



**CENTRALIDADE APLICADA
AO PLANO DIRETOR**

**AVALIAÇÃO DA PROPOSTA DE ESTRUTURA VIÁRIA PARA A ÁREA
URBANA DE MATINHOS, PR, UTILIZANDO O SOFTWARE
MEDIDAS URBANAS® E O MODELO DE CENTRALIDADE**

plano diretor participativo e de desenvolvimento integrado

MATINHOS PR BRASIL



2006

Universidade Federal de Pelotas - Laboratório de Geoprocessamento

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos / SEMA PR

Prefeitura Municipal de Matinhos

Avaliação da proposta de estrutura viária para a Área Urbana de Matinhos, PR, utilizando o software Medidas Urbanas® e o modelo de centralidade

Maurício Couto Polidori – mcp@ufpel.tche.br

Maria Carolina Leal Polidori - carolina.polidori@ibest.com.br

maio de 2006

Resumo

As propostas de estrutura intra-urbana para o plano diretor, particularmente representadas pelo sistema viário, podem ser avaliadas mediante o uso de modelos configuracionais que diferenciem os espaços abertos e ofereçam possibilidades de reconhecimento de tipologias, hierarquias e agrupamentos. Nesse caminho, o modelo de centralidade, tal como implementado no software Medidas Urbanas®, está utilizado para avaliar a proposta de estrutura viária principal e coletora para a Área Urbana do Município de Matinhos, PR, através do Plano Diretor Municipal, permitindo comparar a hierarquia das vias propostas e a medida de centralidade que acumulam, considerando as relações do conjunto do tecido urbano. Os resultados demonstram que a hierarquia das vias propostas coincide, de um modo geral, com a distribuição de centralidades, o que pode ser assumido como indicador positivo, indicando sua inclusão nas propostas definitivas do plano diretor.

Palavras chave

Centralidade; estrutura urbana; plano diretor; sistema viário; modelos urbanos.

1 Apresentação

Este trabalho apresenta uma avaliação da proposta de estrutura viária para a Área Urbana de Matinhos, PR, utilizando o software Medidas Urbanas[®] e o modelo de centralidade, com o objetivo de colaborar na elaboração do Plano Diretor Municipal. Estão a seguir títulos contendo uma síntese da idéia do modelo, do modo de medir a centralidade e dos resultados gráficos alcançados, encerrando com as principais interpretações, observações e conclusões. A medição da centralidade está implementada em ambiente de SIG, que segue como anexo, em mídia digital.

2 Medição da centralidade

Conforme a concepção de Krafta (1994), centralidade é uma medida morfológica de diferenciação espacial, gerada por tensões entre unidades de forma construída alocadas em parcelas espaciais discretas e conectadas pelo tecido urbano, sendo considerada mais central a parcela que participa com maior intensidade da rota de ligação mais eficaz entre cada um dos espaços com todos os outros, considerando caminhos preferenciais e atritos de percurso; deste modo, o espaço urbano pode ser representado e diferenciado de maneira sintética e operacional, através das formas construídas, de suas conectividades e da medida de centralidade. Nessa direção, a estrutura urbana pode ser representada por diferentes graus de centralidade, cujos valores estão correlacionados com vários indicadores de atividade do sistema urbano, como presença de pedestres, fluxo de veículos e concentração de atividades comerciais, podendo ser tomada como um indicador de qualificação locacional. Valores mínimos de centralidade pode também estar associados a trechos de exclusão sócio-espacial, numa sintaxe que informa sobre áreas segregadas de baixa e de alta renda.

A medida de centralidade é calculada com base na teoria de grafos (Sánchez, 1998), a qual provém da topologia, e se dedica a estudar relações entre pontos, linhas e superfícies, a partir de suas conexões. Um grafo pode ser considerado como um conjunto finito de elementos ou vértices, conectados por arestas ou arcos. Diversas medidas podem ser tomadas de um grafo (como conectividade, acessibilidade, sinuosidade ou centralidade), tendo-se tornado importante recurso para o estudo de redes, tanto antrópicas como naturais (ibidem). A possibilidade de representar a sociedade e o ambiente natural através de redes tem sido continuada, desde os trabalhos Euler, no Século XIX (Bogomolny, 2002), até os pioneiros enfoques de Freeman para a estrutura social (1979, 1991), Alexander sobre padrões espaciais e ordem (1964, 1988 e 1998), depois Capra e seus conceitos sobre os sistemas vivos (1986 e 2002). Propriedades diversas dos grafos têm sido utilizadas para auxiliar na resolução de problemas urbanos com representação possível através de redes, como é o caso de da montagem de árvores de caminhos mínimos (minimal spanning tree ou busca de caminhos, como está em Mariani, 2001), que são freqüentes em estudos de sintaxe

espacial (Hillier, 1998) e de morfologia urbana (Tekleberg, Timmermans e Borges, 1997). O enunciado matemático é o seguinte:

$$C_{li} = (P \cdot Q) \cdot (\text{mín } d_{l\ pq})^{-1} \quad \text{equação 1}$$

onde se lê:

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

sendo:

C_{li} : centralidade da entidade i na interação I
 P : carregamento da entidade p
 Q : carregamento da entidade q
 $\text{mín } d_{l\ pq}$: mínima distância entre as entidades p e q

$$C_{Ai} = \sum_{i=1}^{ij} C_{li} \quad \text{equação 2}$$

onde se lê:

centralidade absoluta da entidade i é igual ao somatório das centralidades da entidade i em todas as interações I, de i a j, sendo o primeiro i igual a 1

sendo:

C_{Ai} : centralidade absoluta da entidade i
 C_{li} : centralidade da entidade i na interação I

$$C_{Ri} = \log (C_{Ai} + 1) \cdot (\log C_{MVS})^{-1} \quad \text{equação 3}$$

onde se lê:

centralidade relativa da entidade i é igual ao logaritmo da centralidade absoluta da entidade i mais 1, multiplicado pelo inverso do logaritmo da centralidade máxima virtual do sistema

sendo:

C_{Ri} : centralidade relativa da entidade i
 C_{Ai} : centralidade absoluta da entidade i
 C_{MVS} : centralidade máxima virtual do sistema

$$C_{MVS} = \sum_{i=1}^{ij} C_{li} \quad \text{equação 4}$$

onde se lê:

centralidade máxima virtual do sistema é igual ao somatório das centralidades da entidade i em todas as interações I, de i a j, sendo o primeiro i igual a 1

sendo:

C_{MVS} : centralidade máxima virtual do sistema
 C_{li} : centralidade da entidade i na interação I

O modelo de centralidade está implementado no software Medidas Urbanas[®] (Polidori, Granero e Krafta, 2001), o qual opera como um sistema de informações geográficas - SIG simplificado, trabalhando simultaneamente com dois tipos de informações: a) dados espaciais, em ambiente vetorial; b) dados tabulares, contendo bancos de dados sobre o ambiente em estudo. Os dados espaciais representam o sistema de espaços interconectados da cidade, normalmente referido às vias urbanas; os dados tabulares especificam geométrica e topologicamente as informações espaciais, bem como conferem ao espaço atributos qualitativos e quantitativos. Uma vez disponíveis esses dados, o programa permite a aplicação dos modelos de acessibilidade, centralidade desempenho, sendo que neste trabalho está aplicado o modelo de centralidade, que diferencia o espaço a partir de conectividades, distâncias e interações, podendo considerar a distribuição desigual de estoques edificados.

3 Resultados

Os resultados foram alcançados mediante a aplicação do modelo de centralidade, com raio máximo e com raio igual a 3 (três), determinando medidas de centralidade global e local, respectivamente. O sistema viário foi representado por um sistemas de 948 eixos, traçados como linhas centrais de máxima extensão, secantes aos espaços abertos e convexos, tal como aparece na figura 1, abaixo, em tela própria do software Medidas Urbanas[®]. Nas figuras adiante aparecem os resultados da aplicação do modelo, bem como a proposta de estrutura viária.

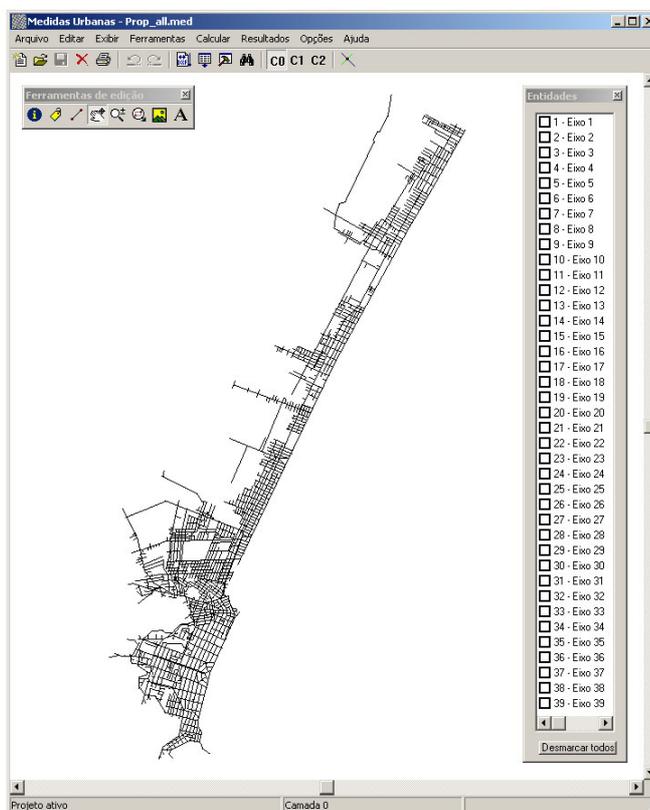


Figura 1: sistema de 948 eixos utilizado no software Medidas Urbanas[®].

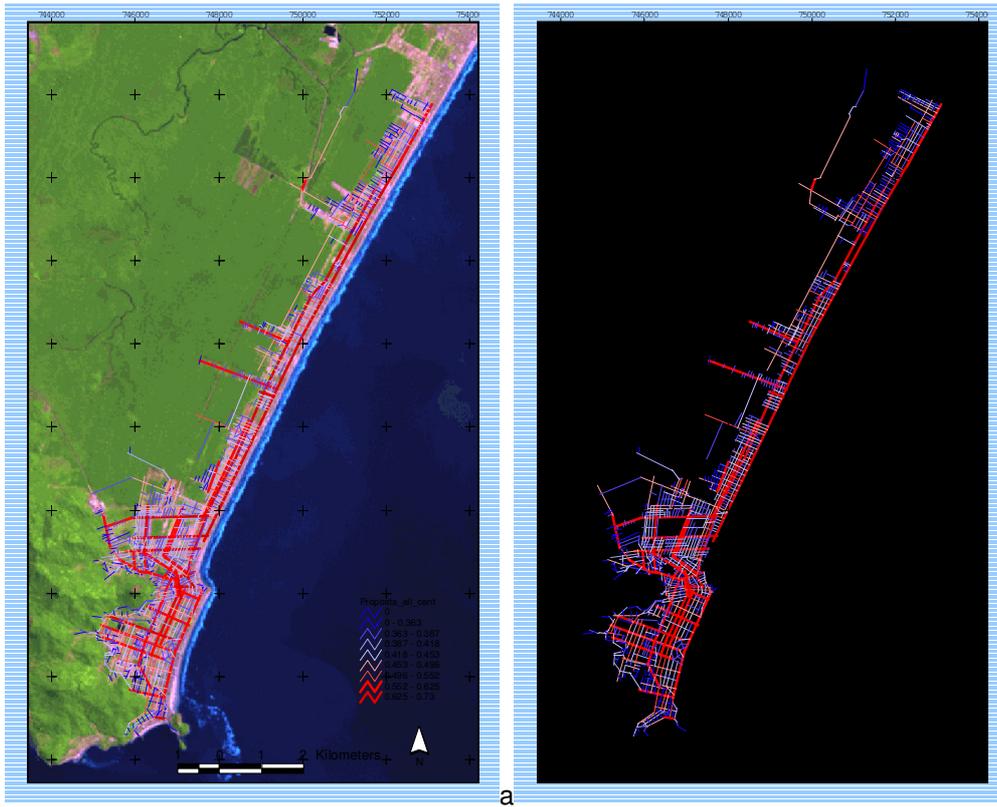


Figura 2: resultados de centralidade para Matinhos – PR, com raio máximo (centralidade global), em 9 classes, separadas por *natural breaks*; a) sobre imagem de satélite Landsat 7; b) sobre fundo preto.



Figura 3: resultados de centralidade para Matinhos – PR, com raio máximo (centralidade global), em 9 classes, separadas por *standard deviation*; a) sobre imagem de satélite Landsat 7; b) sobre fundo preto.

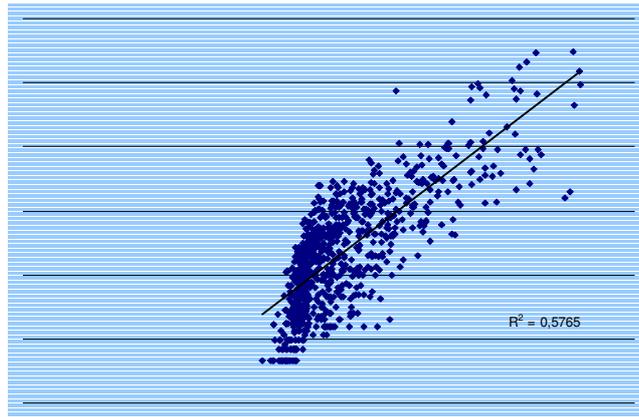


Gráfico 1: dispersão para centralidade global e local, com coeficiente de correlação igual a 0,5765.

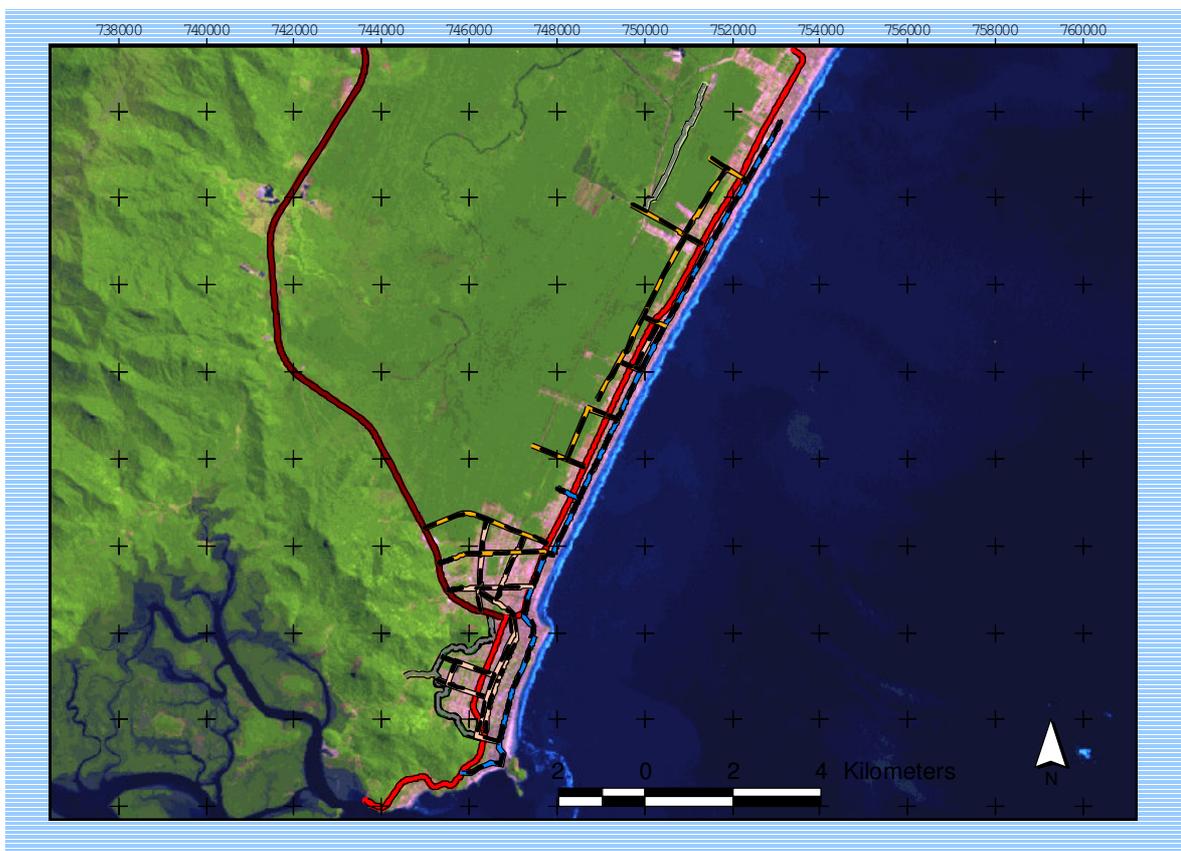


Figura 6: proposta de estrutura viária para a Área Urbana de Matinhos, PR, sobre imagem de satélite Landsat 7.

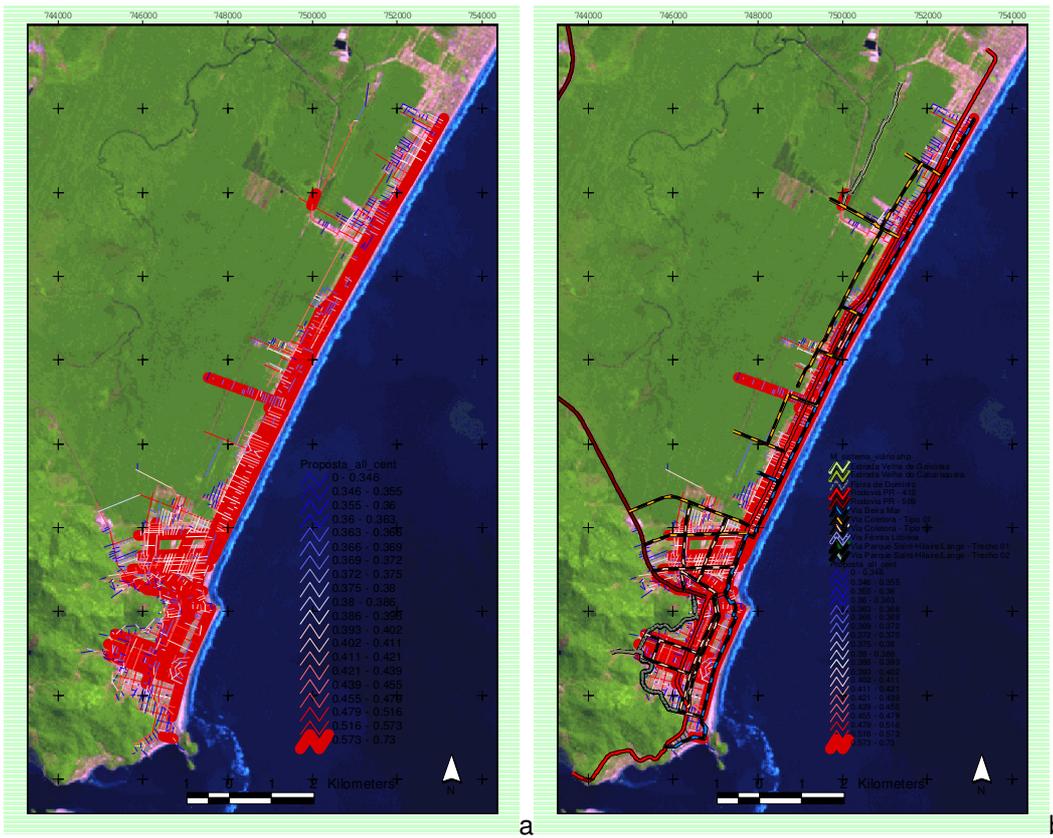


Figura 7: destaque para os 5% superiores nos resultados de centralidade para Matinhos – PR, com raio máximo, em 20 classes separadas por *quantile*; a) sem a tipologia viária proposta; b) com a tipologia viária proposta.

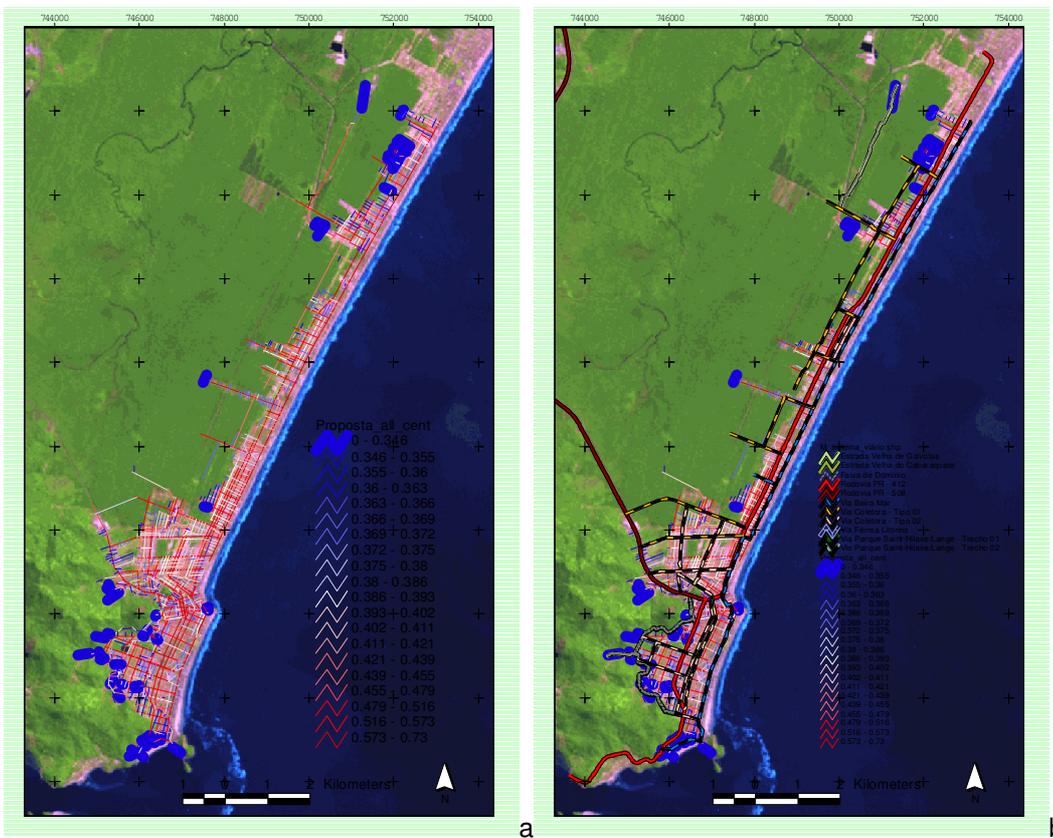


Figura 8: destaque para os 5% inferiores nos resultados de centralidade para Matinhos – PR, com raio máximo, em 20 classes separadas por *quantile*; a) sem a tipologia viária proposta; b) com a tipologia viária proposta.

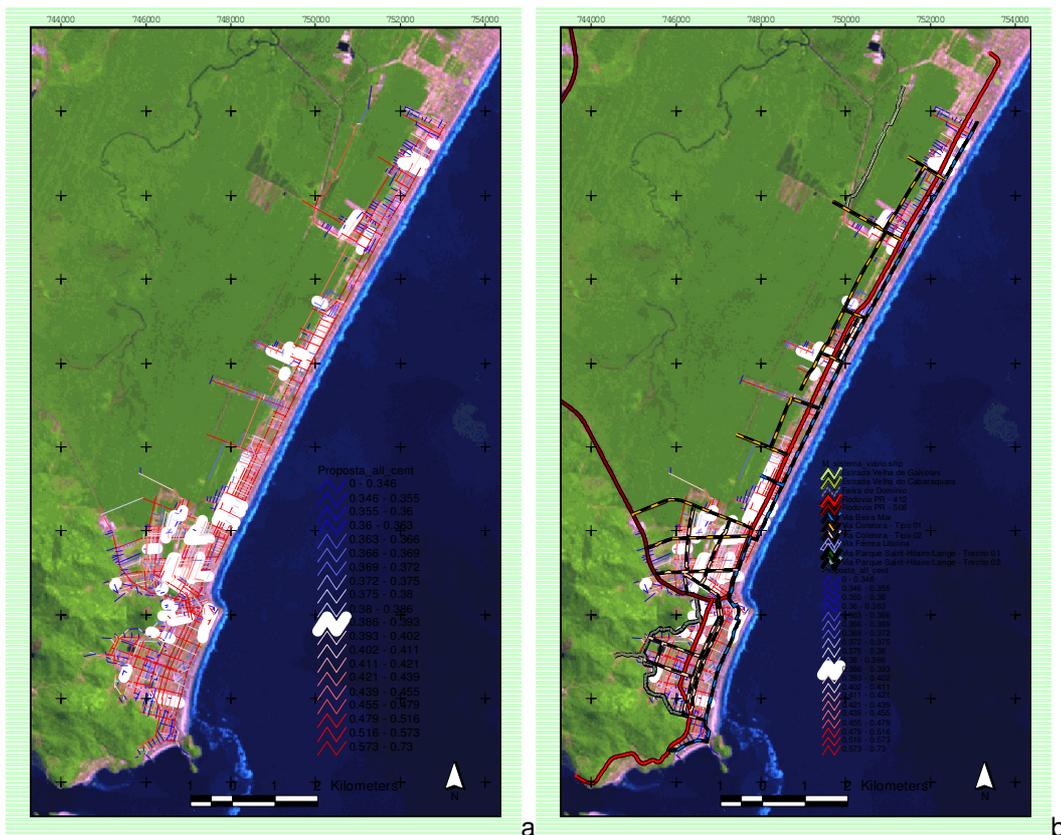


Figura 9: destaque para os 5% intermediários nos resultados de centralidade para Matinhos – PR, com raio máximo, em 20 classes separadas por *quantile*; a) sem a tipologia viária proposta; b) com a tipologia viária proposta.

4 Observações e interpretações

A aplicação do modelo de centralidade aos 948 eixos desenhados sobre o sistema viário da área urbana de Matinhos, permite construir as seguintes observações e interpretações principais:

- como aparece nas figuras 2 a 6, a estrutura viária proposta acompanha os eixos que concentram centralidades, tanto globais como locais; sendo assim, pode ser interpretado que a proposta de estrutura viária é consistente com a estrutura urbana, pois os maiores valores de centralidade tem sido associados a hierarquias viárias superiores em diversas cidades, com diferentes formas e evoluções;
- também nas figuras 2 a 6 pode ser observado que as vias coletoras de tipo1 que aparecem no lado oposto à orla, longitudinalmente, coincidem com eixos de centralidade média-baixa sendo portanto uma exceção à observação anterior; esse resultado é interessante frente à proposta da via, a qual apresenta uma descontinuidade longitudinal projetada, justamente para ter sua utilização diferenciada, o que é confirmado pela aplicação do modelo;
- o gráfico 1 demonstra que as distribuições de centralidades globais e locais apresentam correlação positiva e igual a 0,5765, o que sugere congruência entre os sistemas global e local; esse resultado indica que significativa parcela dos eixos que concentram centralidades globais

também concentram centralidades locais, o que pode colaborar com a formação de centros de bairro;

d) a figura 7 mostra que a localização dos eixos com centralidades máximas (5% ou 47 eixos) coincide com o sistema viário principal, confirmando a primeira observação;

e) a figura 8 mostra que e a localização dos eixos com centralidades mínimas (também 5% ou 47 eixos) estão concentrados nos extremos norte e sul da área urbana, com ocorrências mais raras no trecho intermediário e paralelo à orla; esse modo de distribuição de centralidades de baixo valor pode estar indicando uma proposta de tecido urbano que não induz a expansão urbana nesse trecho, reservando essa interface longitudinal como de fraca pressão de urbanização;

f) observando os eixos com centralidade máxima e mínima, é notável como os segundos tendem a formar cachos nas pontas dos primeiros, nos extremos norte e sul da área urbana; esse modo de distribuição pode ser interpretado como uma potencialidade para qualificação dos lugares junto aos eixos de centralidade mínima, bem como um indicativo de potencial para transformação;

g) a figura 9 destaca a localização dos eixos com centralidades intermediárias (intervalo central com 5% ou 47 eixos), os quais se avizinham das vias classificadas como coletoras na proposta, particularmente em seus cruzamentos o que pode ser assumido como um indicador de consistência da proposta.

5 Conclusões

A avaliação da proposta da estrutura viária de Matinhos, aplicado o modelo de centralidade, tal como residente no software Medidas Urbanas[®], indica uma conclusão e um dois padrões de destaque, como está a seguir:

a) conclusivamente, a proposta de sistema viário é coerente com a distribuição de centralidades, pois as vias de hierarquia superiores tendem a coincidir com os eixos de centralidade superior; como é sabido, maiores centralidades têm sido associadas a maior capacidade de infra-estrutura, concentração de atividades que imantam tráfego e adensamento de estoques construídos, o que pode ser esperado que ocorra em vias com hierarquia superior;

b) destacadamente aparece o padrão de vias principais e coletoras perpendiculares à orla concentrarem elevados valores de centralidade, com cachos de baixos valores no lado oposto à orla; esse resultado pode ser considerado como uma conquista da proposta, posto que ao mesmo tempo que estrutura e pontua o sistema viário, compartilha os benefícios econômicos e sociais com as demandas de mesma natureza, os quais podem estar vinculados, respectivamente, com as altas e com as baixas centralidades; noutras palavras, a proposta de estrutura do sistema viário aparece como contramedida à desigual distribuição de externalidades urbanas;

c) destacadamente também está o fato de a proposta manter simultaneamente a presença de vias coletoras e de centralidades médias-baixas longitudinalmente, no trecho oposto à orla; esse

resultado é coerente com as demandas por circulação e com as características das zonas, que são interface com a mata e que, por hipótese, constituem-se numa zona de amortecimento.

6 Referências bibliográficas

ALEXANDER, Christopher (1964). **Notes on the synthesis of form**. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press.

ALEXANDER, Christopher (1988). A City is Not a Tree. In: Thackara, John (Ed.). **Design After Modernism**. London: Thames and Hudson, pages. 67-84]

ALEXANDER, Christopher (1998). **The Nature of Order**. New York: Oxford University Press.

BOGOMOLNY, Alexander (2002). **Graphs**. [disponível em 12 de janeiro de 2003 em http://www.cut-the-knot.org/do_you_know/graphs.shtml]

CAPRA, Fritjof (1986). **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix. p. 33-55.

CAPRA, Fritjof (2002). **As conexões ocultas**. São Paulo: Ed. Pensamento – Cultrix Ltda. 296 p.

FREEMAN, L.C. (1979). **Centrality in social networks: conceptual clarification**. Social Networks n. 1, p. 215–239.

FREEMAN, L.C.; BORGATTI, S.P., WHITE, D.R. (1991). **Centrality in valued graphs: a measure of betweenness based on network flow**. Social Networks n.13, p. 141–154.

HILLIER, Bill (1998). **The common language of space: a way of looking at the social, economic and environmental functioning of cities on a common basis**. London: UCL/Bartlett School of Graduate Studies. 23 p. [disponível em 24 de junho de 2002 em <http://spacessyntax.com/publications/commonlang.html>]

KRAFTA, Romulo (1994). **Modelling Intraurban configurational development**. Environment and Planning B: Planning and Design, v. 21. London: Pion. p. 67-82.

MARIANI, Antonio Carlos (2001). **Teoria dos Grafos**. UFSC/CTC/INE. [disponível em 15 dezembro de 2002 em www.inf.ufsc.br/grafos/livro.html]

POLIDORI, Maurício Couto, GRANERO, Juliano e KRAFTA, Romulo (2001). **Software Medidas Urbanas®** [apoio FAPERGS]. Pelotas: Laboratório de Geoprocessamento da UFPel.

SÁNCHEZ, Darío C. (1998). Teoría de grafos aplicada a redes naturales y antrópicas. In: MATTEUCCI, Silvia Diana e BUZAI, Gustavo D. (Ed.). **Sistemas ambientales complejos: herramientas de análisis espacial**. Buenos Aires: Editorial Universitaria de Buenos Aires. p. 321-345.

TEKLEMBERG, Jan; TIMMERMANS, Harry; BORGES, Aloys (1997). Design tools in a integrated CAD-GIS environment: space syntax as an example. In: TIMMERMANS, Harry (Ed). **Decision support systems in urban planning**. London: E & FN Spon. p. 261-276.

* * *