

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

LUIZ GABRIEL SOARES MARTINS

**PREMISSAS E METODOLOGIAS DE PROJETO APLICADAS EM
ESCOLAS ESTADUAIS DA FRONTEIRA OESTE**

Alegrete

2019

LUIZ GABRIEL SOARES MARTINS

**PREMISSAS E METODOLOGIAS DE PROJETO APLICADAS EM
ESCOLAS ESTADUAIS DA FRONTEIRA OESTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. José Wagner Maciel Kaehler

Alegrete

2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

M57p

MARTINS, LUIZ GABRIEL SOARES

PREMISSAS E METODOLOGIAS DE PROJETOS APLICADAS EM ESCOLAS
ESTADUAIS DA FRONTEIRA OESTE / LUIZ GABRIEL SOARES MARTINS.

65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA ELÉTRICA, 2019.

"Orientação: JOSÉ WAGNER MACIEL KAEHLER".

1. Sistema Elétrico de Potência. 2. Eficiência Energética.
3. Qualidade de Energia. 4. Projetos Elétricos. 5. Diagnóstico
Energético. I. Título.

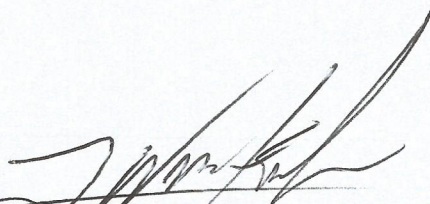
LUIZ GABRIEL SOARES MARTINS

PREMISSAS E METODOLOGIAS DE PROJETO APLICADAS EM ESCOLAS ESTADUAIS DA
FRONTEIRA OESTE

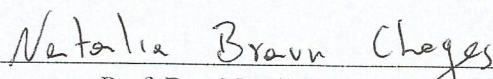
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 26 de Novembro de 2019.

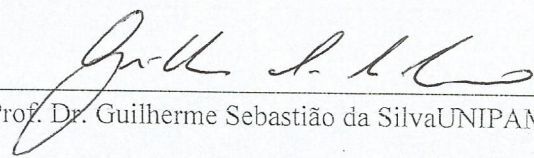
Banca examinadora:



Prof. Dr. José Wagner Maciel Kaehler
Orientador



Prof. Dra. Natalia Braun Chagas
UNIPAMPA



Prof. Dr. Guilherme Sebastião da Silva UNIPAMPA

Dedico este trabalho a meu falecido avô Pedro Martins (Peri), todo meu carinho, amor, dedicação, inspiração e compreensão.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a minha família, meu pai Valter Martins, meu irmão João Pedro Martins, minha avó Tereza Martins e em especial à minha mãe Marileuza Martins por todo amor, confiança, carinho, dedicação e sempre ter acreditado no meu potencial.

Ao meu orientador Professor José Wagner Maciel Kaehler, a quem sou muito grato por toda experiência que tive durante minha graduação, pelos ensinamentos, pela confiança e por toda contribuição e apoio para que este trabalho fosse realizado.

A professora Natalia Braun Chagas por todo auxílio durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Mateus Kohl, Luiza Saydelles, Matheos Wermuth, Artur Rodrigues, Gabrieli Pizzolato, Richard Cornelius, Amanda Maia, Ana Paula Padilha, por todos os momentos bons em que compartilhamos durante minha graduação, tenho que certeza que me tornei uma pessoa melhor devido ao convívio com vocês.

Ao Grupo de Exploração Integrada de Recursos Energéticos (EIRE), por todo suporte e as diversas atividades que pude desenvolver ao longo da minha graduação.

A toda instituição de ensino da Universidade Federal do Pampa por terem me proporcionado um ensino de extrema qualidade.

À Deus por minha vida, família, amigos e por me dar forças para enfrentar qualquer barreira e sempre estar colocando pessoas iluminadas na minha vida.

*“Eu faço da dificuldade a minha motivação. A volta por cima vem na continuação..
(Charlie Brown Jr.)*

Resumo

Durante a realização do projeto de extensão denominado “Projeto e Modernização da Rede Elétrica das Escolas Estaduais da Fronteira Oeste” patrocinado pelo Governo do Estado do Rio Grande e pela Universidade Federal do Pampa, constatou-se que muitas destas unidades encontram-se em estado de deterioração, reflexo de décadas sem manutenção e principalmente à falta de investimentos neste setor. Com a proposta de reverter a situação atual, este trabalho apresentará as principais premissas e metodologias que vão desde avaliação gerencial até a auditoria energética. Com isso, a utilização de indicadores energéticos foi uma ferramenta indispensável para analisar onde haviam maiores desperdícios de energia, tendo sido avaliadas 10 escolas estaduais da região Fronteira Oeste, evidenciando-se quais unidades necessitariam readaptações mais imediatas. Afim de garantir confiabilidade e qualidade dos serviços energéticos, serão mostradas as particularidades, bem como as ferramentas e análises desenvolvidas durante a elaboração dos projetos elétricos destas edificações. Juntamente, serão abordados os conceitos de eficiência energética, qualidade de energia e análise dos faturamentos de energia. Por fim, será demonstrando a validade e importância da interação do *software* AutoQi Lumine V4® e AUTOCAD®, apresentando suas vantagens e *layouts* elaborados em projetos elétricos.

Palavras-chave: Diagnóstico Energético, Eficiência Energética, Faturas de Energia Elétrica, Indicadores Energéticos, Projetos Elétricos, Qualidade de Energia, Segurança em Instalações Elétricas.

Abstract

During the extension project called "Project and Modernization of the West Frontier State Schools Electric Network" sponsored by the State Government of Rio Grande and the Federal University of Pampa, it was found that many of these units are in a state of deterioration, a reflection of decades without maintenance and mainly the lack of investments in this sector. With the purpose of reversing the current situation, this paper will present the main premises and methodologies ranging from management evaluation to energy audit. Thus, the use of energy indicators was an indispensable tool to analyze where there were major energy wastes, having been evaluated 10 state schools in the West Frontier region, showing which units would need more immediate readaptations. In order to ensure reliability and quality of energy services, the particularities will be shown, as well as the tools and analyzes developed during the elaboration of the electrical projects of these buildings. Together, the concepts of energy efficiency, power quality and analysis of energy billing will be addressed. Finally, it will be demonstrating the validity and importance of the interaction of AutoQi Lumine V4 and AUTOCAD software, presenting its advantages and elaborate layouts in electrical projects.

Keywords: Electrical Projects, Energy Diagnostics, Energy Efficiency, Electricity Invoices, Energy Indicators, Power Quality, Safety in Electrical Installations.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Participação Setorial no Consumo Eletricidade.	17
Figura 2 – Importação de Energia pelo Brasil nos ultimos anos.	18
Figura 3 – Etiqueta de certificação PROCEL (a) Equipamentos (b)Lâmpadas. . .	19
Figura 4 – Faixas de Tensão em Relação a Tensão de Referência (220/380)V. . . .	24
Figura 5 – Comparativo entre a Tarifa Branca e Convencional.	31
Figura 6 – Metodologia Proposta.	32
Figura 7 – Sistemas de Aterramento Deficitários.(a) Haste Parcialmente Enterrada. (b)Condutor de Aterramento Rompido. (c)Condutor de Aterramento Desconectado.	33
Figura 8 – Ligação Equipotencial em Condutele.	34
Figura 9 – Instalações Deterioradas - (a)Eletrodutos Suspensos. (b)Cabos de Força Estressados.	35
Figura 10 – Fixação de Eletrodutos e Curvas na Instalação.	36
Figura 11 – Situações de Risco - (a)Condutes Expostos. (b)Condutores Energiza- dos. (c)Instalações Inadequadas.	36
Figura 12 – Indicador Gerencial - Número de Alunos por Escola.	39
Figura 13 – Indicador Gerencial - Consumo Anual por Funcionário.	40
Figura 14 – Indicador Gerencial - Consumo Anual por Aluno.	41
Figura 15 – Indicador Gerencial - Faturas Anuais Desagregadas.	42
Figura 16 – Fluxo de Caixa do Investimento aplicando Eficiência Energética no Sistema de Iluminação.	45
Figura 17 – Consumo Anual de Energia Retrospectivas a 1 Ano, 3 Medidores Con- solidados.	47
Figura 18 – Medidor Universal de Grandezas – Modelo IMS Power Net P-600. . .	48
Figura 19 – Gráfico das Tensões Monofásicas.	49
Figura 20 – Gráfico das Correntes Monofásicas.	50
Figura 21 – Gráfico da Potência Ativa Trifásica.	51
Figura 22 – Impacto do Enquadramento da Escola na Opção Tarifa Branca da RGE Sul.	52

Lista de tabelas

Tabela 1 – Causas, consequências e prevenções de incêndios elétricos.	16
Tabela 2 – Pontos de conexão em tensão nominal igual ou inferior a 1kV (380/220V).	25
Tabela 3 – Síntese dos Indicadores Gerenciais.	38
Tabela 4 – Sistema de Iluminação Atual - Escola Salgado Filho - Uru.	43
Tabela 5 – Sistema de Iluminação Proposto - Escola Salgado Filho - Uru.	44
Tabela 6 – Demanda Evitada e Energia Anual Economizada.	44
Tabela 7 – Consolidação das 3 Faturas da Energia da E.E.E.M Senador Salgado Filho 1.	46
Tabela 8 – Consolidação das 3 Faturas da Energia da E.E.E.M Senador Salgado Filho 2.	46
Tabela 9 – Desvios e Desequilíbrios de Tensão observados pelo MUG.	48
Tabela 10 – Desvios e Desequilíbrios de Corrente observados pelo MUG.	49
Tabela 11 – Registros de Potência Ativa, Reativa, Aparente, Fator de Potência e Frequência observados pelo MUG.	51
Tabela 12 – Tarifas B3 RGE SUL 2018.	52
Tabela 13 – Comparativo Tarifas Convencional x Branca x Demais Concessionárias.	53

Sumário

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Motivação	12
1.2	Objetivos	12
1.2.1	Objetivo Geral	12
1.2.2	Objetivos Específicos	12
1.3	Organização do Trabalho	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	Introdução a Projetos Elétricos	14
2.2	Segurança em Instalações Elétricas	15
2.3	Setor Elétrico Brasileiro	16
2.4	Eficiência Energética	18
2.5	Conceituação e Utilização de Indicadores Energéticos	21
2.5.1	Definição do Indicadores	22
2.6	Qualidade de Energia Elétrica	23
2.6.1	Índices de Qualidade	23
2.6.2	Indicadores de Qualidade do Produto	24
2.6.3	Indicadores de Qualidade do Serviço	25
2.6.4	Sistemas Desequilibrados	27
2.7	Tarifas de Energia Elétrica	28
2.7.1	Estrutura Tarifária	28
2.7.2	Tarifa Branca	30
3	METODOLOGIA	32
3.1	Aterramentos	32
3.2	Eletrocalhas, Eletrodutos e Conduletes	34
3.3	Indicadores Gerenciais	37
3.4	Análise de Viabilidade Econômica em Projetos de Eficiência Energética	42
3.5	Análise das Faturas de Energia Elétrica	45
3.6	Análise das Memórias de Massa	47
3.7	Elaboração de Projetos Elétricos	54
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	56
4.1	Trabalhos Futuros	57

REFERÊNCIAS	58
APÊNDICES	60
APÊNDICE A – DISTRIBUIÇÃO ILUMINAÇÃO E TOMADAS . .	61
APÊNDICE B – DIAGRAMAS UNIFILARES	62
APÊNDICE C – QUADROS DE CARGAS E DEMANDA	63
APÊNDICE D – DETALHES	64
APÊNDICE E – VISÕES 3D	65

1 Introdução

Em decorrência das demandas dos diretores, professores, pais e alunos, assim como das constatações da [SECRETARIA DA EDUCAÇÃO \(RS\) \(2018\)](#), ficou evidente que a maioria das escolas estaduais do RS encontram-se em estado de deterioração devido a décadas sem manutenção e a falta de investimentos. Diante destas circunstâncias, é de extrema importância que órgãos públicos realizem ações para reverter a situação atual. Outro fator impactante para garantir a segurança destes ambientes é devido aos usuários serem predominantemente crianças, sem a mínima noção dos riscos aos quais estão expostas.

O que se observou é que os riscos são inerentes ao manuseio com a eletricidade, principalmente devido à falta de manutenção e projetos realizados sem respeitar qualquer legislação vigente, além do fato que quando estão disponíveis recursos para obras públicas, os órgãos visam garantir economia financeira e mensal à priori.

Para isso, o projeto elétrico consiste em como deveriam ser feitas as instalações que demandam energia elétrica de uma edificação após o seu término, devendo estar contida todas as informações necessárias para sua perfeita execução ([CREDER, 2007](#)). Ademais, devem ser garantidos todos os requisitos técnicos prescritos de acordo com as Normas Brasileiras (NBRs), de forma a garantir a segurança aos processos operacionais dentro da edificação.

Para que os projetos pudessem ser realizados com agilidade, a utilização do *software* AutoQi Lumine V4® se mostrou fundamental para automatização dos processos, contendo uma série de ferramentas dedicadas a elaboração projetos elétricos.

Foi possível verificar que além do projeto elétrico, existe uma necessidade maior do que apenas aplicar conceitos já bem consolidados. Devido ao grande cenário de evolução tecnológica este trabalho buscou aplicar conceitos que vão além dos propostos pelo governo do estado. Dentre eles estão a utilização de indicadores energéticos como ferramenta para gestão, à eficiência energética, visando atuar na substituição de equipamentos que possibilitem modificar o perfil de consumo em cada unidade, garantindo no mínimo o mesmo serviço prestado pela tecnologia atual. Outro tema abordado, é a qualidade de energia, que é definida como um conjunto de características necessárias para que a energia elétrica seja entregue aos consumidores em perfeitas condições com continuidade e qualidade ([ANEEL, 2018a](#)).

Todas as análises e resultados obtidos neste trabalho foram baseados nas metodologias utilizadas por ([KAEHLER, 2016](#)), sendo de suma importância para o êxito deste trabalho.

Para viabilizar o emprego destes conhecimentos, será abordado os métodos desenvolvidos e aplicados em escolas da Fronteira Oeste, com objetivo descritivo e explicativo. Ao longo dos próximos capítulos serão ilustrados os principais problemas encontrados além de divergências que foram detectadas empregando a metodologia de análise.

1.1 Motivação

Durante o período de vistoria das instalações elétricas das escolas estaduais da Fronteira Oeste do RS, juntamente com os alunos e professores do GP-EIRE, foi verificado que o estado que se encontram algumas escolas é alarmante e merecem atenção especial. Estes problemas são provindos de instalações antigas, mal dimensionadas, falta de fiscalização e particularmente vandalismo. Por conseguinte, devido à inexistência de inspeções da conformidade nestes setores por partes dos órgãos responsáveis, veio a motivação de alertar aos usuários sobre estes riscos e propor uma solução eficiente e menos dispendiosa para adaptar estas redes já existentes, de forma a minimizar riscos a estes ambientes, tornando, assim, a instalação mais segura em caso de alguma falha no sistema.

É importante deixar claro que a falha de um dispositivo no sistema afeta diretamente no desenvolvimento escolar dos alunos. Portanto frente ao problemas enfrentados em vistorias, serão apresentadas soluções afim de garantir maior segurança da instalação em casos de falhas, faltas ou distúrbios. Conseqüentemente foram aplicadas metodologias conhecidas pelos alunos do grupo de pesquisa em projetos de extensão.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral dessa pesquisa é minimizar os riscos e melhorar as condições da rede elétrica interna ao ambiente escolar para que os equipamentos sejam energizados em condições mais seguras e adequadas às normas vigentes, além de reduzir os gastos públicos com energia elétrica.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Propor um modelo que garanta continuidade e segurança as instalações de forma a preservar integridade física das pessoas que convivem nestes ambientes;
- Estabelecer indicadores energéticos que monitorem as variações e desvios na eficiência dos sistemas.
- Aplicar os conceitos de eficiência energética e análise da viabilidade econômica;

- Verificar a qualidade da energia e o perfil de carga destas edificações;
- Fazer uma análise das faturas de energia elétrica verificando possíveis multas, infrações, cobranças indevidas além das taxas e impostos.

1.3 Organização do Trabalho

O trabalho está dividido em quatro capítulos, no primeiro capítulo será apresentado uma introdução, juntamente com uma motivação para a realização deste estudo.

No Capítulo 2, é realizado uma revisão bibliográfica relacionadas aos principais conceitos e a importância dos temas que serão abordados ao longo do desenvolvimento desta pesquisa.

No Capítulo 3, é apresentada a metodologia do trabalho e soluções propostas para os problemas encontrados, descrevendo os passos de cada etapa da pesquisa.

Por fim, no Capítulo 4, serão ressaltadas as considerações finais, bem como a proposta para trabalhos futuros.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Introdução a Projetos Elétricos

Um sistema elétrico para qualquer tipo de edificação pode ser definido como o projeto para dispor condutores e equipamentos elétricos de modo a proporcionar segurança, confiabilidade e qualidade a transferência de energia elétrica desde uma fonte até os dispositivos de uso final, propiciando que a instalação atinja os objetivos ao qual se propõe (CREDER, 2007).

Segundo MCPARTLAND (1978), uma das principais tarefas para se projetar um sistema elétrico é determinar quais objetivos a instalação pretende atender, definindo as configurações e características desejadas a cada um dos pontos de utilização. Na instalação todos os circuitos devem ser planejados com os tipos de condutores, aparelhos e acessórios, seus respectivos tipos, tamanhos, modelos, características e valores nominais planejados. Ao considerar o sistema elétrico de forma global, devem estar contidas as localizações dos equipamentos, os respectivos detalhes de montagem, percurso de eletrodutos, ligações com as linhas principais de alimentação e quaisquer outros elementos que requeiram atenção especial.

Para se concretizar um bom projeto elétrico deverão ser bem sucintas todas as pranchas que serão emitidas para a empresa executante do projeto. Dentre elas estão as plantas de distribuição de iluminação e tomadas, esquemas elétricos, plantas de localização, entrada de energia, quadros de cargas, esquema de prumadas, diagramas unifilares, diagramas multifilares, diagrama de balanceamento de fases, detalhes internos da instalação, memoriais descritivos e lista de materiais.

Além destes fatores é importante se ter em mente a relação existente entre a tecnologia pura e fatores de segurança, crescimento de carga, flexibilidade no uso do sistema e disposição adequada dos diversos elementos. Para tanto, deve-se determinar todas as necessidades elétricas usuais e especiais para a edificação, levando em conta, principalmente, as atividades a serem desenvolvidas e a natureza do uso da energia elétrica pelos usuários (DOBES, 1997).

Para o caso de escolas estaduais a padronização dos equipamentos e dispositivos deve ser um fator muito importante pois resultará em uma economia considerável na aquisição dos mesmos. Caso contrário, implicará em complicações na execução e dificultará a reposição de peças e equipamentos, reduzindo o rendimento das pessoas envolvidas na execução e manutenção.

2.2 Segurança em Instalações Elétricas

No quesito segurança devem ser claros os comprometimentos que o profissional deve ter ao projetar um sistema elétrico, tendo plena ciência dos riscos envolvidos à projetos negligenciados.

Segundo [ABNT \(2004\)](#) que regulamenta as instalações elétricas em baixa tensão fixando as condições estabelecidas as instalações alimentadas sob tensão nominal igual ou inferior a 1.000V em corrente alternada (CA), com frequências inferiores a 1.000 Hz ou 1.500V em corrente contínua (CC), a fim de garantir um bom funcionamento, segurança as pessoas, animais domésticos e conservação de bens. Existem diversas normas da ABNT atreladas a projetos mais específicos, como para descargas atmosféricas, aterramento, quadros de distribuição, etc.

Segundo dados coletados pelo [G1 - O Portal de Notícias da Globo \(2018\)](#) apenas 6 das mais de 2,2 mil escolas estaduais do RS tinham um plano de prevenção contra incêndio real (PPCI) em funcionamento. Segundo a reportagem, 853 dos planos estavam aprovados, mas aguardando projetos executivos, 830 em fase de análise pelos bombeiros e 567 em fase de elaboração. Na mesma matéria foram destacados alguns problemas já vistos durante esta pesquisa. Uma delas foi a demanda pelo uso do ar-condicionado nas salas de aulas, que se dá devido as variações de temperatura na região, o que acaba sobrecarregando as redes elétricas provocando desarme de disjuntores além dos riscos de propagação a incêndio as instalações.

Em um artigo realizado por [JUNKES et al. \(2017\)](#) foram destacadas as principais causas, consequências e prevenções a incêndios de origem elétrica. O resultado que se obteve é que as principais causas de incêndio nas redes elétricas são dimensionamento incorreto das instalações, além de condutores antigos e mal conservados, realização de emendas que não oferecem segurança a passagem de corrente elétrica, fios expostos e desencapados. Na Tabela 1, [JUNKES et al. \(2017\)](#) destaca as principais causas consequências de prevenções para acidentes de origem elétrica.

Dados da [ABRACOPEL - Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade \(2018\)](#), mostram que mesmo com as diversas técnicas e medidas de segurança para o manuseio correto com a eletricidade. No Brasil muitas pessoas ainda acabam feridas no mundo, seja por omissão ou não compromisso de todos os envolvidos na imensa cadeia elétrica e energética, infelizmente no Brasil não há uma atenção para esta questão, e, a preocupação maior é com o número que vem se elevando a cada ano, quando na realidade deveria estar diminuindo.

Diante destas circunstâncias torna-se necessário um planejamento e implementação de um modelo brasileiro que leve em consideração um Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade que responda à sociedade com mecanismos tecnicamente corretos, in-

Tabela 1 – Causas, consequências e prevenções de incêndios elétricos.

Causas	Consequências	Prevenções
- Dimensionamento incorreto;	<ul style="list-style-type: none"> - Incêndios; - Sobrecarga do circuito; - Baixo desempenho; - Choques elétricos; - Baixa vida útil da instalação; - Consumo de energia elevado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Contratar profissionais qualificados; - Utilizar materiais de boa qualidade; - Realizar a troca de materiais danificados.
- Troca de disjuntores ou fiação;	<ul style="list-style-type: none"> - Menor eficiência da rede; - Incêndios; - Sobrecarga da rede; - Acidentes com eletricidade; - Choques. 	<ul style="list-style-type: none"> - Para evitar que os condutores aqueçam muito, deve se inserir nos quadros de luz os disjuntores ou fusíveis; - Realizar manutenção preventiva; - Emendas dos fios devem estar fora dos eletrodutos e estarem bem isoladas;
<ul style="list-style-type: none"> - Fios desencapados; - Sobrecarga de rede; - Realização de emendas; - Junções de fios; - Rede elétrica muito antiga. 	<ul style="list-style-type: none"> - Incêndios, - Sobrecarga do circuito - Consumo elevado de energia - Acidentes com eletricidade; - Choques; - Interrupção do fornecimento de energia do circuito; - Menor eficiência do sistema. 	<ul style="list-style-type: none"> - Não fazer uso de extensões improvisadas, benjamins e uso excessivo de “Ts”; - Fazer a manutenção da fiação interna e externa; - Manter os fios bem isolados e sempre recapados; - Realizar a troca de materiais danificados. - Contratar profissionais qualificados; - Utilizar materiais de boa qualidade; - Realizar manutenção preventiva; - Usar EPIs adequados; - Isolar ou proteger cabos e fios.

Fonte: Adaptado de (JUNKES et al., 2017).

dependentes e confiáveis para melhorar as condições que nos encontramos (DANIEL, 2010).

2.3 Setor Elétrico Brasileiro

Atualmente o setor elétrico brasileiro pode ser subdividido em quatro grandes segmentos de negócio: geração, transmissão, distribuição e comercialização (FUGIMOTO, 2010). O sistema de produção de energia elétrica no Brasil é um sistema hidro-termo-eólico de grande porte, com predominância de usinas hidrelétricas e com múltiplos proprietários, que são reunidos no Sistema Interligado Nacional (SIN). A interconexão dos sistemas elétricos, é feita por meio de uma malha de transmissão, propiciando a transferência de energia entre subsistemas. Permitindo a obtenção de ganhos sinérgicos e explorando

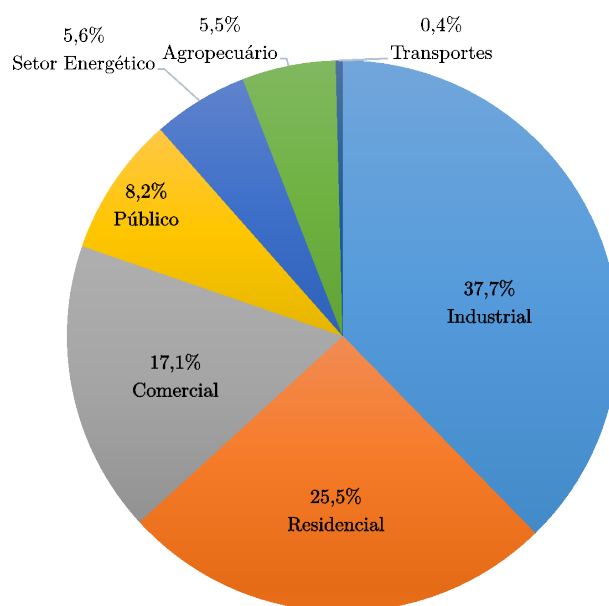
a diversidade entre os regimes hidrológicos das bacias. A integração dos recursos de geração e transmissão permite o atendimento ao mercado com segurança, confiabilidade e economicidade (ONS, 2019).

Segundo dados da (ONS, 2019), o SIN tem uma capacidade total de potência instalada de 161,552 MW, divididas em diversos tipos de fontes de geração. As fontes com maior predominância são as hidrelétricas correspondendo à 67,5% da geração do sistema, eólica à 8,8%, biomassa 8,5%, termelétrica a gás 7,9%, termelétrica à óleo diesel 2,9%, termelétrica à carvão 1,7%, nuclear 1,2%, solar 1,1% e outras restantes.

No ano de 2018 no Brasil a importação de energia registrou-se como a maior nos últimos 17 anos, isso se deu em decorrência dos baixos índices de chuva durante o ano, causando queda nos níveis dos reservatórios de hidrelétricas. Para suprir a demanda do sistema, usinas termelétricas são acionadas, elevando o custo da energia e refletindo diretamente no bolso dos consumidores, contribuindo assim para degradação do meio ambiente devido a queima de combustíveis fósseis.

A Figura 1, mostra a participação setorial do consumo de eletricidade no país e também as fontes na capacidade instalada, onde nota-se que os setores industrial, residencial e comercial correspondem a mais de 80% da energia consumida no país. É importante ressaltar que durante no ano de 2017 o Brasil chegou a marca de 157.112 MW de potência instalada, um acréscimo de 6.775 MW em relação ao ano anterior (EPE, 2018).

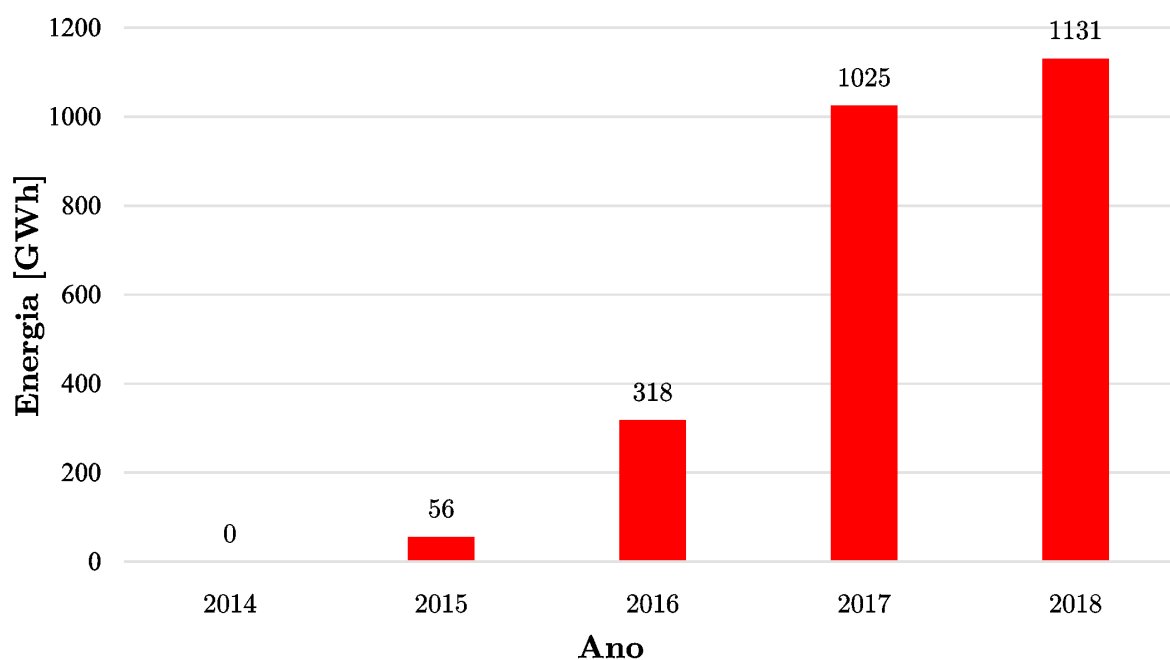
Figura 1 – Participação Setorial no Consumo Eletricidade.



Fonte: EPE (2018).

A Figura 2 ilustra, a partir de 2014, como o Brasil aumentou sua importação de energia nos últimos anos, estes valores vem aumentando drasticamente durante o ano devido ao alto custo de energia para acionar as termelétricas. Segundo a [ONS \(2019\)](#), os países como Brasil, Argentina e Uruguai fazem um intercâmbio de energia conforme a necessidade de cada país, ou seja, o país que tiver folga em recursos energéticos comercializa suas “sobras” de energia ao país vizinho para atender sua demanda.

Figura 2 – Importação de Energia pelo Brasil nos ultimos anos.



Fonte: [ONS \(2019\)](#).

Frente aos dados referentes ao setor elétrico brasileiro, constata-se a necessidade de diversificar ainda mais os meios de geração de energia, além de utilizar formas mais eficientes da sua produção em nosso dia-a-dia, preservando assim os recursos naturais e contribuindo com o meio-ambiente.

2.4 Eficiência Energética

Diante do desenvolvimento e das constantes mudanças no setor elétrico, torna-se necessário o uso de tecnologias com alta eficiência energética, principalmente em escolas onde o uso da energia é fundamental para as diversas atividades nela exercidas. Falando em economia energia, nós mencionamos à eficiência, ou seja, produzir mais com menos, mantendo o conforto e qualidade em seus ambientes ([ANEEL, 2015](#)).

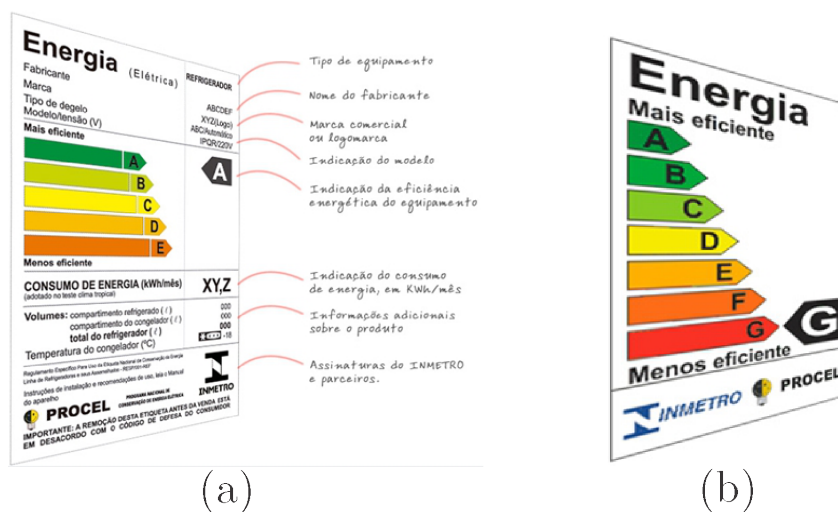
"A disponibilidade energética é determinante para o desenvolvimento econômico e social pois possibilita apoio mecânico, térmico e elétrico às ações humanas. O setor de energia possui uma necessidade em vivenciar o desenvolvimento tecnológico com uma maior qualidade e eficiência, tanto na produção quanto na aplicação dos recursos energéticos, utilizando novas fontes menos poluentes e, preferencialmente, renováveis"(SILVA, 2015).

Usar a energia de forma eficiente é empregar os aparelhos eletroeletrônicos com alto nível de desempenho associado ao mínimo de consumo energético, preferencialmente os aparelhos que possuem o selo do PROCEL, por avaliar equipamentos mais eficientes no consumo de energia, bem como adotar medidas que reduzem a demanda por eletricidade.

Criado em dezembro de 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e executado, desde o início, pela ELETROBRÁS, o PROCEL proporcionou uma economia energética de 21,2 bilhões de kWh somente em 2017, o que correspondeu a 4,57% de todo o consumo nacional de eletricidade naquele ano, evitando a emissão de 1,965 milhão de tCO2 equivalentes na atmosfera. Para alcançar esses resultados, o programa contou com uma rede de parceiros, tanto da esfera pública quanto da privada, que se uniram em torno de um objetivo comum: a eficiência na produção e no uso da energia (ELETROBRAS; PROCEL, 2018).

As Figura 3(a) e Figura 3(b) ilustram os principais selos de certificação PROCEL.

Figura 3 – Etiqueta de certificação PROCEL (a) Equipamentos (b)Lâmpadas.



Fonte: INMETRO (2019).

O Selo PROCEL do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, indica aos consumidores produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética dentro de cada equipamento por categoria, dependendo do critério de desempenho avaliado, ela recebe nomes diferentes. Quando a principal informação é a eficiência energética do produto, chama-se Etiqueta Nacional de Conservação de Energia, e classifica os produtos em

faixas coloridas que variam de mais eficientes (A) à menos eficientes (C até G, dependendo do produto) além de conter todas informações necessárias quanto ao consumo de energia.

A partir dos conceitos de matemática financeira e técnicas de análise de investimentos é possível estabelecer avaliação das relações entre tempo e dinheiro. O investimento no projeto de eficiência energética envolve grandes inversões de recurso financeiros, avaliando o custo-benefício considerando equipamentos, recursos humanos, ciclo de vida e às taxas reais de juros (KAEHLER, 2016).

Os principais indicadores econômicos utilizados serão o Payback Descontado, Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

O Payback Descontado é uma das técnicas de análise de investimentos mais simples. Esse método visa calcular em quanto tempo o investidor precisa para recuperar o capital investido a partir das receitas advindas da realização do projeto levando em consideração o valor do dinheiro no tempo, conforme a Equação 2.1 é possível obter seu valor.

$$\text{Payback Descontado} = n \text{ tal que } \sum \frac{FC_n}{(1+i)^n} = I_0 \quad (2.1)$$

Onde:

- n: Números de Anos;
- I_0 : Investimento Inicial;
- FC_n : Fluxo de Caixa no Ano de Referência;
- i: Taxa de Juros.

O VPL utiliza o conceito de fluxo de caixa descontado, ou seja, a taxa de juros sobre o fluxo de caixa em um determinado horizonte de tempo normalmente considerando o tempo de vida útil do projeto, e a taxa de juros é aplicada proporcionalmente ao período em que está alocada nessa despesa ou receita. O VPL pode ser calculado através da Equação 2.2.

$$VPL = -FC_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (2.2)$$

Onde:

- FC_0 : Custo inicial do investimento;
- FC_t : Fluxo de Caixa no período t;
- t: Número do Período em que foi Determinado o Fluxo de Caixa;

- i : Taxa de Juros.

De forma similar ao VPL, a Taxa Interna de Retorno consiste em calcular a taxa de desconto que anula o somatório do valor presente dos fluxos de caixa. Dessa forma, o investidor avalia se o dinheiro trará mais retorno se aplicado no projeto ou se mantido em uma aplicação bancária. A seguir a Equação 2.3 representa o cálculo da Taxa Interna de Retorno.

$$-FC_0 + \sum_{i=1}^n \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t} = 0 \quad (2.3)$$

2.5 Conceituação e Utilização de Indicadores Energéticos

Definido por (FERREIRA J.J; FERREIRA T.J., 1994), os indicadores energéticos objetivam monitorar as variações e desvios na eficiência dos sistemas, estabelecidos ao nível macro e micro, classificados como macroindicadores, nos casos em que são utilizados dados de um país, região, ramo de atividade e microindicadores, nos casos de aplicações em edifícios, indústrias, residências ou escolas como é o caso. Os indicadores podem ser separados em dois grandes grupos, sendo os descritivos, que caracterizam a situação de eficiência energética sem procurar a justificativa para as suas alterações ou desvios e os explicativos, que explicam as razões pelas quais se deram variações ou desvios nos indicadores descritivos. Consequentemente os indicadores descritivos e explicativos podem ser divididos levando em consideração dois critérios básicos, dentre eles o critério econômico que monitora a eficiência levando em consideração um nível agregação, não sendo possível caracterizar a atividades com indicadores técnicos ou físicos, porém o critério técnico-econômico é utilizado quando a eficiência é média em nível desagregado, como por exemplo de um sub-setor, ramo de atividade ou utilização final, relacionando o consumo de energia com um indicador de atividade medido em unidades físicas.

“De forma geral, os indicadores classificam-se em dois grandes grupos, de indicadores globais e específicos, levando em consideração as informações físicas das unidades ou setores a serem caracterizados, porém, há também os indicadores financeiros associados aos globais e específicos, demonstrando os custos de acordo com a utilização da energia elétrica” (MORALES, 2007).

Os indicadores de consumo ou indicadores energéticos são os resultados do cruzamento de informações físicas ou administrativas, com as grandezas elétricas registradas ou seus gastos de energia de uma edificação (SAIDEL; FAVATO; MORALES, 2005). Assim, com a coleta de alguns dados, é possível criar uma série de indicadores bastante úteis em diagnósticos (ALVAREZ, 1998).

Neste trabalho será tratado os indicadores do tipo explicativo, para isso serão definidos os indicadores e analisados entre 10 escolas estaduais auditadas. Futuramente, com o acompanhamento e atualização destes dados é possível estabelecer relações entre cada unidade, podendo ser estendido a futuras previsões de contratos (FAVATO, 2005).

Outros indicadores explorados por (MORALES, 2007), subsidiam em alternativas para estabelecer prioridade de intervenção, e, comparar a eficiência das tecnologias utilizadas nas mesmas, com as mais recentes no mercado. Com posse destes dados verifica-se a eficiência dos equipamentos em funcionamento, prospectando indícios de racionamento e utilização mais consciente da energia elétrica.

Após a elaboração dos indicadores, estudos devem ser realizados para detectar ações com retorno mais imediato e baixo custo de implementação. Priorizando escolas com maiores potenciais de redução consumo e instalações mais depredadas, com isso, há um compromisso dos gestores em fazer todo acompanhamento destas unidades.

2.5.1 Definição do Indicadores

Os indicadores foram definidos a partir dos dados gerenciais com maior impacto, consequentemente revelando a eficiência e desperdício de energia nos sistemas.

O índice de consumo anual por funcionários (CAF) é caracterizado pela razão entre a energia anual consumida pelo número de funcionários docentes e não docentes que frequentam cada unidade, expresso pela Equação 2.4:

$$CAF = \frac{\text{Energia Anual (kWh)}}{\text{Número de Funcionários}} \quad (2.4)$$

O índice de consumo anual por aluno (CAA), é caracterizado pela razão entre a energia anual consumida pelo número de alunos que frequentam a escola anualmente, dado pela Equação 2.5:

$$CAA = \frac{\text{Energia Anual (kWh)}}{\text{Número de Alunos}} \quad (2.5)$$

De modo análogo ao CAF, este indicador pretende estabelecer relações entre as unidades, afim de efetuar a caracterização dos perfis de consumo das mesmo.

Por fim, serão analisados indicadores que desagregam em valores anuais das faturas de energia separados em valores gastos com EE, EE fora taxas e taxa de iluminação pública (TIP).

2.6 Qualidade de Energia Elétrica

O termo qualidade de energia elétrica (QEE) nos últimos anos tem sido usado para expressar as mais variadas características da energia elétrica entregue pelas concessionárias de energia. Sua definição é medir o quão bem a energia elétrica pode ser utilizada pelos consumidores, incluindo características de continuidade de suprimento e conformidade com certos parâmetros considerados desejáveis para uma operação segura (DECKMANN; POMÍLIO, 2017).

O desenvolvimento tecnológico trouxe inúmeros benefícios as diversas classes de consumidores de energia elétrica, deixando evidente que o modo de vida moderno faz uso intensivo da eletricidade no lazer, em condicionamento de ambientes, conservação de alimentos, conforto, facilidades domésticas além de outros serviços (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2011).

Segundo BARROS, BORELLI e GEDRA (2011) é interessante observar que os mesmos equipamentos que proporcionam conforto também impõem distúrbios rede elétrica, a sensibilidade dos equipamentos não preocupam apenas os consumidores, mas também as concessionárias e distribuidoras de energia para segurar estes níveis em padrões normatizados.

A ANEEL, instituição vinculada ao Governo Federal, foi criada com objetivo de estabelecer os procedimentos relativos à QEE, abordando a qualidade do produto, do serviço prestado e do tratamento de reclamações. Para tanto, foi criado o PRODIST – Módulo 8 Resolução Normativa nº 794/2017, que são documentos que normatizam e padronizam as atividades técnicas relacionadas ao funcionamento e desempenho do sistema de distribuição ANEEL (2018a).

2.6.1 Índices de Qualidade

Situações decorrentes dos distúrbios em sistemas de potência são comuns e, na prática, podem ser ocasionados dos mais diversos tipos como: descargas atmosféricas, correntes de magnetização de transformadores, faltas sustentadas por arco, etc.

Os distúrbios podem provocar interferências indesejáveis no sistema, como acionamento indevido de relés, incorreto funcionamento de equipamentos sensíveis, distorções em equipamentos de medição chegando até interrupção do fornecimento de energia (BARROS; BORELLI; GEDRA, 2011).

A qualidade do produto diz respeito à conformidade do produto energia elétrica, que pode ser interpretada como a capacidade de o sistema elétrico fornecer energia com tensões equilibradas e sem deformações de forma de onda, ou seja, tensões puramente senoidais, equilibradas e com amplitude e frequência constantes (POLL, 2013).

A qualidade do serviço é medida segundo a continuidade do fornecimento da energia elétrica. Do ponto de vista ideal, ela deve oferecer continuidade plena e oferta ilimitada de energia (VENDRAMETO, 2015).

2.6.2 Indicadores de Qualidade do Produto

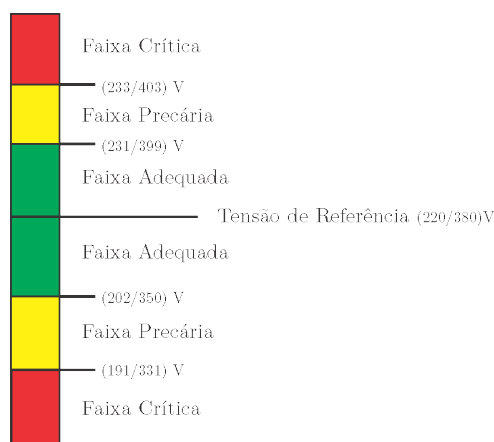
O Módulo 8 dos Procedimentos de Distribuição (PRODIST) da ANEEL determina os seguintes parâmetros quanto a qualidade do produto:

- Tensão em Regime Permanente;
- Fator de Potência;
- Harmônicos;
- Desequilíbrio de Tensão;
- Flutuação de Tensão;
- Variação de Frequência.

Dentre os parâmetros citados acima, somente a tensão em regime permanente e o fator de potência estão regulamentados pela ANEEL. Os demais parâmetros, ainda estão em fase de análise, podendo futuramente receber regulação específica.

Conforme o PRODIST os níveis de tensão em regime permanente admissíveis estão regulamentados pelo Módulo 8, como apresenta a Figura 4.

Figura 4 – Faixas de Tensão em Relação a Tensão de Referência (220/380)V.



Fonte: Adaptado de ANEEL (2018a).

Tabela 2 – Pontos de conexão em tensão nominal igual ou inferior a 1kV (380/220V).

Tensão de Atendimento (TA)	Faixa de Variação da Tensão de Leitura (TL) em Relação à Tensão de Referência (TR)
Adequada	$(350 \leq TL \leq 399) / (202 \leq TL \leq 231)$
Precária	$(331 \leq TL \leq 350 \text{ ou } 399 \leq TL \leq 403) / (191 \leq TL \leq 202 \text{ ou } 231 \leq TL \leq 233)$
Crítica	$(TL > 331 \text{ ou } TL > 403) / (TL < 191 \text{ ou } TL > 233)$

Fonte: Adaptado de ANEEL (2018a).

A Tabela 2 ilustra os limites de tensão de fornecimento em tensão nominal igual ou inferior a 1kV (380/220V).

Os limites de tensão de fornecimento em (220/380V), os limites de variação de tensão considerados adequados, são de até 7% para menos até 5% para mais ao valor de referência. Valores medidos que extrapolem esses limites são considerados precários ou críticos e precisam ser adequados pelas distribuidoras.

2.6.3 Indicadores de Qualidade do Serviço

Os principais critérios e limites referentes à qualidade do serviço de energia elétrica são definidos pela ANEEL, por meio do Módulo 8 – PRODIST, estes fatores são:

- DEC: Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em horas e centésimos de hora;
- FEC: Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora, expressa em número de interrupções e centésimos do número de interrupções;
- DIC: Duração de Interrupções por Unidade Consumidora ou ponto de conexão considerado, expressa em horas e centésimos de hora;
- FIC: Frequência de Interrupções por Unidade Consumidora ou ponto de conexão considerado, expressa em número de interrupções;
- DMIC: Duração Máxima de Interrupções por Unidade Consumidora ou ponto de conexão considerado, expressa em horas e centésimos de hora;
- DICRI: Duração de interrupção individual ocorrida em Dia Crítico por Unidade Consumidora ou por ponto de conexão.

Estes valores são apurados e aplicados mensalmente nas faturas de energia elétrica do consumidor, retratando os índices de intervalo de tempo em que o sistema permanece desligado e a frequência dos desligamentos, vale lembrar que estes valores não detectam

alterações nas formas de onda e no valor da frequência do sinal elétrico causados por diversas influências no sistema.

O DEC indica o intervalo de tempo em que, em média, no período de observação, em cada UC do conjunto considerado, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica. Sendo possível realizar seu cálculo através da Equação 2.6.

$$DEC = \frac{\sum_{i=1}^k C_a(i) * t(i)}{C_c} \quad (2.6)$$

Onde:

- i : índice de eventos ocorridos no sistema, os quais provocam interrupções em uma ou mais unidades consumidoras;
- $t(i)$: duração de cada evento (i) no período de apuração em horas;
- DIC: Duração de Interrupções por Unidade Consumidora ou ponto de conexão considerado, expressa em horas e centésimos de hora; $C_a(i)$: número de unidades consumidoras interrompidas em um evento (i) no período de apuração;
- C_c : número total de unidades consumidoras, do conjunto considerado, no final do período de apuração;
- k : número máximo de eventos no período considerado.

O FEC indica o número de interrupções ocorridas, em média, no período de observação, em cada unidade consumidora do conjunto (ANEEL, 2018a). Podendo ser calculado pela Equação 2.7.

$$FEC = \frac{\sum_{i=1}^k C_a(i)}{C_c} \quad (2.7)$$

Os componentes da equação são os mesmos do cálculo definidos anteriormente.

O DIC representa o intervalo de tempo em que, no período de observação, em uma unidade consumidora ou ponto de conexão, ocorreu descontinuidade na distribuição de energia elétrica, como apresenta a Equação 2.8.

$$DIC = \sum_{i=1}^n t(i) \quad (2.8)$$

Sendo:

- i : índice de interrupções da unidade consumidora ou do ponto de conexão, no período de apuração, variando de 1 a n ;
- n : número de interrupções da unidade consumidora ou do ponto de conexão considerado, no período de apuração;
- $t(i)$: tempo de duração de interrupção (i) da unidade consumidora ou do ponto de conexão considerado, no período de apuração.

O FIC representa o número de interrupções ocorridas, no período de observação, em cada unidade consumidora ou ponto de conexão.

O DMIC representa o tempo máximo de interrupção contínua da energia elétrica, no período de apuração, verificado em uma unidade consumidora ou ponto de conexão.

O DICRI representa o tempo de duração da interrupção ocorrida em dia crítico.

2.6.4 Sistemas Desequilibrados

Para que um sistema trifásico esteja balanceado de forma ideal, suas tensões e correntes (fase-neutro) devem permanecer constantes em magnitude e defasadas entre si de 120° elétricos. Qualquer variação seja na magnitude, defasagem, ou nos dois parâmetros simultaneamente, é caracterizado um sistema desequilibrado (ALEXANDER C.K., 2013).

O desequilíbrio das grandezas elétricas é caracterizado por qualquer diferença verificada no sistema. Podendo ser causado por diversos aspectos, dentre eles estão (FILHO, 2008):

- Distribuição irregular das cargas monofásicas entre as fases;
- Linhas de distribuição muito extensas, principalmente no meio rural;
- Bancos de capacitores deteriorados e/ou fusíveis rompidos;
- Motores elétricos com impedância desequilibradas;
- Presença de interrupções, sub-tensões, sobretensões, transitórios elétricos, etc.

Existem métodos que permitem quantificar a magnitude destes desvios por normas e recomendações, avaliados a partir de um fator K , com ele é possível obter a correlação com os efeitos provocados por estes fenômenos. Par quantificar estes desvios a partir de normas pré-estabelecidas pelo método NEMA (National Electrical Manufacturers Association of USA) e/ou IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) (FILHO, 2008).

A norma NEMA-MG-14.34, define o fator K de desequilíbrio em relação entre desvios máximo da tensão média e a tensão média, não podendo exceder o limite de 2%, conforme Equação 2.9 (ANEEL, 2018a).

$$K\% = \frac{\Delta V}{V_m} \times 100 \quad (2.9)$$

Sendo:

- ΔV = Máximo Desvio das Tensões/Correntes em Relação ao Valor Médio;
- V_m = Média Aritmética das Tensões/Correntes.

O método IEEE busca apreciar o nível de desequilíbrio de um sistema, seu fator K é definido entre relação da maior diferença as componentes de linhas e o somatório das mesmas, não podendo exceder o limite de 2,5%, conforme Equação 2.10 (ANEEL, 2018a).

$$K\% = \frac{3(V_{m\acute{a}x} - V_{m\grave{i}n})}{V_{ab} + V_{bc} + V_{ca}} \times 100 \quad (2.10)$$

Sendo:

- $V_{m\acute{a}x}$ = Valor Máximo Dentre os Módulos das Tensões/Correntes Trifásicas;
- $V_{m\grave{i}n}$ = Valor Mínimo dentre os Módulos das Tensões/Correntes Trifásicas;
- $V_{ab} + V_{bc} + V_{ca}$ = Módulo das Tensões Trifásicas.

Com a posse destes valores é possível verificar distúrbios ou anomalias que resultem perdas de energia, sobrecargas de condutores e correntes que possam gerar potenciais de risco.

2.7 Tarifas de Energia Elétrica

2.7.1 Estrutura Tarifária

A estrutura tarifária é definida como o conjunto de tarifas aplicáveis à componentes de consumo de energia elétrica e/ou demanda de potência, de acordo com a modalidade de fornecimento, os componentes de geração e comercialização são considerados competitivos e assim não requerem forte regulamentação econômica ao contrário da transmissão e distribuição de energia elétrica que, por terem características de monopólios naturais, são regulados tanto técnica como economicamente pela ANEEL (FUGIMOTO, 2010).

Foi publicado em 2010, a resolução 414 pela ANEEL, estabelecendo os principais direitos e deveres dos consumidores e das distribuidoras de energia elétrica, nela estão contidas todas definições e parâmetros envolvidos nas faturas de energia. As modalidades de faturamento, a divisão dos consumidores em classes e faixas em função da tensão de fornecimento além de instruções aos consumidores.

No Brasil, as unidades consumidoras são classificadas em dois grupos tarifários: Grupo A, que tem tarifa binômica e Grupo B, que tem tarifa monômica. O agrupamento é definido, principalmente, em função do nível de tensão em que são atendidos e também, como consequência, em função da demanda (kW). As unidades consumidoras atendidas em tensão abaixo de 2,3kV são classificadas no Grupo B (baixa tensão). Em geral, nela estão as classe residências, lojas, agências bancárias, pequenas oficinas, edifícios residenciais e comerciais, e na maioria dos prédios públicos, uma vez que na sua maioria são atendidos nestes níveis de tensão (ANEEL, 2017). O Módulo 11 – PRODIST aprovado pela Resolução Normativa nº 775/2017, tem como objetivo levar informações e procedimentos observados na emissão das faturas de energia elétrica e informações suplementares.

O Grupo B é dividido em sub-grupos, de acordo com a atividade do consumidor, conforme apresentados a seguir (ANEEL, 2010):

- Subgrupo B1 – Residencial e Baixa Renda;
- Subgrupo B2 – Rural e Cooperativa de Eletrificação Rural;
- Subgrupo B3 – Demais Classes (Ex: Poder Público Estadual (Escolas));
- Subgrupo B4 – Iluminação Pública.

Os consumidores atendidos em alta tensão, acima de 2,3kV, como indústrias, shopping centers e alguns edifícios comerciais, são classificados no Grupo A (ANEEL, 2010).

Esse grupo é subdividido de acordo com a tensão de atendimento, como mostrado a seguir.

- Subgrupo A1 – Para o Nível de Tensão entre 230 kV ou mais;
- Subgrupo A2 – Para o Nível de Tensão entre 88 a 138 kV;
- Subgrupo A3 – Para o Nível de Tensão entre 69 kV;
- Subgrupo A3a – Para o Nível de Tensão entre 30 a 44 kV;
- Subgrupo A4 – Para o Nível de Tensão entre 2,3 a 25 kV;

- Subgrupo AS – Para Sistema Subterrâneo.

Vale ressaltar que dentro das faturas de energia entregue aos consumidores são divididas em duas partes tarifárias, uma delas é a tarifa de uso do sistema de distribuição (TUSD) que é aplicada a todos os tipos de consumidores, cativos ou livres, pois adquirem sua energia diretamente dos comercializadores de energia ou agentes de geração, outra tarifação é referente a tarifa de energia (TE) aplicada apenas aos consumidores cativos, pelo fato dos consumidores livres comprarem sua energia direto das comercializadoras de energia e agentes de geração (FUGIMOTO, 2010).

Tratando das estruturas e modalidades tarifárias, como das diversas opções de contratação de energia elétrica, busca-se obter a melhor relação custo/benefício. Aplicada ao assunto da tarifação, estas informações permitem conhecer melhor os diversos fatores que influenciam no valor da fatura de energia elétrica e alternativas para reduzir seu custo.

2.7.2 Tarifa Branca

É de conhecimento que o setor elétrico brasileiro varia seus custos em diferentes períodos do dia, pois existem momentos de maior ou menor demanda. O sistema elétrico é projetado para suprir o momento de maior demanda, mas boa parte do tempo ele se encontra ocioso, com vales. O melhor dos cenários seria que o consumo do país inteiro fosse constante durante todas as horas do dia da semana, o que não é realidade. Em momentos onde a demanda por energia é alta, o sistema deve segurar que todas as cargas sejam supridas, pois as unidades geradoras precisam estar preparadas para entrar no sistema neste período, o que acaba sendo dispendioso, esse custo então é repassado para o grupo de consumidores que pagam mais caro para consumir energia neste período. Esse custo adicional ajuda a amortizar os gastos elevados e também de certa forma incentiva empresas a não consumir tanta energia no horário de ponta.

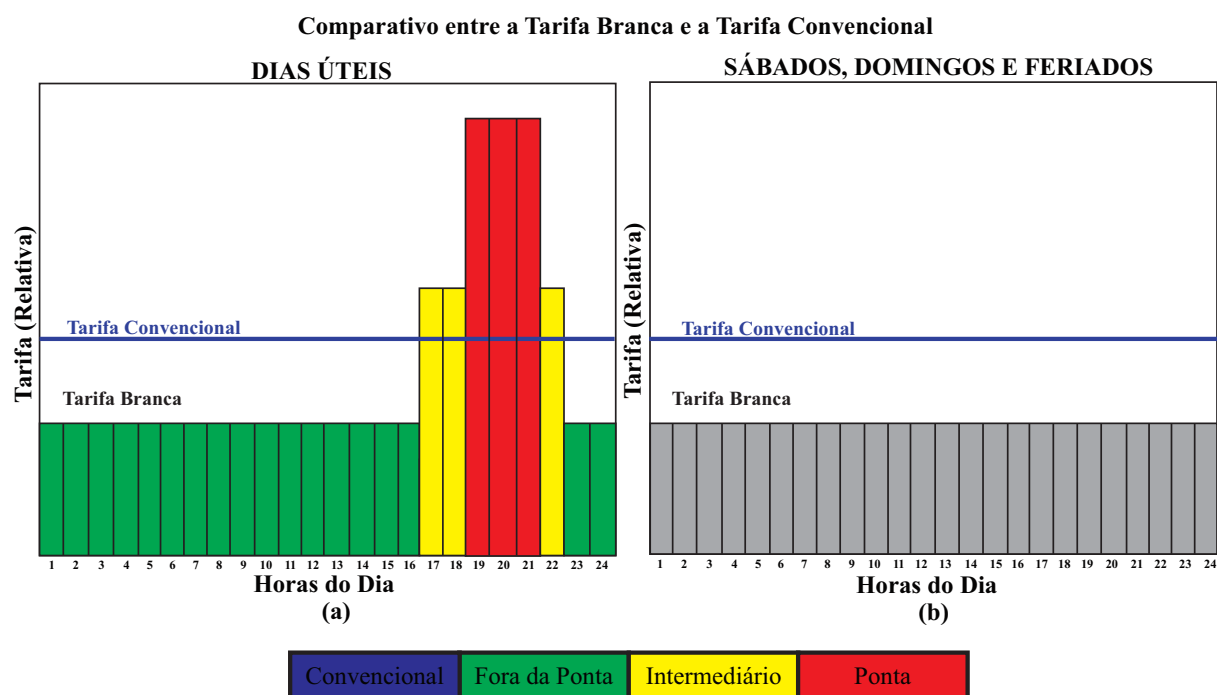
Segundo ANEEL (2011), a tarifa branca sinaliza aos consumidores a variação do valor da energia conforme o dia e horário de consumo, possibilitando a redução do valor pago pela energia consumida. Nos finais de semana e feriados, o valor da tarifa permanece reduzido e constante. Esta tarifa se aplica aos consumidores que venham ou possam ter seus consumos fora da ponta e é de fundamental importância que os consumidores sejam bem disciplinados com relação aos seus horários com o uso da energia, evitando assim uma conta maior do que a tarifa convencional.

Desde 1º de janeiro de 2019 consumidores acima de 250kW passaram a ter esta opção de tarifação e em 2020 estará à disposição de para todas unidades consumidoras (ANEEL, 2011).

Nos dias úteis, os postos tarifários da Tarifa Branca são denominados de: ponta, intermediário e fora da ponta. Em feriados e finais de semana o período fora da ponta

permanece constante (ANEEL, 2011). Na Figura 5, é ilustrado um comparativo entre a modalidade convencional e a Tarifa Branca para dias úteis, sábados, domingos e feriados.

Figura 5 – Comparativo entre a Tarifa Branca e Convencional.



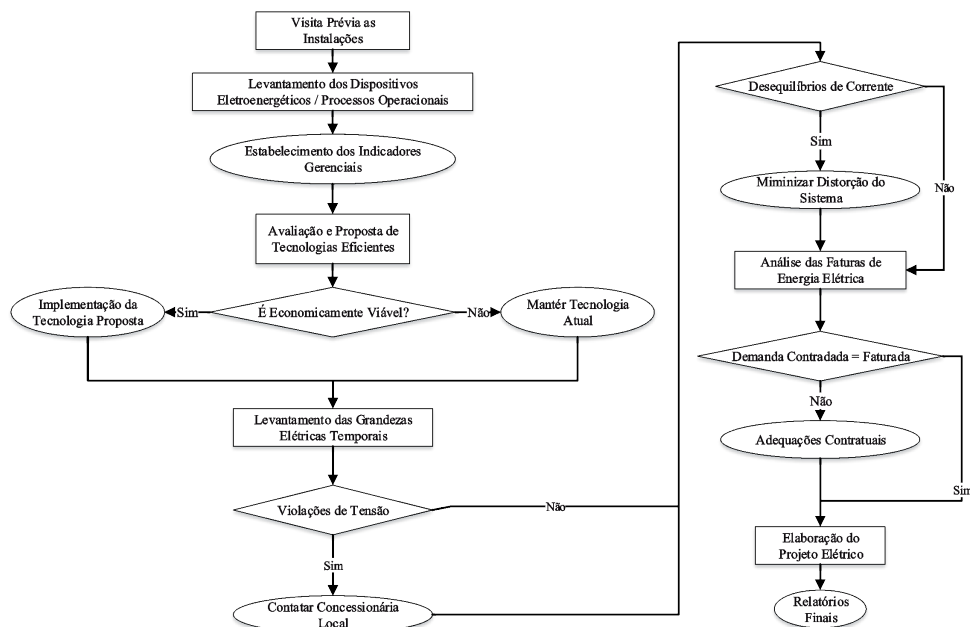
Fonte: Adaptado de ANEEL (2011).

Uma particularidade que somente a RGE possui, é devido seu período intermediário ser estendido em 3 horas, sendo duas antes da ponta e uma pós ponta. Isto penaliza os contratos com a tarifa branca para as escolas, pois a partir das 16:00 ainda há ocorrência de cargas significativas.

3 Metodologia

A partir dos diversos temas abordados no capítulo anterior, este trabalho buscou aplicar um pouco de cada conceito visto anteriormente. Primeiramente, serão apresentadas as premissas e principais particularidades dos projetos desenvolvidos. Por conseguinte, será apresentada a metodologia proposta, bem como as ferramentas utilizadas na elaboração dos projetos elétricos. Na Figura 6 está ilustrado o fluxograma da metodologia proposta.

Figura 6 – Metodologia Proposta.

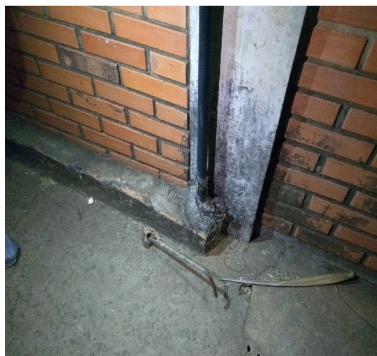


Fonte: Elaborado pelo autor.

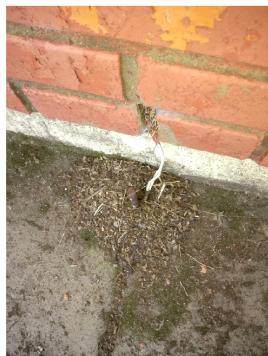
3.1 Aterramentos

O aterramento é um elemento fundamental para que um sistema opere corretamente, com uma adequada continuidade de serviço, desempenho seguro do sistema de proteção além da segurança pessoal (KINDERMANN; CAMPANHOLO, 2011). Devido as diversas constatações de configurações incompatíveis dos sistemas de aterramento elétrico, verificou-se que o desconhecimento das técnicas para realizar um aterramento eficiente são visíveis. Na Figura 7 é apresentado 3 casos de aterramentos deficitários, podendo ocasionar queima de equipamento ou até mesmo choque elétrico nos operadores.

Figura 7 – Sistemas de Aterramento Deficitários.(a) Haste Parcialmente Enterrada. (b) Condutor de Aterramento Rompido. (c) Condutor de Aterramento Desconectado.



(a)



(b)



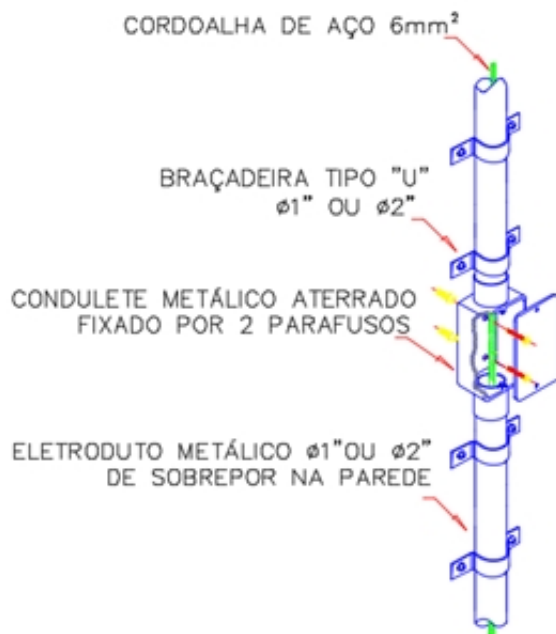
(c)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na Figura 7(a), é ilustrado o aterramento de uma unidade em Alegrete, pela figura fica nítida a negligência de uma haste que foi parcialmente enterrada ao solo e dobrada. Em outra unidade, conforme Figura 7(b) verificou-se que o condutor de aterramento estava deteriorado e parcialmente rompido. Além disso, na Figura 7(c) em outra unidade, o aterramento estava desconectado da haste.

Afim de garantir a proteção por contato indireto, após reuniões sobre os relatos com alunos e professores do grupo de pesquisa EIRE, surgiu a ideia da implementação do “Aterramento Funcional”, onde todas eletrocalhas, perfilados e eletrodutos devem ser equipotencializados por uma cordoalha de aço, vide Figura 8, devendo a mesma ser tensionada e aparafusada no interior de cada condutele, no decorrer das eletrocalhas/perfilados. Com esquema de configuração de aterramento tipo TN-S (condutor neutro e terra distintos, ambos aterrados localmente na entrada de energia juntamente com a medição, conforme a ABNT recomenda). É muito importante que todo o sistema de aterramento seja interligado no quadro geral de baixa tensão pelo condutor de equipotencialidade à malha principal da edificação e demais malhas não excedendo o limite de 10 Ohms em qualquer época do ano (ABNT, 2004).

Figura 8 – Ligação Equipotencial em Condulete.



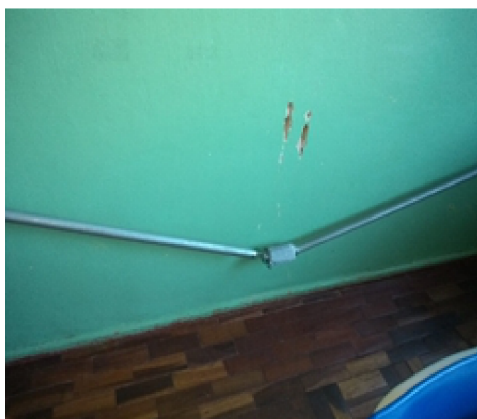
Fonte: Elaborado pelo Autor.

Recomenda-se suplementar toda a condução dos cabos de fase, neutro e terra, que exercem suas funções específicas de uma cordoalha de aço galvanizado com diâmetro nominal mínimo de 6mm, 7 fios tensionada, que garanta a continuidade do aterramento dos eletrodutos e eletrocalhas, mesmo quando estas forem acidentalmente interrompidas. Esta deverá ser equalizada junto ao QGF e aparafusada no interior de cada condulete bem como no decorrer das eletrocalhas/perfilados, garantindo o tensionamento mecânico.

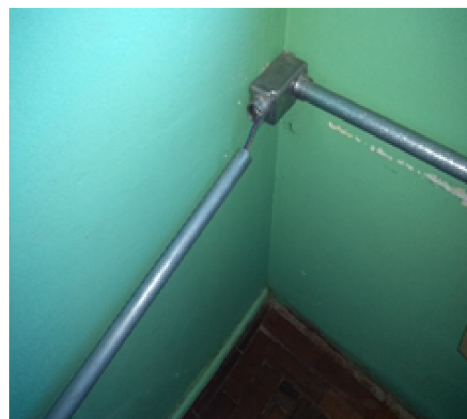
3.2 Eletrocalhas, Eletrodutos e Conduletes

Em campo foi verificado que o vandalismo dentro das instituições é corriqueiro, conforme a Figura 9(a) e Figura 9(b), observa-se que devido aos alunos se apoiarem nos eletrodutos, provocam o rompimento e desconexão da instalação, deixando os cabos de força suspensos e estressados. Com o tempo sua isolamento rompe e energiza eletroduto, aumentando risco de choque elétrico.

Figura 9 – Instalações Deterioradas - (a)Eletrodutos Suspensos. (b)Cabos de Força Estressados.



(a)

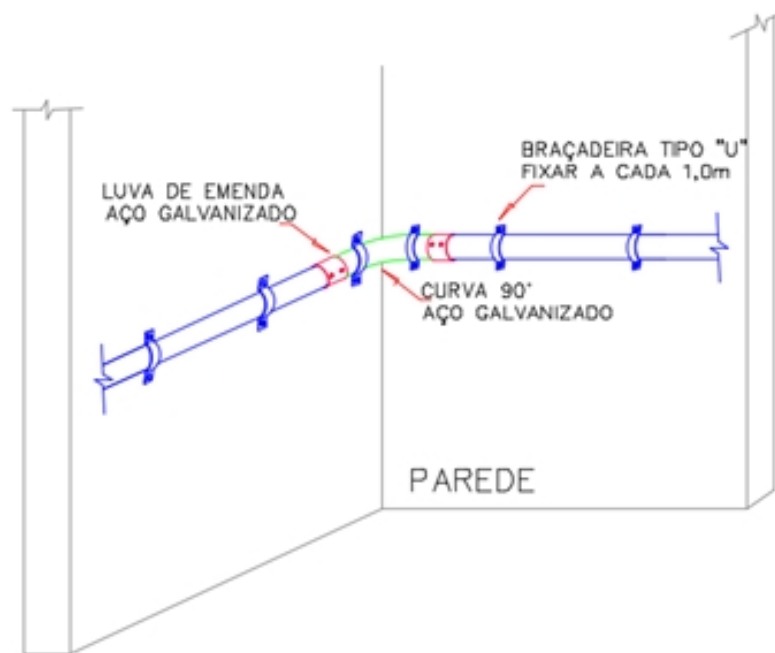


(b)

Fonte: Elaborado pelo autor.

A solução proposta é a instalação de abraçadeiras de metal tipo “U” a cada 1 metro de distância garantindo a fixação quando a estruturas passarem por excesso de força frente à experiência adquirida nos levantamentos de campo executados nas escolas. Para solução deste problema, à medida de adoção é fazer o correto dimensionamento de acordo com o padrão ABNT NBR 15701/2016, além da adoção de parafusos e buchas de maior seção garantindo uma melhor fixação sobre as paredes. Na Figura 10 é demonstrado o esquemático da fixação de eletrodutos e curvas na instalação.

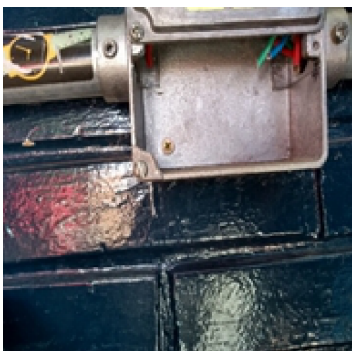
Figura 10 – Fixação de Eletrodutos e Curvas na Instalação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Outras evidências registradas, foram devido ao risco de contato direto com linha viva da instalação. Na Figura 11(a) é possível observar que a instalação foi vandalizada, deixando os condutores expostos e as caixas de passagem abertas. Já na Figura 11(b), foi aferido através de uma chave de testes convencional que os condutores estavam energizados e com possível risco choque elétrico. Por fim, na Figura 11(c) ilustra instalações inadequadas frente as normas, resultado de um trabalho executado por profissional mal habilitado.

Figura 11 – Situações de Risco - (a) Conduletes Expostos. (b) Condutores Energizados. (c) Instalações Inadequadas.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Visto que parafusos de baixa qualidade se soltam com o tempo, para evitar que episódios como estes se repitam, uma solução cabível foi a implementação de rebites substituindo parafusos.

3.3 Indicadores Gerenciais

A aplicação dos indicadores neste estudo possibilitou a identificação prévia de quais escolas necessitariam de intervenções mais imediatas, priorizando as ações de eficiência e combate ao desperdício em unidades com maiores potenciais de economia de energia. Conforme a identificação destes indicadores foi possível caracterizar as unidades e estabelecer ordem de prioridade baseando-se nos números obtidos. Portanto, na Tabela 3 é apresentada a relação de unidades analisadas e sua síntese.

Tabela 3 – Síntese dos Indicadores Gerenciais.

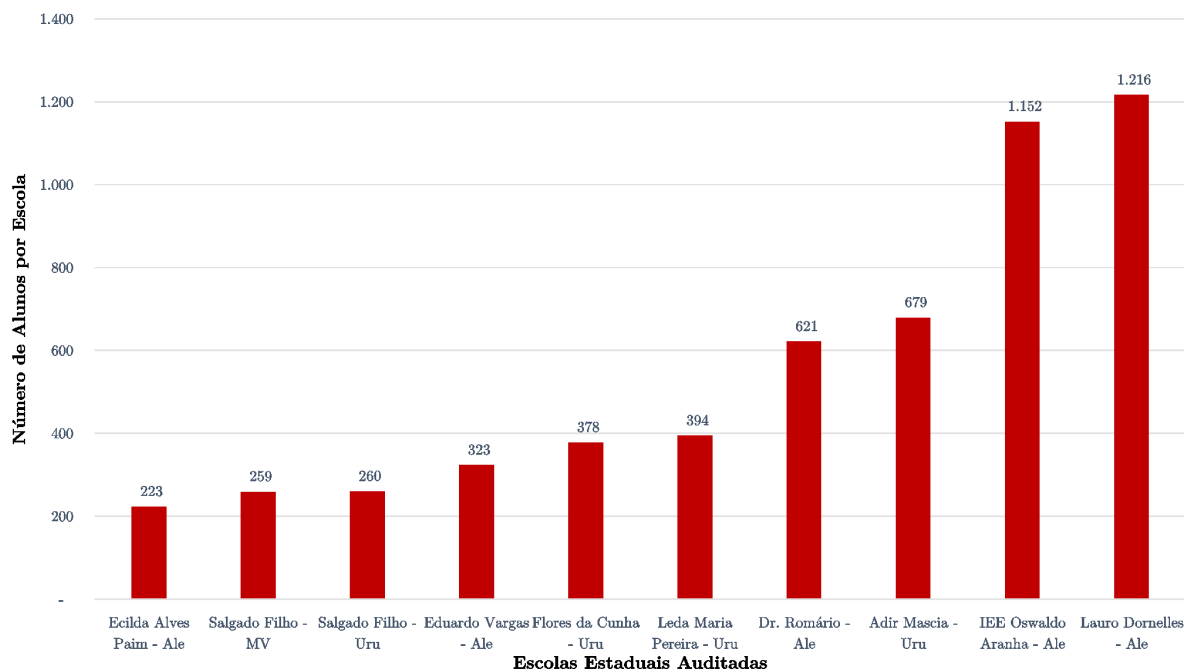
Parâmetros de Avaliação das Ações de Eficiência Energética e de Promoção do Uso de Recursos Energéticos Renováveis	ESCOLAS AUDITADAS													Total Até 26/05/2018
	Etêlia Alves Paim - Ale	Salgado Filho - MV	Salgado Filho - Uru	Salgado Filho - Uru	Eduardo Vargas - Ale	Flores da Cunha - Uru	Leda Maria Perreira - Uru	Dr. Romário - Ale	Adir Mascia - Uru	IEE Osvaldo Aranha - Ale	Lauro Dornelles - Ale			
Número de Alunos Pré-Escola	121	115	97	126	123	183	126	123	361	164	150		27	
Número de Alunos EB Inicial	83	129	98	114	124	192	114	124	270	181	181		1.110	
Número de Alunos EB Final			33	107	67	307	107	67	433	433	411		1.062	
Número de Alunos Ensino Médio					292			292		289	420		1.018	
Número de Alunos EJA	6	15	32	34	18	3	34	15	45	71	51		1.001	
Número de Alunos Atend Especial	28	33	32	34	34	37	34	81	53	95	99		399	
Número de Turmas Dúctios	2	2	2	3	3	2	3	3	2	3	3		222	
Número de Alunos por Funcionário	8	8	8	10	10	10	10	8	13	12	12		10	
Consumo Anual de Energia [kWh]	9.546,00	13.975,00	28.429,36	20.766,60	20.766,60	16.750,00	16.350,00	54.088,36	45.933,00	45.773,00	111.749,00		291.243,36	
Consumo Máximo 2017/18	992,00	1.485,99	2.784,00	2.557,00	2.557,00	2.530,00	1.947,00	6.781,00	5.705,00	7.032,00	11.707,00		35.690,00	
Consumo Médio 2017/18	795,50	1.164,38	2.369,00	1.730,50	1.730,50	1.395,83	1.362,50	6.076,33	3.827,75	3.814,42	9.312,42		25.789,25	
Taxifa Unitária Média Fora Ponta [R\$/kWh]	R\$ 0,470	R\$ 0,471	R\$ 0,470	R\$ 0,471	R\$ 0,470	R\$ 0,471	R\$ 0,471	R\$ 0,286	R\$ 0,470	R\$ 0,471	R\$ 0,471		R\$ 0,452	
Taxifa Unitária Média Ponta [R\$/kWh]								R\$ 1,064					R\$ 1,064	
Taxifa Unitária Média Demanda [R\$/kW]								R\$ 17,99					R\$ 17,99	
Fatura Anual de Energia Elétrica [R\$]	R\$ 4.856,43	R\$ 6.965,59	R\$ 29.385,25	R\$ 12.634,45	R\$ 12.634,45	R\$ 11.404,34	R\$ 11.216,65	R\$ 30.852,11	R\$ 25.505,29	R\$ 25.338,08	R\$ 58.277,55		R\$ 162.614,02	
Fatura Anual de EP Fora Ponta [R\$]	R\$ 4.511,88	R\$ 6.645,52	R\$ 13.446,52	R\$ 9.558,95	R\$ 9.558,95	R\$ 7.906,98	R\$ 7.725,67	R\$ 22.847,93	R\$ 21.646,58	R\$ 20.988,73	R\$ 37.691,65		R\$ 133.807,20	
Fatura Anual de Iluminação Pública TIP [R\$]	R\$ 270,65	R\$ 60,00	R\$ 9.401,76	R\$ 591,31	R\$ 591,31	R\$ 3.133,92	R\$ 3.133,92	R\$ 1.370,83	R\$ 3.133,92	R\$ 1.258,81	R\$ 3.161,44		R\$ 15.192,84	
Indicadores Gerenciais														
Alunos por Funcionários	8	8	8	10	10	10	12	8	13	12	12		11	
Alunos por Área Construída [A/m²]	6	6	13	3	3	2	3		2	6	4		5	
Consumo Anual de Energia por Aluno	42,81	53,96	106,34	64,29	64,29	44,31	41,50	88,06	67,65	39,73	91,90		65,60	
Consumo Anual de Energia por Funcionário	340,93	423,48	868,42	610,76	610,76	452,70	480,88	675,16	866,66	481,82	1.128,78		729,93	
Fatura Anual por Aluno [R\$/Aluno]	R\$ 21,79	R\$ 26,89	R\$ 89,94	R\$ 39,12	R\$ 39,12	R\$ 30,17	R\$ 28,47	R\$ 49,68	R\$ 37,56	R\$ 22,01	R\$ 47,93		R\$ 36,62	
Fatura Anual por Funcionário [R\$/Func]	R\$ 172,52	R\$ 211,08	R\$ 730,79	R\$ 371,60	R\$ 371,60	R\$ 308,23	R\$ 329,90	R\$ 380,89	R\$ 481,23	R\$ 266,93	R\$ 588,66		R\$ 407,55	
Impacto da TIP na Fatura Anual	5,6%	0,9%	40,2%	4,7%	4,7%	27,5%	27,9%	4,4%	12,3%	5,0%	5,4%		9,3%	

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Os dados físicos de ocupação, como aluno e funcionários, foram extraídos durante as vistorias nessas unidades, sempre acompanhado com algum auxiliar administrativo.

Nas Figuras 12, 13, 14 e 15 são apresentados os gráficos resultantes e as análises dos indicadores de avaliação das ações de eficiência energética calculados neste trabalho:

Figura 12 – Indicador Gerencial - Número de Alunos por Escola.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na Figura 12 é possível identificar que as escolas “IEE Oswaldo Aranha - Ale” e “Lauro Dornelles – Ale” apresentam os maiores números de alunos, devido ao porte das unidades, além de exercerem atividades nos períodos diurno e noturno. Preliminarmente conhecendo o número de usuários que frequentam cada escola anualmente, comparado ao real consumo da instalação, é possível estabelecer valores de referência.

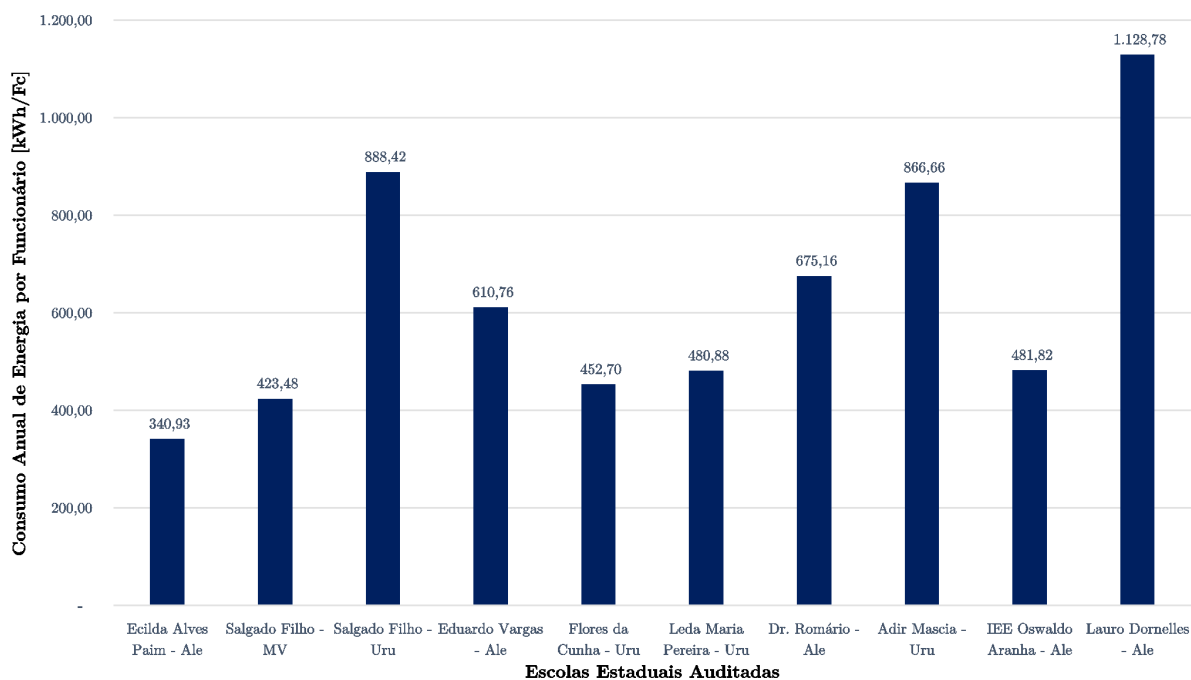
Com isso, na Figura 13 é possível destacar que escolas como “Salgado Filho – Uru”, “Eduardo Vargas – Ale”, “Dr. Romário – Ale”, “Adir Mascia – Uru” e “Lauro Dornelles – Ale” sinalizaram uma forte ineficiência em seus sistemas. Logo foi verificado que a contribuição ao desperdício de energia nestas unidades estão associados principalmente a longas extensões de redes elétricas e sobrecarga de condutores.

O indicador CAF apresentado Figura 13, foi possível detectar dados muito diversificados, variando muito com o porte e a quantidade de funcionários de cada unidade. Com isso, identificou-se que escolas como “Salgado Filho – Uru”, “Eduardo Vargas – Ale”, “Adir Mascia – Uru” e “Lauro Dornelles - Ale” apresentam consumos bem acima da média,

levando em consideração as outras unidades.

Analisando os indicadores na Tabela 3, é possível observar a desigualdade de consumo entre as escolas “IEE Oswaldo Aranha – Ale” e “Lauro Dornelles – Ale”, evidenciando mais uma vez desperdícios energia. Assim, é possível detectar a deficiência destas unidades, logo é estabelecido uma ordem de prioridade para o condicionamento destes ambientes.

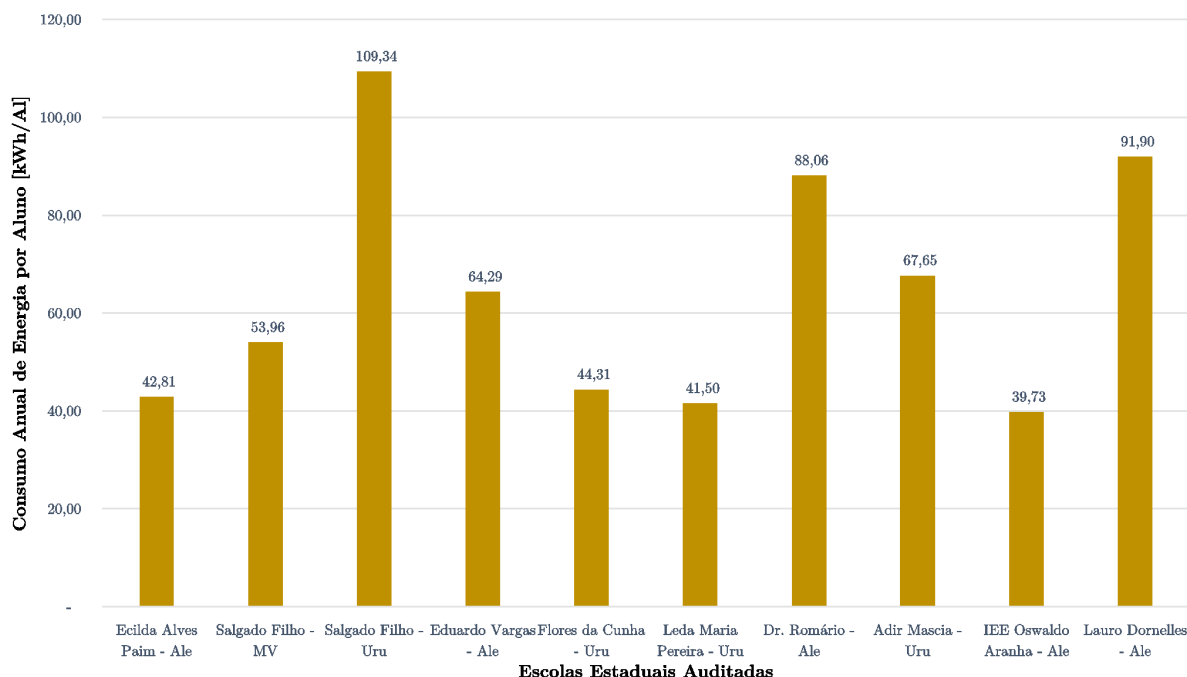
Figura 13 – Indicador Gerencial - Consumo Anual por Funcionário.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Da mesma forma, o CAA representado pela Figura 14, destacou as mesmas escolas vistas anteriormente, confirmando que os sistemas apresentam baixa eficiência e desperdícios de energia.

Figura 14 – Indicador Gerencial - Consumo Anual por Aluno.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 15, foi possível analisar e desagregar os valores pagos por cada unidade separados em valores de “EE”, “EE Fora Taxas” e “Taxa de Iluminação Pública (TIP)”. Este indicador apresentou contribuição muito valiosa, pois observou-se nas escolas “Salgado Filho – Uru”, “Flores da Cunha – Uru”, “Leda Maria Pereira – Uru” e “Adir Mascia – Uru”, os seus custos com energia não estavam associados somente a desperdícios, mas também a valores de “TIP” pagos superiores do usual. Logo, através da Tabela 3 é possível observar que os valores anuais pagos nas demais unidades estão em torno de 5 %, enquanto nas unidades destacadas estes valores foram superiores a 10%. Sendo assim, fica clara a necessidade de rever os contratos e reduzir as despesas e promover a implementação de projetos de eficiência energética nestas unidades com maior urgência.

Figura 15 – Indicador Gerencial - Faturas Anuais Desagregadas.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A partir destes dados é possível identificar e traçar estratégias afim de evitar maiores despesas com EE.

3.4 Análise de Viabilidade Econômica em Projetos de Eficiência Energética

Efetuuou-se um diagnóstico do projeto de eficiência energética utilizando a metodologia proposta por [KAEHLER \(2016\)](#), podendo ser verificado todas as premissas que indicam os potenciais de redução da demanda e consumo de energia. Em campo foi realizado o levantamento de diversas unidades, porém será tratado somente o caso da "Escola Salgado Filho - Uru". Por conseguinte, foi realizado o levantamento de todos os equipamentos eletro-energéticos com auxílio dos membros do GP-EIRE, através da análise dos dados obtidos verificou-se que somente as cargas de iluminação mereciam atenção nesta edificação, pois os demais equipamentos da instalação já possuíam bons índices de consumo com selo A de certificação. No levantamento de iluminação predominou o uso de lâmpadas fluorescentes compactas de 35 Watts (W) e lâmpadas fluorescentes tubulares do tipo T12 de 40W, 2 lâmpadas por luminárias, e por fim, na área externa lâmpadas de

vapor de mercúrio e sódio com potências nominais de 800 W.

O sistema proposto para promover a substituição das lâmpadas fluorescentes compactas e tubulares foram por de tecnologia LED com comprovada certificação pelo PROCEL, devido as distorções harmônicas que as lâmpadas LED fora dos padrões podem causar na rede elétrica. Além da certificação, as lâmpadas utilizadas neste estudo, incluindo os modelos tubular, bulbo e refletor, devem seguir as seguintes especificações:

- Temperatura de cor de 6500 K - Branca Fria;
- Tubo fosco de proteção e difusão em policarbonato resistente à UV;
- Eficiência energética superior a 100 lm/W;
- Ângulo de iluminação mínimo de 120°;
- Vida útil mínima de 25000 horas;
- Índice de reflexão de cor IRC 80;
- Tensão de alimentação entre 100 a 240V;
- Fator de Potência superior a 0,9.

A Tabela 4 representa o sistema de iluminação atual da escola, totalizando 28.810 W de potência.

Tabela 4 – Sistema de Iluminação Atual - Escola Salgado Filho - Uru.

Andar	Luminária		Lâmpada para Luminária		Potência Total [W]
	Quant.	Refletor	Quant.	Potência [W]	
Térreo	174	Opaco	2	40	13920
Térreo	18	-	1	800	14400
Térreo	14	Bulbo	1	35	490
Total	206	-	-	-	28810

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Tabela 5 representa o sistema de iluminação proposto com a utilização de lâmpadas LEDs, juntamente com o custo de investimento para implementação da tecnologia adotada.

Tabela 5 – Sistema de Iluminação Proposto - Escola Salgado Filho - Uru.

Andar	Luminária		Lâmpada por Luminária		Potência	Investimento
	Quant.	Refletor	Quant.	Potência [W]	Total [W]	Total
Térreo	174	Alumínio	2	18	6264	R\$ 18.680,06
Térreo	18	Alumínio	1	100	900	R\$ 4.202,82
Térreo	14	Bulbo	1	12	168	R\$ 344,35
Total	206	-	-	-	7332	R\$ 26.265,52

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Em síntese, na Tabela 6, são fornecidos os valores de demanda de energia, com o sistema atual e o proposto para o estudo. Com destaque na energia economizada anual e a redução da demanda, foi possível observar redução do consumo de 28.810 W para 7.368 W, ou seja, 74,43% de demanda evitada, e, anualizando estes valores, obteve-se o quanto de economia anual que pode ser atingindo adotando a nova tecnologia, chegando a um patamar de energia economizada anual de 62,26 MWh/Ano.

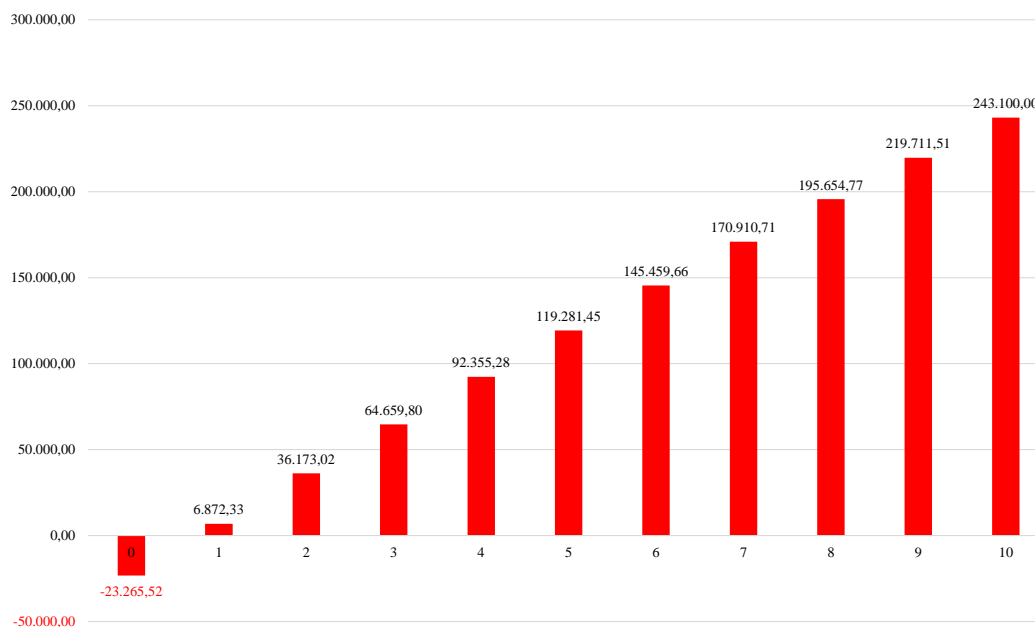
Tabela 6 – Demanda Evitada e Energia Anual Economizada.

Andar	Carga Instalada [kW]				Horas Diárias de Funcionamento	Dias de Funcionamento Anual	Energia Economizada Anual [MWh]
	Total		Demanda Evitada				
	Atual	Proposto	Valor	%			
Térreo	28,81	7,368	21,442	74,43%	12	242	62,27
Total	28,81	7,368	21,442	74,43%	12horas/dia	22 dias x 11 meses	62,27

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Considerando uma taxa de desconto de 8% e a correção da tarifa de energia em torno de 5%, retornará um Valor Presente Líquido de R\$ 243.100,00. Com uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 145%. Com um Payback, o tempo de retorno do investimento, de 0,93 anos como ilustrado na Figura 16.

Figura 16 – Fluxo de Caixa do Investimento aplicando Eficiência Energética no Sistema de Iluminação.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

3.5 Análise das Faturas de Energia Elétrica

Analisando o caso da 'Escola Salgado Filho - Uru' novamente, foram solicitadas as faturas de energia referentes as retrospectivas de 1 ano. Particularmente nesta escola existem 3 entradas de energia, com códigos do cliente nos números 2482974-9, 2482963-3 e 2482903-0, atendidos em Baixa Tensão – BT, enquadrados como poder público estadual (B3).

As Tabelas 7 e 8 resumem o conjunto de faturas de energia elétrica dos 3 medidores da escola consolidados, tanto a sua parte física como contábil, destacando as parcelas de taxas, impostos, compensações e multas por atraso.

Tabela 7 – Consolidação das 3 Faturas da Energia da E.E.E.M Senador Salgado Filho 1.

Mês/Ano	Energia Unitária [R\$/kWh]			Consumo Energia [R\$]		
	Verde	Amarela	Vermelha	Verde	Amarela	Vermelha
Abr./17	-	-	0,49956	-	-	1.320,83
Mai./17	-	-	0,44534	-	-	912,93
Jun./17	0,47302	-	-	1.293,22	-	-
Jul./17	-	0,4589	-	-	1.277,55	-
Ago./17	-	-	0,47557	-	-	1.259,29
Set./17	-	0,47827	-	-	1.112,45	-
Out./17	-	-	0,47653	-	-	895,39
Nov./17	-	-	0,49202	-	-	956,97
Dez./17	-	-	0,49452	-	-	1.328,77
Jan./18	0,47102	-	-	1.130,91	-	-
Fev./18	0,45202	-	-	807,29	-	-
Mar./18	0,45202	-	-	1.149,92	-	-
TOTAL (R\$)	0,46202	0,46858	0,48059	4.381,34	2.390,00	6.674,18

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Tabela 8 – Consolidação das 3 Faturas da Energia da E.E.E.M Senador Salgado Filho 2.

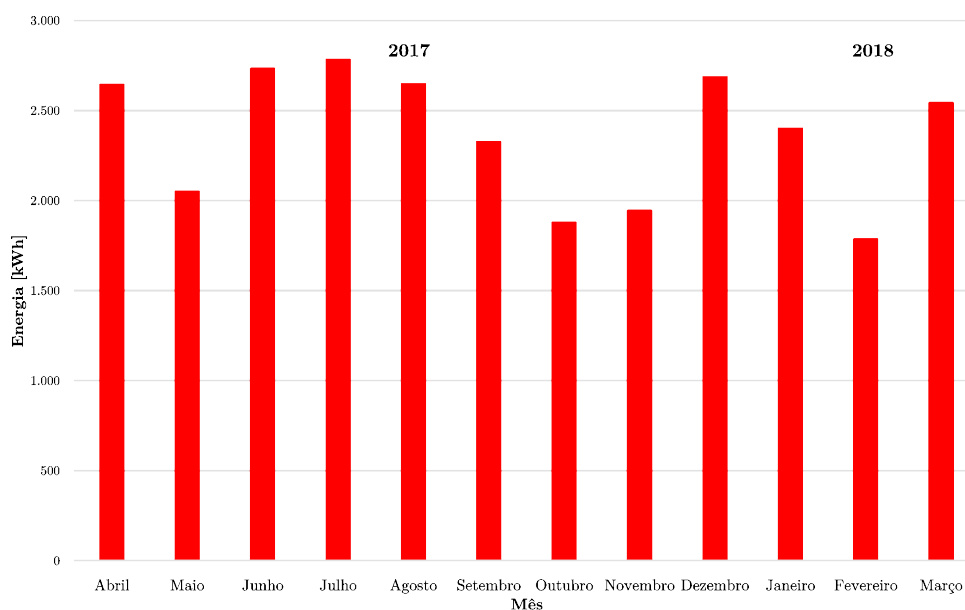
Mês/Ano	PIS/PASEP & COFINS (R\$)	Taxa Ilum. Pública (R\$)	Multa por atraso no pagamento (R\$)	Compensação Infração Qualidade Serviços (R\$)	TOTAL (R\$)
Abr./17	-	783,48	57,09	0,29	2.161,69
Mai./17	49,73	783,48	-	-	1.746,14
Jun./17	31,9	783,48	-	-37,52	2.071,08
Jul./17	13,14	783,48	-	-	2.074,17
Ago./17	49,42	783,48	21,91	-	2.114,10
Set./17	42,35	783,48	-	-28,83	1.909,45
Out./17	19,84	783,48	-	-	1.698,71
Nov./17	43,59	783,48	-	-	1.784,04
Dez./17	25,44	783,48	-	-	2.137,69
Jan./18	74,85	783,48	22,62	-2,41	2.009,45
Fev./18	70,02	783,48	-	-21,84	1.638,95
Mar./18	106,38	783,48	-	-	2.039,78
TOTAL (R\$)	526,66	9.401,76	101,62	-90,31	23.385,25

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Consolidando os dados, foi verificado que unidade consumida paga por algumas Taxas de Iluminação Pública – TIP, 3 vezes a mais do que deveria, devido a unidade conter 3 entradas de energia estes valores são multiplicados causando gastos exorbitante de energia. Com base na síntese destes dados, foi possível observar que o valor da taxa de Iluminação Pública (IP) corresponde à 40,20% da fatura anual, como solução a edificação

necessita de uma adequação contratual imediata, neste caso, deve-se dimensionar um novo e único padrão de entrada a unidade consumidora. A Figura 17 mostra a evolução mensal dos consumos realizando a soma algébrica das 3 entradas de energia da edificação, destacando um máximo de 2.784 kWh no mês de julho de 2017, reproduzindo-se quase igualmente ao mês anterior.

Figura 17 – Consumo Anual de Energia Retrospectivas a 1 Ano, 3 Medidores Consolidados.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

O valor médio de consumo atingiu 2198 kWh/mês, o que estimula a realizar análise de novo enquadramento tarifário, no caso, a Tarifa Branca.

3.6 Análise das Memórias de Massa

Buscando informações sobre a forma de como se comporta a utilização de energia elétrica em seu funcionamento normal e em fins de semana, foi instalado o Medidor de Grandezas Universais (MUG) da "IMS Indústria de Micro Sistemas Elétricos - Analisador P600" na Escola "Eduardo Vargas - Ale", escolhida devido a evidenciar o caso extremo de queda na qualidade de energia. Com isso, foi possível aferir as grandezas elétricas do sistema, como: tensão, corrente, fator de potência, potência ativa, reativa, aparente e corrente de neutro. Devidamente calibrado e disponibilizado pelo GP-EIRE, este equipamento foi ideal para análise, pois tem características semelhantes ao usado pela concessionárias de energia. A unidade consumidora atende pelo "Código do Cliente" nº 2480652-8, na modalidade tarifária baixa tensão, tipo de uso poder público estadual. O registro efetuado

com intervalos de 15 minutos, iniciando no dia 26/03/2018 17:30h e fim no dia 04/04/2018 as 17:30h.

Figura 18 – Medidor Universal de Grandezas – Modelo IMS Power Net P-600.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Tabela 9 resume os principais indicadores de tensão registrados, assim como o grau de desequilíbrio de tensão de acordo com os procedimentos NEMA e IEEE. O desequilíbrio é evidente, demonstrando a fragilidade no atendimento da concessionária RGE SUL incapaz de assegurar um equilíbrio de tensão admissível, mesmo em carga monofásica. Isto pode ser decorrente da distância da entrada de energia em baixa tensão da escola, em relação ao ponto em que se encontra o transformador de distribuição da RGE SUL.

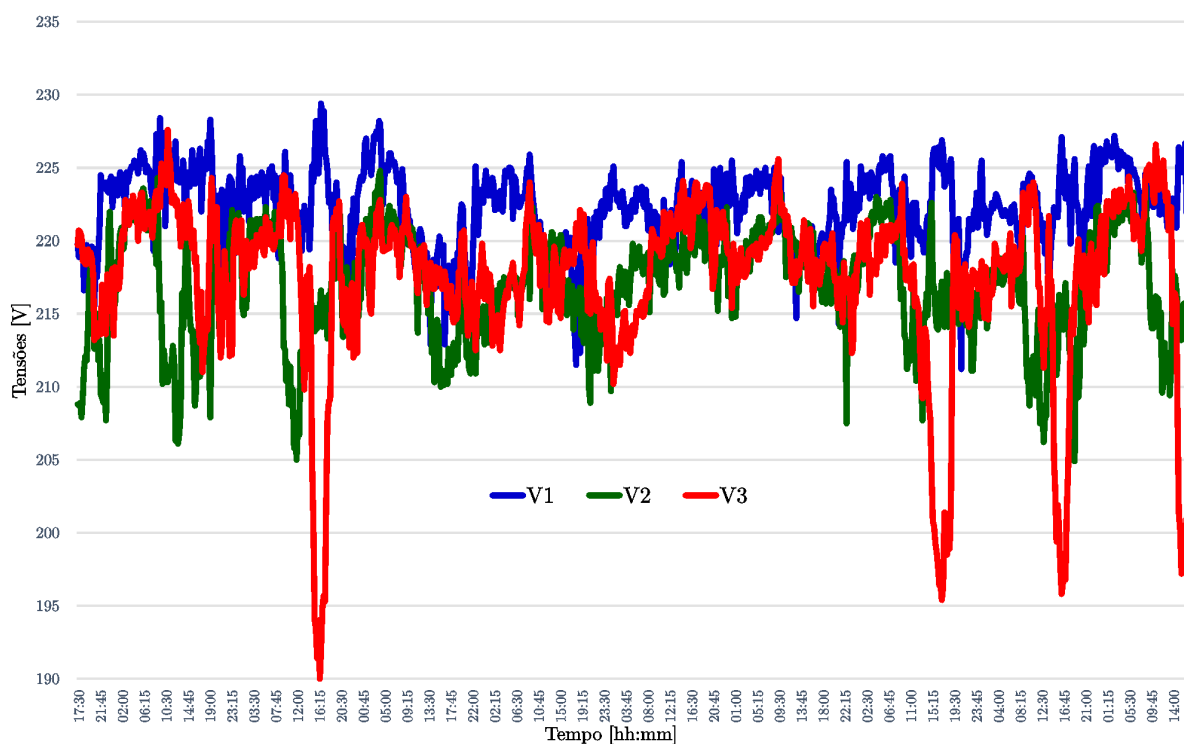
Tabela 9 – Desvios e Desequilíbrios de Tensão observados pelo MUG.

Período		Tensões			Desequilíbrio de Tensão	
Data	Hora	V1	V2	V3	NEMA	IEEE
26/03/18 - 04/04/18	Máximo	229,40	224,80	227,60	1%	2%
	Média	222,34	216,97	217,50	2%	2%
	Mínimo	211,20	204,90	190,00	5%	10%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Figura 19 ilustra a ocorrência dos níveis de tensões monofásicas supridas à Escola Eduardo Vargas. Constata-se que nos dias úteis, na Fase 3 a ocorrência de uma carga extremamente elevada que provoca forte distorção das tensões de fornecimento.

Figura 19 – Gráfico das Tensões Monofásicas.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Constatou-se que todos os dias em análise, os níveis de tensão estiveram dentro dos limites adequados estabelecidos, também não foi registrada nenhuma queda no fornecimento no período em análise.

A Tabela 10 mostra os principais indicadores corrente monofásica e de neutro, demonstrando o forte desequilíbrio de corrente entre as fases, particularmente indicando excesso de carga na fase 3. O Fator de Potência manteve-se elevado, indicando que a carga evidenciada é puramente resistivo.

Tabela 10 – Desvios e Desequilíbrios de Corrente observados pelo MUG.

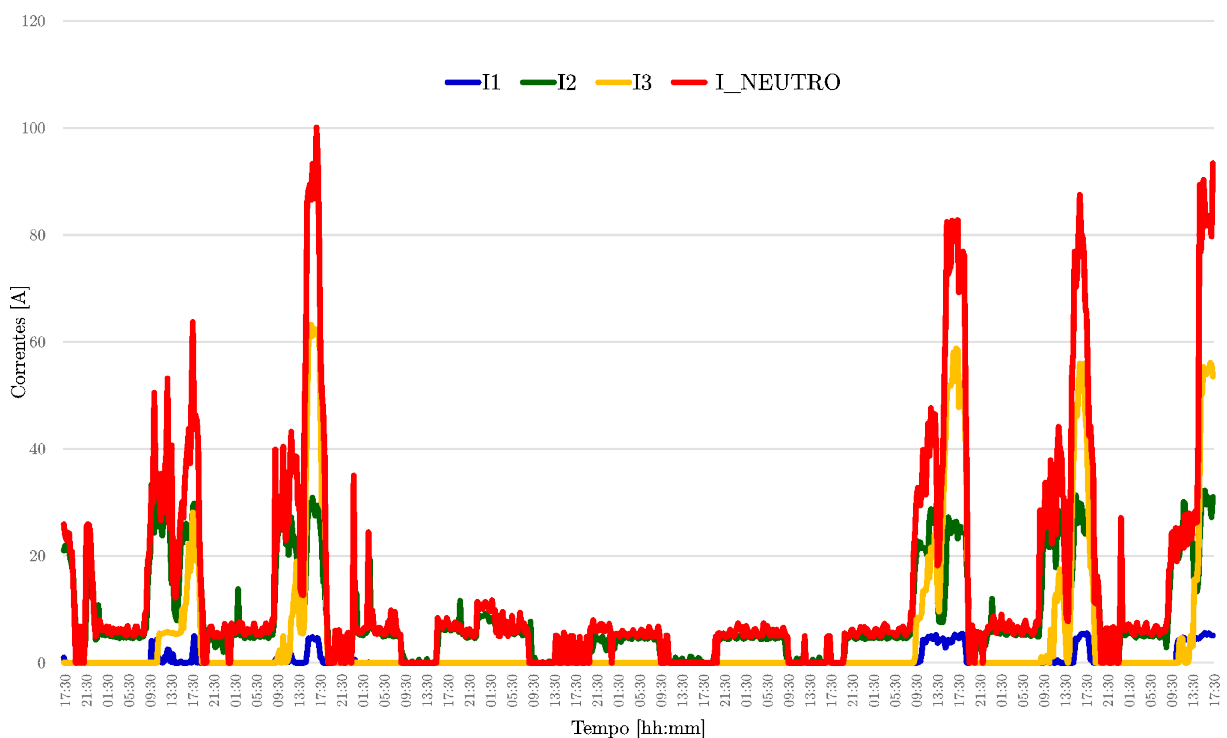
Período		Correntes				Desequilíbrios de Correntes	
Data	Hora	I1	I2	I3	IN	NEMA	IEEE
23/03/18 - 04/04/18	Máximo	5,60	34,00	63,20	100,10	84%	168%
	Média	0,50	8,42	4,62	13,76	87%	175%
	Mínimo	-	-	-	-	-%	-%

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Figura 20 assinala as ocorrências diárias de correntes monofásicas e de neutro, registradas a cada 15 minutos. Facilmente diferencia-se os dias úteis daqueles fins de

semana, em decorrência da elevada corrente de carga da fase 3 em amarelo, que chega a 59,3 no dia 28/03 as 17:45h. Vale destacar que este registro inclui o feriado prolongado de Páscoa. Estas demandas ocorrem sempre em dias úteis, com maior porte equivalente diário à tarde. Devido as cargas desbalanceadas originam-se correntes elevadas no neutro. Isto pode ser uma situação de risco de potenciais de toque, se não dispuser de um bom sistema de aterramento.

Figura 20 – Gráfico das Correntes Monofásicas.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

No dia 24/04/2018, quinta-feira pela tarde procedeu-se a uma inspeção na funcionalidade da Escola, com alicates amperimétricos o que permitiu identificar as causas das sobrecargas da fase 3. A cantina e a cozinha contam com duas torneiras elétricas (5,4kW cada) que funcionam durante e após os serviços de alimentação dos alunos. Pela tarde, esta carga coincide com as cargas de ar condicionado das salas de aula e administração, o que conduz ao elevado carregamento. Estas operam pela manhã também, porém o número de aparelhos de ar ligado é menor.

A Tabela 11 assinala os indicadores médios de todo o conjunto de cargas, no período de registro, onde destaca-se a máxima demanda observada, assim como o Fator de Potência Médio. Qual seja a compensação de reativos atende plenamente os requisitos de enquadramento determinados pela ANEEL.

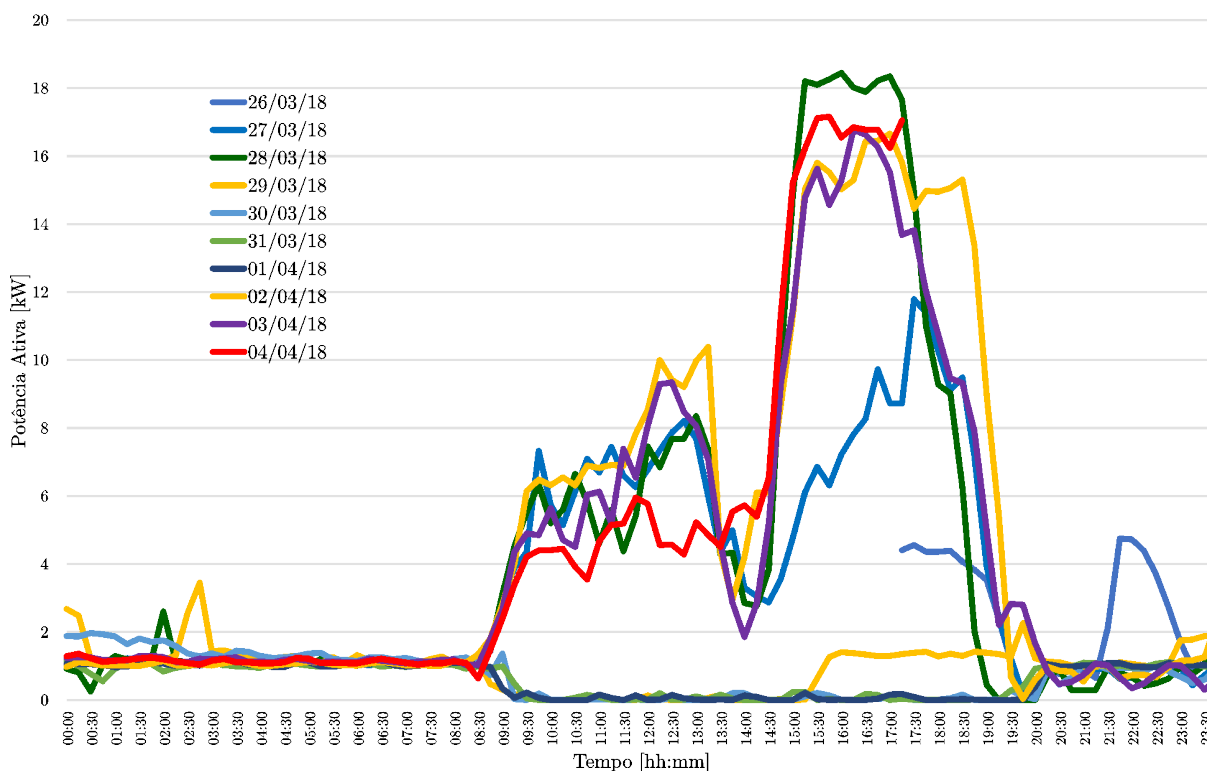
Tabela 11 – Registros de Potência Ativa, Reativa, Aparente, Fator de Potência e Frequência observados pelo MUG.

Período		Potência Ativa	Potência Reativa	Potência Aparente	Fator de Potência	Frequência
Data	Hora	[kW]	[kVAr]	[kVA]	-	[Hz]
26/03/18 - 04/04/18	Máximo	18,45	3,20	18,55	1	60,08
	Média	2,67	0,45	2,72	0,96	59,99
	Mínimo	-	-	-	0,80	59,86

Fonte: Elaborado pelo Autor.

A Figura 21 mostra, para o período em observação, os registros de potência ativa trifásica. Constata-se a existência de dois períodos de carga bem definidos nos dias úteis, um ocorrendo pela manhã e o outro de maior porte pela tarde.

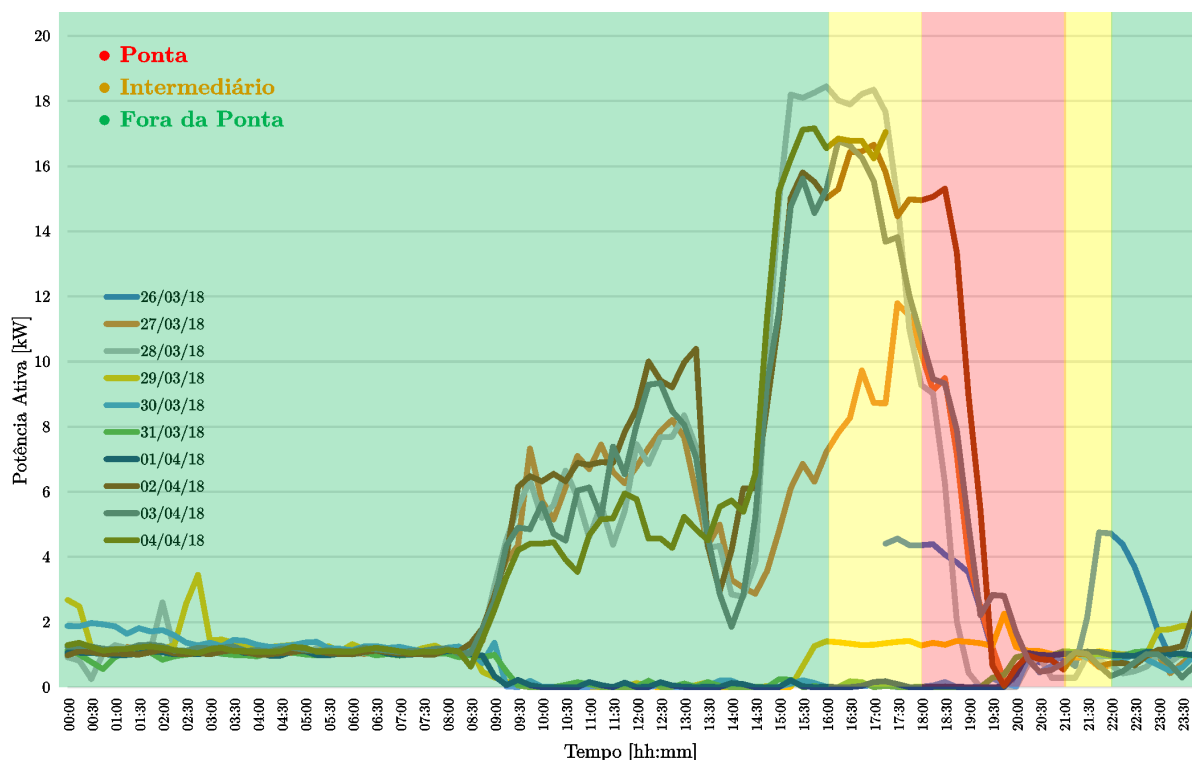
Figura 21 – Gráfico da Potência Ativa Trifásica.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

Na Figura 22 pode-se observar o perfil das curvas de carga diárias da Escola e seus enquadramentos nos patamares de ponta, intermediário e fora de ponta que compõem a Tarifa Branca.

Figura 22 – Impacto do Enquadramento da Escola na Opção Tarifa Branca da RGE Sul.



Fonte: Elaborado pelo Autor.

A particularidade da RGE SUL é a consideração de enquadrar como horário intermediário duas horas antes do período de ponta e mais uma hora pós ponta. Isto penaliza o período vespertino de uso da energia elétrica. Para proceder a uma análise mais aprofundada, deve-se calcular a energia elétrica horária para poder determinar os montantes financeiros de impacto, que serão analisados na seção a seguir.

A Tabela 12 explicita as tarifas unitárias de Baixa Tensão da RGE SUL subgrupo B3, obtidos através da Resolução Homologatória N° 2.385 de 17 de abril de 2018.

Tabela 12 – Tarifas B3 RGE SUL 2018.

Tarifa	R\$/kWh	
Convencional	0,54732	
Branca	Fora de Ponta	0,46679
	Intermediário	0,67441
	Ponta	1,05193

Fonte: Adaptado de ANEEL (2018b).

Procedendo a aplicação destas tarifas ao perfil médio dos dias úteis dos registros

observados, conforme mostrado na Tabela 13, constata-se que a opção de Tarifa Branca não beneficia a Escola como opção voluntária.

Em decorrência do impacto da tarifa no horário intermediário, conforme demonstrado, o que não ocorre nas demais distribuidoras.

Tabela 13 – Comparativo Tarifas Convencional x Branca x Demais Concessionárias.

Horário	Energia Ativa Horária [kWh]	Fatura		Branca demais Concessionárias
		Convencional	Branca	
01:00	1,33	0,73	0,60	0,60
02:00	1,25	0,69	0,56	0,56
03:00	1,41	0,77	0,63	0,63
04:00	1,20	0,65	0,54	0,54
05:00	1,15	0,63	0,52	0,52
06:00	1,14	0,62	0,51	0,51
07:00	1,14	0,62	0,51	0,51
08:00	1,09	0,60	0,49	0,49
09:00	1,18	0,65	0,53	0,53
10:00	3,18	1,74	1,43	1,43
11:00	3,94	2,15	1,76	1,76
12:00	4,20	2,30	1,88	1,88
13:00	5,52	3,02	2,47	2,47
14:00	4,09	2,24	1,83	1,83
15:00	3,20	1,75	1,43	1,43
16:00	8,75	4,79	3,92	3,92
17:00	9,97	5,46	6,16	4,47
18:00	9,38	5,13	5,80	5,80
19:00	6,85	3,75	6,56	6,56
20:00	1,78	0,98	1,71	1,71
21:00	0,75	0,41	0,71	0,71
22:00	0,86	0,47	0,53	0,53
23:00	0,80	0,44	0,36	0,36
00:00	1,12	0,61	0,50	0,50
Total Diário		R\$ 41,19	R\$ 41,95	R\$ 40,25

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Com os valores obtidos através do MUG, reproduziu-se a média dos consumos durante os dias úteis, respectivos a cada hora no período em análise, então verificou-se que a aplicação da Tarifa Branca se elevou em 1,82% da fatura diária da Escola. Um problema é a extensão do período intermediário das 16:00 – 17:00, quando nas demais concessionárias este é um período fora de ponta. Outro fator que inviabilizou o emprego dessa tarifa é devido ao subgrupo tarifário B3 possuir valores mais caros nos períodos intermediários e ponta. Com esta particularidade da concessionária buscou-se realizar análise da tarifa

branca a partir do padrão das demais concessionárias, entretanto o resultado obtido foi positivo apresentando uma redução de 2,29% da fatura, o que tornaria vantajosa sua implementação em outras concessões.

3.7 Elaboração de Projetos Elétricos

Uma ferramenta que proporcionou agilidade e precisão na elaboração dos projetos foi o *software* AltoQi Lumine V4® em extensão com o AUTOCAD®. Essa ferramenta é dedicada exclusivamente a execução de projetos elétricos, automatizando os processos e gerando uma série de relatórios e diagramas bastante intuitivos.

Diferentemente dos programas convencionais baseados em desenhos isolados, ele oferece um conjunto bem detalhado de projeto como:

- Configurações pré-ajustadas para obedecer às prescrições das normas da ABNT-Brasil;
- Definição de condutos, pontos, ligações, esquemas, itens, peças, materiais e condutores;
- Dimensionamento automático de circuitos, condutos, proteções e padrões de entrada com um leque diversificado de padrões de diversas concessionárias;
- Cálculos luminotécnicos e distribuições uniformes de iluminação nos ambientes;
- Geração de diagramas, legendas e símbolos para elaboração das pranchas referentes ao projeto;
- Emissão de relatórios de dimensionamento e lista de materiais;
- Visualização tridimensional (3D) dos elementos do projeto.

As plantas baixas fornecidas pelo estado foram verificadas com a realidade atual das escolas (pois muitas plantas estavam desatualizadas), no caso de inconformidades era realizado as devidas alterações no *software* AUTOCAD® e posteriormente importadas no *software* AutoQi Lumine V4®.

Primeiramente no *software* AltoQi Lumine V4® era configurado todos padrões de cálculos, equipamentos, cadastros de peças, itens, etc. Afim de garantir uma maior agilidade na execução foram padronizadas todas disposições de equipamentos nas salas de aula e os demais ambientes. Após realizadas as disposições dos equipamentos e lançamentos dos circuitos, com apenas alguns cliques é possível gerar uma série de cálculos, relatórios e diagramas. Encerrada esta etapa, os arquivos dos projetos eram novamente importados para o *software* AUTOCAD®, onde finalmente eram geradas todas as pranchas e detalhamentos

internos das instalações. Nos Apêndices A, B, C e D estão apresentadas os *layouts* realizados na elaboração dos projetos, ficando evidente a autenticidade e clareza dos trabalhos realizados.

Entretanto, a compreensão do projeto fica muito limitada somente com a visão 2D, pois não é possível contabilizar a quantidade de materiais com fidelidade, para isso este *software* oferece a visualização do projeto em ambiente (3D), apresentada no “Apêndice E” da escola “Eduardo Vargas – Ale”, com isso a disposição dos equipamento da instalação fica evidente, não gerando quais dúvidas em sua execução.

4 Considerações Finais

De maneira geral, o que se constatou é que a maioria das escolas no país não apresentam as características mínimas prescritas pelas normas para suas instalações elétricas, ficando a critério das administrações a decisão de como deverá ser feita esta instalação. Porém, mesmo que projetos sejam aprovados, quando ocorre sua execução a maioria das prescrições do projeto são negligenciadas pelos responsáveis pela execução, visando redução de custos e tempo, nenhuma fiscalização interna é realizada para verificar se as especificações do projeto condizem com a realidade.

Um dos objetivos deste trabalho foi ilustrar através de figuras, alguns cenários de alto risco que se repetem continuamente nas escolas da Fronteira Oeste do RS, a maioria deles podem levar a óbito seus usuários, com isto, foram apresentadas soluções eficientes para minimizar estes problemas relatados e prevenir que fatalidades ocorram futuramente.

Por meio da análise dos indicadores energéticos, foi comparado consumo entre 10 unidades, tornando viável uma intervenção ativa nas unidades com consumo elevado, a fim de propor projetos de eficiência capazes de reduzir as despesas com energia elétrica. A partir destas medidas é possível traçar estratégias para reduzir o consumo nesses locais, com isso espera-se redução imediata nos faturamentos de energia.

Entretanto, foram avaliados os potenciais de eficiência energética dos equipamentos das unidades, promovendo subsídios para futuras tomadas de decisão e melhoria de desempenho energético. Para a compreensão dos resultados foi necessário reforçar os conceitos no estudo de viabilidade e aplicação de projetos de eficiência energética. Por isso, foram escolhidos critérios a fim de verificar se a tecnologia proposta é viável ou não. A alternativa proposta conseguiu reduzir o consumo de energia anual evitando valores de demanda e energia elétrica apenas com substituição do sistema de lâmpadas fluorescentes por LED de comprovada eficiência, o que resultou em custo e tempo de retorno relativamente pequeno, quando comparados aos valores de outras alternativas.

Com a proposta de analisar as perturbações de qualidade de energia elétrica, o MUG serviu como insumo para as medições e análises. Sendo possível verificar que as aderências da versão vigente do Módulo 8 do PRODIST estavam adequadas. Conseqüentemente verificou-se que a maioria das cargas monofásicas da escola estavam conectadas em apenas uma fase gerando sobrecarga nos circuitos além de queda da qualidade da energia devido ao transformador ser incapaz de assegurar níveis contínuos.

As faturas de energia abriram oportunidades de rever os contratos de fornecimento. Com isso, foram detectadas sobretaxas, multas por atraso de pagamento e ultrapassagens de demanda. Concluindo a deficiência e o além do desperdício de dinheiro público nestas

unidades.

Ademais, foi possível comprovar a importância da integração do *software* AltoQi Lumine V4® e AUTOCAD®, que além de se iterarem, realizam trabalhos com extrema qualidade e agilidade.

4.1 Trabalhos Futuros

- Utilização de mais indicadores onde seja possível detectar pontualmente as deficiências nas unidades.
- Exploração de recursos energéticos renováveis como: solar fotovoltaico, água quente sanitária e biomassa.
- Fazer um comparativo antes/depois das alterações realizadas nas escolas auditadas comprovando assim a eficiência da metodologia.

Referências

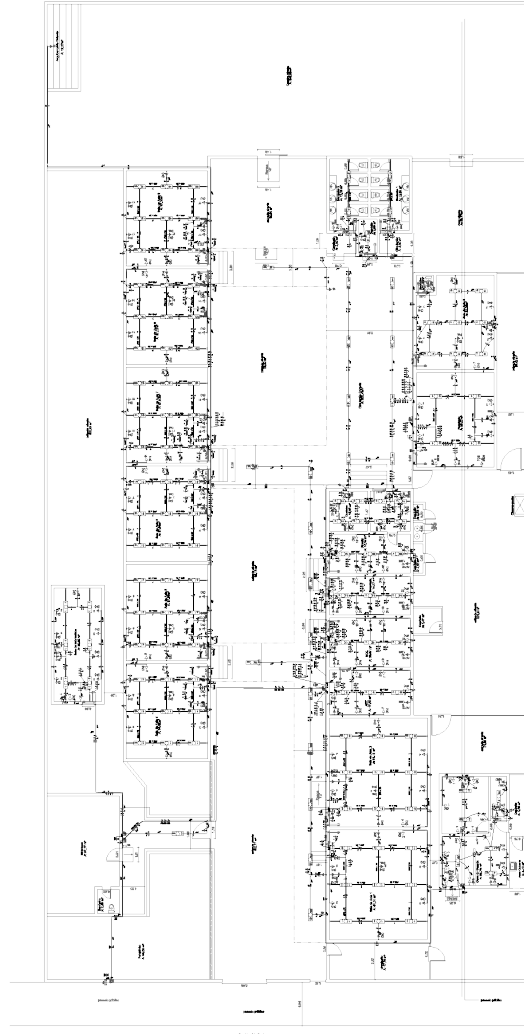
- ABNT. NBR-5410 - Instalações Elétricas de Baixa Tensão. 2004.
- ABRACOPEL - Associação Brasileira de Conscientização para os Perigos da Eletricidade. Anuário Estatístico Abracopel de Acidentes de Origem Elétrica - Ano Base 2017. 2018. Disponível em: <http://www.abrinstal.org.br/docs/abracopel{_}anuario18.>
- ALEXANDER C.K., S. M. **FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**. [S.l.: s.n.], 2013.
- ALVAREZ, A. L. M. **Uso Racional e Eficiente de Energia Elétrica: Metodologia para a Determinação dos Potenciais de Conservação de Usos Finais em Instalações de Ensino e Similares**. Tese (Doutorado) — USP, 1998.
- ANEEL. Resolução Normativa N° 414/2010. 2010.
- ANEEL. Resolução Normativa N° 464/2011. 2011.
- ANEEL. Procedimentos do Programa de Eficiência Energética – PROPEE – Módulo 7. 2015.
- ANEEL. **Módulo 11 – PRODIST – Fatura de Energia Elétrica e Informações Suplementares**. 2017.
- ANEEL. **Módulo 8 – PRODIST – Qualidade da Energia Elétrica**. 2018.
- ANEEL. Resolução Homologatória N° 2.385/2018. 2018.
- BARROS, B. F. D.; BORELLI, R.; GEDRA, R. L. **Gerenciamento de Energia**. 1ª edição. ed. [S.l.: s.n.], 2011.
- CREDER, H. **Instalações Elétricas**. 15ª edição. ed. [S.l.: s.n.], 2007. v. 15º Edição.
- DANIEL, E. A segurança e eficiência energética nas instalações elétricas prediais - Um modelo de avaliação. **Universidade de São Paulo - USP**, 2010.
- DECKMANN, S. M.; POMÍLIO, J. A. Avaliação da Qualidade da Energia Elétrica. **Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP**, 2017.
- DOBES, M. I. Estudo em Instalações Elétricas Hospitalares para Segurança e Funcionalidade de Equipamentos Eletromédicos. **Universidade Federal de Santa Catarina**, 1997. ISSN 00958522.
- ELETOBRAS; PROCEL. Programa Nacional De Conservação De Energia Elétrica. 2018.
- EPE. 2018 Statistical Yearbook - 2017 Baseline. **MINISTÉRIO MINAS E ENERGIA**, p. 249, 2018. Disponível em: <[>](http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anuario2018vf.pdf).

- FAVATO, L. B. Indicadores de Eficiência Energética em Edifícios da USP: Concepção, Aplicabilidade e Desdobramento Energético - Ambientais Associados. 2005.
- FERREIRA J.J; FERREIRA T.J. **Gestão e Economia da Energia**. [S.l.: s.n.], 1994.
- FILHO, A. D. L. F. Análise do Comportamento do Fator de Desequilíbrio frente a Variação da Amplitude e do Ângulo da Tensão. **Universidade de Brasília - UnB**, 2008.
- FUGIMOTO, S. K. Estrutura de Tarifas de Energia Elétrica - Análise Crítica e Proposições Metodológicas. **Universidade de São Paulo - USP**, 2010.
- G1 - O Portal de Notícias da Globo. **Apenas 6 das mais de 2,2 mil escolas estaduais do RS têm PPCI em funcionamento**. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2019/02/19/apenas-seis-das-mais-de-22-mil-escolas-estaduais-do-rs-tem-ppci-em-funcionamento.ghhtml>>.
- INMETRO. **Programa Brasileiro de Etiquetagem**. 2019. Disponível em: <https://www2.inmetro.gov.br/pbe/a{_}etiqueta.>
- JUNKES, V. H. et al. Incêndios de Origem Elétrica : Um Estudo Sobre Suas Causas , Consequências e Prevenções. **UNESPAR**, p. 1–8, 2017.
- KAEHLER, J. W. M. Eficiência Energética – da Avaliação à Auditoria Energética. 2016.
- KINDERMANN, G.; CAMPANHOLO. **Aterramento Elétrico**. 5ª edição. ed. [S.l.: s.n.], 2011.
- MCPARTLAND, J. F. **Como projetar sistemas elétricos**. [S.l.: s.n.], 1978.
- MORALES, C. Indicadores de Consumo de Energia Elétrica como Ferramenta de Apoio a Gestão: Classificação por Prioridades de Atuação na Universidade de São Paulo. 2007.
- ONS. **Operador Nacional do Sistema**. 2019. Disponível em: <<http://ons.org.br/>>.
- POLL, F. D. C. Análise da Qualidade de Energia Elétrica em Baixa Tensão. **Universidade Federal do Pampa**, 2013.
- SAIDEL, M. A.; FAVATO, L. B.; MORALES, C. Indicadores Energéticos e Ambientais: Ferramenta Importante na Gestão da Energia Elétrica. **Congresso Brasileiro De Eficiência Energética**, 2005. Disponível em: <<http://stoa.usp.br/pureusp/files/-1/5069/Indicadores+Energ?ticos+e+Ambientais-Ferramenta+Importante+na+Gest?o+da+Energia+El?trica-PURE-GEPEA-USP-I+CBEE+2005.pdf>>.
- SECRETARIA DA EDUCAÇÃO (RS). **Governo investe na recuperação da rede elétrica das Escolas**. 2018. Disponível em: <<http://www.educacao.rs.gov.br/governo-investe-na-recuperacao-da-rede-eletrica-das-escolas>>.
- SILVA, G. L. D. Avaliação da Eficiência Energética em Escolas Públicas Municipais e Estaduais de Maceió-Alagoas. 2015.
- VENDRAMETO, H. V. Análise das Perturbações de Qualidade de Energia em Sistemas de Distribuição e a Adequação as Tendências Regulatórias do PRODIST. **Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"**, 2015.

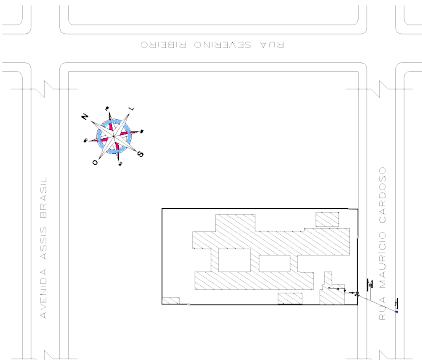
Apêndices

APÊNDICE A – Distribuição Iluminação e Tomadas

02 DISTRIBUIÇÃO ILUMINAÇÃO E TOMADAS



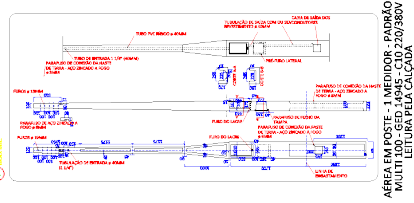
01 LOCALIZAÇÃO



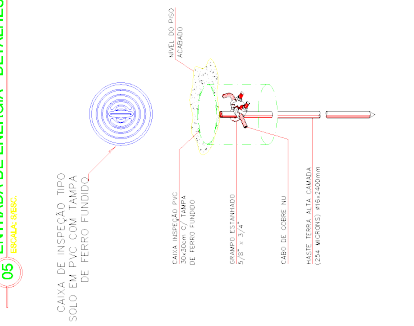
03 LEGENDA

01	Área de Inspeção - Tipo Solo de Ferro Fundido
02	Área de Inspeção - Tipo Solo de Cimento
03	Área de Inspeção - Tipo Solo de Pedra
04	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
05	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
06	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
07	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
08	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
09	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
10	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
11	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
12	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
13	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
14	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
15	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
16	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
17	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
18	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
19	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
20	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
21	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
22	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
23	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
24	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
25	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
26	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
27	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
28	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
29	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
30	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
31	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
32	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
33	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
34	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
35	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
36	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
37	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
38	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
39	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
40	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
41	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
42	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
43	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
44	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
45	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
46	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
47	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
48	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
49	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
50	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
51	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
52	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
53	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
54	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
55	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
56	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
57	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
58	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
59	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
60	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
61	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
62	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
63	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
64	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
65	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
66	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
67	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
68	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
69	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
70	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
71	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
72	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
73	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
74	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
75	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
76	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
77	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
78	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
79	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
80	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
81	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
82	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
83	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
84	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
85	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
86	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
87	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
88	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
89	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
90	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
91	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
92	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
93	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
94	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
95	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
96	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo
97	Área de Inspeção - Tipo Solo de Concreto
98	Área de Inspeção - Tipo Solo de Madeira
99	Área de Inspeção - Tipo Solo de Alvenaria
100	Área de Inspeção - Tipo Solo de Tijolo

04 ENTRADA DE ENERGIA - DETALHES



05 ENTRADA DE ENERGIA - DETALHES



06 NOTAS COMPLEMENTARES

NOTAS COMPLEMENTARES

1. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
2. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
3. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
4. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
5. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
6. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
7. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
8. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
9. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.
10. O PROJETO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS DEVE SER EXECUTADO DE ACORDO COM O PROJETO DE ARQUITETURA E O PROJETO DE ESTRUTURA.

ÁREA EM POSTE - 1 MEDIDOR - PADRÃO MULTI-100 - SED-14945 - CIO 220/380V LEITURA PELA CALÇADA

APÊNDICE D – Detalhes

01 DETALHES FIXAÇÃO

02 DETALHES INFRAESTRUTURA

03 DETALHES FIXAÇÃO DE LUMINÁRIAS

04 DETALHES TERMINAÇÃO

05 DETALHES FIXAÇÃO PAREDE

06 DETALHES QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO

07 DETALHE ATERRAMENTO ESTRUTURA

08 DETALHES CONDUITES

09 DETALHES ENTRADA PELA PAREDE

10 DETALHES CONSTRUTIVOS

11 DETALHES FIXAÇÃO ELETRODUTOS

12 DETALHE GERAL PARA TRANSIÇÃO DAS INSTALAÇÕES JUNTO AO TETO, PARA DESCIDA EM PAREDE.

13 DETALHE GERAL PARA TRANSIÇÃO DAS INSTALAÇÕES JUNTO AO TETO, PARA DESCIDA EM PAREDE.

08: ALGUNS QUADROS PODEM NÃO CONTER UPSYS DE 100V, VARIANDO DE QUANTIDADE DE UNIDADES DE CADA QUADRO.

APÊNDICE E – Visões 3D

