

Centralidade aplicada ao plano diretor: o caso de Matinhos, PR, Brasil

Professor Doutor - Maurício Couto Polidori

Universidade Federal de Pelotas – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo
Rua Benjamin Constant 1359 – Bairro Porto – Pelotas, RS, Brasil – CEP 96010-020
e-mail mauricio.polidori@terra.com.br

e

Arquiteta e Urbanista - Maria Carolina Leal Polidori

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos / Prefeitura Municipal de Matinhos
Rua Desembargador Motta, 3384 – Bairro Mercês – Curitiba, PR, Brasil – CEP 80430-200
e-mail carolina.polidori@ibest.com.br

Resumo: uma das dificuldades que o planejamento urbano enfrenta é a compreensão da estrutura interna da cidade, a qual é frequentemente descrita apenas pelo uso e ocupação do solo e por um conjunto de mapas temáticos, sendo raras as leituras compreensivas que informem sobre o conjunto urbano, tanto considerando relações globais como locais. Uma das alternativas é a abordagem da configuração espacial urbana, na linha da morfologia, que pode oferecer uma interpretação consistente da estrutura urbana, indicando a formação de centros, de periferias, de áreas com potencial para o desenvolvimento intra-urbano e com demandas de desenho urbano específico. Estudos realizados com a área urbana do município de Matinhos, no litoral do estado do Paraná, no Brasil, têm confirmado essas possibilidades e sugerido relações entre a distribuição de centralidades, a formação de áreas de exclusão sócio-espacial, o tecido urbano e o ambiente natural do entorno, associando centralidades com linearidade da orla, ruptura do tecido urbano com dobra da orla, exclusão e bordas urbanas com tecido fragmentado, bem como extratos de centralidades médias-altas com potencial para transformação. Os resultados para o caso indicam quatro prioridades para a área urbana, saber: a) implementação de traçado alternativo para o sistema viário principal no ponto de descontinuidade dos dois tramos lineares que acumulam centralidades superiores; b) manejo do coeficiente de aproveitamento do solo nos espaços de centralidades superiores, incluindo a possibilidade de redistribuição dos benefícios e ônus da urbanização; c) implementação de traçado alternativo para a borda oposta à orla, fundado na consecução de conectividade, continuidade e acompanhamento da linearidade da orla, atuando como contramedida à tendência atual de exclusão sócio-espacial; d) estabelecimento de um regime urbano de transição aplicado à borda oposta à orla, o que pode ser alcançado por ordenamento do parcelamento do solo, por normas edilícias e por ações integradas de preservação e restauração ambiental do lado natural.

Palavras chave: centralidade; exclusão; estrutura urbana; configuração urbana.

Tópicos em que se integra: planejamento e gestão do uso do solo; planejamento auxiliado por computador.

1 Introdução

Este trabalho apresenta uma abordagem morfológica do espaço urbano, estudando relações entre a distribuição de centralidades, a formação de áreas de exclusão sócio-espacial, o tecido urbano e o ambiente natural do entorno, para o caso da área urbana do município de Matinhos, no estado do Paraná, Brasil. Constam a seguir noções do conceito de centralidade e exclusão sócio-espacial, uma descrição da área de estudo, visualizações, interpretações e comparações das medidas de centralidade global e local, concluindo com indicações para o planejamento urbano da cidade. O estudo pretende ser utilizado na elaboração do Plano Diretor Municipal, sendo resultado de colaboração entre a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas – FAUrb UFPel, da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná e da Prefeitura Municipal de Matinhos.

2 Centralidade e exclusão sócio-espacial

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:

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

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

mín d_{i,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

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

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_{Ii} : 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 Centralidade global e exclusão

A medição da centralidade global foi realizada com o uso do software Medidas Urbanas® (Polidori, Granero e Krafta, 2001), imputando o raio máximo possível a todas as interações espaciais. Os resultados são referentes à estrutura espacial global, o que implica em output construído pela relação de cada entidade com todas as demais e na construção de medidas referidas à totalidade do sistema. Estão a seguir visualizações dos resultados alcançados, com dois padrões de classificação: a) pelo método de natural breaks (mudanças naturais), que oferece uma visão homogênea do sistema, sendo as mudanças de classes imputadas pelos maiores diferenças entre valores antecessores e sucessores; b) pelo método de standard deviation (desvio padrão), que permite destacar os valores extremos, pelo qual as classes são identificadas pelo grau de afastamento do valor médio. Esse segundo padrão está aplicado a estudo de máximos e mínimos, dedicado a mostrar com contraste as centralidades superiores e inferiores, tomadas como indicadores da formação de centros urbanos e de zonas de exclusão sócio-espacial.

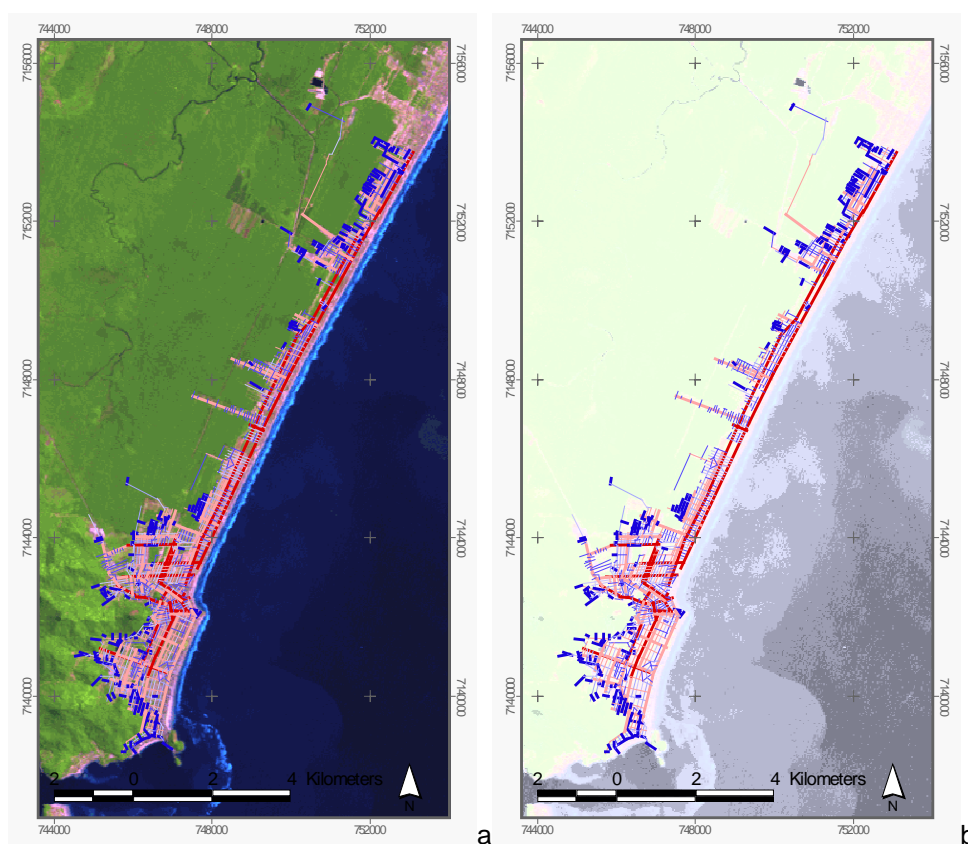


Figura 3.1: centralidade global, com 7 classes e distribuição homogênea (método de natural breaks); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

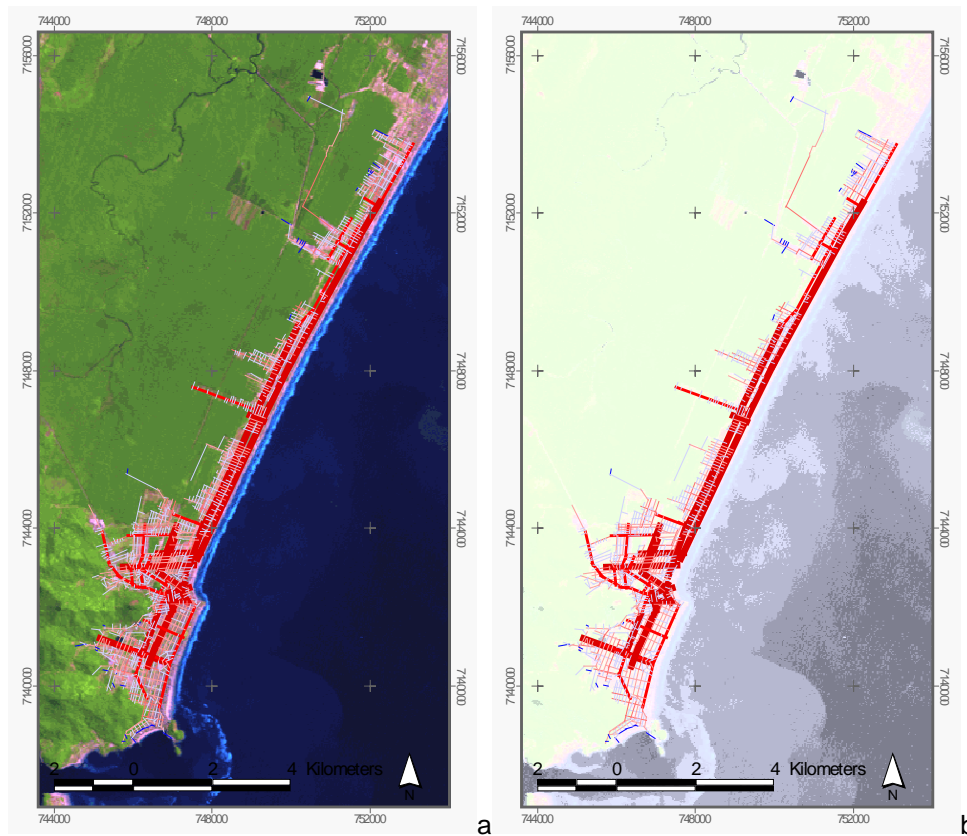


Figura 3.2: centralidade global, com 7 classes e destaque dos valores máximos (método de standard deviation); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

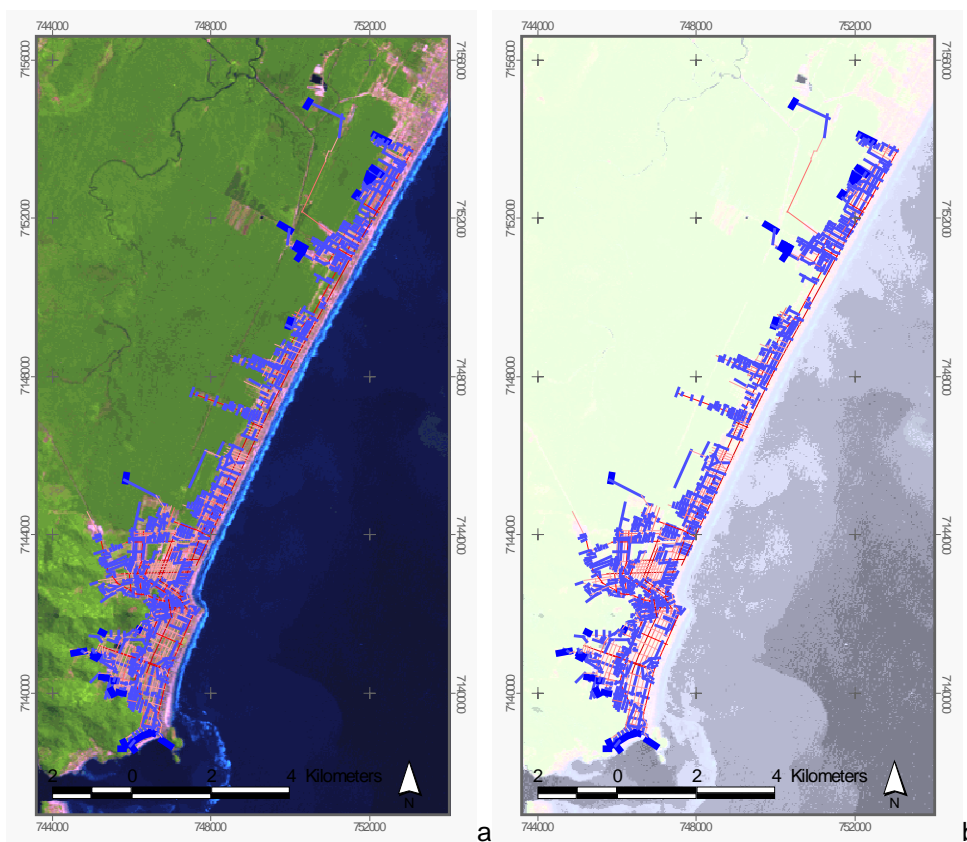


Figura 3.3: centralidade global, com 7 classes e destaque dos valores mínimos (método de standard deviation); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

As figuras 3.1, 3.2 e 3.3, anteriormente, permitem observar o seguinte:

- a) a figura 3.1 revela um padrão de distribuição de centralidades e de formação de periferias, com um conjunto de centralidades superiores e inferiores; enquanto que o primeiro padrão mostra concentração linear e alinhada com a orla, o segundo padrão mostra feição pontual e fragmentada na borda da área urbanizada, oposta à orla; na parte sul da figura (chamada Praia Mansa, em Caiobá) aparecem nichos de alta renda, voltados à baía de Guaratuba, relativamente isolados espacialmente do centro tradicional; as periferias a oeste são de baixa renda, abrigando cerca de 80 % dos moradores da cidade;
- b) a figura 3.1 mostra que a tendência das linhas, representando as centralidades superiores, é a continuidade parcial, por trechos ou tramos; esses tramos estão separados por uma descontinuidade no tecido urbano que acompanha uma dobra na orla, formatada por erosão natural; sendo assim, aparece uma convergência entre a forma do ambiente natural e a forma da cidade, com implicação direta na estrutura urbana; ademais, essa configuração linear pode implicar em potencial para o crescimento interno, por substituição ou acréscimo dos estoques construídos;
- c) a figura 3.1 também mostra que a tendência dos pontos, representando as centralidades inferiores, é a formação de agrupamentos ou clusters; esses clusters realizam a transição entre a área urbanizada e a natural, no caso representada pela mata, caracterizando uma borda urbana fragmentada e com potencial para expansão horizontal, a qual pode ser reconhecida como área de exclusão sócio-espacial no estado atual do sistema;
- d) a figura 3.2 destaca os tramos lineares que apresentam as centralidades superiores, confirmando os resultados anteriores; pode ser anotada a oportunidade de fazer nova simulação com carregamentos vinculados aos acessos principais à área urbana e às conexões interurbanas, o que permitiria observar melhor esses espaços;
- e) a figura 3.3 confirma os resultados de acumulação de centralidades mínimas na borda oposta à orla, porém acrescenta que existem nichos internos de baixa centralidade, que ocorrem em trechos do tecido urbano sem continuidade longitudinal ou transversal; esse nichos são lugares diferenciados no sistema urbano, posto que em função da vizinhança podem assumir funções também diferentes, sendo as principais as seguintes: 1) nichos de tranquilidade contíguos aos trechos de

centralidade superior; 2) zonas de potencial de crescimento interno, mediante apoio nas zonas contíguas e oportunidades de mercado; 3) trechos de exclusão sócio-espacial, se associados a baixa qualidade ambiental, como zonas sem drenagem, com poluição ou de acessibilidade truncada.

Em resumo, pode ser concluído que:

- f) a estrutura urbana demonstra tendência de concentração linear, acompanhando a forma da orla, cujo manejo pode estar dedicado à organização viária, à distribuição de facilidades urbanas e ao combate à exclusão sócio-espacial;
- g) essa linearidade apresenta importante descontinuidade no ponto de dobra da orla, o que pode ser manejado através do desenho viário, incluindo a continuidade das vias, sua geometria e projeto paisagístico;
- h) está identificada tendência de fragmentação em pontos e clusters, na borda oposta à orla, onde se concentram as centralidades inferiores, cujo manejo implica em projetos dedicados às periferias e em conservação ambiental;
- i) a presença de trechos internos de baixa centralidade oferece possibilidades diversificadas para o futuro da cidade, podendo representar nichos de tranquilidade, zonas de potencial de crescimento ou de exclusão sócio-espacial.

4 Centralidade local e exclusão

A medição da centralidade local está realizada considerando um alcance igual a três entidades espaciais para cada interação, limitando os resultados às características da vizinhança de cada eixo. Sendo assim, embora se mantenham as condições gerais do sistema, cada entidade espacial pode ser analisada pela importância local, melhorando a compreensão da estrutura intra-urbana. Estão a seguir visualizações dos resultados alcançados, com os mesmos métodos de classificação utilizados para mostrar a centralidade global (métodos de natural breaks e de standard deviation).

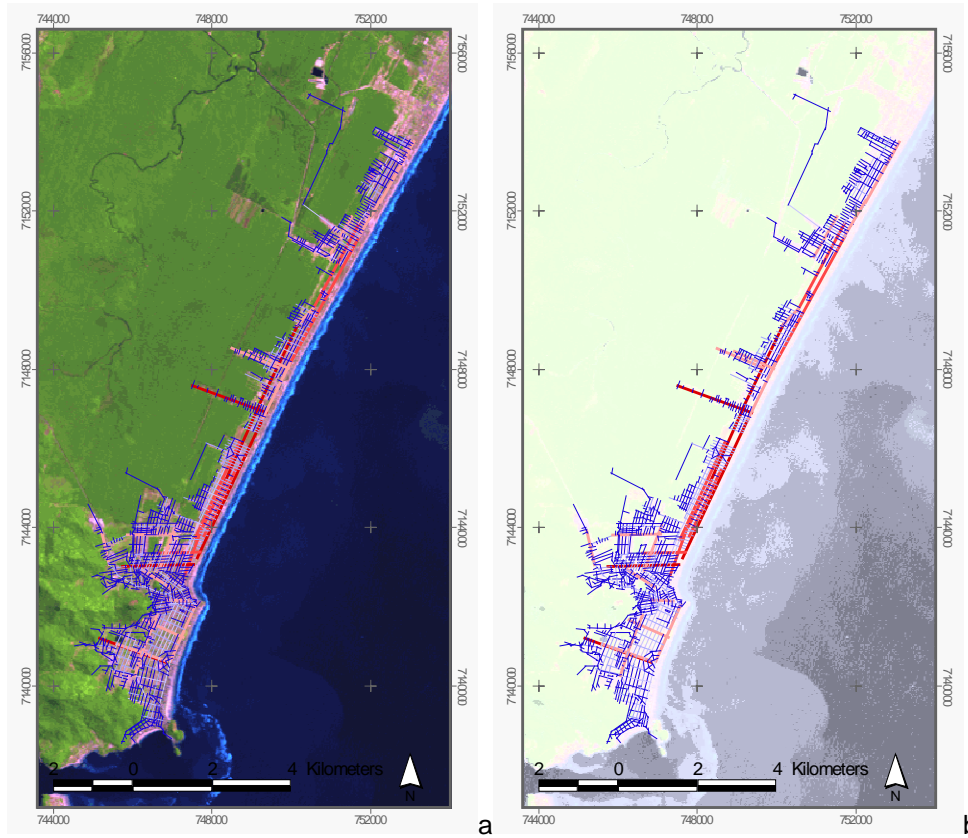


Figura 4.1: centralidade local, com raio igual a 3, com 7 classes e distribuição homogênea (método de natural breaks); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

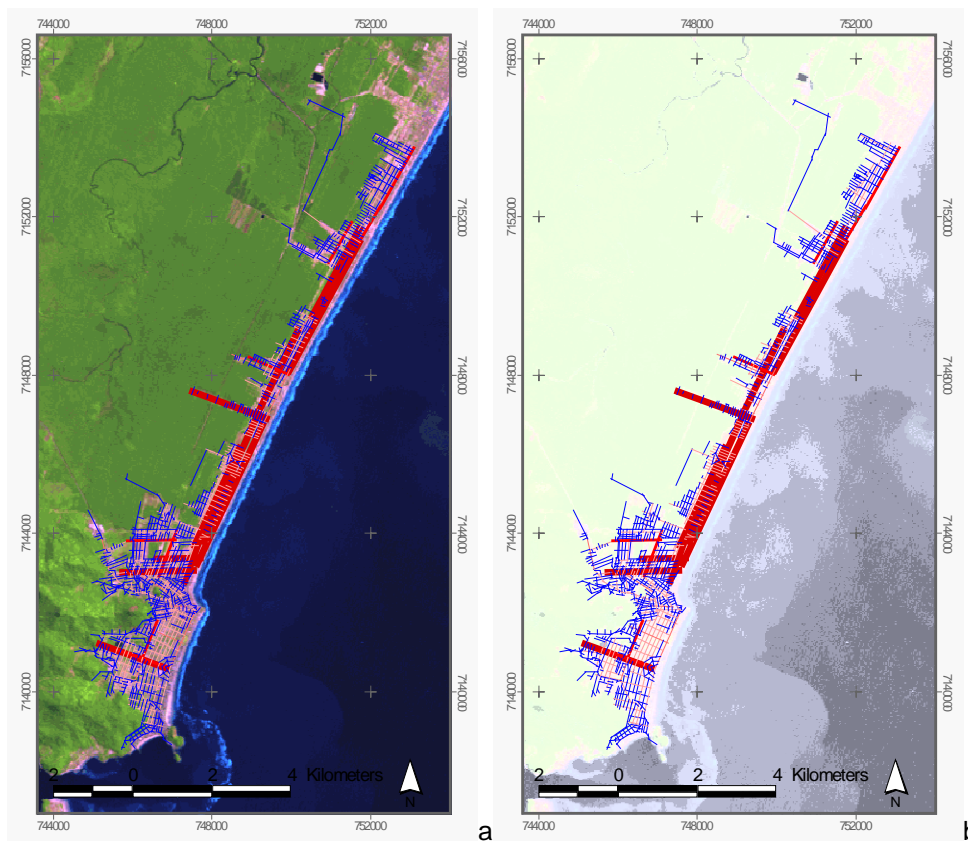


Figura 4.2: centralidade local, com raio igual a 3, com 7 classes e destaque dos valores máximos (método de standard deviation); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

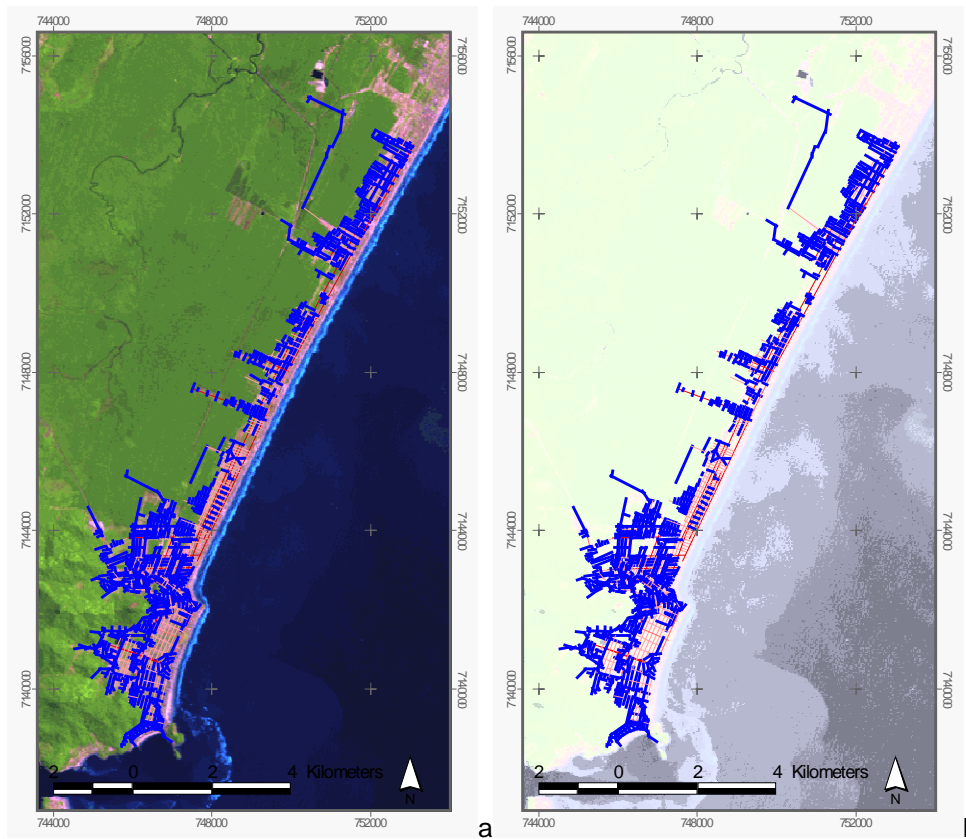


Figura 4.3: centralidade local, com raio igual a 3, com 7 classes e destaque dos valores mínimos (método de standard deviation); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

As figuras 4.1, 4.2 e 4.3, anteriormente, comportam as seguintes observações principais:

- a) a figura 4.1 revela um padrão de distribuição de centralidades locais e de formação de periferias com separação nítida entre as quantidades e qualidades (tipos) de eixos que acumulam valores superiores e inferiores; essa figura mostra que os valores de centralidades locais superiores estão concentrados no tramo linear norte, junto à orla, com poucas exceções; mostra também que os valores inferiores se distribuem por quase todo o tecido urbano, de modo difuso e dominante;
- b) esse resultado pode estar indicando duas características da estrutura urbana: 1) os centros locais são escassos e de fraca importância, o que pode implicar em hierarquias pouco articulares, o que na esteira pode indicar a fraca ocorrência de zonas ou bairros com identidade local ou particularidades diferenciadoras; 2) os valores de centralidades locais inferiores são dominantes, os quais podem ser tomados como indicadores de áreas de exclusão, sendo notável sua frequência predominante na classificação com distribuição homogênea (note-se que o método de classificação adotado foi o “natural breaks”, que não impõe o mesmo número de entidades para cada classe);

c) a figura 4.2 mostra em realce os valores de centralidades locais superiores, revelando a importância de determinados trechos do tecido urbano para a dinâmica local; é notável como no trecho a sul da dobra da orla destacam-se vias perpendiculares à orla e no trecho a norte da dobra destacam-se vias paralelas, o que sugere estruturas tipológicas diferentes entre si, para as quais podem ser concebidos desenhos urbanos também diferentes; é visível ainda a formação de uma área com predomínio de centralidades altas-médias logo a sul da dobra da orla, demarcando uma área diferenciada no conjunto;

d) a figura 4.3 destaca os valores de centralidades inferiores, reforçando a leitura de localização difusa desses resultados, o que sugere um tecido urbano truncado localmente, característica que pode ser usada como benefício se associada a desenho urbano dedicado, porém que aparece com constrangimento se mantidas as condições de indiferenciação atuais; como foi observado anteriormente, nesse padrão espacial, aparecem em destaque trechos onde os valores menores não ocorrem (em linhas vermelhas e finas, na figura 4.3), o que sugere a ocorrência de ilhas de centralidades médias, as quais podem estar associadas a zonas privilegiadas na estrutura urbana.

Em resumo, pode ser concluído que:

e) o modo de distribuição das centralidades locais superiores e inferiores, sendo a primeira linear e concentrada e a segunda difusa e esparramada, pode estar indicando fraca identidade de zonas ou bairros, bem como extensos tecidos urbanos fragmentados e sem hierarquia; esse resultado sugere intervenções urbanas fortalecedoras das identidades locais e caracterização do desenho desses espaços, agregando consistência ao desenho urbano.

5 Comparação da centralidade global e local

Centralidade global e local são grandezas de mesma natureza, calculadas pelo mesmo algoritmo, com a diferença de a segunda impor limitações ao raio de abrangência das interações entre as entidades espaciais, representadas nesse estudo por eixos sobre o sistema viário. A comparação entre seus resultados informa sobre a congruência global-local e auxilia na compreensão da dinâmica espacial, sendo esperado que: a) ocorrendo elevada congruência, o sistema pode ser consi-

derado fortemente inerte, pois os arranjos globais e locais se reforçam e tendem a determinar os estados futuros; b) ocorrendo fraca congruência, o sistema é mais suscetível a mudanças, o que é particularmente importante para os projetos urbanos, cujas propostas normalmente operam como fatores exógenos ou contramedidas. A figura 5.1, a seguir, apresenta gráficos auxiliares na comparação.

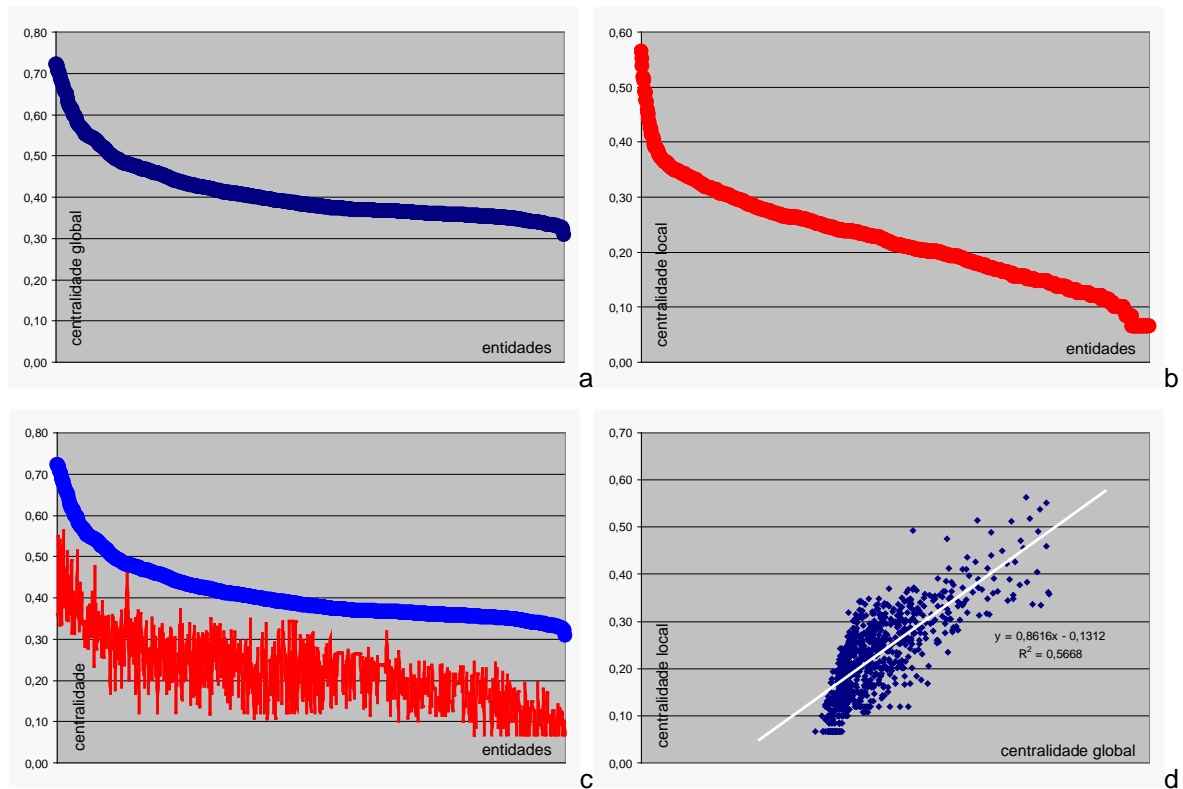


Figura 5.1: a) centralidade global; b) centralidade local; c) centralidades global e local; d) diagrama de dispersão, mostrando regressão linear e correlação entre as variáveis centralidade global e local.

A figura 5.1, anteriormente, mostra a distribuição dos valores de centralidade global e local, normalizados entre zero um e ordenados por valores decrescentes nos três primeiros gráficos; os resultados permitem observar o seguinte, em síntese:

- a) de uma maneira geral, o modo de distribuição das centralidades locais acompanha o das centralidades globais, o que pode ser considerado como um resultado esperado e comum; todavia, ocorrem discrepâncias que podem assumir importante significado na estrutura espacial, a saber:
- 1) entidades com elevada centralidade global e baixa centralidade local podem estar associadas à estrutura viária de ligação principal, demandando projetos de tranquilização e de avaliação de

impacto para as transformações; 2) entidades com baixa centralidade global e elevada centralidade local podem representar lugares estruturantes para a formação da identidade de bairros ou zonas, as quais podem ter seu desenho e regime urbano adequados;

b) a correlação entre as centralidades global e local, representada pelo gráfico da figura 5.1d e pelo coeficiente de correlação igual a 0,57 reforça o argumento anterior e acrescenta o seguinte:

1) embora a correlação positiva, o valor alcançado pode estar indicando uma situação de congruência parcial, resultado que dá importante margem de manobra para as intervenções de desenho urbano; 2) a dispersão mostrada no gráfico mostra menores desvios para as entidades com valores de centralidade global e local médios, o que é um indicativo de locais com potencial para o crescimento intra-urbano; esses locais estão plotados na figura 5.2, abaixo.

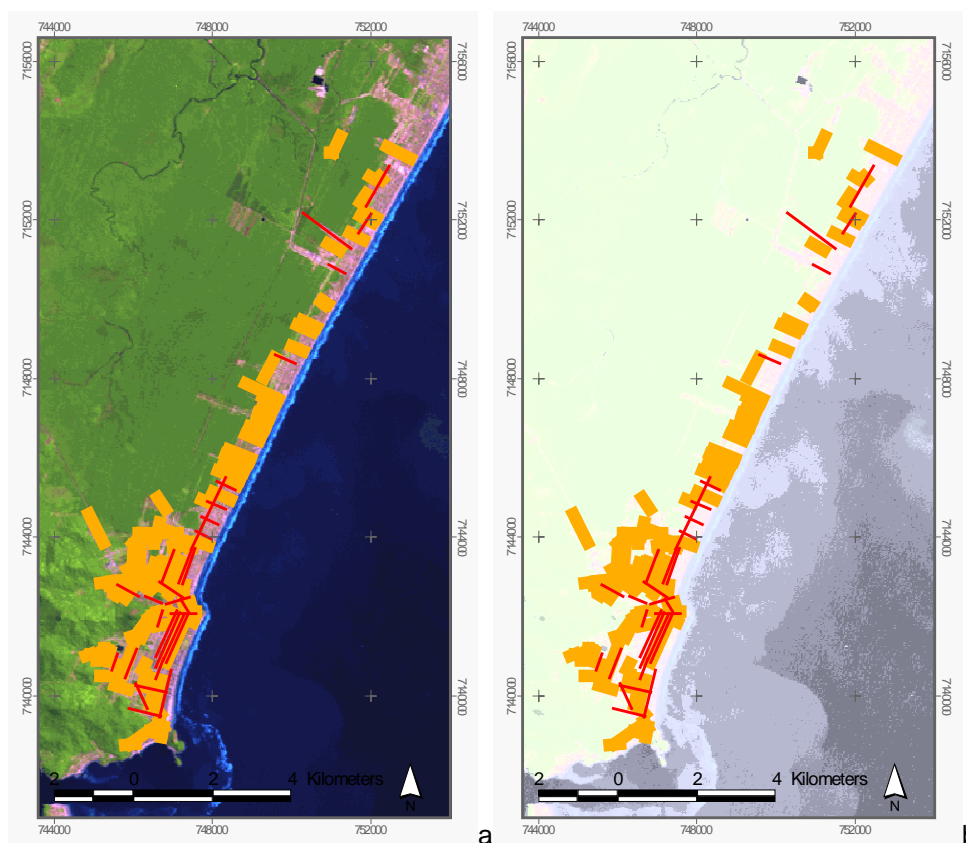


Figura 5.2: superposição das centralidades global e local com valores na classe 4 de 7 (valores médios); a) sobre imagem de satélite Landsat 5 – B543; b) com contraste para visualização.

6 Conclusões

O estudo permite indicar quatro prioridades para o caso de Matinhos:

- a) implementação de traçado alternativo para o sistema viário principal no ponto de descontinuidade dos dois tramos lineares que acumulam centralidades superiores;
- b) manejo do coeficiente de aproveitamento do solo nos espaços de centralidades superiores, incluindo a possibilidade de redistribuição dos benefícios e ônus da urbanização;
- c) implementação de traçado alternativo para a borda oposta à orla, fundado na consecução de conectividade, continuidade e acompanhamento da linearidade da orla, atuando como contramedida à tendência atual de exclusão sócio-espacial;
- d) estabelecimento de um regime urbano de transição aplicado à borda oposta à orla, o que pode ser alcançado por ordenamento do parcelamento do solo, por normas edilícias e por ações integradas de preservação e restauração ambiental do lado natural.

7 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](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](http://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.

* * *