



**XXII SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

BR/GET/15
13 a 16 de Outubro de 2013
Brasília - DF

GRUPO -XIV

**GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E GESTÃO DA TECNOLOGIA, DA INOVAÇÃO E
EDUCAÇÃO - GET**

**ESTUDO DAS PERDAS TÉCNICAS E COMERCIAIS EM BAIXA TENSÃO ATRAVÉS DE ANÁLISE ESTATÍSTICA
E MEDIÇÕES EM COOPERATIVAS DE ELETRIFICAÇÃO**

**João Mota Neto(*) Anderson Diogo Spacek André Abelardo Tavares
FACULDADE SATC FACULDADE SATC FACULDADE SATC**

**Eder Andrade da Silva Jefferson Diogo Spacek Lucas Fritzen Venturini
FACULDADE SATC COOPERA FACULDADE SATC**

**Marcel Campos Inocêncio Oswaldo Ando Hideo Junior Vilson Luiz Coelho
FACULDADE SATC FACULDADE SATC FACULDADE SATC**

RESUMO

Originou-se adto de um projeto de pesquisa para determinação das características dos sistemas das cooperativas de eletrificação de Santa Catarina. O estudo em questão objetivou determinar através de ferramentas e métodos estatísticos, os pontos de medição em média e baixa tensão que representassem o universo de dezessete cooperativas que fomentaram o estudo. No decorrer desta publicação será possível conhecer os métodos e ferramentas empregadas bem como procedimentos de medição e finalizando com a apresentação de resultados.

PALAVRAS-CHAVE

Perdas reais, medições, transformadores de distribuição.

1.0 - INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda de energia elétrica, exige-se das concessionárias níveis de qualidade cada vez maiores nos serviços por elas prestados. Segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o consumo de energia elétrica aumentará 4,5% ao ano até 2021 (1). Assim, as concessionárias são obrigadas a planejar e/ou reestruturar suas redes a fim de atender a todos os consumidores dentro dos parâmetros de qualidade, segurança, eficiência e confiabilidade exigidos pela ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) (2).

No entanto, estes planejamentos visando atender a demanda são na maioria das vezes norteados para a construção de novas linhas de transmissão e distribuição que envolve elevados custos. Consequentemente, desperta-se o interesse por novas alternativas para suprir a crescente demanda por energia elétrica e, sendouma alternativa a redução das perdas elétricas. Visto que, segundo a ANEEL o nível médio das perdas no Brasil em 2011 foi de 13%, o que representa algo em torno de 7 bilhões de reais (3).

Definiu-se a perda técnica como a energia consumidano transporte, na transformação e nos equipamentos de medição, ou seja, perdas inerentes ao processo (4). As perdas comerciais estão relacionadas ao processo de comercialização (erros de medição, fraudes e, principalmente, furto da energia elétrica) (5).

O cenário do estudo são concessionárias e/ou permissionárias de energia associadas a FECOERUSC (Federação de Cooperativas de Eletrificação Rural de Santa Catarina)que possuem consumidores prioritariamente rurais,com

características particulares do sistemas elétricos. As cooperativas geralmente atendem cargas localizadas em pequenas cidades ou periferia de cidades médias e principalmente regiões rurais (6). Este dado aponta para curvas de carga com longos períodos de baixo consumo assim como alta quantidade de transformadores sub carregados.

Deste modo a etapa inicial do estudo efetuou-se um minucioso levantamento dos transformadores de distribuição e da topologia de rede. Por meio da estratificação dos dados coletados através de análises estatísticas definiu-se o panorama de carregamento dos transformadores e com isto determinou-se os pontos a serem medidos com analisadores de energia.

2.0 - MÉTODOLOGIA DE SORTEIO

Inicialmente definiu-se que a população utilizada neste estudo seria composta de transformadores de distribuição monofásicos, bifásicos e trifásicos. Dentre os quais, os transformadores trifásicos que atendem a apenas um consumidor foram excluídos, visto que na maioria destes casos estes equipamentos alimentam o segmento industrial. Deste modo, a população total do estudo estabeleceu-se em 12.271 transformadores.

Após a definição da população de análise, utilizou-se o método de amostragem estratificada para o sorteio dos transformadores que seriam analisados (7), sendo que os estratos foram divididos conforme descrito abaixo:

- Quanto ao número de fases do transformador, os mesmo foram divididos em monofásicos, bifásicos e trifásicos;
- Potência nominal do transformador;
- Determinação da proporção de transformadores por Cooperativa em relação à população;
- Definição de subpopulações em função dos percentuais de carregamento dos transformadores. Divididos em faixa de 25% em relação a potência nominal.

Para a escolha do tamanho da amostras, utilizou-se o método descrito por Barbeto, em virtude de desconhecer as informações sobre o valor percentual da variável em estudo (8), neste caso, a proporção das perdas técnicas e comerciais em relação à energia fornecida pela concessionária de eletrificação rural. A equação para o tamanho da amostra é dado por 2.1.

$$n \geq \frac{N.n_0}{N + n_0 - 1} \quad (2.1)$$

Sendo:

$$n_0 = \frac{z_{\alpha}^2}{4E_0^2} \quad (2.2)$$

Onde:

n : é o tamanho da amostra;

N : é o tamanho da população;

z_{α} : é o número representante ao grau de confiança (α) referente à distribuição da curva normal;

E_0 : é o percentual máximo que se aceita errar sobre a(s) característica(s) em questão.

Para este estudo, o nível de confiança utilizado foi de 95%, sendo que $Z_{95\%} = 1,96 \cong 2$ (9), resultando:

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2} \quad (2.3)$$

Neste estudo definiu-se que o erro amostral seria de 12% devido as medições conterem período mínimo de 7 dias de análise, visto a necessidade de levantar curvas de carga diária para cada dia da semana. A considerar este percentual de erro, o total de amostras resultantes foi de 70 transformadores.

Em virtude da distribuição dos transformadores das cooperativas de eletrificação rural serem prioritariamente trifásicos e monofásicos, sendo estes compostos por 6913 e 5218 transformadores respectivamente, as amostras distribuíram-se nestes dois grandes grupos. Os transformadores bifásicos, por representarem apenas 1,14% da população, foram excluídos por análise estatística, conforme é mostrado na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição das amostras.

	Monofásicos		Bifásicos		Trifásicos	
	Total	%	Total	%	Total	%
	5218	42,52	140	1,14	6913	56,34
Amostras	29,766115	30	0,798631	0	39,43525	40

A partir da Tabela 1, observa-se que as cooperativas associadas a FECOERUSC possuem, em sua maioria, transformadores trifásicos, com exceção das permissionárias CEREJ (Cooperativa de Prestação de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica Senador Esteves Júnior) e CERAÇÁ (Cooperativa de Eletrificação e Desenvolvimento Rural Vale do Araçá), que apresentam 68% e 74% de unidades transformadoras monofásicas, respectivamente. Em virtude destes números, o total de amostras monofásicas nestas duas cooperativas somaram 17 transformadores.

Para o sorteio aleatório das amostras, utilizou-se a ferramenta *MATLAB*[®], após executar o código desenvolvido (vide Figura 1), o mesmo solicita o tamanho da amostra e a inserção da matriz de transformadores $n \times 6$, onde n é o número de transformadores e as colunas são os dados do transformador. Estes dados referem-se ao código do transformador, barramento do transformador, tensão secundária, percentual do carregamento e a quantidade de consumidores, respectivamente. Esta matriz é gerada com o auxílio do software *Microsoft Excel*[®], sendo importada para o *MATLAB*[®].

Para validação da amostra utilizou-se o teste de hipótese para a média da subpopulação, caso os transformadores selecionados não apresentassem as mesmas características desta determinada subpopulação, os mesmos seriam rejeitados. Porém, devido à falta de dados de algumas cooperativas sobre o carregamento dos transformadores, em algumas subpopulações esta validação não pode ser concluída.

```
x=input('entre com a matriz:');
a=size(x);
b=a(1,1);
for c=1:b
v2=v2+(x(c,5)-mean(x(:,5)))^2;
y=input('entre com o tamanho da amostra:');
for i=1:y
m=floor(rand(1)*b+1);
l=l+1;
for j=1:6
amostra(l,j)=x(m,j);
end
trafos(l,1)=amostra(l,1);
end
Xa=mean(amostra(:,5));
z=(Xa-mean(x(:,5)))/(v/sqrt(y))
if z<1.96 & z>-1.96
fprintf('amostra valida\n');
trafos
else
fprintf('amostra invalida\n');
end
```

Figura 1: Código fonte de sorteio aleatório para amostra.

3.0 - PROCEDIMENTOS DE MEDIÇÃO

No estudo dos transformadores das cooperativas associadas a FECOERUSC, utilizaram-se quatro analisadores de baixa tensão RE7000 da empresa EMBRASUL[®] e dois analisadores de média tensão MARH-MT da empresa RMS[®], sendo que as amostras foram analisadas em baixa tensão e os analisadores de MT serão utilizados em medições futuras para análise de perdas por efeito Joule em condutores e para conhecer as perdas internas dos transformadores de distribuição.

Após a definição dos procedimentos de instalação dos analisadores, realizaram-se medições testes na permissionária COOPERA (Cooperativa Pioneira de Eletrificação), onde todos os registradores de grandezas dos analisadores de baixa tensão foram acionados, tendo em vista a análise mais elaborada das amostras. Nestas medições definiu-se que seriam retiradas as leituras dos consumidores alimentados pelos transformadores amostrados tanto na instalação do analisador quanto na retirada do mesmo para estimar a demanda e a potência total consumida durante a medição. Juntamente com os dados da iluminação pública conectada ao transformador,

são calculadas as perdas reais, que posteriormente serão utilizadas na próxima etapa deste projeto. A Figura 2 mostra a instalação do analisador RE7000 na cooperativa COOPERA e o mesmo instalado em um transformador de distribuição.



Figura 2: Instalação do analisador RE7000.

Concluídas as medições testes, definiu-se que as cooperativas disponibilizariam dados referentes aos transformadores analisados. Dentre os dados solicitados destacam-se:

- Os unifilares dos transformadores amostrados que contenham o material do condutor fase e a distância entre os postes a fim de facilitar as leituras dos medidores e para, na etapa seguinte deste projeto, desenvolver a metodologia de cálculo de perdas do sistema;
- Lista de consumidores contendo a fase em que os mesmos estão ligados e o tamanho do ramal de ligação, sendo que esta lista auxiliará tanto na análise de campo quanto na construção da metodologia de perdas, segunda etapa deste projeto;
- Ficha técnica dos transformadores para o conhecimento da idade média de uso do transformador nas cooperativas de eletrificação rural e obter as perdas técnicas reais dos transformadores.

4.0 - RESULTADOS

Concluído os sorteios estatísticos da amostra e realizadas as primeiras medições para estimar as perdas dos transformadores das Cooperativas de eletrificação rural, foram levantadas as curvas reais de cargas semanais dos transformadores definidos nas amostras utilizando os analisadores RE7000 da EMBRASUL®. A partir dos dados dos analisadores, foram realizados gráficos, de cada dia da semana, da potência aparente média por consumidor durante o período, para verificar possíveis padrões entre os diversos transformadores.

Posteriormente as análises teste na permissionária COOPERA, efetuou-se na cooperativa CERPALO (Cooperativa de Eletrificação de Paulo Lopes), a medição de três transformadores trifásicos. Conforme Tabela 2, nota-se que no transformador 151, devido ao material do condutor fase ser de cobre, as perdas foram de 9,34%, sendo este percentual menor em relação aos outros 2 transformadores de condutor alumínio. Comparando os transformadores 049 e 722, percebe-se que o primeiro detém maior número de consumidores, ramal médio e comprimento de rede, no qual resulta num alto percentual de perdas técnicas em relação ao segundo.

Ao analisar o consumo dos transformadores analisados na CERPALO, nota-se que o consumo de finais de semana não oscila durante o dia, porém seu consumo mostrou-se elevado, ou seja, o fator de carga de sábados e domingos foi maior que em dias úteis.

Na análise dos dados extraídos do transformador 049, observou-se uma variação abrupta entre fases quanto ao fator de potência e a carga instalada. Enquanto a fase A obteve fator de potência 0,66, as fases B e C ficaram em 0,92, ou seja, para a fase A, a energia reativa do sistema é maior que a energia ativa. Por consequência deste fato, as perdas técnicas se elevam, visto que a corrente que percorre os condutores é elevada se comparada a corrente para a mesma carga porém com o fator de potência unitário.

Tabela 2: Resumo dos transformadores CERPALO.

CERPALO	Transformador	49	151	722
	Potência [kVA]	45	75	30
	Vão médio [m]	29,75	30,68	43,48
	Comprimento total [m]	981,69	828,45	391,29
	Ramal médio [m]	10,67	9,78	6,86
	Quantidade de consumidores	20	42	8
	Material do cabo fase	Alumínio	Cobre	Alumínio
	Fator de carga	0,41	0,38	0,29
	Fator de utilização	0,52	0,47	0,48
	Consumo médio [kWh]	51,35	53,37	81,41
	Potência média por consumidor	489,7	374,49	556,09
	Energia fornecida [kWh]	1632,95	2417,847	724,781
	Perdas reais	kWh	394,595	225,847
		%	24,17%	15,56%

Posterior as medições da CERPALO, foram realizadas três análises de transformadores na cooperativa COOPERCOCAL (Cooperativa Energética Cocal). Após o tratamento dos dados, formulou-se a Tabela 3 com o resumo dos dados dos transformadores analisados.

Nesta tabela observa-se que as perdas do transformador 213 é 68 vezes superior as apresentadas pelo 598. Este fato deve-se a diferença de potência fornecida pelos transformadores, visto que esta foi de 19 vezes. Outro fator que eleva esta diferença se deve a divergência de número de consumidores, sendo que no 213 este é de 63, enquanto o transformador 598 possui apenas 5. Nota-se que o 213 terá maior perda em relação ao 598 devido a diferença de comprimento de rede de BT entre eles, visto que quanto maior o comprimento de rede, maiores serão as perdas por efeito Joule no condutor.

Tabela 3: Resumo dos transformadores COOPERCOCAL

COOPERCOCAL	Transformador	598	401	213
	Potência [kVA]	15	45	75
	Vão médio [m]	30,97	37,03	29,73
	Comprimento total [m]	185,82	481,39	832,44
	Ramal médio [m]	3,89	5,36	4,98
	Quantidade de consumidores	5	25	63
	Material do cabo fase	Alumínio	Alumínio	Alumínio
	Fator de carga	0,25	0,37	0,7
	Fator de utilização	0,29	0,48	0,63
	Consumo médio [kWh]	33,8	51,25	55,78
	Potência média por consumidor	33,8	51,25	55,78
	Energia fornecida [kWh]	248,15	342,51	361
	Perdas reais	kWh	2,699	53,048
		%	1,39%	4,84%

No mês de Fevereiro, foram realizadas duas medições em transformadores trifásicos na cooperativa CERMOFUL (Cooperativa Fumacense de Eletricidade). Esta análise diferenciou-se das demais pois o transformador 4067 apresenta apenas cargas industriais. Devido a esta característica, nota-se que o fator de carga do mesmo é maior em relação ao 4531, ou seja, o consumo durante o dia é homogêneo, como pode ser observado na Tabela 4.

Tabela 4: Resumo dos transformadores CERMOFUL.

CERMOFUL	Transformador	4067	4531
	Potência [kVA]	45	30
	Vão médio [m]	37,05	44,27
	Comprimento total [m]	703,87	1239,66
	Ramal médio [m]	3,65	4,3
	Quantidade de consumidores	3	9
	Material do cabo fase	Alumínio	Alumínio
	Fator de carga	0,59	0,44
	Fator de utilização	0,33	0,51
	Consumo médio [kWh]	657,67	180,125
	Potência média por consumidor	2960,72	787,08
	Energia fornecida [kWh]	2598,592	1777,785
	Perdas reais	kWh	349,592
		%	13,45%

No início do mês de Março, outras três medições foram executadas na cooperativa CEJAMA (Cooperativa de Eletricidade Jacinto Machado), localizada no município de Jacinto Machado. Estas medições diferenciaram-se das demais devido aos transformadores 1350 e 2512 serem monofásicos. Após a extração dos dados do analisador formulou-se a Tabela 5 com o resumo dos transformadores estudados nesta cooperativa. Observa-se, nesta tabela, que devido ao pequeno comprimento de rede e o fato de conter apenas um consumidor, as perdas do transformador 1350 ficaram em 3,85%, abaixo dos demais, sendo que estas perdas referem-se ao ramal de ligação e no medidor de energia do consumidor. Porém, em virtude deste fato, o fator de utilização deste transformador estabeleceu-se em 0,07 durante o período de medição, ou seja, o potência máxima fornecida pelo transformador foi 7% do seu valor nominal.

Ao analisar as perdas dos transformadores 1189 e 2512, ambos de 15kVA nota-se que as perdas reais do 1189 foram maiores em relação ao outro em virtude do elevado comprimento de rede de baixa tensão e maior comprimento do ramal de ligação.

Tabela 5: Resumo dos transformadores CEJAMA.

CEJAMA	Transformador		1189	1350	2512
	Potência [kVA]		15	5	15
	Vão médio [m]		62,26	63,37	58,4
	Comprimento total [m]		1369,8	126,74	992,77
	Ramal médio [m]		18,82	12,6	7,97
	Quantidade de consumidores		5	1	4
	Material do cabo fase		Alumínio	Alumínio	Alumínio
	Fator de carga		0,24	0,27	0,23
	Fator de utilização		0,19	0,07	0,26
	Consumo médio [kWh]		67,4	22	51
	Potência média por consumidor		133,96	94,07	225
	Energia fornecida [kWh]		244,609	22,88	221,11
	Perdas reais	kWh	29,129	0,88	17,115
		%	11,91%	3,85%	7,74%

Nos transformadores analisados até o presente momento, observa-se que os mesmos apresentam consumo maior durante horários de ponta, como pode ser observado na Figura 3, que ilustra a curva real de carga juntamente com a curva de tendência de quarta ordem do transformador 213 da cooperativa COOPERCOCAL.

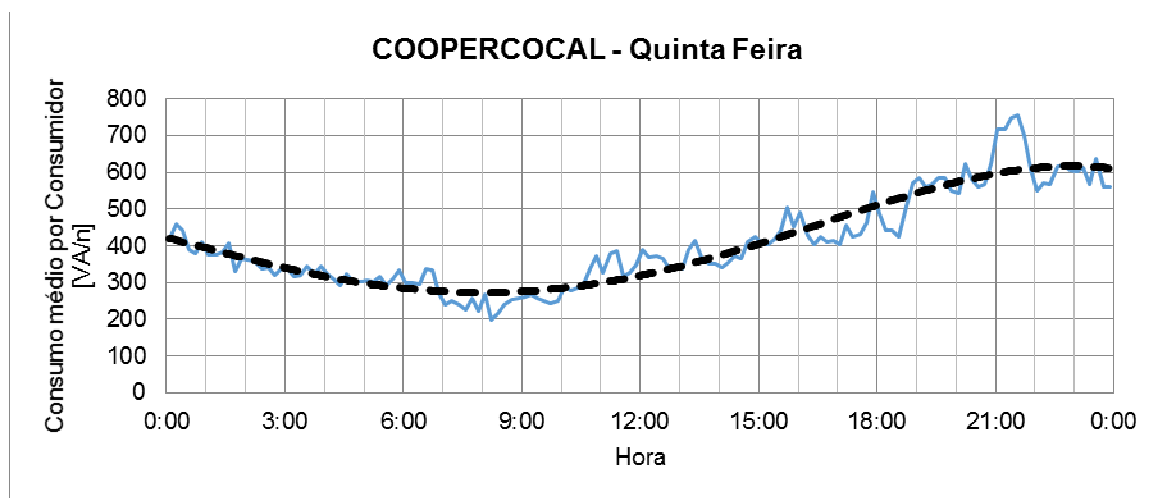


Figura 3: Curva real de carga do transformador 213.

Devido a esta variação de consumo durante o dia, o fator de utilização durante horários fora de ponta mostra-se menor em relação a horários de ponta, variando de 0,27 para 0,71 para o transformador 1350 da CEJAMA.

Porém nos finais de semana, as curvas de carga mostraram-se com menor variação de carga durante o dia, contudo o consumo diário foi maior em relação a dias úteis. Devido a esta homogeneidade de consumo, o fator de carga em sábados e domingo apresentou maior valor em relação a dias úteis. A Figura 4 ilustra a curva real de carga do transformador 213 para domingo.

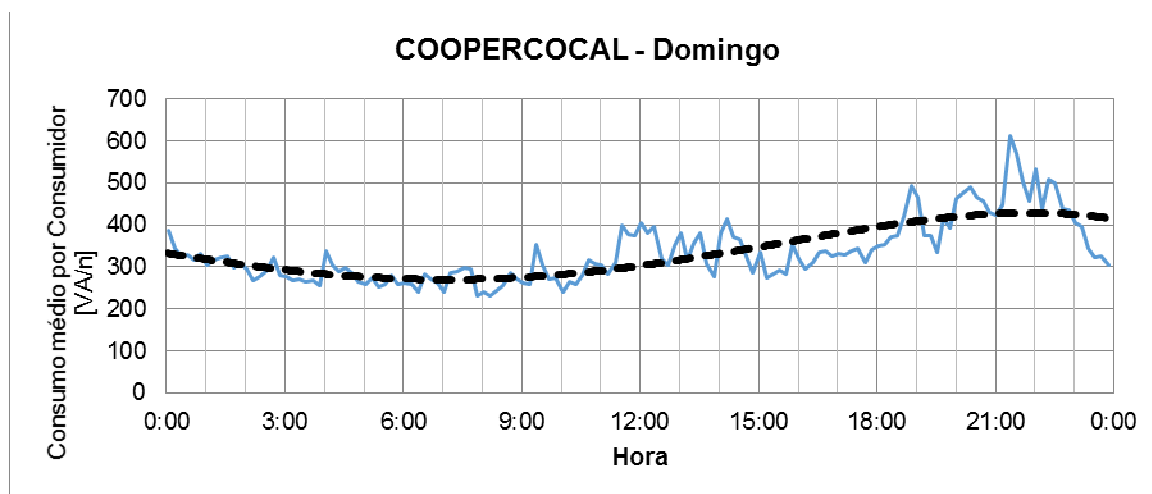


Figura 4: Curva real de carga do transformador 213.

5.0 - CONCLUSÃO

Observa-se que, nas análises feitas até o presente momento, os transformadores de distribuição das cooperativas associadas à FECOERUSC, em grande maioria, atendem consumidores residenciais e que a potência média por consumidor não ultrapassou 800 W para transformadores não industriais.

Tendo em vista estes transformadores atenderem cargas residenciais, nos quais o fator de potência não é controlado, seu valor oscilou durante os dias de análise, ocorrendo o surgimento tanto de fatores indutivos quanto capacitivos. Dado que o valor estabelecido na metodologia de perdas estabelecida pela ANEEL para o fator de potência é de 0,92, sendo este inversamente proporcional às perdas do sistema, os valores reais encontrados podem diferenciar-se dos encontrados através de cálculos, no qual pode levar a considerar perdas comerciais no sistema.

Como contribuição destas análises tem-se um importante impacto técnico e econômico na operação das concessionárias, pois permite à empresa conhecer melhor o seu sistema e definir ações de redução de perdas. Adicionalmente, a redução das perdas representa um decréscimo de demanda e, consequentemente, um menor aumento da capacidade de transmissão e distribuição causando um impacto positivo em termos econômicos e socioambientais.

Devido ao elevado número de transformadores subcarregados, será feito um estudo detalhado das perdas reais internas destes equipamentos, devido à variação das mesmas em transformadores reconicionados, de forma a sugerir mudanças nos projetos das redes de baixa tensão a fim de reduzir as perdas do sistema.

Para visar a segurança dos técnicos responsáveis pelas instalações dos analisadores, visto o alto índice pluviométrico nos períodos de primavera e verão, as medições em média tensão não foram realizadas. Além deste fato, poucas cooperativas possuem equipes de linha viva, necessárias para a instalação do equipamento MARH-MT em média tensão, no qual faz-se necessária a terceirização deste processo.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Demanda de Energia Elétrica – 10 anos**. Rio de Janeiro, 2012.
- (2) MÉFFE, André. **Metodologia para Cálculo de Perdas Técnicas por Segmento do Sistema de Distribuição**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.
- (3) ANEEL - AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **3º Ciclo: ANEEL define nível de perda por furtos e fraudes no cálculo de tarifa**. Brasília, 2011. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/noticias/Output_Noticia.cfm?Identidade=4841&id_area=90>. Acesso em: 04 fev. 2013.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. **Perdas Comerciais**. Rio de Janeiro, 1998. 67 p.

(5)QUEIROS, Leonardo Mendonça Oliveira de. **Estimação e Análise das Perdas Técnicas na Distribuição de Energia Elétrica**. 2010. 155 f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual De Campinas, Campinas, 2010.

(6)OLIVEIRA, Luciana Corrêa de. **Perspectivas para a Eletrificação Rural do Novo Cenário Econômico-Institucional do Setor Elétrico Brasileiro**. 2011. 116 f. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

(7)BARBETTA, Pedro Alberto. **Estatística Aplicada às Ciências Sociais**. 6ª Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006. 315 p.

(8) BARBETTA, Pedro Alberto; REIS, Marcelo Menezes; BORNIA, Antônio Cezar. **Estatística para cursos de Engenharia e Informática**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas S.A., 2008. 410 p.

(9)MONTGOMERY, Douglas C.; RUNGER, George C.. **Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros**. 4ª Ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2009. 500 p.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Anderson Diogo Spacek, nascido em 1981 na cidade de Criciúma-SC, cursou graduação em Tecnologia em Automação Industrial (2004) pela Universidade do Extremo Sul Catarinense e mestrado em Engenharia (2012), titulado pelo (PPGE3M/UFRGS) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Atua como educador da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC) desde 2002. Tem experiência na área eletroeletrônica e de automação.



André Abelardo Tavares, nascido em 1977 na cidade de Criciúma-SC, possui graduação em Engenharia Elétrica (2002) e mestrado em Engenharia Elétrica (2005) pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é doutorando da Universidade Federal de Santa Catarina, Coordenador e professor do curso de Engenharia Elétrica da FACULDADE SATC. Possui experiência em Engenharia Elétrica com ênfase em Sistemas Elétricos de Potência, Transmissão da Energia Elétrica, Distribuição da Energia Elétrica, Circuitos Magnéticos, Magnetismos e Eletromagnetismos.



Eder Andrade da Silva, nascido em 1988 na cidade de Criciúma-SC, possui técnico em eletrônica (2005) pela escola técnica Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC). Atualmente é graduando em Engenharia Elétrica. Possui experiência em Eletrônica Industrial com ênfase em micro controladores.



Jefferson Diogo Spacek, nascido em 1985 no município de Criciúma-SC, possui graduação em Engenharia Elétrica (2010) pela Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina. Atualmente é engenheiro eletricista da Cooperativa Pioneira de Eletrificação. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em distribuição de energia.



João Mota Neto, nascido em 1981 em Criciúma-SC, possui graduação em Tecnologia em Automação Industrial (2003) pela Universidade do Extremo Sul Catarinense e mestrado em Engenharia Mecânica (2008) pela UFRGS. Atualmente professor em tempo integral dos cursos de Engenharia Elétrica e Automação Industrial na FACULDADE SATC desenvolvendo atividades de pesquisa nas áreas de eficiência energética, instrumentação, eletrônica e automação. Tem experiência nas áreas de Engenharia Elétrica, com ênfase em eficiência energética, instrumentação e automação.



Lucas Fritzen Venturini, nascido em 1990 na cidade de Criciúma-SC. Atualmente é graduando em Engenharia Elétrica.



Marcel Campos Inocêncio, nascido em 1983 na cidade de Criciúma-SC, possui graduação em Sistemas de Informação (2006) pela Escola Superior de Criciúma e especialização em Gerenciamento de Processos (2011), pela Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina. Atualmente é programador de aplicativos educacionais da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina.



Oswaldo Ando Hideo Junior, nascido em 1979 na cidade de Brasília-DF, possui Graduação em Engenharia Elétrica (2006) com Especialização em Gestão Empresarial (2007) pela Universidade Luterana do Brasil - ULBRA e Mestrado em Engenharia Elétrica (2009) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Professor do Curso de Engenharia Elétrica da FACULDADE SATC. Atualmente é Consultor ad hoc da FAPESC. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Qualidade da Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: Conversão de Energia, Qualidade da Energia Elétrica, Sistemas Elétricos de Potência e Eficiência Energética.



Vilson Luiz Coelho, nascido em 1956 na cidade de Ibirama-SC, possui graduação (1979), mestrado (2005) e doutorado (2010) em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Santa Catarina. Atualmente é pós doutorando da Universidade de São Paulo, engenheiro da Power Electric Ltda. e professor da Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Transmissão e Distribuição da Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: descarga atmosférica, redes de distribuição, proteção, para-raios e nível de isolamento.