

**Sig e a modelagem da produção do ambiente construído
a influência do mercado imobiliário e da legislação urbana na
transformação urbana e na preservação do patrimônio histórico**

**Modeling of gis and production of built environment
the influence of the real estate market and the law in urban urban
transformation and preservation of historical heritage**

Andréa Quadrado Mussi
Coordenadora da Escola de Arquitetura e Urbanismo – Faculdade Meridional - IMED,
andreia@imed.edu.br

1. INTRODUÇÃO

1.1. Tema e Objetivos

O tema abordado neste trabalho refere-se à dinâmica urbana, à dinâmica dos processos urbanos, o qual será tratado dentro de uma abordagem configuracional e sistêmica, onde a ferramenta utilizada para descrever analiticamente o fenômeno urbano a ser observado, a partir da realidade, é a modelagem urbana. E duas ferramentas do tipo SIG (Sistema de Informações Geográficas), Medidas Urbanas e ArcView são auxiliares respectivamente, da definição de uma das medidas configuracionais utilizadas para as simulações e da análise e representação espacial dos resultados.

O processo urbano a ser estudado compreende a transformação espacial dos cenários urbanos da cidade. No processo de transformação busca-se compreender e espacializar a influência de dois grupos de agentes componentes do fenômeno: aqueles que representam a dinâmica própria, “natural”, da cidade, e podem ser definidos pelo mercado imobiliário, e aqueles que impõe regras, as quais podem ou não contrariar a dinâmica própria de um determinado cenário, representados pelo Estado. Bem como, analisar se as potenciais transformações no ambiente construído verificadas e influenciadas por estes agentes estão comprometendo a preservação de determinados imóveis considerados patrimônio histórico.

O objetivo deste trabalho é explorar o Modelo de Potencial Centralidade (Krafta, 1999, Krafta et al., 1999) e analisar sua capacidade de refletir as influências das políticas urbanas e do mercado imobiliário nas transformações espaciais dos cenários urbanos da cidade, mediante experimentação empírica. Ainda possui a finalidade de colaborar com o planejamento e gestão urbana da cidade, acrescentando para o entendimento dos processos urbanos, e com técnicas analíticas que permitem a proposição e a análise da eficiência das políticas urbanas frente ao mercado imobiliário; e contribuir com um instrumento sistemático de apoio as decisões de incorporadores imobiliários, frente a suas decisões de alocação, e planejadores, frente às

políticas urbanas de desenvolvimento e crescimento da cidade.

A base teórica, para o desenvolvimento deste trabalho, além de estar direcionada para uma abordagem sistêmica e referenciada na teoria da complexidade, tem sua fundamentação na Morfologia Urbana quando enfatiza o estudo da estrutura física. E também é direcionada para uma abordagem configuracional, quando considera que esta estrutura física influencia e determina a ação dos agentes urbanos, sendo possível através da frequência de ocorrência de determinadas relações (tal estrutura física estimula tal ação/comportamento) estabelecer propriedades espaciais que podem ser mensuráveis. Além disso, este trabalho baseia-se nos fundamentos da Auto-Organização, ao considerar a área analisada um sistema urbano e também ao trabalhar as simulações de forma dinâmica, ou seja, considera que um período de transformação espacial de um cenário (no caso 20 anos) é formado por mudanças discretas neste intervalo (mas que levaram a vários subestágios diferentes de cada um de seus anteriores), as quais são ensaiadas ao acrescentar passos de iteração (de 5 em 5 anos) aos testes efetuados. Portanto, é considerado que o sistema passará para um novo estágio diferente do anterior e se auto-organizará pelas ações combinadas dos agentes urbanos pertencentes a este sistema, e assim por diante.

A modelagem computacional é a ferramenta metodológica de síntese desta rede teórica citada, e é inspirada na matemática, onde com o auxílio da representação abstrata do sistema urbano, se extrai as propriedade e relações espaciais essenciais, as quais são transformadas em medidas e traduzidas em fórmulas, permitindo mensurar e ranquiar as mesmas propriedades em qualquer conjunto de espaços de um sistema urbano escolhido. Assim, temos os modelos essencialmente configuracionais e os baseados na auto-organização. Pra este estudo, o modelo de Potencial Centralidade é capturado, e o mesmo pode ser classificado como configuracional do tipo dinâmico e com princípios de auto-organização, compreendendo um submodelo, o de Centralidade, que também é da família dos configuracionais, só que descritivo de estado.

O modelo de Potencial Centralidade é aplicado em uma área intra-urbana da cidade de Pelotas/RS, a qual corresponde ao bairro centro e sua periferia, onde são executados 2 grupos de simulações: com o regime urbanístico do momento, inclusive restrições relativas a preservação, chamado de teste 1; e sem o regime urbanístico incidente, para enfatizar a influência do mercado imobiliário, chamado de teste 2. Tal modelo geral aloca acréscimos de espaço construído, discriminados por categorias, num sistema espacial pré-definido, englobando as modificações intra-urbanas (como a construção, supressão ou alteração de edificações e da malha urbana) e a expansão urbana (possibilitando a identificação de novos vetores de crescimento), e considera as alternativas de custo de produção diferencial determinados pela localização, desvalorização de capitais fixos preexistentes e mudança de regime de ocupação, uso e conseqüentemente valor unitário de diferentes tipos edificadas. Para isto, os insumos necessários para alimentar tal modelo são: incremento construtivo que o sistema urbano terá dentro do intervalo considerado (no caso deste trabalho de 5 em 5 anos), estoque construído (dividido por tipos de uso do solo e por safra-idade), estoque de terra, índice de aproveitamento e valor de uma medida de diferenciação espacial, para cada um dos espaços de acordo com a desagregação considerada (no caso deste trabalho 1 espaço = 1 lote). A medida de diferenciação espacial utilizada é a de Centralidade, a qual considera: o sistema de espaços públicos, o sistema de atividades e a forma construída que compõem uma determinada área, assim é mensurada a partir da configuração, da disposição físico-espacial dos caminhos públicos, e da atratividade que uma determinada atividade confere a este espaço público multiplicada pela área construída ou pelas unidades de forma construída existentes em cada espaço, onde a desagregação considerada normalmente, é a rua inteira, sendo que neste trabalho esta foi considerada por trecho de quadra. O processamento do cálculo da medida de Centralidade é feita pelo programa computacional Medidas Urbanas e os cálculos referentes ao Modelo Geral (o de Potencial Centralidade) são feitos por um algoritmo computacional que fornece como produto principal os acréscimos construtivos de cada espaço, dentro de um período e passo de iteração (rodada)

estipulados (neste caso o passo é de 5 anos e o período de 20 anos = 4 interações). O programa computacional do tipo SIG (ArcView) é utilizado para análise e representação dos resultados obtidos no algoritmo do modelo geral.

2. REFERENCIAL TEÓRICO ADOTADO

A morfologia urbana é uma disciplina que busca por padrões espaciais, a partir da classificação dos elementos urbanos essenciais, não sendo uma disciplina meramente econômica e/ou social, desprendida do ambiente, do meio urbano e/ou somente preocupada com o agente. E a partir disto tornou-se pioneira no surgimento da abordagem configuracional, a qual considera que tais padrões espaciais possuem uma determinação social, assim trata de traçar, eleger as propriedades espaciais essenciais e de mensurá-las. Dentro da abordagem morfológica-configuracional verifica-se a imparcialidade metodológica, isenta de juízo de valores, pois utiliza técnicas analíticas que fornecem, extraem a situação configuracional, transposta para medidas quantificáveis, possibilitando assim, a sua análise e performance para um tipo de apropriação social (como a Sintaxe Espacial de Hillier e Hanson, 1984) e/ou a potencialidade para um determinado tipo de direcionamento do espaço analisado, como estagnação, propensão a transformações contínuas de longo ou curto prazo, como o Modelo de Centralidade (Krafta, 1991, 1994) que permite a descrição de um destes determinados estados em um momento do tempo. Já o Modelo de Potencial Centralidade (Krafta, 1991, 1999) possibilita especular se com determinada ação, seja ela do legislador ou empreendedor, o que provavelmente aconteceria com o direcionamento destes estados e onde as transformações permaneceriam acontecendo e/ou para onde migrariam. Ou seja, este último, é um modelo que permite análises de processo, levando em conta as ações de agentes urbanos. Enquanto que o Modelo de Centralidade e o de Sintaxe Espacial são descritivos de estado e limitam-se a configuração espacial, apesar de traçarem padrões de configuração com determinados tipos de apropriação social, ou seja, oferecem medidas de diferenciação espacial, morfológica, que é produzida a partir das inter-relações entre os elementos espaciais e as práticas

sociais. O Modelo de Potencial Centralidade não exclui os estudos configuracionais antecessores, utilizando o Modelo de Centralidade como um sub-modelo, que oferece a ele a medida de diferenciação espacial, a centralidade e utiliza algumas técnicas de representação semelhante as do Modelo de Sintaxe Espacial, como o mapa axial.

A auto-organização fornece os primeiros passos para o urbanismo da noção de fragmentação e caos, vendo a cidade como ela é. Esta teoria considera que a cidade se auto-organiza-se por ela mesma e vive em constante mudança e estágios, cada qual diferente do seu anterior, os quais são estimulados (e não determinados) por agentes externos (ou seja, que não são usuários em si do espaço que intervêm), como os do mercado imobiliário e os legisladores do Estado. Ou seja, a cidade se reestrutura por ela mesma a cada novo estímulo sofrido (vivendo períodos de caos e ordem), por este fato torna-se impossível prever com certeza a forma de cada novo estado. A abordagem sistêmica e a teoria da complexidade estão agregadas a esta visão de mundo, uma vez que, na interpretação da cidade como um sistema, é considerado que uma mudança, por menor que seja, num ponto da cidade a afetará como um todo, todos os elementos estão interligados. E a teoria da complexidade, além de considerar que a cidade é formada por vários e complexos elementos e agentes que se inter-relacionam constantemente, acrescenta que tais mudanças não podem ser meramente somadas para descobrir o resultado do efeito destas na forma da cidade, pois não é uma relação linear, a cada mudança, um novo caminho é tomado e assim por diante.

Portanto, tendo em vista a necessidade no campo de urbanismo de métodos sintéticos, analíticos e sistemáticos de descrição da cidade, e de conceitos científicos que expliquem e delineiem de modo mais realista a cidade apreendida empiricamente, seguiu-se e tomou-se os conceitos e pontos de vista de cidade mencionados anteriormente. É verificado que a maioria dos modelos configuracionais não estabelecem medidas dinâmicas que mensurem a própria mutação, e que um deles, o modelo de Potencial Centralidade dá os primeiros passos para isto. Alguns modelos integralmente do tipo auto-

organizativos, ainda são experimentais e de pouca aplicação empírica. Assim, e ainda levando em conta que este estudo está centrado na transformação espacial urbana e na influência de determinados agentes nesta mutação do espaço, e que além disso busca uma experimentação empírica e especulativa de tais influências, adotou-se metodologicamente o modelo de Potencial Centralidade. Ele possui uma base configuracional, e leva em consideração a noção de instabilidade, de não linearidade, inclusive na ação dos agentes, e baseia-se em três importantes trabalhos: a contribuição de Harvey na *Teoria de desenvolvimento desigual*, relacionado à fragmentação urbana (Harvey, 1985), o trabalho de Wheaton relacionado a reconstrução urbana, *Desenvolvimento Urbano Espacial com Capital durável mas substituível* (Wheaton, 1982) e posteriormente o trabalho de Dendrinos (1992) *Dinâmica das Cidades*; que colaboraram, deram suporte teórico adicional, para a elaboração da equação baseada no lucro excedente que determinados espaços proporcionam pelos seus privilégios locais em relação a outros, e tais privilégios são estabelecidos pelo submodelo de centralidade, que fornece esta medida de diferenciação espacial. Também acrescenta o conceito de oportunidade espacial no mais recente aprimoramento do modelo de Potencial Centralidade.

3. METODOLOGIA

3.1. Modelo Geral de Potencial Centralidade

Assim, operacionalmente, para a aplicação empírica do Modelo Geral de Potencial/Centralidade necessita primeiramente da estipulação:

1. da área intra-urbana a ser tomada como estudo, o centro e imediações de Pelotas/RS;
2. do tipo de desagregação a ser considerado para este sistema urbano quando da utilização do modelo geral (no caso 1 espaço = 1 lote, totalizando 7.544 espaços) e quando da utilização do submodelo de centralidade (no caso 1 linha axial/eixo = 1 trecho de quadra, totalizando 608 eixos);
3. do período total a ser simulado (no caso 20 anos) e com qual passo de iteração (no caso de 5 em 5 anos);

4. do número e dos tipos de usos do solo (atividades) que serão considerados (no caso considerou-se 3 tipos de atividades: Residencial, Comercial, e Serviços e outros);

5. das safras/intervalos de tempo que as construções serão classificadas. O intervalo das classes de anos de construção são de 5 em 5 anos. E os máximos e mínimos destes intervalos são determinados de acordo com o menor ano de construção verificado no universo da área analisada. No caso 8 safras foram consideradas.

Em seguida é necessário coletar e alimentar o modelo geral com os insumos/variáveis, os quais são:

1. Incremento construtivo que o sistema urbano terá dentro do intervalo considerado;

2. Estoque de terra, equivale a área total de terra, de lote, de solo privado disponível para construção na unidade espacial analisada

3. Estoque Construído (dividido por tipos de uso do solo e por safra-idade); equivale a área construída na unidade espacial analisada. Esta unidade espacial é estipulada de acordo com a desagregação que será utilizada pelo estudo, no caso a existente em cada lote. Esta variável permitirá avaliar o quanto ainda é possível construir em determinada unidade espacial, o qual é estabelecido juntamente com a utilização da variável do regulamento urbano incidente. Além de considerar a área do estoque construído, também se leva em conta a idade do estoque construído, que serve como parâmetro para o estabelecimento do coeficiente de desvalorização do imóvel, por isto da necessidade de se estipular as safras/intervalos de tempo que as construções serão classificadas. Assim, estas variáveis do estoque construído, colaboram para a verificação da maior ou menor probabilidade de sua demolição e por conseguinte se uma construção de uma área maior for efetuada, o lucro tornar-se-á maior que se mantida o antigo prédio. Portanto, nesta variável interessa:

3A. Área Construída: dependendo da desagregação, neste caso, consiste da área construída existente em cada lote;

3B. Idade do Estoque Construído: a desvalorização é estipulada em percentagem, a partir de faixas de idade. Neste trabalho é adotado o critério de Krafta (1991), onde há um decréscimo de 3% para cada ano de idade.

4. Regulamentos Urbanos Incidentes – aqui são delimitados aqueles regulamentos urbanos que restringem ou impedem a construção e/ou acréscimo construtivo. Como por exemplo, coeficiente de construtibilidade, geralmente, traduzido nos Planos Diretores, como Índice de Aproveitamento (IA) e restrições relativas a planos de preservação, como tombamento, que impede a demolição do imóvel. No caso deste trabalho, foi levantado o IA aplicado a área analisada e todos os imóveis que possuíam algum tipo de preservação ou eram de interesse histórico.

5. Valor de uma Medida de Diferenciação Espacial, medida que avalia o privilégio locacional de cada unidade analisada pertencente ao sistema urbano. A medida utilizada é a de centralidade, e é calculada a partir do submodelo de Centralidade. Aqui considera-se que estoque de terra em locais menos centrais possuem valor de aquisição menor, possibilitando ao empreendedor um lucro excedente, ao considerar que ele a adquirirá a um custo menor e a venderá como uma nova mercadoria, a um custo maior, gerando lucro excedente comparado a uma outra localização. Normalmente, inclusive para este modelo, esta medida é adquirida com uma desagregação de linha axial por rua inteira, mas no caso deste estudo a desagregação será maior, como explicado anteriormente. A centralidade também funciona como uma medida que serve para atualizar a classificação dos privilégios locais do sistema, a partir do momento que transformações discretas são efetuadas no sistema, como por exemplo, os acréscimos construtivos ao longo do tempo. Os insumos necessários para este submodelo de centralidade e para o cálculo desta medida são:

5A. Sistema de Espaços Públicos – o submodelo de centralidade leva em consideração a articulação, as relações topológicas do sistema viário, a posição relativa de cada espaço público em relação a todos os outros, que é estabelecida pelas adjacências que

cada via possui com as suas vizinhas e estas com outras e assim por diante até todo o sistema urbano ser coberto. Estas relações emergem a partir da representação abstrata da realidade do sistema viário, no submodelo de centralidade, através do mapa axial, e a forma de desagregação utilizada foi por trecho de quadra. O mapa axial permite uma visualização mais clara das relações de adjacências, as quais são tomadas para o cálculo, apesar desta simplificação não perdem a relação com a forma física do sistema viário, e possibilita uma base gráfica para a representação dos resultados, uma visualização mais sintética e compreensível das vias mais centrais e menos centrais.

5B. Estoque Edificado – o processamento do cálculo de centralidade leva em consideração o poder de polarização de cada edificação, que é fornecido pelo seu porte, traduzido em número de unidades de forma construída (UFC), ou em área (como aqui foi considerado). Isto é considerado, pois este poder de polarização gerará tensão entre pares de edificações consideradas e será transmitida para o espaço público que faz parte desta ligação.

5C. Sistema de Atividades – agregado ao estoque edificado, o poder de polarização de cada edificação, também é afetado pelo tipo de uso do solo que ela abriga. Assim são atribuídos pesos para cada tipo de uso do solo, que indicam a maior ou menor atratividade (poder de polarização), geralmente estes pesos, parâmetros são calibrados a partir de variáveis externas ao modelo, a fim de melhor se ajustarem a realidade do sistema urbano analisado. Tais parâmetros podem ser calibrados, por exemplo, pelo fluxo de pessoas que determinada atividade normalmente atrai. No caso deste trabalho o peso conferido a cada atividade foi arbitrário, mas respeita a relação da atividade que conhecidamente atrai menos e mais pessoas. Assim, para o uso residencial foi considerado o peso 1, para o comercial, 50 e para serviços e outros, 10. O ideal seria ter feito uma calibração para estipular os pesos mais corretamente e próximos da realidade, mas como o principal neste trabalho é uma análise global, do processo e da metodologia empregada, e não em determinar as particularidades da cidade onde a área foi escolhida, justifica-se tais pesos adotados. Portanto, no final o poder de polarização,

de atratividade que uma determinada atividade confere a este espaço público, é obtido neste trabalho, pela área multiplicado pelo peso da atividade que cada lote abriga.

6. Oportunidade espacial por categoria, tipo de uso do solo. Ela é determinada empiricamente, pelo estabelecimento da percentagem de cada tipo de uso do solo existente na unidade espacial considerada. Assim, o Modelo Geral de Potencial Centralidade possibilita que a alocação dos acréscimos construtivos sejam discriminados, além de apresentá-los por unidades espaciais, por tipos de usos do solo, pois, no processamento do cálculo o modelo considerará a preferência de alocação de um ou outro tipo de atividade.

Levando em consideração as variáveis mencionadas anteriormente, o Modelo de Potencial Centralidade é formalizado pela seguinte expressão:

$$P_i = L \cdot K - B \cdot a + L (C_{\text{máx.}} - C_i)$$

onde P_i = potencial o espaço i ;

L = área de P ;

K = regulação urbanística, ou seja, a razão entre a área de terreno e a área construível;

B = área construída em P ;

a = taxa de depreciação determinada pela idade da construção;

$C_{\text{máx.}}$ = medida de centralidade máxima no sistema considerado;

C_i = centralidade de P .

Se não existe edificação no terreno o produto $B \cdot a$ é desconsiderado (Krafta, 1999).

O cálculo da medida de diferenciação espacial (Centralidade) é processado pelo Programa Computacional Medidas Urbanas (Polidori et al., 2000), que opera como um SIG (Sistema de Informações Geográficas) simplificado. E os cálculos finais do Modelo Geral de Potencial Centralidade são processados por um Algoritmo Computacional (Krafta e Fernandes, 1999).

4. ESTUDO DE CASO

A área intra-urbana utilizada para a experimentação empírica é localizada na cidade de Pelotas/RS, Brasil. A sua delimitação (sinalizado em vermelho na figura 1 e fotos aéreas, de parte da área) é dada, no sentido Norte-Sul, pela AV. Dom Joaquim (dos dois lados), Av. Juscelino K. de Oliveira (dos dois lados), Rua Almirante Barroso (de um lado somente), Rua Três de Maio (de um lado), e Rua Marcílio Dias (de um lado). Por ser um recorte dentro da cidade, se faz

necessário a delimitação de uma borda, onde imóveis pertencentes a esta participam das iterações, mas quando da análise dos dados serão desconsiderados, assim a área efetiva de análise (sinalizada em magenta) é formada pela Av. Dom Joaquim (de um lado), Av. Juscelino K. de Oliveira (de um lado), Rua Santa Cruz (de um lado somente), Rua Dom Pedro II, (de um lado), e Rua Prof. Dr. Araújo (de um lado).

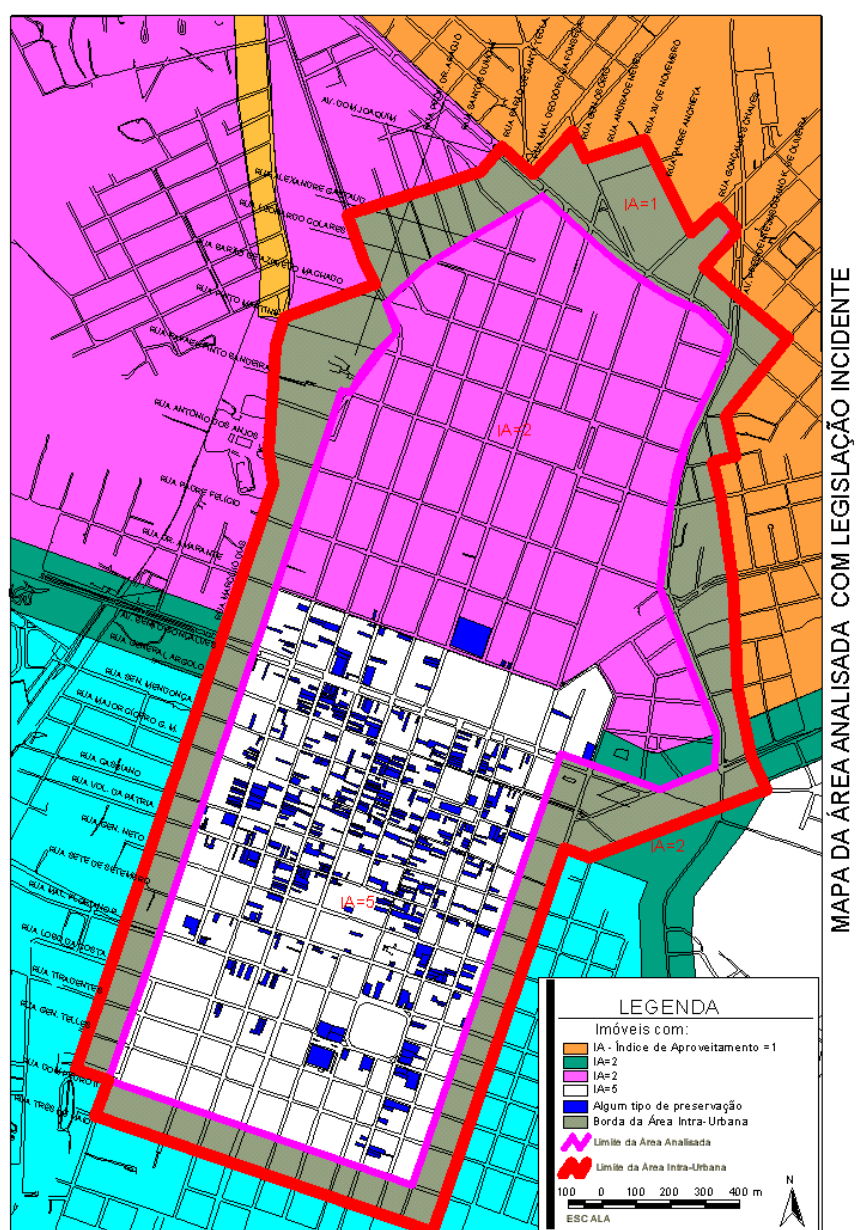


FIGURA 1— Mapa da Área Analisada com Legislação Incidente, em verde: Av. Bento Gonçalves, em amarelo: zona central de Pelotas, e em azul: núcleo da Praça Coronel Pedro Osório (no centro). Mapa temático produzido nos programas computacionais AutoCAD e ArcView..

Fonte: autora (2013).

A área escolhida contempla praticamente toda a parte central de Pelotas, contendo o primeiro e

segundo loteamentos da cidade (como pode ser verificado pela figura 2 – Polidori, et al., 1999).

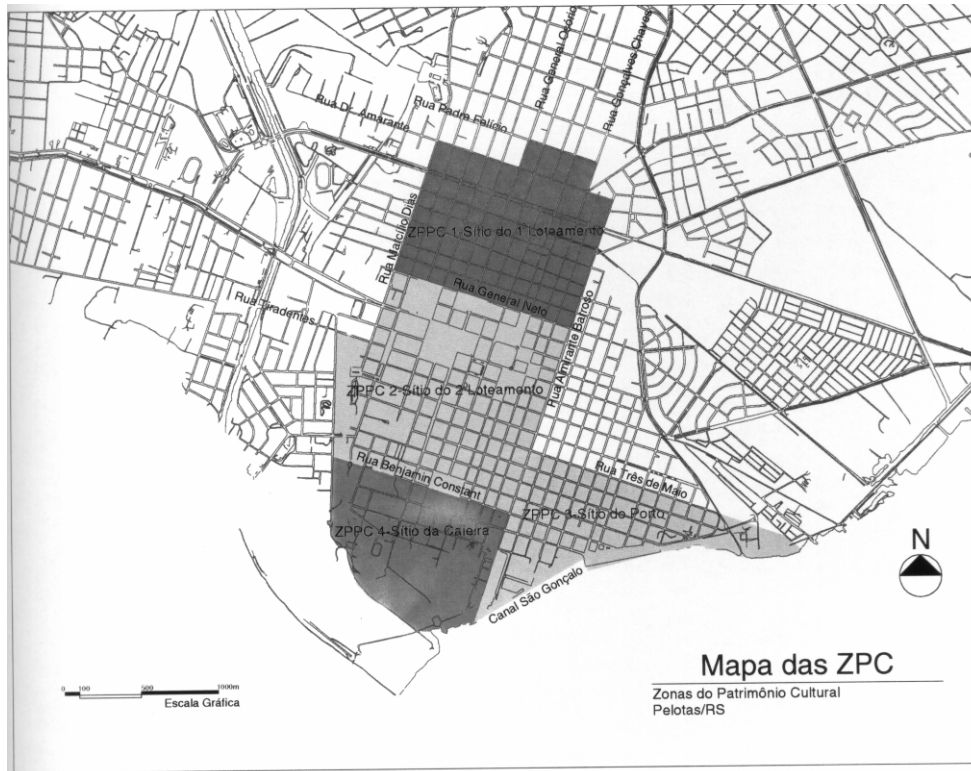


FIGURA 2– Mapa locando o primeiro e segundo loteamentos da cidade de Pelotas/RS
Fonte: Polidori (1999).

O primeiro loteamento, de acordo com Polidori, et. al. (1999), tem sua origem na regularização de ocupações pontuais que aconteciam ao início do século XIX, ao redor da Igreja da Freguesia, em cujo local está hoje a Catedral São Francisco de Paula, núcleo gerador deste povoamento que foi demarcado em 1815. Os lotes, estreitos e compridos, com edificações no alinhamento predial, e em sua maioria residências, foram sendo ocupados por casas de tipologia predominantemente de corredor lateral ou central, seguindo a arquitetura colonial, sendo posteriormente reformados para diversos estilos.

No segundo loteamento, segundo Polidori, et al. (1999), parcelas deste foram reservadas para serviços públicos, abrigando atualmente a Praça Coronel Pedro Osório, a Prefeitura Municipal, a Biblioteca Pública e uma unidade da UFPEL. Neste núcleo da praça, além de prédios administrativos,

estão localizados prédios de serviços (banco, mercado), institucionais, culturais (Teatro 7 de abril) e sociais. Os prédios desta zona aproximam-se de um padrão mais sofisticado, aparecendo nos dias atuais em estilo eclético, na maioria. O porte e linguagem procuravam significar poder e opulência da época áurea da cidade (charqueadas).



FIGURA 3 – Foto da Vista Aérea sudeste de uma parte da área escolhida
Fonte: Passos (2000).

Assim, no centro encontram-se grande parte do patrimônio histórico e cultural da cidade, 15 dos 19 prédios tombados tanto no nível municipal e estadual como em nível nacional, grande diversificação de atividades e elevada animação. Nos outros bairros existem comércios mais locais, mas

em grande parte agrupados em uma determinada zona do bairro. A trama viária de toda a área é ortogonal, havendo algumas diferenciações na zona acima da Av. Bento Gonçalves.



FIGURA 4 – Fotos dos Prédios do entorno da Praça Coronel Pedro Osório
Fonte: Polidori (1999).

Praça Coronel Pedro Osório



FIGURA 5 – Foto da Vista do Mercado Público e à esquerda a Prefeitura Municipal de Pelotas
Fonte: Polidori (1999).



FIGURA 6 – Fotos dos Prédios da Rua Félix da Cunha
Fonte: Polidori (1999).

Em toda a área é verificado grande variedade de prédios com diferentes estilos materiais e funções, muitas vezes convivendo lado a lado, como mostra a figura 7.



FIGURA 7 – Foto representativa da Diversidade da área.
Fonte: Autora (2013).

As seguintes simulações foram aplicadas nesta área intra-urbana: 1. com o regime urbanístico do momento, inclusive restrições relativas a preservação, chamado de teste 1; e 2. sem o regime urbanístico incidente, para enfatizar a influência do mercado imobiliário, chamado de teste 2.

Tais simulações são executadas para um período de 20 anos, com um passo de 5 anos. Os espaços que compõem a área intra-urbana escolhida, foram divididos em 3 tipos de usos (residencial, comercial e serviços/outros) e cada um destes usos em 8 safras que compõem intervalos de 5 em 5 anos, correspondendo ao ano de construção, idade do imóvel. Assim, para cada um dos 2 testes, são necessários 4 rodadas, totalizando 8 rodadas a serem executadas 8 vezes em cada um dos programas geradores das medidas configuracionais. Cada espaço nas simulações foi classificado dentro de 8 safras que compõem intervalos de 5 em 5 anos, onde foi adotado uma depreciação de 3%, a mesma

5. SIMULAÇÕES E PROGRAMAS COMPUTACIONAIS

adotada por Krafta (1991), para cada ano de idade

SAFRA	INTERVALO DE ANOS QUE COMPREENDE	DEPRECIAÇÃO
8	Antes de 1965	85,87 %
7	1966-1970	73,74 %
6	1971-1975	63,32 %
5	1976-1980	54,38 %
4	1981-1985	40,10 %
3	1986-1990	34,44 %
2	1991-1995	29,57 %
1	A partir de 1996	0,0 %

Tabela 1 – Depreciação utilizada para cada uma das 8 safras consideradas no Algoritmo do Modelo de Potencial Centralidade

As ferramentas metodológicas utilizadas para a operacionalização destas simulações são os *programas computacionais de base que servem para a confecção e manipulação dos bancos de dados e dos seus resultados, e para colocar nos formatos exigidos pelos programas considerados geradores das medidas configuracionais urbanas*: Excel e Access; o *programa computacional de base para a confecção dos dados gráficos, da base espacial*:

do imóvel, conforme tabela apresentada a seguir.

AutoCAD; os programas computacionais geradores das medidas configuracionais urbanas: Medidas Urbanas (gera os valores de Centralidade) e o Algoritmo Computacional do Modelo de Potencial/Centralidade (gera os acréscimos construtivos que sofreram cada um dos espaços); e os *programas computacionais de representação gráfica e alfanumérica dos resultados e também auxiliares das análises*: Excel e ArcView.

O programa Medidas Urbanas opera como um Sistema de Informações Geográficas - SIG simplificado, trabalhando simultaneamente com dois tipos de informações: 1. dados espaciais, em ambiente vetorial; 2. 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 ruas urbanas (aqui neste caso a trechos de espaços públicos de quadras); os dados tabulares especificam geométrica e topologicamente as informações espaciais, bem como conferem ao espaço atributos qualitativos e quantitativos (no caso do cálculo da medida de centralidade estes dados são o somatório dos atributos de atratividade de todos os espaços=lotos pertencentes a cada trecho de espaço público de uma quadra). Uma vez disponíveis esses dados, o programa permite a aplicação de um dos modelos disponíveis que interessa a este estudo: o de Centralidade. A especificação dos arquivos necessários para alimentá-lo estão na figura 12.

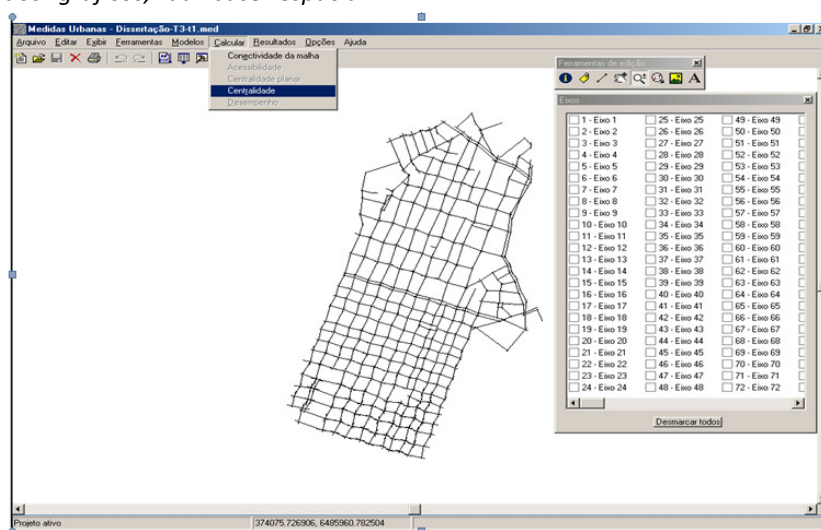


FIGURA 8 – Interface do Programa Computacional Medidas Urbanas.
Fonte: Autora (2013).

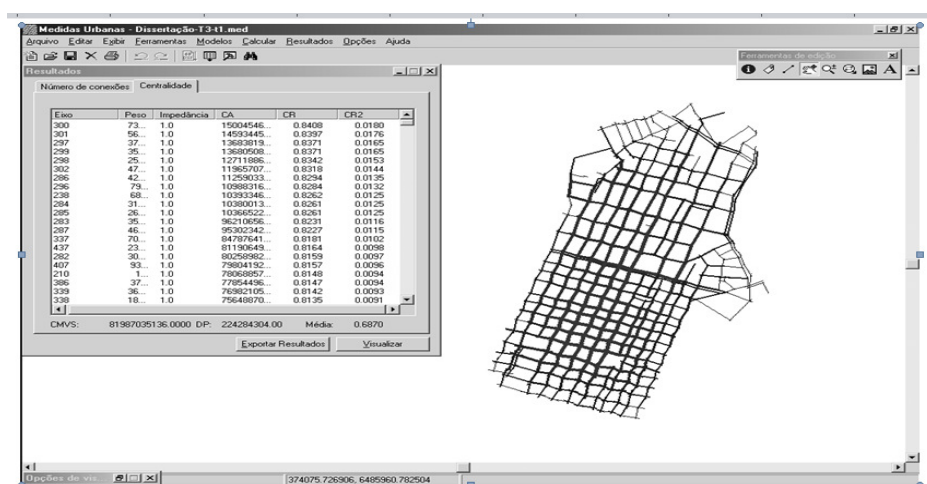


FIGURA 9 – Representação espacial dos resultados de centralidade no Programa Computacional Medidas Urbanas.
Fonte: Autora (2013).

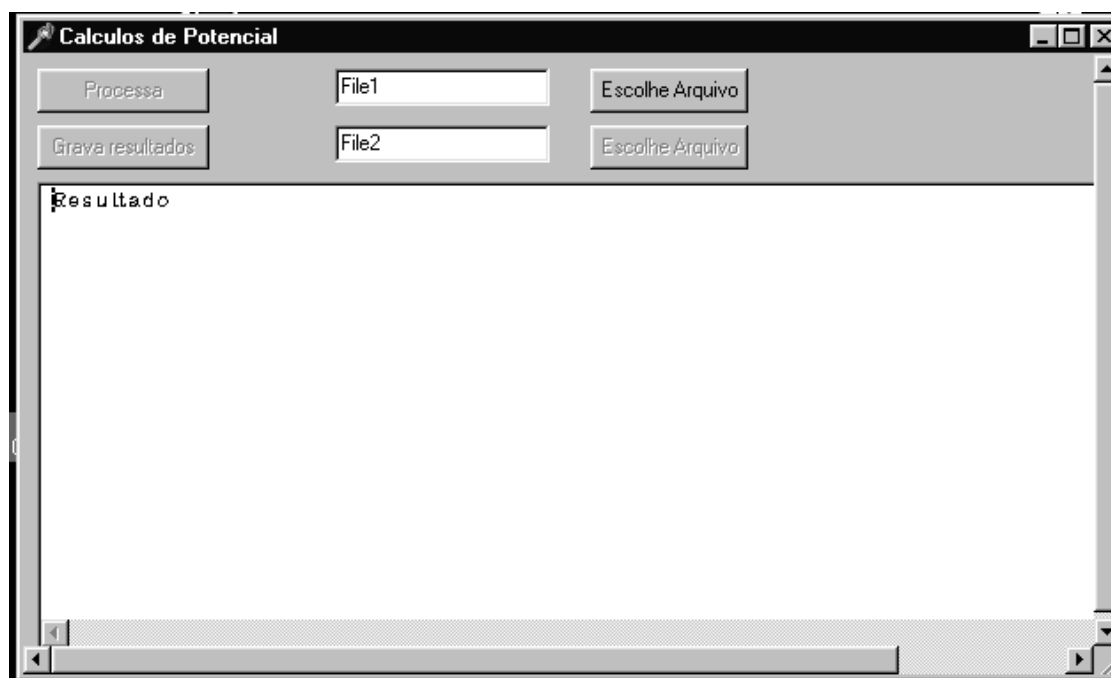


FIGURA 10 – Interface do algoritmo computacional do Modelo de Potencial Centralidade.
Fonte: Autora (2013).

Nº de espaços no sistema	Nº de tipos de uso do solo	Nº de safras, faixas de idade consideradas													
3	3	3													
1500	Incremento construtivo do tipo de uso do solo “A”														
2000	Incremento construtivo do tipo de uso do solo “B”														
4000	Incremento construtivo do tipo de uso do solo “C”														
0.603	Centralidade máxima do sistema														
1	200	1	0.030	30	40	30	100	0	0	100	0	0	0	0	0
2	450	3	0.405	50	50	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0
3	150	5	0.603	40	40	20	0	0	0	100	0	0	0	0	0
Nº da unidade espacial (de acordo com a desagregação pode ser linha axial ou lote)	Área do estoque de terra	Índice de Aproveitamento (IA)	Valor da medida de centralidade	Oportunidade para o tipo de uso do solo “A”	Oportunidade para o tipo de uso do solo “B”	Oportunidade para o tipo de uso do solo “C”	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “A” e safra 1	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “A” e safra 2	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “A” e safra 3	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “B” e safra 1	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “B” e safra 2	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “B” e safra 3	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “C” e safra 1	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “C” e safra 2	Área do estoque construído do tipo de uso do solo “C” e safra 3

Tabela 2 – Formato de banco de dados utilizado para o algoritmo do Modelo de Potencial Centralidade.

Pelo fato do Modelo Geral de Potencial Centralidade apresentar os resultados somente numericamente em forma de tabelas, não fornecendo a visualização espacializada de tais, como o Medidas Urbanas o faz para a medida de centralidade, optou-se pela utilização de um programa computacional do tipo SIG (Sistema de Informações Geográficas), o ArcView GIS 3.2. Poderia-se optar por um programa do tipo CAD, mas esta não foi a escolha, pois os programas

do tipo SIG, além de oferecerem a visualização dos dados, também facilitam a produção de um maior número de mapas temáticos com mais agilidade que o CAD, e possibilitam análises, já que *linkam* os resultados numéricos (o banco de dados) com a base espacial, assim qualquer seleção, qualquer agrupamento ou classificação de dados são visualizados simultaneamente no mapa (ver figura 11).

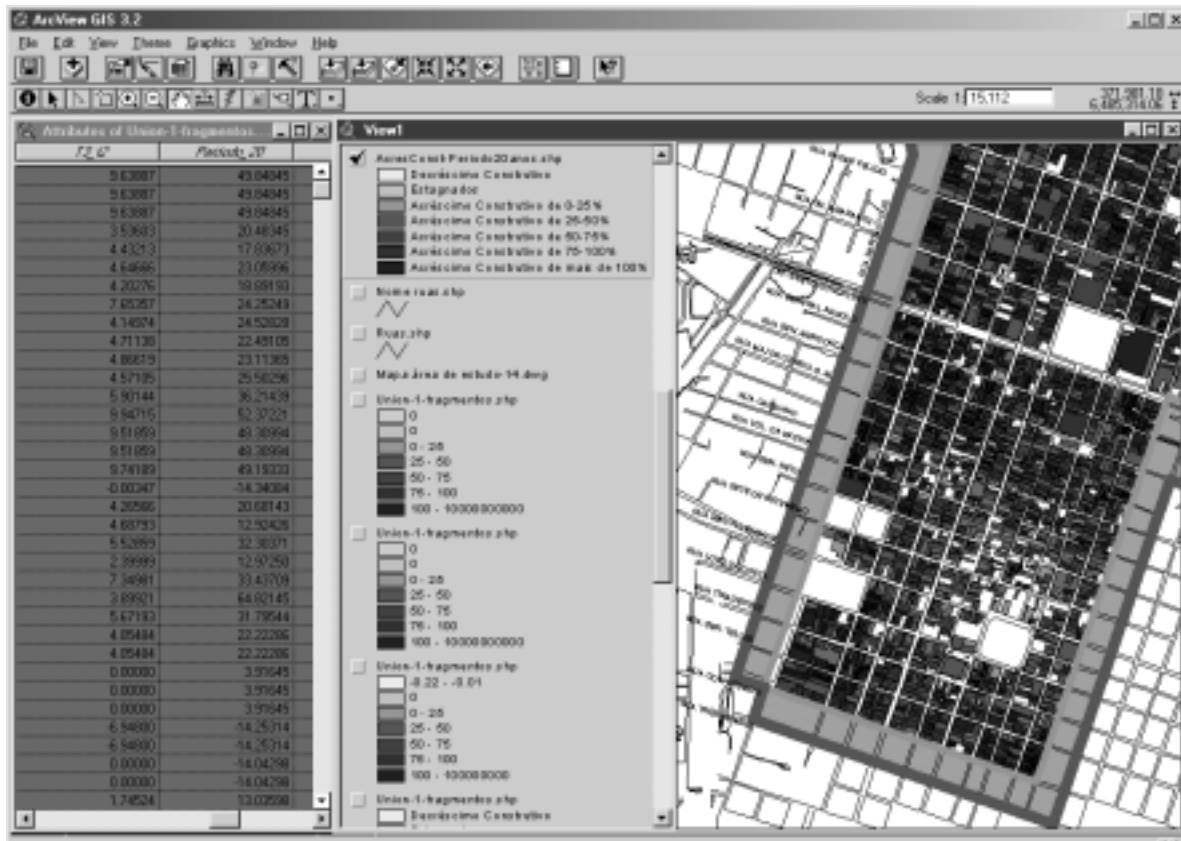


FIGURA 11 – Interface do Programa ArcView GIS 3.2 e a exemplificação de uma consulta mostrando os dados numéricos e os espacializando simultaneamente.

Fonte: Autora (2013).

A desagregação utilizada no modelo de Potencial Centralidade corresponde a unidade lote, assim cada um dos 7.544 espaços correspondem aos 7.544 lotes existentes no espaço intra-urbano escolhido. Para o cálculo de Centralidade no Medidas Urbanas, a desagregação foi menos fragmentada, passou-se do lote para trecho de quadra de esquina a esquina, predominando a quadra menor quando em casos de um lado da rua ser diferente da outra, assim atributos de atratividade dos 7.544 espaços foram

agregados de acordo com os lotes que correspondiam ao trecho de quadra representado por linhas axiais desenhada de esquina a esquina de cada uma das ruas que fazem parte do sistema de espaços públicos da área urbana escolhida, totalizando 608 linhas axiais.

O fluxograma metodológico das etapas das simulações, apresentado a seguir, exemplifica este processo.

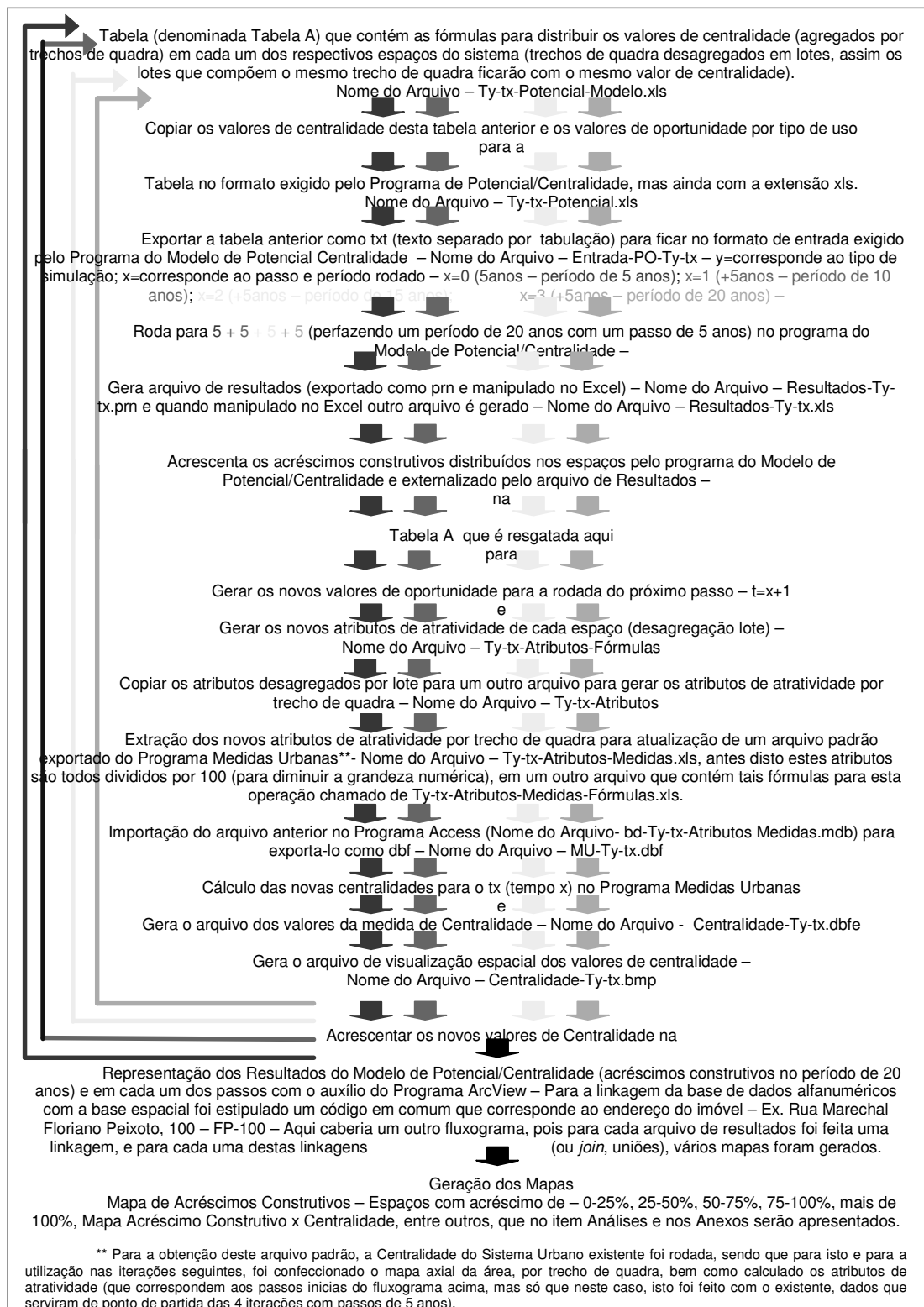


FIGURA 12 – Fluxograma Metodológico das Etapas das Simulações.

Fonte: Autora (2013).

6. ANÁLISES

A visualização dos dados foi executada no programa de geoprocessamento ArcView, assim os acréscimos construtivos foram divididos em 7 faixas, constituindo intervalos de imóveis com: Decréscimo Construtivo, Estagnados (acréscimo construtivo igual a 0), Acréscimo Construtivo de 0-25%, Acréscimo Construtivo de 25-50%, Acréscimo Construtivo de 50-75%, Acréscimo Construtivo de 75-100% e Acréscimo Construtivo de mais de 100%.

6.1. Da Simulação com Restrições de Legislação Urbana – Teste 1

Este teste tem por objetivo especular sobre a influência da legislação urbana na que ser resumidos a 6.893 imóveis, pois os imóveis que possuíam algum tipo de preservação foram retirados do sistema, para exatamente simular uma das restrições legislativas, a de preservação, já que assim, eles não poderiam ser alvos de alterações em suas áreas. Mas aqui é importante ressaltar, que mesmo sem a participação destes imóveis nas rodadas do modelo geral de

Potencial Centralidade, foi considerado a atratividade que cada um deles ainda conferia a cada um dos espaços públicos os quais pertenciam. Outra restrição considerada foi os IA (Índices de Aproveitamento) que o II Plano Diretor da cidade (Pelotas) a qual a área estudada faz parte, estipula para este local. Este teste seguiu as mesmas etapas do fluxograma da figura 2, com a diferença de ter sido retirado os imóveis com algum tipo de preservação, e no arquivo do cálculo dos atributos de atratividade ter sido acrescido nas fórmulas mais um valor que correspondeu ao atributo dos imóveis suprimidos. O restante, tipos de usos, safras e depreciações consideradas foram as mesmas das mostradas no item Metodologia.

A metodologia de análise a seguir baseia-se em responder alguns questionamentos levantados:

Qual a relação dos lotes que tiveram maior acréscimo construtivo com o valor da medida de centralidade dos trechos de quadra os quais fazem parte? A relação menor centralidade = menor valor do imóvel = maior especulação = maior acréscimo construtivo, pode ser confirmada?

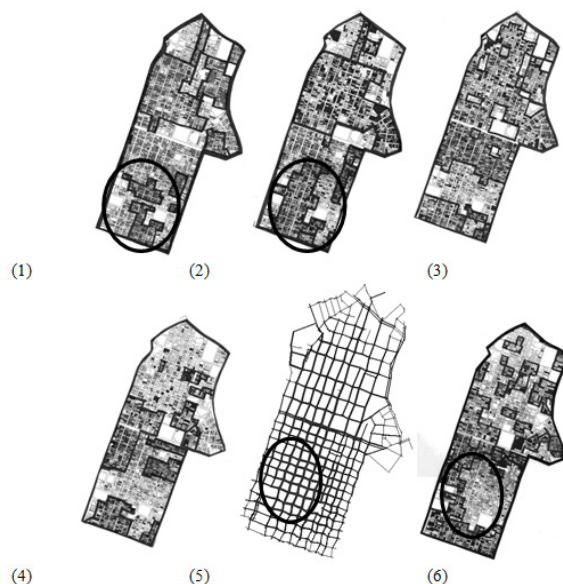


FIGURA 13 – (1), (2) e (3), (4) e (6): Mapa de Acréscimos Construtivos (sem a borda) nas faixas 0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%, mais de 100%; (5): Mapa Axial (área analisada e borda) com os resultados da medida de Centralidade para o Teste 1– t3 (20 anos).

Fonte: Autora (2013).

Com o auxílio da figura 13 (6), verifica-se que os maiores acréscimos construtivos aconteceram

externamente ao núcleo central (figura 3 (5) e (6)), bem como os das faixas representadas pelos mapas

da figura 13 (3) e (4), portanto externamente aos valores de maior centralidade do sistema analisado. As faixas que mais se aproximaram do núcleo de centralidade são as que representam os menores acréscimos construtivos, abaixo de 50% (figura 13 (1) e (2)). Apesar dos maiores acréscimos construtivos não estarem no interior do núcleo, encontram-se em sua parte periférica imediata, ainda não se distanciando muito deste miolo de centralidade. Logo é confirmada a relação mencionada na pergunta, onde se pode considerar que os locais eleitos primeiros são os mais próximos das áreas com grande valor de centralidade e posteriormente os mais afastados e de menor centralidade que os primeiros.

6.2. Da Simulação sem Restrições de Legislação Urbana – Teste 2

Este teste tem por objetivo especular sobre a influência do mercado imobiliário na transformação espacial e sobre a movimentação do mercado imobiliário quando este opera sem restrições, e desta forma o que acontecerá com os imóveis que possuem algum tipo de preservação. E também o

que acontecerá com a distribuição dos maiores acréscimos construtivos na área estudada, qual será a diferença desta para aquela observada no teste 1?

A área intra-urbana do estudo é composta por 7.544 espaços (lotes), assim para confeccionar este teste todos estes espaços foram considerados, pois aqueles imóveis retirados no teste anterior agora participarão do sistema de forma completa, tanto no cálculo dos atributos de atratividade, como possíveis alvos de transformações, acréscimos construtivos, assim a restrição relativa à preservação é anulada. Outra restrição anulada foi os IA (Índices de Aproveitamento), ao considerá-lo homogêneo e numa grandeza bem alta (IA=100), evitando a sua influência no sistema.

A metodologia de análise a seguir baseia-se em responder alguns questionamentos levantados:

Qual a relação dos lotes que tiveram maior acréscimo construtivo com o valor da medida de centralidade dos trechos de quadra os quais fazem parte? A relação menor centralidade = menor valor do imóvel = maior especulação = maior acréscimo construtivo, pode ser confirmada?

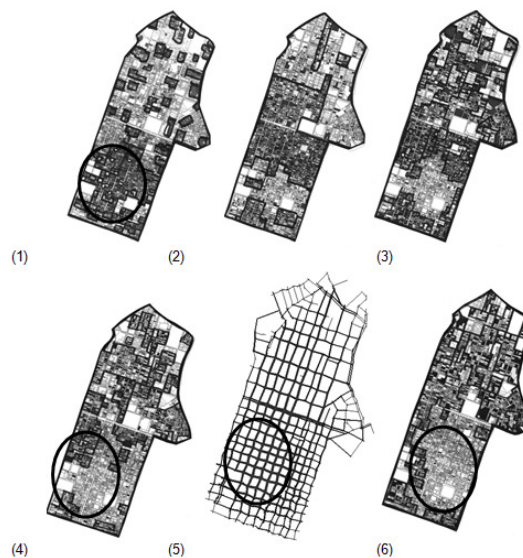


FIGURA 14 – (1), (2) e (3), (4) e (6): Mapa de Acréscimos Construtivos sem borda nas faixas 0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100%, mais de 100%; (5): Mapa Axial com os resultados da medida de Centralidade para o Teste 2 com borda= t3 (20 anos).

Fonte: Autora (2013).

Com o auxílio da figura 14 (6), verifica-se que os maiores acréscimos construtivos aconteceram mais externamente ao núcleo central ainda do que o Teste 1 (sinalizado em amarelo), bem como os das faixas representadas pelos mapas da figura 14 (3) e (4), portanto externamente aos valores de maior centralidade do sistema analisado. A faixa (0-25%) que está dentro do núcleo de centralidade são as que representam os menores acréscimos construtivos (figura 14 (1)). Os maiores acréscimos construtivos além de não estarem no interior do núcleo, encontram-se numa periferia mais afastada que a apresentada pelo teste 1. Logo é confirmada a relação mencionada na pergunta, mais evidente que no teste 1, já que os maiores acréscimos estão nas zonas de menor valor de centralidade do sistema, ou

seja mais nos limites da área analisada, enquanto que os imóveis com menor acréscimo construtivo estão localizados nas zonas de valor de centralidade intermediário do sistema, ou seja, mais próximos daqueles de alto valor. Assim, os imóveis localizados em áreas com menor valor de centralidade, possuem os maiores acréscimos construtivos. Esta relação menor valor de centralidade = maior especulação pode estar mais evidente neste teste pois a influência da legislação (como do IA) foi eliminada nesta simulação.

Com este tipo de teste que desconsidera as restrições de legislação urbana à transformação espacial, o que aconteceu com os imóveis que possuem, na realidade, algum tipo de preservação? Tiveram altos acréscimos construtivos?

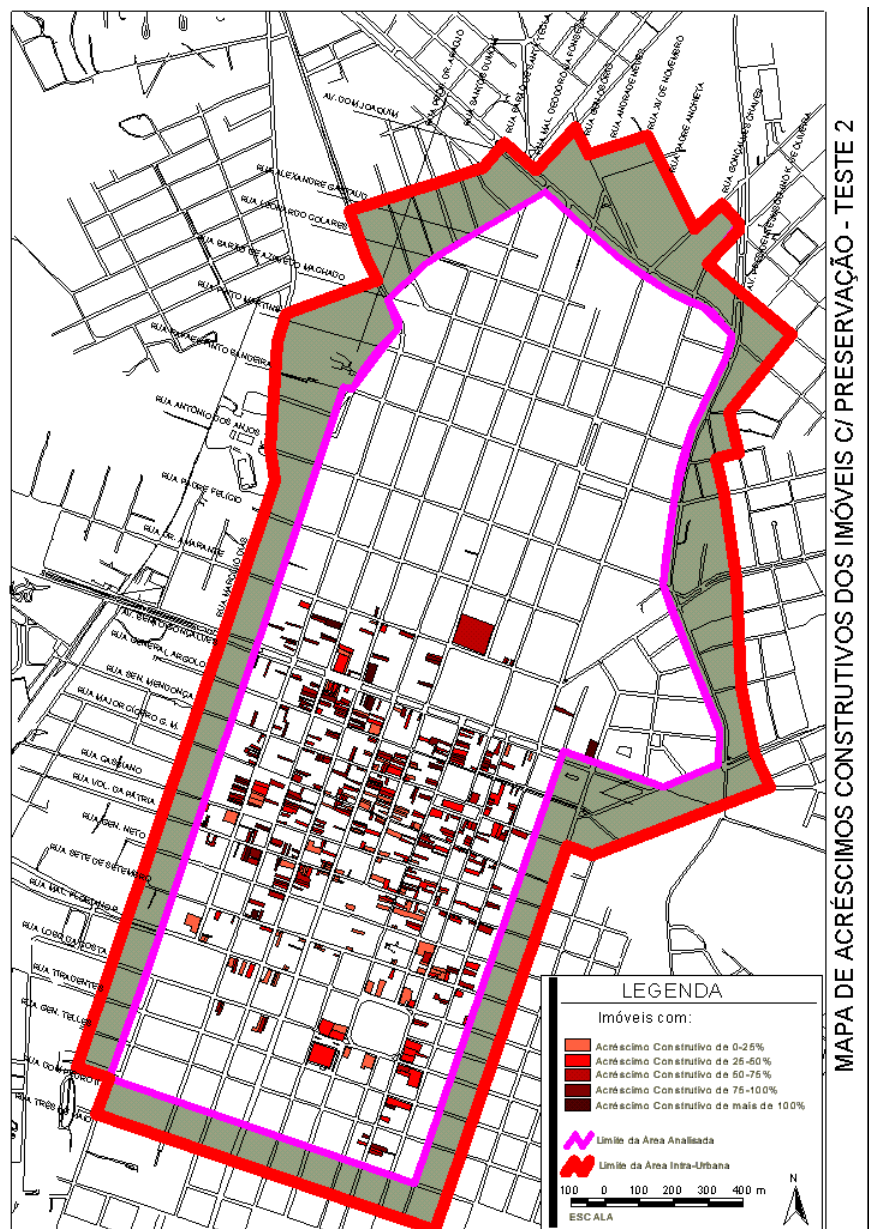


FIGURA 15 – Mapa de Acréscimos Construtivos, obtido do Teste 2, dos imóveis que, na realidade, possuem algum tipo de preservação.

Fonte: Autora (2013).

Com o auxílio da figura 15 se verifica que todos os prédios que possuíam algum tipo de preservação tiveram acréscimos construtivos. Os acréscimos construtivos de 0-25% correspondem a 23%, os da faixa de 25-50% a 29%, os da faixa de 50-75% a 31%, os da faixa de 75-100% a 9% e os da faixa de mais de 100% de acréscimo construtivo a 6% do total de imóveis que na realidade possuem algum tipo de preservação, e que nesta simulação foi

desconsiderado, para exatamente analisar o que aconteceria com tais imóveis sem proteção nenhuma. A maioria destes imóveis teve acréscimo construtivo de 25% para mais. O que inicialmente comprova que a legislação é necessária para colaborar na efetiva preservação destes bens, pois tais se encontram em áreas de especulação.

6.3. Análise Comparativa entre os Testes 1 com Restrições e 2 sem Restrições da Legislação Urbana

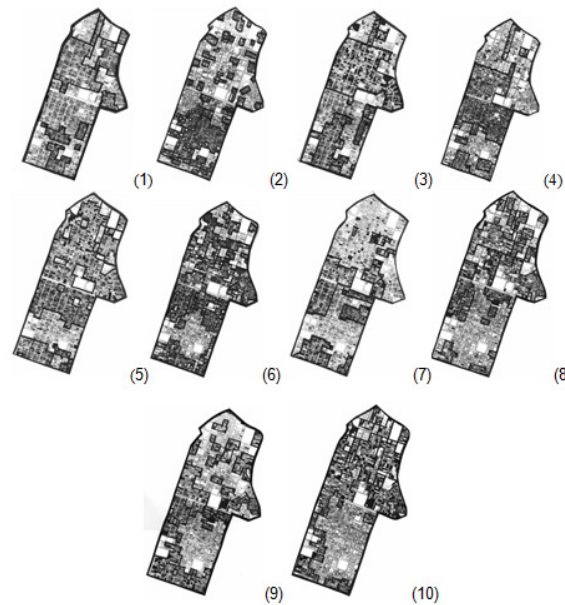


FIGURA 16 – (1), (3) e (5), (7) e (9): Mapa de Acréscimos Construtivos nas faixas 0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100% e mais de 100% do Teste 1; (2), (4), (6), (8) e (10): Mapa de Acréscimos Construtivos nas faixas 0-25%, 25-50%, 50-75%, 75-100% e mais de 100% do Teste 2.

Fonte: Autora (2013).

Os questionamentos principais a serem feitos para esta análise comparativa são os seguintes: *os imóveis que tiveram maior acréscimo construtivo no Teste 1, são os mesmos do Teste 2? A distribuição espacial dos menores e maiores acréscimos construtivos foi a mesma nos dois testes? Se não, quais as diferenças entre tais distribuições e quais as possíveis razões? A legislação é necessária para o controle da especulação imobiliária e para a preservação de determinados bens de interesse histórico?*

Estas perguntas podem ser respondidas a partir da observação da figura 16, e do resgate das análises produzidas para cada um destes testes anteriormente.

Se fossem os mesmos imóveis que tiveram a mesma faixa de acréscimo construtivo nos dois testes, ou mais globalmente, as mesmas áreas, se comprovaria, no objeto empírico analisado, que a especulação é espontânea, esta é indiferente a legislação. Quem a comanda, a direcionam são outros fatores. Ou que a legislação incidente não é uma barreira a especulação, a ação do mercado imobiliário, que normalmente aconteceria nestes locais. Mas, o que aconteceu foi o contrário, no caso do Teste 2

(simulação sem restrições de legislação, IA homogêneo e imóveis de interesse histórico sem nenhum tipo de proteção a transformações) os menores acréscimos construtivos apresentaram-se no núcleo central e os maiores em periferias mais afastadas do núcleo central como do outro lado da Av. Bento Gonçalves (figura 16). Enquanto que no Teste 1 (com restrições de legislação urbana), acontece ao contrário, os maiores acréscimos construtivos estão no núcleo central ou bem próximo dele e os menores na periferia mais afastada deste. Ao considerar que foi retirado o efeito do IA (já que este foi considerado o mesmo para toda a área, com um valor hipotético de 100), para enfatizar a preferência exclusivamente do mercado imobiliário, é verificado que este prefere o afastamento do centro, concentrando do outro lado da Av. Bento Gonçalves. Assim, pode-se ter uma conclusão prévia que o incentivo refletido em $IA=5$ no centro e $IA=2$ no restante (do outro lado da Av. Bento Gonçalves) não vai de encontro com a preferência do mercado, esta relação deveria ser invertida. Mas ao mesmo tempo, é verificado que a preservação de imóveis de interesse histórico deve ser mantida, e portanto, realmente é necessária, se realmente a intenção é de conservá-los, já que

quando esta proteção é retirada os maiores acréscimos construtivos foram pontuados, setorizados, exatamente nestes imóveis. Ainda pode-se especular que a legislação exerce forte influência na transformação espacial urbana, já que é verificado que este está incentivando a transformação no centro, ou seja, promove alteração na influência exercida somente pela configuração urbana e pela atratividade das atividades presentes (fatores refletidos na medida de centralidade), pois a centralidade dos dois testes é praticamente a mesma em todas as interações, o que mudou foi o IA, o qual foi homogeneizado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto à metodologia necessária a obtenção dos resultados pode ser mencionado que é muito trabalhosa, por não ser direta e objetiva; e sujeita a erros. Quanto à coleta de dados executada, pode ser mencionado o seguinte:

- falta de dados atualizados e confiáveis, bem como de dados passados para possíveis calibrações, mais difícil ainda quando a desagregação é grande;
- o Cadastro Imobiliário das prefeituras poderia ser a principal fonte, se este não possuísse, normalmente, muitos erros. Estes erros não interferem no trabalho em si, já que o principal é a aplicação prática atemporal e sem preocupação em que local foi aplicada, servindo o objeto empírico como exemplificação de uma possível área de uma possível cidade;
- falta de dados diretos relativos a incrementos construtivos em cada um dos tipos de uso do solo (atividades). terreno, o que acarretaria em um maior custo de execução da obra. A regulamentação ambiental também foi amplamente discutida, e como resultado obteve-se propostas conscientes quanto ao respeito aos condicionantes legais regidos pela legislação ambiental.

Quanto à escolha dos testes que foram realizados, aos resultados obtidos e as hipóteses levantadas, pode ser mencionado o seguinte:

- permitiram ensaiar certos porquês de determinados acréscimos construtivos em determinados locais;
- possibilitaram a comparação entre as influências analisadas a fim de buscar semelhanças e/ou diferenças de reflexos;
- permitiram verificar a importância da legislação de preservação; algumas relações de medidas configuracionais com o existente puderam ser verificadas; os resultados obtidos possuem seu mérito no que diz respeito a metodologia aplicada para obtê-los e ao testar determinados programas e algoritmos computacionais;
- verifica-se que a legislação tem poder de direcionar a especulação imobiliária. Ao mesmo tempo, pode ser observado que a vontade “natural” do mercado por certas localizações é diferente da incentivada pela legislação;
- a hipótese que o mercado prefere áreas menos consolidadas, menos centrais, e que c/ o tempo tais ficam saturadas, fazendo com que salte para uma nova localização ou diminua sua alocação, pode ser confirmada através da análise das interações efetuadas tanto no teste 1 como no 2, onde houve um “boom” de acréscimos construtivos nas duas primeiras rodadas, após observou-se uma homogeneização nas alocações.

Em termos gerais este trabalho possui validade, já que: possibilitou analisar a aplicação prática e a viabilidade de uma abordagem sistêmica e configuracional, a partir da utilização de certas medidas que expressam determinadas propriedades espaciais, e da respectiva metodologia empregada; contribuiu para o conhecimento científico ao confirmar o comportamento de algumas propriedades espaciais e a relação destas com a ação dos agentes urbanos sobre a transformação espacial; as simulações foram executadas encima de um objeto empírico, e não em um sistema hipotético. O que possui seus méritos por buscar a análise encima de sistemas existentes e reais, mas pode possuir desvantagens quando se busca especular as

diferenças de comportamento que aconteceriam quando em sistemas diferentes, o que neste trabalho não seria possível já que a base espacial é sempre a mesma, e nem era o objetivo; a desagregação utilizada foi maior que a comumente verificada em trabalhos anteriores, o que colaborou para verificar a complexidade deste tipo de fragmentação do espaço; foi desenvolvida uma metodologia que desvendasse todos os passos e programas necessários para facilitar o processamento das simulações, a partir de arquivos base com fórmulas, que permitiam que as novas interações fossem executadas mais rapidamente; apesar do dispêndio de tempo para a montagem do banco de dados e dos arquivos base, uma vez feitos, o tempo de processamento dos cálculos e a rodada de cada iteração são proporcionalmente inferiores a etapa base; possibilitou testar empiricamente uma das facetas, no caso o processamento do cálculo e visualização da medida configuracional centralidade, do programa computacional Medidas Urbanas, possibilitou testar empiricamente o Algoritmo do Modelo de Potencial/ Centralidade com novas desagregações e propósitos, e associando-o a outros programas computacionais do tipo SIG, principalmente com o Medidas Urbanas e o ArcView.

Os programas computacionais do tipo SIG, foram importantes para agilizar o desenvolvimento das simulações e das análises. O ArcView contribuiu para o dinamismo e espacialização das grande gama de informações gerada pelo modelo de potencial centralidade, favorecendo e facilitando as análises, pela sua interatividade, agregação dos bancos de dados em só e conseqüente visualização no mapa. Além de padronizar e facilitar a geração dos mapas temáticos e assim melhor visualização dos resultados das análises.

Referências Bibliográficas

DENDRINOS, D. (1992). *The Dynamics of Cities*. New York.

HARVEY, D. (1985). *The urbanization of capital*. Oxford: Blackwells.

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

KRAFTA, R. (1991). *Urban Configurational Development*. Tese de Doutorado, University of Cambridge.

KRAFTA, R. (1994). *Modelling Intraurban Configurational Development*. *Environment & Planning B*. Volume (21): 67-82.

KRAFTA, R. (1999). *Spatial Self-Organization and the production of the city*. *Urbana*. Volume (24).

KRAFTA, R., CONSTANTINOU, E., FERNANDEZ, F. (1999). *Configuração Urbana Futura: Padrão e Mudança*. In: *Anais do VIII Encontro Nacional da ANPUR*. Porto Alegre.

KRAFTA, R., FERNANDEZ, F. (1999). *Algoritmo Computacional do Modelo de Potencial Centralidade*. Programa Computacional de Geração de Medida Configuracional. Porto Alegre: PROPUR, Faculdade de Arquitetura da UFRGS.

WHEATON, W. (1982). *Urban spatial development with durable but replaceable capital*. In: *Journal of urban economics*, vol 26.

Programas Computacionais

ESRI - Environmental Systems Research Institute (1992). *ArcView GIS 3.2*. Programa Computacional de Geoprocessamento.

KRAFTA, R., FERNANDEZ, F. (1994). *Algoritmo Computacional do Modelo de Centralidade*. Programa Computacional de Geração de Medida Configuracional. Porto Alegre: PROPUR, Faculdade de Arquitetura da UFRGS.

KRAFTA, R., FERNANDEZ, F. (1999). *Algoritmo Computacional do Modelo de Potencial Centralidade*. Programa Computacional de Geração de Medida Configuracional. Porto Alegre: PROPUR, Faculdade de Arquitetura da UFRGS.

POLIDORI, M., CHAVES, J. (2000). *Medidas Urbanas v.1*. Programa Computacional de Geração de Medidas Configuracionais. Pelotas: Faculdade de Arquitetura da UFPEL.