



**FUNDAÇÃO
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE
MATO GROSSO DO SUL**

**FACULDADE DE ENGENHARIAS,
ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA**

ENGENHARIA ELÉTRICA

Telemedição de energia em clientes do grupo B em regiões centrais.

Aline dos Santos Romero

Campo Grande MS

30 de julho de 2020



**FUNDAÇÃO
UNIVERSIDADE
FEDERAL DE
MATO GROSSO DO SUL**

**FACULDADE DE ENGENHARIAS,
ARQUITETURA E URBANISMO E
GEOGRAFIA**

ENGENHARIA ELÉTRICA

Telemedição de energia em clientes do grupo B em regiões centrais.

Aline dos Santos Romero

Orientador: Jéferson Meneguín Ortega

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal de
Mato Grosso do Sul na Faculdade de
Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e
Geografia, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro(a)
Eletricista.

Campo Grande MS

30 de julho de 2020

Erro! Fonte de referência não encontrada.

Monografia apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia, para obtenção da Graduação em Engenharia Elétrica.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Jéferson Meneguín Ortega
Orientador

Prof. Dr. Paulo Irineu Koltermann

Prof. Dr. Jair de Jesus Fiorentino

Campo Grande MS

30 de julho de 2020

DECLARAÇÃO DE AUTORIA E RESPONSABILIDADE

Aline dos Santos Romero, residente e domiciliado na cidade de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, portador do RG de nº 1933592 e CPF nº05251434162, declaro que o trabalho de conclusão de curso apresentado, com o título “Telemedicação de energia em clientes do grupo B em regiões centrais” é de minha autoria e assumo a total responsabilidade pelo seu conteúdo e pela originalidade do texto. Declaro que identifiquei e referenciei todas as fontes e informações gerais que foram utilizadas para construção do presente texto. Declaro também que este artigo não foi publicado, em parte, na íntegra ou conteúdo similar em outros meios de comunicação, tendo sido enviado com exclusividade para a Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Campo Grande, 30 de julho de 2020.

Erro! Fonte de referência não encontrada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo suporte e por todo exemplo de determinação e perseverança que contribuíram tanto para a conclusão da minha graduação como para minha formação como pessoa.

RESUMO

As perdas comerciais representam prejuízo tanto às concessionárias de distribuição como aos consumidores, as mesmas estão atreladas a variáveis socioeconômicas e culturais. Apesar de as mesmas estarem fortemente atreladas ao consumidor de baixa renda, geralmente nas periferias, as mesmas também estão presentes em regiões centrais onde o consumo das unidades consumidoras tendem a ser maior. Nessas regiões é comum a dificuldade de realização de fiscalização, realização de serviços comerciais como suspensão e religamento de energia o que também tende a elevar problemas como a inadimplência. Neste contexto, este trabalho apresenta medidas de combate às perdas de energia para situações diversas, e tem como foco principal a utilização de telemedição de energia como forma de combate a perdas e a inadimplência em regiões centrais. São apresentados resultados obtidos em projeto piloto realizado pela Light Energia mostrando o aumento de consumo após a instalação de sistema de medição centralizada, e resultados obtidos nos Estados Unidos com economia de combustível e redução da emissão de gases poluentes das viaturas. Concluindo-se a telemedição de energia, atua tanto nas perdas não técnicas como na inadimplência, além de trazer benefícios como menor tempo gasto para realização de serviços e economia com gastos de deslocamento de equipes.

Palavras-Chave: Telemedição de Energia, Sistema de Medição Centralizada, Perdas Comerciais, Inadimplência.

ABSTRACT

Commercial losses represent losses for both distribution concessionaires and consumers, which are linked to socioeconomic and cultural variables. Although losses are strongly linked to low-income consumers, usually in the peripheries, they are also present in central regions where consumption by consumer units tends to be greater. In these regions, it is common to have difficulties in carrying out inspections, performing services such as power suspension and reclosing which also tends to raise problems such as default.

In this context, this work presents measures to combat energy losses for different situations, and its main focus is the use of energy telemetry as a way to combat losses and default in central regions. Results obtained in a pilot project carried out by Light Energia showing the increase in consumption after the installation of a centralized metering system are presented, and results obtained in the United States with fuel economy and reduction of pollutant gas emissions from vehicles. Energy telemetering is concluded, it acts both in non-technical losses and in default, in addition to bringing benefits such as less time spent on services and savings on team travel expenses.

Keywords: Smart Meter, Commercial Losses, Default.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Gráfico de perdas não técnicas sobre o mercado de baixa tensão nos anos de 2008 a 2018.	19
Figura 2 Gráfico de perdas técnicas, perdas não técnicas e perdas não técnicas regulatórias por região no ano de 2018.	20
Figura 3 Mapa de proporção de pessoas abaixo da linha de pobreza no Brasil em 2017	21
Figura 4 Discriminação do faturamento da distribuição	23
Figura 5 Gráfico de perdas não técnicas glosadas por concessionária no ano 2018	23
Figura 6 Caixa blindada polifásica	26
Figura 7 Blindagem de rede com canaletas	27
Figura 8 Baixa tensão zero com transformador blindado	28
Figura 9 Comunicação sistema de medição centralizada.....	30
Figura 10 Rede Mesh.....	31
Figura 11 Rede de distribuição com SMC	32
Figura 12 Concentrador Primário	32
Figura 13 Componentes do concentrador secundário	34
Figura 14 Concentrador secundário.....	34
Figura 15 Terminal de leitura individual.....	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1. Estado da arte (Revisão bibliográfica)	10
1.2. Justificativa (motivação) para o desenvolvimento do trabalho	13
1.3. Objetivos	14
1.3.1. Objetivo Geral	14
1.3.2. Objetivos Específicos	14
1.4. Organização do Trabalho :	14
2. TIPOS DE PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA	15
2.1. Perdas Técnicas na Distribuição	16
2.2. Perdas Não Técnicas	18
2.2.1. Perda Regulatória não Técnica	18
2.3. Perdas não técnicas no Brasil	19
2.3.1. Perdas não técnicas por região	20
2.4. Impactos das perdas comerciais	21
2.4.1. Impactos das perdas para os consumidores	21
2.4.2. Impactos das perdas comerciais para as concessionárias de distribuição	22
3. Medidas de combate a perdas comerciais	25
3.1. Softwares de análise de consumo	25
3.2. Fiscalização	25
3.3. Blindagem de Cliente	25
3.4. Blindagem de rede	26
3.5. Baixa tensão zero	27
3.6. Rede de distribuição aérea transversal- DAT	28
3.7. SISTEMA DE MEDIÇÃO CENTRALIZADA	29
3.7.1. Funcionamento da rede de comunicação do SMC	30
3.7.2. Escopo da rede energia com SMC	31
3.7.3. Componentes do sistema de medição centralizada	32

4.	OS BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO SMC EM REGIÕES CENTRAIS	36
4.1.	Resultados obtidos projeto piloto light energia	36
4.2.	Resultados obtidos com instalação de telemedicação pela centerpoint energy nos estados unidos	37
4.3.	Projeto AMPLA CHIP	37
5.	Conclusões Gerais.....	40
6.	Referências.....	42

1. INTRODUÇÃO

1.1. ESTADO DA ARTE

As perdas totais de energia elétrica na distribuição são compostas por duas parcelas, perdas técnicas e não técnicas e ambas causam impacto negativo na receita das distribuidoras de energia elétrica, as mesmas são reguladas pela ANEEL, e quando superiores aos limites regulatórios são descontadas da receita das concessionárias. (BERNARDON,2016)

As perdas globais são determinadas através da diferença entre a energia injetada no sistema e a energia faturada.

As perdas técnicas podem ser determinadas utilizando-se as informações das medições das subestações e de equipamentos instalados na rede como reguladores de tensão e bancos de capacitores, as mesmas também podem ser obtidas através de fluxo de potência.

Segundo Ferreira (2015) as perdas não técnicas podem ser calculadas por métodos diretos e indiretos.

Método direto:

Subtraindo-se as perdas técnicas das perdas globais, para utilização deste método é necessário alto grau de conhecimento do sistema, bem como equipamentos de medição nas subestações.

Método indireto:

Caracterizado pela utilização de dados históricos para obtenção de padrões de consumo dos clientes.

Percentuais de Perdas ao longo dos últimos anos

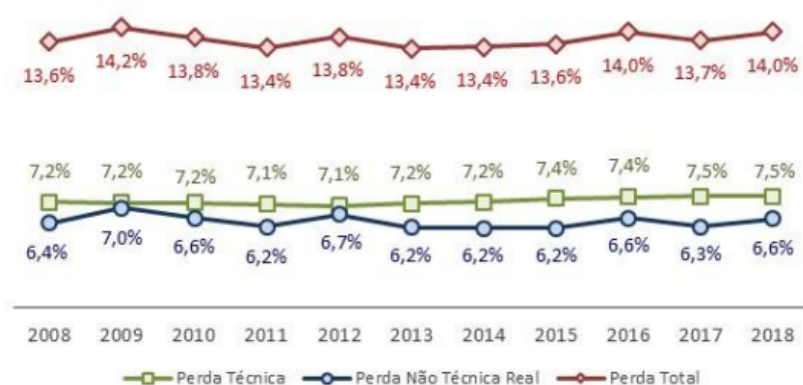
O percentual de perdas técnicas sobre a energia injetada não apresentou muita variação ao longo dos últimos anos, conforme gráfico apresentado na figura 1, pois a curva de perdas técnicas é praticamente constante. Isso se deve ao fato de as mesmas estarem relacionadas aos componentes do sistema elétrico, “as perdas técnicas são inerentes à atividade de distribuição de energia elétrica, pois parte da energia é dissipada no processo de transporte, transformação de tensão e medição em decorrência das leis da física”. (ANEEL, p.2, 2019).

Em contrapartida as perdas comerciais tendem a apresentar maiores variações uma vez que estão relacionadas a outros aspectos como sociais e econômicos, segundo Castro Miranda,

Vieira (2019, p.2) “ o status e cenários cultural, social e econômico do país e das áreas de concessão possuem e determinam forte influência sobre o nível de perdas não técnicas de uma distribuidora”.

As perdas comerciais tendem a subir em períodos de crise econômica, o desemprego e a perda de poder aquisitivo, leva uma parte dos consumidores a entrar na inadimplência e após terem seu fornecimento de energia suspenso muitos tendem a recorrer ao furto de energia. As perdas comerciais comprometem em torno de 18% do lucro das distribuidoras de energia ao ano (MADUREIRA,2019).

Figura 1: Perdas sobre a energia injetada de 2008 a 2018



Fonte [17]

Principais Causas de Perdas Não Técnicas

Para Santos(2018) as principais causas de perdas não técnicas são:

Adulteração de medidor através de troca de condutores;

Falha de equipamentos causadas por deterioração devido a desgaste dos equipamentos devido ao tempo, exposição a chuva e sol;

Erro de faturamento devido a equívoco dos leituristas.

Medidas de Combate a perdas não técnicas

As perdas comerciais são rateadas entre a distribuidora e os consumidores, porém visando estimular a eficiência das distribuidoras a ANEEL estipula limites regulatórios para o repasse deste valor nas tarifas dos consumidores, o cálculo das perdas não técnicas regulatórias é realizado utilizando análise comparativa, “essa comparação é efetuada a partir da construção de um ranking de complexidade das áreas de concessão, que permite aferir a eficiência de cada distribuidora no combate às perdas não técnicas”(ANEEL, 2015, p.3).

Visando reduzir as perdas comerciais as empresas investem em medidas de combate ao furto, como a utilização de softwares para análise de consumo e identificação clientes com maior potencial de fraude, fiscalização, substituição de medidores eletromecânicos por medidores eletrônicos, blindagem de cliente com a utilização de caixas tanques, blindagem de rede.

De acordo com Santos(2018) a rede DAT- Rede de Distribuição Transversal atende cerca de 47% dos clientes da concessionária Enel Distribuição Rio, visando inibir as conexões irregulares de clientes que tiveram o fornecimento de energia suspenso, porém com o tempo novas formas de furto de energia foram encontradas, sendo necessário então o desenvolvimento de novos projetos de combate a perdas.

A medida que as concessionárias desenvolvem novas tecnologias os fraudadores também desenvolvem novas formas de burlar a medição, sendo necessário estudos constantes por parte das distribuidoras para desenvolver novos métodos de combate a furtos e fraudes.

Existem vários perfis de fraudadores, bem como vários cenários que podem gerar perdas comerciais, não podendo então se generalizar uma única medida de combate a perda, para cada região é necessário realizar uma análise das características da rede e dos possíveis problemas que estejam causando perdas para então decidir o melhor tipo de projeto a se realizar, para que se obtenha a melhor relação custo benefício.

Uma das tecnologias mais eficientes no combate a perdas comerciais é o sistema de medição centralizada, SMC, que consiste na telemedição de energia, para Vaz (2012) a instalação de SMC constitui uma estratégia confiável de combate a perdas uma vez que a medição do consumo de energia ocorre de forma sensata e eficiente.

Como extensão do projeto rede DAT a concessionária Ampla desenvolveu o projeto Ampla Chip, que apresenta como principais diferenças entre o modelo tradicional de medição as seguintes características: elevação da rede de baixa tensão para a mesma altura da rede de média tensão e substituição de medidores convencionais por medidores com tecnologia de medição remota. Além de dificultar o acesso à rede para ligações irregulares também permite

leitura, suspensão e reestabelecimento do fornecimento de energia remotamente, o que impulsionou uma redução significativa nos indicadores de perdas da concessionária (SILVA,2014) .

Segundo Vabo e Amaral (2000) o primeiro projeto piloto de sistema de medição centralizada realizado pela Light Energia contemplando a instalação de 1.400 medidores teve um retorno positivo de 96.096,00 reais na receita anual da empresa e teve uma avaliação técnico-econômica extremamente positiva.

1.2. JUSTIFICATIVA PARA O DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

Nas áreas centrais de regiões urbanas é cada vez mais comum a dificuldade de realização de serviços que necessitem de espaço para estacionamento de viaturas, como suspensão de energia por falta de pagamento, reestabelecimento do fornecimento dentre outros serviços, devido ao grande fluxo de veículos e pessoas, o que ocasiona menor eficiência na realização dos serviços, e elevação nos índices de inadimplência.

Outros problemas encontrados pelas concessionárias de energia nessas áreas são a dificuldade de acesso para leitura e inspeções dos medidores de energia, problemas esses que contribuem para o crescimento das perdas comerciais.

As áreas centrais geralmente são habitadas por consumidores com alto consumo de energia, o que em caso de furto ou fraude gera um valor considerável nos níveis de perdas comerciais.

Este trabalho visa o estudo da utilização de telemedição de energia como forma de combate as perdas comerciais de energia e diminuição da inadimplência.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo Geral

Este trabalho visa analisar a telemedição da energia em clientes do grupo B como forma de combate as perdas não técnicas e diminuição da inadimplência.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar os fatores que influenciam a elevação das perdas comerciais;
- Avaliar o impacto das perdas comerciais para as distribuidoras e consumidores.
- Analisar o funcionamento da rede de telemedição de energia no B;
- Analisar e identificar os benefícios da utilização telemetria de energia no combate as perdas não técnicas.

1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO :

No Capítulo 1, é apresentado os problemas que motivaram a utilização de telemetria para medição energia em clientes do grupo B, bem como uma introdução sobre a utilização de telemetria por concessionárias de distribuição de energia.

No Capítulo 2, são estudados os tipos de perdas de energia e os fatores que influenciam a elevação das perdas comerciais, também são apresentados os impactos das perdas não técnicas para os consumidores e distribuidoras de energia.

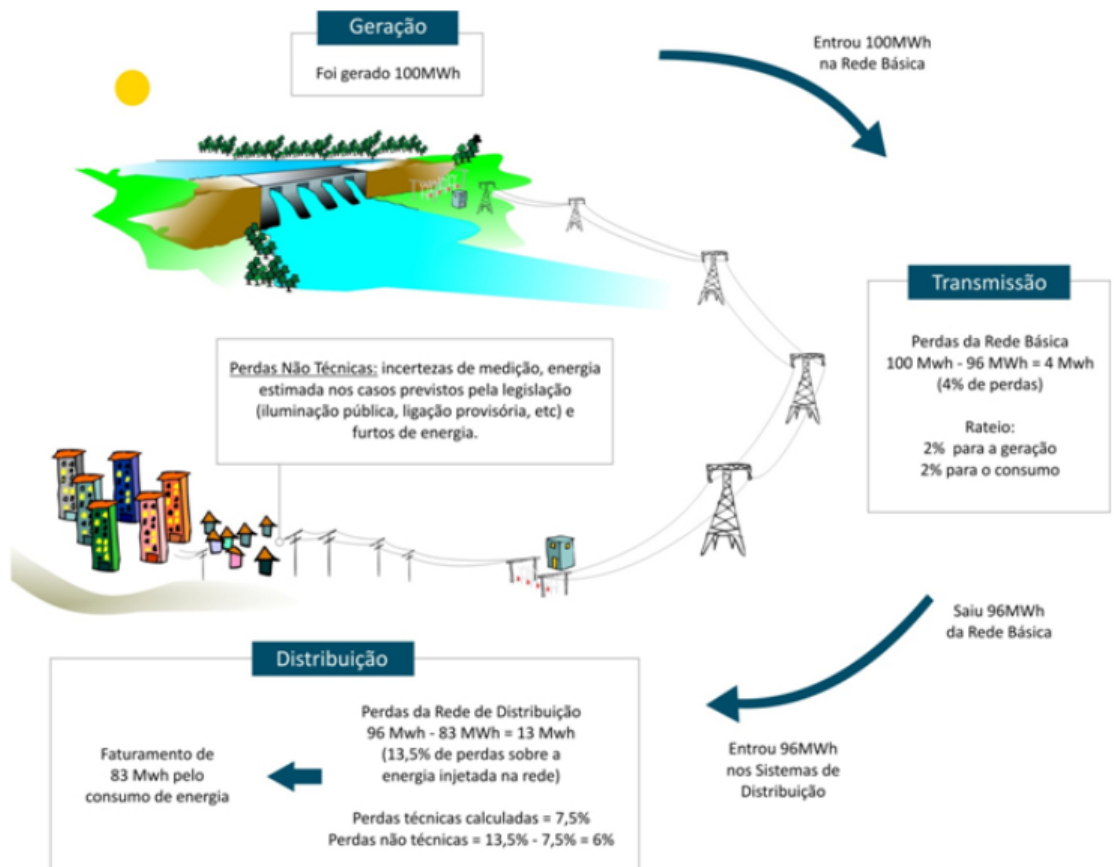
No Capítulo 3, são apresentadas formas de combate a perdas, bem como o funcionamento e componentes da rede telemedição de energia para o grupo B.

No Capítulo 4, é realizada uma análise da aplicação das formas de combate as perdas apresentadas no capítulo anterior, bem como os motivos e benefícios da utilização de telemedição de energia.

2. TIPOS DE PERDAS DE ENERGIA ELÉTRICA

A energia elétrica pode ser gerada por hidroelétricas, termoeletricas, fazendas solares, fazendas eólicas, usinas nucleares. Após gerada, a tensão é elevada para diminuir as perdas no processo de transmissão. Nos centros urbanos o nível de tensão é reduzido para então ser distribuída aos consumidores, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 1: Perdas no Sistema Elétrico de Potência



Fonte [7]

Nos processos de geração, transmissão e distribuição de energia ocorrem perdas devido ao processo de transformação de energia. A soma da energia entregue aos clientes não é igual a energia gerada devido as perdas que são divididas em perdas na rede básica e perdas na rede de distribuição, conforme exemplificado na figura 2.

As perdas na rede básica ocorrem nos processos de geração e transmissão e são apuradas pela Câmara de Comercialização de Energia Elétrica- CCEE, são calculadas através de informações obtidas da medição, as mesmas são rateadas entre os consumidores e as geradoras.

As perdas na rede de distribuição são subdivididas pela ANEEL em perdas técnicas e não técnicas.

2.1. PERDAS TÉCNICAS NA DISTRIBUIÇÃO

As perdas técnicas ocorrem devido a fenômenos físicos durante a geração, transmissão e distribuição de energia.

Na distribuição as mesmas são calculadas através de fluxo de potência utilizando softwares como o Interplan que é utilizado pelas distribuidoras do grupo Energisa, o mesmo utiliza a base de dados geográfica da distribuição contendo informações como potência de transformadores e bitola de condutores para cálculo de perdas técnicas, os cálculos de perdas em transformadores e medidores são apresentados a seguir:

Perdas em transformadores

As perdas em transformadores de potência são calculadas para condição de carga média através da expressão (1) conforme determinado pelo Módulo 7 do PRODIST.

$$PTR = (P_{fe} + P_{cu}) [MW]. \quad (1)$$

Onde:

PTR: perda de potência para a demanda média do transformador [MW];

P_{fe}: perda no ferro ou em vazio do transformador [MW];

P_{cu}: perda de potência para a demanda média no cobre do transformador [MW].

Perdas em Medidores

Os cálculos das perdas em medidores de energia são realizados através da expressão 1.2 conforme determinado pelo Módulo 7 do PRODIST.

$$EM = PM \cdot \Delta T [MWh]. \quad (2)$$

Onde:

PM: perda de potência no medidor [MW] determinado através da expressão 3;

ΔT : período de tempo analisado.

Em:

$$PM = K * PC * 10^{-6} [MW]. \quad (3)$$

Onde:

PC: perda por circuito de tensão do medidor [W];

K: multiplicador da perda de potência do circuito de tensão do medidor cujo valor deve ser fixado em:

3 (três), para unidades consumidoras alimentadas em 3 fases e 4 fios;

2 (dois), para unidades consumidoras alimentadas em 2 fases e 3 fios e em 1 fase e 3 fios;

1 (um), para unidades consumidoras alimentadas em 1 fase e 2 fios.

O valor das perdas técnicas depende do carregamento das linhas, ou seja, pode ser afetado pelas perdas comerciais uma vez que o consumo não faturado de energia tende a elevar o carregamento dos circuitos.

A elevação do carregamento dos circuitos pode causar queda de tensão e queima de transformadores devido à sobrecarga do sistema de distribuição.

2.2. PERDAS NÃO TÉCNICAS

As perdas não técnicas, também denominadas perdas comerciais, são calculadas através da diferença entre as perdas totais e as perdas técnicas, podem ser ocasionadas por fraude, desvio e furto de energia, erro de leitura, falta de acesso para leitura.

Fraude: Adulteração do medidor.

Furto: Ligações clandestinas.

Desvio: Conexões para desviar energia elétrica sem passar pelo medidor.

2.2.1. *Perda Regulatória não Técnica*

O cálculo da perda técnica regulatório é realizado através de análise comparativa entre as concessionárias, considerando-se o nível de complexidade socioeconômica entre as mesmas.

“Essa metodologia se baseou na determinação de uma trajetória de redução das perdas não técnicas para a distribuidora em processo de revisão tarifária, baseada no ponto de partida (referencial regulatório inicial a ser considerado no ano da revisão da empresa) e no ponto de chegada ao final do ciclo tarifário. Regra geral, foi considerado como ponto de partida o mínimo histórico das perdas não técnicas observadas nos quatro anos anteriores. Já o ponto de chegada foi obtido a partir das melhores práticas verificadas na comparação das empresas (benchmarking).”(ANEEL, 2019, p.13)

As empresas benchmarking são as que possuem menores perdas, elas são utilizadas como referência para cálculo das perdas comerciais.

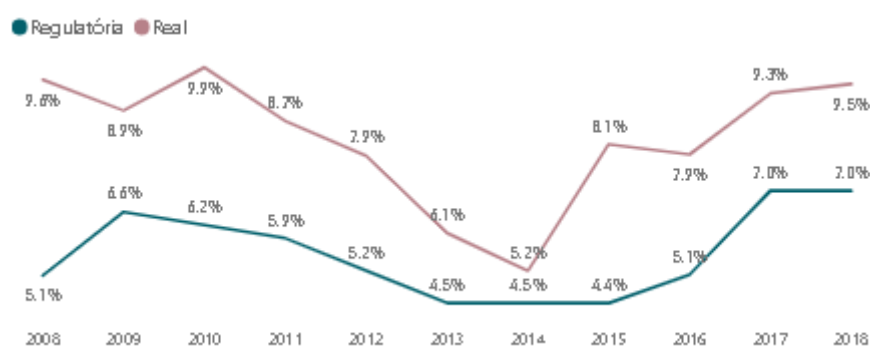
As perdas regulatórias representam o limite máximo permitido de repasse para os consumidores, caso as perdas reais sejam maiores o valor da diferença é de responsabilidade da distribuidora.

2.3. PERDAS NÃO TÉCNICAS NO BRASIL

O gráfico da figura 3 disponibilizado pela Aneel apresenta o comparativo entre perdas não técnicas regulatórias e reais entre os anos de 2008 e 2018, observamos que entre os anos de 2011 e 2014 há uma redução das perdas comerciais, porém no ano 2015 em que segundo Kleinübing (2015) o Brasil fechou 2015 com a com pior crise econômica dos últimos 20 anos as perdas aumentaram novamente evidenciando a relação entre a economia e as perdas comerciais de energia, este cenário mostra que é importante manter atividades e investimentos em combate a perdas não técnicas uma vez que em períodos de crise muitas pessoas tendem a recorrer ao furto de energia.

Após perceberem a não fiscalização por parte das concessionárias os consumidores tem maior tendência à tentar burlar o sistema de medição de energia. Este comportamento também exige das concessionárias de distribuição a busca constante por modernização e melhoria dos sistemas de medição e técnicas de combate a furtos e fraudes uma vez que os fraudadores tendem a desenvolver novas formas de burlar os sistemas.

Figura 2: Gráfico de perdas não técnicas sobre o mercado de baixa tensão nos anos de 2008 a 2019.



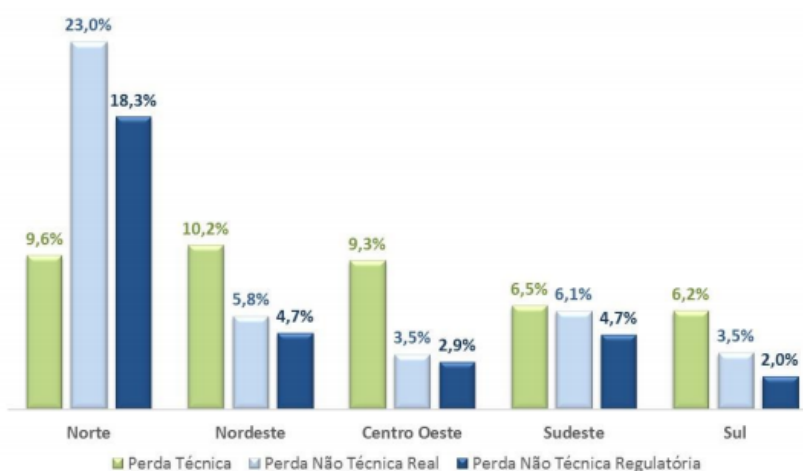
Fonte [3]

No período apresentado no gráfico acima pode-se observar que as perdas reais estão sempre acima das perdas regulatórias representando prejuízo tanto para as concessionárias de distribuição como para os consumidores uma vez que as perdas comerciais são rateadas entre os mesmos.

2.3.1. Perdas não técnicas por região

No gráfico da Figura 4 disponibilizado pela ANEEL observa-se o comparativo entre as porcentagens de perdas técnicas, não técnicas e não técnicas regulatórias por região.

Figura 3: Gráfico de perdas técnicas, perdas não técnicas e perdas não técnicas regulatórias por região no ano de 2018.



Fonte[3]

No mapa da figura 5 disponibilizado pelo IBGE, podemos observar a proporção de pessoas abaixo da linha da pobreza por região do Brasil, sendo as regiões mais afetadas Norte e Nordeste seguidas por Centro Oeste, Sudeste e por último Sul, comparando essa informação com a do gráfico acima observamos que as regiões com maiores porcentagens de perdas não técnicas são justamente as mais afetadas pela pobreza.

Figura 4: Mapa de proporção de pessoas abaixo da linha de pobreza no Brasil em 2017



Fonte[15]

Embora essas regiões sejam as mais afetadas, o furto de energia não é restrito a pessoas de baixa renda, e acaba gerando maiores prejuízos quando praticado por pessoas com alto poder aquisitivo uma vez que os mesmos geralmente possuem maior quantidade de equipamentos elétricos, como aparelhos de ar condicionado, chuveiros, dentro outros com potências elevadas.

2.4. IMPACTOS DAS PERDAS COMERCIAIS

2.4.1. Impactos das perdas para os consumidores

Parte do valor das perdas comerciais é repassada à fatura dos consumidores, tornando-a mais cara, segundo a ANEEL no ano de 2018 cerca de 3% do valor da fatura de energia se deu por conta das perdas comerciais.

Além de provocar o encarecimento da fatura as perdas devido ao furto de energia podem comprometer a qualidade de energia entregue aos consumidores, podendo causar subtensão devido a cargas não previstas ligadas aos alimentadores.

Também representam risco de segurança, podendo causar aquecimento em condutores mal dimensionados e faiscamento conexões irregulares vindo a causar incêndios, risco de choques elétricos, dentro outros.

Segundo relatos do jornal Campo Grande News no dia 14 de julho de 2019 ocorreu a explosão de um transformador próximo a uma área de invasão na cidade de Campo Grande - MS devido à sobrecarga causada por ligações clandestinas, o ocorrido deixou alguns clientes sem fornecimento de energia até a substituição do equipamento, além do prejuízo aos consumidores o equipamento danificado representa também prejuízo a concessionária e revela o perigo das ligações irregulares.

2.4.2. Impactos das perdas comerciais para as concessionárias de distribuição

Segundo informação da ABRADÉE [4] o faturamento bruto das distribuidoras de energia é cerca de 261 bilhões de reais ao ano, sendo 46 bilhões destinados as distribuição (os demais 219 bilhões são destinados a compra de energia, tributos, transmissão e encargos setoriais), desse valor uma parcela é destinada a operação e manutenção do sistema e após desconto do imposto de renda a remuneração das distribuidoras é algo da ordem de 9 bilhões de reais, conforme mostra a figura 6.

O valor das perdas não reconhecidas na fatura é algo em torno de 1,5 bilhões de reais, representando cerca de 18% do faturamento das empresas.

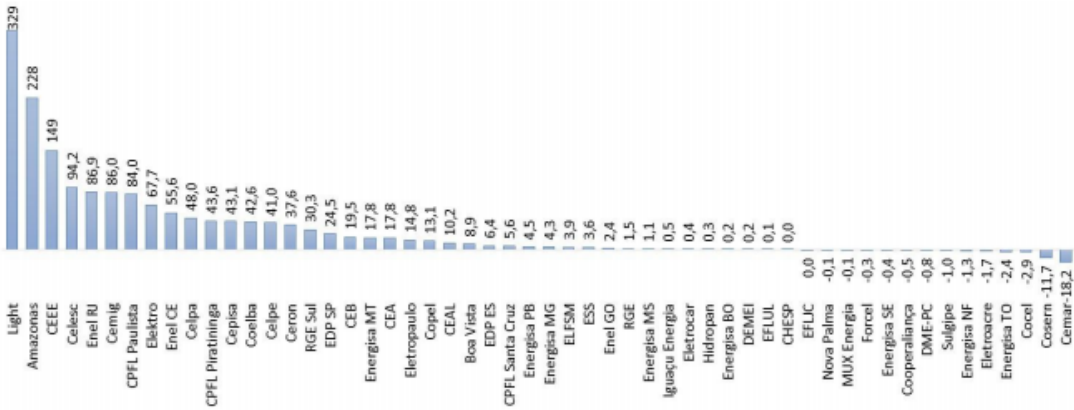
Figura 5: Discriminação do faturamento da distribuição



Fonte[13]

Segundo a ANEEL no ano de 2018 1,6 bilhões de reais de perdas não técnicas não foram reconhecidos na tarifa, sendo este valor distribuído entre as distribuidoras conforme gráfico da Figura 7.

Figura 6: Gráfico de perdas não técnicas glosadas por concessionária no ano 2018



Fonte[3]

No ano de 2019 as perdas não técnicas regulatórias sobre a baixa tensão ficaram estipuladas 11,7% a nível nacional, enquanto a perda real foi 15,8% sobre a energia injetada na baixa tensão.

3. MEDIDAS DE COMBATE A PERDAS COMERCIAIS

Visando diminuir as perdas não técnicas as distribuidoras de energia trabalham métodos de combate ao furto, fraude, dentre outros.

3.1. SOFTWARES DE ANÁLISE DE CONSUMO

Uma das principais ferramentas para descobrir possíveis fraudadores são softwares como o Hemera da empresa CAS TECNOLOGIA que permite a análise do consumo dos clientes, é possível analisar o perfil de consumo do cliente e se houve alguma variação brusca no consumo de energia indicando a possibilidade de erro de medição, ou fraude no sistema de medição.

3.2. FISCALIZAÇÃO

Equipes são enviadas a campo para realizar fiscalização da medição, podendo ser devido a campanha direcionada através da análise de consumo do cliente, bem como denúncias realizadas pela população, apontamento dos leituristas, campanhas em regiões com potencial elevado para fraudes, e também devido a verificação em campo por parte da própria equipe que muitas vezes identifica desvios direto da rede.

3.3. BLINDAGEM DE CLIENTE

Em regiões com potencial elevado de fraude, e clientes flagrados fraudando o medidor, algumas concessionárias utilizam medidas de blindagem de cliente, como o caso do grupo Energisa que desenvolveu a caixa blindada polifásica, em substituição a caixa de acrílico convencional.

A caixa blindada polifásica apresenta dois pontos de fechamento, e são abertos apenas com chaves especiais pertencentes a concessionária, impossibilitando o acesso ao medidor por parte de terceiros.

Figura 7: Caixa blindada polifásica



Fonte[9]

3.4. BLINDAGEM DE REDE

Em regiões próximas a áreas de invasão são utilizadas medidas como blindagem de rede, onde são utilizados cabos protegidos na rede de baixa tensão e próximo aos postes são utilizadas canaletas para proteger o cabo para que não haja possibilidade de conexões irregulares, conforme mostra a figura 9.

São utilizados conectores do tipo KRJ para realizar a conexão dos ramais, dificultando a tentativa de conexão de cabos para desvio de energia.

Figura 8: Blindagem de rede com canaleta



Fonte[Energisa]

3.5. BAIXA TENSÃO ZERO

Configuração de rede utilizando transformadores blindados, também utilizada em regiões próximas às áreas de invasão porém com maior potencial de desvios. Este tipo de transformador possui barramento de baixa tensão acoplado as laterais do transformador, onde são feitas as conexões dos ramais, visto na figura 10.

Este tipo de configuração apresenta algumas limitações técnicas, como os ramais saem direto do transformador para a residência do cliente o transformador não pode estar localizado muito longe das residências pois elevaria as perdas técnicas e causaria queda de tensão, os transformadores blindados possuem potência máxima de 30KVA.

Figura 9: Baixa tensão zero com transformador blindado



Fonte[Energisa]

3.6. REDE DE DISTRIBUIÇÃO AÉREA TRANSVERSAL- DAT

Configuração de rede onde a baixa tensão fica na mesma altura da rede de média tensão. Na Figura 11 é possível observar a rede secundária com cabo protegido alimentando um concentrador secundário, essa configuração de rede é utilizada com o objetivo de dificultar o acesso à rede de baixa tensão.

Figura 10: Rede DAT



Fonte[5]

3.7. SISTEMA DE MEDIÇÃO CENTRALIZADA

É um tipo de medição onde os medidores de energia são retirados do pontalete/padrão e são instalados de forma agrupada nos postes para evitar possíveis fraudes nos medidores de energia, bem como tentativas de desvio das fases. No sistema telemedido, as leituras dos medidores são coletadas por telemetria e enviadas à concessionária de distribuição e, também é possível realizar corte e religamento dos medidores remotamente.

3.7.1. Funcionamento da rede de comunicação do SMC

Na Figura 12 têm-se um escopo da rede de comunicação, os concentradores secundários comunicam-se entre si através de rede RF Mesh e enviam as informações para o concentrador primário que é responsável pelo envio das informações a concessionária.

Figura 11: Comunicação sistema de medição centralizada

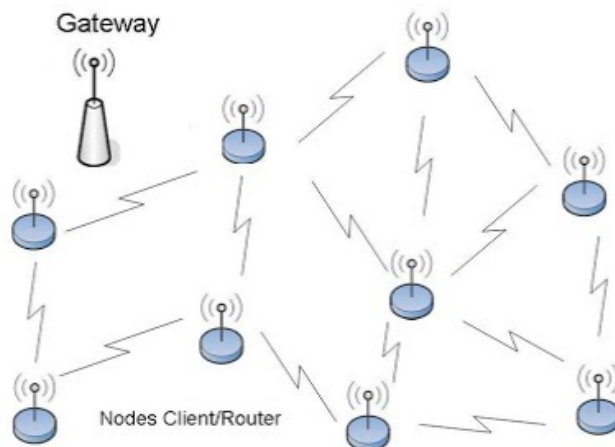


Fonte[12]

O sistema de medição centralizada utiliza configuração de rede mesh o que garante maior alcance e confiabilidade a rede uma vez que todos os elementos da rede comunicam-se entre si, permitindo que na ausência de algum elemento da rede os demais não percam a comunicação com o concentrador primário.

Na Figura 13 é possível observar a comunicação entre todos os pontos da rede, caso um algum ponto venha a ter algum problema os demais pontos mudam automaticamente a rota de comunicação.

Figura 12: Rede Mesh



Fonte[16]

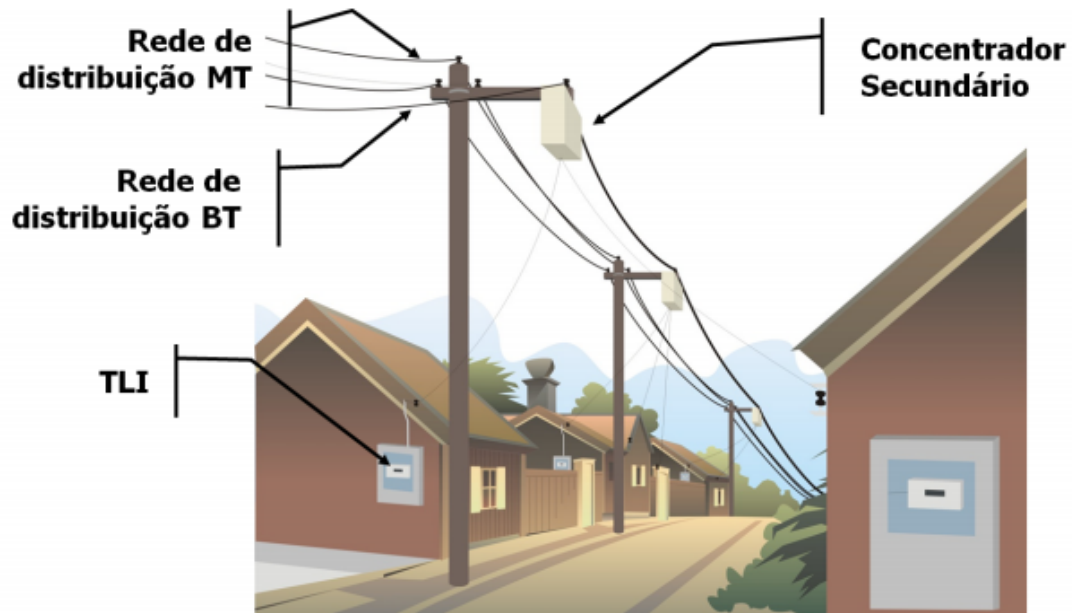
A comunicação do concentrador primário com a concessionária pode ocorrer por GSM ou por sistema próprio de rádio da concessionária.

3.7.2. Escopo da rede energia com SMC

Na Figura 14 têm-se um escopo da rede de energia, os medidores encontram-se abrigados no concentrador secundário que é alimentado pela rede de distribuição de baixa tensão.

Os ramais saem do concentrador secundário e vão para o padrão da residência do cliente, no padrão encontra-se um terminal de leitura para que o cliente tenha acesso a leitura.

Figura 13: Rede de distribuição com SMC



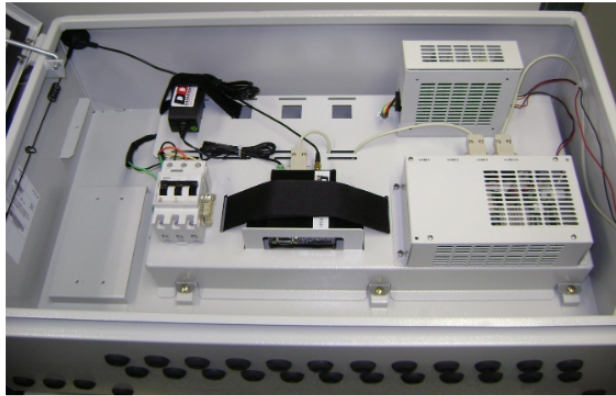
Fonte[10]

3.7.3. Componentes do sistema de medição centralizada

Concentrador primário

O concentrador primário conhecido como CP é constituído de CPU, rádio, remota, fonte e disjuntor, como mostra a figura 15.

Figura 14: Concentrador Primário



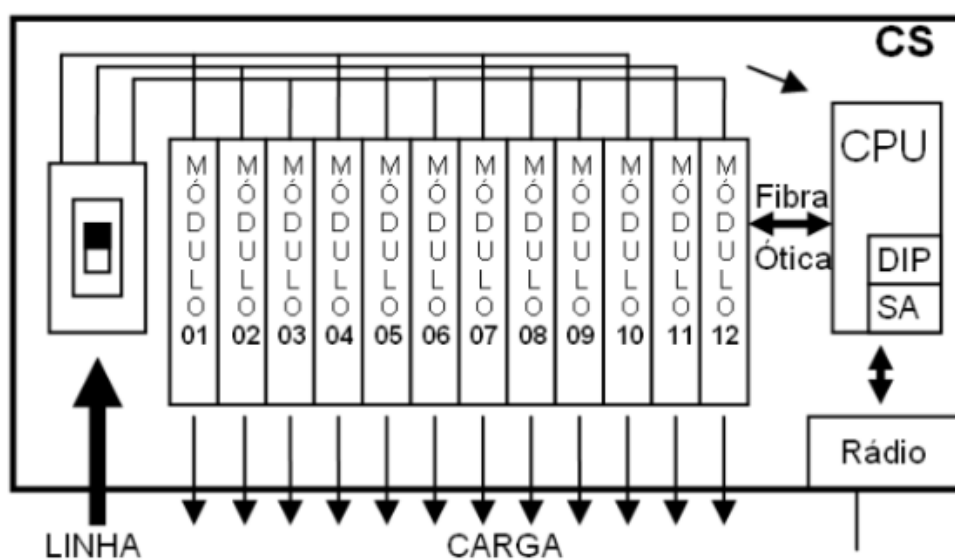
Fonte[12]

Concentrador secundário - CS

O concentrador secundário conhecido como CS é composto por módulos de medição, CPU, rádio, disjuntor.

A caixa trifásica possui 12 módulos que podem ser agrupados para montar medições monofásicas, bifásicas e trifásicas, os módulos são alimentados através de um barramento trifásico de baixa tensão, conforme figura 16.

Figura 15: Componentes do concentrador secundário



Fonte[12]

A figura 17 mostra a imagem real de um concentrador secundário.

Figura 16: Concentrador secundário



Fonte[12]

Terminal de leitura individual

O terminal de leitura individual, mostrado na Figura 18, também conhecido como TLI é instalado no padrão do cliente para que o mesmo tenha acesso a leitura, conforme determinado pela resolução normativa nº 414.

“Art. 79. A distribuidora que optar por medição externa deve utilizar equipamento de medição que permita ao consumidor verificar a respectiva leitura por meio de mostrador ou Terminal de Consulta do Consumo Individual – TCCI, sendo que, quando se tratar de SMC ou sistema encapsulado de medição, exclusivamente por meio da disponibilização de TCCI”. (Redação dada pela REN ANEEL 479, de 03.04.2012)

Figura 17: Terminal de leitura individual



Fonte[12]

4. OS BENEFÍCIOS DA UTILIZAÇÃO DO SMC EM REGIÕES CENTRAIS

Existem várias medidas de combate às perdas não técnicas de energia, sendo cada uma utilizada para um determinado perfil de consumidor ou região. O uso da telemetria para medição de energia é um dos métodos mais modernos de combate às perdas comerciais.

A utilização de sistema de medição centralizada além de impedir a fraude do medidor de energia também é utilizada como forma de combate à inadimplência, uma vez que é possível realizar cortes de energia remotamente. Também traz ganhos de confiabilidade do sistema e economia de gastos relativos à de mão de obra e combustível.

4.1. RESULTADOS OBTIDOS PROJETO PILOTO LIGHT ENERGIA

O primeiro projeto realizado pela Light Energia contemplando 1400 unidades consumidoras, apresentou resultados conforme tabela 1:

Tabela 1 diferença sob o consumo medido de energia (período de 6 meses)

DIFERENÇA SOB O CONSUMO MEDIDO DE ENERGIA (Período de 6 meses)			
SISTEMA DE MEDIÇÃO	Consumo médio mensal por Cliente(KWH)	Consumo total do conjunto(MWH)	Faturamento total(RS)
Eletromecânico	136,9	1.149,96	156.394,56
Centralizada	162,9	1.368,36	186.096,96
DIFERENÇA	-26,0	-218,4	-29.702,40

Fonte[12]

Na tabela 1a observa-se que houve uma elevação do consumo de energia nos meses posteriores a instalação do SMC o que leva a conclusão que haviam fraudes e problemas como erro de leitura, medidor obsoleto, dentre outros que resultavam em um faturamento menor que a energia real consumida.

A empresa teve um aumento de R\$ 29702,40 reais no faturamento de energia em 6 meses.

4.2. RESULTADOS OBTIDOS COM INSTALAÇÃO DE TELEMEDICÃO PELA CENTERPOINT ENERGY NOS ESTADOS UNIDOS

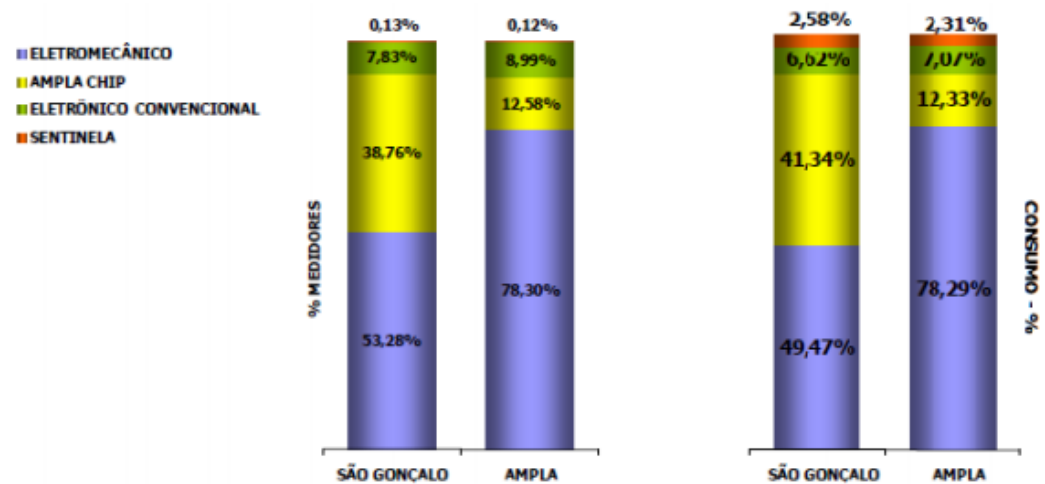
Segundo a concessionária de energia americana CenterPoint Energy[8] responsável pela distribuição de energia na cidade de Houston nos Estados Unidos em um ano a companhia economizou cerca de 1.9 milhão de galões de combustível e evitou a emissão de 17.000 toneladas de CO₂ com a automatização da medição de energia, além de aumentar a confiabilidade do sistema e diminuir o tempo de atendimento aos clientes.

4.3. PROJETO AMPLA CHIP

Em 2008, 11,4% das operações de leitura de medidores e 21,99% das operações de corte e religação de energia foram executados remotamente (SILVA,2014).

No ano de 2009 cerca de 12,58% dos clientes da concessionária Ampla eram atendidos com telemedição de energia, sendo seu consumo equivalente a 12,33% do consumo de energia distribuída pela empresa, conforme a Figura 19.

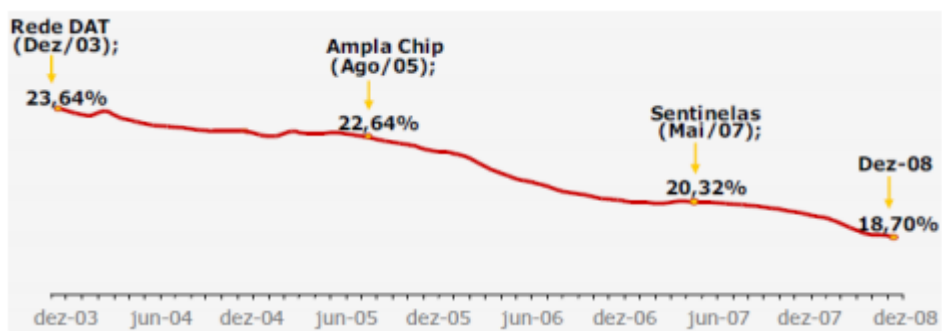
Figura 18: Gráfico comparativo entre os tipos de medidores x consumo dos clientes na cidade de São Gonçalo e na área de concessão da Ampla no ano de 2009.



Fonte[20]

O gráfico da Figura 20 apresenta os resultados obtidos pela Ampla com a utilização de duas tecnologias apresentadas neste trabalho, com a utilização de rede DAT as perdas reduziram de 23,64% para 22,64% e com a realização do projeto Ampla Chip que consiste na combinação da utilização de sistema de medição centralizada e rede DAT as perdas caíram para 20,32%.

Figura 19: Curva de redução de perdas de acordo com os projetos implementados pela Ampla



Fonte[20]

5. CONCLUSÕES GERAIS

As perdas comerciais geram grande prejuízo a receita das empresas de distribuição de energia e aos consumidores que também pagam por essas perdas na fatura.

Foi proposto neste trabalho a utilização de telemedição de energia como forma de combate as perdas comerciais, foram pesquisados os fatores que influenciam as perdas comerciais, chegando a conclusão de que aspectos socioeconômicos e culturais estão fortemente atrelados as mesmas.

Embora as perdas não técnicas estejam fortemente atreladas a pobreza, a mesma também está presente nas classes média e alta e, nesses casos as perdas são ainda maiores pois as unidades consumidoras pertencentes a essas classes são as que apresentam maiores consumos de energia.

Foram apresentadas medidas de combate a perdas para várias situações, uma vez que cada cliente e cada região possui um perfil e potencial para tipos de furtos e problemas relacionados a medição diferentes.

O foco do trabalho foi a apresentação da telemedição de energia como forma de combate a perdas em regiões centrais, resolvendo não apenas problemas de furto, mas também evitando problemas como erro de leitura, falta de acesso à leitura, dificuldade de realização de corte e religamento de energia.

Também apresentando o benefício da utilização como forma de combate a inadimplência, tanto pela possibilidade de corte remoto assim que detectada o não pagamento de energia respeitando os prazos determinados na resolução normativa N°414, como permitindo que as pessoas acompanhem seu consumo diário de energia tendo então maior controle sobre o quanto estão consumindo e conseqüentemente sobre quanto irão pagar.

Os objetivos esperados foram alcançados, de acordo com os resultados dos projetos desenvolvidos pela Light Energia, CenterPoint Energy e, Ampla a telemedição de energia trouxe muitos benefícios para as distribuidoras e para os clientes. No desenvolvimento desse

trabalho foi possível observar o avanço tecnológico das concessionárias de distribuição no combate a perdas de energia, e a importância do assunto para o seguimento de distribuição.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[5]AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **MÓDULO 2: REVISÃO TARIFÁRIA PERIÓDICA DAS CONCESSIONÁRIAS DE DISTRIBUIÇÃO:** Procedimentos de Regulação Tarifária - PRORET. Brasília: Aneel, 2015. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/cedoc/aren2015660_Proret_Submod_2_6_V3.pdf. Acesso em: 06 maio 2020.

[17]AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **MÓDULO 7: CALCULO DE PERDAS NA DISTRIBUIÇÃO:** Procedimentos de Distribuição de Energia Elétrica no Sistema Elétrico Nacional - PRODIST. Brasília: Aneel, 2016. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/modulo-7>. Acesso em: 06 maio 2020.

[19]ANEEL (Brasil). Perdas de Energia Elétrica na Distribuição. *In*: ANEEL (Brasil) (org.). **Perdas de Energia Elétrica na Distribuição**. [S. l.], 2019. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia_+Edi%C3%A7%C3%A3o+1-2019-02-07.pdf/d7cc619e-0f85-2556-17ff-f84ad74f1c8d#:~:text=As%20perdas%20t%C3%A9cnicas%20s%C3%A3o%20inerentes,decorr%C3%Aancia%20das%20leis%20da%20f%C3%ADsica. Acesso em: 7 jun. 2020.

[20]ANEEL (Brasil). Perda Não Técnica. *In*: ANEEL (Brasil) (org.). **Perda Não Técnica**. [S. l.], 2019. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjojNDY2YwNjgtYTZmMC00MjUxLTgzYjAtOWMxYmlwYjUxN2U4IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBIMSlmMi0jR9>. Acesso em: 15 maio 2020.

[16] AMPLA (Brasil). Rede Ampla: A Medição Eletrônica como Ferramenta no Combate ao Furto de Energia. *In*: AMPLA (Brasil) (org.). **Rede Ampla: A Medição Eletrônica como Ferramenta no Combate ao Furto de Energia**. [S. l.], 2006. Disponível em: <https://docplayer.com.br/110493344-Wellington-mattos-boaventura-gerente-de-operacoes-comerciais.html>. Acesso em: 8 jun. 2020.

[1] BERNARDON, Daniel. Perdas Técnicas e Comerciais de Energia Elétrica em Sistemas de Distribuição. 2016. 6 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2016. Disponível em: <http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/01/Perdas-Te%CC%81nicas-e-Comerciais-de-Energia-Ele%CC%81trica-em-Sistemas-de-Distribuic%CC%A7a%CC%83o.pdf>. Acesso em: 01 maio 2020.

[2] BRASIL. ANEEL. . Perdas de Energia. 2015. Disponível em: https://www.aneel.gov.br/metodologia-distribuicao/-/asset_publisher/e2INtBH4EC4e/content/654800?inheritRedirect=false. Acesso em: 05 mar. 2020.

[15] CENTERPOINT (Estados Unidos). Impact Share. *In*: CENTER POINT (Estados Unidos) (org.). **Impact Share**. [S. l.], 2018. Disponível em: <https://investors.centerpointenergy.com/static-files/82c57a89-1fc3-43af-ac9e-9cabfb21f070>. Acesso em: 10 jun. 2020.

[11] ENERGISA. **Caixa blindada**. 2020. Facebook: Energisa. Disponível em: <https://www.facebook.com/watch/?v=1002500873271986>. Acesso em: 18 maio 2020.

[10] FERNANDES, William; MATEINI, Rodrigo; COELHO NETO, Agnelo. Implementação de Rede RF Mesh IPv6 baseada em padrões abertos na Medição Centralizada. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016, Curitiba. **Anais**. Curitiba: Cgti, 2016. p. 1-12. Disponível em: <http://abradee03.org/send/2016/wp-content/uploads/2016/12/4166.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2020.

[21] FERREIRA, Thiago Sonnewend Diniz. **MÉTODO PARA DETECÇÃO E LOCALIZAÇÃO DE PERDAS NÃO TÉCNICAS EM SISTEMAS DE DISTRIBUIÇÃO EXPLORANDO MEDIDORES INTELIGENTES**. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015. Disponível em: http://taurus.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/259997/1/Ferreira_ThiagoSonnewendDiniz_M.pdf. Acesso em: 18 jul. 2020.

[14] GYR, Landis (org.). **SGP+ME13SistemadeGerenciamentodePerdas+MediçãoManualdoUsuário**. Disponível em: <https://docplayer.com.br/81161157-Sgp-m-e13-sistema-de-gerenciamento-de-perdas-medicao-manual-do-usuario.html>. Acesso em: 20 maio 2020.

[4] MADUREIRA, Marcos. Audiência Pública Tema: Perdas não técnicas: o impacto das fraudes, dos furtos de energia elétrica, entre outros, para o consumidor.. Brasília: Câmara de Deputados, 2019. Son., color. Legendado. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OhusARtYcBE>. Acesso em: 06 maio 2020.

[3] NIVALDE DE CASTRO (Rio de Janeiro). **O Desafio Regulatório das Perdas não Técnicas das Distribuidoras de Energia Elétrica**. 2019. Disponível em: http://www.gesel.ie.ufrj.br/app/webroot/files/publications/32_castro202.pdf. Acesso em: 05 maio 2020.

[9] RENAUX, Pedro. **Pobreza aumenta e atinge 54,8 milhões de pessoas em 2017**. 05/12/2018. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/23299-pobreza-aumenta-e-atinge-54-8-milhoes-de-pessoas-em-2017>. Acesso em: 06 maio 2020.

[13] SANTOS, Hingo Niklas dos. **Rede Mesh-Projeto de TCC**. 2009. Disponível em: <https://sites.google.com/site/redemesh/Home/projeto-tcc>. Acesso em: 05 abr. 2020.

[8] TV AO VIVO: **Brasil fecha 2015 com pior crise econômica em 20 anos**. São Paulo, 29 dez. 2015. Disponível em: <https://www.canalrural.com.br/programas/brasil-fecha-2015-com-pior-crise-economica-anos-60233/>. Acesso em: 15 maio 2020.

[22]SANTOS, Maressa Tuponi. **MÉTODOS DE PREVENÇÃO DAS PERDAS COMERCIAIS DE ENERGIA**. 2018. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: <http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10026744.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

[23]SILVA, Rogério José Mathias da. **TECNOLOGIAS PARA MEDIÇÃO DO CONSUMO E GARANTIA DA DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA NO RIO DE JANEIRO**. 2014. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.dissertacoes.poli.ufrj.br/dissertacoes/dissertpoli1219.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2020.

[7] VABO, Clayton Guimarães do; AMARAL, Cesar Rogerio do. **SISTEMA DE MEDIÇÃO CENTRALIZADA PARA ATENDIMENTO DE ÁREAS DE BAIXA RENDA**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, 2000, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Cgti, 2000. p. 1-10. Disponível em: <http://www.cgti.org.br/publicacoes/wp-content/uploads/2016/01/SISTEMA-DE-MEDIC%CC%A7A%CC%83O-CENTRALIZADA-PARA-ATENDIMENTO-DE-A%CC%81REAS-DE-BAIXA-RENDAS.pdf>. Acesso em: 15 maio 2020.

[6]VAZ, Laura Maria Mendes. **Impactos e benefícios do sistema de medição centralizada. Estudo de caso numa concessionária brasileira de eletricidade**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Potífica Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1022231_2012_completo.pdf. Acesso em: 07 maio 2020.

[14] VILLAR JUNIOR, Edmilson Xavier da Costa et al (org.). **CONSULTA PÚBLICA Nº 15 / 2009 AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL**. 2009. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/consulta_publica/documentos/Consulta

%20P%C3%BAblica%20015_2009%20-%20Ampla.pdf. Acesso em: 05 abr. 2020.