

Claudia Zuccolotto Reis

**Eficácia de Solução Tecnológica para
Redução de Furtos de Energia Elétrica em
Empresas Distribuidoras: Estudo de Caso**

Dissertação de Mestrado

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Leonardo Junqueira Lustosa

Rio de Janeiro
julho de 2005

Claudia Zuccolotto Reis

**Eficácia de Solução Tecnológica para Redução de
Furtos de Energia Elétrica em Empresas Distribuidoras:
Estudo de Caso**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Leonardo Junqueira Lustosa

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Antonio Fernando de Castro Vieira

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. Luis Felipe Roris Rodriguez Scavarda do Carmo

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

Prof. José Eugenio Leal

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 15 de julho de 2005

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

Claudia Zuccolotto Reis

Graduou-se em Engenharia de Produção com ênfase em mecânica pela UERJ no ano de 2002. Participou de diversos congressos na área de engenharia de produção.

Ficha catalográfica

Reis, Claudia Zuccolotto

Eficácia de solução tecnológica para redução de furtos de energia elétrica em empresas distribuidoras: Estudo de caso / Claudia Zuccolotto Reis ; orientador: Leonardo Junqueira Lustosa. – Rio de Janeiro : PUC-Rio, Departamento de Engenharia Industrial, 2005.

81 f. ; 30 cm

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

Inclui bibliografia.

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Perdas de energia elétrica. 3. Furto de energia. 4. Distribuidoras de eletricidade. 5. Medição eletrônica. I. Lustosa, Leonardo Junqueira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD: 658.5

Ao meu marido Francisco e à minha filha Beatriz,
por tornarem meus dias melhores.

Agradecimentos

Agradeço à minha família: ao meu marido pela paciência e apoio, à minha filha por tornar meus dias melhores, meus pais e irmãos, sogros, cunhado e amigos, pelo dia a dia e acima de tudo a Deus por ter-me dado pessoas maravilhosas para conviver.

Agradeço à coordenação de Pós Graduação do Departamento de Engenharia Industrial, pela oportunidade e aos funcionários pelas ajudas, em especial à Claudia pela paciência.

Agradeço também à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela ajuda financeira, que sem ela este sonho não poderia se tornar realidade.

Aos funcionários da Ampla: Oreste Castañeda, Helton Guimarães, Mario do Nascimento e Guilherme e aos funcionários da Light: Sergio e Robson, pelos dados fornecidos e pela ajuda prestada.

Participação especial: Anna Paula de Oliveira.

Ao meu Orientador pelo total apoio.

Resumo

Reis, Claudia Zuccolotto; Lustosa, Leonardo Junqueira. **Eficácia de solução tecnológica para redução de furtos de energia elétrica em empresas distribuidoras: Estudo de caso.** Rio de Janeiro, 2005. 81p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

As perdas de energia elétrica, particularmente as comerciais, constituem problema importante e complexo para as empresas distribuidoras. O problema só se apresenta de forma aguda nos países em desenvolvimento, onde o percentual de perdas por furto é elevado e adquire importantes conotações sociais, políticas e culturais. Isso explica o fato de empresas brasileiras de distribuição de energia elétrica investirem recursos apreciáveis para mitigar esse problema e ressalta a importância de um tema ainda pouco explorado na literatura técnico-científica.

Esta dissertação, de caráter exploratório, tem como objetivo estudar o problema de perda de energia por desvio e a eficácia de soluções tecnológicas investigando o caso de uma empresa e os resultados obtidos em projeto recente. Ao tempo do estudo, a empresa implantava uma tecnologia cujo objetivo principal era identificar os clientes que desviam energia elétrica e, posteriormente, tornar o processo de faturamento automatizado. O estudo partiu de algumas questões julgadas mais relevantes, incluindo: Quanto a empresa ganhou com a instalação desta tecnologia? Como se comporta o consumo dos clientes antes e depois da instalação da tecnologia? Há correlação entre o ganho da empresa e o poder aquisitivo da população da área? Há efeito demonstração de uma área sobre suas vizinhas? A partir destas questões foram analisadas séries de dados referentes ao consumo medido antes e após a instalação da nova tecnologia.

Os resultados indicam a viabilidade da tecnologia como eficaz paliativo de curto-prazo para o problema cuja solução definitiva envolve tratamento concomitante dos aspectos sociais, políticos e culturais.

Palavras-Chave

Perdas de energia elétrica, furto de energia, distribuidoras de eletricidade, medição eletrônica.

Abstract

Reis, Claudia Zuccolotto; Lustosa, Leonardo Junqueira. **Effectiveness of a technological solution for reducing electrical energy pilferage in distribution companies: A case study.** Rio de Janeiro, 2005. 81p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Electrical energy losses, chiefly, commercial losses, constitute an important and complex problem for energy distribution companies worldwide. However, only in developing countries the problem becomes acute because theft losses are large, and coupled with social, legal, political and cultural issues. This explains why Brazilian energy distribution companies dedicate sizable investments for mitigating the problem, and stresses the importance of a theme still largely unexplored in the technical-scientific literature.

This thesis, of exploratory nature, addresses the problem and assesses the effectiveness of technological solutions by investigating the case of a recent project developed in a Brazilian company. At the time of the research, the company was implementing a new and original technology, whose main objective was to identify pilfering clients, and later on, to make the billing process more automated. The study started with some questions judged more relevant, including: How large was the gain yielded by the new technology? How does the energy consumption behave after the technological change? Is there a correlation between the gain obtained and the areas of lesser purchasing power? Is there a demonstration effect upon neighboring areas? Starting from these questions, series of historical data on measured consumption before and after the new technology were analyzed.

The results indicate the feasibility of the technology as an effective short-term palliative for the problem whose ultimate solution involves the concurrent treatment of the social, legal, political e cultural aspects.

Keywords

Electrical energy losses, energy theft, electricity distribution, electronic metering

Sumário

1. Introdução	12
2. Estudo de Caso – Descrição da Empresa	15
2.1. Área de Atuação	15
2.2. Características Operacionais	18
2.2.1. Sistemas de Suprimento	18
2.2.2. Sistemas de Transmissão	19
2.2.3. Sistemas de Distribuição	19
3. Descrição do Problema	21
3.1. Introdução	23
3.2. Projetos de Redução de Perdas	26
3.3. Cálculo de Perdas	36
4. Revisão Bibliográfica	40
4.1. Tecnologia da Informação e Furtos	40
4.2. Tipos de Sistemas	43
4.3. Componentes Sociais	44
4.4. Avaliação de Investimentos	48
5. Metodologia de Pesquisa	52
5.1. Introdução	52
5.2. Escolha da Área	53
5.3. Dados	54
6. Análise dos Dados	57
7. Conclusão	75
Referências Bibliográficas	79
Anexo	81

Lista de Figuras

Figura 1 - Divisão das Áreas das Distribuidoras de Energia do Estado do Rio de Janeiro.	16
Figura 2 – Gráfico da Variação das Perdas Comerciais das Distribuidoras no Brasil.	24
Figura 3 - Diagrama de Menor Compra e Maior Venda.	31
Figura 4 - Esquema do Funcionamento do Sistema de Medição Centralizada	33
Figura 5 - Evolução da Quantidade de Clientes com Concentrador Instalado.-	54
Figura 6 - Gráfico do Histórico dos Consumos dos Clientes com Concentrado	58
Figura 7 - Gráfico do Histórico dos Consumos dos Clientes com Concentrador Instalado na Área 1 (Março).	59
Figura 8 - Gráfico do Histórico dos Consumos dos Clientes com Concentrador Instalado na Área 2 (Agosto).	60
Figura 9 - Gráfico do Histórico dos Consumos dos Clientes com Concentrador Instalado na Área 3 (Setembro).	61
Figura 10 - Gráfico do % Clientes Consumo Mínimo X Ganho % da Área 1 (Março)	69
Figura 11 - Gráfico do % Clientes Consumo Mínimo X Ganho % da Área 2 (Agosto)	69
Figura 12 - Gráfico do % Clientes Consumo Mínimo X Ganho % da Área 3 (Setembro)	70
Figura 13 - Gráfico do Consumo Total (Kwh) X Ganho (Kwh) da Área 1 (Março)	70
Figura 14 - Gráfico do Consumo Total (Kwh) X Ganho (Kwh) da Área 2 (Agosto)	71
Figura 15 - Gráfico do Cons Total (Kwh) X Ganho (Kwh) da Área 3	72

Lista de Tabelas

Tabela 1: Perdas de energia por tipo de empresa.	25
Tabela 2: Balanço energético.	38
Tabela 3: Evolução do nível de perdas de energia 1998 – 1999 – 2000. ---	49
Tabela 4: Nível de perdas obtido com relação à meta 1998 – 1999 – 2000.	51
Tabela 5: Tipos de clientes com concentrador instalado	55
Tabela 6: Tipos de medidores com concentrador instalado	55
Tabela 7: Tipos de clientes com concentrador instalado em março	55
Tabela 8: Tipos de clientes com concentrador instalado em agosto	56
Tabela 9: Tipos de clientes com concentrador instalado em setembro	56
Tabela 10: Resultado dos concentradores instalados em março	62
Tabela 11: Resultado dos concentradores instalados em agosto	63
Tabela 12: Resultado dos concentradores instalados em setembro	64
Tabela 13: Ganho com a instalação dos concentradores instalados em março.	65
Tabela 14: Ganho com a instalação dos concentradores instalados em agosto.	66
Tabela 15: Ganho com a instalação dos concentradores instalados em setembro.	67
Tabela 16: Comparativo das áreas 2 e 3 para verificar o efeito demonstração.	68

Glossário de Siglas

Abradee – Associação Brasileira dos Distribuidores de Energia Elétrica

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CBEE – Companhia Brasileira de Energia Elétrica

Cemig – Companhia Energética de Minas Gerais

CENF – Companhia de Eletricidade de Nova Friburgo

CERJ – Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro

Cesp – Companhia Energética de São Paulo

Chesf – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

CNF – Consumo Não Faturado

CNR – Consumo Não Registrado

CP – Concentrador principal ou primário

CPFL – Companhia Paulista de Força e luz

CS – Concentrador secundário

DSM – Demand side management

ELM – Energia Por Ler em Medidores

ER – Energia Reversa

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

Iperd% – Índice de Perdas

RG – Regional Guanabara

RN – Regional Norte

RO – Regional Oceânica

RS – Regional Serrana