

ANÁLISE CONFIGURACIONAL DO AMBIENTE CONSTRUÍDO: LOTES, EDIFÍCIOS E USO DO SOLO

Lucas Figueiredo de Medeiros
PPGAU - Universidade Federal da Paraíba
lucasfigueiredo@gmail.com

Claudia Ortiz-Chao
Universidad Anáhuac Querétaro
c.ortiz.chao@gmail.com

INTRODUÇÃO

Modelos de análise configuracional desenvolvidos na década de 80 e 90 (Hillier e Hanson, 1984; Hillier et al., 1993; Hillier, 1996) introduziram representações detalhadas de redes de ruas e espaços abertos. Embora tais modelos tenham demonstrado que a configuração de ruas e espaços abertos produz efeitos importantes, outras propriedades do ambiente construído também têm um papel a cumprir. Quanto maior a densidade de uma rede, mais desenvolvida ela tende a ser (Kansky, 1963). Em cidades, permeabilidade combinada com quadras menores resultam no fato de que é possível alcançar mais unidades como lotes ou edifícios em distâncias mais curtas (Jacobs, 1961; Peponis et al., 2008). Ao mesmo tempo, lotes grandes em quadras pequenas talvez cancelem esse efeito. Ou seja, o tamanho dos lotes é importante também. De fato, a maneira pela qual quadras e lotes evoluem ao longo do tempo, sendo lembrados ou desmembrados, é previsível a partir de suas localizações, formas e tamanhos iniciais (Siksna, 1998). Ou seja, outras propriedades do ambiente construído talvez afetem a vida nas cidades, mas há pouco conhecimento sobre seus efeitos combinados (Netto et al, 2012).

Para superar essa limitação, pesquisadores lançaram uma proposta promissora, na qual a análise configuracional é vista apenas como um caso especial do problema de acessibilidade na escala urbana (Krafta, 1994; 1996; Stähle et al., 2005; Sevtsuk e Mekonnen, 2012). Esses autores argumentam que, ao fazer isso, a análise pode incluir um conjunto mais amplo de elementos descritivos, como lotes e edifícios, e variáveis amplamente estudadas noutras disciplinas, como densidade urbana, uso do solo ou acessibilidade em relação a serviços e amenidades, dentre outras; variáveis que poderiam quantificar um ‘capital espacial’ (Marcus, 2007). Esses modelos utilizam uma representação detalhada da forma urbana, na qual lotes ou edifícios estão conectados a ruas para compor um único sistema em rede. O objetivo deste artigo é contribuir para esses esforços, primeiro ao analisar as vantagens de

estender a análise de mapas de ruas (linhas ou segmentos) para lotes ou edifícios; para então apresentar uma implementação que introduz alguns procedimentos que refinam as análises.

ANÁLISE CONFIGURACIONAL DE RUAS

Cidades de todos os tipos apresentam uma hierarquia na qual ruas mais longas são mais importantes, conectando conjuntos de ruas mais curtas. Arranjos de ruas determinam a permeabilidade de uma área, integrando ou segregando lugares em relação à rede como um todo. Essas propriedades configuracionais são facilmente capturadas através de ‘mapas de linhas’ (Hillier e Hanson, 1984; Hillier e Iida, 2005; Figueiredo e Amorim, 2005; Turner, 2007; Peponis et al., 2008), os quais decompõem a rede de ruas em um conjunto de espaços lineares. Nesse tipo de análise, ruas mais “integradas” estão a uma distância média menor em relação a todas as outras. Essa distância, no entanto, não é métrica¹. É medida em termos de mudanças de direção. Ruas integradas então seriam “mais fáceis de achar” (menos mudanças de direção para chegar até elas, independentemente da distância métrica percorrida até elas).

A Figura 1a apresenta o mapa de integração de uma malha fictícia utilizada como exemplo. Um exame atencioso revela que a forma retangular e pequenas interrupções criadas por quadras maiores criam uma diferenciação nessa malha-exemplo. Linhas diferem em comprimento e número de conexões. Não por coincidência, a linha mais integrada (em vermelho) é mais conectada. Como uma entidade isolada, essa malha apresenta uma característica particular: algumas das ruas mais longas e conectadas estão localizadas nas bordas. Introduzir distâncias métricas permite que o método revele tais padrões de integração dentro de um raio métrico (Turner, 2007; Peponis et al. 2008), i.e. ruas mais ou menos fáceis de achar até uma determinada distância (métrica). Outro uso para um raio métrico é mensurar a densidade da rede de ruas, o que é feito com mais precisão através de segmentos de rua (trechos entre dois cruzamentos), ao invés de linhas.

¹ Em todo o artigo distâncias físicas serão denominadas ‘métricas’ por se referir à distâncias medidas percorrendo a malha da rede de ruas. Ou seja, não são distâncias de ‘vôo de pássaro’, pois levam em conta a morfologia da malha.

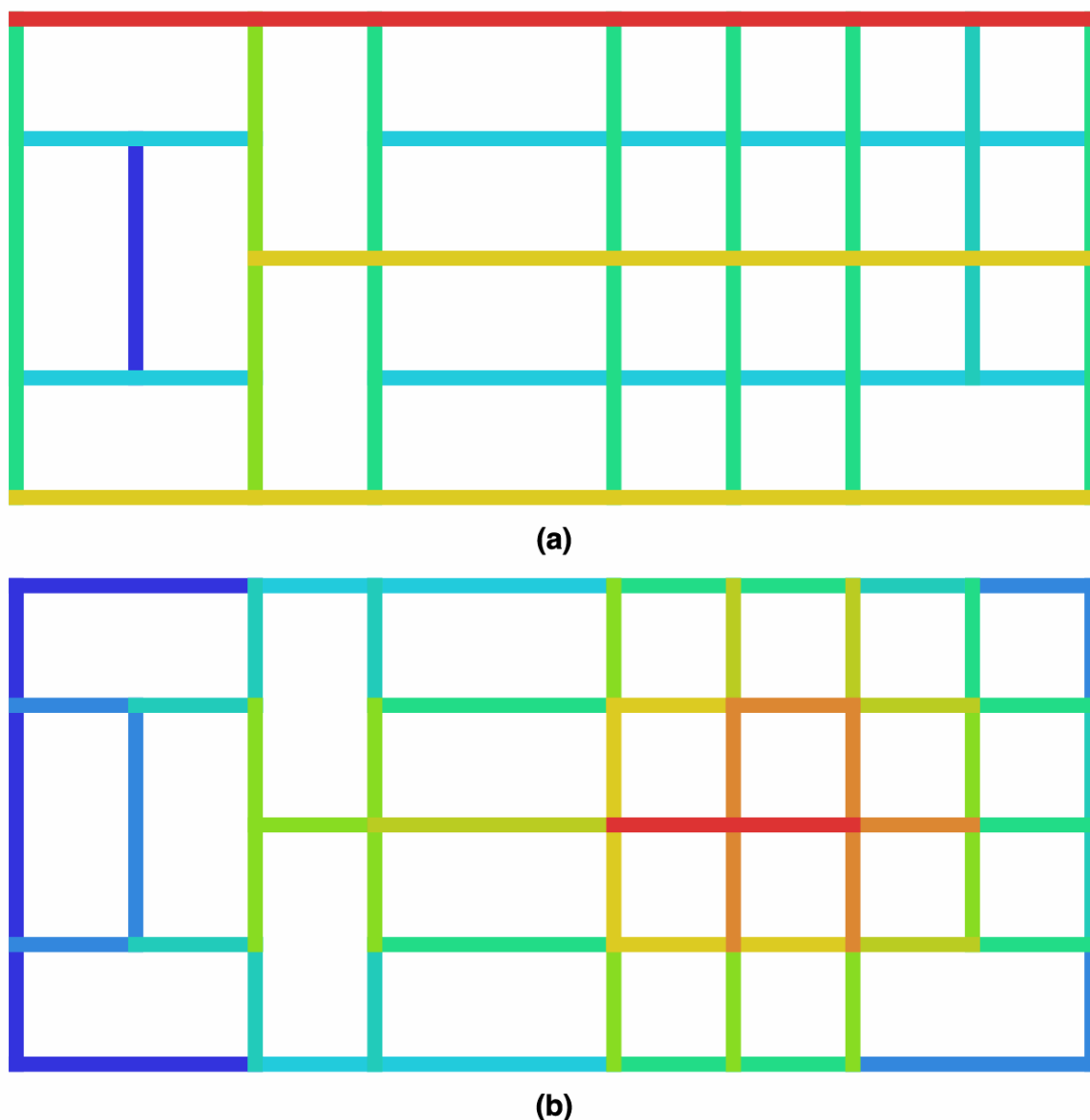


Figura 1: Integração e ‘Alcance Métrico’

(a) Mapa de integração da grade-exemplo. Tons mais quentes indicam as linhas mais integradas, i.e. aquelas mais fáceis de achar, enquanto tons mais frios indicam as mais segregadas. (b) Densidade de ruas na mesma grade como ‘alcance métrico’, *metric reach* (Peponis et al., 2008). Ele ilustra a soma dos comprimentos dos trechos de rua que se encontram em até 250 metros a partir do centro de cada segmento de rua. Tons mais quentes indicam segmentos em áreas mais densas e permeáveis.

A Figura 1b ilustra o quanto da rede de ruas se encontra dentro de um raio de 250 metros a partir do centro de cada segmento de rua, uma medida de ‘alcance métrico’ – *metric reach* (Peponis et al., 2008). Note que esse raio não é um buffer circular a partir de um ponto dado. A distância máxima precisa ser alcançada usando a rede ruas, o que significa dizer que

a medida também captura a morfologia e a permeabilidade do sistema. Diferenças nos tamanhos de quadra resultam no fato de que a rede é mais densa em algumas partes, onde potencialmente mais lotes ou edifícios podem ser alcançados a partir de um ponto qualquer. Essa medida revela outra característica interessante da nossa grade-exemplo: uma vez a linha mais integrada está na borda, ela não cruza a parte mais densa da malha.

É evidente que sem lotes, edifícios e seus usos – e pessoas se locomovendo entre eles – as propriedades configuracionais ou geométricas da malha revelam apenas um potencial para movimento, que depende de outras variáveis para se confirmar. Por essa razão, os mapas de linhas se adaptam bem a cidades nas quais a densidade populacional e construída é mais ou menos uniforme em seus territórios, mas encontram dificuldades noutros contextos. Cidades brasileiras que apresentam uma grandes variações de densidade populacional e construída são um exemplo típico dessa dificuldade.

ANÁLISE CONFIGURACIONAL DE LOTES E EDIFÍCIOS

É fácil perceber, então, como a análise pode se beneficiar ao incluir lotes ou edifícios. Incluí-los adiciona ao conjunto de informações disponíveis mais origens e destinos, o número de lotes ou edifícios conectados a uma rua ou segmento de rua, e assim por diante. Em outras palavras, a análise pode levar em conta diferenças de como a malha urbana está carregada em suas diferentes partes (ver Hillier, 1999a, p. 175-178). Essa ideia de medir relações entre uma gama maior de elementos descritivos não é nova. A análise configuracional já foi usada numa grande variedade de sistemas (Kansky, 1963; Steadman, 1983). A pesquisa pioneira de Kruger (1979) é um exemplo notável disso. O núcleo de sua proposta é estabelecer regras para descrever relações entre elementos arquitetônicos e urbanos de qualquer tipo, e não apenas entre ruas ou espaços abertos.

Conectar lotes ou edifícios a ruas usando um SIG (sistema de informação geográfica) é trivial: pode-se utilizar um ponto de endereço ou o centroide de cada polígono representando um lote ou edifício e conectá-lo à linha (ver Stähle et al., 2005), segmento de rua ou junção (ver Sevtsuk e Mekonnen, 2012) mais próximos. Esse procedimento, no entanto, produz ao menos dois erros básicos, como ilustrado na Figura 2. Primeiro, um lote pode margear duas ou mais ruas e esse procedimento cria uma única conexão com um deles. Segundo, um lote talvez não margeie a rua mais próxima e como resultado o procedimento cria uma conexão que não existe (Sevtsuk e Mekonnen, 2012, p. 290). A implementação

utilizada neste artigo (Figueiredo, 2004) ataca esses problemas traçando linhas do centroide de cada polígono representando um lote ou edifício na direção de cada uma de suas faces (Figura 2).

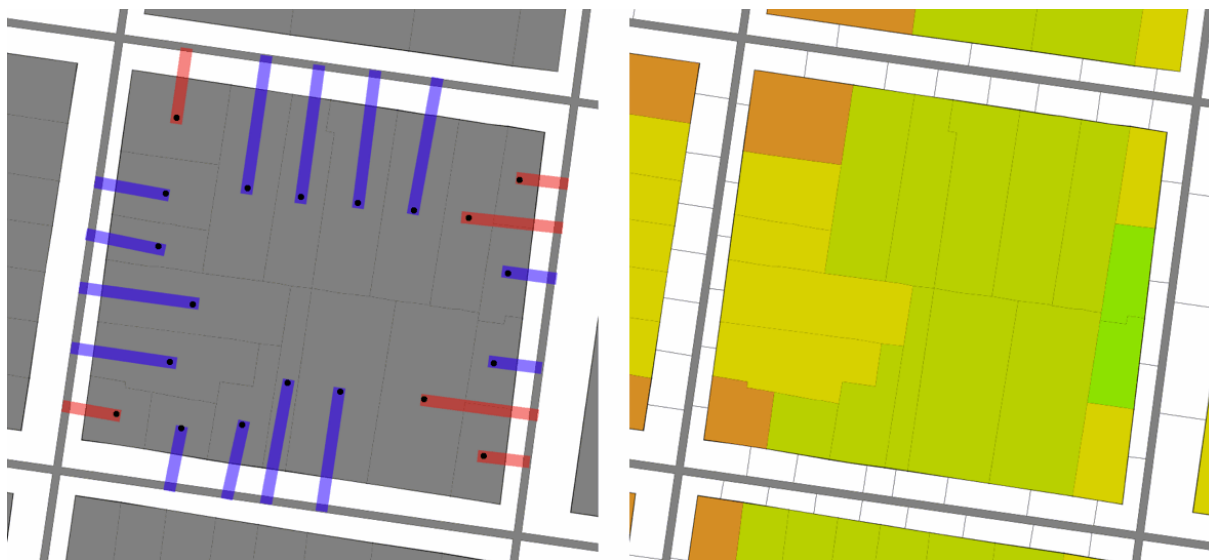


Figura 2: Criando Interfaces

(Esquerda) Procedimento padrão para conectar lotes a ruas usando uma ferramenta SIG. Ele conecta o centroide de cada polígono à rua mais próxima. Dois erros ocorrem, destacados na figura em vermelho: lotes de esquina recebem uma única conexão e alguns lotes são conectados a ruas que não margeiam. (Direita) Nosso procedimento para conectar lotes procura por todas as possíveis conexões e cria as interfaces corretas.

O procedimento tem início traçando linhas na direção do meio de cada face. Se uma rua é encontrada, ele cria uma interface (conexão) entre o lote ou edifício e a rua. Se outro lote ou edifício é encontrado, ele para e passa para próxima face. Uma variação é tentar novamente dividindo a face em duas e traçando linhas diagonais na direção do meio de cada segmento que termina numa quina. Esse passo adicional pode ser repetido um certo número de vezes antes de passar para a próxima face. Essa variação (ou uma combinação de ambas) apresenta resultados melhores em ambientes mais complexos porque cria interfaces diagonais que alcançam ruas nos arredores (Figura 3). Note que ruas podem ser representadas como linhas ou segmentos de rua, o modelo pode ser adaptado para ambos os casos. No entanto, usar segmentos de rua é algo que desnecessário visto que lotes ou edifícios já oferecem um detalhamento numa escala mais refinada.

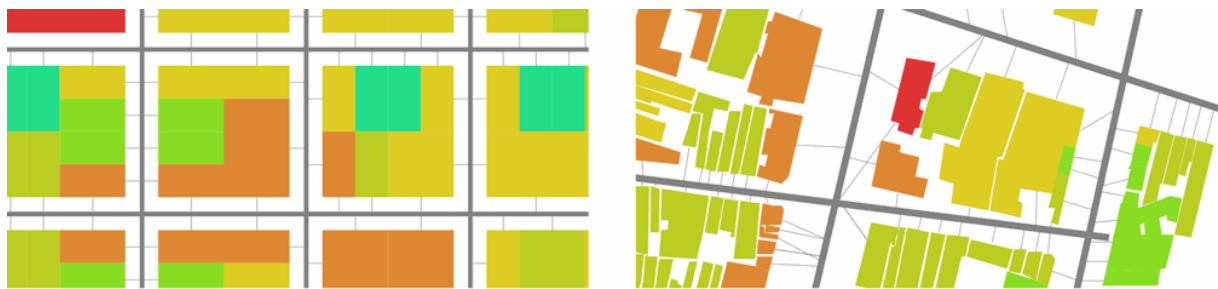
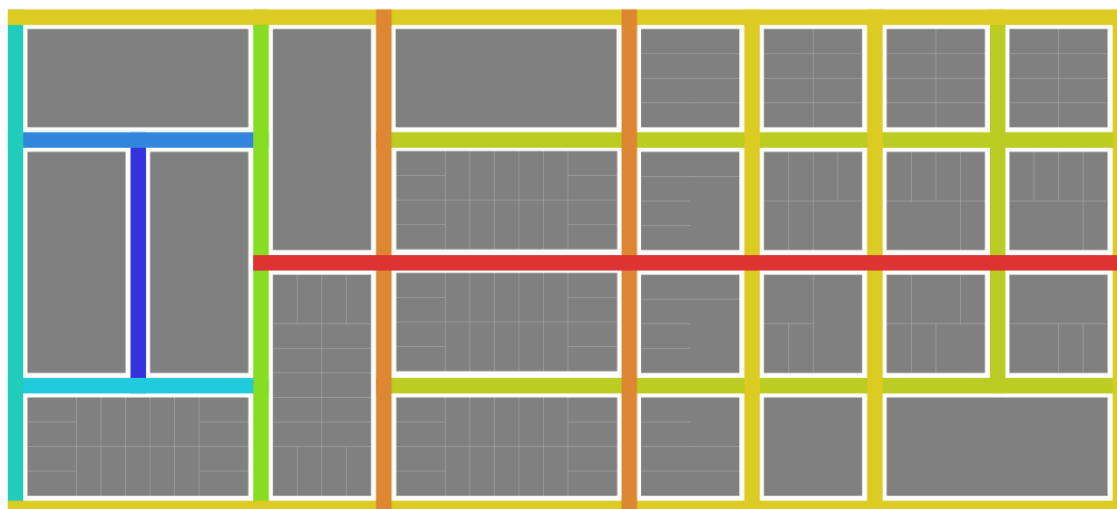


Figura 3: Interfaces

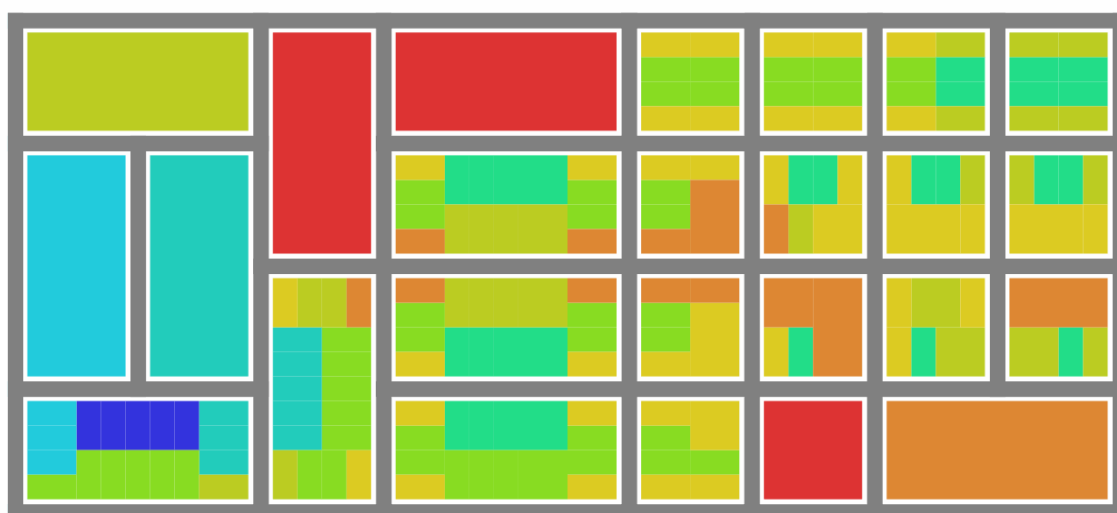
(Esquerda) Interfaces como linhas traçadas perpendicularmente à cada face de um lote. (Direita) Interfaces adicionais são criadas como linhas diagonais traçadas a partir do centro de cada edifício (projeções no solo) na direção de pontos de referência criados ao repartir as faces. Essa última abordagem aumenta a chance de conectar um lote ou edifício a uma rua nos arredores.

O procedimento cria um mapa de linhas carregado com nós (vértices) representando lotes ou edifícios, conectados a nós representando linhas ou segmentos de rua. Como resultado, todas as medidas configuracionais podem ser capturadas através desse modelo para lotes (ou edifícios). Por exemplo, a integração de um lote é calculada levando em conta a localização do lote em relação a todos os outros lotes (Stähle et al., 2005), enquanto o valor de perpasso (*betweenness centrality*) de um lote é o número de viagens que de todos os lotes para todos os outros lotes que passam na frente de uma das faces do lote (Krafta, 1994; Sevtsuk e Mekonnen, 2012). A implementação aqui utilizada já foi aplicada a um sistema contendo 160 000 lotes conectados numa única rede (Ortiz-Chao e Hillier, 2007; Ortiz-Chao 2008), maior do que aqueles analisados por modelos similares em trabalhos previamente publicados (Stähle et al., 2005; Sevtsuk e Mekonnen, 2012).

A Figura 4a ilustra o mapa de integração da grade-exemplo recalculado para levar em consideração os lotes. Para simplificar, parte-se do princípio de que cada lote ou edifício tem uma única interface com cada rua que margeia, quando na prática podem existir mais de uma ou nenhuma interface (uma fachada cega). O novo mapa revela que a linha mais integrada está de fato no centro. Comparado com a análise apenas das linhas na Figura 1a, essa nova linha tornou-se a mais integrada porque está conectada a um grande número de unidades, i.e. lotes e ruas (Hillier 1999a, p. 176-178).



(a)



(b)

Figura 4: Integração de linhas e lotes

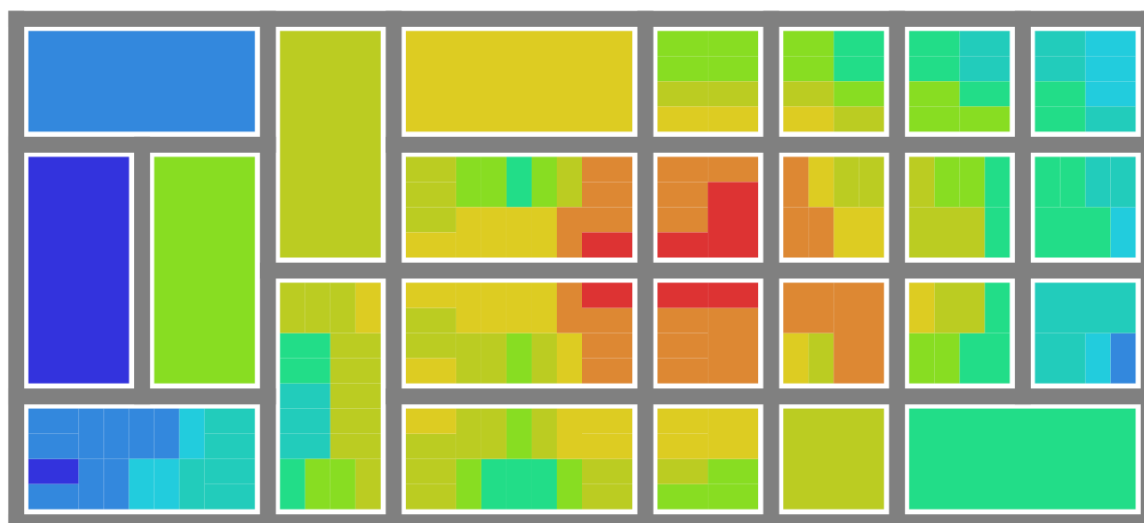
(a) Integração de linhas na nossa grade-exemplo, levando em conta os lotes. A linha mais integrada (em vermelho) está agora no centro, uma vez que está conectada a mais unidades, i.e. lotes e linhas. (b) Integração dos lotes na mesma malha. O número de interfaces produz um efeito multiplicador. Lotes margeando mais de uma rua, i.e. lotes maiores ou aqueles em esquinas, tornam-se mais integrados se pelos menos uma das ruas que eles margeiam é bem integrada.

A maior contribuição desse novo modelo, no entanto, é medir propriedades configuracionais para cada lote em relação a todos os outros lotes do sistema. A Figura 4b ilustra esse capacidade ao apresentar a integração dos lotes da mesma grade-exemplo, calculada para cada lote individual. O mapa de certo modo reflete a integração das linhas, mas revela surpresas. Claramente, o número de interfaces multiplica a acessibilidade das ruas em

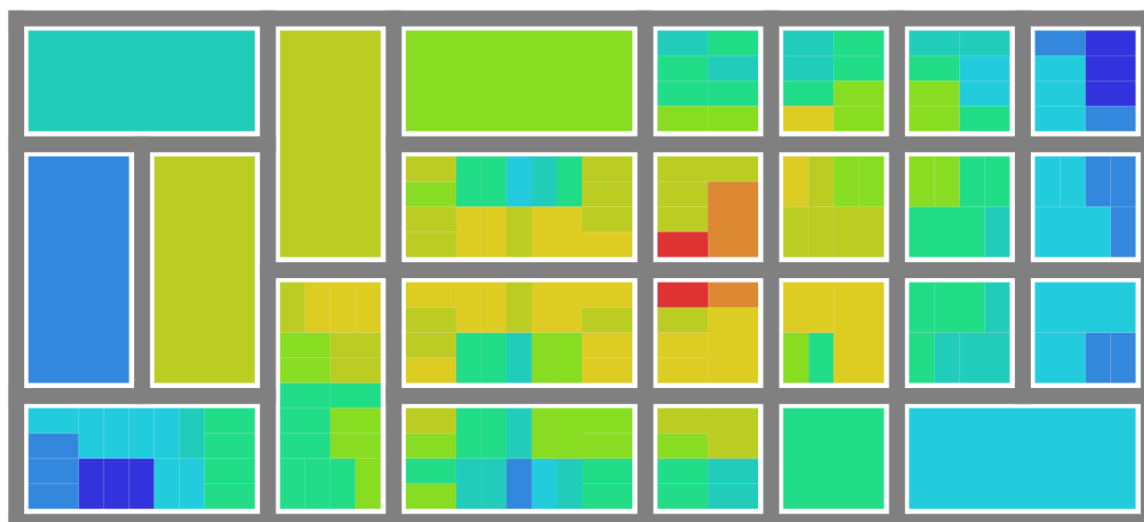
vários casos, demonstrando a importância de ter precisão no procedimento apresentado para conectar lotes (ou edifícios) às ruas. Lotes maiores ou lotes em esquinas, i.e. aquelas margeando mais de uma rua, tornam-se mais integrados. Esse efeito não é garantido, no entanto. Se um lote margeia predominantemente ruas segregadas, ele também estará segregado como alguns dos grandes lotes à esquerda. Finalmente, há uma variação notável no nível de integração dos lotes ao longo de cada rua, e mesmo ao longo de cada segmento de rua, que jamais será capturado no mapa de linhas.

Um exame atencioso revela que quadras menores não correspondem estritamente a lotes menores. Há vários lotes de tamanho médio ou grande nas áreas mais densas da grade-exemplo. Esse fenômeno é comum (Siksna, 1998). Por exemplo, se uma malha compacta, e sendo assim amigável ao pedestre, é ocupada pelo comércio, alguns lotes ou edifícios podem ser lembrados para abrigar lojas maiores ao longo do tempo. De fato, lotes margeando ruas principais tendem a ser mais integrados, mas adicionado interfaces para outras ruas nos arredores também resulta num aumento da integração. Além disso, lembrar lotes talvez adicione mais área a uma localização estratégica, como uma esquina. O resultado desse processo é que as propriedades configuracionais de lotes e edifícios não são um simples produto da configuração das ruas. Esse novo tipo de modelo mede relações entre lotes e todos os outros lotes do mesmo sistema através do sistema de ruas. Sendo assim, os níveis de integração resultam de escolhas simples entre oferecer mais área por lotes ou mais lotes por quadra, e o número de interfaces.

A Figura 5a explora essa ideia medindo o número de lotes que têm interfaces até 250 metros de um lote dado. Ela mede o potencial ofertado pela forma urbana como o possível número de unidades nos arredores. Seguindo o método usado anteriormente (Peponis et al. 2008; Sevtsuk e Mekonnen, 2012), esse raio não é um buffer circular, mas uma distância máxima alcançada pelo sistema de ruas. De fato, apesar dos lotes de tamanho médio, um pedestre ainda alcançaria mais lotes, e possivelmente uma gama maior de usos, na parte mais densa da grade-exemplo. A Figura 5b apresenta uma outra relação – a área total dos lotes que têm interface dentro de um raio de 250 metros a partir de um lote dado. Nesse caso, um pedestre teria acesso a uma oferta mais balanceada de área, comparado com a oferta de lotes individuais. Isso era esperado, uma vez que todas as quadras estão ocupadas por lotes que têm interfaces e os lotes mais largos não têm fachadas cegas. Se exemplo apresentasse lotes vazios (sem interfaces) ou fachadas cegas, a oferta de área poderia ser desbalanceada também.



(a)



(b)

Figura 5: Densidade de Lotes e Área Total de Lotes

(a) Densidade de lotes como o número de lotes que tem interfaces dentro de um raio de 250 metros a partir de um lote dado. A figura apresenta uma concentração na parte mais densa da malha, onde os lotes são menores. (b) A área total de lotes que tem interfaces dentro de um raio de 250 metros a partir de um lote dado. A oferta de área (acessível através das interfaces) é menos concentrada do que a oferta de lotes individuais.

Essa diferença entre número de lotes e área total é importante (ou área construída total se essa informação estiver disponível). Pedestres talvez tenham que caminhar distâncias mais longas para alcançar a primeira entrada disponível de um lote grande, mas tais lotes maiores frequentemente têm um uso importante, como uma escola ou parque. Um centro comercial de grade porte, por exemplo, talvez ofereça diversos usos internamente. Esse

possível enclausuramento é indiretamente capturado pelo modelo visto que ele contém um mapa de interfaces com as ruas. Ruas margeadas por lotes maiores têm menos interfaces, e por isso tendem a ser menos integradas. A Figura 4a quando comparada com a Figura 1a revela que a maior parte das mudanças na integração resulta do número de lotes margeando cada linha.

ANÁLISE CONFIGURACIONAL DO USO DO SOLO

Adicionar lotes ou edifícios à análise configuracional permite uma quantificação mais precisa do potencial criado pelo ambiente construído. A forma urbana, como um arranjo de ruas, talvez favoreça o movimento em alguns lugares, mas os novos modelos revelam que densidade, escala e forma dos lotes ou edifícios atuam de maneira decisiva para consolidar esse potencial. Quando a forma urbana é bem compreendida isoladamente, o próximo passo é investigar a configuração do uso do solo, i.e. como as atividades estão localizadas umas em relação às outras dentro do sistema. Da mesma maneira em que alguns lugares são privilegiados em termos do potencial criado pela forma urbana, eles também podem ser privilegiados por estarem perto de serviços e amenidades.

Nessa perspectiva mais ampla, a noção de alcance - *reach* (Peponis et al. 2008) - na acessibilidade de lotes pode ser vista como uma maneira de definir um raio para selecionar unidades descritivas (lotes, edifícios, etc.) e aplicar operações espaciais básicas dentro desse raio, como contar (lotes, usos, etc.) ou agregar dados (área total construída, número de unidades habitacionais, etc.), operações bastante comuns em SIGs. Enquanto Stähle et al. (2005) preferem distâncias em mudanças de direção, Sevtsuk e Mekonnen (2012) preferem distâncias métricas. O modelo apresentado neste artigo implementa ambas e também é capaz de aplicar ambos os raios simultaneamente. Para isso, utiliza-se a seguinte terminologia: ‘integração raio 2, 500m’ refere-se à integração de lotes em relação a outros lotes localizados em até duas mudanças de direção que podem ser alcançados com numa caminhada de no máximo 500 metros.

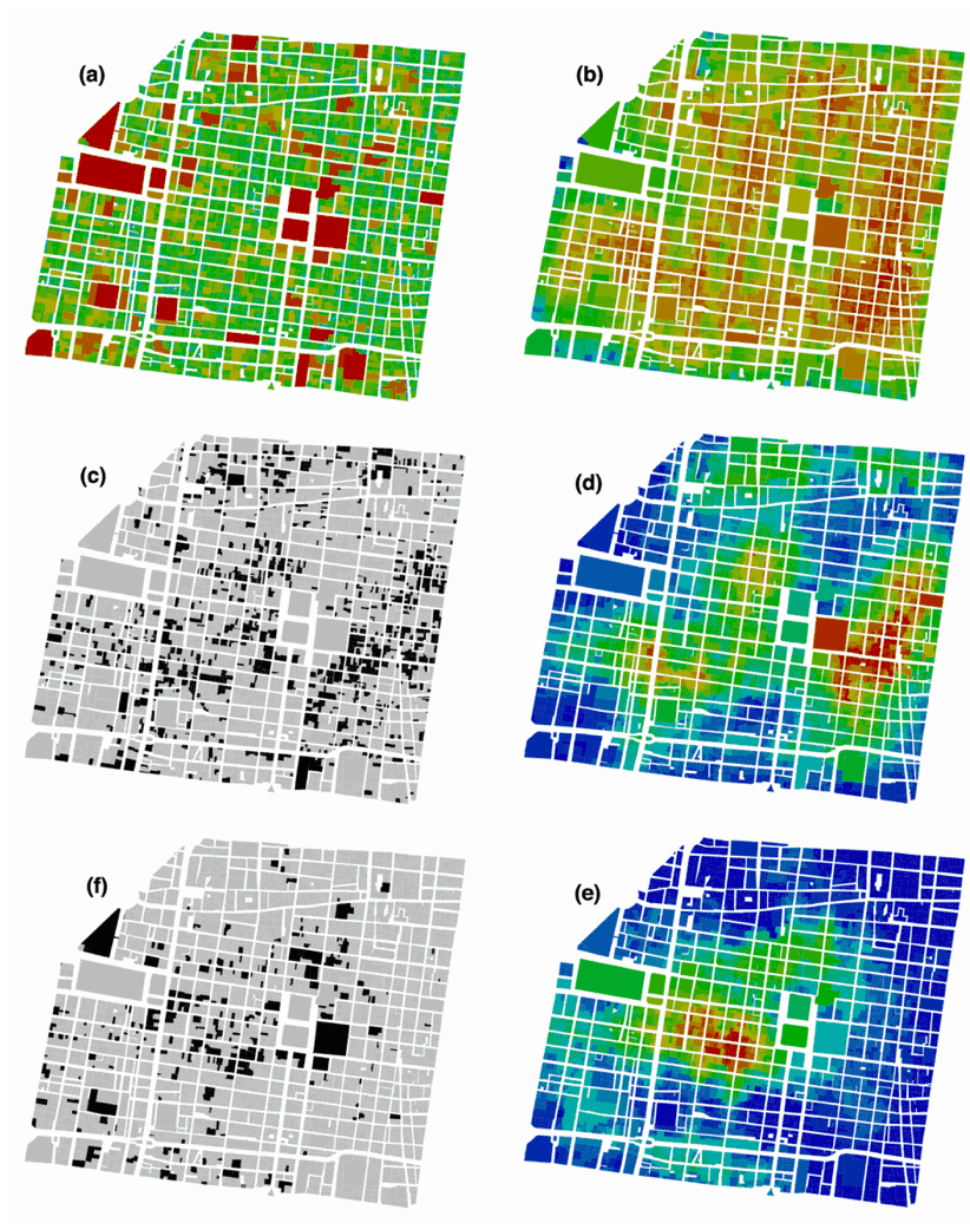


Figura 6: Cidade do México (Centro Histórico)

(a) Área dos lotes – tons mais escuros destacam os lotes muito grandes. (b) Densidade de lotes como o número de lotes encontrados dentro de um raio de até 250 metros a partir de cada lote. Tons mais quentes indicam mais lotes nos arredores. (c) Atividades comerciais. (d) Número de lotes ocupados por atividades comerciais num raio de 250 metros a partir de cada lote. (e) Escritórios, incluindo alguns prédios governamentais. (f) Número de lotes ocupados por escritórios num raio de 250 metros a partir de cada lote.

Para ilustrar, o modelo foi aplicado numa área do centro histórico da Cidade do México. A Figura 6a apresenta a área de cada lote, destacando lotes muito grandes, como os da Catedral Metropolitana e do Palácio Nacional. A Figura 6b apresenta o número de lotes encontrados dentro de um raio de 250 metros a partir de cada lote. Como esperado, as áreas

mais densas em termos de número de lotes estão localizadas entre as bordas e os grandes lotes. A Figura 6c destaca os lotes ocupados por atividades comerciais, revelando que eles tendem a se espalhar pelas áreas mais densas, i.e. aquelas que têm mais lotes. Já a Figura 6d recalcula o número de lotes dentro de um raio de 250 metros a partir de cada lote, contando apenas aqueles ocupados por atividades comerciais. Tons mais quentes indicam, então, os lotes melhor localizados em relação a usos comerciais, o que permite uma visualização de seus aglomerados (*clusters*).

Seguindo os mesmos procedimentos, a Figura 6e identifica todos os lotes ocupados por escritórios, incluindo alguns edifícios governamentais, e a Figura 6f conta todos os escritórios dentro de um raio de 250 metros de cada lote. A concentração de escritórios ocorre em áreas também ocupadas pelo comércio, mas é mais alta num ponto diferente. Noutras palavras, essa variação simples (Sevtsuk e Mekonnen, 2012) da bem conhecida análise de *clusters* (De Smith et al., 2007) revela a especialização de áreas urbanas na direção de um atividade ou outra, na qual a forma urbana parecer atuar de forma importante, uma vez ambos os usos parecem preferir lotes menores. A Figura 6a-e demonstra que as ferramentas configuracionais discutidas neste artigo conseguem lidar com a maior parte dos dados associados a lotes ou edifícios, assim como as ferramentas SIG (ver De Smith et al., 2007; Gil et al., 2009). Porém, elas têm a vantagem de sempre trabalhar com um modelo preciso de rede que leva em conta a morfologia da malha (o que num SIG requer ferramentas específicas).

Porém, o novo modelo avança no refinamento das análises. Enquanto distâncias métricas capturam a noção de custo de deslocamento e escala, distâncias como mudanças de direção apresentam uma visão mais precisa da relação entre hierarquia de ruas e uso do solo (Hillier 1996). A Figura 7 demonstra que a noção de distância física pode ser combinada com a de mudanças de direção, num ‘alcance métrico-direcional’ (Peponis et al., 2008). Nesse mapa de distâncias, as cores desaparecem e os lotes tornam-se brancos a uma distância de 1 km da Catedral Metropolitana da Cidade do México. Cada cor indica o número de mudanças de direção a partir de uma das fachadas da Catedral. Lotes vermelhos têm uma fachada na mesma rua de uma das fachadas da Catedral; lotes verdes estão a uma mudança de direção de uma das fachadas da Catedral; lotes azuis, duas ou mais mudanças de direção. Ou seja, áreas azuis são “difíceis de achar embora próximas”, uma vez que elas estão localizadas em ruas de fundo em relação à Catedral. Áreas em vermelho claro podem ser descritas como “fáceis de achar apesar de um pouco distantes”. Nesse mapa a morfologia da malha é revelada em todos os seus detalhes.

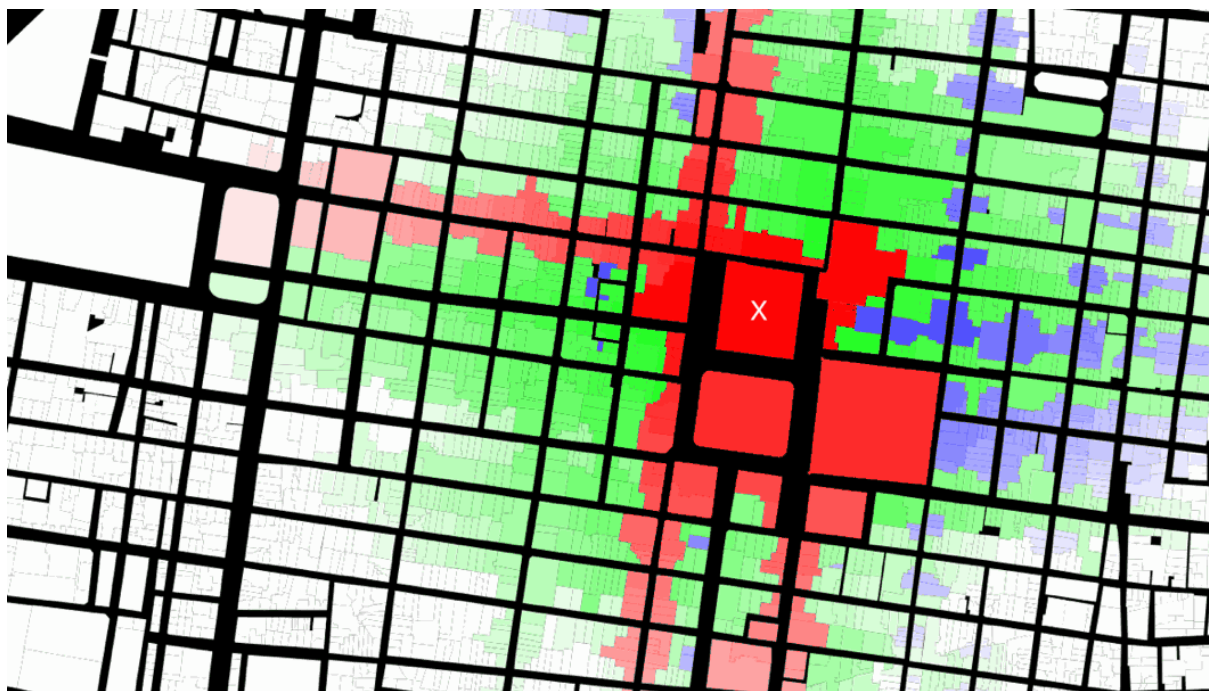


Figura 7: Mapa de Distâncias

A figura apresenta distâncias a partir da Catedral Metropolitana, na Cidade do México, destacada com um X. A escala de cores tem duas dimensões, cores e intensidade, como uma maneira de visualizar uma distância ‘métrico-direcional’ (Peponis et al., 2008). Vermelho representa lotes com fachadas para a mesma rua de uma das fachadas da Catedral. Verde representa lotes em até uma mudança de direção em relação a uma das fachadas da Catedral. Azul, duas ou mais mudanças de direção. Ao mesmo tempo, as cores desaparecem até o branco a 1 km de distância da Catedral, revelando distâncias métricas.

Retornando para a análise do uso do solo, a Figura 8a apresenta o número de lotes ocupados por atividades comerciais num raio de até duas mudanças de direção. Dois padrões lineares se destacam: a linha criada pela 16 de Septiembre e Corregidora (norte) e a linha representando a San Salvador. Como é comum, o padrão linear difere radicalmente da concentração radial gerada por um raio métrico (Figura 6d). A Figura 8b combina ambos os raios e apresenta o número de lotes ocupados pelo comércio num raio de até duas mudanças de direção que também se encontram dentro de um raio de 500 metros. Adicionar o segundo raio métrico revela duas pequenas concentrações (nessa escala) na Corregidora (nordeste) e na San Salvador (sudoeste), levando em conta pequenas variações ao longo de cada linha (ver também Hillier, 1999b).

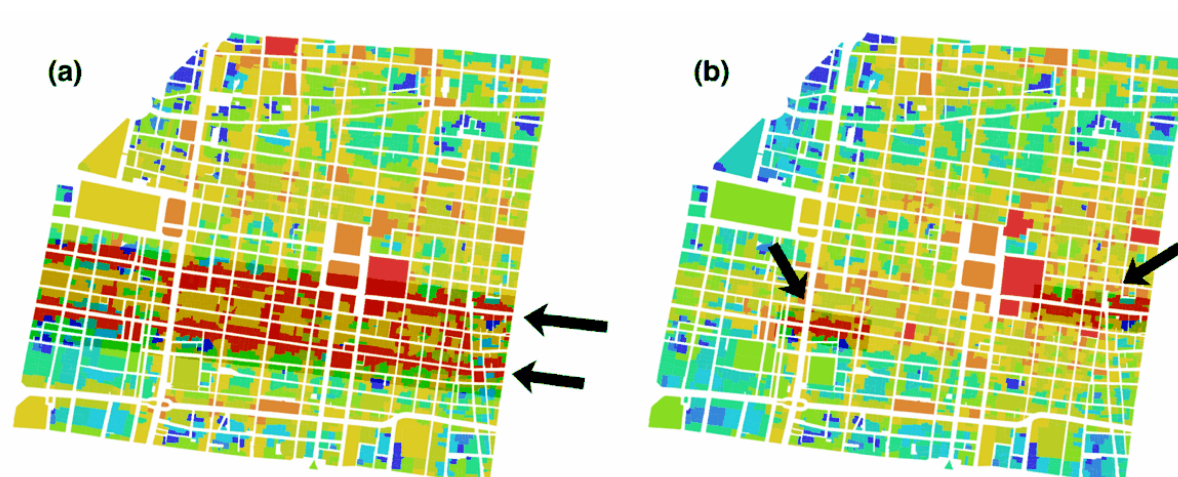


Figura 8: Cidade do México (Centro Histórico) – Contagem das Atividades Comerciais

(a) Número de lotes ocupados pelo comércio em até duas mudanças de direção, i.e. 'raio 2'. (b) Número de lotes ocupados pelo comércio em até duas mudanças de direção que se encontram dentro de um raio de 500 metros, i.e. 'raio 2, 500 m'.

CONCLUSÕES

Esse artigo apresentou um modelo que implementa alguns procedimentos técnicos para a análise configuracional de lotes, edifícios e seus usos. Estando atento às propriedades locais (Holanda, 2007), o novo modelo mede a acessibilidade de lotes e revela que o potencial criado pela forma urbana não é apenas resultado da configuração de ruas ou espaços abertos. Esse potencial também é resultado de diferenças no tamanho e forma de lotes e edifícios, suas interfaces e sua configuração. Além disso, somando à noção de mudanças de direção, a nova análise configuracional de lotes e edifícios incorpora distâncias métricas. O modelo apresentado demonstrou que é relativamente trivial combinar os dois conceitos de distância (direcional e métrica) num único instrumento analítico, como Peponis et al. (2008) também o fizeram para segmentos de ruas.

Os exemplos discutidos neste artigo são apenas ilustrativos uma vez que o modelo tem uma ampla gama de aplicações. Por exemplo, ele tem um mapa de interfaces embutido, o qual pode ser utilizado na relação com a ocorrência de crimes ou com a vitalidade urbana. Além disso, ele captura com precisão a integração de cada área, o que pode ser utilizado para estudar o movimento de pedestres e veículos. Nessa direção, Sevtsuk e Mekonnen (2012) implementaram a medida de perpasso (*betweenness*) para distâncias métricas. É possível aprimorar essa iniciativa adotando um raio como mudanças de direção ou ambos tipos de raio simultaneamente. Para o futuro, espera-se um programa de pesquisa baseado neste tipo de

ferramenta. Por exemplo, o próximo passo seria ver essa ideia aplicada a ambientes 3D que levam em conta elementos descritivos em vários pavimentos.

Seguindo esforços recentes, (Stähle et al., 2005; Peponis et al., 2008; Sevtsuk e Mekonnen, 2012), argumenta-se que esse tipo de pesquisa deve continuar a ser direcionada para a criação de instrumentos práticos para arquitetos e planejadores, ferramentas que usam conceitos que são mais próximos desses profissionais. Esse tipo de análise tem sido bem sucedido porque proporciona respostas rápidas para questões simples de projeto e planejamento. Tornando-os ainda mais simples apenas pode ampliar sua aplicação. É importante lembrar que a análise configuracional não foi criada apenas para medir propriedades de estruturas existentes, mas também para explorar as possibilidades teóricas do projeto (Steadman, 1983).

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer Alasdair Turner (*in memoriam*), Bill Hillier, Luiz Amorim, Edja Trigueiro, Lars Marcus, Kaveh Shafiei and Renato Saboya pelos seus comentários valiosos. Eles também agradecem os revisores anônimos de uma versão preliminar do artigo pelas suas inúmeras contribuições. O desenvolvimento do modelo apresentado foi originalmente apoiado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, em 2004, num projeto coordenador pelo Professor Luiz Amorim, e também foi parcialmente apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, Brasil, entre 2005 e 2009. A pesquisa que organizou os dados sobre a Cidade do México foi financiada pelo Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología – CONACyT, México.

Uma versão preliminar deste artigo foi publicada no México, em espanhol, em 2012, numa edição impressa de distribuição local:

Figueiredo, L. e Ortiz-Chao, C. (2012). ‘Análisis Configuracional del Entorno Construido’. In Cuadernos de Arquitectura y Nuevo Urbanismo, Vol. 6, Edición Especial. Querétaro: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Querétaro.

REFERENCIAS

De Smith, M. J., Goodchild, M. F. and Longley, P. (2007), *Geospatial analysis : a comprehensive guide to principles, techniques and software tools*. Leicester: Matador.

Figueiredo, L. (2004), Mindwalk - Spatial and Network Analysis Software, Version 2.0. Recife.

Figueiredo, L., Amorim, L. (2005), 'Continuity lines in the axial system'. In Van Nes, A. (ed.) Proceedings of the 5th Space Syntax Symposium, Delft: TU Delft, Faculty of Architecture, Section of Urban Renewal and Management.

Gil, J., Beirao, J., Montenegro, N., Duarte, J. (2009), 'On the Discovery of Urban Typologies: Data Mining the Multi-dimensional Character of Neighbourhoods'. In Computation: The New Realm of Architectural Design. 27th eCAADe Conference. Istanbul, Turkey: Istanbul Technical University, p. 269-278.

Hillier, B. (1996), 'Cities as movement economies'. In Urban Design International, Vol. 1, p. 41-60.

Hillier, B. (1999a), 'The hidden geometry of deformed grids: or, why space syntax works, when it looks as though it shouldn't'. In Environment and Planning B - Planning and Design, Vol. 26 (2), p. 169-191.

Hillier, B. (1999b), 'Centrality as a Process: accounting for attraction inequalities in grids'. Urban Design International, Vol. 4 (3-4), p. 107-127.

Hillier, B., Burdett, R., Peponis, J. and Penn, A. (1987), 'Creating Life: Or, Does Architecture Determine Anything?' In Architecture & Comportement / Architecture & Behaviour, Vol. 3 (3), p. 233-250.

Hillier, B., Hanson, J. (1984), The social logic of space. Cambridge: Cambridge University Press.

Hillier, B., Penn, A., Hanson, J., Grajewski, T. and Xu, J. (1993), 'Natural Movement - or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement'. In Environment and Planning B - Planning and Design, Vol. 20 (1), p. 29-66.

Hillier, B., Iida, S. (2005), 'Network and psychological effects in urban movement.' In Cohn, A. G., Mark, D. M. (eds.) Spatial Information Theory: COSIT 2005, Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3693, Berlin: Springer-Verlag, p. 475-490.

Holanda, F. R. B. (2007), 'Be aware of local properties'. In Kubat, A. S., Ertekin, Ö., Güney, Y. İ. and Eyüboğlu, E. (eds.) Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul: Istanbul Technical University, Faculty of Architecture.

Jacobs, J. (1961), The Death and Life of Great American Cities. New York: Random House.

Kansky, K. J. (1963), Structure of transportation networks: relationships between network geometry and regional characteristics [Research Paper n. 84]. Chicago: University of Chicago, Department of Geography.

Krafta, R. (1994), 'Modelling intraurban configurational development'. In Environment and Planning B - Planning and Design, Vol. 21 (1), p. 67-82.

Krafta, R. (1996), 'Urban convergence: morphology and attraction'. In Environment and Planning B - Planning and Design, Vol. 23 (1), p. 37-48.

Krüger, M. J. T. (1979), 'An approach to built-form connectivity at an urban scale: system description and its representation'. In Environment and Planning B - Planning and Design, Vol. 6 (1), p. 67-88.

Marcus, L. (2007), 'Spatial Capital and How to Measure it: an outline of an analytical theory of the social performativity of urban form'. In Kubat, A. S., Ertekin, Ö., Güney, Y. İ. and Eyüboğlu, E. (eds.) Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul: Istanbul Technical University, Faculty of Architecture.

Netto, V. M., Vargas, J. C, e Saboya, R. T. (2012) '(Buscando) Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica.' urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana 4.2 : 261-282.

Stähle, A., Marcus, L. and Karlström, A. (2005), 'Place Syntax: Geographic accessibility with axial lines in GIS'. In Van Nes, A. (ed.) Proceedings of the 5th Space Syntax Symposium, Delft: TU Delft, Faculty of Architecture, Section of Urban Renewal and Management.

Ortiz-Chao, C. (2008), 'Land use patterns and access in Mexico City'. In Proceedings of ACSP-AESOP Fourth Joint Congress, Chicago, Illinois.

Ortiz-Chao, C., e Hillier, B. (2007), 'In search of patterns of land-use in Mexico City using logistic regression at the plot level'. In Kubat, A. S., Ertekin, Ö., Güney, Y. İ. and Eyüboğlu, E. (eds.) Proceedings of the 6th International Space Syntax Symposium. Istanbul: Istanbul Technical University, Faculty of Architecture.

Peponis, J., Bafna, S. and Zhang., Z. (2008), 'The connectivity of streets: reach and directional distance'. In Environment and Planning B - Planning and Design, Vol. 35 (5), p. 881-901.

Rosvall, M., Trusina, A., Minnhagen, P., and Sneppen., K. (2005), 'Networks and Cities: An Information Perspective'. In Physical Review Letters, Vol. 94 (2), p. 028701.

Sevtsuk, A., Mekonnen, M., (2012), 'Urban Network Analysis Toolbox'. In International Journal of Geomatics and Spatial Analysis, Vol. 22 (2), p.287-305.

Siksna, A. (1998), 'City Centre Blocks and their Evolution: A Comparative Study of Eight American and Australian CBDs'. In *Journal of Urban Design*, Vol. 3, p. 253-284.

Steadman, P. (1983), *Architectural morphology: an introduction to the geometry of building plans*, Architecture and design science. London: Pion.

Steadman, P. (2004), 'Developments in space syntax'. In *Environment and Planning B - Planning and Design*, Vol. 31, p. 483 - 486.

Turner, A. (2007), 'From axial to road-centre lines: a new representation for space syntax and a new model of route choice for transport network analysis'. *Environment and Planning B - Planning and Design*, Vol. 34 (3), p. 539-555.