

CIDADE E COMPUTAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE SOFTWARE BASEADO EM GRAFOS PARA AUXÍLIO NO PLANEJAMENTO URBANO

GREHS, Érico Alves¹; POLIDORI, Maurício Couto²

¹Graduando em Ciência da Computação, UFPel; ²FAUrb/UFPEL.
ericogrehs@gmail.com; mauricio.polidori@terra.com.br

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta um software computacional dedicado a dar operacionalidade a modelos de análise espaciais urbanas de base vetorial, implementado mediante parceria entre o Laboratório de Urbanismo da FAUrb - LabUrb e o curso de Ciência da Computação da UFPel.

Modelo de análise espacial é entendido como uma representação da realidade em ambiente artificial (Batty, 2007), sendo os estudos de base vetorial realizados através de teoria de grafos (Diestel, 2010). Nesse caminho, cidades podem ser representadas em ambiente artificial de diversos modos, sendo uma das possibilidades sua representação através dos espaços públicos abertos, especialmente pelas ruas, as quais podem ser desenhadas por um conjunto de eixos de duas dimensões, interconectados. Nesses eixos podem ser vinculados atributos de função, de forma ou de tecnologia, alcançando desse modo uma maneira simplificada de representar a complexidade do espaço urbano (Krafta, 1993).

Uma vez representada a cidade desse modo podem ser extraídas medidas que se associem a fenômenos urbanos, ajudando a compreender e a planejar as cidades, como é o caso da conectividade e da acessibilidade. Neste trabalho, conectividade é entendida como a quantidade de intersecções que cada eixo mantém com os demais, enquanto que acessibilidade pode ser determinada pela posição relativa de cada eixo no conjunto, sendo inversamente proporcional à distância de cada eixo a todos os demais (Ingram, 1971). Quando essa distância é baseada na cognição, a acessibilidade é chamada de topológica e quando é baseada na distância euclidiana, a acessibilidade é denominada de geométrica. Diferenciadas as ruas por extratos de conectividade e acessibilidade, mapas temáticos podem ser gerados e aplicados no processo de planejamento urbano, auxiliando em planos de mobilidade urbana, uso do solo e dotação de infraestrutura.

Complementarmente é assumido que acessibilidade é influenciada por diversos fatores que não somente as distâncias, como é corrente em estudos de transportes (Kruger, 2012). Neste trabalho estão incluídos dois fatores de interesse em estudos de urbanismo e morfologia urbana, quais sejam as características do sistema de circulação e da infraestrutura viária (como aparece na dissertação de mestrado de Evaldo Kruger (2012), intitulada “Padrões de Traçado Viário Urbano e Acessibilidade: uma abordagem das relações com o Sistema de Circulação” e realizada através do LabUrb). Ao cabo, é entendido que melhorias naquelas características de circulação e infraestrutura operam como se fossem diminuições de distâncias, modificando a acessibilidade e permitindo realizar experimentos e exercícios de modelagem.

A solução computacional dessa demanda de modelagem urbana vem sendo realizada através da elaboração de um software computacional dedicado a trabalhar

com grafos, o qual vem sendo denominado de “UrbanMetrics”, onde as ruas são consideradas os vértices e as conexões entre elas as arestas, como será explanado no título “materiais e métodos”, adiante.

Posto isso, podem ser enunciados os seguintes objetivos de pesquisa: a) construir um software com uma interface amigável e simples, sendo capaz de atender as necessidades de edição e manipulação dos dados e de geração e classificação dos resultados; b) buscar as melhores ferramentas para elevar o desempenho do software e criar uma ferramenta multiplataforma; c) transformar o projeto em um software livre, liberando seu código para a comunidade como forma de compartilhar e agregar conhecimento. É dos esforços para alcançá-los que trata o presente artigo, com desenvolvimento de materiais, métodos, resultados e conclusões.

2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para criação do software está sendo utilizada a linguagem C++, a qual apresenta desempenho adequado e agiliza os cálculos das medidas urbanas que aparecem no “UrbanMetrics”. Além disso, o uso dessa linguagem permite aproveitar bibliotecas e classes já implementadas, como listas usadas na classe do grafo, vetores nas conexões e string para comparações entre palavras.

Para essa computação se transformar em um software utilizável, com uma interface gráfica amigável, foi utilizada o framework Qt 4.0, desenvolvido pela Trolltech, como um software proprietário mas grátis, capaz de abranger várias plataformas. Trata-se de uma biblioteca com ferramentas de grande utilidade para a criação de interface, constantemente atualizado, corrigindo bugs e melhorando implementações.

O software necessita de uma representação gráfica para exibir os mapas, os quais contém uma grande quantidade de dados. Para isso foi utilizada a API OpenGL que é livre e atende a demanda.

Para armazenarmos todas as medidas calculadas a opção foi pela biblioteca SQLite, que implementa um banco de dados SQL embutido.

Representações gráficas em formato DXF são então importadas pelo programa, em um grafo valorado e não direcionado, de maneira que as ruas são consideradas os vértices e as arestas as conexões entre as ruas.

Uma das medidas que o software calcula é a conectividade que é o grau do vértice, ou seja, quantas entidades estão conectadas a um determinado vértice. Outra medida urbana implementada é a acessibilidade, que é calculada pelo software do seguinte modo: para cada vértice se encontra o caminho mínimo dele até todos os outros vértices, utilizando o algoritmo de Dijkstra, que tem um ótimo desempenho e bons resultados para esse tipo de operação, mediante a seguinte equação:

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

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.

As entidades citadas na equação, que são representações dos espaços públicos urbanos, precisam ser visualizadas e ter os resultados de conectividade e acessibilidade apresentados graficamente, de modo a facilitar as interpretações e a pos-

sível aplicação em processos de planejamento urbano. Para isso estão implementadas possibilidades de classificação através do software, sendo o principal o processo conhecido como natural breaks, que é um método estatístico de classificação de dados concebido para determinar o melhor arranjo de valores em diferentes classes (Jenks, 1967). Visualmente cada classe tem uma cor e a legenda mostra os dados das mudanças de classes, como pode ser visto na Fig. 1, a seguir.

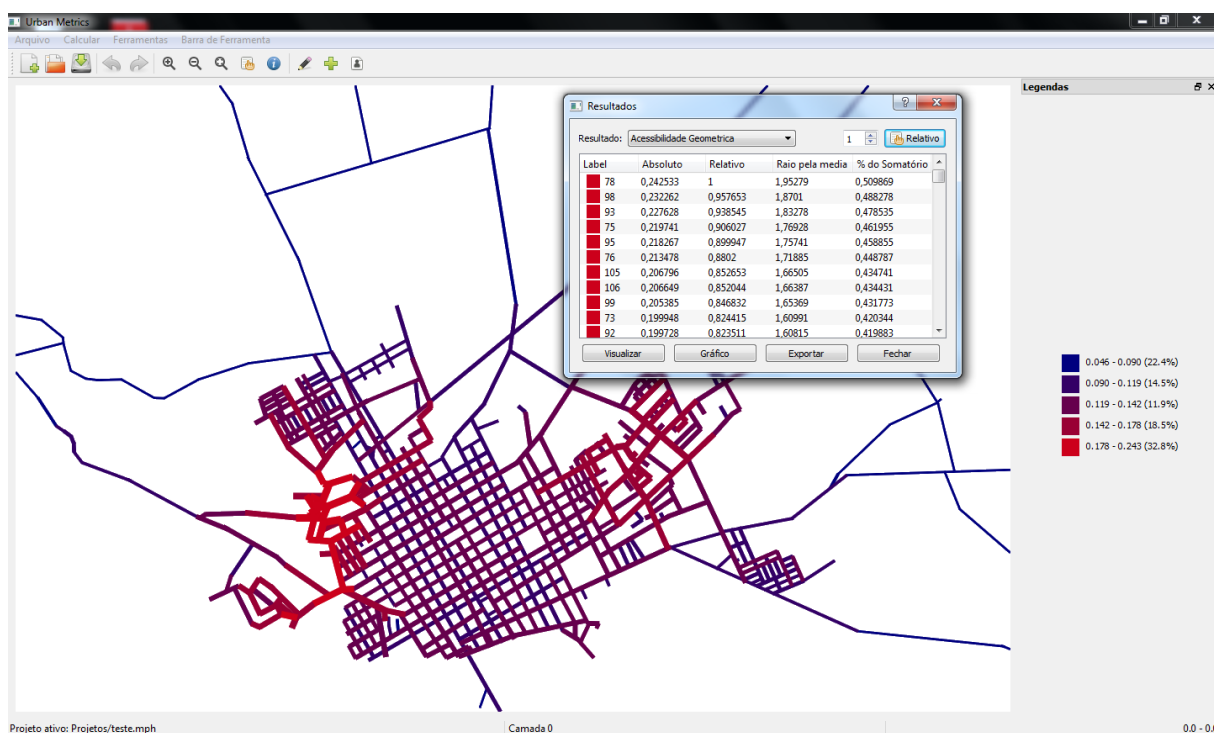


Figura 1 – Tela do software após a classificação com a tela de resultados mostrando as medidas já calculadas, no caso, acessibilidade geométrica.

O software permite ainda exportar os resultados para outros programas de computador (como o Excel, por exemplo), salvar o mapa como imagem e criar um gráfico das classes, facilitando assim a sua utilização no auxílio de outros projetos e ampliando sua atuação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A linguagem escolhida trouxe bons resultados, pois é voltada para desempenho, tornando o software mais rápido e é fácil de ser utilizado; ademais, seu uso coincide com o ensino no curso de graduação em Ciência da Computação, facilitando alterações e novas integrações no trabalho.

A dependência do framework Qt 4.0 para a interface gráfica poderia limitar o uso da linguagem, mas ao invés disso o que ocorreu foi a possibilidade de construir um software multiplataforma e mais coeso pelas facilidades que esta ferramenta acrescenta à linguagem C++.

O SQLite, sendo um programa gratuito e de fácil manipulação, bem como sendo uma biblioteca construída para esta linguagem, proporciona uma forma de armazenamentos de dados leve e de ágil manipulação.

O OpenGL é uma ótima ferramenta para computação gráfica, mas apresenta algumas limitações ainda não contornadas, como a espessura da linha ou o diâme-

tro do ponto na classificação, o que pode gerar dificuldades de visualizar; afora isso, é uma ferramenta que dá o retorno esperado de maneira precisa e rápida e, também, integrada à linguagem.

Os resultados que os algoritmos implementados no software geram são precisos e exatos. Precisos pois todas as execuções nas mesmas amostras são semelhantes e exato pois se aproximam do resultado esperado.

4 CONCLUSÃO

Embora o trabalho não esteja terminado, as medidas urbanas integradas ao projeto, como conectividade e acessibilidade, estão atendendo à demanda, assim como a classificação e visualização dos resultados, provando assim que a automação facilitou a manipulação desses dados em todos os casos. Além disso, o software atingiu desempenho adequado com uma interface fácil de utilizar, de modo que não precisa de conhecimentos especiais na área da computação para poder gerir os cálculos e as classificações, pois tudo está intuitivo na apresentação visual do software.

Já estão disponíveis versões do software para Windows e Linux, sendo que ainda não começou o desenvolvimento para a plataforma Mac ou outros sistemas operacionais. Até agora o software não tem condições de ser aberto para a comunidade como software livre, o que é esperado para o próximo ano de trabalho.

5 REFERÊNCIAS

ALEXANDRESCU, A.; SUTTER, H. **C++ Design and Coding Standards: Rules and Guidelines for Writing Programs**. [S.l.]: Addison-Wesley, 2004.

BATTY, M. **Model cities**. Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London. London, UK, 2007.

DIESTEL, R. **Graph Theory**. Heidelberg: Springer-Verlag, 4th edition 2010.

INGRAM, D. R. "The Concept of Accessibility: A Search for an Operational Form", **Regional Studies**. Vol 5: pp. 101-107, Great Britain, Pergamon Press, 1971.

JENKS, G. F. "The Data Model Concept in Statistical Mapping", **International Yearbook of Cartography** 7: pp. 186-190, USA, 1967.

KRAFTA, R. **Modernity in urban design is a function of decision support systems**. Making Better Places: Urban Design Now. [S.l.]: Oxford Brookes University. 1993.

KRÜGER, E. T. **Padrões de Traçado Viário Urbano e Acessibilidade: uma abordagem das relações com o Sistema de Circulação**. 2012. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo – UFPel, PROGRAU, Pelotas-RS, 2012.

TROLLTECH (2005). **Qt Reference Documentation (Open Source Edition)**. Disponível em: <<http://doc.qt.nokia.com/4.0/index.html>>. Acesso em: 20 jul. 2012.