

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FAEN - FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIA

Caio César Camioli De Lima

RETROFIT DA SUBESTAÇÃO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA
GRANDE DOURADOS

DOURADOS-MS

2016

Caio César Camioli de Lima

**RETROFIT DA SUBESTAÇÃO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA
GRANDE DOURADOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
a banca examinadora da Faculdade de
Engenharia da Universidade Federal da
Grande Dourados para obtenção do título de
bacharel em Engenharia de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Etienne Biasotto

DOURADOS-MS

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

L732r Lima, Caio Cesar Camioli De

RETROFIT DA SUBESTAÇÃO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA
GRANDE DOURADOS / Caio Cesar Camioli De Lima -- Dourados: UFGD,
2016.

75f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Etienne Biasotto

TCC (Graduação em Engenharia de Energia) - Faculdade de Engenharia,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. SUBESTAÇÃO. 2. RETROFIT. 3. INSTALAÇÕES HOSPITALARES.
4. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Caio César Camioli de Lima

RETROFIT DA SUBESTAÇÃO DO HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA GRANDE DOURADOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a banca examinadora da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal da Grande Dourados para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Energia.

Aprovado em 04 de outubro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Etienne Biasotto – UFGD – Orientador

Prof. Dr. Gerson Bessa Gibelli – UFGD – Avaliador

Prof. Dr. Eduardo Mirko Turdera – UFGD – Avaliador

DOURADOS-MS

2016

“Em memória de meu avô Arthemio Camioli e minha avó Grináuria Gomes de Lima, dedico esta etapa da minha vida. Aos meus pais e irmã que sempre estiveram presente comigo desde o início dessa graduação me dando apoio e me incentivando a nunca desistir de meus sonhos. A Tais Lima, Natália Brito e Larissa Espósito por estarem comigo desde o ensino fundamental. As minhas afilhadas, Maria Eduarda e Maria Valentina. A minha técnica Michele Mendonça por ter me dado a oportunidade de estudar na escola Erasmo Braga e Anglo, que foram escolas fundamentais para minha aprovação no vestibular.”

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e fielmente a Deus por ter me dado a oportunidade de ser tudo o que sou, de ter me colocado para ter os melhores pais desse mundo. Agradeço todo o apoio que meu pai e minha mãe me deram durante toda essa caminhada. Agradeço minha irmã Camila Camioli por sempre me ajudar e orientar quando eu me perdia durante a caminhada da graduação.

Agradeço aos meus amigos que sempre estiveram presentes durante todo esse percurso na graduação: Bárbara Lanzarini, César Augusto, Jéssica Olivi, Rita Andrade e Leonardo Marques. E também aos que estiveram me acompanhando e sempre estando ao meu lado: Brieni Batista, Débora Vedovato, Ian Chiare, Jeferson Nunes, Jéssica Mônico, Larissa Espósito, Lion, Natália Brito e Taís Lima.

Agradeço ao meu orientador Etienne Biasotto e ao Engenheiro Elétricista Thiago Augusto Betiatti por terem me dado a oportunidade e todos os ensinamentos necessários para a realização desse TCC e também por terem despertado meu interesse na área de elétrica.

Agradeço aos professores Gerson Bessa Gibelli e Mirko Turdera, por terem aceitado participar da minha banca de avaliação de defesa do título de bacharelado em engenharia de energia.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Simbologia do diagrama unifilar	15
Tabela 2. Classificação dos locais.....	16
Tabela 3. Estudo de demanda Jan/14 - Ago/15.....	41
Tabela 4. Cargas 127 V e 220 V da demanda do HUGD.....	43
Tabela 5. Registros de máxima potência e fator de utilização do transformador.....	45
Tabela 6. Registros de máxima potência e utilização do transformador.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Estratégia para o projeto.	12
Figura 2. Triângulo de potência	14
Figura 3. Subestação ao tempo.....	19
Figura 4. Subestação ao tempo perto de edifício.....	19
Figura 5. Transformador de corrente.....	21
Figura 6. Transformador de potencial	22
Figura 7. Esquema de um transformador	22
Figura 8. Disjuntor de média tensão.....	23
Figura 9. Relés	24
Figura 10. Chave seccionada.....	24
Figura 11. Painel de baixa tensão.....	25
Figura 12. Fluxograma da metodologia.	26
Figura 13. Subestação do HUGD.....	31
Figura 14. Diagrama unifilar da subestação HUGD.	32
Figura 15. Placas de aviso devem ser posicionadas em locais visíveis e do lado externo ao acesso.	33
Figura 16. Lado externo do cubículo de medição dentro da subestação do HUGD.....	34
Figura 17. Lado interno do cubículo de medição dentro da subestação da HUGD - Parte 1.....	35
Figura 18. Lado interno do cubículo de medição dentro da subestação do HUGD - Parte 2.....	35
Figura 19. Identificação do transformador.	36
Figura 20. Placa do disjuntor.....	37
Figura 21. Transformador a óleo 500kVA.	39
Figura 22. Desenvolvimento e resultados.	40
Figura 23. Demanda registrada no HUGD.....	41
Figura 24. Potência aparente para o ano de 2015.....	42
Figura 25. Fator de utilização dos transformadores.	51
Figura 26. Máxima utilização para as cargas 127 V.	52
Figura 27. Máxima utilização para as cargas 220 V.	52
Figura 28. Cenário utilizado para o trabalho.	53
Figura 29. Diagrama unifilar para a nova proposta do HUGD.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
EBSERH	Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares
HUGD	Hospital Universitário da Grande Dourados
MT	Média Tensão
NDU	Norma de Distribuição Unificada
NR	Norma Regulamentadora
ORSE	Sistema de Orçamento de Obras do Sergipe
QDG	Quadro de Distribuição Geral
QEM	Quadro de Emergência
QG	Quadro Geral
QGBT	Quadro Geral de Baixa Tensão
SE	Subestação
SINAP	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil.
TC	Transformador de Corrente
TP	Transformador de Potencial
TPI	Transformador de Potencial Indutivo

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma proposta de dimensionamento para a aplicação de um *retrofit* segundo as normativas vigentes na subestação do Hospital Universitário da Grande Dourados, localizado em Dourados, MS. A proposta se inicia avaliando as condições atuais do hospital, fazendo o levantamento do diagrama unifilar e especificando os equipamentos presentes. A segunda parte segue com a identificação das inconformidades presente na subestação segundo as normativas vigentes. Além das inconformidades, também foi feito o dimensionamento dos novos equipamentos, levando em conta todas as expansões futuras do hospital. Após detectado que os equipamentos atuais não atenderiam as demandas futuras e que os mesmos não estão correspondendo as normas, foi detectada a necessidade da aplicação de um *retrofit* que foi proposto em um novo diagrama unifilar, uma nova planta para a subestação e novos equipamentos que atendam tanto a demanda como as normas. Foi realizado um orçamento dessa proposta visando as condições financeiras do hospital e apresentado para o órgão responsável onde foi aprovado para a execução. Chegando então a conclusão que a aplicação do *retrofit* possibilitará um desempenho mais adequado ao sistema elétrico responsável por atender todo o hospital.

Palavras-chave: subestação; *retrofit*; instalações hospitalares; eficiência energética.

ABSTRACT

The present paper proposes a retrofit design, according to the regulations in force, for the substation of the Hospital Universitário da Grande Dourados, located in Dourados, MS. The proposal begins by evaluating the current hospital conditions, rising data and making the single-line diagram, and specifying the existing equipment. The second part follows with the identification of the shortcomings at the substation according to the current regulations. In addition to the non-conformities, it was also made a research around the specifications for the new equipment, taking into account all future expansions of the hospital. After detected that the current equipment would not meet future demands and that they are not meeting the standards, it was proved the need for a retrofit that was proposed in a new single-line diagram, a new plant for the substation and new equipment that meet both demand and regulation standards. A budget for this proposal was carried out, being aware of the hospital's financial condition, which was presented to the responsible body where it has been approved for implementation. Then coming to the conclusion, the implementation of the retrofit will enable a better performance to the electrical system of the hospital.

Keywords: substation ; retrofit ; hospital facilities ; energy efficiency.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	13
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	14
2.1	Triângulo de Potência	14
2.2	Retrofit	15
2.3	Diagrama unifilar	15
2.4	Instalações elétricas hospitalares	16
2.5	Normas técnicas	17
2.6	Subestação.....	18
2.6.1	Classificação	20
2.6.2	Equipamentos.....	21
2.6.2.1	Relés.....	23
2.6.2.2	Para-raios.....	24
2.6.2.3	Chaves seccionadoras.....	24
2.6.2.4	Painel de baixa tensão	25
3	METODOLOGIA	26
3.1	Diagrama Unifilar Atual das Instalações Elétricas de MT	27
3.2	Especificações Técnicas dos Equipamentos Atuais da Subestação	27
3.3	Análise das Inconformidades da Subestação baseado nas Normas Vigentes	27
3.4	Estudo da Demanda	27
3.5	Planta de Adequação da Subestação e Diagrama Unifilar com todos os Retrofits realizados.....	29
3.6	Especificações Técnicas dos Equipamentos Propostos	29
3.7	Orçamento.....	29
4	LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA SUBESTAÇÃO DO HU.....	30
4.1	Apresentação da Empresa	30
4.2	Situação atual do hospital	30
4.3	Inconformidades da subestação baseadas nas normativas vigentes.....	33
5	DESENVOLVIMENTO	40
5.1	Dimensionamento do Retrofit.....	40
5.1.1	Estudo da Demanda Máxima atingida pelo HU	40
5.1.2	Estudo da Evolução da Demanda no Período JAN/14 – AGO/15.....	41

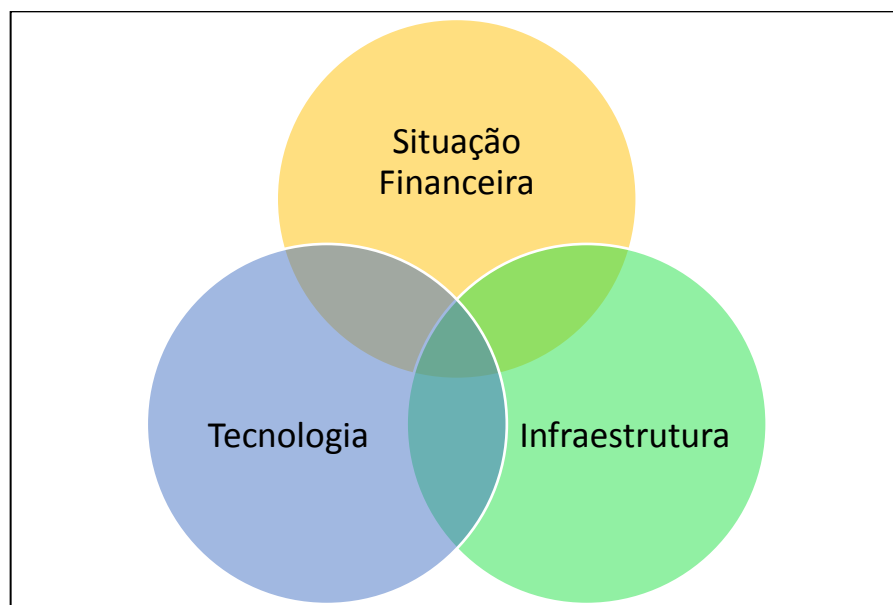
5.1.3	Análise das cargas dos transformadores	42
5.1.4	Climatização	50
6	RESULTADOS	51
6.1	Proposta em planta de adequação da subestação, visando retrofit de todas as unidades apresentadas.....	54
6.2	Especificação do Retrofit.....	55
7	CONCLUSÃO	57
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1 INTRODUÇÃO

Um hospital tem como função principal o desenvolvimento de serviços relacionados à saúde, visando sempre excelência, segurança e eficiência, para que este tipo de estabelecimento seja capaz de atender toda a sua demanda. O principal motivo para a existência dessa estrutura se deve à melhoria da qualidade de vida a necessidade de atender a parcela da população que necessita de cuidados de saúde hospitalares (DOBES, 1997).

Em um hospital o sistema de energia elétrica é uma das utilidades mais importante, sendo assim responsável por manter todos os setores em funcionamento, desde os procedimentos clínicos até os assistenciais da empresa. Para se projetar as instalações elétricas de um hospital se deve ter bastante cautela devido ao seu grau de complexidade, onde infraestrutura e tecnologia são as bases para este tipo de organização (COUTINHO, 2015). Segundo Dobes (1997), este tipo de projeto deve ser dimensionado tanto do ponto de vista financeiro quanto social, visando sempre a viabilidade e eficiência do negócio.

Figura 1. Estratégia para o projeto.



Fonte: Autor.

Notoriamente, nas décadas de 70 e 80 os administradores e donos dos hospitais não esperavam essa expansão da área da saúde, bem como a demanda de equipamentos necessários para manter em funcionamento a unidade atualmente. Em muitos desses estabelecimentos faz se presente ainda as instalações elétricas projetadas daquele período, com a maioria de suas

instalações elétricas comprometidas com seus ciclos de vida atingidos e suas reservas técnicas fadigadas (COUTINHO, 2015).

A realidade é que a confiança e a segurança do sistema elétrico são as chaves para o bom funcionamento dos hospitais, para que possuam alta disponibilidade de funcionamento e que estejam aptos a operar em situações de emergências (COUTINHO, 2015). A partir disto tudo que se refere a todo tipo de serviço, infraestrutura física e equipamentos são de extremas importância para o correto funcionamento do hospital, buscando sempre manter as instalações elétricas às exigências estabelecidas pelas normas.

Parte da infraestrutura física da maioria dos hospitais, a subestação possui o papel de modificar os níveis de tensão e corrente quando necessário e distribuir energia. Essa energia elétrica é fornecida através de uma concessionária para o hospital em determinados níveis de tensão e corrente (MUZY, 2012).

Para um bom funcionamento, uma subestação elétrica deve ter seus equipamentos operando dentro de suas condições nominais e deve ser submetida a manutenções periódicas. No momento em que uma subestação opera em condições inapropriadas surgem novos e grandes problemas como o risco de explosões, variações nos equipamentos, curtos-circuitos e interrupção do fornecimento de energia elétrica (FRANÇA, 2012).

Dentro desse contexto, entram as ações de *retrofit* onde equipamentos que fazem parte das instalações elétricas são substituídos para atender as normas e a demanda de acordo com a necessidade do projeto, visando sempre a sustentabilidade e a eficiência, além de considerar a realidade socioeconômica do estabelecimento para atingir sua viabilidade (TOSSI; STAROSTA, 2013).

1.1 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo o estudo de um projeto de *retrofit* da subestação do Hospital Universitário da Grande Dourados. Foi analisada a situação atual do hospital, as inconformidades presentes nas instalações elétricas da subestação, o dimensionamento da futura demanda do hospital, além de realizar o orçamento para a realização deste projeto. O estudo contempla a escolha por uma alternativa viável e que atenda as limitações financeiras do hospital.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Neste trabalho foi apresentado os fundamentos teóricos relacionados com o projeto de *retrofit*, abordando desde a teoria de triângulos de potências até as definições de instalações elétricas hospitalares, visando sempre um melhor entendimento do desenvolvimento e resultado do trabalho para o leitor.

2.1 Triângulo de Potência

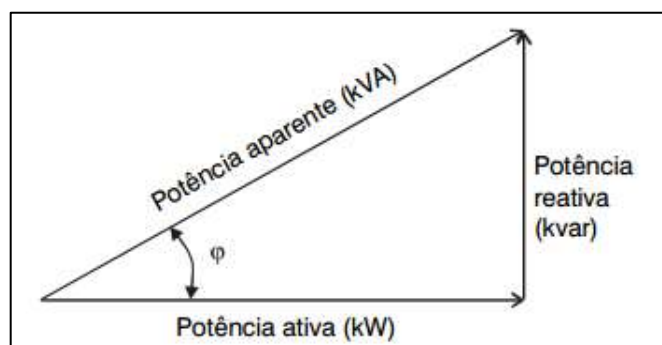
Os transformadores possuem cargas que na maioria dos casos consomem energia reativa indutiva. Para isto, é necessário um campo eletromagnético e sua operação exige a existência de dois tipos de potência: ativa e reativa (WEG, 2015).

- Potência ativa: potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc. É medida em kW.
- Potência Reativa: potência usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas. É medida em kvar.

Assim, enquanto a potência ativa é sempre consumida na execução de trabalho, a potência reativa, além de não produzir trabalho, circula entre a carga e a fonte de alimentação, ocupando um espaço no sistema elétrico que poderia ser melhor aproveitado para fornecer mais energia ativa (WEG,2015).

O fator de potência é a razão entre a potência ativa e a potência aparente. Ele indica a eficiência do uso da energia. Um alto fator de potência indica uma eficiência alta, inversamente, um fator de potência baixo indica baixa eficiência energética. Um triângulo retângulo é frequentemente utilizado para representar as relações entre kW, kvar e kVA, conforme a figura 2.

Figura 2. Triângulo de potência



Fonte: WEG, 2015.

2.2 Retrofit

O *retrofit* pode ser definido como qualquer tipo de reestruturação, ou seja, substituição ou reforma do conjunto que está sendo analisado. O *retrofit* pode ser aplicado em diversas áreas, tais como iluminação, envoltório, climatização entre outros (GHISI, 1997). Neste trabalho o termo é utilizado para definir, especificamente, os aparelhos a serem substituídos da subestação do hospital de acordo com as normativas existentes.

2.3 Diagrama unifilar

Segundo SOUZA (2010) diagrama unifilar pode ser definido como a representação gráfica simplificada das instalações elétricas contendo no seu esquemático a representação simbólica destacando o tipo, natureza e o estado dos equipamentos elétricos. Todos os símbolos que compõem o diagrama unifilar são determinados pelas Normas Brasileiras. A tabela 1 apresenta as principais simbologias utilizadas neste trabalho.

Tabela 1. Simbologia do diagrama unifilar

Símbolo	Significado
	Chave Seccionadora
	Disjuntor
	Transformador
	Mufia
	Para-Raio Polimérico
	Gerador
	Quadro de Distribuição Geral
	Transformador de Potência
	Transformador de Corrente

Fonte: NBR, 2005.

2.4 Instalações elétricas hospitalares

As instalações elétricas hospitalares devem ser projetadas de acordo com a demanda do hospital. Exigências especiais devem ser respondidas visto que vidas estão em jogo. Os fatores mais importantes para isso são a confiabilidade de oferta de energia e sua resistência às perturbações que possam causar falhas na rede elétrica.

De acordo com Tossi e Starosta (2013), os ambientes que compõem um hospital têm suas prioridades relacionadas ao fornecimento de energia elétrica para garantir a qualidade de vida do paciente e podem ser divididos em três grupos, como mostrado na tabela 2:

- **LQ 0** - Processos que podem ser imediatamente interrompidos sem stress ou com apenas stress limitado para o paciente (por exemplo, Eletroencefalografia - EEG);
- **LQ 1** - Os processos que podem ser interrompidos depois de uma série de operações que requerem uma quantidade limitada de energia (p.ex. medicina nuclear, tomografia computadorizada para salvar os dados);
- **LQ 2** - Processos que devem ser concluídos usando a potência nominal (por exemplo, angiografia ou diálise).

Tabela 2. Classificação dos locais

Instalação médica	Grupo			Classe	
	0	1	2	≤0,5s	≥0,5s e ≤15s
1. Sala de massagem	x	x			x
2. Quartos		x			
3. Sala de parto		x		x ^a	X
4. Sala ECG, EEG, EHG		x			X
5. Sala de endoscopia		x ^b			x ^b
6. Sala de exame ou tratamento		x			X
7. Sala de Urologia		x ^b			x ^b
8. Sala de Radiologia diagnóstica e terapia		x			X
9. Sala de Hidroterapia		x			X
10. Sala de Fisioterapia		x			X
11. Sala de Anestesia			x	x ^a	X
12. Sala de Operações			x	x ^a	X
13. Sala de preparação para Operações		x	x	x ^a	X
14. Sala de Operação com gesso		x	x	x ^a	X
15. Sala de Recuperação pós-operação		x	x	x ^a	X
16. Sala de Cateterismo do Coração			x	x ^a	X
17. Sala de cuidados intensivos			x	x ^a	X
18. Sala de exame angiográfico			x	x ^a	X
19. Sala de Hemodiálise		x			X

20. Sala de ressonância magnética (RMN)		x			X
21. Medicina nuclear		x			X
22. Quarto p/bebê prematuro			x	x ^a	X

Fonte: TOSSI, STAROSTA, 2013.

^a - Luminárias e equipamento médico elétrico de suporte de vida que necessitam de fornecimento de energia dentro de 0,5 s ou menos.

^b-Não sendo uma sala de operações.

2.5 Normas técnicas

As principais normas técnicas relacionadas às subestações e utilizadas no desenvolvimento deste trabalho são:

- ABNT NBR 14039 (2005) – Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV: esta Norma estabelece um sistema para o projeto e execução de instalações elétricas de média tensão, com tensão nominal de 1,0 kV a 36,2 kV, à frequência industrial, de modo a garantir segurança e continuidade de serviço.

- ABNT NBR 5410 (008) – Instalações Elétricas de Baixa Tensão: esta Norma estabelece as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas de baixa tensão, a fim de garantir a segurança de pessoas e animais, o funcionamento adequado da instalação e a conservação dos bens.

- ABNT NBR 5356 (2008) – Transformadores de potência: esta Norma é dividida em 5 partes e aplica-se a transformadores trifásicos e monofásicos (inclusive autotransformadores), excetuando-se certas categorias de pequenos transformadores e transformadores especiais.

- ABNT NBR 10295 (2013) – Transformadores de potência secos – Especificação: esta Norma estabelece requisitos aplicados a transformadores de potência secos, com tensão máxima de equipamento igual ou inferior a 36,2 kV.

- ABNT NBR 6856 (2015) – Transformador de corrente: esta Norma fixa as características de desempenho de transformadores de corrente (TC) destinados a serviço de medição e proteção.

- ABNT NBR 6855 (2009) – Transformador de potencial indutivo: esta Norma fixa as características de desempenho de transformadores de potencial indutivos (TPI) destinados a serviço de medição, controle e proteção.

- ABNT NBR 13571 (1996) – Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios – Especificação: esta Norma fixa os requisitos mínimos exigíveis para hastes de aterramento aço-cobreadas e seus acessórios, utilizados em instalações de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, em instalações elétricas industriais, comerciais, rurais, prediais e residenciais em geral, instalações de telecomunicação e centro de processamento de dados e outros.
- NR-10 (2008) – Norma Reguladora 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade: esta Norma estabelece os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que, direta ou indiretamente, interajam em instalações elétricas e serviços com eletricidade.
- NDU 002 (2014) – Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária: esta norma tem por objetivo estabelecer as condições gerais e diretrizes técnicas que devem ser observadas para o fornecimento de energia elétrica a edificações individuais, urbanas ou rurais, atendidas pelas concessionárias do Grupo Energisa.

Estas são as normas necessárias para que um projeto de instalações elétricas em ambiente hospitalar possa ser bem executado, devendo o projetista consultar outras normas associadas sempre que achar necessário um maior aprofundamento em determinadas questões que venham a surgir no decorrer do projeto.

2.6 Subestação

Segundo Possi (2011) uma subestação é um subconjunto de dispositivos e equipamentos, predominantemente elétricos, que fazem parte de um sistema elétrico de potência ainda maior, tem o objetivo de transformar, distribuir ou ainda direcionar blocos de energia, dentro de tensões, potências e parâmetros definidos, com garantias técnicas e de segurança a cargas elétricas específicas, atendendo às melhores práticas.

O papel da subestação está em controlar o fluxo de potência, modificar as tensões e alterar a natureza da corrente elétrica. Ela é composta pelo sistema de medição, sistema de proteção e os transformadores (MUZY, 2012). Entre suas características podemos destacar a operação segura dos componentes do sistema, reduzir as faltas e permitir de um modo mais contínuo possível, o estabelecimento de alternativas para o suprimento de energia elétrica (SOUZA, 2010).

Figura 3. Subestação ao tempo



Fonte: SOUZA, 2010.

Figura 4. Subestação ao tempo perto de edifício



Fonte: MUZY, 2012.

Segundo Souza (2010), as subestações têm basicamente três funções:

a) **Transformação:** alteração dos níveis da tensão de modo a adequá-lo as conveniências de transmissão, distribuição e consumo.

b) **Regulação:** regular os níveis de tensão de modo a mantê-los nos limites aceitáveis e admissíveis.

c) **Chaveamento:** conexão e desconexão de componentes do sistema de transmissão ou distribuição, para orientar o fluxo de energia e isolar partes com defeitos, mantendo a continuidade no suprimento de energia elétrica.

2.6.1 Classificação

As subestações podem ser classificadas segundo a transformação dos níveis de tensão:

a) **Subestação Elevadora:** tem como finalidade elevar as tensões a níveis de transmissão e subtransmissão. Esta elevação facilita o transporte de energia, a diminuição das perdas e melhorias no sistema de isolamento dos condutores. Na figura 1 temos uma SE elevadora.

b) **Subestação Abaixadora:** Diminui os níveis de tensão para níveis de distribuição ou subtransmissão.

As subestações podem ser situadas ao tempo, sendo térrea ou aérea, abrigadas ou blindadas. Elas também podem ser divididas em quatro tipos:

a) **SE Interligadora:** recebe energia de duas ou mais fontes objetivando o transporte para grandes centros consumidores.

b) **SE de Transmissão:** recebe e transmite energia a centros consumidores nas tensões de transmissão e/ou subtransmissão.

c) **SE de Distribuição:** destinada a abaixar a tensão ao nível de distribuição e/ou subtransmissão de modo adequado para utilização direta de consumidores.

d) **SE Industrial:** recebe energia nas tensões de transmissão ou subtransmissão e transforma para a tensão de distribuição adequada para a utilização direta na indústria.

As subestações também podem ser classificadas de acordo com sua tensão:

a) **Baixa Tensão:** possuem níveis de tensão inferiores a 1 kV;

b) **Média Tensão:** possuem níveis de tensão entre 1 e 34,5 kV;

c) **Alta Tensão:** possuem níveis de tensão entre 34,5 e 230 kV;

d) **Extra-Alta Tensão:** possuem níveis de tensão superiores a 230 kV;

2.6.2 Equipamentos

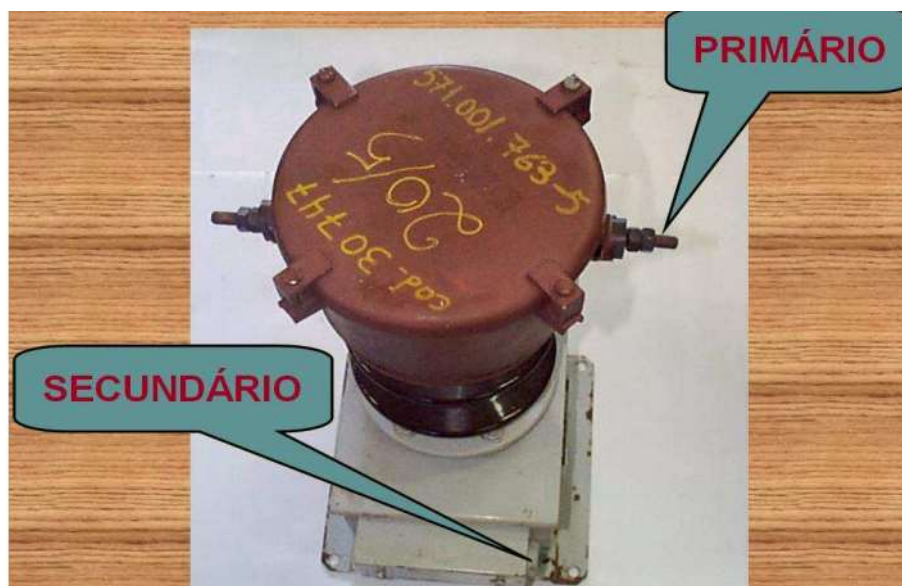
Para um bom funcionamento de uma subestação elétrica faz se necessário o uso de equipamentos que são encarregados de atuar no sistema elétrico. Os mais importantes são: transformadores, relés, disjuntores, para-raios, barramentos, seccionadores e isoladores.

2.6.2.1 Transformadores

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 5356-1 de 2007, um transformador é definido como um equipamento elétrico estático que, por indução eletromagnética, transforma tensão e corrente alternadas entre dois ou mais enrolamentos, sem mudança de frequência (NOGUEIRA; ALVES, 2009). Os transformadores podem ser divididos em dois grupos: transformadores de instrumentos e transformadores de potência.

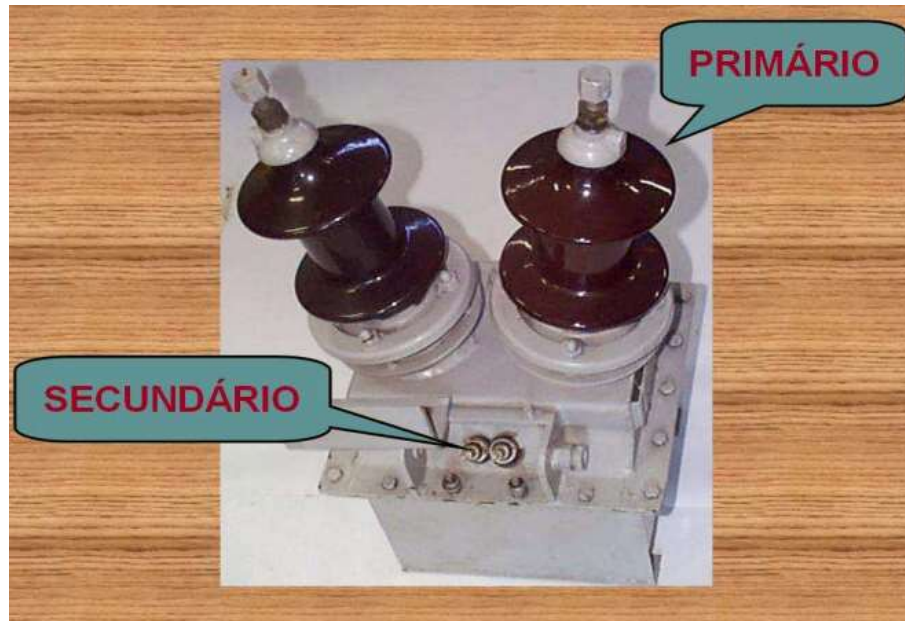
Os transformadores de instrumentos agem no ajuste de tensão e corrente para permitir a similaridade com os equipamentos de medição e proteção. Uma função também desses transformadores é de isolar os circuitos de baixa tensão dos circuitos de alta tensão. Os dois tipos existentes de transformadores de instrumentos são: transformadores de correntes (TC) e transformadores de potencial (TP) como mostrados nas figuras 5 e 6 (FRANÇA, 2012).

Figura 5. Transformador de corrente



Fonte: SILVA FILHO, 2009.

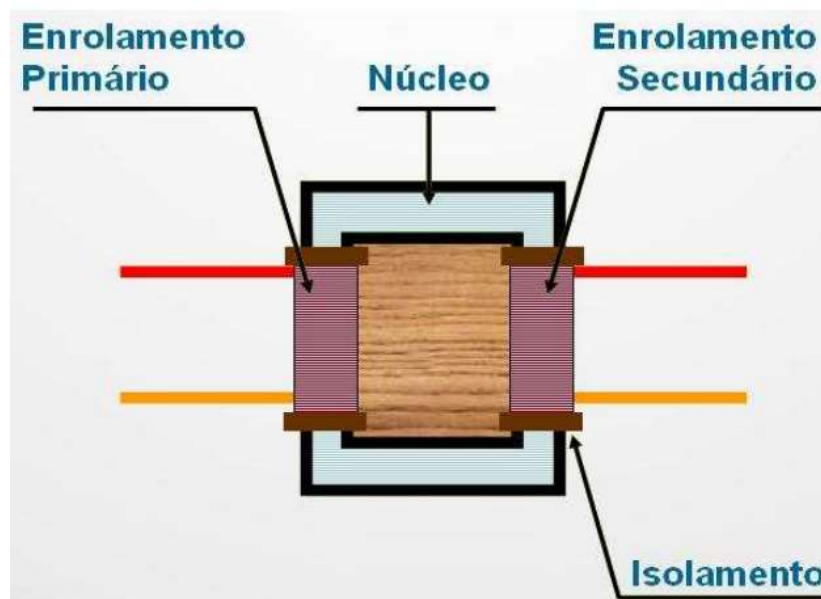
Figura 6. Transformador de potencial



Fonte: SILVA FILHO, 2009.

Os transformadores de potência, como representado na figura 7, possuem a função de transformar os níveis de tensão. É comum serem instalados em subestações próximos a geração. São classificados em dois tipos: óleo mineral ou a seco. Segundo França (2012) a vida útil de um transformador de potência é entre 20 e 30 anos, levando em conta que a vida útil pode alterar devido a dois aspectos: operação e manutenção.

Figura 7. Esquema de um transformador



Fonte: SILVA FILHO, 2009.

2.6.2.2 Disjuntor

O disjuntor possui o papel de isolar o circuito sob falta, ou seja, ele promove a interrupção e o reestabelecimento das correntes elétricas em um determinado ponto do circuito (GOES, 2013). Sua ação é bem rápida e opera junto com os relés de proteção, como mostra a figura 8, que atuam no comando de abertura e fechamento do disjuntor. Os disjuntores são classificados em: disjuntores a óleo, a sopro magnético, a vácuo e a gás SF₆. Possuem também um sistema de acionamento que pode ser por mola, solenoide, hidráulico ou a ar comprimido. Sua boa conduta na operação é ligada diretamente ao fato do meio isolante estar em boas condições (FRANÇA, 2012).

Figura 8. Disjuntor de média tensão.



Fonte: FRANÇA, 2012.

2.6.2.3 Relés

Os relés são os principais equipamentos de um sistema de proteção e estão mostrados na figura 9. Eles são responsáveis por detectar eventuais defeitos e processá-los para a abertura de um disjuntor ou enviar um alerta para a sala de operação (GOES, 2013), garantindo assim maior estabilidade e confiabilidade ao sistema elétrico. Existem diversos tipos de relés: relés de sobrecorrente instantâneo (50) e temporizado (51), sobretensão (59), subtensão (27), de distância (21), térmico (49), entre outros (FRANÇA, 2012).

Figura 9. Relés



Fonte: FRANÇA, 2012.

2.6.2.4 Para-raios

Os para-raios agem na proteção do sistema elétrico. Eles direcionam descargas atmosféricas para a terra. Evitando assim danos aos equipamentos elétricos do sistema quando há essa sobretensão. O mais comum é o feito de óxido de zinco (FRANÇA, 2012).

2.6.2.5 Chaves seccionadoras

As chaves seccionadoras são dispositivos de manobra que permitem o isolamento de uma parte do sistema por defeito ou para serem realizados reparos, como por exemplo manutenção. As chaves podem estar abertas ou fechadas como representado na figura 10, permitindo a continuidade do circuito ou não. Podem ser operadas em carga ou não, dependendo da função que esteja exercendo na subestação. E podem ainda ser unipolar ou tripolar. Sua vida útil é dependente do número de manobras que ela realizou (FRANÇA, 2012).

Figura 10. Chave seccionada



Fonte: FRANÇA, 2012.

2.6.2.6 Painel de baixa tensão

Segundo França (2012) o painel de baixa tensão é um quadro de distribuição responsável por receber a tensão rebaixada dos transformadores e distribuir para os quadros de cargas das unidades consumidoras, como mostra a figura 11. São compostos por disjuntores, gerenciadores de energia, banco de capacitores, barramentos principal e secundário.

Figura 11. Painel de baixa tensão

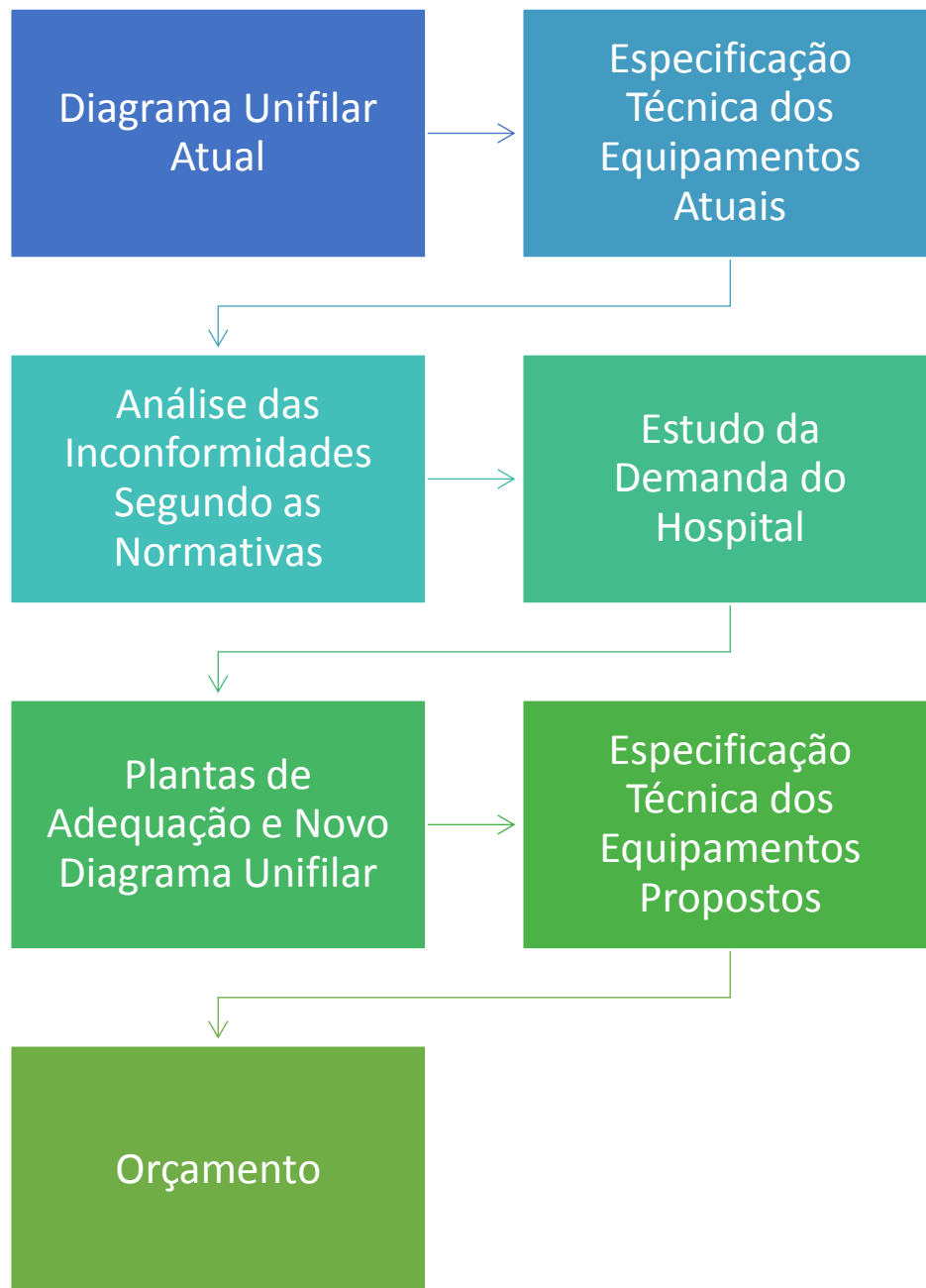


Fonte: FRANÇA, 2012.

3 METODOLOGIA

A metodologia desse projeto foi desenvolvida em sete etapas baseando-se na realidade financeira do HUGD e buscando sempre unir a eficiência e a viabilidade do projeto para a subestação. O Fluxograma da figura 12 será empregado para ilustrar a metodologia deste projeto de retrofit.

Figura 12. Fluxograma da metodologia.



Fonte: Autor.

Para melhor entendimento da proposta de retrofit, foi criado um anexo com três cadernos: caderno de plantas, caderno de especificações técnicas e caderno de orçamentos. O anexo “caderno de plantas” é composto por: planta de localização, planta baixa, corte A-A’, corte B-B’ e planta de aterramento. O “caderno de especificações técnicas” discorrerá sobre todos os equipamentos, atuais e futuros, detalhados segundo dados do fabricante. E por fim o caderno de orçamentos é composto por uma planilha de orçamentos completa e detalhada de todo o projeto de *retrofit* proposto.

3.1 Diagrama Unifilar Atual das Instalações Elétricas de MT

Nesta etapa foi realizada a construção do diagrama unifilar atual através de visitas técnicas a subestação, observando os equipamentos presentes. A montagem foi realizada através do programa AUTOCAD e a simbologia empregada foi segundo a NBR 5444:1989.

3.2 Especificações Técnicas dos Equipamentos Atuais da Subestação

Para os equipamentos identificados na subestação foi feito o levantamento das especificações técnicas, através de dados presentes nas placas de identificação e/ou entrando em contato com os fabricantes.

3.3 Análise das Inconformidades da Subestação baseado nas Normas Vigentes

Esta etapa consistiu na análise das normativas presentes no ITEM 2.1.1 para identificação das inconformidades da subestação e para analisar a viabilidade da aplicação do *retrofit*.

3.4 Estudo da Demanda

O estudo da demanda do hospital envolveu a avaliação da demanda atual e a demanda futura. Através de memórias de massa disponibilizadas pelo hospital, foi feita a análise da variação de demanda do período de janeiro de 2014 a agosto de 2015. Essa análise consistiu em uma média simples das variações de demanda mês a mês. Para esta demanda também foi analisada a influência de cada transformador sobre a demanda total, ou seja, analisou-se também quanto cada transformador utilizava da demanda registrada.

Ainda se tratando da demanda atual, verificou-se o fator de utilização dos transformadores através de medições realizadas no painel de baixa tensão (127V) onde foram analisadas e medidas a tensão e a corrente sendo elas mínima, média e máxima. O intervalo de tempo de cada medição foi de 15 minutos para um período pré-estabelecido. Através desses dados de tensão e corrente, calculou-se a potência, através da equação 1.

$$P = I * V \quad (1)$$

Onde,

P: potência aparente (KVA)

I: Corrente (A)

V: Tensão (V)

Através de duas memórias de massa disponibilizada pelo hospital onde se encontravam em uma as cargas totais (cargas 127V e 220V juntas) e na outra as cargas de 127V, foi descoberto as cargas de 220V fazendo a subtração da potência aparente total e da potência aparente das cargas de 127V, resultando na utilização de cada transformador.

A potência aparente foi calculada pela equação 2

$$P = \sqrt{P_{ativa}^2 + P_{reativa}^2} \quad (2)$$

Onde,

P = potência aparente (KVA)

Pativa = potência ativa (KW)

Preativa = potência reativa (KVar)

Para a demanda futura foram consideradas todas as expansões projetadas para o hospital, inclusive a climatização completa do hospital (com as expansões).

Neste estudo também foi considerado um fator de segurança de 30% para a operação dos transformadores.

3.5 Planta de Adequação da Subestação e Diagrama Unifilar com todos os *retrofits* realizados

Após analisar as inconformidades da subestação e dimensionar a futura demanda para o hospital, foi possível definir os equipamentos que farão parte desse projeto de *retrofit*.

Através do software AUTOCAD foi feito o novo diagrama unifilar com os novos equipamentos, baseado nas normas e demanda futura do hospital e, feitas as plantas do projeto de retrofit para a subestação: planta de localização, planta baixa, corte A-A', corte B-B' e planta de aterramento.

3.6 Especificações Técnicas dos Equipamentos Propostos

Nesta etapa, após a determinação dos equipamentos para a realização do *retrofit*, foram levantadas as especificações técnicas de cada equipamento, que farão parte do caderno de especificações técnicas desse trabalho, entrando em contato com os fabricantes.

3.7 Orçamento

Na fase final, foi feito o orçamento de todos os equipamentos a serem substituídos através das plataformas SINAPI e ORSE. O Software ORSE - Orçamento de Obras de Sergipe, foi desenvolvido e é mantido pela Companhia Estadual de Habitação e Obras Públicas de Sergipe - CEHOP há mais de dez anos, para atender à determinação contida nos artigos 8º e 9º da Lei Estadual nº 4.189 de 28.12.1999 que criou o Sistema Estadual de Registro de Preços para Obras e Serviços de Engenharia.

O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) é indicado pelo Decreto 7983/2013, que estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com os recursos da União, para obtenção de referência de custo.

Os orçamentos dos equipamentos do projeto de *retrofit* foram feitos através de contato por e-mail com os fabricantes. O orçamento final foi feito em uma planilha no Excel, apresentada no Anexo C deste trabalho, que além de ter os custos de cada equipamento também contém o custo da mão de obra utilizada para cada aplicação desejada.

4 LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DA SUBESTAÇÃO DO HU

4.1 Apresentação da Empresa

A implantação e o funcionamento do Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados (HU-UFGD) se deram no ano de 2003, quando foi denominado “Santa Casa de Dourados”. A instituição era mantida, inicialmente, pela Sociedade Douradense de Beneficência (SODOBEN). A partir de 2004, a Santa Casa de Dourados passou a receber o nome de “Hospital Universitário de Dourados” e começou a ser administrado pela Fundação Municipal de Saúde, sob a responsabilidade da Prefeitura Municipal de Dourados, conforme compromissos firmados com a sua mantenedora anterior, a SODOBEN (EBSERH, 2015).

O HUGD presta serviço de assistência pública à saúde da população para 34 municípios da região da Grande Dourados, além de atender à população de fronteira (Paraguai) e indígena. Tem como visão ser um hospital com sustentabilidade plena e possui como valores ética e transparência, crescimento organizacional, excelência tecnológica e valorização do conhecimento (EBSERH, 2015).

4.2 Situação atual do hospital

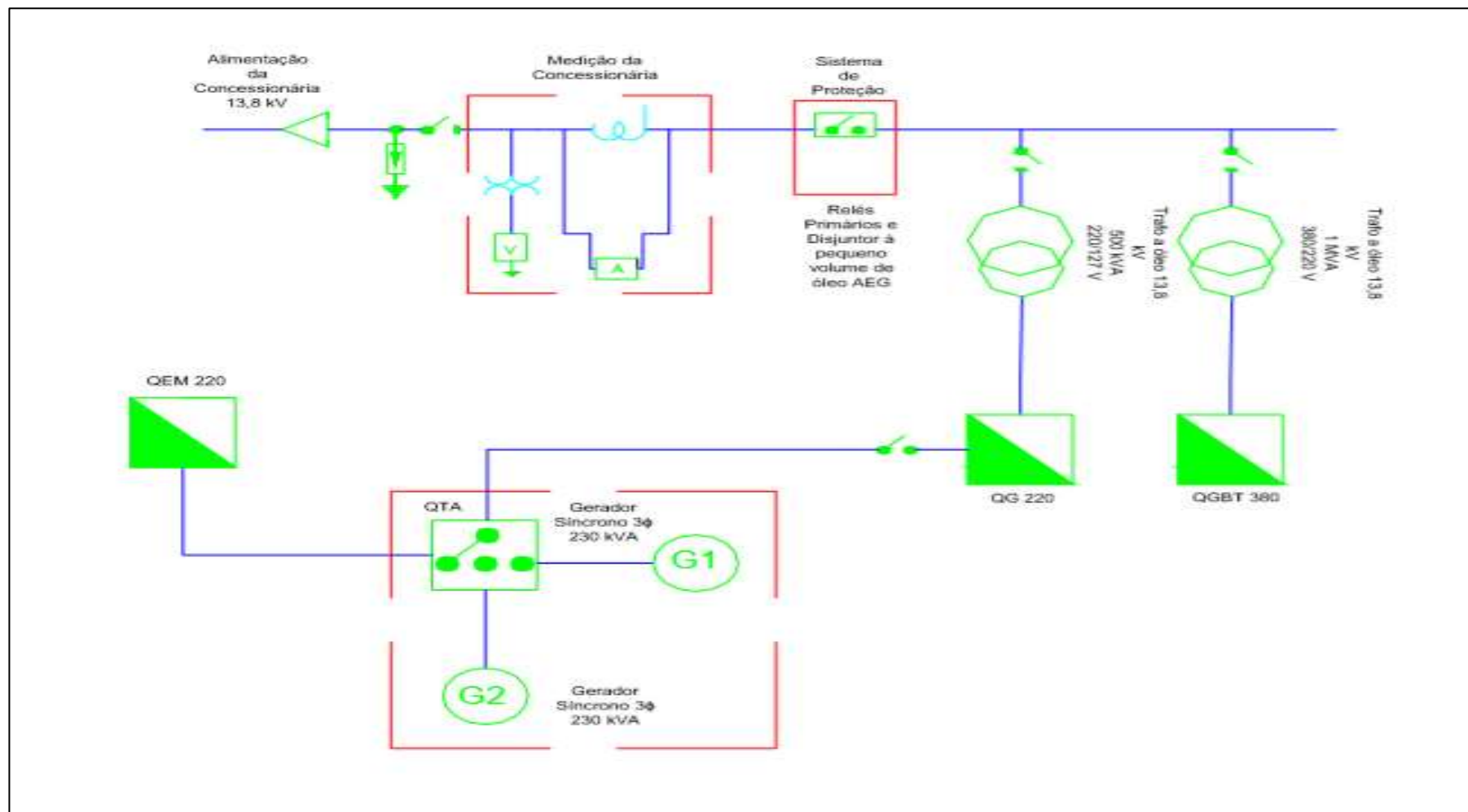
O Hospital Universitário da Grande Dourados possui uma subestação antiga alimentada pela concessionária ENERGISA. Ela é do tipo abrigada, como pode-se observar na figura 3 e seu sistema de medição também pertence a concessionária. Em seu sistema de proteção há relés primários e um disjuntor a pequeno volume de óleo. Na subestação existem dois transformadores a óleo, que estão sem manutenção e emitem ruídos altos. A subestação é ligada a um centro de geração, composto por dois geradores. A figura 13 mostra alguns ângulos da subestação e a figura 14 representa o diagrama unifilar atual da subestação. As especificações técnicas dos equipamentos do diagrama unifilar estão no caderno de especificações – ANEXO B desse trabalho.

Figura 13. Subestação do HUGD.



Fonte: AUTOR.

Figura 14. Diagrama unifilar da subestação HUGD.



Fonte: AUTOR.

A maioria dos equipamentos estão dimensionados, montados e abrigados em condições inadequadas quando considerado o tempo de projeto e execução e o tempo de uso e aplicação. É perceptível que os equipamentos não estão adequados à realidade, estão desatualizados com relação às condições elétricas e aos novos resultados encontrados por conta das mudanças de perfis de cargas e de sua manutenção ou cuidados de limpeza e conservação.

4.3 Inconformidades da subestação baseadas nas normativas vigentes

Nesta etapa foi analisada as inconformidades da subestação do HUGD conforme as normativas já listadas no ITEM 2.1.1. A NDU 002 é a norma mais importante por ser a norma da concessionária presente na cidade de Dourados/MS.

Para NDU-002 foi constatado:

→ *ITEM 10.8 – g)*

As portas deverão ser metálicas, abrir para fora, ser de uma dimensão tal que permita a passagem folgada do maior equipamento da subestação, sendo que a largura da porta no mínimo 1 m maior que este maior equipamento (mínimo de 1,20 m x 2,10 m)... e ter afixada placa com a indicação “PERIGO DE MORTE - ALTA TENSÃO” conforme desenho 31.

A dimensão da porta da subestação do HU não tem esse espaçamento de passagem folgada do maior equipamento da subestação, não estando em conformidade com este item. Não há a placa com indicação “PERIGO DE MORTE – ALTA TENSÃO”, como mostrado na figura 15.

Figura 15. Placas de aviso devem ser posicionadas em locais visíveis e do lado externo ao acesso.



Fonte: NDU 002, 2014.

→ *ITEM 10.8 – m)*

Os cubículos de medição e de transformação deverão ser dotados de duas janelas de ventilação, providas de telas metálicas, sendo disposta uma a 0,30m do piso de maior cota e a outra a 0,15m do teto (no máximo). As dimensões das janelas deverão atender às especificações contidas nos desenhos 12, 13 e 16. No caso de não ser possível a ventilação natural, a subestação deverá ser equipada com sistema de ventilação forçada de forma a garantir adequada refrigeração dos equipamentos.

O cubículo de medição não possui as janelas de ventilação em sua região superior ou inferior e também não possui ventilação forçada. Apresenta apenas janelas de ventilação dentro da subestação não sendo nenhuma dentro do cubículo de medição, como mostrados na figura 16, 17 e 18.

Figura 16. Lado externo do cubículo de medição dentro da subestação do HUGD.



Fonte: Autor.

Figura 17. Lado interno do cubículo de medição dentro da subestação da HUGD - Parte 1.



Fonte: Autor.

Figura 18. Lado interno do cubículo de medição dentro da subestação do HUGD - Parte 2.



Fonte: Autor.

→ *ITEM 10.8 – o)*

Deve ser previsto sistema de drenagem do óleo isolante sob os transformadores de força e sob o disjuntor de alta tensão, quando o líquido isolante for do tipo inflamável.

A subestação possui caixa de drenagem, porém há ausência de manutenção de óleo segundo o hospital.

→ *ITEM 10.8 – n)*

Pintar com fundo amarelo e letras/números pretos, em local visível ou em placa acrílica fixada na grade, à potência em kVA do transformador, fabricante, número de série, impedância e data de fabricação.

Não há identificação da potência, número de série, impedância e data de fabricação dos transformadores na grade e no transformador há somente a identificação conforme mostrado na figura 19, não estando com fundo amarelo e letras/números pretos.

Figura 19. Identificação do transformador.



Fonte: Autor.

→ *ITEM 11.1.2.1. Fornecimento acima 300kVA – a)*

A proteção geral em MT deve ser secundária, podendo ser através de religador ou por meio de disjuntor com rele secundário com no mínimo as funções 50 e 51 de fase e de neutro quando este é fornecido.

A proteção em MT da subestação do HUGD é primária através de relés de 90A, estando em inconformidade com este item.

→ *ITEM 11.1.2.1. Fornecimento acima 300kVA – b)*

Nesses casos é obrigatório o uso de equipamentos de média tensão do tipo de acionamento automático na abertura e com capacidade de interrupção simétrica mínima de 350MVA nas tensões de 11,4kV, ou 13,8kV, 22kV, ou 34,5kV com corrente nominal mínima de 350A. O disjuntor deverá ser a vácuo ou SF6, caso a SE seja integrada a prédio com grande circulação de pessoas, por questões de segurança.

O disjuntor presente na subestação é a pequeno volume de óleo, não sendo nem a vácuo nem a SF6 como mostrado na figura 20.

Figura 20. Placa do disjuntor.



Fonte: Autor.

→ *ITEM 11.2.*

No secundário de cada transformador deverá existir proteção geral contra curto-circuito e sobrecarga, feita através de disjuntor termomagnético, Norma NEMA ou IEC.

Não há presença de disjuntor termomagnético no secundário dos transformadores.

→ *ITEM 11.3. – e)*

As hastes deverão ser cobreadas, e seu comprimento de 2,4m, com distância entre elas de 3 metros.

As hastes possuem 3 metros e distância inferior a 3 metros.

→ *ITEM 11.3. – f)*

A interligação de todo o circuito de aterramento e sua ligação ao neutro deverá ser feita com cabo de cobre nu 50mm².

O cabo de cobre nu tem 35 mm² de seção transversal.

Segundo a NBR 14039:

→ *ITEM 9.4.4.*

Quando a subestação de transformação fizer parte integrante da edificação residencial e/ou comercial, somente é permitido o emprego de transformadores a seco, mesmo que haja paredes de alvenaria e portas corta-fogo. Quando forem utilizados disjuntores com líquidos isolantes não inflamáveis, estes devem ter um volume de líquido por pólo inferior a 1 L.

O transformador da subestação do HUGD é do tipo transformador a óleo, como mostrado na figura 21.

Figura 21. Transformador a óleo 500kVA.



Fonte: Autor.

→ *ITEM 10.2.3.2.*

Os transformadores e capacitores, localizados no interior de edificações destinadas a trabalho, deverão ser instalados em locais bem ventilados, construídos de materiais incombustíveis e providos de portas corta-fogo, de fechamento automático. (110.014-9 / I4)

A porta não é de fechamento automático.

→ *ITEM 10.3.1.1.1.*

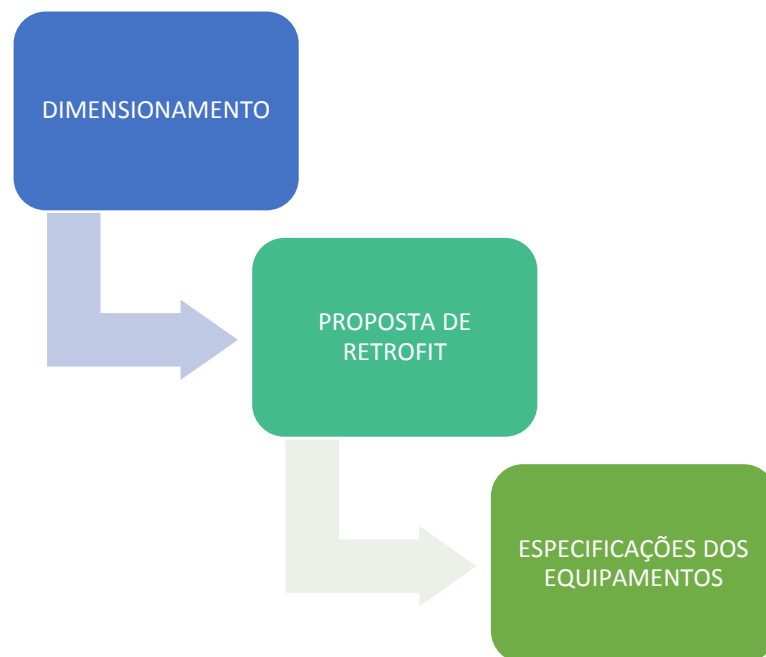
Quando, no desenvolvimento dos serviços, os sistemas de proteção coletiva forem insuficientes para o controle de todos os riscos de acidentes pessoais, devem ser utilizados Equipamentos de Proteção Coletiva - EPC e Equipamentos de Proteção Individual - EPI, tais como varas de manobra, escadas, detectores de tensão, cintos de segurança, capacetes e luvas, observadas as prescrições previstas no subitem 10.1.2. (110.034-3 / I3)

Ausência de EPC'S e EPI's.

5 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento desse trabalho está mostrado na figura 22 e será o dimensionamento da futura demanda do hospital, seguido da proposta de um *retrofit* que atenda as normas e ao dimensionamento feito e as especificações dos equipamentos que farão parte do *retrofit*.

Figura 22. Desenvolvimento e resultados.



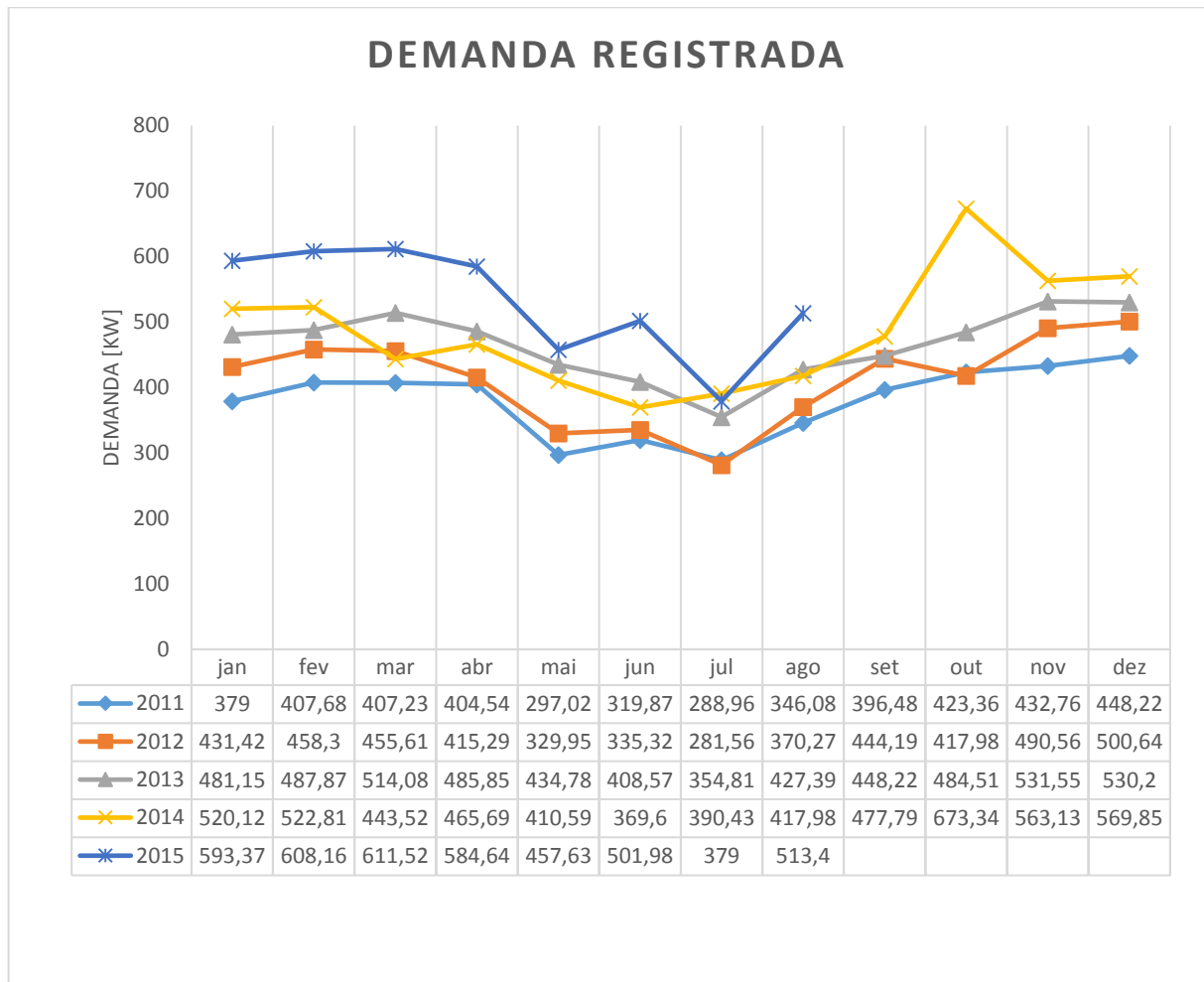
Fonte: Autor.

5.1 Dimensionamento do Retrofit

5.1.1 Estudo da Demanda Máxima atingida pelo HU

Através do banco de dados de energia do hospital representado por memórias de massa, na figura 23 têm-se as demandas registradas no período de janeiro de 2011 a agosto de 2015. É possível observar que em meses mais frios como maio, junho e julho, a demanda registrada foi menor do que os outros meses que o clima estava mais quente. Nota-se também que seu pico de demanda registrada foi no mês de outubro de 2014, onde foi constatado 673,34 kW. Esse valor tornou-se então muito importante para o desenvolvimento desse trabalho na etapa de dimensionamento, devido ele representar a demanda máxima que o hospital já atingiu operando com os equipamentos atuais.

Figura 23. Demanda registrada no HUGD.



Fonte: Autor.

5.1.2 Estudo da Evolução da Demanda no Período JAN/14 – AGO/15

Para esta etapa foram consideradas apenas as demandas de janeiro de 2014 a agosto de 2015. A partir da Tabela 3, retirada do banco de dados de energia do hospital, foi feita uma evolução em porcentagem das demandas registradas a cada mês, e posteriormente feita uma média aritmética de todas as evoluções em porcentagem de demanda.

Tabela 3. Estudo de demanda Jan/14 - Ago/15.

Mês/Ano	Demanda (kW)	Diferença (kW)	Aumento %
Jan/14	520,12	73,25	14,083%
Jan/15	593,37		
Fev/14	522,81	85,35	16,325%
Fev/15	608,16		

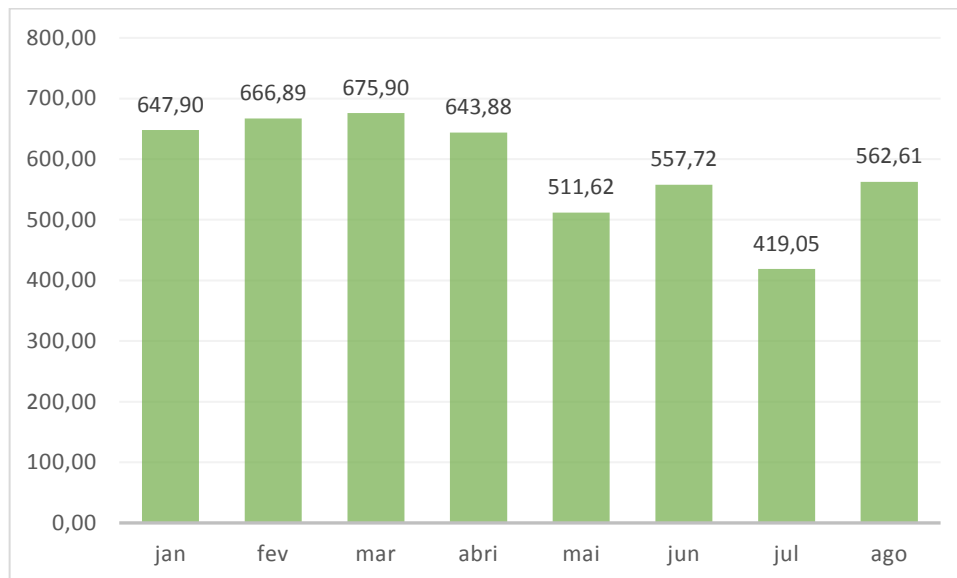
Mar/14	443,52	168	37,879%
Mar/15	611,52		
Abr/14	465,69	118,95	25,543%
Abr/15	584,64		
Mai/14	410,59	47,04	11,457%
Mai/15	457,63		
Jun/14	369,3	132,68	35,927%
Jun/15	501,98		
Jul/14	390,43	-11,43	-2,928%
Jul/15	379		
Ago/14	417,98	95,42	22,829%
Ago/15	513,4		
MÉDIA		88,66	20,139%

Fonte: Autor.

5.1.3 Análise das cargas dos transformadores

Através de memória de massa disponibilizada pelo hospital, na figura 24 se encontra a potência aparente total registrada para o ano de 2015 até o mês de agosto, ou seja, a representação da soma das cargas dos dois transformadores.

Figura 24. Potência aparente para o ano de 2015.



Fonte: Autor.

A tabela 4, mostra como a demanda é dividida entre os dois transformadores, apresentando as porcentagens para ambos.

Tabela 4. Cargas 127 V e 220 V da demanda do HUGD.

Date	Potência Total (kW)	Carga 127V (kW)	%	Carga 220V (kW)	%
26/01/2015 10:45	530,74	154,97	29,20	375,77	70,80
26/01/2015 11:00	504,69	106,07	21,02	398,61	78,98
26/01/2015 11:15	487,71	131,06	26,87	356,66	73,13
26/01/2015 11:30	485,36	105,18	21,67	380,18	78,33
26/01/2015 11:45	490,73	88,89	18,11	401,84	81,89
26/01/2015 12:00	490,86	130,18	26,52	360,67	73,48
26/01/2015 12:15	494,49	89,72	18,14	404,78	81,86
26/01/2015 12:30	542,83	107,26	19,76	435,57	80,24
26/01/2015 12:45	534,30	125,04	23,40	409,26	76,60
26/01/2015 13:00	565,52	170,27	30,11	395,25	69,89
26/01/2015 13:15	601,77	125,15	20,80	476,61	79,20
26/01/2015 13:30	569,40	108,83	19,11	460,57	80,89
26/01/2015 13:45	614,42	156,57	25,48	457,84	74,52
26/01/2015 14:00	603,41	138,91	23,02	464,50	76,98
26/01/2015 14:15	607,03	91,89	15,14	515,14	84,86
26/01/2015 14:30	592,76	132,97	22,43	459,80	77,57
26/01/2015 14:45	574,35	132,60	23,09	441,75	76,91
26/01/2015 15:00	561,32	90,72	16,16	470,61	83,84
26/01/2015 15:15	541,58	115,96	21,41	425,62	78,59
26/01/2015 15:30	558,58	112,77	20,19	445,81	79,81
26/01/2015 15:45	547,45	133,90	24,46	413,54	75,54
26/01/2015 16:00	531,77	126,57	23,80	405,20	76,20
26/01/2015 16:15	504,97	109,23	21,63	395,74	78,37
26/01/2015 16:30	445,03	143,99	32,35	301,04	67,65
26/01/2015 16:45	449,07	94,62	21,07	354,46	78,93
26/01/2015 17:00	421,88	106,99	25,36	314,90	74,64
26/01/2015 17:15	422,43	152,82	36,18	269,60	63,82
26/01/2015 17:30	438,24	132,91	30,33	305,33	69,67
26/01/2015 17:45	432,52	157,38	36,39	275,14	63,61
26/01/2015 18:00	433,12	119,31	27,55	313,81	72,45
26/01/2015 18:15	392,30	117,00	29,82	275,30	70,18
26/01/2015 18:30	372,98	109,86	29,45	263,12	70,55
26/01/2015 18:45	398,91	130,58	32,73	268,33	67,27
26/01/2015 19:00	409,26	102,36	25,01	306,90	74,99
26/01/2015 19:15	410,24	114,20	27,84	296,04	72,16
26/01/2015 19:30	404,83	90,72	22,41	314,11	77,59
26/01/2015 19:45	444,24	108,07	24,33	336,17	75,67
26/01/2015 20:00	460,02	128,72	27,98	331,29	72,02

26/01/2015 20:15	441,35	98,20	22,25	343,15	77,75
26/01/2015 20:30	451,28	144,81	32,09	306,47	67,91
26/01/2015 20:45	434,00	107,40	24,75	326,60	75,25
26/01/2015 21:00	419,31	106,45	25,39	312,87	74,61
26/01/2015 21:15	415,03	91,13	21,96	323,90	78,04
26/01/2015 21:30	419,89	92,84	22,11	327,05	77,89
26/01/2015 21:45	403,00	103,70	25,73	299,29	74,27
26/01/2015 22:00	413,67	132,13	31,94	281,54	68,06
26/01/2015 22:15	403,76	81,86	20,27	321,90	79,73
26/01/2015 22:30	394,56	117,65	29,82	276,91	70,18
26/01/2015 22:45	399,52	111,34	27,87	288,17	72,13
26/01/2015 23:00	400,27	81,15	20,27	319,12	79,73
26/01/2015 23:15	387,98	88,64	22,85	299,34	77,15
26/01/2015 23:30	381,43	97,17	25,48	284,26	74,52
26/01/2015 23:45	350,77	170,55	48,62	180,23	51,38
27/01/2015 00:00	341,60	56,13	16,43	285,47	83,57
27/01/2015 00:15	354,74	97,19	27,40	257,55	72,60
27/01/2015 00:30	370,26	136,46	36,86	233,79	63,14
27/01/2015 00:45	367,03	85,14	23,20	281,89	76,80
27/01/2015 01:00	363,75	79,91	21,97	283,84	78,03
27/01/2015 01:15	358,47	84,79	23,65	273,68	76,35
27/01/2015 01:30	358,97	145,76	40,60	213,22	59,40
27/01/2015 01:45	366,03	125,66	34,33	240,37	65,67
27/01/2015 02:00	347,63	97,63	28,09	249,99	71,91
27/01/2015 02:15	353,46	106,52	30,14	246,94	69,86
27/01/2015 02:30	361,07	80,21	22,21	280,86	77,79
27/01/2015 02:45	345,74	94,62	27,37	251,12	72,63
27/01/2015 03:00	325,72	106,94	32,83	218,78	67,17
27/01/2015 03:15	338,04	89,23	26,40	248,81	73,60
27/01/2015 03:30	344,72	96,43	27,97	248,29	72,03
27/01/2015 03:45	346,60	96,90	27,96	249,70	72,04
27/01/2015 04:00	332,71	134,01	40,28	198,70	59,72
27/01/2015 04:15	346,56	97,44	28,12	249,12	71,88
27/01/2015 04:30	334,65	106,69	31,88	227,96	68,12
27/01/2015 04:45	344,22	115,06	33,43	229,16	66,57
27/01/2015 05:00	345,40	62,51	18,10	282,89	81,90
27/01/2015 05:15	363,93	109,55	30,10	254,38	69,90
27/01/2015 05:30	424,85	92,38	21,74	332,47	78,26
27/01/2015 05:45	421,07	121,05	28,75	300,02	71,25
27/01/2015 06:00	386,12	109,67	28,40	276,45	71,60
27/01/2015 06:15	369,01	109,76	29,75	259,25	70,25

27/01/2015 06:30	397,47	133,97	33,70	263,50	66,30
27/01/2015 06:45	451,82	126,13	27,92	325,69	72,08
27/01/2015 07:00	468,76	126,31	26,95	342,45	73,05
27/01/2015 07:15	475,99	135,29	28,42	340,70	71,58
27/01/2015 07:30	475,71	118,63	24,94	357,08	75,06
27/01/2015 07:45	476,84	125,46	26,31	351,38	73,69
27/01/2015 08:00	506,58	112,53	22,21	394,04	77,79
27/01/2015 08:15	419,54	160,32	38,21	259,22	61,79
27/01/2015 08:30	354,89	87,80	24,74	267,08	75,26
27/01/2015 08:45	409,69	103,13	25,17	306,56	74,83
27/01/2015 09:00	404,83	155,09	38,31	249,74	61,69
27/01/2015 09:15	463,43	101,80	21,97	361,63	78,03
27/01/2015 09:30	463,38	100,73	21,74	362,65	78,26
27/01/2015 09:45	427,30	99,95	23,39	327,35	76,61
27/01/2015 10:00	414,60	131,20	31,65	283,39	68,35
27/01/2015 10:15	453,49	141,79	31,27	311,70	68,73
27/01/2015 10:30	415,53	107,38	25,84	308,15	74,16

Fonte: Autor.

5.1.3.1 Transformador 500 kVA

A Tabela 5 mostra os registros realizados no QDG para as cargas de 127V e o fator de utilização do transformador de 500 kVA em porcentagem para os períodos de janeiro, fevereiro e março de 2015.

Tabela 5. Registros de máxima potência e fator de utilização do transformador.

Data	Carga 127 V (kW)	FU (%)	Data	Carga 127 V (kW)	FU (%)	Data	Carga 127 V (kW)	FU (%)
26/01/2015 10:45	154,97	30,99	02/02/2015 06:04	212,9084	42,58	05/03/2015 14:30	276,8714	55,37
26/01/2015 11:00	106,07	21,21	02/02/2015 06:09	247,077	49,42	05/03/2015 14:45	263,524	52,70
26/01/2015 11:15	131,06	26,21	02/02/2015 06:14	212,0706	42,41	05/03/2015 15:00	233,1635	46,63
26/01/2015 11:30	105,18	21,04	02/02/2015 06:19	212,9965	42,60	05/03/2015 15:15	249,325	49,86
26/01/2015 11:45	88,89	17,78	02/02/2015 06:24	254,0891	50,82	05/03/2015 15:30	279,0082	55,80
26/01/2015 12:00	130,18	26,04	02/02/2015 06:29	261,5334	52,31	05/03/2015 15:45	217,1617	43,43
26/01/2015 12:15	89,72	17,94	02/02/2015 06:34	278,0124	55,60	05/03/2015 16:00	256,4812	51,30
26/01/2015 12:30	107,26	21,45	02/02/2015 06:39	270,2879	54,06	05/03/2015 16:15	228,5585	45,71
26/01/2015 12:45	125,04	25,01	02/02/2015 06:44	260,9467	52,19	05/03/2015 16:30	232,636	46,53
26/01/2015 13:00	170,27	34,05	02/02/2015 06:49	245,5522	49,11	05/03/2015 16:45	244,4919	48,90
26/01/2015 13:15	125,15	25,03	02/02/2015 06:54	266,7074	53,34	05/03/2015 17:15	219,5537	43,91
26/01/2015 13:30	108,83	21,77	02/02/2015 06:59	253,5255	50,71	05/03/2015 17:30	212,6062	42,52
26/01/2015 13:45	156,57	31,31	02/02/2015 07:04	261,9154	52,38	05/03/2015 17:45	223,506	44,70

26/01/2015 14:00	138,91	27,78	02/02/2015 07:09	239,7274	47,95	05/03/2015 18:00	219,7522	43,95
26/01/2015 14:15	91,89	18,38	02/02/2015 07:14	268,0147	53,60	05/03/2015 18:15	217,579	43,52
26/01/2015 14:30	132,97	26,59	02/02/2015 07:19	268,4314	53,69	05/03/2015 18:30	203,782	40,76
26/01/2015 14:45	132,60	26,52	02/02/2015 07:24	295,4313	59,09	05/03/2015 18:45	236,4356	47,29
26/01/2015 15:00	90,72	18,14	02/02/2015 07:29	265,401	53,08	05/03/2015 19:00	241,8378	48,37
26/01/2015 15:15	115,96	23,19	02/02/2015 07:34	284,2753	56,86	05/03/2015 19:15	238,4677	47,69
26/01/2015 15:30	112,77	22,55	02/02/2015 07:39	283,3983	56,68	05/03/2015 19:30	227,2604	45,45
26/01/2015 15:45	133,90	26,78	02/02/2015 07:44	262,5984	52,52	05/03/2015 19:45	235,5891	47,12
26/01/2015 16:00	126,57	25,31	02/02/2015 07:49	294,7114	58,94	05/03/2015 20:00	232,4978	46,50
26/01/2015 16:15	109,23	21,85	02/02/2015 07:54	250,3642	50,07	05/03/2015 20:15	176,7766	35,36
26/01/2015 16:30	143,99	28,80	02/02/2015 07:59	269,6909	53,94	05/03/2015 20:30	283,9307	56,79
26/01/2015 16:45	94,62	18,92	02/02/2015 08:04	266,4726	53,29	05/03/2015 20:45	225,3994	45,08
26/01/2015 17:00	106,99	21,40	02/02/2015 08:09	281,5971	56,32	05/03/2015 21:00	223,0239	44,60
26/01/2015 17:15	152,82	30,56	02/02/2015 08:14	242,9753	48,60	05/03/2015 21:15	207,6948	41,54
26/01/2015 17:30	132,91	26,58	02/02/2015 08:19	314,2519	62,85	05/03/2015 21:30	185,5123	37,10
26/01/2015 17:45	157,38	31,48	02/02/2015 08:24	272,1987	54,44	05/03/2015 21:45	178,8447	35,77
26/01/2015 18:00	119,31	23,86	02/02/2015 08:29	281,8263	56,37	05/03/2015 22:00	211,42	42,28
26/01/2015 18:15	117,00	23,40	02/02/2015 08:34	259,2334	51,85	05/03/2015 22:15	157,4525	31,49
26/01/2015 18:30	109,86	21,97	02/02/2015 08:39	258,8701	51,77	05/03/2015 22:30	195,3606	39,07
26/01/2015 18:45	130,58	26,12	02/02/2015 08:44	278,2511	55,65	05/03/2015 22:45	217,4003	43,48
26/01/2015 19:00	102,36	20,47	02/02/2015 08:49	300,5635	60,11	05/03/2015 23:00	196,3757	39,28
26/01/2015 19:15	114,20	22,84	02/02/2015 08:54	276,7024	55,34	05/03/2015 23:15	210,1429	42,03
26/01/2015 19:30	90,72	18,14	02/02/2015 08:59	280,8579	56,17	05/03/2015 23:30	248,6299	49,73
26/01/2015 19:45	108,07	21,61	02/02/2015 09:04	293,3957	58,68	05/03/2015 23:45	203,3342	40,67
26/01/2015 20:00	128,72	25,74	02/02/2015 09:09	279,2946	55,86	06/03/2015 00:00	202,3228	40,46
26/01/2015 20:15	98,20	19,64	02/02/2015 09:14	266,338	53,27	06/03/2015 00:15	180,7009	36,14
26/01/2015 20:30	144,81	28,96	02/02/2015 09:19	256,2102	51,24	06/03/2015 00:30	180,593	36,12
26/01/2015 20:45	107,40	21,48	02/02/2015 09:24	258,3527	51,67	06/03/2015 00:30	180,593	36,12
26/01/2015 21:00	106,45	21,29	02/02/2015 09:29	271,2129	54,24	06/03/2015 00:45	191,8431	38,37
26/01/2015 21:15	91,13	18,23	02/02/2015 09:34	262,9894	52,60	06/03/2015 01:00	158,8562	31,77
26/01/2015 21:30	92,84	18,57	02/02/2015 09:39	267,0209	53,40	06/03/2015 01:15	133,2612	26,65
26/01/2015 21:45	103,70	20,74	02/02/2015 09:44	278,9705	55,79	06/03/2015 01:30	198,0858	39,62
26/01/2015 22:00	132,13	26,43	02/02/2015 09:49	279,8059	55,96	06/03/2015 01:45	177,5309	35,51
26/01/2015 22:15	81,86	16,37	02/02/2015 09:54	256,5276	51,31	06/03/2015 02:00	169,2256	33,85
26/01/2015 22:30	117,65	23,53	02/02/2015 09:59	282,7453	56,55	06/03/2015 02:15	158,2364	31,65
26/01/2015 22:45	111,34	22,27	02/02/2015 10:04	260,5671	52,11	06/03/2015 02:30	165,4775	33,10
26/01/2015 23:00	81,15	16,23	02/02/2015 10:09	251,4683	50,29	06/03/2015 02:45	185,2451	37,05
26/01/2015 23:15	88,64	17,73	02/02/2015 10:14	295,5608	59,11	06/03/2015 03:00	186,5574	37,31
26/01/2015 23:30	97,17	19,43	02/02/2015 10:19	312,5307	62,51	06/03/2015 03:15	146,9777	29,40
26/01/2015 23:45	170,55	34,11	02/02/2015 10:24	277,4339	55,49	06/03/2015 03:30	169,5458	33,91
27/01/2015 00:00	56,13	11,23	02/02/2015 10:29	252,6375	50,53	06/03/2015 03:45	150,3056	30,06
27/01/2015 00:15	97,19	19,44	02/02/2015 10:34	272,0949	54,42	06/03/2015 04:00	120,8194	24,16
27/01/2015 00:30	136,46	27,29	02/02/2015 10:39	241,6799	48,34	06/03/2015 04:15	174,0659	34,81
27/01/2015 00:45	85,14	17,03	02/02/2015 10:44	251,1071	50,22	06/03/2015 04:30	185,5026	37,10
27/01/2015 01:00	79,91	15,98	02/02/2015 10:49	249,0826	49,82	06/03/2015 04:45	124,7904	24,96

27/01/2015 01:15	84,79	16,96	02/02/2015 10:54	246,9216	49,38	06/03/2015 05:00	169,5737	33,91
27/01/2015 01:30	145,76	29,15	02/02/2015 10:59	281,7159	56,34	06/03/2015 05:15	200,2225	40,04
27/01/2015 01:45	125,66	25,13	02/02/2015 11:04	257,6419	51,53	06/03/2015 05:30	148,0462	29,61
27/01/2015 02:00	97,63	19,53	02/02/2015 11:09	289,4552	57,89	06/03/2015 05:45	161,4714	32,29
27/01/2015 02:15	106,52	21,30	02/02/2015 11:14	252,8786	50,58	06/03/2015 06:00	160,0165	32,00
27/01/2015 02:30	80,21	16,04	02/02/2015 11:19	242,8963	48,58	06/03/2015 06:15	154,5432	30,91
27/01/2015 02:45	94,62	18,92	02/02/2015 11:24	255,9565	51,19	06/03/2015 06:30	155,1665	31,03
27/01/2015 03:00	106,94	21,39	02/02/2015 11:29	276,1561	55,23	06/03/2015 06:45	204,7245	40,94
27/01/2015 03:15	89,23	17,85	02/02/2015 11:34	257,9192	51,58	06/03/2015 07:00	249,1976	49,84
27/01/2015 03:30	96,43	19,29	02/02/2015 11:39	261,8131	52,36	06/03/2015 07:15	200,401	40,08
27/01/2015 03:45	96,90	19,38	02/02/2015 11:44	242,9003	48,58	06/03/2015 07:30	187,0952	37,42
27/01/2015 04:00	134,01	26,80	02/02/2015 11:49	270,6963	54,14	06/03/2015 07:45	246,4928	49,30
27/01/2015 04:15	97,44	19,49	02/02/2015 11:54	271,5708	54,31	06/03/2015 08:00	302,9198	60,58
27/01/2015 04:30	106,69	21,34	02/02/2015 11:59	270,9359	54,19	06/03/2015 08:15	253,442	50,69
27/01/2015 04:45	115,06	23,01	02/02/2015 12:04	252,8377	50,57	06/03/2015 08:30	260,1725	52,03
27/01/2015 05:00	62,51	12,50	02/02/2015 12:09	274,8643	54,97	06/03/2015 08:45	248,3747	49,67
27/01/2015 05:15	109,55	21,91	02/02/2015 12:14	279,9615	55,99	06/03/2015 09:00	267,5368	53,51
27/01/2015 05:30	92,38	18,48	02/02/2015 12:19	293,8398	58,77	06/03/2015 09:15	288,6948	57,74
27/01/2015 05:45	121,05	24,21	02/02/2015 12:24	324,6384	64,93	06/03/2015 09:30	231,1807	46,24
27/01/2015 06:00	109,67	21,93	02/02/2015 12:29	278,894	55,78	06/03/2015 09:45	255,1364	51,03
27/01/2015 06:15	109,76	21,95	02/02/2015 12:34	303,1203	60,62	06/03/2015 10:00	263,4736	52,69
27/01/2015 06:30	133,97	26,79	02/02/2015 12:39	278,564	55,71	06/03/2015 10:15	263,3949	52,68
27/01/2015 06:45	126,13	25,23	02/02/2015 12:44	259,6001	51,92	06/03/2015 10:30	214,7487	42,95
27/01/2015 07:00	126,31	25,26	02/02/2015 12:49	283,5915	56,72	06/03/2015 10:45	246,8985	49,38
27/01/2015 07:15	135,29	27,06	02/02/2015 12:54	297,483	59,50	06/03/2015 11:00	237,3329	47,47
27/01/2015 07:30	118,63	23,73	02/02/2015 12:59	276,7479	55,35	06/03/2015 11:15	243,7409	48,75
27/01/2015 07:45	125,46	25,09	02/02/2015 13:04	261,8375	52,37	06/03/2015 11:30	262,6411	52,53
27/01/2015 08:00	112,53	22,51	02/02/2015 13:09	266,7277	53,35	06/03/2015 11:45	282,9319	56,59
27/01/2015 08:15	160,32	32,06	02/02/2015 13:14	298,2147	59,64	06/03/2015 12:00	257,1382	51,43
27/01/2015 08:30	87,80	17,56	02/02/2015 13:19	294,266	58,85	06/03/2015 12:15	212,8991	42,58
27/01/2015 08:45	103,13	20,63	02/02/2015 13:24	310,034	62,01	06/03/2015 12:30	285,3104	57,06
27/01/2015 09:00	155,09	31,02	02/02/2015 13:29	304,0082	60,80	06/03/2015 12:45	265,0247	53,00
27/01/2015 09:15	101,80	20,36	02/02/2015 13:34	263,2511	52,65	06/03/2015 13:00	220,5014	44,10
27/01/2015 09:30	100,73	20,15	02/02/2015 13:39	268,3643	53,67	06/03/2015 13:15	237,1035	47,42
27/01/2015 09:45	99,95	19,99	02/02/2015 13:44	285,2925	57,06	06/03/2015 13:30	301,6563	60,33
27/01/2015 10:00	131,20	26,24	02/02/2015 13:49	271,052	54,21	06/03/2015 13:45	228,3631	45,67
27/01/2015 10:15	141,79	28,36	02/02/2015 13:54	264,5441	52,91	06/03/2015 14:00	237,207	47,44
27/01/2015 10:30	107,38	21,48	02/02/2015 13:59	285,0569	57,01	06/03/2015 14:15	231,8293	46,37

Fonte: Autor.

5.1.3.2 Transformador 1MVA

A Tabela 6 mostra os registros realizados no QDG para as cargas de 220 V e o fator de utilização do transformador de 1 MVA em porcentagem para os períodos de janeiro e março de 2015. Não houveram medições para o mês de fevereiro para este transformador.

Tabela 6. Registros de máxima potência e utilização do transformador.

Data	Carga 220 V (kW)	FU (%)	Data	Carga 220 V (kW)	FU (%)
26/01/2015 10:45	375,77	37,58	05/03/2015 14:30	337,42	33,74
26/01/2015 11:00	398,61	39,86	05/03/2015 14:45	366,80	36,68
26/01/2015 11:15	356,66	35,67	05/03/2015 15:00	359,50	35,95
26/01/2015 11:30	380,18	38,02	05/03/2015 15:15	299,53	29,95
26/01/2015 11:45	401,84	40,18	05/03/2015 15:30	261,86	26,19
26/01/2015 12:00	360,67	36,07	05/03/2015 15:45	333,45	33,35
26/01/2015 12:15	404,78	40,48	05/03/2015 16:00	225,93	22,59
26/01/2015 12:30	435,57	43,56	05/03/2015 16:15	262,72	26,27
26/01/2015 12:45	409,26	40,93	05/03/2015 16:30	298,76	29,88
26/01/2015 13:00	395,25	39,53	05/03/2015 16:45	318,55	31,86
26/01/2015 13:15	476,61	47,66	05/03/2015 17:15	350,25	35,03
26/01/2015 13:30	460,57	46,06	05/03/2015 17:30	336,14	33,61
26/01/2015 13:45	457,84	45,78	05/03/2015 17:45	287,32	28,73
26/01/2015 14:00	464,50	46,45	05/03/2015 18:00	271,31	27,13
26/01/2015 14:15	515,14	51,51	05/03/2015 18:15	255,60	25,56
26/01/2015 14:30	459,80	45,98	05/03/2015 18:30	254,17	25,42
26/01/2015 14:45	441,75	44,17	05/03/2015 18:45	218,00	21,80
26/01/2015 15:00	470,61	47,06	05/03/2015 19:00	246,49	24,65
26/01/2015 15:15	425,62	42,56	05/03/2015 19:15	242,95	24,29
26/01/2015 15:30	445,81	44,58	05/03/2015 19:30	251,22	25,12
26/01/2015 15:45	413,54	41,35	05/03/2015 19:45	262,27	26,23
26/01/2015 16:00	405,20	40,52	05/03/2015 20:00	275,49	27,55
26/01/2015 16:15	395,74	39,57	05/03/2015 20:15	330,36	33,04
26/01/2015 16:30	301,04	30,10	05/03/2015 20:30	220,64	22,06
26/01/2015 16:45	354,46	35,45	05/03/2015 20:45	253,96	25,40
26/01/2015 17:00	314,90	31,49	05/03/2015 21:00	249,98	25,00
26/01/2015 17:15	269,60	26,96	05/03/2015 21:15	249,03	24,90
26/01/2015 17:30	305,33	30,53	05/03/2015 21:30	252,84	25,28
26/01/2015 17:45	275,14	27,51	05/03/2015 21:45	285,59	28,56
26/01/2015 18:00	313,81	31,38	05/03/2015 22:00	224,69	22,47
26/01/2015 18:15	275,30	27,53	05/03/2015 22:15	272,71	27,27

26/01/2015 18:30	263,12	26,31	05/03/2015 22:30	240,27	24,03
26/01/2015 18:45	268,33	26,83	05/03/2015 22:45	229,75	22,98
26/01/2015 19:00	306,90	30,69	05/03/2015 23:00	245,75	24,58
26/01/2015 19:15	296,04	29,60	05/03/2015 23:15	217,92	21,79
26/01/2015 19:30	314,11	31,41	05/03/2015 23:30	180,53	18,05
26/01/2015 19:45	336,17	33,62	05/03/2015 23:45	216,07	21,61
26/01/2015 20:00	331,29	33,13	06/03/2015 00:00	195,23	19,52
26/01/2015 20:15	343,15	34,31	06/03/2015 00:15	217,18	21,72
26/01/2015 20:30	306,47	30,65	06/03/2015 00:30	220,94	22,09
26/01/2015 20:45	326,60	32,66	06/03/2015 00:30	209,07	20,91
26/01/2015 21:00	312,87	31,29	06/03/2015 00:45	196,86	19,69
26/01/2015 21:15	323,90	32,39	06/03/2015 01:00	232,61	23,26
26/01/2015 21:30	327,05	32,71	06/03/2015 01:15	249,40	24,94
26/01/2015 21:45	299,29	29,93	06/03/2015 01:30	155,75	15,57
26/01/2015 22:00	281,54	28,15	06/03/2015 01:45	165,64	16,56
26/01/2015 22:15	321,90	32,19	06/03/2015 02:00	179,26	17,93
26/01/2015 22:30	276,91	27,69	06/03/2015 02:15	204,32	20,43
26/01/2015 22:45	288,17	28,82	06/03/2015 02:30	187,18	18,72
26/01/2015 23:00	319,12	31,91	06/03/2015 02:45	167,21	16,72
26/01/2015 23:15	299,34	29,93	06/03/2015 03:00	156,36	15,64
26/01/2015 23:30	284,26	28,43	06/03/2015 03:15	203,07	20,31
26/01/2015 23:45	180,23	18,02	06/03/2015 03:30	162,78	16,28
27/01/2015 00:00	285,47	28,55	06/03/2015 03:45	163,77	16,38
27/01/2015 00:15	257,55	25,75	06/03/2015 04:00	226,43	22,64
27/01/2015 00:30	233,79	23,38	06/03/2015 04:15	149,62	14,96
27/01/2015 00:45	281,89	28,19	06/03/2015 04:30	144,91	14,49
27/01/2015 01:00	283,84	28,38	06/03/2015 04:45	212,83	21,28
27/01/2015 01:15	273,68	27,37	06/03/2015 05:00	171,88	17,19
27/01/2015 01:30	213,22	21,32	06/03/2015 05:15	148,52	14,85
27/01/2015 01:45	240,37	24,04	06/03/2015 05:30	189,12	18,91
27/01/2015 02:00	249,99	25,00	06/03/2015 05:45	171,47	17,15
27/01/2015 02:15	246,94	24,69	06/03/2015 06:00	184,73	18,47
27/01/2015 02:30	280,86	28,09	06/03/2015 06:15	214,89	21,49
27/01/2015 02:45	251,12	25,11	06/03/2015 06:30	248,12	24,81
27/01/2015 03:00	218,78	21,88	06/03/2015 06:45	205,60	20,56
27/01/2015 03:15	248,81	24,88	06/03/2015 07:00	185,08	18,51
27/01/2015 03:30	248,29	24,83	06/03/2015 07:15	235,20	23,52
27/01/2015 03:45	249,70	24,97	06/03/2015 07:30	276,69	27,67
27/01/2015 04:00	198,70	19,87	06/03/2015 07:45	273,73	27,37
27/01/2015 04:15	249,12	24,91	06/03/2015 08:00	274,96	27,50
27/01/2015 04:30	227,96	22,80	06/03/2015 08:15	310,96	31,10

27/01/2015 04:45	229,16	22,92	06/03/2015 08:30	319,08	31,91
27/01/2015 05:00	282,89	28,29	06/03/2015 08:45	321,50	32,15
27/01/2015 05:15	254,38	25,44	06/03/2015 09:00	303,85	30,38
27/01/2015 05:30	332,47	33,25	06/03/2015 09:15	302,39	30,24
27/01/2015 05:45	300,02	30,00	06/03/2015 09:30	356,54	35,65
27/01/2015 06:00	276,45	27,64	06/03/2015 09:45	339,81	33,98
27/01/2015 06:15	259,25	25,92	06/03/2015 10:00	325,53	32,55
27/01/2015 06:30	263,50	26,35	06/03/2015 10:15	319,80	31,98
27/01/2015 06:45	325,69	32,57	06/03/2015 10:30	367,09	36,71
27/01/2015 07:00	342,45	34,24	06/03/2015 10:45	325,10	32,51
27/01/2015 07:15	340,70	34,07	06/03/2015 11:00	327,95	32,80
27/01/2015 07:30	357,08	35,71	06/03/2015 11:15	327,35	32,74
27/01/2015 07:45	351,38	35,14	06/03/2015 11:30	302,67	30,27
27/01/2015 08:00	394,04	39,40	06/03/2015 11:45	288,16	28,82
27/01/2015 08:15	259,22	25,92	06/03/2015 12:00	330,95	33,09
27/01/2015 08:30	267,08	26,71	06/03/2015 12:15	369,41	36,94
27/01/2015 08:45	306,56	30,66	06/03/2015 12:30	302,78	30,28
27/01/2015 09:00	249,74	24,97	06/03/2015 12:45	330,67	33,07
27/01/2015 09:15	361,63	36,16	06/03/2015 13:00	344,81	34,48
27/01/2015 09:30	362,65	36,27	06/03/2015 13:15	300,66	30,07
27/01/2015 09:45	327,35	32,73	06/03/2015 13:30	244,17	24,42
27/01/2015 10:00	283,39	28,34	06/03/2015 13:45	312,93	31,29
27/01/2015 10:15	311,70	31,17	06/03/2015 14:00	323,27	32,33
27/01/2015 10:30	308,15	30,82	06/03/2015 14:15	323,21	32,32

Fonte: Autor.

5.1.4 Climatização

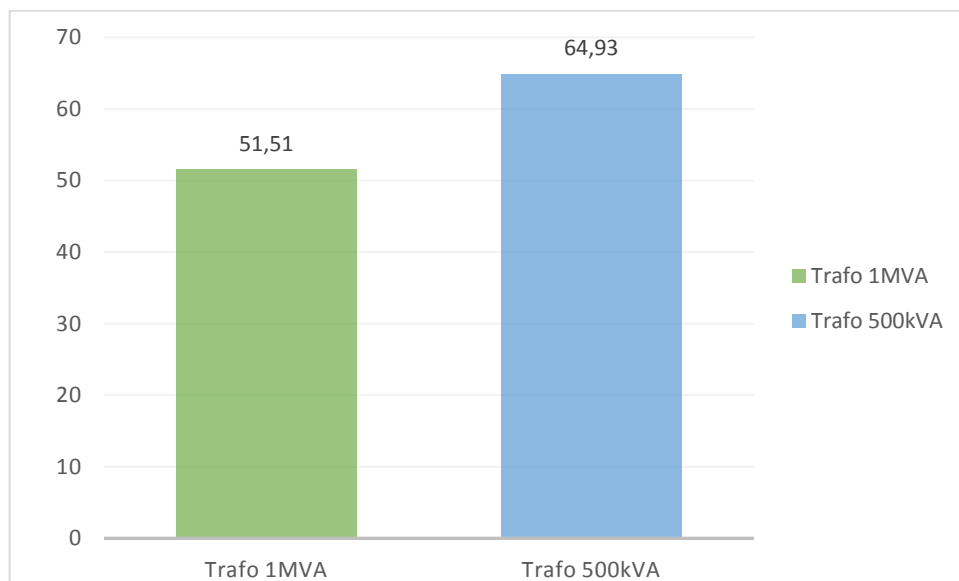
A climatização do hospital atual não é completa. Uma das soluções e alternativas futuras para isto será a instalação de dois chillers, resultando em um aumento de 500 TR segundo o setor de infraestrutura física do hospital. A potência instalada para eles será de aproximadamente 706 kW. Convertendo para potência aparente e utilizando o pior fator de potência para o mês de março de 2015 no valor de 0,83, então temos aproximadamente 1046 kVA pelo triângulo de potência (Figura 2).

6 RESULTADOS

Os resultados deste trabalho dividiram-se em: o fator de utilização de cada transformador atual, o fator de utilização da demanda total para cada transformador, avaliação da futura demanda do hospital e a proposta de retrofit com base nos critérios, normas e futuras demandas do hospital.

O fator de utilização de cada transformador está expresso na figura 25, sendo esse o valor máximo já atingido por eles. Para o transformador de 500KVA, foi registrado a máxima no dia 02 de fevereiro de 2015 com o valor de 64,93% e para o transformador de 1MVA, foi registrado a máxima no dia 26 de janeiro de 2015 com o valor de 51,51%. Com a análise de cargas de ambos transformadores, foi possível observar que o horário de maior carregamento é entre as 12:00:00 e 14:00:00 e em dias quentes.

Figura 25. Fator de utilização dos transformadores.



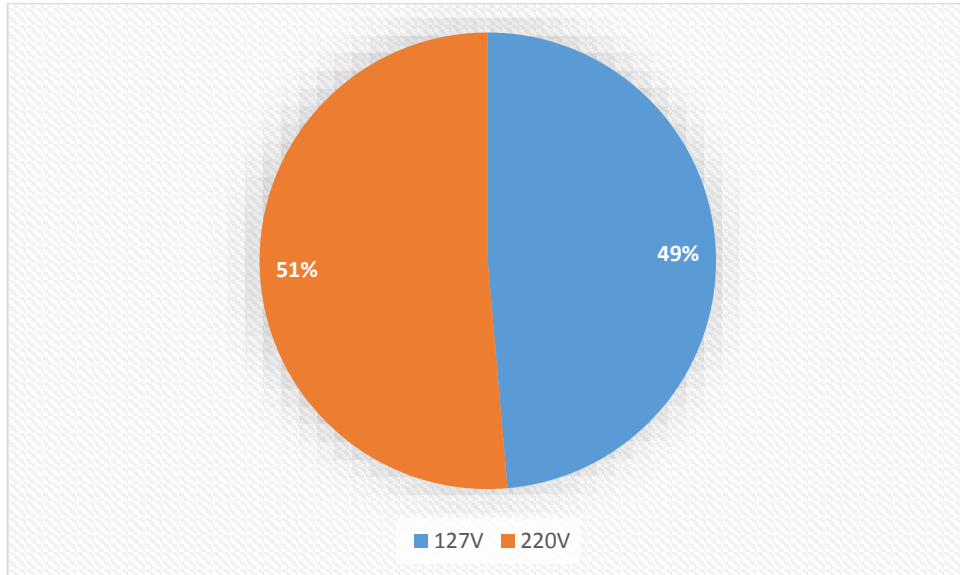
Fonte: Autor.

Ao analisar as demandas registradas pelo hospital, a memória de massa para o mês de outubro apresenta um valor máximo de potência ativa de 673,34 kW e de potência reativa de 301 kvar. Foi realizado então o cálculo para a potência aparente, através da equação 2, resultando em 737,55 kVA.

A demanda registrada pelo hospital representa a soma das cargas de ambos os transformadores. Foi feito uma análise através das memórias de massas disponibilizadas pelo

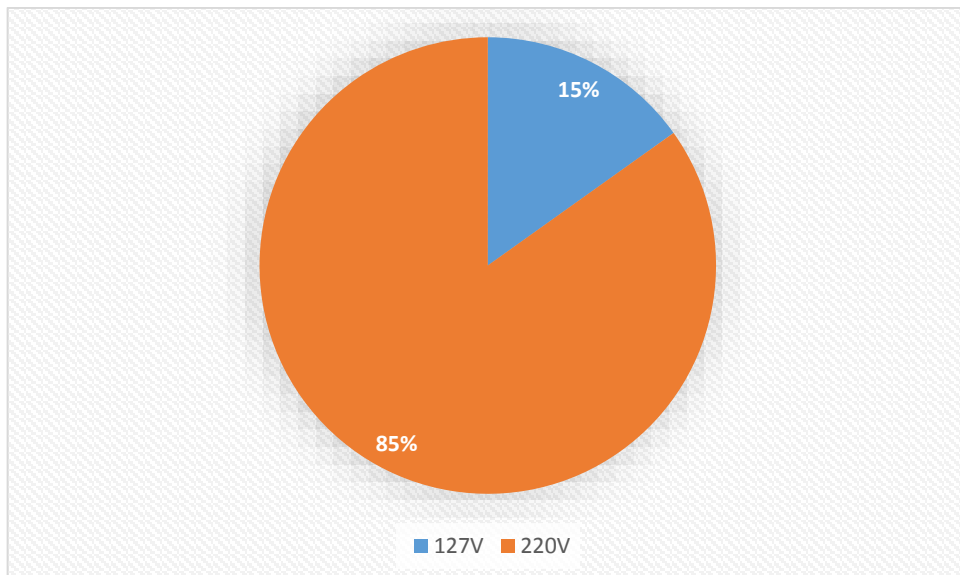
hospital, para descobrir a máxima utilização que cada transformador atingiu da demanda total registrada pelo hospital, como mostrado na tabela 4. O resultado obtido está expresso nas figuras 26 e 27 onde para as cargas de 127V atingiu 49% e para as cargas 220V atingiu 85%.

Figura 26. Máxima utilização para as cargas 127 V.



Fonte: Autor.

Figura 27. Máxima utilização para as cargas 220 V.



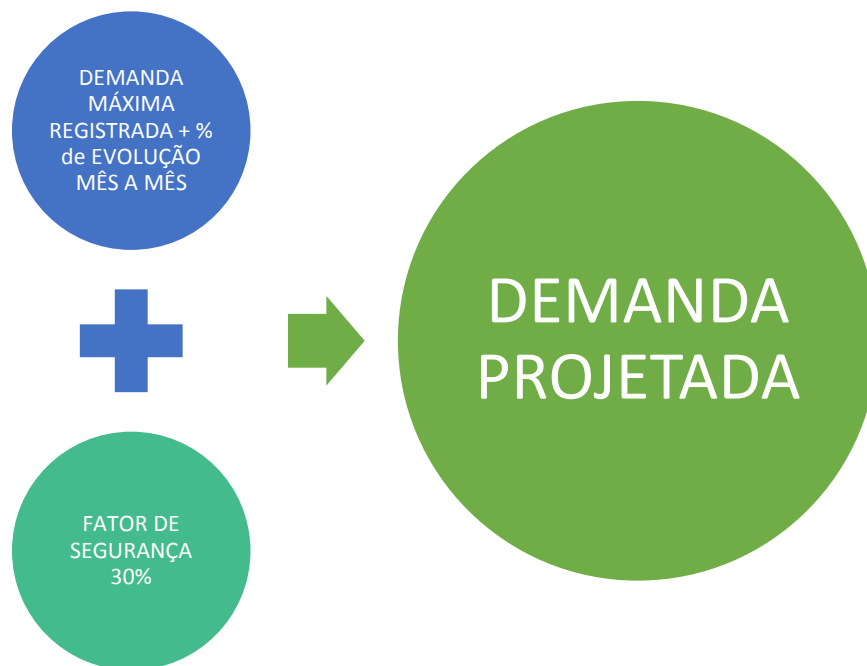
Fonte: Autor.

A evolução das demandas feitas mês a mês proporcionou o cálculo da média de todas essas evoluções, resultando em um valor estimado para evolução de demanda de aproximadamente 20%.

Sobre as expansões, na climatização um aumento de 1046 kVA é observado, devido à futura instalação dos novos *chillers*. Foi estabelecida também uma margem de segurança na faixa de 30% para uma melhor operação dos transformadores.

O cenário utilizado neste trabalho, está mostrado na figura 28, para a realização da projeção da futura demanda do hospital levou-se em conta tanto as cargas de 127V como as de 220V. Logo a demanda projetada é a soma do valor máximo de participação na demanda registrada do hospital de ambos os transformadores, que foi de aproximadamente 50% para 127V e 85% para 220V, e o fator de segurança.

Figura 28. Cenário utilizado para o trabalho.



Fonte: Autor.

Para o futuro transformador de 127V então, sua potência aparente será de 747,07 kVA, sendo que o transformador atual não atenderá a demanda projetada. Já para o futuro transformador de 220V, a potência aparente será de 1849,55 kVA, valor incluso com as expansões.

A subestação então necessita de um retrofit dos transformadores para que eles atendam essas condições dimensionadas, visto que a carga futura é maior que a carga atual.

6.1 Proposta em planta de adequação da subestação, visando retrofit de todas as unidades apresentadas

A Figura 29 mostra o diagrama unifilar para a nova proposta. As plantas novas da subestação com as futuras correções segundo as normativas estão disponíveis no anexo A – caderno de plantas, deste trabalho.

Os equipamentos elétricos que deverão ser substituídos serão os dois transformadores a óleo por três transformadores a seco, sendo eles:

- Transformador a seco de 300 kVA (220/127V)
- Transformador a seco de 500 kVA (220/127V)
- Transformador a seco de 2 MVA (380/220V)

Foram escolhidos 2 transformadores de tensão (220/127V) para que no transformador de 300KVA, fique as cargas que não podem parar dentro do hospital e as outras cargas que não são de missão críticas deverão estar conectadas ao transformador de 500 kVA.

Para o sistema de proteção, o disjuntor a pequeno volume de óleo será substituído por um disjuntor à vácuo. E por fim as chaves seccionadoras serão substituídas por chaves seccionadoras a ar com funções pré-estabelecidas pela norma.

As dimensões da porta da subestação com a aplicação do *retrofit* atenderá as normas, pois os novos transformadores possuem dimensões inferiores do que os transformadores atuais. Porém será necessário a inclusão de um acessório para permitir o seu fechamento automático.

Para as janelas do cubículo de medição como não há possibilidade alguma dela fazer parte dentro dele pois sua parede lateral é onde recebe a energia da concessionária e a outra parede é interligada ao corpo do hospital, foi decidido instalar duas janelas na parede em frente ao cubículo de medição, que estão representadas no plano de CORTE-B-B' no anexo B deste trabalho.

A caixa de óleo será desativada devido a substituição dos transformadores a óleo pelos transformadores a seco.

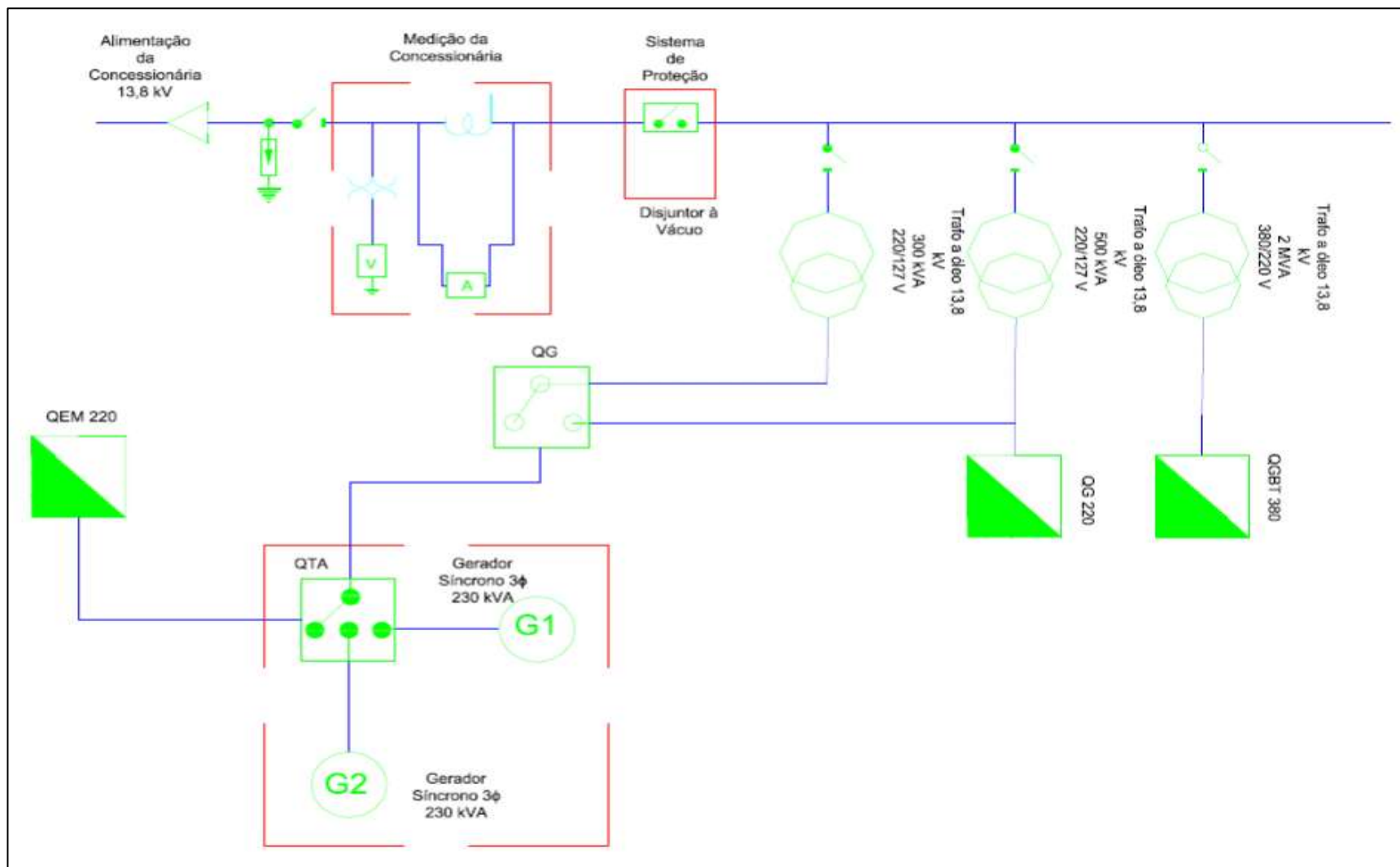
Em relação ao aterramento, têm-se uma distância inferior de espaçamento do que a distância exigida pela norma, porém isso não influencia negativamente no aterramento, mas a área de seção do cabo tem que ser trocada pois a área de seção atual é inferior a exigida pela norma.

Com relação ao dimensionamento de cabos para baixa tensão foi realizado por outro estagiário do hospital, visando que meu projeto de retrofit foi realizado apenas para os equipamentos presentes na subestação.

6.2 Especificação do *retrofit*

Pensando em facilitar a especificação de todos os equipamentos do *retrofit*, foi criado um caderno de especificações técnicas que está no anexo A deste trabalho, contendo as informações necessárias para um melhor entendimento dos equipamentos escolhidos.

Figura 29. Diagrama unifilar para a nova proposta do HUGD.



Fonte: AUTOR.

7 CONCLUSÃO

Com a finalidade de melhorar as condições de operação da subestação do HUGD, este trabalho teve como objetivo apresentar um projeto de *retrofit* segundo as normas estabelecidas pelos órgãos regulamentadores.

Após analisar detalhadamente as instalações elétricas verificou-se que a condição física e operacional da subestação estava inadequada, com equipamentos ausentes de manutenção e fora dos padrões de segurança exigidos pelas normas vigentes e as instalações em um estado de conservação precário. Detectou-se a necessidade de melhorar as condições de funcionamento da subestação, modernizando-a através do *retrofit*, adquirindo equipamentos mais seguros, eficientes e confiáveis, de modo a sanar as insuficiências do sistema elétrico responsável por atender toda a demanda do hospital.

Destaca-se também que entender a importância da aplicação das normativas vigentes em áreas de serviços com eletricidade, com a adoção principalmente da norma NR-10, é fundamental para garantir a segurança de todos os trabalhadores que atuam nessas áreas, permitindo-os trabalhar sem riscos de acidentes.

A maior dificuldade encontrada para a elaboração do projeto foi o acesso limitado à subestação, pelo fato de não possuir capacitação e habilitação (NR-10) para transitar nesse local, dependendo de acompanhamento de um profissional qualificado para realizar este procedimento. Outra dificuldade foi o acesso a alguns documentos e informações sobre a subestação, como o último relatório de manutenção.

Este trabalho foi apresentado para o Setor de Infraestrutura do Hospital Universitário da Grande Dourados e foi aprovado para a execução sob coordenação do Engenheiro Eletricista Thiago Augusto Betiatti.

Para futuros trabalhos, têm-se as seguintes sugestões:

- Estudo do grupo motor-gerador para geração de energia no período de ponta (entre às 17:30 e 20:30). Com isso, a empresa obteria uma diminuição nos gastos nas contas de energia, podendo realocar seus recursos em outros tipos de pesquisa.
- Análise das cargas do hospital para uma modulação onde houvesse uma melhor distribuição entre os horários, podendo resultar numa diminuição na conta de energia do hospital.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14039**: Instalações Elétricas de Média Tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. 2 ed. Rio De Janeiro, 2005. 87 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações Elétricas de Baixa Tensão. 2 ed. Rio De Janeiro, 2008. 209 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5356**: Transformadores de potência – Parte II. 2 ed. Rio De Janeiro, 2008. 23 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10295**: Transformadores de potência secos. 2 ed. Rio de Janeiro, 2013. 63 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6856**: Transformador de corrente. 2 ed. Rio de Janeiro, 2015. 111 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6855**: Transformador de potencial indutivo. 2 ed. Rio de Janeiro, 2009. 71 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 62271-102**: Equipamentos de alta-tensão – Parte 102: seccionadoras e chaves de aterramento. 2 ed. Rio de Janeiro, 2007. 85 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15751:2013**: Sistemas de aterramento de subestações. 2 ed. Rio de Janeiro, 2013. 47 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13571**: Haste de aterramento aço-cobreada e acessórios. 2 ed. Rio de Janeiro, 1996. 11 p.

COUTINHO, Alberto. **O papel da Energia Elétrica nos Hospitais**. Disponível em:<http://www.g3h.com.br/downloads/Materia_Energia_Alberto_Coutinho.pdf> Acesso em: 26 set. 2015.

DOBES, Maurício Ibarra. **Estudo em instalações elétricas hospitalares para segurança e funcionalidade de equipamentos eletromédicos**. 1997. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

EBERSEH. **Nossa história**. 2015. Disponível em: <<http://www.ebserh.gov.br/web/hu-ufgd/nossa-historia>>. Acesso em: 08 nov. 2015.

FRANÇA, Renato de Carvalho. **PROJETO DE MODERNIZAÇÃO DE SUBESTAÇÃO CONSUMIDORA**. 2012. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GHISI, Eneidir. **Desenvolvimento de uma metodologia para retrofit em sistemas de iluminação: estudo de caso na Universidade Federal de Santa Catarina**. 1997. 305 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

GOES, Alan Ribeiro Gomes. **Modernização da proteção de sistemas elétricos de potência**. 2013. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Energia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

GRUPO ENERGISA. **NDU 002: FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA EM TENSÃO PRIMÁRIA**. 4 ed. Dourados, 2014. 113 p.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 10: Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2008. 166 p.

MUZY, Gustavo Luiz Castro de Oliveira. **Subestações Elétricas**. 2012. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

NOGUEIRA, Daniel Silva; ALVES, Diego Prandino. **Transformadores de Potência: Teoria e Aplicação**. 2009. 212 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento de Energia Elétrica da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

O HU-UFGD: Nossa história. Disponível em: < <http://www.ebserh.gov.br/web/hu-ufgd/nossa-historia>>. Acesso em: 12 de setembro de 2015.

POSSI, Marcus. **Capítulo IX - Subestações**. O Setor Elétrico, Belo Horizonte, p.34-41, set. 2011.

SILVA FILHO, Carlos Roberto da. **Transformadores para Instrumentos**. Joinville: Udesc, 2009. 95 slides, color.

SOUZA, Ronimack Trajano de. **Subestação de energia elétrica**. Paraíba: Anais, 2010. 29 slides, color.

TOSSI, Luis; STAROSTA, José. **Infraestrutura, instalações e as cargas de missão crítica.** O Setor Elétrico, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p.22-26, jan. 2013.

WEG. **Manual para Correção do Fator de Potência.** 2015. Disponível em: <<http://ecatalog.weg.net/files/wegnet/WEG-correcao-do-fator-de-potencia-958-manual-portugues-br.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2015.

ANEXO A – Caderno de Especificações Técnicas**EQUIPAMENTOS ATUAIS****Relé primário de sobrecorrente**

Tabela A1. Especificações técnicas do Relé.

AEG
IND. BRASILEIRA
Relé primário de sobrecorrente
Tipo ro
In = 90 A
Regulagem
0,6 x in
0,8 x in
1,0 x in
Utilizar óleo lubrificante sae 30

*Reprodução da placa de dados do relé primário

Disjuntor a pequeno volume de óleo

Tabela A2. Especificação técnica do disjuntor.

AEG	AEG sistemas industriais LTDA.	
Indústria	Disjuntor a pequeno	
Brasileira	Volume de óleo	
Tipo dsf 256 / 17	Nº sf 13842	Ano de fabricação 1984
Nbi 9.5 kv	Frequência 50/60 hz	
Corrente nominal 630 a	Tensão nominal 17.5 kv	
CORRENTE ADIMISSÍVEL DURANTE 1s: 20 KA		
Potência de interrupção (sim.) 250 mva a 13,8 kv		
Peso 113 (145) kg	Volume de óleo 0.9 litro / polo	
Circuito auxiliar		
Relé de mínima 220v	C.a.	
Disparador desliga -	-	

*Reprodução da placa de dados do relé primário

Transformador WEG 500 kVA

Tabela A3. Especificação técnica do transformador.

CARACTERÍSTICAS WEG	
Potência	500 kVA
Norma de fabricação	NBR 5440/87
Refrigeração	ONAN – óleo natural ar natural, imerso em óleo mineral.
Atmosfera	Não é agressiva
Classe de tensão	15kV
Tensão primária	13.8/13.2/12.6/12/11.4/10.8/10.2 kV
Tensão secundária	220/127 V
Primário	Triângulo (delta)
Secundário	Estrela com neutro acessível
Deslocamento angular	30°
Frequência nominal	60 Hz
Elevação de temperatura	- 55° c no ponto médio dos enrolamentos - 50° c no topo do óleo
Nbi primário	-
Pintura externa anticorrosiva com acabamento na cor cinza claro munsell n6.5	
Perdas em vazio (perdas no ferro)	Sob consulta
Perdas totais	Sob consulta
Corrente de excitação	1,2 %
Impedância a 75°c	4,5 %
Comprimento (c)	1955 mm
Largura (l)	1240 mm
Altura (a)	1381 mm
Peso	1260 kg

*Características retiradas do site do fabricante WEG.

Transformador WEG 1000 kVA

Tabela A4. Especificação técnica do transformador.

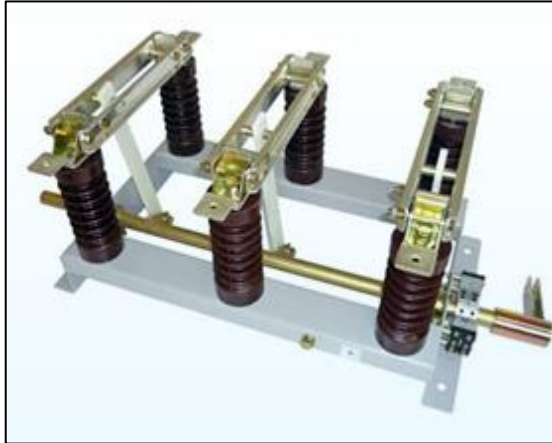
CARACTERÍSTICAS WEG	
Potência	1000 kVA
Norma de fabricação	NBR 5356/87
Refrigeração	Onan – óleo natural ar natural, imerso em óleo mineral.
Classe de tensão	15kV
Tensão primária	13.8/13.2/12.6/12/11.4/10.8/10.2 kV
Tensão secundária	380/220 V
Primário	Triângulo (delta)
Secundário	Estrela com neutro acessível
Deslocamento angular	30°
Frequência nominal	60 Hz
Elevação de temperatura	- 65° c no ponto médio dos enrolamentos - 65° c no topo do óleo
NBI primario	95 kV
Pintura externa anticorrosiva com acabamento na cor cinza claro munsell n6.5	
Perdas em vazio (perdas no ferro)	Sob consulta
Perdas totais	Sob consulta
Corrente de excitação	1,2 %
Impedância a 75°c	5 %
Comprimento (c)	2830 mm
Largura (l)	1540 mm
Altura (a)	2120 mm
Peso	2690 kg

*dados retirados do site do fabricante WEG.

Chaves seccionadoras

A chave seccionadora presente na subestação é tripolar de média tensão 17,5 kV tipo faca e para os transformadores temos a chave seccionadora unipolar.

Figura A1. Chave seccionadora.



EQUIPAMENTOS RETROFIT

Transformadores Industriais a seco WEG

Para a nova proposta os transformadores serão trifásicos do tipo a seco, construídos e ensaiados conforme norma ABNT NBR 10295. Serão 3 transformadores: 1 de 300kVA para 220/127V, 1 de 500kVA para 220/127V e 1 de 2MVA para 380/220V.

Figura A2. Transformador.



Tabela A5. Especificação técnica do transformador.

Especificações	Encapsulado em resina epóxi.
Refrigeração	AN – Ar Natural.
Grupo de ligação	Dyn1
Atmosfera	Não agressiva.
Primário	Triângulo
Secundário	Estrela
Frequência nominal	60 Hz.
Grau de proteção	IP- 00 (Classe do material isolante F - 155°C).
Comutador de derivações	Sem carga e sem tensão encapsulado junto com a própria bobina e manualmente operável.
Resina	Para classe superior a H - 180°C, CW229 da Hustman, resina anti-chama com certificação UL para 200°C Contínuos.
Enrolamento	AT sob vácuo em resina epóxi não propagante de chamas e auto-extinguível, no caso de incêndio ou

	curto-circuito, não explodem e nem liberam gases tóxicos e não são sensíveis a umidade. BT isolado por filme classe F e impregnado com resina epóxi.
Terminais AT e BT	CONFORME DESENHO WEG ou A SER DEFINIDO
Embalagem	Própria para transporte rodoviário.
Acessórios inclusos	Monitor de temperatura com indicador / Sensor de temperatura PT-100 / Sistema de comutação a vazio (links) / Olhais para tração / Olhais de suspensão / Placa de Identificação (Alumínio) / Rodas bidirecionais, lisas / Base de apoio / Conector de aterramento.

Chave seccionada a ar Schneider

O modelo escolhido de chave seccionadora é L-TRI 5/17,5/630/210 com as características D, EA, VA. Onde:

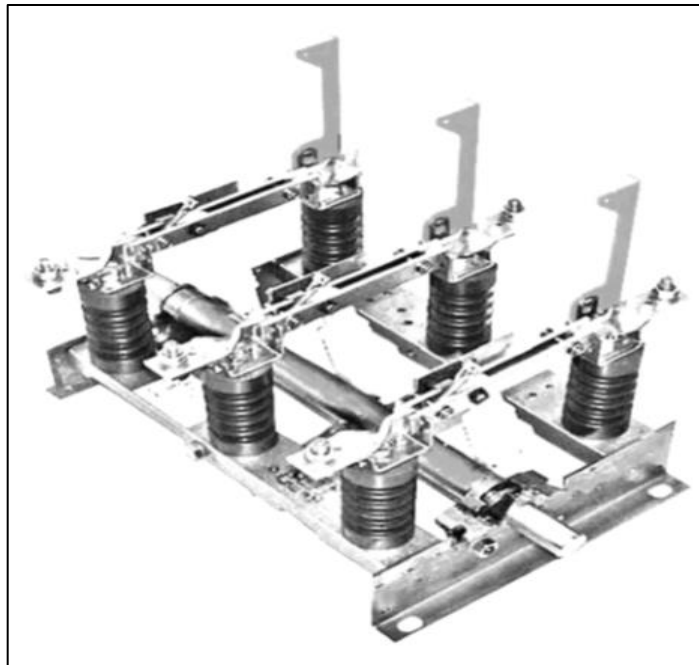
D: Mecanismos de abertura e fechamento rápido, atuação por molas pré-carregadas;

EA: Faca terra montada no contato móvel;

VA: Intervalamento mecânico para EA.

A chave seccionadora é conforme a IEC 600265. Possui tensão nominal de 17,5 kV. Corrente nominal é de 630 A.

Figura A3. Chave seccionadora.



Disjuntor Schneider

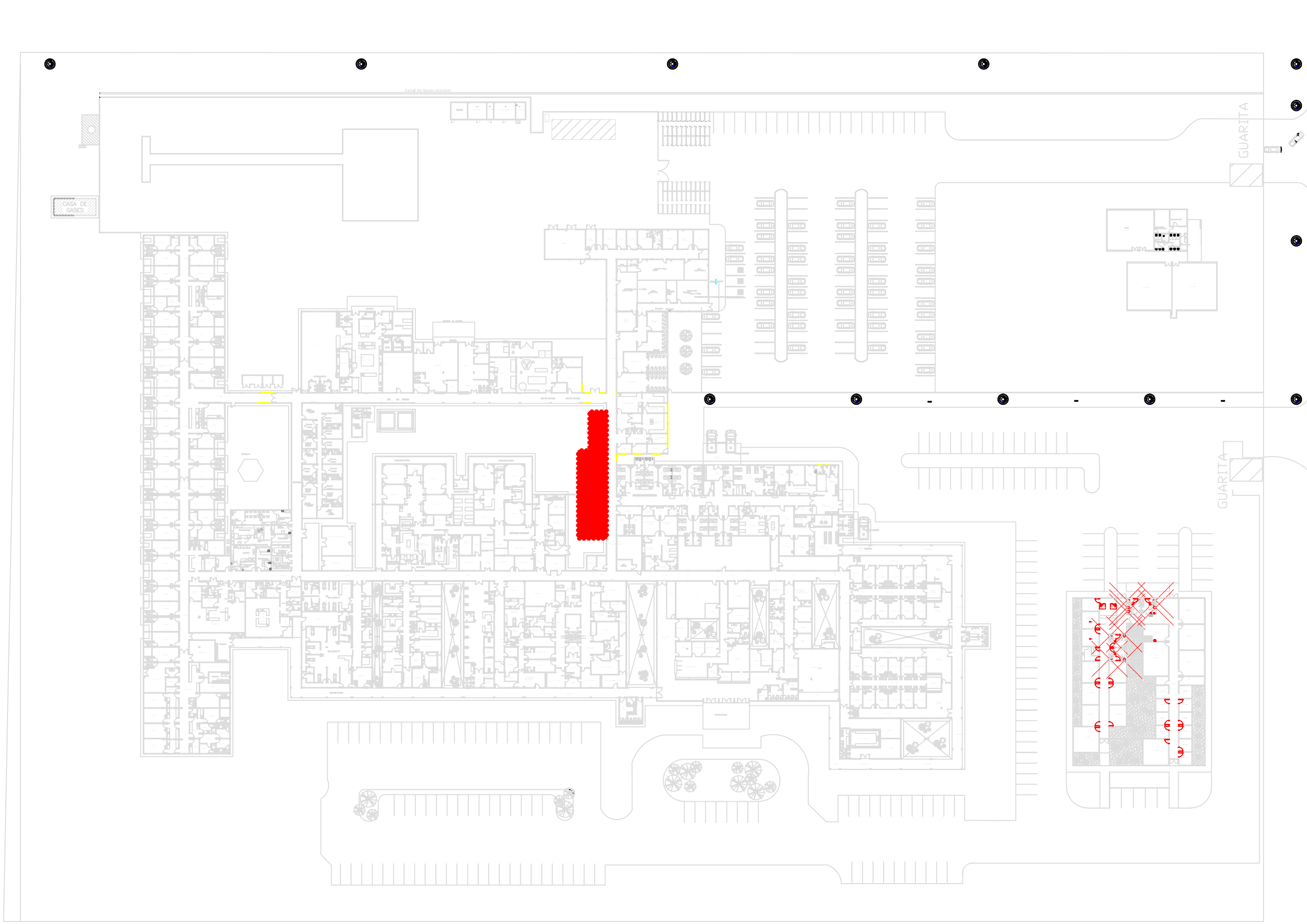
O Disjuntor tripolar a vácuo Evolis é utilizado para proteger e controlar as redes de distribuição elétrica da subestação em média tensão. Ele segue as normas NBR: IEC 62271-100 e IEC 60694.

Figura A4. Disjuntor a vácuo.



As características do disjuntor é 17,5 de tensão nominal, 25kA de corrente de interrupção, 630 de corrente nominal. A nível de isolamento, temos 95 kVcr para nível atmosférico e 38 kVef de tensão aplicada. O disjuntor também conta com um acessório que precisar ser adicionado que é o suporte para fixa-lo.

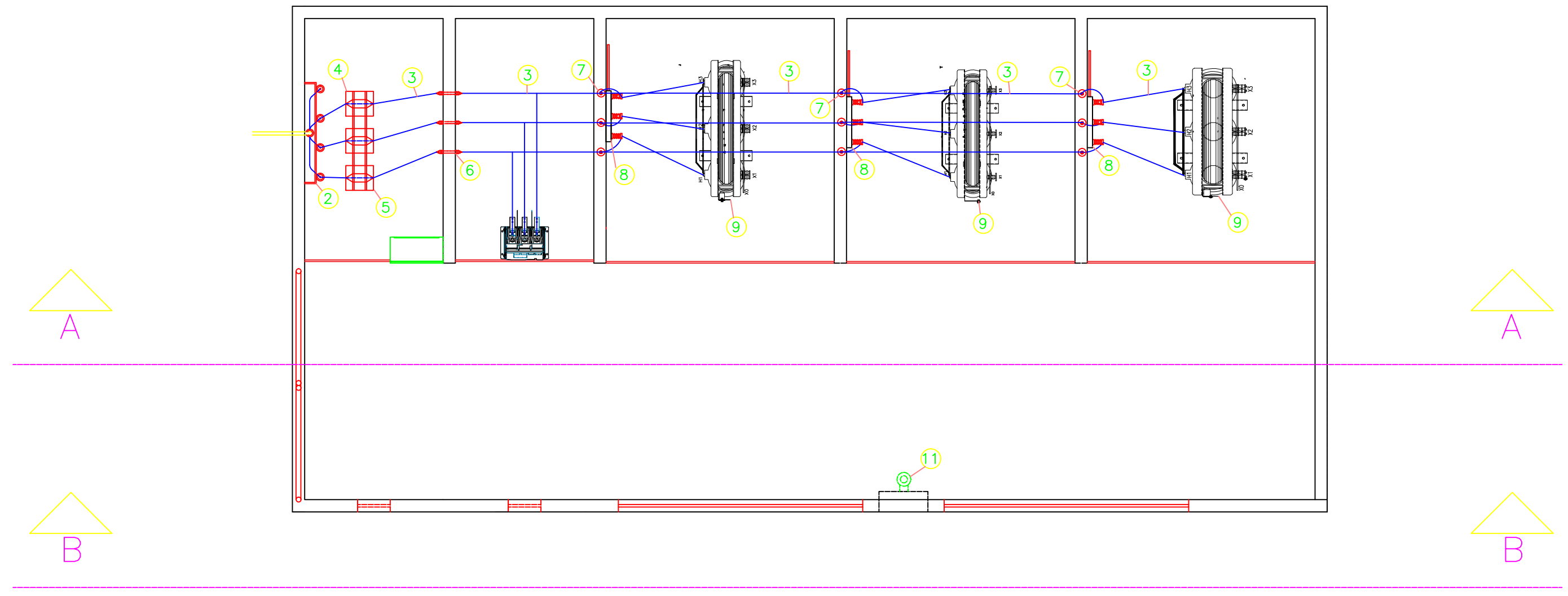
ANEXO B - Caderno de Plantas



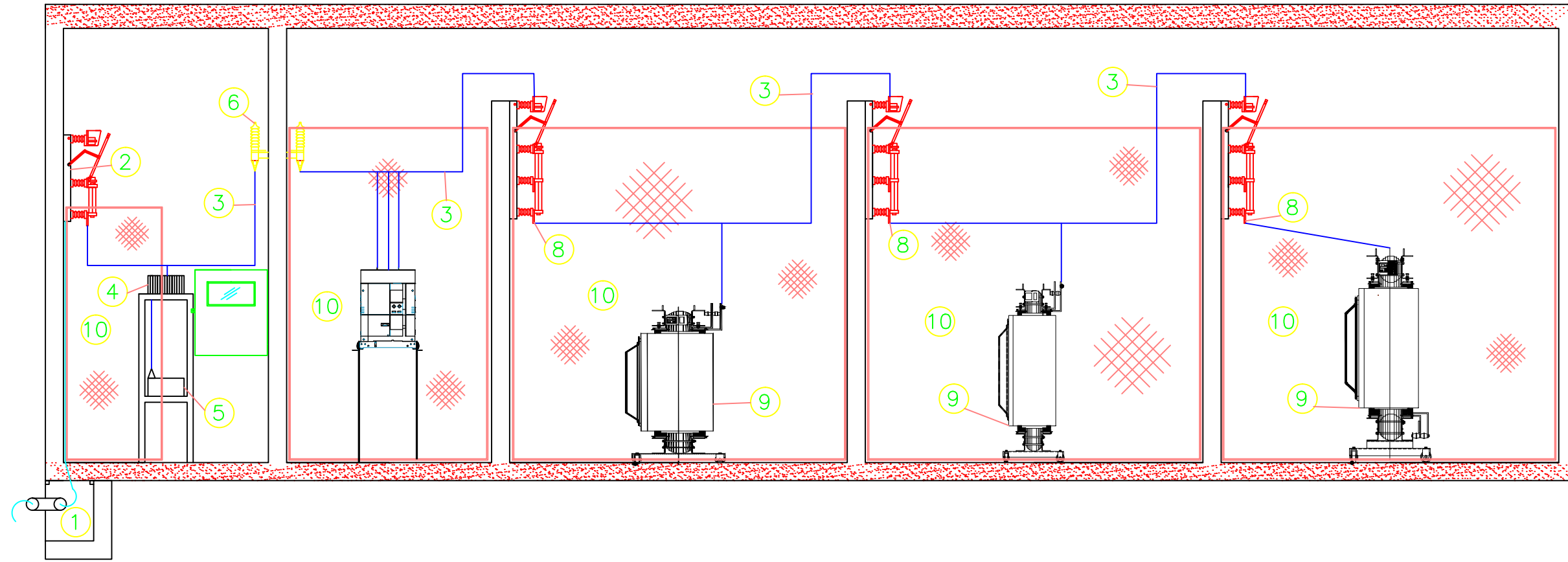
ANEXO B - Caderno de Plantas

CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK

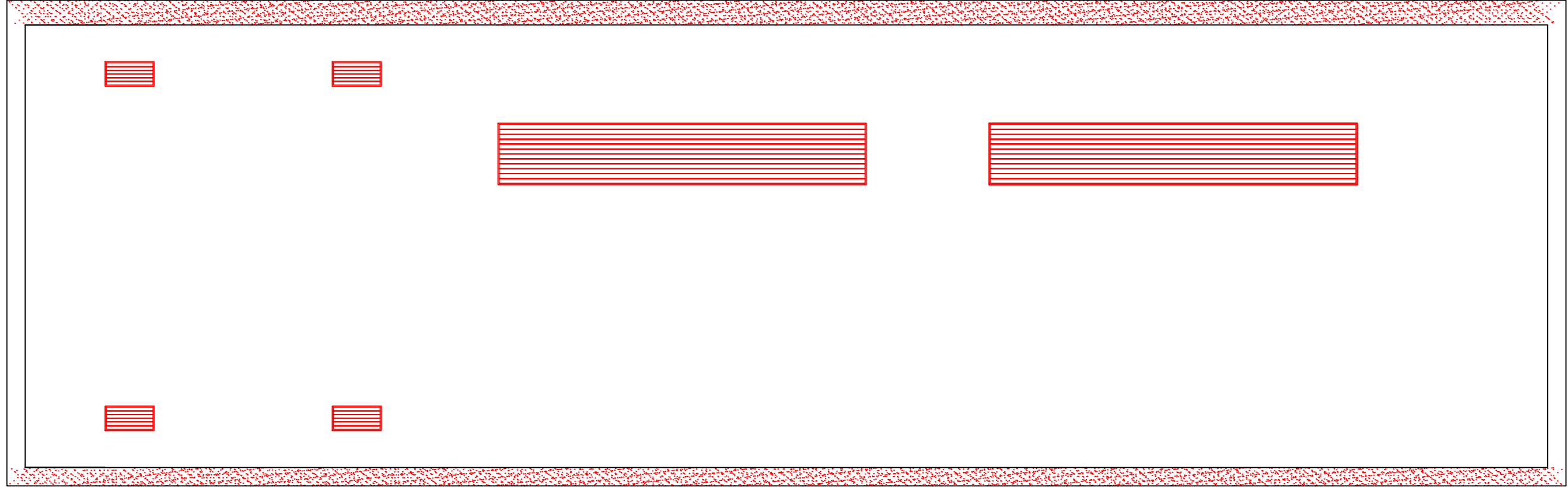
CRIADO POR UM PRODUTO EDUCACIONAL DA AUTODESK



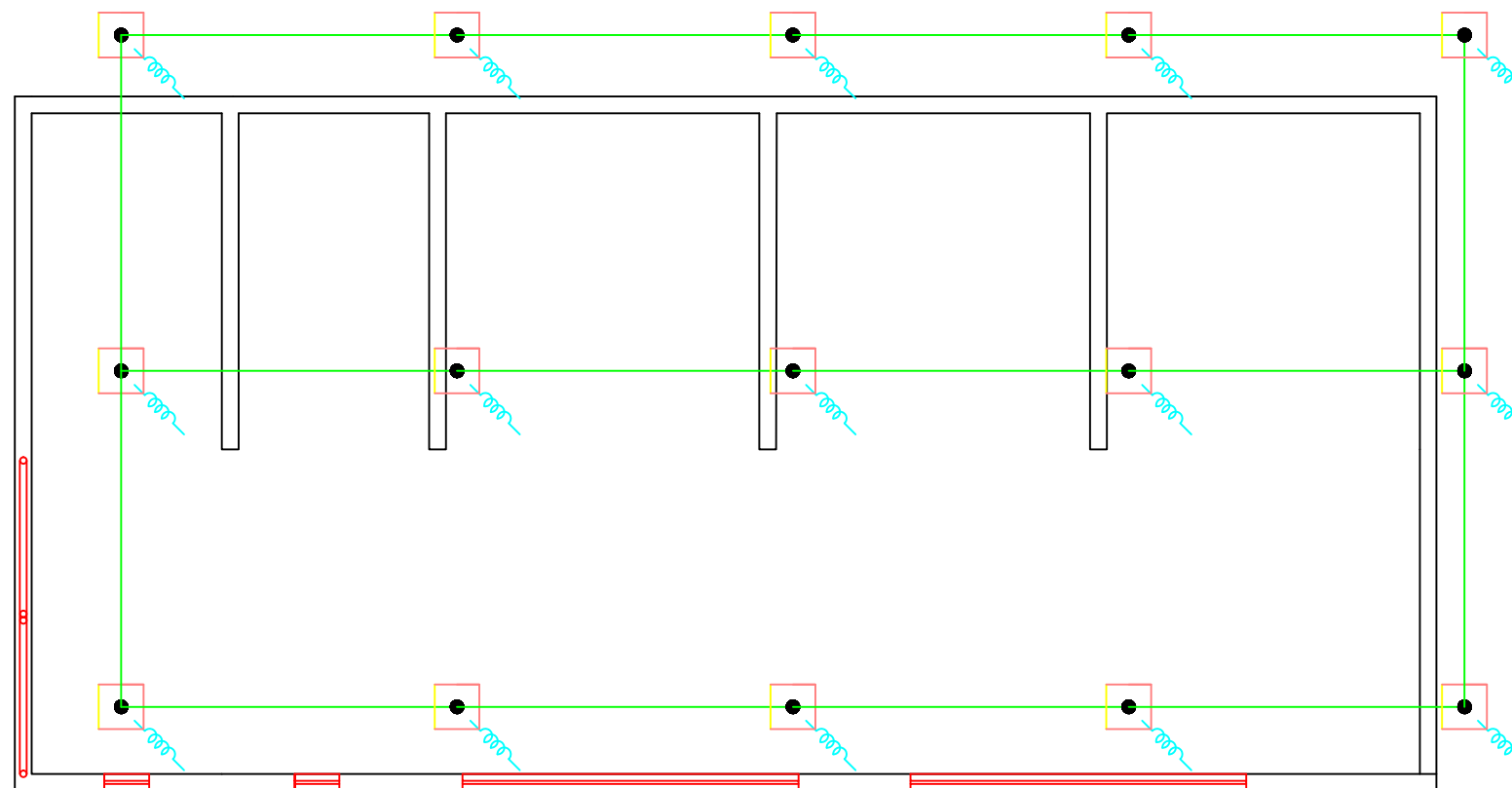
Planta
SE sem escala



Corte A - A
sem escala

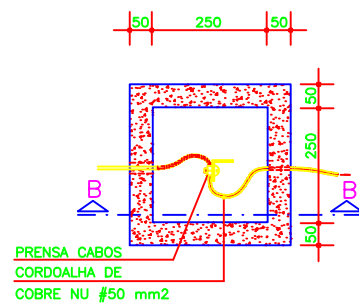


Corte B-B
sem escala



Planta de Aterramento

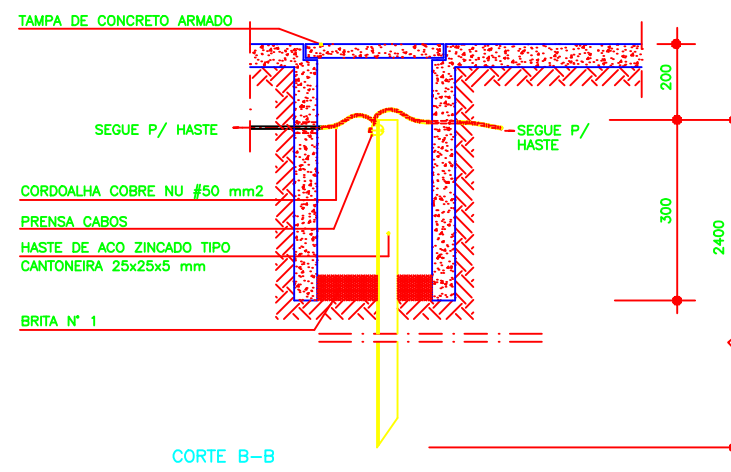
sem escala



PRENSA CABOS
CORDOALHA DE
COBRE NU #50 mm²

PLANTA

DETALHE DO ATERRAMENTO



CORTE B-B

