

**PROCEDIMENTOS E CRITÉRIOS DE SIMULAÇÕES URBANAS
UTILIZANDO OS PRINCÍPIOS DA SINTAXE ESPACIAL****André de Souza Silva
Luiz Marcos Borghetti
Décio Rigatti¹**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS - Faculdade de Arquitetura

RESUMO

A presente pesquisa delimita uma discussão em torno de como a Sintaxe Espacial atua no campo da modelagem urbana, procurando descrever processos morfológicos. Neste sentido, são apresentadas três simulações de assentamentos utilizando os principais conceitos e procedimentos do método.

INTRODUÇÃO

A Sintaxe Espacial é uma técnica utilizada para a análise da produção e transformação da forma urbana. O método descreve aspectos diferentes das relações entre a estrutura morfológica de ambientes construídos e eventos sociais, auxiliando os desenhistas a pensarem nas repercussões sócio-espaciais de seus desenhos, assim como, a criarem ambientes urbanos mais satisfatórios para seus habitantes (TEKLENBURG *et al* 1991b).

O trabalho delimita um questionamento em torno de como a Sintaxe Espacial, atuando em sistemas axiais e convexas, pode ser utilizada como instrumento de apoio ao entendimento dos padrões de movimentos em assentamentos urbanos? Neste sentido, de modo a responder a questão formulada, apresentam-se três simulações de ocupação de uma área urbana onde se conhece apenas seu entorno, denominado “Y”.

No decorrer desta pesquisa, serão introduzidos os conceitos básicos da Sintaxe Espacial, a fim de auxiliar a compreensão dos principais preceitos teóricos/conceituais da técnica. Posteriormente, serão discutidas e simuladas medidas de integração, em áreas urbanas diferentemente classificadas segundo forma e tamanho. A primeira simulação reforça a importância do controle global no sistema, favorecendo a penetração e o movimento da categoria de estranhos. A segunda simulação reforça a importância do controle local no sistema, favorecendo as interfaces dos moradores entre si. E por último, uma simulação de equilíbrio, a qual não privilegia o controle espacial nem por parte de uma categoria social tampouco por outra (moradores *versus* estranhos).

Na seção final desta pesquisa, cada simulação será apresentada numa planta geral da proposta de organização espacial, através da identificação dos seguintes mapas: os conjuntos de barreiras (praças, rios, lagos, edificações, etc.); a decomposição convexa de cada proposta (espaços abertos públicos de irrestrita visibilidade); e a decomposição axial dos sistemas através da utilização do programa *Axman*. Paralelamente, será feita uma descrição sucinta dos princípios de organização espacial das propostas, bem como uma avaliação e interpretação dos resultados obtidos.

¹ Trabalho orientado pelo Prof^o Dr. Décio Rigatti da UFRGS (*ver agradecimentos*)

2. IMPLICAÇÕES SÓCIO-ESPACIAIS DA MORFOLOGIA URBANA NO MOVIMENTO DE PEDESTRES E VEÍCULOS

Métodos para a análise da configuração de espaço desenvolvidos na *Bartlett School Architecture e na University College London*, estão começando a sugerir a possibilidade de uma aproximação nova. Estes métodos baseiam-se na representação detalhada do padrão de espaços através do movimento de carros e de pedestres. Medem as propriedades destes padrões em que são considerados não somente as localizações de elementos espaciais - rua ou interseção - mas a configuração inteira de elementos, cada qual relacionado com os outros. Com isso, é possível inferir as implicações do desenho da malha urbana no modo que são distribuídos os fluxos pela rede e o modo como estabelecem contatos entre si.

A configuração da grelha viária gera um padrão de movimento natural para os pedestres como um todo, e isto é refletido numa correlação entre integração de espaço e taxas de fluxo de pedestres. Ruas mais integradas, geralmente possuem a maior taxa de fluxo de pedestres. A explicação provável é que a grelha gera um padrão de movimento de pedestres e isto atrai o comércio que tira proveito do transcurso. Em áreas mistas, os locais das lojas são preferencialmente localizados em espaços que possuam movimento, agindo como um multiplicador nos fluxos originais. Isso de certo modo explica porque há mais movimento em áreas comerciais, e porque tentativas de criar fluxos através da inserção de atratores em áreas residências é tão freqüentemente propensa ao fracasso. A chave para vender a varejo não corresponde apenas à atratividade da loja em si, mas da relação com outros espaços da malha urbana (PENN *et al*, 1998: 59-84).

A rede de ruas e espaços em uma área produz um padrão de movimento natural de pedestres e de tráfego veicular. As ruas principais tendem a estar em mais rotas entre lugares diferentes que as ruas secundárias, atraindo assim maiores níveis de uso. A localização de facilidades urbanas e atratores é importante, mas isto pouco influencia na criação geral do uso do espaço (HILLIER, 1988: 63-88). O movimento é visto a partir de formas construídas (edificações, praças, vias, etc) com graus diferentes de atração, o arranjo espacial é visto como contendo as conseqüências locais daquela atração (HILLIER *et al*, 1993: 29-66).

A configuração espacial influencia padrões de movimento, enquanto que o movimento dita o modo dominante do uso do espaço. Em sistemas urbanos a configuração é o gerador primário de padrões de movimento de pedestres, e, em geral, atratores são equalizados ou trabalham como multiplicadores no padrão básico estabelecido pela configuração. Isto não significa dizer que em todas as situações a maior proporção de movimento é gerada através da configuração. Pelo contrário, será freqüente o caso que o efeito multiplicador de atratores excede os efeitos de configurações (HILLIER *et al*, 1993: 29-66). Logicamente, a presença de atratores pode influenciar a presença de pessoas, mas não pode influenciar os parâmetros configuracionais fixos que descrevem seu local no espaço. Igualmente, a configuração pode afetar o movimento, mas parâmetros configuracionais não podem ser afetados pelo movimento (HILLIER *et al*, 1993: 29-66).

Pelo fato do movimento gerado pela configuração da grelha ser tão básico, HILLIER *et al* (1993: 29-66) propõem o uso do termo *Movimento Natural*, que consiste na proporção de movimento do pedestre urbano, determinada pela própria configuração da grelha. Embora o *Movimento Natural* não seja sempre quantitativamente o componente maior do movimento

em espaços urbanos, é o tipo mais penetrante de movimento em áreas urbanas, e sem isto, a maioria dos espaços estariam vazios em grande parte do tempo. Grelhas urbanas parecem ser estruturadas em ordem para criar, pela geração e canalização do movimento, um tipo de campo probabilístico de encontro potencial e vacância (HILLIER *et al*, 1993: 29-66). Em termos sociológicos, a propriedade mais notável de uma sociedade é que, embora possa ocupar um território contínuo, não pode ser considerada como um sistema espacialmente contínuo (HILLIER & HANSON, 1984: 26-52). Portanto, o conjunto de comportamentos é decorrência da estrutura social, que por sua vez influencia a morfologia. Neste ciclo virtuoso, morfologia urbana torna a ser influenciada pelo conjunto numa relação mútua. Deste modo o crescimento urbano é orgânico, há uma reciprocidade entre relações sociais e morfologia urbana.

Grande parte da morfologia urbana contemporânea tem sido criada e influenciada por desenhistas urbanos, não havendo ligação direta do conjunto de comportamentos, estrutura social e eventos morfológicos (TEKLENBURG *et al*, 1991a). Percebe-se, portanto, a importância social dos responsáveis pelo desenho urbano em nossas cidades. Muitas vezes, entretanto, pessoas apropriam-se do espaço de um modo totalmente contrário ao planejado. Isso denota a falta de critérios mais precisos que reflitam a lógica social do espaço. Para TEKLENBURG *et al* (1991a), a teoria da lógica social do espaço contém descrições de formas diferentes de sociedade e as suas várias relações com a morfologia do seu ambiente construído. A estrutura morfológica do ambiente construído é uma expressão da estrutura da sociedade. A proposição fundamental da teoria de Sintaxe Espacial consiste na relação entre geradores das formas de assentamentos e forças sociais (HILLIER & HANSON, 1984: 82-102).

Sociedades, segundo HILLIER & HANSON (1984: 26-52) organizam-se em espaços, com um maior ou menor grau de agregação e separação, gerando padrões de movimento e encontro nos espaços. Estes espaços são compostos por edifícios, limites, caminhos, zonas, e assim por diante, de modo que o ambiente físico desta parcela de sociedade assume um padrão definido. Neste sentido, sociedades adquirem uma definida e reconhecível ordem espacial. É fato que o espaço cria uma relação espacial entre função e significado social em edifícios, ordenando as relações entre pessoas. Arquitetura não é uma arte social simplesmente porque edifícios são símbolos visuais importantes da sociedade, mas também pelo fato que edificações, individualmente ou coletivamente, criam e ordenam o espaço, sendo reconhecido o tipo de sociedade e sua forma espacial (HILLIER & HANSON, 1984: 1-25).

Parece claro, que sempre há uma relação forte entre a forma de espaço e os modos nos quais são gerados e controlados os encontros. Padrões são diferentes em sociedades diferentes, pois tipos diferentes de sociedade requerem tipos diferentes de controle em encontros, para ser aquele tipo de sociedade. DURKHEIM (1973) distinguiu dois princípios de solidariedade ou coesão social: um solidário orgânico baseado em interdependência por diferenças; e um solidário mecânico baseado em integração por semelhanças de convicção e estrutura de grupo. A solidariedade orgânica requer um espaço integrado e denso, considerando que solidariedade mecânica requer um espaço segregado e disperso. DURKHEIM (1973) na verdade localizou a causa das solidariedades diferentes em variáveis de espaço, isto é, no tamanho e na densidade de populações (HILLIER & HANSON, 1984: 1-25). Em ambos os casos, está claro que uma qualidade importante é que a morfologia urbana pode ser expressa

em termos de integração *versus* segregação.

Cada sociedade possui grupos espaciais de pessoas, que vivem e se locomovem em grande proximidade umas das outras, e grupos trans-espaciais baseados na indicação de diferentes rótulos para diferentes grupos de indivíduos. Um rótulo agrupado é chamado trans-espacial porque o agrupamento não depende de modo algum de proximidade espacial, embora possa coincidir com um grupo espacial. Duas trajetórias diferentes de desenvolvimento de um sistema podem ser observadas: casos onde espaços e rótulos correspondentes, em que todos os membros do grupo espacial têm o mesmo rótulo; e casos onde espaços e rótulos estão numa relação de não-correspondência, ou seja, os grupos rotulados são distribuídos entre vários grupos espaciais (HILLIER & HANSON, 1984: 82-102).

O exterior é o espaço de categorias estruturadas, enquanto o espaço interno é o espaço de negociação pessoal, com a diferença que a negociação sempre está entre pessoas cujas identidades sociais formam parte do sistema global e, outros cujas identidades não o fazem (HILLIER & HANSON, 1984: 1-25). O espaço é, em resumo, em todos os lugares, uma função das formas de solidariedade social, e estas são, em troca, um produto da estrutura de sociedade. Isto fez que HILLIER & HANSON (1984: 1-25) definissem um axioma principal para toda a teoria da Sintaxe Espacial, qual seja: “(...) a de que a organização espacial é uma função da forma de solidariedade social; e que diferentes formas de solidariedade social são elas próprias construídas nos fundamentos de uma sociedade como sendo um sistema espacial e trans-espacial”.

3. DESCRIÇÃO DOS PRINCÍPIOS DE ORGANIZAÇÃO ESPACIAL QUE NORTEARAM AS SIMULAÇÕES PROPOSTAS

Podemos dizer, que a maior parte das construções das cidades na história da humanidade são o que podemos chamar de malha deformada, sendo este, o princípio topológico geral de uma malha com uma série de construções rodeadas de espaços abertos interconectados (HILLIER, 1988: 63-88). Neste sentido, a concepção formal das simulações propostas, assemelha-se a formas comumente encontradas em assentamentos urbanos. Esta aparente aleatoriedade enriquece algumas explanações conceituais relevantes aos propósitos desta pesquisa.

Malhas urbanas podem ser deformadas em dois sentidos: no *comprimento* do espaço, onde se percebe mudanças na medida em que se movimenta; e na *largura* de cada mudança de espaço (HILLIER, 1988: 63-88). Pode-se inferir que a malha deformada é unidimensional em termos de mudanças de compacidade dos espaços. Malhas urbanas quase invariavelmente são conceitualizadas como algum tipo de “hierarquia espacial”, no qual são assumidos tipos diferentes de prioridade configuracional para serem associados com graus diferentes de importância funcional (HILLIER *et al*, 1993: 29-66). Logicamente, apenas serão indicados os prováveis usos dos espaços em decorrência do desenho adotado em cada simulação.

A malha de uma cidade pode ser definida como o sistema de espaço de acesso público, no qual, edifícios são agregados e alinhados. A maior parte das malhas urbanas são e sempre tem sido, malhas deformadas, caracterizadas por irregularidades aparentes, em lugar de malhas ideais, caracterizadas por regularidade geométrica como a malha ortogonal em traçado xadrez. Isto apresenta dificuldades para a análise, pois a maior parte de nossos diferentes conceitos é geométrico. Grelhas urbanas são por definição contínuas. Isto cria uma segunda dificuldade.

Como a grelha urbana pode ser representada como um conjunto de elementos discretos para tornar a análise configuracional possível (HILLIER *et al*, 1993: 29-66). Neste sentido, existe um grupo de modelos, denominados modelos configuracionais, que enfatizam a importância das características do traçado no sistema urbano. As variáveis consideradas na base do modelo são: a configuração espacial da malha viária, que pode ser representada por linhas axiais (HILLIER & HANSON, 1984) e/ou por espaços convexos, e as edificações, que dependendo do uso, podem também ser chamadas de “atratores”. Modelos Configuracionais quantificam as propriedades de padrão da malha viária pela quebra dos padrões de continuidade dos espaços abertos e pelo movimento, tanto pelas menores quanto pelas mais longas linhas de visão que acessam os percursos de circulação (PENN *et al*, 1998: 59-84).

Baseado na idéia que o movimento pode ser representado por distâncias topológicas, HILLIER & HANSON (1984) desenvolveram os princípios conceituais da Sintaxe Espacial. Distância em Sintaxe Espacial é denominada profundidade, que consiste numa relação entre as partes do sistema, independentemente de medidas métricas. Determina-se a profundidade média de cada linha axial através da média da quantidade de passos topológicos que cada linha necessita para alcançar todas as demais linhas do sistema. Relações de profundidade necessariamente envolvem a noção de assimetria, e espaços somente podem ser profundos a partir de outros espaços, desde que seja necessário passar por outros espaços para chegar até eles. A menor profundidade existe quando todos os espaços estão diretamente conectados com o espaço de origem, e a maior profundidade quando todos os espaços estão arranjados em uma seqüência não linear distante do espaço de origem, ou seja, todos os espaços adicionais no sistema aumentam um nível de profundidade (HILLIER & HANSON, 1984: 82-102).

Cidades tradicionais têm formas que ordenam construções internas segundo a inteligibilidade e a funcionalidade, sempre através do conceito de ordem urbana (HILLIER, 1988: 63-88) e o foco central do método de Sintaxe Espacial é o conceito de integração. O conceito de integração parte do princípio de que todo o sistema de espaços públicos abertos de uma cidade pode ser decomposto em espaços convexos. A partir disso, HILLIER & HANSON (1984) criam os conceitos de *Espaços Convexos* e *Linhas Axiais* (eixos). Nos *Espaços Convexos* a borda de cada espaço envolve um vértice podendo ser também identificado pelo desenho de cada linha de vértice para o próximo ponto ou uma outra ilha na qual a área é definida pelo projeto de linhas que constituem os vértices originais. Todos os espaços convexos próximos são definidos, porém largos ou estreitos, possuem as entradas das construções voltadas diretamente para dentro. Esta é uma propriedade social de cada propriedade espacial. Isto significa que todos os espaços podem ver todos os outros pontos do espaço, ou seja, onde quer que você esteja localizado no espaço urbano, há sempre um potencial de observação das constituições².

No mapa de linhas axiais, percebe-se a articulação entre os diversos espaços entre si em linha reta e que representam graficamente as possibilidades de relações espaciais possíveis a partir de cada morfologia física, também denominada, em Sintaxe Espacial, de axialidade (RIGATTI, 1995: 171). As *Linhas Axiais* - utilizadas para calcular a integração do sistema - podem ser definidas como as maiores extensões em linha reta possível entre espaços convexos, e são representadas pelo *Mapa Axial*. O *Mapa Axial* é o menor número do conjunto das maiores linhas axiais capazes de cobrir todo o sistema de espaços convexos. A *cobertura* quer dizer que são completados todos os anéis de circulação e todos os elementos convexos

² constituições referem-se às possibilidades de interface entre o espaço público e privado

são passados por estes (HILLIER *et al*, 1993: 29-66). Com o *Mapa Axial* é possível perceber que cada linha passa por outra linha através de um mínimo de segmentos de linhas. Na medida de integração, as poucas linhas que cruzam precisam ser passadas de uma linha para todas as outras linhas. Integração é uma medida que relaciona cada espaço com todos os outros espaços do sistema, como consequência, taxas de encontro de espaços individuais são uma função principal de posições na estrutura global do sistema, não mais propriedades locais do espaço. Em outras palavras, as partes dependem da relação com o todo. Análises de um grande número de cidades no mundo tem demonstrado que a inteligibilidade define uma propriedade chave da estrutura espacial das cidades. Há uma relação direta entre campos de encontro, i. e., a presença de pessoas e padrões espaciais (HILLIER, 1988: 63-88). Assim sendo, o espaço é inteligível se for compreendido como sendo determinado por dois tipos de relações: as relações entre os habitantes e as relações entre os moradores e estranhos (HILLIER & HANSON, 1984: 1-25). Espaço não é um vazio sem estrutura. Aqui precisamos, segundo HILLIER & HANSON (1997: 360), lembrar das influências contrárias de dois princípios básicos: linearidade integra o campo da visibilidade, enquanto que a concordância integra o campo do movimento. O desenho urbano concilia estes dois imperativos dos sistemas de crescimento, embora as malhas “deformadas” ou “interrompidas” tendam a maximizar a linearidade sem perder a concordância.

O *Núcleo de Integração* é provavelmente a mais importante “estrutura de profundidade” de toda a cidade. Esta estrutura pode variar de um tipo de cidade para outra, mas pode ser usualmente descrita como alguma parte do núcleo deformado (HILLIER, 1988: 63-88). O núcleo de integração em qualquer sistema é um espaço privilegiado em termos de acessibilidade em relação à cidade como um todo. Uma linha “rasa” (com pouca profundidade) tende a integrar mais o sistema. Por outro lado uma linha profunda afasta de si todas as demais, resultando espaços mais segregados do conjunto, ou seja, com acessibilidade menos direta (RIGATTI, 1995; 2002). Os sistemas rasos, ou de maior integração, são aqueles em que todos os espaços estão ligados a um ponto de origem, exterior ao assentamento. Os sistemas mais profundos, ou mais segregados, possuem espaços dispostos em ordem seqüencial a partir de um ponto de origem, onde cada espaço adicionado ao sistema corresponde um nível a mais de profundidade. Interessante notar que núcleos de integração possuem valores de integração em suas linhas axiais mais diferenciados do que a média encontrada para o conjunto do sistema. Quanto maior a força de um núcleo de integração, maior será sua importância sintática no sistema espacial.

3.1. Regras práticas para a aplicação do método de Sintaxe Espacial numa situação desejável de Equilíbrio

Para aplicar a Sintaxe Espacial é necessário construir uma representação vívida de uma área urbana, i. e., fazer a divisão da área em espaço público e espaço privado. O espaço público só pode ser contínuo e podemos chamar de espaço aberto da área. Este espaço aberto é dividido no menor número possível de espaços convexos, partindo sempre do espaço maior para o menor (TEKLENBURG *et al* 1991b).

As regras práticas apresentadas a seguir, propostas por HILLIER (1988: 63-88) para o desenho de uma área em equilíbrio, usam os termos “diagrama de linhas” e “diagrama de espaços” para referir-se respectivamente à estrutura axial e à estrutura convexa de um esquema proposto:

-Se é planejado que a área nova ou a área modificada deva se relacionar efetivamente à área circunvizinha, tenha a certeza de que o diagrama de linhas do esboço une o núcleo do esquema com a área circunvizinha em várias direções com linhas que permitam visibilidade e acesso direto. Estas linhas chave não devem passar direto pelo esquema, mas alcançar destinos importantes dentro do esquema, antes de mudar de direção. Estas linhas devem também levar em conta as linhas dominantes que já existem na área circunvizinha, não dando continuidade, mas redirecionando-as. De fato, esta primeira fase do desenho é o desenho de um núcleo integrado desejado;

-No desenvolvimento de um diagrama de linhas, esteja certo de que todas as linhas estão no máximo a duas linhas de profundidade do exterior e do núcleo de integração, podendo ter algumas linhas com três passos de profundidade;

-Certifique-se que todos os anéis do diagrama de linhas, incluindo aqueles que são periféricos à área, estejam relacionados com o núcleo de integração do sistema. Se existirem anéis muito segregados, então eles criarão acessos com uso inadequado. A escolha de rotas é recomendável, porém, tenha o cuidado de que todas sejam adequadas ao uso;

-Certifique-se que todos os espaços no diagrama de espaços, estreitos ou largos, tenham entradas de construções abertas diretamente para eles. Se isso não for possível para pequenos espaços então evite criá-los. Evite agrupar muitas entradas em poucos espaços e assegure-se de que todas as partes do esquema estejam relacionadas com as entradas;

-Certifique-se que os espaços no diagrama de espaços tenham visibilidade e acessos diretos através do diagrama de linhas para a estrutura maior do esquema;

-Certifique-se que a orientação das fachadas das construções e suas respectivas entradas estejam claramente direcionadas para a estrutura dos espaços convexos e das linhas axiais. Por exemplo, linhas de visão de edifícios imponentes, com ângulos abertos, sugerem possibilidades de movimento adicionais;

-Evite espaços fechados, exceto quando os mesmos influenciarem deliberadamente o todo;

-Evite a repetição e a simples troca geométrica tanto quanto possível, diferenças locais ajudam na inteligibilidade global se forem bem controladas;

-Evite excesso de hierarquização dos espaços. Taxas maiores de integração e de segregação de espaços são necessárias para diferenciar as partes do sistema em zonas agitadas ou não, e evite criar espaços que fiquem vazios a maior parte do tempo;

Se o esquema for grande ou complexo o bastante para merecer um estudo preparatório, as regras a seguir serão muito úteis:

-A área que cerca o esquema proposto ou a alteração da mesma deverá ser analisada sintaticamente para estabelecer sua estrutura existente. Uma área com um diâmetro em torno de 1 quilômetro é usualmente adequada para dar uma base firme ao estudo;

-O padrão existente de uso espacial e movimento na área pode ser estudado por uma amostra de espaços selecionados para cobrir a gama de tipos espaciais na área: integrando e segregando, comercial e residencial, e assim por diante. Deveriam ser correlacionados os vários tipos de taxas de encontro com as análises de espaço para dar um quadro claro do funcionamento da área como ela está, e como isso se relaciona com a estrutura espacial;

-Use a análise da área para gerar planos de esboços alternativos, então insira estes dados da área no computador e faça uma re-análise. Isto vai demonstrar o efeito da área em cada esquema e o efeito de cada esquema na área. Isto também possibilita, neste estágio, simular padrões de movimento prováveis em cada plano de esboço alternativo, usando o conhecimento obtido no estudo da área existente;

-Use esta análise para localizar edifícios chave e instalações os quais necessitem de um tipo particular de relação com a área circundante, e também para a estrutura interna do espaço deste local;

-Então prossiga utilizando as nove regras expostas anteriormente, tendo o cuidado de, a cada estágio do desenvolvimento, checar os resultados;

Cabe ressaltar que a noção de sistema urbano corresponde à idéia de que alterando-se uma ou mais partes constituintes, isso terá reflexos em todo o conjunto. Como trata-se de um estudo teórico, não levou-se em consideração o entorno imediato do assentamento, que poderia estar implantado em qualquer cidade. Logicamente que a sua inserção num tecido pré-existente alteraria fortemente as medidas sintáticas. Estudos mostraram que padrões de movimento são globalmente (não localmente) determinados, e que predição só é possível de parâmetros sintáticos fixados à área em um contexto urbano razoavelmente grande. Segue que, se formos predizer movimento natural dentro de um local de desenvolvimento, devemos primeiro predizer movimento na área de alcance, e, se fizermos predições padrões de movimento dentro da área de alcance, então teremos que saber como o todo do alcance relaciona a sua própria área de alcance (HILLIER *et al*, 1993: 29-66).

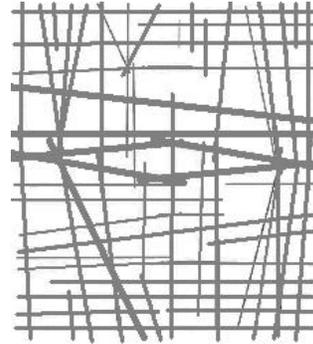
3.2. O controle em sistema Global - 1ª simulação

No caso da simulação global, as possibilidades de circulação são extremamente elevadas e variadas, podendo-se identificar diversos eixos diferentes. Esses eixos passam tanto pelo perímetro da área como pelo seu interior, percorrendo quase toda a área, de uma extremidade a outra. Um fator que reforça o controle global do sistema são várias linhas conectadas com o exterior (Mapa 1).

Existem as linhas que nos permitem grandes acessibilidades, como os eixos externos e alguns internos, que garantem a conexão tanto do interior do sistema quanto do exterior, favorecendo a articulação entre as diversas partes do assentamento, o movimento e a penetração de estranhos. As rupturas dos eixos vão definir graus de importância diferenciados, em que alguns são de uso mais restrito e outros de uso mais amplo. Isso se deve a maior ou menor facilidade de alcance de um espaço para com os demais espaços. A acessibilidade de linhas que atravessam o sistema de um lado a outro, ou seja, possibilidades efetivas de se percorrer em linha reta os diversos espaços do sistema, são percursos menos controlados e de maior extensão.



Mapa 1



Mapa 2

Mapa 1 Mapa geral da organização espacial e suas barreiras, e de decomposição convexa do sistema de espaços abertos públicos. **Mapa 2.** Mapa geral da decomposição axial do sistema (*gradação das Linhas Axiais: quanto mais largas mais integradas*).

Existem linhas no mapa axial (Mapa 2) que indicam um espaço o qual é diretamente acessível e visível de todos os outros pontos, em que não há lugares ocultos. Onde quer que você esteja, terá consciência do espaço local através de uma organização convexa. Mas ao mesmo tempo você estará consciente do sistema global do espaço pelas linhas de visão e acessos os quais são conectados diretamente.

Em termos geométricos, o desenho propõe uma variedade de espaços livres públicos que podem vir a dinamizar o uso e as funções de determinadas áreas. Os espaços maiores estão localizados nas extremidades do assentamento, voltando-se para extensas linhas axiais que cruzam o sistema. Eixos longos propiciam maiores possibilidades de conexões gerando caminhos prioritários para outros espaços, i.e., maior integração. Neste sentido, grandes espaços convexos do assentamento favorecem o aparecimento de áreas comerciais. Esta maior probabilidade funcional, deve-se ao papel desempenhado por linhas axiais na conexão com outras linhas, possibilitando a integração do núcleo com seu entorno.

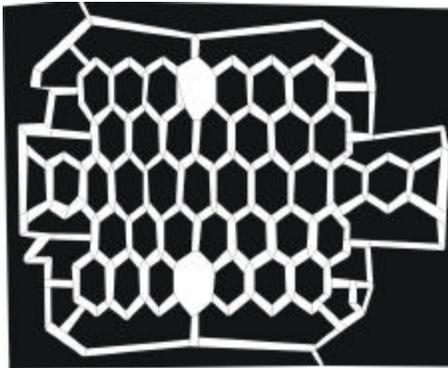
3.3. O controle em um sistema Local - 2ª simulação

No mapa axial local (Mapa 4) percebe-se que a integração corre do centro para as extremidades, com a maior integração no centro e menor na periferia. Isto prioriza o centro do ponto de vista dos efeitos conhecidos de integração em função de um sistema espacial. Possivelmente, o maior movimento ocorrerá ao longo de menores caminhos que passam através da área central, mesmo o movimento sendo de todos os pontos para todos os outros pontos ou, se origens e destinações são casuais (HILLIER, 1997: 340). Deste modo a área geometricamente mais central será a mais integrada, em contrapartida, maximizará a segregação externa, sendo este o “paradoxo da centralidade” (HILLIER, 1997: 340). Da análise pode-se observar que nesta simulação poderão existir processos de apropriação social do espaço que favoreçam mais uma camada social do que outra. Todas as linhas do sistema tendem a estruturar um reforço das relações individuais dos moradores. Por outro lado, o arranjo das linhas mais centrais determina um certo potencial de contato social (Global). Todo o assentamento é formado por um sistema descontínuo e recorrente de espaços abertos, cuja forma resulta do arranjo (agrupamento) de espaços privados (Mapa 3). Esta forma cria espaços mais isolados em termos de proximidade física, favorecendo as relações de vizinhança imediata.

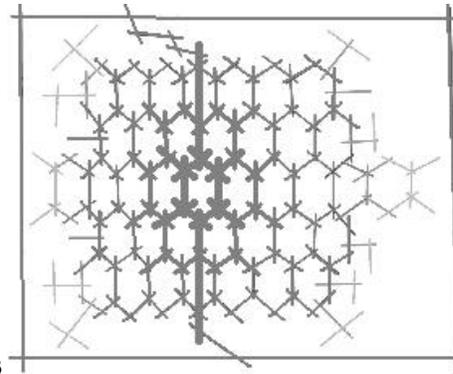
Segundo KELLER (1979: 56-57) *apud* RIGATTI (1995: 149).

"(...) em áreas de muitos contatos entre vizinhos, estes se conhecem devido às deduções dos laços de parentesco, amizade e vizinhança. Igualmente, nestas zonas, um maior número de pessoas conhece muitos dos seus vizinhos de vista e de nome, mas isto se deve menos ao interesse e ao afeto pessoal do que ao entorno em geral que, virtualmente, torna inevitável esse conhecimento".

Há uma grande simplificação da estrutura urbana no que corresponde à demarcação de hierarquias. Os espaços possuem fácil leitura do ponto de vista do morador, devido às transições de hierarquias presentes, entretanto, do ponto de vista do visitante são pouco inteligíveis. A possibilidade de existirem espaços menos utilizados é pequena, na medida em que os espaços disponibilizam praticamente o mesmo grau de interesse. Os espaços de circulação favorecem os deslocamentos em trechos subsequentes e repetitivos, uma vez que cada segmento de reta sofre uma deflexão.



Mapa 3



Mapa 4

Mapa 3 Mapa geral da organização espacial e suas barreiras, e de decomposição convexa do sistema de espaços abertos públicos. O mapa de convexidade corresponde ao menor número dos maiores espaços convexas existentes no projeto. **Mapa 4** Mapa geral da decomposição axial do sistema (*gradação das Linhas Axiais: quanto mais largas mais integradas*).

Esta simulação de controle local possui poucas linhas conectadas com o exterior e uma grande fragmentação dos espaços, favorecendo as interfaces dos moradores, fazendo com que o estranho sinta-se num espaço labiríntico. Há pouca diferenciação espacial, o que reforça as dificuldades de leitura e de hierarquização. O desenho, por apresentar muitas mudanças de direção, promove certas restrições ao acesso veicular, favorecendo o aspecto da segurança para os pedestres. É importante ressaltar que o desenho reforça certos espaços públicos como pertencentes a este assentamento, desestimulando a entrada de estranhos. Há uma grande tendência que este tipo de assentamento favoreça a ocupação residencial. O uso residencial, de um modo geral, costuma localizar-se em áreas mais segregadas dentro do sistema.

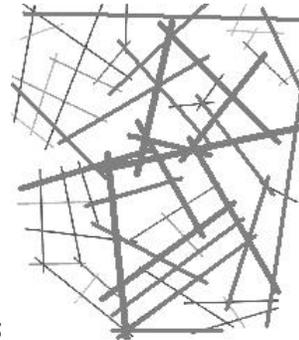
3.4 O controle em um sistema de Equilíbrio - 3ª simulação

Alguns espaços são localmente integrados, mas não o são globalmente, porém, há espaços que são localmente e globalmente integrados. As linhas em destaque (Mapa 5) alteram mais a acessibilidade do sistema, pela introdução de eixos contínuos, do centro para as extremidades. Nesta simulação, há um incremento significativo no movimento devido às linhas axiais que atravessam o sistema e passam pelo núcleo de integração (Mapa 6).

A deformação entorno do núcleo tende a favorecer o acesso de moradores no sistema, enquanto que o movimento natural dos estranhos entre as mais segregadas zonas do sistema continuamente intersecciona os espaços usados pelos moradores. Isto cria um aumento natural de interfaces probabilísticas entre moradores e estranhos no sistema (HILLIER, 1988: 63-88). Em condições globais há um núcleo integrado de ruas que correspondem à área central do sistema (possivelmente comercial). Este núcleo concentra as rotas radiais principais que conduzem das extremidades para o centro, além disso, as linhas mais periféricas estão vinculadas a estas radiais. Neste caso, a lógica configuracional parece refletir a densidade de desenvolvimento e as características de uso do solo da cidade (PENN *et al*, 1998: 59-84).



Mapa 5



Mapa 6

Mapa 5 Mapa geral da organização espacial e suas barreiras, e de decomposição convexa do sistema de espaços abertos públicos. **Mapa 6.** Mapa geral da decomposição axial dos espaços abertos públicos (*graduação das Linhas Axiais: quanto mais largas mais integradas*).

O assentamento possui amplos espaços internos distribuídos homogeneamente no tecido, articulados entre si por vias e caminhos. Esses espaços passam a ser utilizados tanto por moradores como por visitantes. O desenho estabelece uma linguagem de espaços públicos abertos tradicionais como ruas, largos e praças, eliminando as situações mais conflituosas em termos de apropriação espacial, indicando um claro equilíbrio espacial (Mapa 5). O desenho, apesar de possuir um traçado irregular, com algumas quadras extensas, define uma hierarquia de espaços de forma mais clara favorecendo a inteligibilidade do sistema. Linhas radiais mais periféricas, devido às menores articulações com o sistema espacial, apresentam uma integração menor do que as linhas mais centrais ao sistema. O centro do sistema é a área mais privilegiada para a implantação das atividades comerciais do assentamento. Os eixos que cruzam o sistema em relação aos quatro quadrantes são orientadores da expansão da área.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Sintaxe Espacial oferece freqüentemente uma ajuda ao desenhista urbano, não determinando, entretanto, a esses, o que deve ser feito, mas sim, possibilitando entender o que está sendo feito. Através da técnica de Sintaxe Espacial pode-se analisar situações existentes e prever o comportamento social do espaço através dos aspectos morfológicos inerentes a cada sistema distinto. Os resultados obtidos com a aplicação do programa *Axmann* foram considerados relevantes para esclarecer e embasar as simulações apresentadas. As três simulações procuraram discutir os conceitos teóricos/conceituais do método de Sintaxe Espacial, permitindo aferir de que modo diferentes configurações intervêm em estruturas locais e globais, sendo o sistema de equilíbrio a situação desejável em qualquer assentamento urbano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DURKHEIM, E. (1973). “Da divisão do trabalho social”. *In: As regras do método sociológico*. São Paulo: Abril, (pp. 303-372).

HILLIER, B. & HANSON, J. (1984). *The social logic of space*. Cambridge: Cambridge University Press.

HILLIER, B., & PENN, A. (1991). “Visible colleges: structure and randomness in the place of discovery”. *In: Science in Context* 4, 1, (pp.23-49).

HILLIER, B.; HANSON, J.; PENN, A.; GRAJEWSKI, T.; XU, J. (1993). “Natural movement: or configuration and attraction in urban pedestrian movement”. *In: Environment and Planning B: Planning and Design*, volume 20, (pp. 29-66).

HILLIER, B. (1997). *The space is the machine*. Cambridge University Press. Capítulo 9: The fundamental city. (pg. 335 - 368).

_____. (1998). “Against Enclousure”. *In: Rehumanizing house*. N. TEYMOUR; T. MARKUS and WOOLEY (editors). London, Butterworth, (pp. 63-88).

_____. (2000). “A theory of the city as object or how spatial laws mediate the social construction of urban space”. *In: Third Space Syntax Symposium*. Atlanta, Georgia. (np).

PENN, A.; HILLIER, B., BANISTER, D., XU, J. (1998). “Configurational modelling of urban movement networks”. *In: Environmental and Planning B: Planning and Design*, volume 25, pages 59-84.

RIGATTI, D. (1993). “O espaço da cidade e estruturação social”. *In: PANIZZZI, W. & ROVATTI, J. (org.). Estudos urbanos: Porto Alegre e seu planejamento*. Porto Alegre, Ed. da Universidade/UFRGS/Prefeitura Municipal de Porto Alegre, (pp. 87-98).

_____. (Junho/1995) “Apropriação social do espaço público - um estudo comparativo”. *In: Paisagem Ambiente Ensaios*. São Paulo, nº 7, (pp 141-196).

TEKLENBURG, J. A. F.; TIMMERMANS, H. J. P.; WAGENBERG, A. F. V. (1991a). “Space Syntax Demystified”. Scientific article. Urban Planning Group, Faculty of Architecture and Planning, University of Technology, Eindhoven . This paper is an extended version of a paper presented at the 22nd Annual Conference of the Environmental Design Research Association, Oaxtepec Mexico, march 12-15; (n/p).

_____. (1991b). “Space syntax: standardised integration measures and some simulations”. Scientific article. Urban Planning Group, Faculty of Architecture and Planning, University of Technology, Eindhoven . This paper is an extended version of a paper presented at the 22nd Annual Conference of the Environmental Design Research Association, Oaxtepec Mexico, march 12-15; (n/p).

<p>André de Souza Silva roann@ibest.com.br Arquiteto e Urbanista, Mestrando em Planejamento Urbano e Regional na UFRGS/PROPUR</p> <p>Luiz Marcos Borghetti lmborghetti@cpovo.net Arquiteto e Urbanista, Mestrando em Arquitetura na UFRGS/PROPAR</p> <p>Décio Rigatti drigatti@eudoramail.com Arquiteto e Urbanista, Professor Doutor e Orientador do Departamento de Urbanismo da UFRGS</p>

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer em especial a contribuição do Profº Dr. Décio Rigatti da UFRGS no enriquecimento intelectual e aprimoramento teórico deste trabalho, cujo assessoramento e disponibilidade de equipamento, viabilizou o desenvolvimento das simulações propostas.