

# **FOLHA DE JULGAMENTO**

Título: Aplicação De Métodos de Análise Espacial e da Teoria Dos Conjuntos  
Nebulosos em Estudos sobre Pobreza

Candidato: Oswaldo Luiz Humbert Fonseca

Programa de Pós Graduação em Engenharia de Computação

Área de Concentração em Geomática

Data da defesa: 29 de abril de 2003

Aprovada por:

---

Margareth Simões Penello Meirelles, DSc, UERJ (Orientador)

---

Cláudio Antônio Gonçalves Egler, Phd, UFRJ

---

Gilberto Câmara Neto, Phd, INPE

## DEDICATÓRIA

Aos meus filhos Gustavo, Felipe e Gabriel por tudo que eles me ensinaram e, com certeza, continuarão ensinando-me.

## AGRADECIMENTOS

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) pelo apoio à elaboração desta dissertação através da liberação das minhas atividades como funcionário para a execução deste trabalho.

À Dr<sup>a</sup> Tânia Lustosa que, com sua capacidade e conhecimento sobre pobreza, tornou possível a realização deste trabalho.

Ao meu amigo Paulo Köhler cuja amizade dispensa agradecimentos formais.

À minha orientadora Margareth Simões, que, desde o início do curso, em 2001, aceitou o desafio de desenvolver comigo esse projeto.

Aos Doutores Luis Henrique Melgues de Figueiredo e Raimundo Amora Ramos, pela confiança depositada, quando da emissão das cartas de recomendação para a seleção do mestrado.

Resumo da Tese apresentada à FEN/UERJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc)

## APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE ESPACIAL E DA TEORIA DOS CONJUNTOS NEBULOSOS EM ESTUDOS SOBRE POBREZA

Oswaldo Luiz Humbert Fonseca

Abril/2003

Orientadora : Prof.<sup>a</sup> Margareth Simões Penello Meirelles, DSc UERJ

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Computação – Área de Concentração  
Geomática – Mestrado

Este trabalho propõe-se a descrever uma metodologia de medição de Pobreza que utiliza a teoria dos conjuntos nebulosos como base, e a desenvolver um conjunto de rotinas computacionais para geração de “Índices *Fuzzy* de Pobreza”, por uma unidade territorial, espacializados em ambiente SIG (Sistemas de Informações Geográficas). Após a definição dos indicadores, obtêm-se, para cada domicílio, graus de pertinência *fuzzy* a cada desses indicadores, efetua a integração dos vários indicadores através da utilização de operadores *fuzzy*, e posteriormente, aplica-se um processo de agregação para se obter um índice que corresponda ao grau de pertinência da unidade territorial ao conjunto “Pobreza”. Para a espacialização e avaliação dos resultados aplicam-se diversos métodos de análise espacial, mais especificamente, estatística espacial de áreas, possibilitando compreender a correlação espacial e construir novas relações entre esses dados, de modo a permitir um novo olhar sobre a população pobre e subsidiar ações governamentais no combate à Pobreza.

Abstract of Thesis presented to FEN/UERJ as a partial fulfillment of the requirements  
for the degree of Master of Science (M. Sc.)

APLICAÇÃO DE MÉTODOS DE ANÁLISE ESPACIAL E DA TEORIA DOS CONJUNTOS  
NEBULOSOS EM ESTUDOS SOBRE POBREZA

Oswaldo Luiz Humbert Fonseca

APRIL/2003

Advisor:       Margareth Simões Penello Meirelles, DSc, UERJ

Computer Engineering Program - Field of Geomatic

This work comprises describing the methodologies of Poverty measurement that use the theory of fuzzy sets as a basis, and developing a set of computational routines for the use of such methodologies. With the elaborated routines, the Fuzzy Poverty Index of each city of the State of Rio de Janeiro was calculated, using the available census data, and applied several methods of space analysis, more specifically, spatial statistics of area, with these indices, looking forward constructing new relations between these data, in order to allow a new look at the poor population.

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| 1 – INTRODUÇÃO  | 01  |
| 1.1 – Objetivo Geral  | 05  |
| 1.2 – Objetivo Específico                                   | 05  |
| 2 – A POBREZA   | 07  |
| 2.1 – O Conceito de pobreza                                 | 07  |
| 2.2 – Os Métodos tradicionais de medição de pobreza         | 13  |
| 2.2.1 – Identificação                                       | 13  |
| 2.2.1.1 – Métodos diretos                                   | 14  |
| 2.2.1.2 – Métodos indiretos                                 | 21  |
| 2.2.2 – Agregação   | 25  |
| 2.2.2.1 – Proporção de pobres ( <i>Headcount Index</i> - H) | 26  |
| 2.2.2.2 – Hiato de pobreza ( <i>Poverty Gap</i> - PG)       | 27  |
| 2.2.2.3 - Medidas FGT (Foster, Greer, Thorbecke, 1984)      | 27  |
| 2.3 – As limitações dos métodos tradicionais                | 28  |
| 3 – ANÁLISE FUZZY DA POBREZA                                | 30  |
| 3.1 – Introdução à teoria dos conjuntos nebulosos           | 30  |
| 3.2 – A escolha dos indicadores de pobreza                  | 37  |
| 3.3 – A escolha das funções de pertinências                 | 40  |
| 3.4 – O índice de pobreza de cada domicílio                 | 48  |
| 3.5 – Agregação territorial                                 | 50  |
| 4 – A ESPACIALIZAÇÃO DA POBREZA                             | 52  |
| 4.1 – Técnicas de Estatísticas de Área                      | 52  |
| 4.2 – Análise Exploratória Espacial                         | 53  |
| 4.2.1 - Autocorrelação Espacial                             | 54  |
| 4.2.1.1 - Matriz de Proximidade Espacial                    | 54  |
| 4.2.1.2 - Média Móvel Espacial                              | 55  |
| 4.2.1.3 – Índices Globais de Correlação Espacial            | 56  |
| 4.2.1.4 - Índices Locais de Correlação Espacial             | 57  |
| 4.2.1.5 – Mapas Relacionados                                | 58  |
| 5 – ESTUDO DE CASO  | 61  |
| 5.1 - Área de Estudo  | 61  |
| 5.2 – Fluxograma Metodológico                               | 63  |
| 5.3 – Indicadores Utilizados                                | 63  |
| 5.4 – Rotina Computacional                                  | 71  |
| 5.5 - Resultados  | 76  |
| 6 – CONCLUSÃO e RECOMENDAÇÕES                               | 110 |
| 7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS                              | 113 |
| ANEXO   | 121 |

## LISTA DE TABELAS

|               |   |     |
|---------------|---|-----|
| Tabela I –    | Graus de Pertinência  | 41  |
| Tabela II –   | Densidade de Moradores (Cerioli & Zani)   | 43  |
| Tabela III –  | Frequência – Densidade de Moradores (Cheli & Lemmi)   | 44  |
| Tabela IV –   | Graus de pertinência – Densidade de Moradores (Cheli & Lemmi)                                 | 45  |
| Tabela V –    | Graus de Pertinência – Densidade de Moradores (Felippone)                                     | 47  |
| Tabela VIa –  | Indicadores de pobreza (municípios por ordem alfabética, de Angra dos Reis, a Miguel Pereira) | 77  |
| Tabela VIb –  | Indicadores de pobreza (municípios por ordem alfabética, de Miracema até Volta Redonda)       | 78  |
| Tabela VIIa – | Ranking dos municípios  | 79  |
| Tabela VIIb – | Ranking dos municípios  | 80  |
| Tabela VIIc – | Ranking dos municípios  | 81  |
| Tabela VIII – | Pesos dos Indicadores   | 82  |
| Tabela IX –   | Correlação Espacial do Indicadores de Pobreza   | 101 |

## LISTA DE FIGURAS

|                |  |     |
|----------------|--|-----|
| Figura I –     | Exemplo ilustrativo dos predicados “cheio” e “vazio” | 31  |
| Figura II –    | Gráfico de espalhamento de Moran                     | 59  |
| Figura III –   | Mapa do Estado do Rio de Janeiro                     | 62  |
| Figura IV –    | Fluxograma Metodológico                              | 63  |
| Figura V –     | Fluxograma Representativo da Rotina Computacional    | 75  |
| Figura VI -    | O indicador Material da Parede                       | 84  |
| Figura VII -   | O indicador Material do Teto                         | 85  |
| Figura VIII -  | O indicador Densidade de moradores por Dormitório    | 86  |
| Figura IX -    | O indicador Densidade de moradores por banheiro      | 87  |
| Figura X -     | O indicador Tipo de abastecimento de água            | 88  |
| Figura XI -    | O indicador Tipo Esgotamento sanitário               | 89  |
| Figura XII -   | O indicador Tipo de Iluminação                       | 90  |
| Figura XIII -  | O indicador Assistência escolar ao menor             | 91  |
| Figura XIV -   | O indicador Evasão Escolar                           | 92  |
| Figura XV -    | O indicador Analfabetismo                            | 93  |
| Figura XVI -   | O indicador Renda                                    | 94  |
| Figura XVII -  | Média Ponderada                                      | 96  |
| Figura XVIII - | Média Harmônica Ponderada                            | 97  |
| Figura XIX -   | Operador Fuzzy Gama = 0,8                            | 98  |
| Figura XX -    | Operador Fuzzy Soma Algébrica                        | 99  |
| Figura XXI -   | Gráfico de Espalhamento de Moran                     | 102 |
| Figura XXII -  | Box Map  | 103 |
| Figura XXIII - | Agrupamento estatístico                              | 105 |
| Figura XXIV -  | Passo Igual  | 106 |
| Figura XXV -   | LISA MAP   | 107 |
| Figura XXVI -  | Média Móvel – Agrupamento por Quantil                | 108 |
| Figura XXVII - | Índice de Moran – Agrupamento por Quantil            | 109 |