364	4	56	agrupamento são paulo
105	1180	4	56	agrupamento são joão
106	858	4	55	agrupamento centro
107	851	4	54	agrupamento centro
108	907	4	54	agrupamento centro
109	819	4	53	agrupamento centro
110	948	4	53	agrupamento rui barbosa
111	1092	4	53	agrupamento ferroviário
112	1319	4	53	agrupamento santo antônio
113	1333	4	52	agrupamento santo antônio
114	931	4	51	agrupamento rui barbosa
115	1309	4	51	agrupamento santo antônio
116	359	4	50	agrupamento são paulo
117	1206	4	50	agrupamento são joão
118	1321	4	50	agrupamento santo antônio
119	1096	4	48	agrupamento ferroviário
120	12	4	47	agrupamento centro
121	331	4	47	agrupamento são paulo
122	833	4	46	agrupamento rui barbosa
123	1190	4	46	agrupamento são joão
124	1247	4	46	agrupamento são joão
125	354	4	45	agrupamento são paulo
126	840	4	45	agrupamento rui barbosa
127	1264	4	45	rst 287 - acesso frangosul
128	32	4	44	agrupamento centro
129	490	4	44	BAIRRO GERMANO HENKE
130	1212	4	44	agrupamento são joão
131	927	4	43	agrupamento rui barbosa
132	1102	4	43	agrupamento ferroviário
133	1184	4	43	agrupamento são joão
134	1146	4	42	agrupamento são joão
135	1179	4	42	agrupamento são joão
136	1266	4	42	rst 287 - acesso frangosul
137	888	4	41	agrupamento ferroviário

138	1172	4	41	agrupamento são joão
139	1193	4	40	agrupamento são joão
140	616	4	39	agrupamento são paulo
141	666	4	39	agrupamento são paulo
142	926	4	39	agrupamento rui barbosa
143	378	4	38	agrupamento são paulo
144	611	4	38	agrupamento são paulo
145	1065	4	38	agrupamento progresso
146	333	4	37	agrupamento são paulo
147	882	4	37	agrupamento ferroviário
148	1329	4	37	agrupamento santo antônio
149	1369	4	37	agrupamento santo antônio
150	885	4	36	agrupamento ferroviário
151	1192	4	36	agrupamento são joão
152	1375	4	36	agrupamento santo antônio
153	617	4	34	agrupamento são paulo
154	962	4	34	agrupamento rui barbosa
155	1259	4	34	rst 287 - acesso frangosul
156	1300	4	34	agrupamento santo antônio
157	956	4	33	agrupamento rui barbosa
158	1014	4	33	agrupamento rui barbosa
159	1246	4	33	bairro centenário
160	1362	4	32	agrupamento santo antônio
161	1368	4	32	agrupamento santo antônio
162	351	4	31	agrupamento são paulo
163	356	4	31	agrupamento são paulo
164	1188	4	31	agrupamento são joão
165	377	4	30	agrupamento são paulo
166	443	4	30	BAIRRO AERoclUBE
167	1182	4	30	agrupamento são joão
168	1244	4	30	bairro centenário
169	344	4	29	agrupamento são paulo
170	442	4	29	BAIRRO AERoclUBE
171	999	4	29	rst 287 - acesso frangosul
172	1370	4	29	agrupamento santo antônio
173	813	4	28	agrupamento centro
174	827	4	28	agrupamento centro
175	1311	4	28	agrupamento santo antônio
176	1207	4	27	agrupamento são joão
177	826	4	26	agrupamento centro
178	1103	4	26	agrupamento ferroviário
179	1331	4	26	agrupamento santo antônio
180	1142	4	25	agrupamento são joão
181	1360	4	25	agrupamento santo antônio
182	426	4	23	BAIRRO AERoclUBE
183	428	4	23	BAIRRO AERoclUBE
184	235	4	22	bairro Timbaúva
185	920	4	22	colina schenkel
186	236	4	21	bairro Timbaúva
187	1177	4	21	agrupamento são joão

188	1298	4	21	agrupamento santo antônio
189	242	4	20	bairro Timbaúva
190	914	4	20	colina schenkel
191	1110	4	20	agrupamento ferroviário
192	1106	4	19	agrupamento ferroviário
193	1312	4	19	agrupamento santo antônio
194	44	4	18	bairro industrial
195	444	4	18	BAIRRO AEROCUBE
196	915	4	18	colina schenkel
197	1296	4	17	agrupamento santo antônio
198	252	4	16	bairro Timbaúva
199	56	4	15	bairro industrial
200	253	4	15	bairro Timbaúva
201	1013	4	15	agrupamento rui barbosa
202	1162	4	15	agrupamento são joão
203	1295	4	15	agrupamento santo antônio
204	430	4	14	BAIRRO AEROCUBE
205	233	4	13	bairro Timbaúva
206	807	4	13	agrupamento centro
207	1029	4	13	agrupamento rui barbosa
208	87	4	12	volta do morro
209	237	4	12	bairro Timbaúva
210	1037	4	12	agrupamento progresso
211	1017	4	11	agrupamento rui barbosa
212	85	4	10	volta do morro
213	290	4	10	vila esperança
214	294	4	10	vila esperança
215	478	4	10	BAIRRO GERMANO HENKE
216	635	4	10	vila trilhos
217	812	4	10	agrupamento centro
218	1019	4	10	agrupamento rui barbosa
219	1074	4	10	ponte seca
220	1325	4	10	agrupamento santo antônio
221	254	4	9	bairro Timbaúva
222	1273	4	9	bairro panorama
223	104	4	8	volta do morro
224	189	4	8	bairro Timbaúva
225	287	4	8	vila esperança
226	297	4	8	vila esperança
227	389	4	8	agrupamento são paulo
228	1021	4	8	agrupamento rui barbosa
229	257	4	7	bairro Timbaúva
230	432	4	7	BAIRRO AEROCUBE
231	653	4	7	agrupamento são paulo
232	1028	4	7	agrupamento rui barbosa
233	184	4	6	bairro Timbaúva
234	421	4	6	agrupamento são paulo
235	651	4	6	agrupamento são paulo
236	756	4	6	bairro cinco de maio
237	803	4	6	agrupamento centro

238	955	4	6	agrupamento rui barbosa
239	992	4	6	bairro panorama
240	72	4	5	volta do morro
241	190	4	5	bairro Timbaúva
242	310	4	5	vila esperança
243	311	4	5	vila esperança
244	316	4	5	vila esperança
245	317	4	5	vila esperança
246	647	4	5	agrupamento são paulo
247	736	4	5	rst 287 com rst 124
248	737	4	5	rst 287 com rst 124
249	101	4	4	volta do morro
250	186	4	4	bairro Timbaúva
251	283	4	4	vila esperança
252	109	4	3	volta do morro
253	220	4	3	bairro Timbaúva
254	224	4	3	bairro Timbaúva
255	322	4	3	vila esperança
256	506	4	3	rst 124 - acesso cantegril
257	513	4	3	BAIRRO BELA VISTA
258	644	4	3	agrupamento são paulo
259	727	4	3	rst 124 - acesso cantegril
260	773	4	3	bairro cinco de maio
261	977	4	3	bairro centenário
262	1005	4	3	bairro centenário
263	162	4	2	bairro Timbaúva
264	596	4	2	loteamento wallauer
265	673	4	1	agrupamento são paulo
266	678	4	1	campos neto próx. Trilhos
267	681	4	1	campos neto próx. Trilhos
268	692	4	1	campos neto próx. Trilhos
269	1338	4	1	agrupamento santo antônio
270	1343	4	1	agrupamento santo antônio
271	113	4	0	volta do morro
272	116	4	0	volta do morro
273	119	4	0	volta do morro
274	281	4	0	vila trilhos + vila esperança
275	338	4	0	beco sem saída
276	406	4	0	beco sem saída
277	409	4	0	beco sem saída
278	466	4	0	rst 124 - acesso germano h.
279	675	4	0	campos neto esq. Vila trilhos
280	706	4	0	campos neto esq. rst 124
281	711	4	0	vila trilhos
282	715	4	0	vila trilhos
283	974	4	0	bairro centenário
284	1285	4	0	bairro panorama
	média		53,16197	

7.2 Diagrama de comprimento de trechos de ruas – Montenegro



7.3 Torus

