

## **Mapeando Intensidades Urbanas: Uso de Ferramentas Digitais para a Identificação de Vetores Transformadores do Espaço**

### **Caio Augusto Rabite de Almeida**

Doutorando em Arquitetura e Urbanismo pelo Programa NPGAU da Universidade Federal de Minas Gerais;  
caioaugusto.arq@gmail.com

### **Renato César Ferreira de Souza**

Doutor em Arquitetura e Urbanismo; Professor na Universidade Federal de Minas Gerais.  
rcesarfs@gmail.com

### **Eixo: Tecnologias e Sustentabilidade na Produção da Cidade Sul-Americana Contemporânea**

#### **Introdução**

É consenso entre diversos estudos realizados em urbanismo de que a configuração espacial não é a única força atuante sobre a vivência urbana entre edifícios, porém seus impactos sobre a qualidade de um lugar são de extrema importância, principalmente pelo fato de que diversas técnicas de análise espacial já foram elaboradas e algumas oferecem várias perspectivas sobre a descrição prática e empírica destas análises.

O entendimento dos fatores que contribuem independente da maneira e da distribuição das atividades antrópicas nas ruas é impulsionado pelas rápidas construções e redesenvolvimento de configurações espaciais, das quais as suas transformações físicas podem originar em grandes transformações sociais, tais como: gentrificação, especulação imobiliária, expansão e desqualificação urbana. Segundo Sevtsuk et al. (2013), enquanto os métodos de coleta de efeitos negativos da urbanização como por exemplo, congestionamento e densidade, são amplamente debatidos e operacionalizados, a captura de efeitos positivos como: vibração, territorialidade e apropriação, mobilidade e caminhabilidade permanecem pouco exploradas em prática e teoria.

Esse artigo, portanto, tem como enfoque essa segunda abordagem, com a proposição de análises espaciais e mapeamentos que possam ser usados para o diagnóstico da intensidade de ambientes urbanos. Uma discussão sobre a aplicação dessas métricas é a contribuição deste trabalho.

### **Evolução e Uso das Ferramentas Digitais no Urbanismo**

A partir da última década, os *softwares* de projeto assistidos por computador deixam de ser uma mera ferramenta de representação e passam a ter uma importância maior no processo criativo e de evolução do projeto. Na contemporaneidade, com os avanços de tecnologia e sistemas de informação, os modelos arquitetônicos adquirem uma maior flexibilidade para poderem se adequar a diferentes situações, dependendo de fatores e relações existentes em um projeto urbano, permitindo não somente a possibilidade de diversas modificações no projeto antes de sua conclusão, mas também e simultaneamente favorecer a seleção de opções durante o processo de criação com a geração de diferentes cenários possíveis.

A maioria das abordagens de análise espacial são usadas principalmente para estudar retrospectivamente os desenvolvimentos urbanos existentes. Mas a propriedade de prescrição é substancial para que a análise espacial tenha um efeito significativo no planejamento e na prática do design (KOENIG ET AL, 2017).

Como defende Batty (2011), o problema das metodologias tradicionais no desenho de cidades encontra-se na procura do equilíbrio nos projetos criados, uma situação pouco realista, e portanto, propícia ao insucesso, uma vez que as cidades se encontram na condição de constante desequilíbrio devido à diversidade e complexidade que as caracterizam. Os projetos urbanos tradicionais podem ser, na sua maioria, caracterizados como “cidades-de-uma-só-peça” (Portas, 2007, pp. 34), por serem projetos que apresentam logo à partida, todos os elementos desenhados e definidos, fechando e inviabilizando posteriores modificações e transformações no espaço urbano.

De acordo com Sevtsuk (2012), qualquer interação particular entre forma e uso em um lugar provavelmente não é única e nem determinada, em vez disso, essa relação pode assumir muitas maneiras e depender de uma gama de fatores adicionais que afetam o uso do espaço pelos seus usuários além da morfologia espacial. Diversos críticos a este “determinismo espacial”, vem alertando

os urbanistas e planejadores sobre a busca de uma ordem em padrões mapeáveis simples, negligenciando-se uma organização que é extremamente heterogênea como é o caso das cidades.

Portas (2007) propõe como alternativa uma abordagem mais intencional sobre o método de desenhar o espaço urbano, onde as formas muito definitivas e estáticas devem dar lugar a hipóteses de intenções e a programas setoriais caracterizados por um grande grau de indeterminação e flexibilidade, permitindo a transformação e modificação do espaço urbano através da experimentação.

Portas (2007) alega que a opção deve considerar uma metodologia em que os projetos urbanos são sensíveis ao fator tempo, em alternativa à total definição de todo o projeto a desenvolver, é preferível, segundo o autor, um processo por etapas ou passos, que possibilitem uma maior proximidade do projeto com a realidade ao longo do tempo, e a “liberdade de interpretações posteriores, visto que os conjuntos urbanos são realizados variando autores, culturas, tipologias e técnicas”. (Portas, 2007, p. 31)

Conforme esses autores, a solução deverá passar pela mudança radical das metodologias adotadas anteriormente, assumindo uma atitude ativa perante o espaço urbano, onde ele não é estudado e concebido como um sistema estático ou bem definido, mas sim como um sistema dinâmico e flexível que seja aberto a constantes alterações na procura de várias soluções urbanas.

A emergência e uso das tecnologias digitais não apenas tornaram a informação mais acessível, mas também geraram novos tipos de dados de forma exponencial. O crescimento contínuo do SIG (Sistemas de Informação Geográfica), a computação pervasiva (também chamada de computação ubíqua) está permitindo a análise e captura de dados das interações humanas de várias maneiras. Ainda assim, a maior parte das análises de dados espaciais obtidos possuem uma limitação quanto as várias forças atuantes em um determinado local.

Segundo Abrams (2006), com a capacidade de manipulação e coleta de dados realizada de forma mais eficiente provocada principalmente por estes avanços na tecnologia da informação, a aplicação de metodologias não convencionais de visualização, análise, percepção e gerenciamento do constante fluxo de informações que caracterizam os ambientes urbanos, com níveis cada vez maiores de complexidade começa a ser possível e investigada.

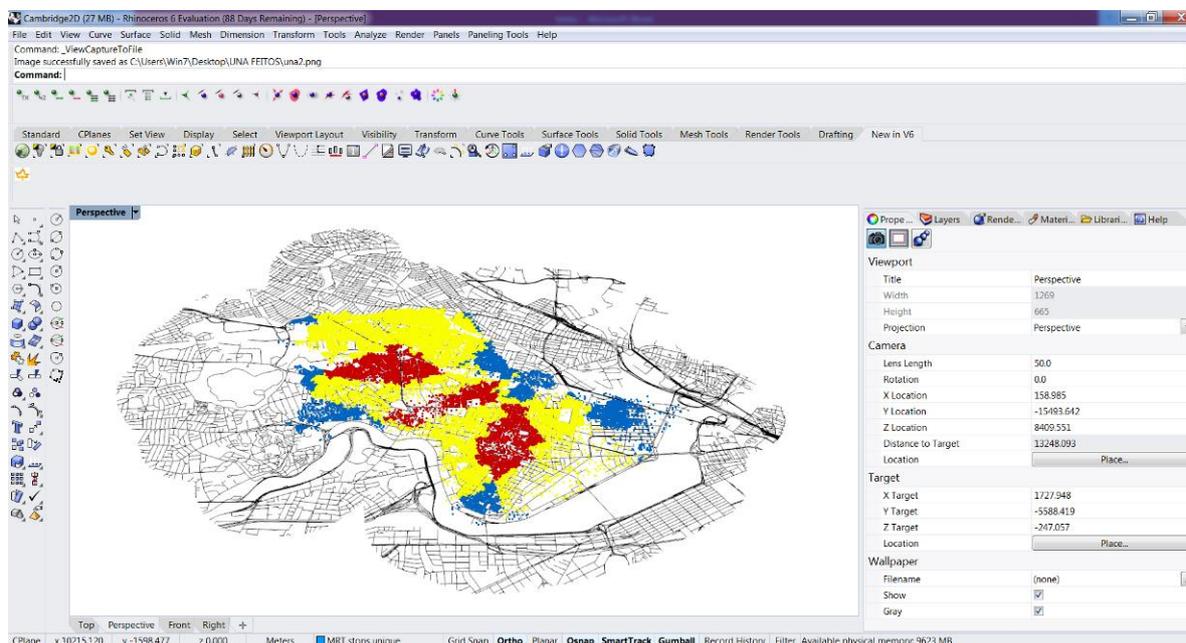
Para Goodchild (2007), a correta visualização de dados com uma metodologia de análise bem estruturada, viabiliza a produção de uma maior compreensão das dinâmicas territoriais e reduz as incertezas no processo de tomada de decisão, evitando uma sobreposição de informações geradas por diversas fontes na caracterização das relações espaciais entre as várias partes do território. Segundo Beirão (2005), independentemente da época ou das metodologias utilizadas, o desenho do espaço urbano é caracterizado como um processo complexo e com um longo período de concretização e reflexão.

As análises promovidas com a inserção de tecnologias digitais não apenas nos permitem capturar a influência da forma urbana, mas também nos informam como o planejamento e as decisões de projeto que moldam os futuros ambientes construídos podem ser operacionalizados para alcançar condições de cidades mais orientadas.

## Metodologia

O método proposto para o desenvolvimento deste trabalho foi a análise de conexões e a classificação das métricas espaciais da concentração de atividades de um determinado local, usando as ferramentas disponíveis através do *plugin* UNA Toolbox operando no software de modelagem *Rhinoceros*, que foi desenvolvido pelo grupo de pesquisa *City Form Lab* da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos. A escolha por esta ferramenta, foi apoiada na possibilidade de inserir dados e operar em um ambiente digital para a mensuração das relações de intensidades urbanas presentes em uma determinada área.

As informações que são necessárias para a configuração das redes e posterior análise de intensidade, podem ser importadas para o *Rhino* a partir de diversas fontes existentes, como bancos de dados GIS, arquivos *Open Street Map* e mapas de base CAD, ou então rastreados diretamente no *software* pelos próprios usuários. As redes podem ser compostas de quaisquer elementos de curva (polilinhas, arcos, curvas *splines*) e formar redes bidimensionais e/ou tridimensionais. O *Rhino* permite criar e editar as redes de maneira bem flexível, por se tratar de um programa de modelagem de natureza NURBS (*Non-Uniform Rational Basis-Spline*) usada para representar curvas e superfícies com maior precisão e flexibilidade, conforme demonstrado na Figura 1.



**Figura 01:** Interface do Rhinoceros com o plugin UNA Toolbox. **Fonte:** Elaboração Própria.

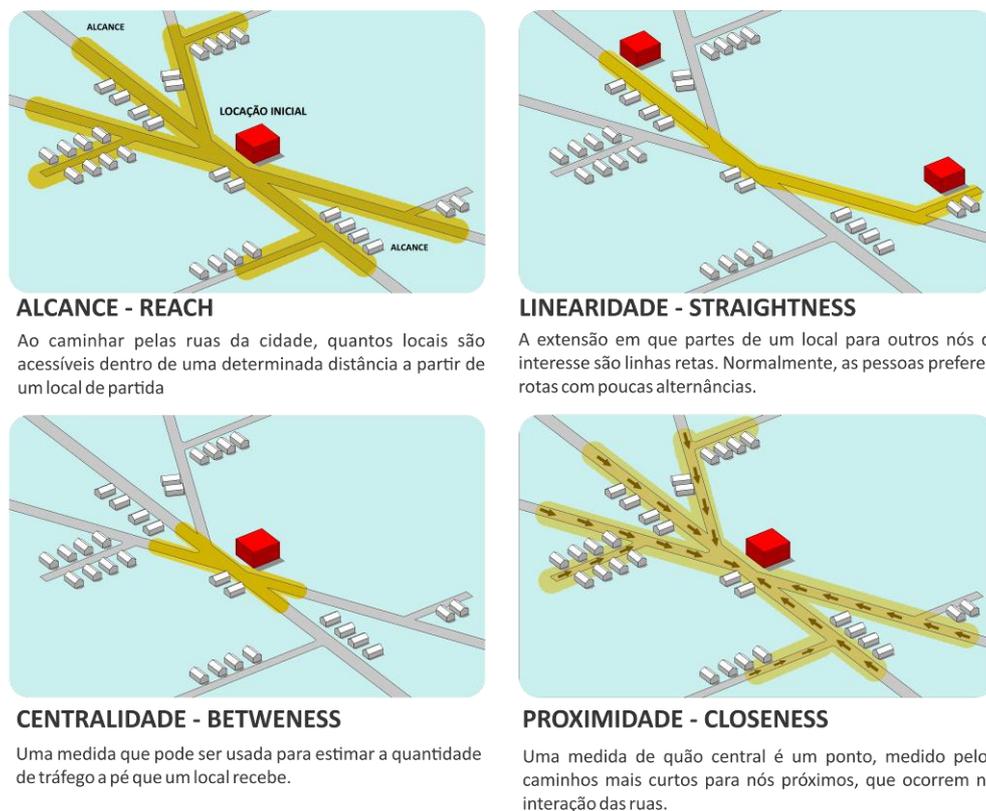
A escolha da ferramenta também permite a quantificação e tipificação de atividades que podem ser acessadas a partir de um local específico dentro do perímetro estabelecido, assim como gerar uma qualidade espacial das rotas que levam até o destino desses serviços. Com as análises obtidas pretende-se representar alguns aspectos da complexidade relacionada ao processo de regeneração urbana, para a dedução de condições latentes e comportamentos espaciais na proposição de desenvolvimentos urbanos futuros.

### Mapeando Intensidades Urbanas com o uso da Ferramenta UNA Toolbox

O *plugin* UNA Toolbox de Análise de Rede Urbana – é um *software* que permite que planejadores e arquitetos estudem áreas urbanas analisando diferentes aspectos da localização.

Todas as análises realizadas pelas ferramentas disponíveis no *Plugin* UNA exigem que os usuários forneçam três entradas-chave: uma rede espacial ao longo da qual o movimento é analisado e que geralmente utiliza linhas de centro de ruas e calçadas, origens da viagem e destinos da viagem. As origens e destinos podem opcionalmente, transportar valores numéricos para atribuir “pesos” ao se gerar as análises. Em ambientes urbanos com maior densidade, o espaço público serve como conector de calçadas e acessos para edificações e ambientes de serviços.

A segunda entrada envolve origens e destinos para modelagem de movimento nas redes configuradas. Pontos de origem - edifícios, empresas, estações de trânsito, escolas ou parques - designam onde o movimento começa. Estes pontos de origem podem ser ponderados por atributos que descrevem suas propriedades que foram coletadas por análises e dados obtidos sobre o lugar. Os pesos podem ser importados de arquivos *shapefiles* (.shp) ou criados diretamente na interface do Rhino. Os pontos de destino descrevem os locais dos terminais para os quais o movimento flui. O uso de entradas de edifícios de escritórios como origens e estações de metrô como destinos por exemplo, permite estimar como os funcionários provavelmente irão se distribuir através de uma rede de ruas enquanto vão do trabalho para as estações de transporte. Após realizadas essas entradas de informações dadas pelo usuário, o passo seguinte é descrever quais as métricas e funções desejadas a serem exibidas, como por exemplo ao se medir a facilidade ou a influência com que as origens das redes espaciais podem acessar um conjunto dado de destinos, conforme demonstrado na Figura 2.

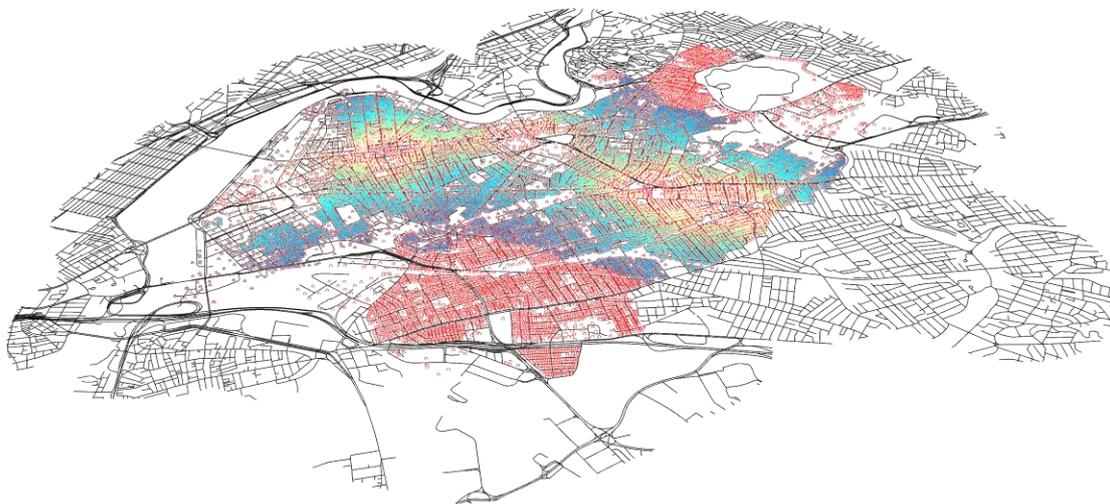


**Figura 02:** Descrição das métricas utilizadas pelo plugin UNA Toolbox. **Fonte:** Elaboração Própria.

A métrica de alcance (*Reach*) quantifica quantos destinos cada origem pode alcançar dentro de um raio determinado. Esta funcionalidade pode ser usada para descrever quantos lares ou empregos estão disponíveis em uma caminhada de cinco minutos ao redor de cada ponto de ônibus ou comércio varejista por exemplo. A análise de proximidade (*Closeness*), pode ser usada para estimar o fluxo de pedestres em locais específicos. Como os pedestres nem sempre escolhem rotas mais curtas, o movimento entre cada origem e destino pode não apenas ser modelado ao longo dos caminhos mais curtos, mas os usuários também podem inserir uma “razão de desvio” permitida para incluir rotas mais longas. Se as casas são tomadas como origens e os varejistas como destinos, então o número de residentes a partir de cada local de residência é distribuído por todos os caminhos dentro do desvio permitido, dando a cada rota uma probabilidade igual. A análise monitora quais segmentos de rota recebem a maioria dos usuários gerais, indicando o fluxo total de pedestres estimado.

As análises de mensuração de “Patrocínio” (*Patronage*) de instalações locais podem ser usadas para estimar o estímulo de instalações espaciais diversificadas – por exemplo, comércio, espaços públicos, estacionamentos – em uma rede. Um modelo de escolha discreta é usado para alocar uma proporção de demanda de todos os pontos de origem a todas as instalações de destino, de modo que uma alocação mais alta seja dada às instalações que estão mais próximas do usuário ou tenham pesos mais altos. Os resultados podem ser usados para examinar quantas pessoas ou que parte da demanda total é susceptível de apoiar cada instalação. Testar diferentes cenários de planejamento pode melhorar o favorecimento de instalações para destinos individuais ou todos os destinos coletivamente. Por fim, a opção da centralidade (*Betweenness*), pode ser utilizada para estimar a quantidade de tráfego de pedestres que uma área recebe. Essa abordagem poderia ser usada, para estimar o impacto que determinada nova edificação pode provocar em determinado lugar ou decidir quais os melhores pontos de impacto de transporte e acesso nessa área.

Após apontar dentro da rede quais os pontos de origem e destino e seus pesos dentro da mesma, bem como o tipo de análise a ser verificada pelo *software*, é gerado um gráfico de cores que pode ser editado graficamente pelo usuário, em que o padrão escolhido indica através de pontos aqueles de maior influência ou proximidade para determinada cor (Figura 3.), esses atributos também podem ser demonstrados numericamente para cada ponto.



**Figura 03:** Exemplo da simulação de Alcance gerada pela Ferramenta UNA Toolbox gerada no software Rhinoceros.

**Fonte:** Elaboração Própria.

Segundo Sevtsuk (2013) as métricas obtidas através do uso da ferramenta UNA Toolbox podem permitir uma avaliação de algum plano específico ou proposta de desenvolvimento rapidamente, incorporando a análise em um processo de design interativo, onde os projetos podem ser alterados, avaliados e reprojatados em ciclos contínuos para aperfeiçoar os resultados.

### Estudo de caso

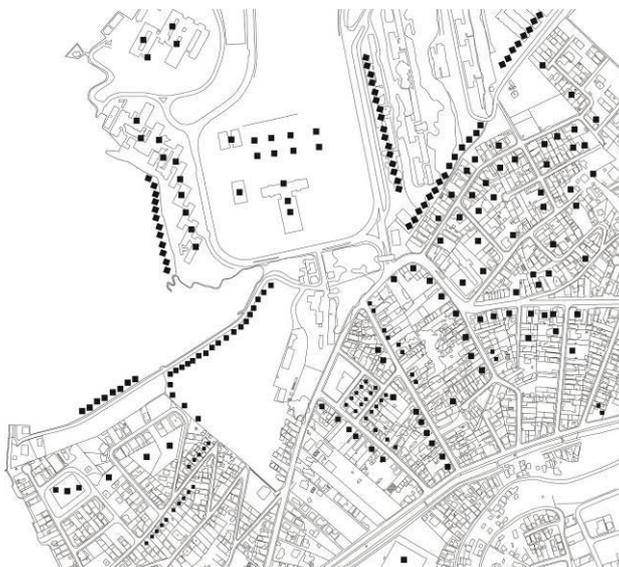
Para uma experimentação da abordagem metodológica tratada por esta pesquisa, realizou-se um estudo de caso em uma área selecionada na cidade de Juiz de Fora, Brasil. O primeiro estágio do experimento foi a escolha de lugar da cidade em que a pesquisa foi realizada e a geração de sua malha urbana. Os critérios levaram em consideração o contraste da diversidade de usos e dos agentes envolvidos com o espaço e de sua conseqüente dinâmica social presente.

Para ilustrar o conceito de intensidade utilizada, é necessário fazer-se uma distinção entre densidade urbana e intensidade utilizada pela ferramenta de análise deste trabalho. Enquanto a densidade se refere à quantidade de pessoas ou elementos da forma urbana (por exemplo, unidades habitacionais, área útil) por unidade de área de terra, a intensidade refere-se à concentração de

atividades comerciais e de serviço nos andares térreos ao longo das ruas da cidade. Chamamos essa intensidade de qualidade do piso térreo, já que descreve a interface do ambiente urbano que as pessoas se envolvem mais diretamente e encontram-se no dia a dia. A definição de intensidade parte da referência de volume de interações espaciais que o térreo de um determinado perímetro tem a oferecer, portanto as redes de rua que possuem maiores concentrações de atividades são consideradas mais intensas. Segundo Larice (2006), são as diferenças de qualidade e não de quantidade das interações que tornam uma cidade ou bairro mais atraente do que outro.

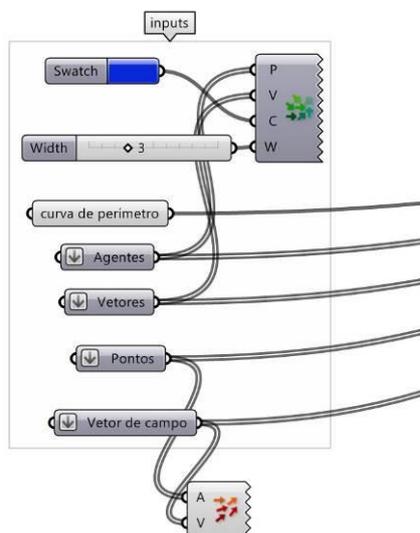
A captura da concentração de atividades em um determinado local foi feita usando uma métrica de acessibilidade através do *Plugin* UNA, que pode medir tanto a acessibilidade quanto a centralidade ao longo dos caminhos de circulação de pedestres observados na área.

Com base em critérios como: atividade local diversificada, potencial de desenvolvimento e adensamento futuro e público heterogêneo, foi escolhido o bairro do São Pedro, Juiz de Fora, caracterizado pela proximidade com a Universidade Federal de Juiz de Fora com uma consequente valorização do entorno e diversificação de serviços, demonstrando assim determinados contrastes e a diferenciação da demarcação de usos e potenciais levantados pela aplicação da ferramenta. Fez-se então a importação do arquivo *shapefile* (.shp) e o recorte da área desejada para análise, deixando apenas as camadas referentes a representação das ruas e edificações para a construção da rede a ser analisada pelo *plugin*. Com as curvas adicionadas a rede, o usuário realiza a localização dos pontos e das atribuições. A maior parte das funções analíticas contidas na ferramenta utiliza de edifícios, pontos e espaços públicos como unidades de análise, conforme demonstrado na Figura 04.



**Figura 04:** Colocação dos pontos e origens com a Ferramenta UNA na malha urbana. **Fonte:** Elaboração Própria.

Feito o mapeamento destas áreas no espaço estabelecido, classifica-se os espaços e faz-se um mapeamento do uso dos edifícios e locais, que não permitem somente uma análise específica do funcionamento desta rede mas também no processo de desenho e tomada de decisões rapidamente. Posteriormente a inserção dos pontos de acordo com as classificações desejadas, é feita uma geração de agrupamentos que permite a detecção de grupos de destinos próximos na rede, destacando quais os conjuntos de instalações podem funcionar como aglomerações e atrair mais visitantes, detectando conjuntos de negócios, residenciais, espaços de preservação ou de qualquer outra agregação de eventos ao longo de redes, funcionando assim como possíveis vetores de transformação e apropriação espacial local. Em um último momento, com os pontos determinantes estabelecidos pelas análises efetuadas e agregando os benefícios das ferramentas na geração das mesmas, foi explorado com o uso do plugin de programação visual Grasshopper, a obtenção de possíveis soluções urbanas na geração de formas urbanas, que tiveram como construção de parâmetros geradores da forma a lógica dos resultados obtidos com os pontos, agentes e vetores.



**Figura 05:** Interface do Grasshopper com os parâmetros usados para obtenção de possíveis formas através da intensidade dos vetores. **Fonte:** Elaboração Própria.

Nos modelos obtidos, as tentativas de integração de parâmetros não necessariamente geométricos no processo de fabricação de formas teve como resultado diversos resultados conceito.



**Figura 06:** Resultado da simulação obtida com o Grasshopper. **Fonte:** Elaboração Própria.

As análises realizadas podem vir a informar que locais em um determinado perímetro urbano ou na cidade são mais indicados para determinados usos ou atividades do solo, quantos e que tipos de usuários possuem determinado local, os espaços públicos ou investimentos em infra-estrutura podem beneficiar de uma mudança na forma construída ou nos padrões urbanísticos locais, ou ainda a atividade de pedestres e o fomento de instalações em outros locais.

O método deve ser ampliado: coletando, analisando e visualizando informações urbanas. Esse conceito baseia-se na pesquisa colaborativa e foca na integração de Sistemas de Informação Geográfica com teorias e práticas de urbanismo paramétrico, onde o foco é a coleta de dados, análise de padrões, visualização e modelagem espacial. Perceber esses comportamentos na estruturação e planejamento de uma cidade e de seus espaços, tornam-se instrumentos que podem ser utilizados para visualização e formação de estratégias de projeto.

## Resultados

A pesquisa permitiu não somente uma maior compreensão da complexidade e essência local dos ambientes urbanos com o reconhecimento da multidimensionalidade de suas provocações, mas também permitem identificar conexões e visualizar a dinâmica socioeconômica do(s) lugar(es). A comparação das informações obtidas permitiu reconhecer a relação entre espaço físico, redes estabelecidas e ações locais. Tal como apontou Rodriguez et al (2013), a tarefa de coleta de dados e mapeamento são de suma importância para revelar as propriedades do lugar. Se as forças do lugar forem identificadas e conceituadas nas etapas de avaliação e coleta com direcionamento desde o início, a arquitetura e o planejamento urbano podem ser propostos para atuar em consonância com estas forças.

Uma das proposições futuras seria a de compreender quais as contribuições que podem ser feitas por meio de uso de ferramentas paramétricas e construção de modelos efetivos de compensação do território e do uso local do espaço, ou ainda a distribuição do *layout* de serviços dentro de um território, com base nas necessidades reais dos usuários e superando padrões impostos por padrões de urbanismo e planos diretores para regulamentação qualitativa de espaço baseadas em mapas e estudos comparativos.

Com isto pode-se apontar que essas ferramentas podem possibilitar não somente uma melhor proposição de solução e entendimento de políticas de urbanização, mas também para a sociologia, meio ambiente, filosofia, economia e todos os vários agentes e interessados na complexidade da dinâmica das cidades latino-americanas. O desafio torna-se em como fornecer aos gestores urbanos novas maneiras que permitam realizar análises e previsões em tempo hábil para servir de suporte na tomada de decisões mais proativas que permitam a um direcionamento de desenvolvimento mais eficiente e sustentável.

O desenvolvimento de ferramentas digitais tem permitido dessa forma um fluxo interno de dados dos quais tornou-se possível a análise de cidades de maneiras que não poderiam ser previamente antecipadas. Esses dados podem aplicados construtivamente em uma maneira que possa indicar formas de melhorar não somente padrões urbanos, mas também na vivência econômica e social.

## Discussões

O local, sob a ótica de dados espaciais, pode ser um instrumento chave para a visualização de cenários atuais, previsão de impactos de transformação e aprimoramento de prestação de serviços. A informação sobre a localização pode ser capaz de possibilitar análises com grande complexidade na distribuição espacial de lugares, eventos e serviços, bem como fornecer oportunidades para vincular outras informações, interagir com usuários e otimizar as capacidades de *feedback* e contribuição do espaço. A busca por ferramentas digitais de apoio a projetos urbanos deve contemplar cada vez mais características de diferentes naturezas na identificação de análises locais e proposições futuras, tais como:

- \* Características ambientais: morfologia espacial, condições bioclimáticas, recursos naturais.
- \* Características construídas pelo homem: matriz urbana, materiais, tipologia, escala de silhuetas, volume.
- \* Variáveis metafísicas: características intangíveis, história, cultura, estilo de vida, *genius loci*, pontos nodais, ideologia, etc.

Até o presente momento, a pesquisa aqui demonstrada tem focado de uma maneira mais explícita na morfologia urbana, mas é pertinente que se realizem pesquisas de acompanhamento, reunindo dados de atividades etnográficas sobre como as ruas e os espaços estão sendo utilizados e transformados, vinculando as evidências comportamentais aos padrões espaciais e econômicos.

Apesar dos desenvolvimentos tecnológicos e esforços feitos na criação e uso de ferramentas de sistema informação geográfica, de análise e planejamento urbano, o que se observa é que a maior parte destes recursos ainda se encontram em um estágio emergente, onde suas potencialidades ainda não são usadas de maneira plena ou em estágios muito prematuros de prática, principalmente tratando-se de um contexto sul americano de aplicação.

## Referências

ABRAMS, J; P. Hall. **Else/where : mapping**. Minneapolis, Minn, University Of Minnesota Design, 2006.

BATTY, M. **Cities, Complexity, and Emergent Order**. Publicação em complexity.info, 2011. Acesso em: 30 de Julho de 2019. <http://www.complexcity.info/files/2011/09/BATTY-CITIES-ERA21.pdf>

BEIRAO, J.; DUARTE, J. (2005) Urban Grammars: Towards Flexible Urban Design. Session 11: shape grammars – eCAADe 23, 2005.

GOODCHILD, M. Citizens as Sensors: the World of Volunteered Geography. **GeoJournal**, 69 (4): 211-221, 2007.

KOENIG, R.; MIAO, Y.; KNECHT, K.; BUŠ, P.; MEI-CHIH, C. Interactive Urban Synthesis. In **Proceedings of the Computer-Aided Architectural Design: Future Trajectories: 17th International Conference, CAAD Futures 2017**, Istanbul, Turkey, 10–14 July 2017; Volume 724, p. 23.

LARICE, M.A. **Great neighborhoods**: The livability and morphology of high density neighborhoods in urban North America. University of California, Berkeley, 2006.

MCNEEL, R. **RHINOCEROS – NURBS MODELING FOR WINDOWS (VERSÃO 6.0)**, McNeel North America, Seattle, W A, USA. [www.rhino3d.com/](http://www.rhino3d.com/). Acesso em: 07 de agosto de 2019.

PORTAS, N. **A Cidade como Arquitectura**. Lisboa: Livros Horizonte, 2007.

**RHINOCOMMON SDK**, Official Website: <http://www.rhino3d.com/5/rhinocommon/>. Acesso em: 07 de agosto de 2019.

RODRIGUEZ, A.; SANZA, P. Visualizing the (in)visible: mapping culture and the forces that shape the urban experience. In: SiGraDi - Knowledge Based-Design, 2012, Valparaíso, Chile, **Anais da XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics**, 2013, 95-99.

SEVTSUK, A.; MEKONNEN, M. Urban Network Analysis: A new toolbox for ArcGis, **Revue internationale de géomatique** 2, no.2: 287-305, 2012.

SEVTSUK, A.; NIXON F.; AMINDARBARI, R. Capturing Urban Intensity; In Open Systems: **Proceedings of the 18th International Conference on Computer-Aided Architectural Design Research in Asia**, 551-560. CAADRIA. Singapore: The Association for Computer-Aided Architectural Design Research in Asia, 2013.

**UNA TOOLBOX**, version 6.13.10.37 – Urban network Analysis for Rhinoceros 6 3D, Desenvolvido por City Form Lab – Harvard, Disponível em: <https://www.food4rhino.com/app/urban-network-analysis-toolbox>.