

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CARATINGA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA TELEMEDIÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA NO MUNICÍPIO DE CARATINGA**

ALEXANDRE HENRIQUE DE SOUZA
ANGÉLICA LORENA NUNES CORRÊA ALVES

CARATINGA

2012

Alexandre Henrique De Souza
Angélica Lorena Nunes Corrêa Alves

**ESTUDO DA VIABILIDADE DA TELEMEDEÇÃO DE ENERGIA
ELÉTRICA NO MUNICÍPIO DE CARATINGA**

Monografia apresentada à Faculdade de Engenharia Elétrica do Instituto Doctum de Educação e Tecnologia com exigência parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, sob orientação da professora MSc Fabrícia Pires.

CARATINGA

2012

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pela oportunidade;

Aos nossos familiares e amigos pelo apoio;

À professora e orientadora Fabrícia Pires, pela paciência e disponibilidade em todos os momentos necessários;

Ao Engenheiro Eletricista Christianno Roberto Leite Freitas, e ao Lucas Matias Caetano o nosso muito obrigado pela atenção e boa vontade ao esclarecer dúvidas e ceder informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa;

À Priscilla dos Anjos Souza Rocha Dutra e Alexandre Magno Rocha Dutra pela colaboração na área contábil da pesquisa.

"A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê."

Arthur Schopenhauer

RESUMO

Apresenta-se neste trabalho uma análise de uma possível forma de leitura automatizada da medição de energia elétrica em Caratinga-MG, apresentando as soluções disponíveis no mercado, que podem ser viáveis para a situação atual da microrregião atendida. Tendo em vista que o modelo atual de medição é satisfatório mas ainda muito primitivo, como é demonstrando que em diversas situações os responsáveis pelo serviço expõem ao risco a própria vida, além de ser pouco sofisticado diante dos avanços tecnológicos já existentes, obtendo uma leitura que é sujeita a erros e imprecisões, gerando prejuízos para a concessionária de energia elétrica e até mesmo para o consumidor. Como alternativa para tal problema, foi feito um estudo das ferramentas já existentes de medição automatizada de energia elétrica, as formas de transmissão dessa leitura de forma precisa, confiável e segura, os custos de implantação e manutenção desse sistema e a viabilidade desses medidores para área urbana e rural do município de Caratinga. Diante disto, espera-se com essa pesquisa dar uma visão dos investimentos necessários para a implantação de um novo sistema de medição de energia elétrica mais moderno, seguro e eficiente, podendo melhorar o processo de medição do consumo de energia.

Palavras-chaves: medição automatizada, viabilidade, leitura, energia elétrica.

ABSTRACT

This work presents an analysis of a possible form of automated reading of electric power measurement of Caratinga –MG; demonstrating the available solutions in the market, which may be feasible for the current situation of the assisted micro-region. Keeping in mind that the current measuring model is satisfactory, but still very primitive, as it is demonstrated that in several situations in which those responsible for the service exposes to risk their own lives. Besides being little sophisticated before existing technological advances, obtaining a reading that is subject to errors and inaccuracies, generating losses for the electric utility and even for the consumer. As an alternative to this problem, a study of existing tools for automated electric power measurement was made; the way of transmission of this reading accurately, reliably and securely, costs of implementation and maintenance of this system and the viability of these gauges for urban and rural areas of Caratinga. Before this, it is expected that this survey may give an overview of the investments needed to the implementation of a more modern, safe and efficient new energy measuring system, being able to raise the level of a simple task of energy consumption measurement.

Key words: measurement automated, feasibility, reading, electric power.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Rota de leitura.....	22
Figura 2 Mapa de leitura da área rural	22
Figura 3: Realização da leitura de medição em área urbana feita pelo agente.	23
Figura 4: Cartão de auto-leitura.....	25
Figura 5: Exemplo de medidor localizado em local de não livre acesso	26
Figura 6: Exemplo de medidor depreciado.....	27
Figura 7: Exemplo de animal dificultando e oferecendo risco ao trabalho do agente de leitura.....	27
Figura 8: Exemplo de dificuldades enfrentadas por agentes de medição na área rural.....	28
Figura 9: Exemplo de dificuldades enfrentadas por agente de medição área rural	29
Figura 10: Exemplo de medidor danificado	29
Figura 11: Medidor danificado	30
Figura 12: Exemplo de insetos dificultando e oferecendo riscos ao trabalho do agente de leitura.....	30
Figura 13: Funcionamento da rede <i>Smart Grid</i>	33
Figura 14: Representação esquemática de um sistema de medição automatizado.....	36
Figura 15: Injeção do sinal na rede de média tensão.....	40
Figura 16: Estrutura básica de uma rede PLC Fonte: Campos 2009	42
Figura 17: Modelo ELO 2113 Fonte: Chagas,2004	46
Figura 18: Medidor SAGA 1000-1681	47
Figura 19: Cobertura GPRS na cidade de Caratinga - MG e antenas de celular.....	51
Figura 20: Mapa demonstrando a localização dos clientes da área rural de Caratinga - MG.....	51
Figura 21: Conjunto de telemedição consumidores grupo A.....	54
Figura 22: Modelo do sistema de telemedição utilizado pela COELBA	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Índice de contas com problemas de leituras	49
Tabela 2: Custo da empresa com funcionários por mês	57
Tabela 3: Custo adicional da empresa com funcionários	58
Tabela 4: Custos da empresa com funcionários motociclistas	59
Tabela 5: Perda mensal em kWh	60
Tabela 6: Perdas financeiras.....	61
Tabela 7: Total de gastos atuais	61
Tabela 8: Custos da empresa com funcionários por mês após a implantação	62
Tabela 9: Custo para a implantação.....	64
Tabela 10: Custo operacional mensal da implantação.....	65
Tabela 11: Total de custos futuros	65
Tabela 12: Custo anual após implantação	66
Tabela 13: Economia anual após implantação.....	66
Tabela 14: Análise da viabilidade de implantação.....	67

LISTA DE SIGLAS

ADSL	<i>Asymmetric Digital Subscriber Line</i> - Linha de Assinante Digital Assimétrica
AMI	<i>Advanced Metering Infrastructure</i> - Infraestrutura de Medição Avançada
AMM	<i>Advanced Meter Management</i> - Gerenciamento Avançado do Medidor
AMR	<i>Automated Meter Reading</i> - Leitura automática do medidor
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASK	<i>Amplitude Shift Keying</i> – Modulação por Chaveamento de Amplitude
BA	Bahia
CEMIG	Companhia Energética de Minas Gerais
CO2	Molécula de Gás Carbônico
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
CPqD	Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações
CTBC	Companhia de Telecomunicações do Brasil Central
DMIC	Duração máxima de Interrupções
DRC	Duração Relativa da Transgressão da Tensão Crítica
DRP	Duração Relativa da Transgressão de Tensão Precária
EPI	Equipamento de proteção Individual
FGTS	Fundo de Garantia do Tempo de Serviço
FIC	Frequência de interrupções
FITec	Fundação para Inovações Tecnológicas
FP	Fator de Potência
FSK	<i>Frequency Shift Keying</i> - Modulação por Chaveamento de Frequência
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i> - Sistema Global para Comunicações Móveis
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i> - Serviço de Rádio de Pacote Geral
GPS	<i>Global Position System</i> – Sistema de Posicionamento Global
IDC	Duração de Interrupções
INSS	Instituto Nacional do Seguro Social
IP	<i>Internet Protocol</i> – Protocolo de <i>Internet</i>

kWh	Quilowatt-hora
MDM	<i>Meter Data Management</i> - Gerenciamento de Dados do Medidor
MG	Minas Gerais
NBR	Norma Brasileira Registrada
NR	Norma Regulamentadora
PLC	<i>Power Line Communications</i> – Comunicações Através de Linha de Força
OFDM	<i>Orthogonal frequency-division multiplexing</i> – Multiplexação Ortogonal por Divisão de Frequência
OPLAT	Onda Portadora em Linhas de Alta Tensão
PR	Paraná
PRODIST	Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional
RDR	Rede de Distribuição Urbana
RDU	Rede de Distribuição Urbana
RF	Rádio Frequência
RS	Rio Grande do Sul
SDEE	Sistemas de Distribuição de Energia Elétrica
SENAI	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
TV	Televisão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 Eletricidade.....	15
2.2 Redes de distribuição de energia	15
2.2.1 Área rural.....	17
2.2.2 Área urbana.....	18
2.3 Medição de energia	18
2.3.1 Modelo Atual de Medição	20
2.3.1.1 Medição atual na região estudada	24
2.3.2 Riscos e impedimentos do processo de medição	26
2.4 Rede <i>Smart Grid</i>	31
2.4.1 Medição automatizada	34
2.4.1.1 Enlaces de Comunicação Concessionária e Concentrador.....	37
2.4.1.2 Enlaces de Comunicação Concentrador e Medidor	37
2.4.1.3 Enlaces de Comunicação Medidor e Eletrodomésticos.....	38
2.4.1.4 A Arquitetura do Sistema de Medição Inteligente.....	38
2.4.2 Tecnologias de Transmissão Empregadas	39
2.4.2.1 PLC (<i>Power Line Communications</i>).....	39
2.4.2.2 GPRS (<i>General Packet Radio Services</i>)	43
2.4.2.3 Satélite	44
2.4.3 Modelos de Medidores Inteligentes	45
2.4.3.1 Modelo ELO 2113	45
2.4.3.2 Modelo SAGA 1000-1681.....	47
3. METODOLOGIA	48
4. PROJETOS ATUAIS EM ANDAMENTO	53
4.1 CEMIG.....	53
4.2 COELBA.....	54
4.2.1 Funcionamento do Sistema.....	55
5. RESULTADOS	57
5.1 Análise de custos com o modelo atual	57
5.1.1 Custo pessoal.....	57
5.1.2 Custos adicionais	58

5.1.3 Custo operacional	60
5.1.4 Custo total	61
5.2 Análise de custos futuros	62
5.2.1 Custo pessoal.....	62
5.2.2 Custo de implantação.....	63
5.2.3 Custo operacional	64
5.2.4 Custo total	65
5.2.5 Custo após a implantação do sistema.....	65
5.3 Economia estimada	66
5.4 Análise da viabilidade de implantação da telemedicação	66
6. CONCLUSÃO	68
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69
8. ANEXOS	74