

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial

Miriam Cristina Pontello Barbosa Lima

**ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DOS GRAFOS NO TRATAMENTO DE
PROBLEMAS GEOGRÁFICOS – UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Belo Horizonte

2011

Miriam Cristina Pontello Barbosa Lima

**ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DOS GRAFOS NO TRATAMENTO DE
PROBLEMAS GEOGRÁFICOS – UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Leônidas Conceição Barroso

Co-Orientador: Prof. João Francisco de Abreu, PhD

Belo Horizonte

2011

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

L732a Lima, Miriam Cristina Pontello Barbosa
Alguns aspectos da teoria dos grafos no tratamento de problemas geográficos:
um estudo exploratório / Miriam Cristina Pontello Barbosa Lima. Belo
Horizonte, 2011.
143f.: il.

Orientador: Leônidas Conceição Barroso
Coorientador: João Francisco de Abreu
Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Tratamento da Informação Espacial.

1. Análise espacial. 2. Teoria dos grafos. 3. Sistemas de informação
geográfica. I. Barroso, Leônidas Conceição. II. Abreu, João Francisco de. III.
Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação
em Tratamento da Informação Espacial. IV. Título.

CDU: 91: 681.3

Miriam Cristina Pontello Barbosa Lima

**ALGUNS ASPECTOS DA TEORIA DOS GRAFOS NO TRATAMENTO DE
PROBLEMAS GEOGRÁFICOS – UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Geografia.

Prof. Dr. Leônidas Conceição Barroso (Orientador) – PUC Minas

Prof. João Francisco de Abreu, PhD (Co-Orientador) – PUC Minas

Prof^a. Dr^a. Magali Maria de Araújo Barroso – Uni-BH

Prof. Alexandre Magno Alves Diniz, PhD - PUC Minas

Prof. Dr. Bernardo Jeunon de Alencar – PUC Minas Betim

Belo Horizonte

2011

*Aos meus pais, meu
esposo Melquíades, e
minhas filhas Maria Clara e
Cecília.*

AGRADECIMENTOS

Durante a realização deste doutorado, tive a oportunidade de conhecer pessoas novas e estreitar relacionamento com aquelas já conhecidas. Foram momentos marcantes na minha vida, já que pude experimentar o gosto da pesquisa científica, ampliando os meus conhecimentos e buscando entender um pouco mais desse grande universo de saberes ainda não explorados. A finalização dessa etapa é apenas um ponto de partida para outras investigações científicas.

Aprendi a ser mais persistente, tolerante, dedicada e, sobretudo, ver a vida de uma maneira mais simples. Entendi que um trabalho científico se consolida por meio de um longo processo de maturidade, em que a cada dia e momento da pesquisa pode ou não surgir um caminho que favorece ou altera substancialmente os rumos da investigação científica.

Para mim, o desenvolvimento desta tese foi um grande momento de superação, pois durante esse período tive a felicidade de gerar a minha filha mais nova, Cecília, cuidar da filha mais velha, Maria Clara, ser esposa e trabalhar.

Por todos esses motivos e muito mais é que aproveito essa oportunidade para agradecer.

À Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), pela oportunidade de fazer parte do corpo discente do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial.

De maneira muito especial, ao meu orientador, Prof. Leônidas Conceição Barroso, pela competência, dedicação, compreensão, profissionalismo, comprometimento, atenção, paciência, sabedoria, confiança na minha capacidade de fazer e, sobretudo, por ser uma pessoa extremamente humana e iluminada, capaz de transformar vidas. Este espaço é muito pequeno para dizer o quanto sou grata a este Professor.

Ao meu co-orientador, Prof. João Francisco de Abreu, agradeço pe importantes orientações que me foram dadas durante a realização desta tese, por acreditar e confiar no desenvolvimento deste trabalho e, sobretudo, por ter contribuído para o meu amadurecimento acadêmico.

Ao Prof. Oswaldo Bueno Amorim Filho, pela oportunidade de me ensinar conceitos importantes da Geografia.

À Profa. Magali Maria de Araujo Barroso, amiga e inspiradora, que me introduziu nesse fascinante universo da teoria dos grafos e sempre colocou à minha disposição a sua inteligência e ampla experiência profissional.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Tratamento da Informação Espacial.

Ao Paulo Francisco Santana Resende, pela preciosa colaboração durante a programação do aplicativo.

À Luciana Martins Anicio, pela colaboração na elaboração dos mapas.

Ao Melquíades, esposo e companheiro de sempre, e às minhas filhas Maria Clara e Cecília, por acreditarem e darem apoio para a realização deste trabalho.

À Fátima Rosa Santos Nogueira, secretária do Programa de Pós-Graduação em Geografia, pela atenção e presteza de sempre.

A todos os meus amigos e familiares, pela paciência na ausência e pela torcida constante.

A Deus, por me iluminar durante todos os momentos de desenvolvimento desta tese.

Temos o destino que merecemos. O nosso destino está de acordo com os nossos méritos.

(Albert Einstein)

RESUMO

Nesta tese, explora-se a modelagem para a solução de problemas geográficos, utilizando-se conceitos e ferramentas da Teoria dos Grafos. Destaca-se a importância da Geografia Teórica Quantitativa, que contempla o rigor científico fundamentada em dados quantitativos e qualitativos. Nesse contexto geográfico, ocorre a elaboração de vários modelos, sobretudo aqueles relacionados à análise espacial, no sentido de proporcionar resultados significativos dos padrões de dados espaciais. As redes têm sido usadas em ciências tais como sociais, computacionais, biológicas etc. e, em sua maioria, são dinâmicas e promovem um ambiente que pode ser considerado um sistema complexo, pois a todo momento podem ser alteradas. Constam nesta tese estudos relacionados às redes urbanas, que se caracterizam por um conjunto de centros urbanos funcionalmente articulados entre si. Também nesse contexto os Sistemas de Informações Geográficas contribuem para o aprimoramento das pesquisas relacionadas ao espaço geográfico. Desenvolve-se o aplicativo computacional GeoGrafo, de interface amigável, que auxilia profissionais e estudantes de geografia na solução de seus problemas. O GeoGrafo, em sua construção, faz uso da plataforma Microsoft .Net utilizando a linguagem Microsoft C# .Net, da Microsoft Visual Studio 2008 e o Banco de Dados SQL Server 2005. O GeoGrafo permite obter informações sobre a indicação de localidades candidatas a receberem algum tipo de facilidade, além de possibilitar conhecer a estrutura topológica da rede a partir da contagem de seus vértices e arestas. Para ilustrar a aplicação do GeoGrafo, foram escolhidos os municípios da mesorregião do Vale do Mucuri, em Minas Gerais, acrescida do município de Novo Cruzeiro, da mesorregião do Vale do Jequitinhonha. Modela-se o grafo onde cada município é considerado um vértice e as arestas são trechos de estradas asfaltadas ligando esses municípios. Obtêm-se informações sobre a rede urbana dessa região tais como conectividade da rede, pontos de articulação, pontes, caminho de menor custo, centro, anti-centro e conjunto dominante mínimo.

Palavras-chave: Análise Espacial. Grafos. Redes. Sistemas de Informações Geográficas. GeoGrafo.

ABSTRACT

This thesis explores the modeling to solve geographic problems using concepts and tools of graph theory. We emphasize the importance of Theoretical Geography Quantitative contemplating the scientific rigor based on quantitative and qualitative data. In this geographical context is the development of various models, especially those related to spatial analysis, in order to provide meaningful results the patterns of spatial data. The networks have been used in social sciences such as, computational, biological, etc. and, mostly, are dynamic and foster an environment that can be considered a complex system, because every moment can be changed. Also included studies related to urban networks, which are characterized by a set of urban centers functionally linked to each other. Also in this context, the Geographic Information Systems contribute to the improvement of research related to geographical space. Develop the application computational geography, user-friendly interface that helps professionals and students of geography in solving their problems. The Geography in its construction makes use of the Microsoft platform .Net language using the Microsoft C#. Net, Microsoft Visual Studio 2008 and SQL Server Database 2005. The geographic footprint provides information on the nomination of candidate locations to receive some kind of facility. besides allowing to know the structure of the network topology from the count of its vertices and edges. To illustrate the application of geography were selected municipalities of the Greater Region Mucuri Valley, Minas Gerais, plus the city of New Cross, the meso Jequitinhonha Valley. Models is the graph where each city is considered a vertex and the edges are stretches of paved roads connecting these cities. One gets information on the urban network of the region such as network connectivity, pivot points, bridges, least-cost path, center, center and anti-dominant set minimum.

Keywords: Spatial analysis. Graphs. Networks. Geographic Information Systems. Geographer.