Cristiane Farias Camacho

**Metodologia para Avaliação do Programa de
Eletrificação Rural via Análise Multivariada**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Reinaldo Castro Souza

Rio de Janeiro

Abril de 2003

Cristiane Farias Camacho

Metodologia para Avaliação do Programa de Eletrificação Rural via Análise Multivariada

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica do Departamento de Engenharia Elétrica do Centro Técnico Científico da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Reinaldo Castro Souza

Orientador

Departamento de Engenharia Elétrica – PUC-Rio

Prof. Tufi Machado Soares

Departamento de Estatística – UFJF

Prof. Gutemberg Hespanha Brasil

Departamento de Estatística – UFES

Prof^a. Marta Maria de Almeida Olivieri

Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL

Prof. Ney Dumont

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – Puc-Rio

Rio de Janeiro, 11 de abril de 2003

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

Cristiane Farias Camacho

Graduou-se em Estatística na UERJ (Universidade do Estado do Rio de Janeiro) em 1999.

Ficha Catalográfica

Camacho, Cristiane Farias

Metodologia para avaliação do programa de eletrificação rural via análise multivariada / Cristiane Farias Camacho; orientador: Reinaldo Castro Souza. – Rio de Janeiro : PUC, Departamento de Engenharia Elétrica, 2003.

[12], 137f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Elétrica.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia elétrica – Teses. 2. Propriedades rurais. 3. Eletrificação rural. 4. Análise multivariada. I. Souza, Reinaldo Castro. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Elétrica. III. Título.

CDD: 621.3

Dedico esta dissertação aos meus pais Selma e Eliezer e ao meu marido Luiz
Ricardo.

Agradecimentos

Em primeiro lugar a Deus pelo seu amor incondicional e por sempre me guiar pelo caminho certo.

Ao meu orientador Prof. Reinaldo Castro Souza pela disponibilidade, dedicação e ensinamentos imprescindíveis para a conclusão deste trabalho.

A CAPES e a PUC-Rio, pelos auxílios concedidos.

Ao meu marido Luiz Ricardo por mesmo nos momentos difíceis ter me confortado com seu amor, apoio e compreensão sempre me incentivando a seguir em frente.

Aos meus pais Selma e Eliezer e ao meu irmão Alexandre, pelo amor, carinho, dedicação e pelos preciosos ensinamentos com seus exemplos que me tornaram capaz de compreender os verdadeiros valores da vida e ser feliz.

Aos meus sobrinhos e afilhados Luiza, Caio, Thadeu, Gabriel, Carolina, Ana Cláudia, Júnior e todas as crianças que participam intensamente da minha vida pelo simples fato de existirem e mesmo sem grande entendimento da vida, compreenderem a minha ausência nunca duvidando do meu amor.

A todas as pessoas da minha família, da família do meu marido e a todos os amigos, em especial a tia Eliane e a Simone, que ajudaram no que foi possível e torceram com todas as suas forças para que tudo desse certo.

Aos meus amigos de todas as horas Flávia Lessa, Rosane Kirchner, Márcio Lessa e Rodrigo Laje pelo constante apoio e agradável convivência dividindo as alegrias e aflições com a certeza de que tudo terminaria bem.

Ao pessoal do LEC e do NEC, a Ana Paiva e Flávio, ao pessoal da secretaria do DEE Alcina, Ana, Márcia e Danilo, aos meninos da sala 442 em especial Evandro e Isnarde, Luiz Fernando (LF), por todo o carinho, boa vontade e atenção.

A todos os colegas de curso pelo companheirismo e ajuda sempre que solicitados.

A todos do CEPEL pela torcida, em especial ao Marcos Vinícius, Márcio Giannini, Aline Trigo e Leonardo Valente pelo grande apoio e colaboração em vários momentos da realização desse estudo.

Ao professor Tufi, pelas participações em idéias, sugestões e discussões feitas ao longo das etapas da dissertação.

Ao professor Gutemberg e a Marta Olivieri pelos comentários e pelas valiosas sugestões apresentadas.

Resumo

Camacho, Cristiane Farias; Souza, Reinaldo Castro. Metodologia para avaliação do programa de eletrificação rural via análise multivariada. Rio de Janeiro, 2003. 149p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A realidade vivida pela população rural tem sempre surpresas a revelar e mais ainda quando se trata do meio rural não eletrificado. Este estudo examina uma parte da realidade do cotidiano vivido por propriedades rurais envolvidas no Programa de Eletrificação Rural “Luz no Campo”, mostrando o modo de vida das propriedades na fase anterior ao recebimento de energia elétrica.

Através do “*data mining*” dos dados coletados na pesquisa de campo do estado do Mato Grosso do Sul e da aplicação de técnicas de análise multivariada, tais como: Análise de Fatores e Análise de Cluster, este estudo possibilitará a visualização do modo de vida de propriedades não eletrificadas permitindo posteriormente a comparação com a chegada da energia elétrica que propiciará a avaliação do Programa de Eletrificação Rural. O modelo foi aplicado em dados de duas concessionárias de energia elétrica do Brasil usando dados horários coletados durante dois anos.

Palavras-chave

Eletrificação Rural; Análise Multivariada; Propriedades Rurais.

Abstract

Camacho, Cristiane Farias; Souza, Reinaldo Castro (Advisor). Methodologic for Assessment of Rural Electrification Program through Multivariate Analysis. Rio de Janeiro, 2003. 149p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Elétrica, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

The reality lived by the rural population has always some surprises to reveal, even more when it's about the not electrified rural domain. This research examines a part of the reality lived by homestead involved in the Rural Electrification Program “Luz no Campo”, showing their way of life in the previous phase of the electricity receipt.

Through the “data mining” of the collected data in the field research in *Mato Grosso do Sul* state and with the application a varied of statistical multivariate techniques such as: Factors Analysis and Cluster Analysis, this research will provide the visualization of the way of life of non electrified properties allowing a later comparison with the data collected in the same properties, after the arrival of the electricity. This way, it will be possible to establish a formal evaluation of the Rural Electrification Program.

Keywords

Homestead, Rural electrification, Multivariate Analysis.

Sumário

1 Introdução	13
1.1. Motivação	13
1.2. Eletrificação Rural	15
1.3. O Programa “Luz no Campo”	19
1.3.1. A Pesquisa de Campo	20
1.4. Estrutura da dissertação	22
2 Principais Técnicas de Análise Multivariada	23
2.1. Análise Fatorial	23
2.1.1. Estimação dos Parâmetros dos Modelos	27
2.1.2. Estimação dos Escores Fatoriais	29
2.1.3. Transformação e Interpretação dos Fatores Comuns (Rotação dos Fatores)	31
2.2. Análise de Agrupamento (<i>Cluster Analysis</i>)	33
2.2.1. Definição do Problema	34
2.2.2. Métodos de Análise de Agrupamento	38
3 Aplicações	41
3.1. Organização do Banco de Dados	41
3.2. Análise Descritiva dos Dados	73
3.3. Análise Fatorial	87
3.4. Análise de Agrupamentos (<i>Cluster Analysis</i>)	88
4 Resultados	90
4.1. Banco de Indicadores	90
4.2. Banco de Variáveis Ativas	94
5 Conclusões	104
6 Trabalhos Futuros	106

7 Bibliografia	107
Apêndice 1 - Tabela de Variáveis	111
Apêndice 2 - Tabela de Variáveis Ativas	115
Apêndice 3 - Resultados da Análise Fatorial e da Análise de Cluster	118
Anexo 1 – Questionário de Campo – fase <i>ex-ante</i>	123

Lista de figuras

Figura 1: Representação gráfica da condição do responsável pela propriedade.	74
Figura 2: Representação gráfica da condição de segurança nas propriedades entre vistas.	80
Figura 3: Representação gráfica da qualidade do local de venda da produção.	81
Figura 4: Representação gráfica da preocupação ambiental.	83
Figura 5: Representação gráfica da posição dos entrevistados em relação às atuais fontes de energia utilizadas.	84
Figura 6: Representação gráfica do potencial de impacto das propriedades ao receber energia elétrica.	85
Figura 7: Representação gráfica da situação da propriedade em relação a assentamento	86
Figura 8: <i>Scree plot</i> dos Indicadores	91
Figura 9 – <i>Scree Plot</i> das variáveis ativas	95
Figura 10: Representação gráfica da distribuição de propriedades por cluster em cada Mesorregião.	102

Lista de tabelas

Tabela 1: Eletrificação Rural - Estabelecimentos Agropecuários	17
Tabela 2: Eletrificação Rural - domicílios rurais	18
Tabela 3: Distribuição da amostra da pesquisa de campo	21
Tabela 4: Distribuição de frequência do nível de instrução dos chefes das famílias	75
Tabela 5: Distribuição de frequência da estrutura das residências	75
Tabela 6: Distribuição de frequência da condição de saneamento básico das propriedades entrevistadas	76
Tabela 7: Distribuição de frequência do número de opções de lazer e entretenimento	77
Tabela 8: Distribuição de frequência da condição de trabalho do homem do campo	78
Tabela 9: Distribuição de frequência do acesso ao tratamento de saúde	79
Tabela 10: Distribuição de frequência da condição de crédito e orientação	82
Tabela 11: Distribuição de frequência do número de opções de novas atividades	86
Tabela 12: Percentual da variância total explicada pelos cinco primeiros fatores	91
Tabela 13: Indicadores: Fatores Interpretáveis	92
Tabela 14: Indicadores - Distribuição de propriedades por clusters	92
Tabela 15: Percentual da variância total explicada pelos oito primeiros fatores	95
Tabela 16: Descrição dos fatores interpretáveis	96
Tabela 17: Relação de variáveis dentro de cada fator	97
Tabela 18: Variáveis ativas - Distribuição de casos por <i>cluster</i>	98
Tabela 19: Distribuição de casos por <i>cluster</i> sem os <i>outliers</i>	98
Tabela 20: Variáveis representativas por cluster	101
Tabela 21: Classificação do clusters	101

“Multa espendio siunt quae signibus ardua videntur”
(A persistência supera o que os fracos consideram impossível.)
Tacito