

Medidas urbanas, produção de *software* e acessibilidade: uma ferramenta para apoiar o planejamento urbano e para entender melhor as cidades

Anderson Vasques da Rosa¹; Érico Alvez Grehs²; Maurício Couto Polidori³

¹Universidade Federal de Pelotas – avdrosa@inf.ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas – ericogrehs@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – mauricio.polidori@terra.com.br

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho, desenvolvido a partir de uma parceria entre o Laboratório de Urbanismo (LabUrb) e o curso de Ciência da Computação da UFPel, tem por objetivo a elaboração de um *software* dedicado a dar operacionalidade a modelos de análise espaciais urbanas de base vetorial. O *software* é intitulado “UrbanMetrics”, sendo que “modelos de análise espacial” são entendidos como uma representação da realidade em ambiente virtual, sendo os estudos de base vetorial realizados através da Teoria de Grafos (Diestel, 2010).

Cidades podem ser representadas em ambientes artificiais de diversas formas. Uma delas é através da representação dos espaços públicos abertos, particularmente das ruas públicas, que podem ser desenhadas a partir de um conjunto de eixos de duas dimensões, interconectados. Nesses eixos podem ser pensados atributos de função, de forma ou de tecnologia, alcançando desse modo uma maneira simplificada de representar a complexidade do espaço urbano. Estando a cidade representada desta maneira, podem ser extraídas medidas que se associem a fenômenos urbanos, os quais ajudam a compreender e a planejar a cidade.

O *software* elaborado neste trabalho atualmente é capaz de determinar as medidas de conectividade e de acessibilidade espacial, sendo que a primeira calcula a quantidade de conexões de cada eixo com os demais e a segunda calcula a posição relativa de cada eixo no conjunto, sendo inversamente proporcional à distância de cada eixo a todos os demais. A acessibilidade é chamada de acessibilidade topológica quando essa distância é baseada na cognição, sendo chamada de acessibilidade geométrica quando a distância é baseada na medida euclidiana ou geométrica.

É válido notar que a acessibilidade é influenciada não somente pelas distâncias, mas por diversos outros fatores. Nesse caminho, este trabalho desenvolve a influência de dois fatores assumidos como fundamentais: as modalidades de transporte e as características do sistema viário. A hipótese é de que melhorias nesses fatores podem operar como um modo equivalente à redução de distâncias, bem como a presença de restrições no sistema de transportes e de infraestrutura pode operar de modo equivalente ao aumento das distâncias entre lugares da cidade.

O *software* também é capaz, depois de realizados os cálculos de conectividade ou acessibilidade, de gerar mapas temáticos com os resultados, os quais podem ser exportados na forma vetorial ou de imagem *raster*, bem como os no formato de tabelas do tipo .xml. Esses mapas podem ser aplicados no processo de planejamento urbano, auxiliando em planos de mobilidade urbana, uso do solo e dotação de infraestrutura.

Por fim destacam-se como objetivos do projeto o desenvolvimento de um *software* de alto desempenho, com uma interface intuitiva capaz de manipular dados, gerar e classificar resultados, com funcionamento multiplataforma.

2. METODOLOGIA

O *software* foi desenvolvido com a linguagem de programação c++, a qual visa pelo alto desempenho e agiliza os cálculos realizados. Para que o *software* pudesse ter uma interface gráfica intuitiva e amigável, foi utilizado o *framework* Qt Creator, desenvolvido pela Trolltech (e posteriormente controlado pela Nokia). Embora seja um *software* proprietário, o Qt Creator é gratuito, apresentando biblioteca com várias ferramentas frequentemente utilizadas na construção de interfaces, com permanente atualização.

Para exibição dos mapas foi utilizado OpenGL, que é uma API gráfica livre e de alto desempenho, capaz de lidar com uma grande quantidade de dados. O armazenamento das medidas calculadas é feito com a utilização da biblioteca SQLite, que implementa um banco de dados SQL embutido.

O *software* recebe como entrada um mapa elaborado no formato dxf, criando uma representação em um grafo valorado não dirigido, de forma que as ruas são consideradas vértices e as conexões são consideradas arestas. O cálculo da conectividade é feito contando quantas entidades estão conectadas a determinado vértice, um problema conhecido na teoria de grafos como grau de um vértice (Diestel, 2010).

O cálculo da acessibilidade é realizado encontrando o caminho mínimo de cada um dos vértices até todos os outros, sendo o menor caminho encontrado com a utilização do algoritmo de Dijkstra, mediante o seguinte cálculo:

$$Ac_i = \sum_{j=1}^t \frac{1}{D_{ij}}, \text{ onde}$$

Ac_i é a acessibilidade da entidade i .

j é a outra entidade diferente de i .

t é o número total de entidades.

D_{ij} é a distância mínima entre as duas entidades.

Realizados os cálculos, os resultados podem ser visualizados no mapa, como aparece nas figuras a seguir, que mostram a acessibilidade geométrica numa cidade hipotética com traçado xadrez, sem influência do sistema de transportes e com sistema viário homogêneo (figura 1a) e com melhorias nas bordas da cidade, de modo diretamente proporcional à distância do centro (figura 1b).

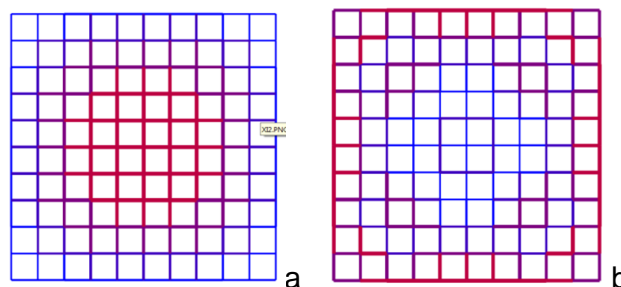


Figura 1 – Visualização de resultados de acessibilidade geométrica no *software* UrbanMetrics, para o caso de uma cidade hipotética xadrez, onde a cor vermelha representa valores maiores; a) sem influência do sistema de transportes e com sistema viário homogêneo; b) com melhorias nas bordas da cidade, de modo diretamente proporcional à distância do centro (fonte: KRUGER, 2012).

Estão sendo desenvolvidos também modos de classificação por quantidades e por *natural breaks*, que é um método estatístico de classificação de dados concebido para determinar o melhor arranjo de valores em diferentes classes. Os

resultados ainda podem ser visualizados na forma de gráfico, assim como podem ser exportados na forma de uma tabela, para leitura e interpretação em outros programas correntes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso da linguagem de programação c++ garantiu mais rapidez ao *software*, já que é uma linguagem desenvolvida com intuito de ter alto desempenho. A utilização do *framework* Qt Creator facilitou a implementação da interface gráfica, além de garantir um *software* mais robusto, pois o *framework* conta com uma série de classes e estrutura de dados já implementados e testados, além de agilizar o processo de implementação. Além disso o Qt Creator é uma ferramenta para desenvolvimento em diversas plataformas, dando a possibilidade de funcionamento do *software* nos principais sistemas operacionais.

A biblioteca SQLite, sendo uma biblioteca desenvolvida para esta linguagem, vem correspondendo as expectativas, pois armazena os dados de maneira rápida e leve. A API gráfica OpenGL vem apresentando algumas limitações que ainda não foram contornadas, como a espessura da linha e o diâmetro do ponto na classificação. Entretanto é uma ferramenta precisa e rápida, que vem dando o retorno esperado.

Uma das medidas realizada pelo *software* é a acessibilidade. Como já foi dito a acessibilidade é influenciada por diversos outros fatores, que não somente a distância, que podem agir como modificadores dessa distância. Tendo isso em vista, está sendo desenvolvida uma forma de valoramento dos dois fatores assumidos para desenvolver neste trabalho, que são as modalidades de transporte e as características do sistema viário.

Após o termino da etapa atual de trabalho será iniciada a implementação de outra medida importante para o planejamento urbano, conhecida como Centralidade. Também estão previstas versões do *software* para instalar nos principais sistemas operacionais (atualmente o programa funciona apenas no Windows) e melhorias na paleta de cores das classificações dos resultados.

4. CONCLUSÕES

O *software* vem atendendo os seus propósitos e calculando as medidas urbanas de maneira rápida, possibilitando a visualização dos resultados no mapa e em gráficos, bem como a exportação dos resultados na forma de imagem do mapa e tabela com os resultados das medidas. Os resultados vêm demonstrando sensibilidade a mudanças no sistema de transportes e no sistema viário, permitindo testar sua influência na distribuição e concentração de valores de acessibilidade.

A versão atual do *software* está disponível para o sistema operacional Windows, estando em desenvolvimento versões para Linux e Mac. Também está programada a implementação de medida de Centralidade espacial, ampliando as possibilidades de uso no processo de planejamento urbano contemporâneo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Livro

DIESTEL, R. **Graph theory**. Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. 4v.

Dissertação

KRUGER, E. **Padrões de traçado viário urbano e acessibilidade: uma abordagem das relações com o sistema de circulação**, 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

Documentos eletrônicos

Qt Project. **Qt 4.8 Documentation**. Documentation. Acessado em 01 out. 2013. Online. Disponível em: <http://www.qt-project/doc/qt-4.8/index.html>