



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ALDEMIRO DA SILVA COSTA
MAURICIA SANTOS CORDEIRO

**INSTALAÇÃO DE GRUPOS GERADORES A DIESEL EM PARALELO: ESTUDO
DE CASO NO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ**

MACAPÁ

2019

ALDEMIRO DA SILVA COSTA
MAURICIA SANTOS CORDEIRO

**INSTALAÇÃO DE GRUPOS GERADORES A DIESEL EM PARALELO: ESTUDO
DE CASO NO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ**

Trabalho apresentado ao colegiado do Curso de Engenharia elétrica, da Universidade Federal do Amapá, como requisito da disciplina TCC II, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Elétrica, orientado pelo Professor Dr. José Reinaldo Cardoso Nery.

MACAPÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborado por Cristina Fernandes – CRB-2/1569

Costa, Aldemiro da Silva.

Instalação de grupos geradores a diesel em paralelo : estudo de caso no Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. / Aldemiro da Silva Costa, Maurícia Santos Cordeiro ; orientador, José Reinaldo Cardoso Nery. – Macapá, 2019. 82 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Fundação Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica.

1. Subestação. 2. Geração de eletricidade. 3. Geração a diesel. I. Cordeiro, Maurícia Santos. II. Nery, José Reinaldo Cardoso, orientador. III. Fundação Universidade Federal do Amapá. IV. Título.

621.4 C837i

CDD: 22. ed.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

ATA DE DEFESA DE TCC

Às dez horas e quatorze minutos do dia 24 de abril de 2019, na Sala de Reunião do Bloco de Engenharia Elétrica e Ciência da Computação, nas dependências da Universidade Federal do Amapá, reuniu-se a Banca Examinadora para defesa do TCC intitulado **INSTALAÇÃO DE GRUPOS GERADORES A DIESEL EM PARALELO: ESTUDO DE CASO NO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ**, de autoria do(a)s aluno(a)s **ALDEMIRO DA SILVA COSTA** e **MAURÍCIA SANTOS CORDEIRO** regularmente matriculado(a)s no Curso de Engenharia Elétrica desta universidade. A Banca Examinadora foi assim constituída: **Prof. Dr. José Reinaldo Cardoso Nery**, Presidente da Banca e Orientador, **Prof. Dr. Helyelson Paredes Moura** e **Prof. Me. Felipe Monteiro**, como examinadores. Concluída a defesa, foram realizadas as arguições e comentários. Em seguida procedeu-se o julgamento pelos membros da Banca Examinadora, tendo o projeto sido **APROVADO**, com nota **9,5** (nove e meio). E, para constar, eu, **José Reinaldo Cardoso Nery**, presidente da Banca Examinadora, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme, foi assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Macapá(AP), 24 de abril de 2019.



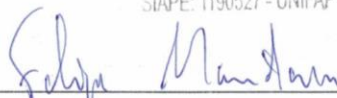
Prof. Dr. José Reinaldo Cardoso Nery

Presidente
Prof. Dr. José Reinaldo Cardoso Nery
Departamento de Ciências
Exatas e Tecnológicas - UNIFAP
SIAPE N° 1170661



Prof. Dr. Helyelson Paredes Moura

Membro
Helyelson Paredes Moura
Professor do Magistério Superior
SIAPE: 1190527 - UNIFAP



Prof. Me. Felipe Monteiro

Membro

Felipe Monteiro
Professor do Magistério Superior
SIAPE: 2093634 - UNIFAP

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos a Deus, que permitiu chegarmos até aqui, nos dando saúde e força para superarmos todas as dificuldades.

Agradecemos ao nosso orientador José Reinaldo, pela paciência e prestatividade durante todo o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos a todos os professores e coordenadores do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Amapá, que desempenharam com dedicação as aulas ministradas, todos que conduzem com dedicação, presteza e competência seus trabalhos.

Agradecemos aos nossos colegas de classe e futuros excelentes colegas de profissão pelas contribuições e companheirismo no decorrer desses anos.

Agradecemos às nossas famílias pelo incentivo, paciência e confiança incondicional em toda a nossa formação, além do apoio, estímulo e credibilidade.

RESUMO

O Tribunal de Justiça do Estado do Amapá (TJAP), instituição pública de fundamental importância para a sociedade amapaense, possui um *data center* onde mantém a virtualização de todo o judiciário do estado do Amapá. A cada duas horas, é feito um backup geral dessas informações, além da manutenção de diversos serviços internos que necessitam do funcionamento contínuo de energia elétrica. Portanto, há a necessidade do abastecimento ininterrupto de energia nessas instalações. Tendo em vista essa necessidade a instituição promoveu a implantação de dois grupos motores geradores automáticos, em paralelo, a diesel, em uma subestação abrigada no prédio sede do TJAP, situado no centro de Macapá-AP. O objetivo do trabalho foi acompanhar e analisar todo o processo de implantação desses geradores, desde a fase de aquisição até a instalação final dessas máquinas. A metodologia do trabalho consistiu na elaboração dos projetos de aquisição e instalação, acompanhamento das equipes no âmbito da instalação e observação dos procedimentos da implantação de uma subestação geradora de energia elétrica independente. Ao final de todo o processo e conclusão da instalação, foram realizados todos os testes técnicos que comprovam o funcionamento adequado dos geradores. São apresentados os dados numéricos das grandezas elétricas fornecidas a partir da geração, sendo verificado que as máquinas estão trabalhando de forma eficiente e atendendo às expectativas previstas no projeto de instalação.

Palavras-chave: Subestação. Geração de eletricidade. Geração a diesel.

ABSTRACT

The Amapá State Court of Justice (TJAP), a public institution of fundamental importance to the amapaense society, has a data center where it maintains the virtualization of the entire judiciary of the state of Amapá. Every two hours, a general backup of this information is done, as well as the maintenance of several internal services that require the continuous operation of electric energy. Therefore, there is a need for uninterrupted power supply at these facilities. In view of this need, the institution promoted the implementation of two automatic generator sets, in parallel, with diesel, in a sheltered substation in the headquarters building of the TJAP, located in the center of Macapá-AP. The objective of the work was to follow up and analyze the whole process of implantation of these generators, from the acquisition phase until the final installation of these machines. The methodology of the work consisted of the preparation of the acquisition and installation projects, the monitoring of the teams within the scope of the installation and observation of the procedures of the implementation of an independent electricity generating substation. At the end of the entire process and completion of the installation, all technical tests were carried out to prove the proper functioning of the generators. The numerical data of the electrical quantities supplied from the generation are presented, being verified that the machines are working efficiently and meeting the expected expectations in the installation project.

Keywords: Substation. Generation of electricity. Diesel generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo de GMG síncrono a diesel e seus componentes	15
Figura 2 – Representação do princípio de funcionamento de um gerador elementar	16
Figura 3 – Divisão de carga entre dois geradores-derivação CC ligados em paralelo	20
Figura 4 – Dois grupos geradores existentes no prédio do TJAP.....	23
Figura 5 – Planta baixa do subsolo do TJAP.....	24
Figura 6 – Fatura de energia elétrica, mês de consumo dezembro de 2016.....	28
Figura 7 – Fatura de energia elétrica, mês de consumo dezembro de 2017	29
Figura 8 – Fatura de energia elétrica, mês de consumo abril de 2018	30
Figura 9 – Informativo da CEA aos grandes clientes.....	37
Figura 10 – Diagrama unifilar da subestação, anterior a instalação dos GMGs em paralelo...	43
Figura 11 – Novo diagrama unifilar da subestação	44
Figura 12 – Grupo gerador Cummins.....	45
Figura 13 – Grupo gerador Stemac	46
Figura 14 – Grupo gerador Maquigeral	46
Figura 15 – Parte principal do Termo de Referência para aquisição dos geradores	47
Figura 16 – Edital para aquisição dos GMGs.....	48
Figura 17 – Carreta com os novos GMGs ao lado do Fórum Anexo de Macapá-AP	50
Figura 18 – Desembarque dos novos GMGs do Fórum Anexo	50
Figura 19 – Novos GMGs e seus acessórios ao lado do prédio do TJAP	51
Figura 20 – Exemplo de cabo multipolar HEPR	54
Figura 21 – Termo de Referência para instalação dos geradores (parcial)	59
Figura 22 – Grupo gerador alternativo para sala do <i>data center</i>	61
Figura 23 – Emendas dos cabos rede CEA e carga do prédio.....	62
Figura 24 – Comparação da estrutura física das máquinas	63
Figura 25 – Remanejamento dos grupos geradores existentes.....	63
Figura 26 – Transporte dos GMGs para a subestação	64
Figura 27 – Transporte dos GMGs na entrada do subsolo do TJAP	65
Figura 28 – Geradores posicionados dentro da sala de geração	66
Figura 29 – Acomodação final dos Quadros de Paralelismo e Transferência.....	66
Figura 30 – Comprimento dos condutores e colocação dos terminais	67
Figura 31 – Condutores conectados ao gerador	68
Figura 32 – Vista por trás de um dos QTAs	70
Figura 33 – Abertura das chaves fusíveis.....	71
Figura 34 – Abertura da chave para proteção geral.....	72
Figura 35 – Canaletas limpas prontas para receber os novos condutores	73
Figura 36 – Novos condutores para a canaleta da sala de geração.....	73
Figura 37 – Canaleta já com alguns novos condutores	74
Figura 38 – Visão geral das acomodações dos geradores, quadro de paralelismo e QTAs	75
Figura 39 – Um dos QTAs com os <i>leds</i> CEA-carga normais.....	77
Figura 40 – Monitor do <i>start up</i> mostrando a primeira partida.....	78

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Quadros Gerais de Baixa Tensão	26
Quadro 2 – Dados dos Grupos Geradores (anterior a instalação)	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Planilha de demandas, anos de 2016, 2017 e 2018.....	31
Tabela 2 – Planilha de distribuição dos cabos interligados	55
Tabela 3 – Planilha orçamentária (parcial).....	56
Tabela 4 – Planilha de composição de preços	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Valores das demandas mensais, ano 2016.....	33
Gráfico 2 – Valores das demandas mensais, ano 2017.....	33
Gráfico 3 – Consumo registrado nos anos 2015, 2016 e 2017	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	GRUPO MOTOR GERADOR A DIESEL	15
2.1	HISTÓRICO.....	16
2.2	DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS.....	17
2.3	RAZÕES PARA USO DE GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA.....	18
2.4	PARALELISMO E SINCRONISMO DO GMG.....	18
2.4.1	Vantagens da operação em paralelo	18
2.4.2	Operação em paralelo de geradores	19
2.4.3	Condições necessárias para operação em paralelo.....	20
3	COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DO SISTEMA ELÉTRICO DO TJAP.....	22
3.1	ENGENHARIA DE CAMPO	22
3.2	LEVANTAMENTO DE DADOS	25
3.3	CONTAS DE ENERGIA ELÉTRICA.....	27
3.4	ESTUDO DA DEMANDA E CONSUMO DO PRÉDIO	32
3.5	ANÁLISE TARIFÁRIA.....	35
3.5.1	Conceitos gerais da tarifação.....	35
3.5.2	Estrutura tarifária.....	35
3.5.3	Enquadramento tarifário do TJAP	37
4	DIMENSIONAMENTO DO GERADOR	39
4.1	ANÁLISES DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO.....	39
4.2	REQUISITOS DE ENERGIA.....	39
4.3	ESPECIFICAÇÃO DO MÓDULO GMG	40
4.4	DIAGRAMA ELÉTRICO.....	42
5	PROCESSO PARA AQUISIÇÃO DOS GRUPOS GERADORES	45
5.1	PROPOSTAS APRESENTADAS PELOS FABRICANTES.....	45
5.2	TERMO DE REFERÊNCIA E EDITAL PARA AQUISIÇÃO DOS GMGS.....	47
5.3	ENTREGA DOS GRUPOS GERADORES PARA IMPLANTAÇÃO.....	49
6	PROJETO DA INSTALAÇÃO DOS GERADORES.....	52
6.1	LOCAÇÃO DE UM GRUPO GERADOR EMERGENCIAL	52
6.2	PROCEDIMENTOS PARA O PROJETO DA INSTALAÇÃO DOS GMGS	52
6.3	ACOMODAÇÕES E INSTALAÇÕES DOS NOVOS GMGS EM PARALELO	64

6.4 ENTREGA FINAL E <i>START UP</i> PELO FABRICANTE CUMMINS	77
7 CONCLUSÃO.....	79
REFERÊNCIAS	81

1 INTRODUÇÃO

As crescentes demandas do consumo de energia elétrica no país e o entrave no crescimento do sistema elétrico envolvendo geração, transmissão e distribuição, devido aos impedimentos de naturezas políticas, econômicas e ambientais, geraram discussões quanto a disponibilidade de recursos energéticos e as ofertas de energia, levando o país a debater, investir e adotar medidas emergenciais no setor elétrico com objetivo de suprir o crescimento da procura por alguns setores e regiões do Brasil. Buscando soluções viáveis para atingir as metas de racionamento sem prejudicar a produção, o consumidor nacional busca alternativas de baixo custo através da eficiência energética.

A preocupação dos consumidores de alta tensão (grupo A) com a qualidade e disponibilidade de fornecimento de uma energia segura e confiável para os próximos anos, tem se presenciado um interesse crescente pela utilização de grupos geradores (a óleo ou gás) em substituição da energia fornecida pela concessionária, principalmente para manter a disponibilidade de energia a qualquer momento.

Por conseguinte, sistemas que antes possuíam altos níveis de segurança de reservas de energia, hoje enfrentam dificuldades para suprirem as crescentes demandas de energia elétrica, em determinados horários, chegam a proximidades dos limites de fornecimento, possibilitando riscos de colapso.

Diante de diversos cenários de crises no setor energético, houve a criação do Sistema Interligado Nacional (SIN), que é uma interconexão entre sistemas elétricos, 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 proporciona o atendimento ao mercado com segurança (ONS, 2017).

O sistema elétrico do Estado do Amapá, no ano de 2015, foi interligado ao SIN, através do Linhão de Transmissão Tucuruí-Macapá-Manaus, trazendo benefícios e preocupações, incluindo as novas tarifas e bandeiras de cobranças de consumo e demanda de energia. Embora a geração e a transmissão tenham sofrido melhorias através de investimentos nestes sistemas, por outro lado, a distribuição de energia não houve mudanças significativas, permanecendo sem investimentos, onde as interrupções de energia que eram frequentes tiveram reduções mínimas, não chegando a índices confortáveis de aceitação (Diário do Amapá, 2015).

As fontes de energia elétrica de emergência constituídas por grupos geradores asseguram a confiabilidade necessária a quaisquer serviços, especialmente aos ditos essenciais, uma necessidade crescente nos dias atuais. Nos mais variados ramos de atividades, as interrupções

do fornecimento de energia elétrica apresentam um alto risco de prejuízos, cujas consequências não se podem avaliar (PEREIRA, 2018).

A disponibilidade em ampla faixa de potência e o baixo custo de aquisição e instalação são alguns dos fatores que fazem com que os geradores a diesel sejam largamente utilizados como sistemas de emergência.

De maneira geral, os geradores são dimensionados para suprir energia elétrica apenas para cargas críticas e de emergência por um curto período de tempo, alimentando um grupo específico de cargas. No estudo de caso, serão implantados dois geradores em paralelo que além de manter a segurança e confiabilidade do sistema, devido aos *data center* que armazenam informações essenciais, também irão atender toda a carga do prédio, onde todos os servidores serão atendidos.

O objetivo deste trabalho foi elaborar e acompanhar os projetos de aquisição e instalação, com o uso do método de paralelismo, de 02 (dois) Grupos Motores Geradores (GMGs) emergenciais, a diesel, que alimentam a carga total do prédio sede do Tribunal de Justiça do Estado do Amapá (TJAP), sendo baseado no estudo de cargas, consumo, demanda e normas aplicáveis. Todo esse planejamento buscou mostrar a viabilidade técnica, mostrando uma alternativa eficiente e segurança para as instalações elétricas do prédio, substituindo outros geradores, que estavam praticamente inoperantes e não atendiam as necessidades da instituição.

Análises para o desenvolvimento do projeto serão desenvolvidas através dos estudos e acompanhamento, com diversas verificações, como disponibilidade física, compatibilidade do sistema elétrico existente, dados técnicos de demanda e consumo de energia. Sendo desenvolvido o estudo com o levantamento desses dados, junto a fabricantes e fornecedores desse serviço, atendendo a todos os processos licitatórios.

Como ponto de partida serão analisados os perfis de demanda de energia do órgão, que permitirá o dimensionamento dos Grupos Motores Geradores (GMGs), sendo aplicadas todas as normas necessárias ao desenvolvimento do estudo. Usando as informações técnicas do Tribunal de Justiça do Estado do Amapá (TJAP) para melhor embasamento, como faturas de energia elétrica de 2015 a 2018, levantamento de campo e diagramas. Além do estudo sobre o enquadramento tarifário, grupo tarifário, consumo e demanda aplicáveis.

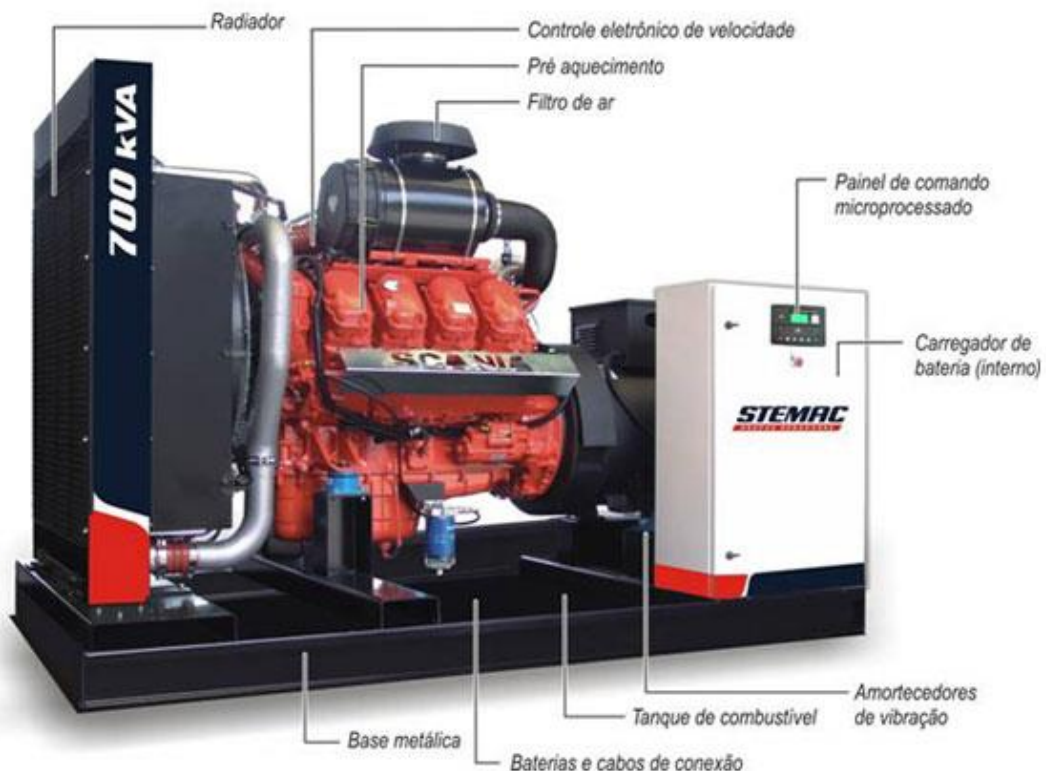
2 GRUPO MOTOR GERADOR A DIESEL

Segundo Kosow (2005), o propósito de um gerador é produzir uma tensão CC por conversão de energia mecânica em energia elétrica, e uma porção desta tensão CC é empregada para excitar o enrolamento do campo magnético estacionário.

Os Grupos Motores Geradores (GMGs) a diesel são equipamentos eletro-mecânicos autônomos, que são uma das soluções encontradas por diversas empresas e setores que necessitam de geração de energia ininterrupta e econômica. Sendo um conjunto de motor diesel e gerador de corrente alternada, convenientemente montados, dotado de componentes de supervisão e controle necessários ao seu funcionamento autônomo e destinado ao suprimento de energia elétrica produzida a partir da queima do óleo diesel. Os grupos possuem quadros de comandos de partida, parada e leitura dos sinais (PEREIRA, 2018).

O GMG a diesel mostrado na figura 1, é um exemplo de gerador síncrono composto de pré aquecimento, painel de comando microprocessado e controlador eletrônico de velocidade que ajusta a velocidade de rotação do sistema de acordo com a velocidade síncrona do gerador, sendo esta energia transformada por um alternador em corrente elétrica.

Figura 1 – Exemplo de GMG síncrono a diesel e seus componentes



Fonte: Almeida (2015).

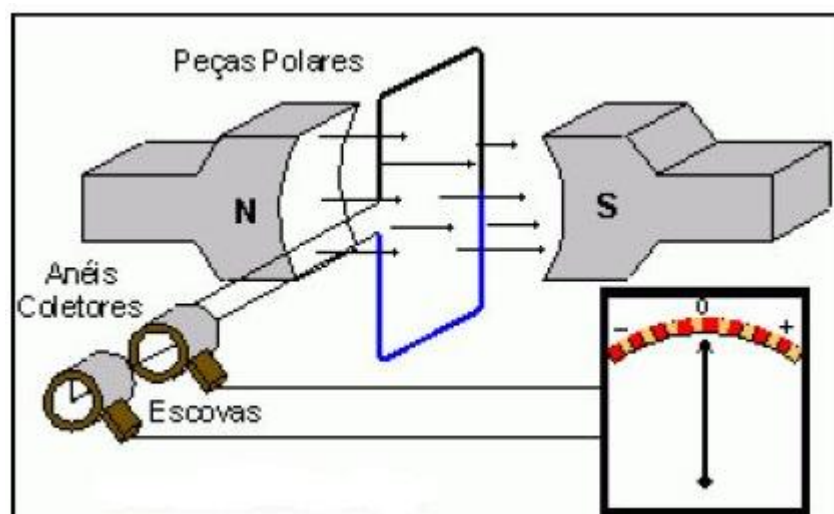
2.1 HISTÓRICO

O gerador elementar foi inventado na Inglaterra em 1831 por Michael Faraday, que foi a primeira indicação da possibilidade de intercâmbio entre energia elétrica e mecânica. Dando início ao gerador, e ao motor elétrico, ao microfone, ao alto-falante, ao transformador, ao galvanômetro, entre outros (KOSOW, 2005). Os estudos de Faraday consistiam na geração de uma tensão através do movimento entre um campo magnético (fixo) e um condutor da eletricidade (móvel).

A figura 2 representa esse princípio de funcionamento, tendo como parte fixa o campo magnético ou indutor, sendo representado pelos polos N e S que funcionam como ímãs (peças polares), e a parte móvel uma espira de fio condutor girando, onde surge uma força denominada eletromotriz (F_{em}), que é induzida pelo campo. A espira gira no campo magnético formando um gerador elementar, que é conectado ao circuito externo por meio dos anéis coletores, assim representados. O medidor muda de direção cada vez que a espira gira 180° , resultando assim em uma tensão alternada (PEREIRA, 2018).

A vantagem desse tipo de gerador é que a frequência permanece fixa, independente da carga que o gerador está alimentando. Essa característica faz com que esse tipo de gerador seja usado em grandes usinas hidrelétricas. A desvantagem desses geradores, é a necessidade de uma corrente contínua para alimentar os eletroímãs do rotor, nos casos em que os ímãs permanentes não são usados. Essa corrente contínua pode vir de uma bateria, ou no caso dos alternadores, de um gerador secundário que compartilha o mesmo eixo do gerador principal.

Figura 2 – Representação do princípio de funcionamento de um gerador elementar



Fonte: Pereira (2018).

A lei de Faraday é um dos efeitos eletromecânicos que relaciona força mecânica aplicada a um corpo com campo eletromagnético. Mas, com ênfase ao movimento e ao sentido do movimento, através do movimento de um condutor (espira girante) em um campo magnético (polos de um ímã), resultando de uma força mecânica aplicada a esse condutor.

Com os estudos desses movimentos, os sentidos da Fem e da corrente induzida no condutor guardam uma relação definida como fluxo concatenado que as induz. Esta relação é estabelecida pela lei de Lenz: em todos os casos de indução eletromagnética, uma Fem induzida fará com que a corrente circule em um circuito fechado, num sentido tal que seu efeito magnético se oponha à variação que a produziu (KOSOW, 2005).

Onde há indução eletromagnética, sempre ocorre uma variação no fluxo concatenado, resultando em uma corrente devido a Fem induzida, cujo campo se opõe ao fluxo. Desta forma, o conceito da lei de Lenz satisfaz todos os casos de Fem induzida, aplicando-se aos transformadores, motores de indução, motores e geradores CC.

2.2 DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS

Denomina-se alternador ao gerador de corrente alternada, assim como dínamo ao gerador de corrente contínua. Os geradores são máquinas destinadas a converter energia mecânica em energia elétrica. A transformação dessa energia nos geradores fundamenta-se no princípio físico, visto anteriormente, conhecido como Lei de Lenz. Os Grupos Motores Geradores (GMGs) são equipamentos que possuem motores de reconhecido desempenho, acoplado a um gerador de moderna tecnologia e montado sobre base metálica, com acionamento manual ou automático, dotado de componentes de supervisão e controle necessários ao seu funcionamento autônomo (PEREIRA, 2018).

Os grupos vêm com painel de controle, que é utilizado principalmente para controlar a transmissão de potência no gerador, proporcionando uma proteção por falta de tensão, excesso de corrente, velocidade regulação automática e inversão de poder. Entretanto, ele também pode controlar parâmetros tais como temperatura da água e do óleo, pressão do petróleo e temperatura de escape.

A instalação do gerador deve possuir um formato adequado de troca de ar fresco e limpo, e adequado de exaustão de ar quente do gerador. Para projeto de ventilação da sala, especificamente para o sistema de arrefecimento, as condições de temperatura do gerador em funcionamento devem ser bem dimensionadas. É altamente recomendável que um melhor tamanho da sala pode aumentar a eficiência e diminuir a temperatura dos geradores.

Principalmente, os itens de ventilação como radiador, ventilador, tubos de escape, que devem ter atenção especial no projeto da sala.

2.3 RAZÕES PARA USO DO GRUPO GERADOR DE EMERGÊNCIA

Há muitos benefícios para quem opta pelo uso de grupo gerador Diesel de emergência, como a possibilidade das operações continuarem em pleno funcionamento, mesmo em casos de queda de energia. Porém, há outras vantagens que também são importantes. Das quais:

- Para suprir energia em caso de falha no sistema de fornecimento de energia elétrica (concessionária);
- Fornecem energia logo após a queda da rede, assim garantindo que o local não fique impossibilitado de operar. De muita importância para locais como hospitais, shoppings, sistemas de comunicação, teatros, indústrias;
- Opção de acionamento automático ou manual;
- Qualidade da energia fornecida pelo GMG;
- Confiabilidade, assegurando a capacidade energética adequada;
- Conforto e segurança.

2.4 PARALELISMO E SINCRONISMO DO GMG

A sincronização tem como objetivo alcançar uma condição de harmonia entre propriedades de interesse dos sistemas em questão, havendo certas vantagens em relação a alguns tipos de sistemas. Entretanto, existem algumas propriedades que são muito utilizadas como indicadoras de condição síncrona, caracterizando algumas modalidades que serão descritas no decorrer deste tópico.

2.4.1 Vantagens da operação em paralelo

De acordo com Kosow (2005), um sistema útil consiste de várias estações centrais geradoras, todas operando em paralelo. Onde as principais vantagens são:

- Se uma única unidade de grande potência constitui uma estação e essa unidade deixar de funcionar, deixará de funcionar também a estação; enquanto que se houverem várias unidades menores e uma necessitar de reparo, as demais estarão disponíveis para fornecer o serviço que for necessário.

- Uma única unidade, para operar com rendimento máximo, deverá ser carregada até sua capacidade nominal. Se as cargas supridas forem pequenas, como uma estação com várias unidades menores em paralelo, algumas dessas unidades poderão ser removidas ou adicionadas para atender estas flutuações da demanda; cada unidade pode ser operada à sua capacidade nominal ou próxima dela, funcionando assim o sistema no seu rendimento máximo.
- Se houver necessidade de um reparo ou de uma parada geral para manutenção, as unidades menores facilitam as operações, haja vista a ocorrência de maior disponibilidade de peças de reposição ou reserva, bem como dos serviços a executar.
- Quando aumentar a demanda média do sistema, serão instaladas unidades adicionais para acompanhar o acréscimo de demanda. Sendo que o capital empregado inicialmente será menor e o seu crescimento corresponderá ao crescimento da demanda média.
- Há limites físicos e econômicos para capacidade possível de uma só unidade. Ou seja, uma unidade singela não chegaria a capacidade suficiente para suprir demandas gigantescas de sistemas.

As razões citadas mostram a importância do uso de geradores em paralelo, dando assim mais confiabilidade ao sistema. Devem ser bem planejados para o melhor funcionamento possível. Para o caso estudado, serão utilizadas 02 (duas) unidades geradoras de mesma potência, onde apenas um grupo gerador é suficiente para alimentar por si só a demanda mínima do prédio ao longo de um determinado período.

Mas há também algumas desvantagens, como a aquisição de mais tecnologias, sendo elas, o quadro de comando e paralelismo e quadro de transferências, necessitando também, de mais espaço físico para esses equipamentos. Assim como também, esse tipo de operação acarreta um aumento na corrente de curto-circuito, o que implica em investimentos de proteção de equipamentos.

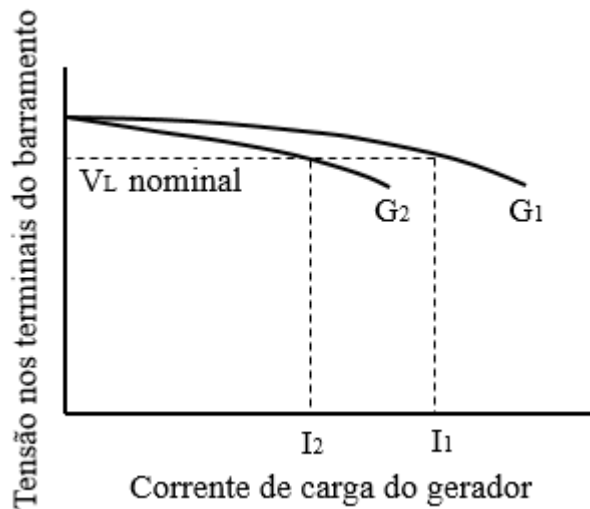
2.4.2 Operação em paralelo de geradores

Os geradores-derivação se adaptam à operação em paralelo, devido à sua característica de tensão decrescente com a carga. Isto pode ser visto por uma análise conforme a figura 3, que mostra dois geradores-derivação (de características externas ou capacidades diferentes) ligados em paralelo, entregando corrente a uma carga externa. Estando em paralelo, a mesma tensão V_L

existe no barramento. O gerador 2 entrega uma corrente I_2 e o gerador 1 entrega uma corrente I_1 ao barramento e à carga (KOSOW, 2005).

Se a carga aumentar ou diminuir, a tensão do barramento ou de carga, V_L , irá diminuir ou aumentar, respectivamente, e cada gerador levará uma parcela proporcional da carga. Por isso, uma fonte de tensão que possua uma característica de tensão decrescente, irá operar em equilíbrio estável quando ligada em paralelo a outras fontes de perfil semelhantes.

Figura 3 – Divisão de carga entre dois geradores-derivação CC ligados em paralelo



Fonte: Kosow (2005, p. 196), adaptado.

2.4.3 Condições necessárias para operação em paralelo

Mesmo sendo vantajosa, a operação em paralelo não pode ser executada arbitrariamente. Como visto anteriormente, dois geradores-derivação devem repartir igualmente a carga total em proporção às suas capacidades de saída. Algumas condições, chamadas condições de paralelismo, referentes à operação e às especificações dos geradores, devem ser observadas, sob pena de problemas na tensão gerada, danos aos geradores, condutores, barramentos e equipamentos alimentados.

Segundo Kosow (2005), as condições estabelecidas para geradores representam, essencialmente, os requisitos básicos para a operação em paralelo de qualquer fonte de tensão. Para que se apliquem às máquinas CA, estes requisitos devem ser particularizados, são os seguintes:

- Os valores eficazes (CA) das tensões devem ser idênticos, isto é, todas as máquinas devem ter a mesma tensão eficaz, devem ter a mesma forma de onda e exatamente

em oposição de fase. Se esta condição não for respeitada, será gerada uma corrente de circulação entre os geradores, que danifica os mesmos, reduzindo a sua vida útil.

- As frequências devem ser as mesmas, se isso não ocorrer, a onda gerada no barramento não terá características senoidais, e ainda terá picos de tensão duas vezes maior do que das ondas nos geradores.
- As características de tensão sob a carga das fontes devem ser iguais ou semelhantes. No caso da diferença entre amplitudes das tensões, o sistema que possui maior amplitude fornecerá potência reativa para o outro sistema.
- A sequência de fase das tensões da máquina que entra no sistema deve ser a mesma do barramento. Caso essa condição não seja respeitada, cada fase do barramento terá uma tensão nominal diferente das outras, o que causará curto-circuito, podendo levar a queima do equipamento.

Ainda referente aos ângulos de defasagem dos geradores operando em paralelo, se um deles tiver ângulo diferente dos outros, surgirá uma diferença de potencial atuando sobre dois pontos de uma mesma fase. Isso dará origem a uma corrente circulante entre os vários geradores, que reduzirá a vida útil dos mesmos, poderá destruir os condutores de ligação e danificar os barramentos.

3 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS DO SISTEMA ELÉTRICO DO TJAP

Neste capítulo serão abordadas as instalações existentes na subestação, todos os dados que constam nas faturas de energia elétrica, dados técnicos de projetos como os quadros de distribuição e levantamento de cargas nos quadros geral de baixa tensão. Este tipo de procedimento, será calculado e comparado aos dados fornecidos pela fatura de consumo.

Para melhor definição de levantamento de carga, é efetivado uma planilha de demandas medidas, demandas contratadas e diferença de percentual economizado mensalmente. Com esses resultados, são elaborados gráficos e calculado as perdas e economias. Serão demonstradas nesta seção as faturas, planilhas e gráficos para melhor visualização dos dados e o aproveitamento da eficiência energética.

3.1 ENGENHARIA DE CAMPO

A engenharia de campo consiste em reunir dados e informações do local onde ocorrerá a instalação do Grupo Motor Gerador (GMG), sendo importante esses dados serem coletados quando a empresa ou instituição estiver em pleno funcionamento. Onde serão analisadas diversas informações, como os picos de corrente, balanceamento de fases, demanda, sinais de harmônicos, fator de potência, entre outros.

A concessionária Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA), ultimamente, instalou medidores inteligentes, que fornece a consumidores denominados de grandes clientes, gráficos de medidas de massa, facilitando ao consumidor o acompanhamento de suas cargas, durante o período de 24 horas por dia.

De acordo com Gozzi (2011), as subestações são definidas como um conjunto de equipamentos de manobra ou transformação de tensão, e são formadas por transformadores, reatores, banco de capacitores, disjuntores, chaves seccionadoras, para-raios, transformadores de potencial e de corrente, estruturas e barramentos. Sendo utilizados no Brasil dois tipos de subestação:

- Subestação elevadora – normalmente localizada perto das unidades geradoras de eletricidade, tendo como finalidade elevar o nível de tensão e diminuir a intensidade da corrente.
- Subestação abaixadora – reduz o nível de tensão e aumenta a intensidade da corrente elétrica. Este tipo de subestação pode estar situada em diferentes pontos estratégicos durante a transmissão da usina até o consumidor final. Como exemplo temos as

subestações aéreas, bancadas e abrigadas, que dependendo da potência do transformador de distribuição, serão aumentadas as bitolas dos cabos.

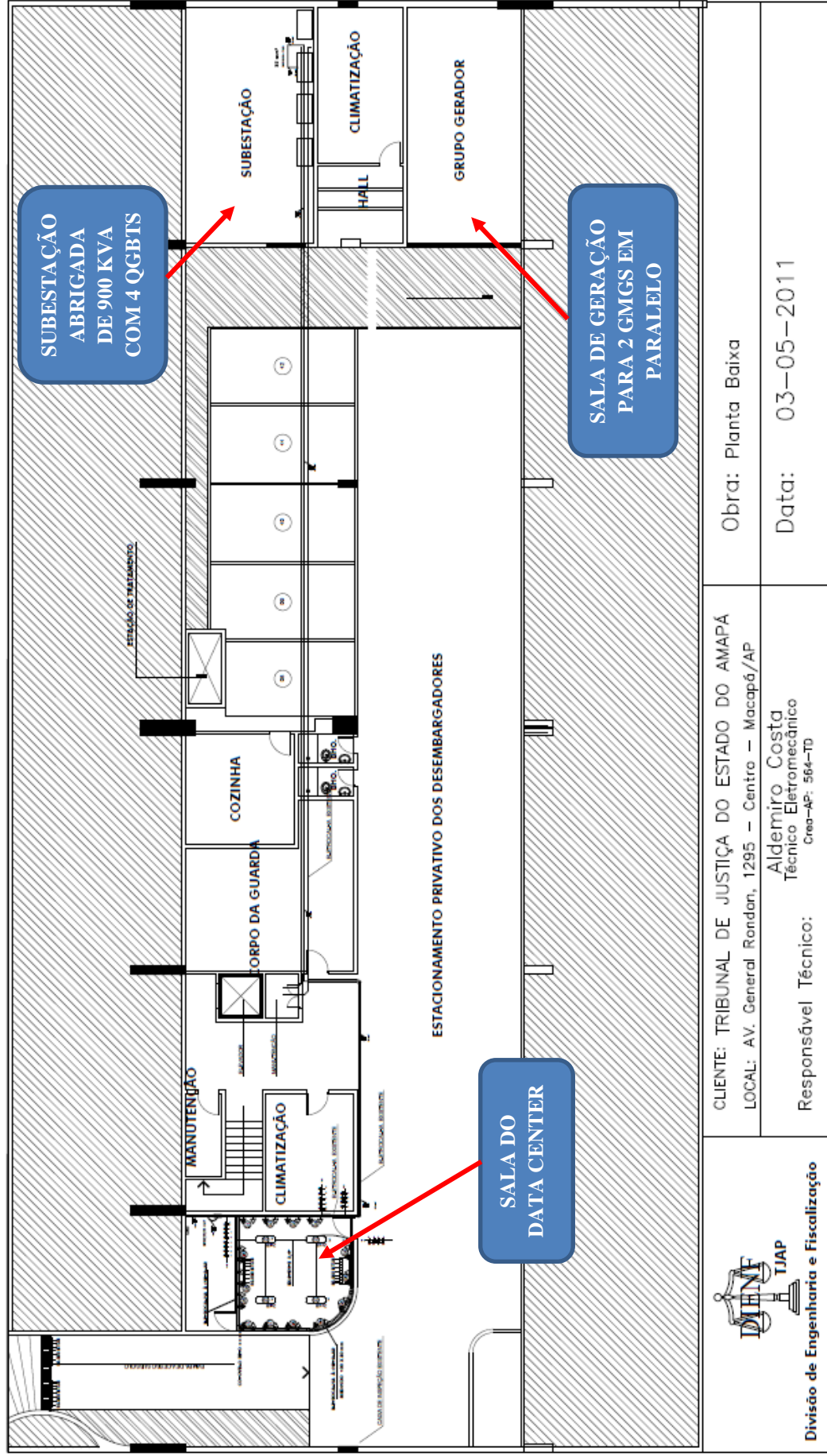
O prédio sede do Tribunal de Justiça do Estado do Amapá (TJAP) possui uma subestação abrigada, dividida em dois compartimentos, com potência total de 900 kVA. No primeiro, abriga 03 (três) transformadores, todos de 300 kVA. E no segundo, é a sala de geradores, que comportava 02 (dois) geradores síncronos, um de 330 kVA e outro, inoperante, de 400 kVA, das marcas STEMAC e POLIDISEL, respectivamente (figura 4).

Figura 4 – Dois grupos geradores existentes no prédio do TJAP



No subsolo do TJAP estão abrigados os compartimentos da subestação, tendo como vista superior, no lado direito da edificação, como visto na planta baixa (figura 5), que apresenta a localização dentro da edificação. O subsolo também é utilizado como estacionamento dos desembargadores, além de salas de cozinha, corpo da guarda, manutenção, *datacenter*, entre outros.

Figura 5 – Planta baixa do subsolo do TJAP



Fonte: TJAP (2011), adaptado.

3.2 LEVANTAMENTO DOS DADOS

Ter conhecimento do ambiente e dos comportamentos de sua carga torna-se essencial para o conhecimento e da projeção de geração para a fonte de energia alternativa, chamada geração a Diesel. Verificando as cargas instaladas e adquirindo os dados através das contas de energia elétrica, ou ainda, por medição. Sendo utilizadas para análise de consumo e demanda as faturas de energia elétrica de 2016, 2017 e 2018.

Como foi visto anteriormente, a subestação compreende dois compartimentos. O primeiro possuindo a sala da subestação propriamente dita, que abriga 03 (três) transformadores de distribuição, a óleo, trifásicos, de 300 kVA de potência cada. Nos bornes do primário, temos 13,8 kV de alta tensão e, nos bornes do secundário, temos 220 V e 127 V de baixa tensão, tensões padronizadas pela concessionária, para comercialização no estado do Amapá. Esses transformadores são divididos em cubículos de transformação, alimentando os Quadros Gerais de Baixa Tensão (QGBTs) das cargas:

- Transformador 01 – 13,8 kV/220-127 V, 300 kVA – Alimentando as cargas de iluminação, tomadas de uso geral (TUGs), tomadas de uso específico (TUEs) e o QGBT auxiliar que alimenta o *data center*.
- Transformador 02 – 13,8 kV/220-127 V, 300 kVA – Atua em paralelo com transformador 03, alimentando as cargas de refrigeração.
- Transformador 03 – 13,8 kV/220-127 V, 300 kVA – Faz o paralelismo com o transformador 02.

Ainda no primeiro compartimento, lado oposto aos transformadores, estão localizados os QGBTs, que são 04 (quatro) no total, distribuídos conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Quadros Gerais de Baixa Tensão

<p style="text-align: center;">QGBT 01 Iluminação e Tomadas</p>	<p>Tomadas de Uso Geral (TUGs), serve de proteção ao transformador 01 e conecta ao barramento rede da Concessionária. Conexão feita ao Quadro de Transferência do gerador 01.</p>
<p style="text-align: center;">QGBT 02 Tomadas de Uso Geral – TUGs e Secundário</p>	<p>Recebe os cabos alimentadores que vem do barramento carga do quadro de transferência 01. Tomadas de uso geral e <i>nobreaks</i> (que alimentam o <i>DataCenter</i>).</p>
<p style="text-align: center;">QGBT 03 Paralelismo</p>	<p>Faz o paralelismo dos transformadores que atendem a refrigeração. Este QGBT, primeiro faz o paralelismo e depois envia para os barramentos rede do grupo gerador 02.</p>
<p style="text-align: center;">QGBT 04 Secundário</p>	<p>Exclusivo para a refrigeração do prédio. É alimentado pelo barramento de carga do Quadro de Transferência do gerador 02.</p>

O fator de potência é uma relação entre potência ativa e aparente. Trata-se da diferença entre o consumo aparente (medido em VA) e o consumo real (medido em W), ele indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada, um alto fator de potência indica uma alta eficiência e qualidade de energia. Por esta razão, tem instalado nos fundos deste compartimento bancos de capacitores, que são conectados nos bornes de saída de baixa tensão (secundário) dos transformadores. São 09 (nove) capacitores, sendo 3 de 15 kVAr para cada bucha de baixa tensão dos transformadores, anulando diretamente reativos na saída dos bornes secundários dos 03 (três) transformadores, chegando a qualidade de energia em torno dos 99%. Para esse fator de potência manter-se, a subestação possui um banco de capacitores de 135 kVAr, com 45 kVAr, por fase. Além disso, possui também, os devidos equipamentos de medição da concessionária nessa mesma sala.

No segundo compartimento, está a sala dos grupos geradores, que atendem ao prédio do TJAP, abrigando 02 (dois) grupos geradores síncronos, cada um com seu Quadro de Transferência. Havendo 01 (um) gerador inoperante, ambos automáticos, trifásicos, com

frequência de 60 Hz, tensões de 220/127 V, fator de potência 0,8. Sendo apresentadas as informações dos GMGs no quadro 2.

Quadro 2 – Dados dos Grupos Geradores (anterior a instalação)

Indicadores	Grupo gerador 01	Grupo gerador 02 (inoperante)
Carga	Iluminação e tomadas TUGs	Refrigeração
Potência	330 kVA	400 kVA
Código	ST nº 330101396	NIA355G3
Fabricante	STEMAC	POLIDIESEL
Peso bruto	2.820 kg	2.820 kg
Corrente de trabalho	780 A	1051 A
Data de fabricação	Outubro/1996	Outubro/1992

Ao longo do imóvel, nos 03 (três) andares, existem QGBTs da refrigeração distribuídos para darem apoio às centrais de ar tipo Toneladas de Refrigeração (TRs). Para iluminação e tomadas, existem apenas quadros de distribuição instalados em algumas colunas nos corredores dos 03 (três) andares.

3.3 CONTAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Muitos dados da instituição foram adquiridos pelos históricos de contas de energia elétrica, disponível em pastas do sistema na intranet do TJAP, havendo diversos documentos e controle de todos os elementos fornecidos pela concessionária Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA) ao longo dos anos.

As contas expedidas pela concessionária fornecem informações importantes sobre o uso da energia elétrica, sendo uma fonte de dados confiável. Como pode ser visto nas faturas abaixo (figuras 6, 7 e 8), as principais informações existentes na conta de energia elétrica são: consumo de energia ativa (kWh); consumo de energia reativa (kVAr); demanda registrada (kW); demanda contratada (kW); demanda faturada (kW) e o fator de potência.

Figura 6 – Fatura de energia elétrica, mês de consumo dezembro de 2016

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DO AMAPÁ
 AVE PADRE JULIO MARIA LOMBAERD, 1900
 SANTA RITA - MACAPÁ - AP - CEP: 68.900-030
 CNPJ: 05.965.546/0001-09 IE: 030029940
Atendimento: 0800 096 0196 www.cea.ap.gov.br
 Ouvidoria: 0800 096 1406 (07:30-11:30 e das 13:30-17:30)

A Tarifa Social de Energia Elétrica - TSEE foi criada pela Lei nº 10.438, 26 de abril de 2002
 Nota Fiscal / Conta de Energia Elétrica - Série U - Nº 042189
 Regime especial de Impressão autorizado pela Sec. de Fazenda

Componente - 7000

TRIBUNAL DE JUSTICA DO ESTADO DO AMAPA
R. GENERAL RONDON , 1295 TRIBUNAL DE JUSTIC
LAGUINHO -
CEP 68.908-080 - MACAPA - AP
CNPJ 34.870.576/0001-21
Roteiro: 001.20.06.000510

Para contato com a empresa,
 informe este número

Código Único
0041176-0

Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL : Fone 167 - Ligação Gratuita de telefones fixos e tarifada na origem para telefones celulares

Emissão	Data Leitura Anterior	Data Leitura Atual	Data Próxima Leitura	Dias de Consumo	Apresentação	Mês Faturado
04/01/2017	29/11/2016	30/12/2016	27/01/2017	31	09/01/2017	12/2016
Cod. Fat.	Classe/Subclasse	Ligação	Poste	Forma Faturamento	Motivo FD	Número FD
5.2.8.4	Pp Estadual	Alta Tensao		Normal		

	Medidor	Leit. Atual	Leit. Anterior	Constante Fatur.	NPL	Cons. Medido	Cons. Faturado	Dem. Ctada:
Consumo	132800026	5562	5452	920,00000	5	101200	101200	600
Demanda		1	1	920,00000	1	460	600	
Reativa	R132800026	1186	1163	920,00000	5			

Fator Potência: 97,88
Fator Carga: 30,13

Histórico	kWh	Composição da Tarifa	Itens Faturados	Tar. sem Impostos	Valor
11/2016	127598	Transmissão	Consumo 101.200 kWh a 0,225079	0,218552	22.777,99
10/2016	119600		Demanda 600 kW a 20,603499	20,006000	12.362,09
09/2016	123280		Contribuição de Iluminação Pública (COSIP)		33,38
08/2016	134320		Informativo Adici Band Amarela - 39,63		
07/2016	123280		Isencao Icms - 7764,57		
06/2016	124200				
05/2016	132480				
04/2016	115000				
03/2016	119600				
02/2016	121440				
01/2016	109480				
12/2015	163760				
Média		Pis 0,5200 % - 182,72			
12 meses	126169	Cofins 2,3800 % - 836,33			

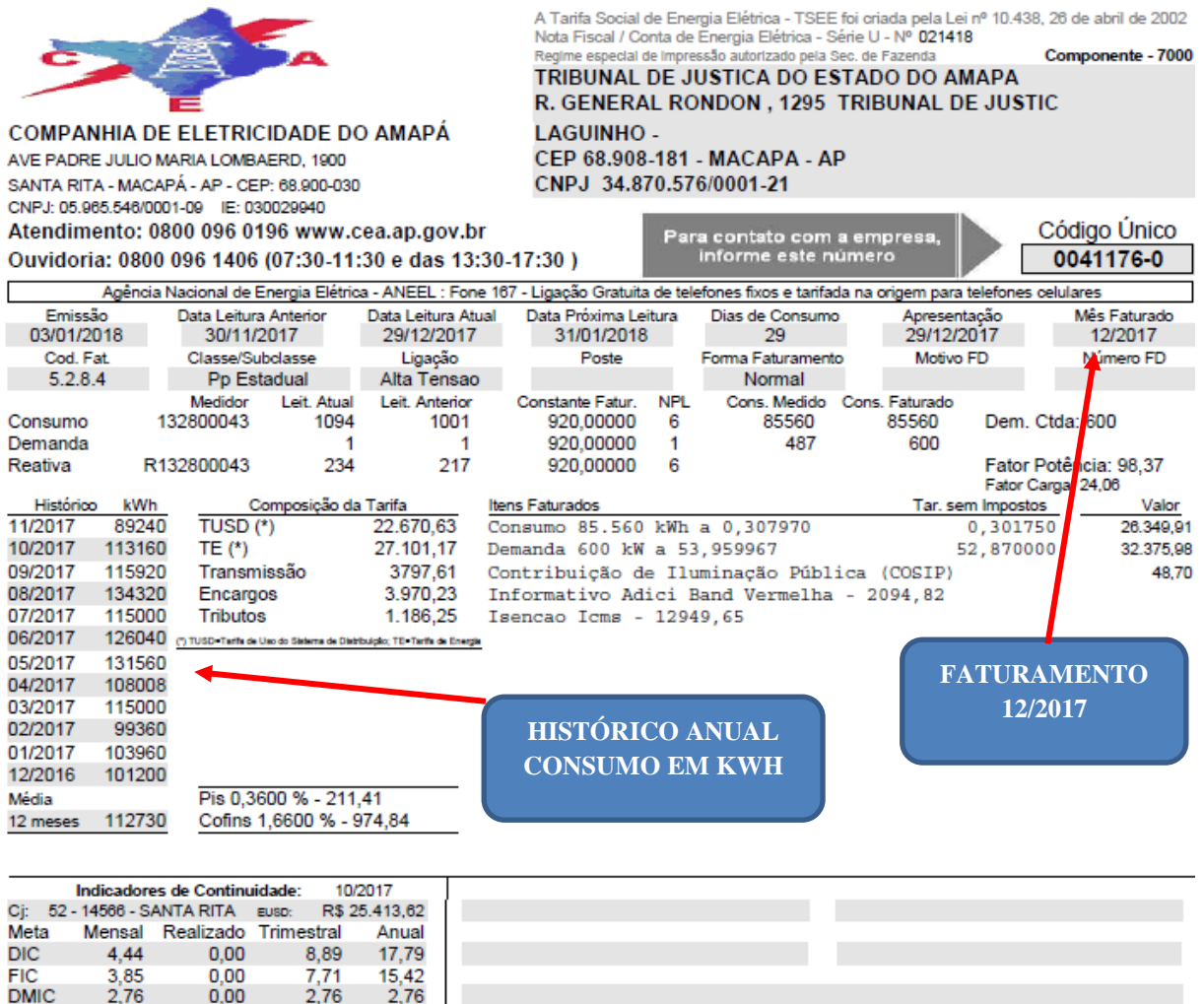
Indicadores de Continuidade: 10/2016

Cj:	52 - 14586 - SANTA RITA	usd	R\$ 15.949,42
Meta Mensal	Realizado	Trimestral	Anual
DIC	4,44	0,00	8,89 17,79
FIC	3,85	0,00	7,71 15,42
DMIC	2,76	0,00	2,76 2,76

FATURAMENTO
12/2016

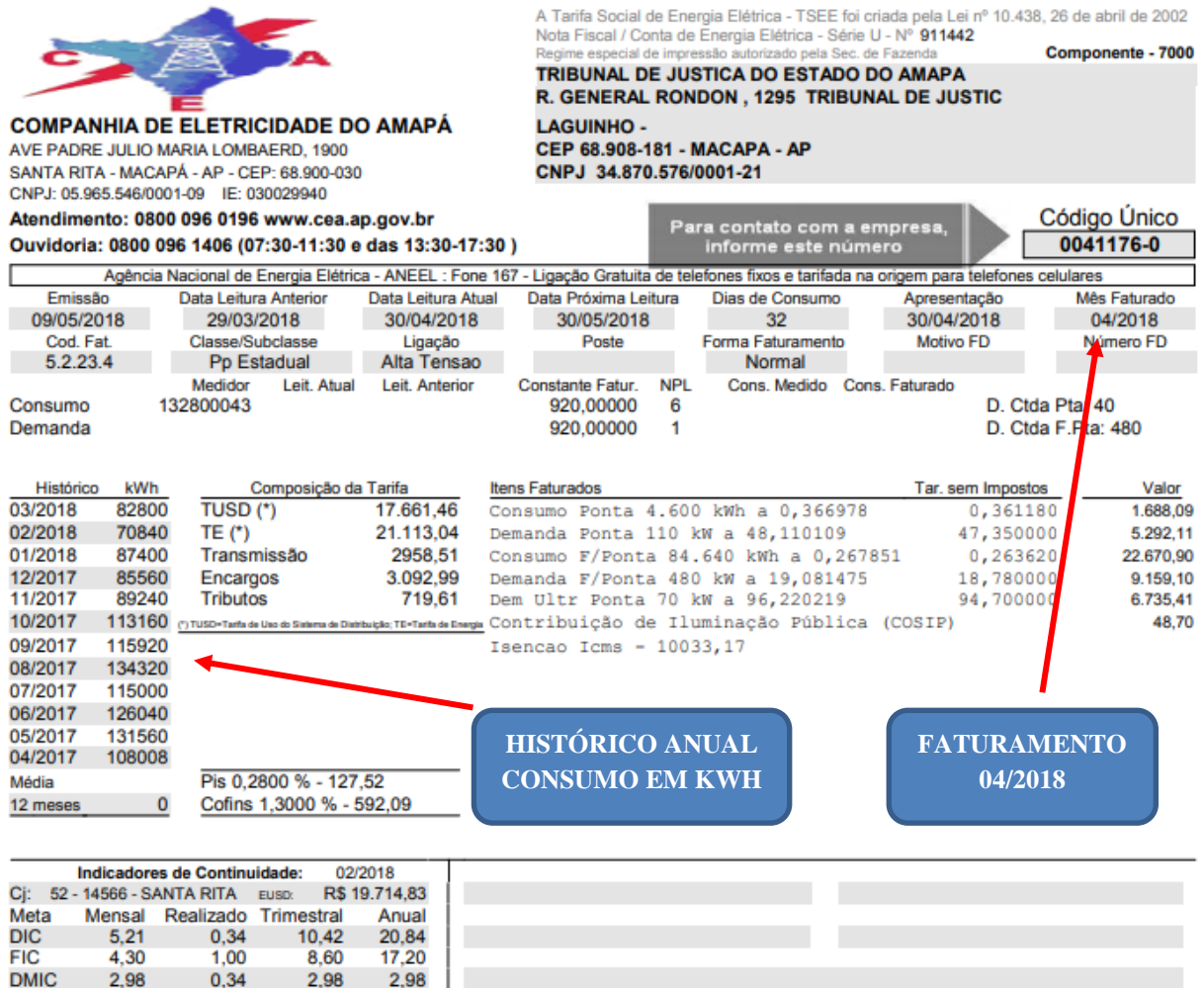
HISTÓRICO ANUAL
CONSUMO EM KWH

Figura 7 – Fatura de energia elétrica, mês de consumo dezembro de 2017



Em 2018, as modalidades tarifárias foram alteradas, em decorrência da concessionária apresentar-se adimplente com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANNEEL), as tarifas que já vinham sendo reajustadas desde de 2017, passaram a sofrer novos reajustes e agora com as mudanças das modalidades tarifárias. As modalidades tarifárias que mais se adequou para as nossas demandas, foi a modalidade azul. Essa modalidade tarifária, possui consumo ponta e consumo fora de ponta, assim também como as demandas ponta e demanda fora de ponta. Na fatura de energia de abril de 2018, figura 8, já consta esses dados.

Figura 8 – Fatura de energia elétrica, mês de consumo abril de 2018



De posse das faturas de consumo de energia e seus dados, os anos de 2016, 2017 e 2018 foram levantadas suas demandas e colocados em planilha para melhor elaborar o projeto de geração, de tal forma que, os cálculos para as potências dos geradores, teriam no mínimo, ultrapassar a soma das potências da subestação abrigada do prédio, levando-se em consideração que estava sendo feito um planejamento para, no mínimo, 25 (vinte e cinco) anos. Na tabela 1 está sendo demonstrada a planilha de demandas para os anos de 2016, 2017 e 2018, juntamente com controle, perdas ou economias.

Tabela 1 – Planilha de demandas, anos de 2016, 2017 e 2018

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
2016													
CONSUMO	109.480	121.440	119.600	115.000	132.480	124.200	123.280	134.320	123.280	119.600	127.598	101.200	120.957
VALOR	34.614,38	35.662,22	35.582,25	30.629,67	33.839,16	31.271,57	31.357,55	33.873,13	32.054,81	31.337,94	34.822,98	35.173,46	33.351,59
DEMANDA CONT.	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600,00
DEMANDA MEDIDA	479	487	478	469	516	506	460	487	478	478	478	460	481,33
	80%	81%	80%	78%	86%	84%	77%	81%	80%	80%	80%	77%	80%
2017													
CONSUMO	103.960	99.360	115.000	108.008	131.560	126.040	115.000	134.320	115.920	113.160	89.240	85.560	111.427
VALOR	42.450,40	40.852,33	48.053,29	44.351,45	52.737,02	47.550,28	46.323,32	53.695,28	46.683,79	48.849,46	42.487,09	58.774,59	47.734,03
DEMANDA GERAL	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600,00
DEMANDA MEDIDA	395	404	441	450	478	478	450	469	487	506	506	487	462,58
	66%	67%	74%	75%	80%	80%	75%	78%	81%	84%	84%	81%	77%
2018													
CONSUMO PONTA	5.520	3.680	4.600	4.600	3.680	4.600	4.600	5.520	4.600	4.600	5.520	4.600	4.677
CONSUMO F. PONTA	81.880	67.160	78.200	84.640	83.720	81.880	80.040	98.440	87.400	101.200	89.240	73.600	82.800
VALOR	37.905,26	35.841,58	43.898,54	45.594,31	36.647,46	40.717,58	40.980,59	48.171,53	45.113,62	50.631,93	43.207,86	35.440,85	42.094
DEM. CONT. PONTA	40	40	40	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEMANDA PONTA	73	92	119	110	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DEM. CONT. F. PONTA	480	480	480	480	390	390	390	390	390	390	390	390	390
DEMANDA F. PONTA	358	358	386	480	390	395	390	395	423	432	414	390	393
DEM. ULT. PONTA	33	52	79	70	0	0	0	0	33	42	24	0	29

3.4 ESTUDO DA DEMANDA E CONSUMO DO PRÉDIO

A demanda é calculada através da média das potências elétricas ativas ou reativas, requisitadas ao sistema elétrico pela parcela da carga instalada em operação na unidade consumidora, durante um intervalo de tempo especificado (PROCEL, 2011).

A carga será a aplicação que está sendo medida em termos de potência, aparente, ativa ou reativa. O período no qual é tomado o valor médio é designado por intervalo de demanda (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

A demanda contratada é o valor de demanda de energia que a unidade consumidora irá utilizar dentro dos seus processos de consumo de energia elétrica por um período de 30 (trinta) dias, no caso do prédio estudado é de 600 kW, ou seja, é comprado a energia da concessionária, tendo que manter o limite de consumo sempre abaixo ou igual dessa demanda, caso contrário, será gerada uma multa por excedente de demanda com tarifas o dobro da tarifa normal. Vale ressaltar, que a demanda contratada não sofreu alterações durante os anos anteriores a 2018.

Note que nas faturas dos anos 2016 ou 2017, figuras 6 e 7, a demanda de energia foi abaixo de 600 kW, embora a demanda esteja abaixo da demanda contratada, mesmo assim se tem que pagar os 600 kW, esta medida está amparada pela resolução nº 414 da ANEEL, 2010.

De posse dos dados da planilha, visto na tabela 1, os gráficos foram levantados, ano a ano e, se pode visualizar as perdas e futuramente convertê-las em economia para a instituição. Os gráficos 1 e 2 demonstram os valores das demandas contratadas e medidas nos anos 2016 e 2017, respectivamente.

Gráfico 1 – Valores das demandas mensais, ano 2016

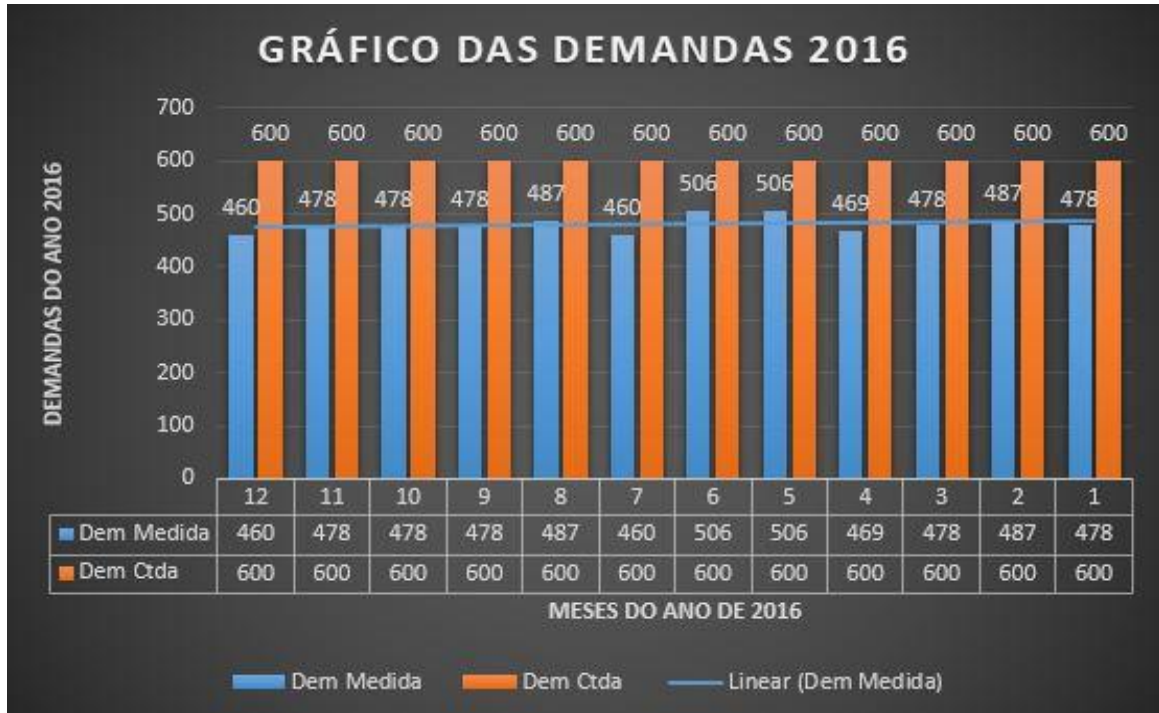
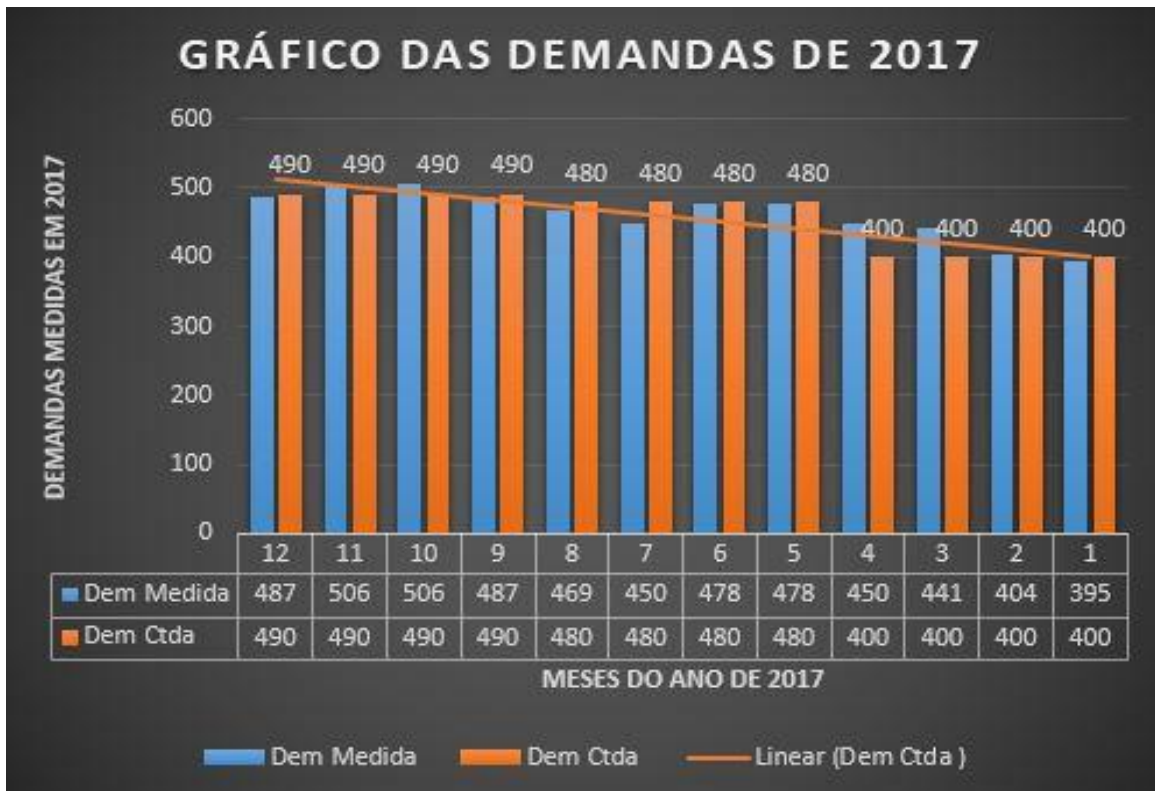


Gráfico 2 – Valores das demandas mensais, ano 2017

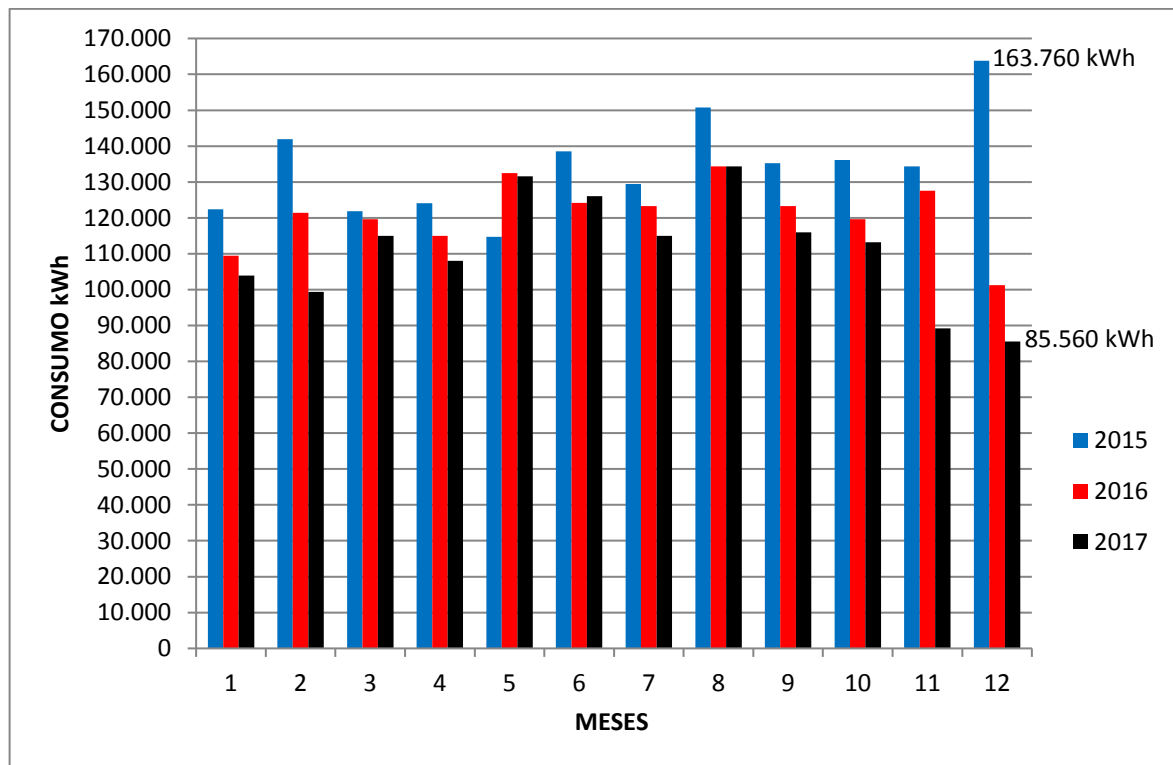


O consumo de energia elétrica é a quantidade de potência elétrica (kW) consumida em um intervalo de tempo, expresso em quilowatt-hora (kWh). Como exemplo, o valor do consumo de um equipamento elétrico é obtido através do produto da potência do equipamento (kW) pelo seu período de utilização (tempo em horas) e, em instalações residenciais, comerciais ou industriais, através da soma do produto da demanda medida pelo período de integração (PROCEL, 2011).

O gráfico 3 demonstrado abaixo já mostra variações nos valores de consumo de energia, diminuindo o valor do consumo a cada ano. Essa diminuição do consumo de energia elétrica ocorreu devido a medidas adotadas pela instituição, uma delas foi a substituição da refrigeração em TRs por climatização Centrais de ar Split, e a outra, a redução do horário da jornada de trabalho de 08 (oito) horas em 02 (dois) períodos, para 07 (sete) horas em um período, tendo além da economia de energia, mais aproveitamento dos seus servidores.

Nos últimos três anos, o consumo máximo medido foi de 163.760 kWh, no mês de dezembro de 2015, e o mínimo 85.560 kWh, no mês de dezembro de 2017. As medidas citadas anteriormente resultaram em uma redução no consumo de cerca de 90% em dois anos.

Gráfico 3 – Consumo registrado nos anos 2015, 2016 e 2017



3.5 ANÁLISE TARIFÁRIA

Kagan, Oliveira e Robba (2010) dizem que os usuários ou consumidores de energia elétrica são divididos em categorias, por faixa de tensão, onde a cada uma delas corresponde uma tarifação diferenciada, sendo este o modo como é faturada a energia fornecida. A classificação usual de consumidores por este critério é: residenciais, comerciais, industriais, poderes públicos, serviços públicos, iluminação pública, rural e, ainda, consumos próprios.

3.5.1 Conceitos gerais de tarifação

A tarifa de energia elétrica tem por finalidade remunerar a concessionária dos investimentos no sistema e dos custos operacionais. Ou seja, esse sistema está construído de modo a atender à demanda máxima, assim, é razoável considerar a estrutura tarifária que leve em conta a tarifação da demanda máxima verificada (demanda faturável em kW) e da energia absorvida (consumo de energia ativa em kWh), sendo chamada tarifa binômica (KAGAN; OLIVEIRA; ROBBA, 2010).

Como exemplo, para melhor esclarecimento, seja o caso de dois consumidores, o consumidor 1 com uma demanda baixa diária, em torno de 10 kW, com um pico de demanda máxima alto, em torno de 100 kW, e energia absorvida em volta de 400 kWh. E o consumidor 2 com uma demanda alta, em torno de 30 kW, e pico de demanda máxima pequena, em torno de 40 kW, e energia absorvida grande, em torno de 760 kWh. Obviamente, a maior parte do investimento feito na rede destina-se ao atendimento do consumidor 1.

Assim, caso a tarifação fosse feita somente pela energia suprida, quando nessa tarifa deveria estar compreendida a amortização da instalação, o consumidor 2 pagaria mais da metade do total e o consumidor 1, responsável pelo investimento da concessionária, menos da metade. Esta distorção é sanada pela tarifa binômica que remunera a amortização do investimento pela tarifa de demanda e os custos operacionais pela energia.

3.5.2 Estrutura tarifária

As Unidades Consumidoras (UCs) são classificadas em dois grupos tarifários: Grupo A (alta tensão), com a tarifa binômica e Grupo B (baixa tensão). O grupo A, onde se encontra o caso estudado, é subdividido de acordo com os níveis de tensão de fornecimento em: A1 (230 kV ou mais), A2 (88 a 138 kV), A3 (69 kV), A3a (30 a 44 kV), A4 (2,3 a 25 kV) e AS (sistema

subterrâneo). Os prédios públicos do grupo A encontram-se geralmente no subgrupo A4 (PROCEL, 2011).

As modalidades tarifárias levam em conta a característica de cada usuário, diferindo os mesmos, de acordo com o impacto que este causa ao sistema e a sua participação em custos envolvidos no seu atendimento. Buscando definir sinais de preços para indução do mercado dos consumidores a um comportamento racional sobre custos dos sistemas. Portanto, definem-se as tarifas por unidades de demanda (R\$/kW) e energia consumida (R\$/kWh), como visto nas faturas anteriormente (figuras 6, 7 e 8), o valor a pagar é a soma da parcela do consumo de energia e a parcela do consumo de demanda, além de uma contribuição pra iluminação pública (tarifa municipal).

Conforme a resolução nº 414/2010 da ANEEL, o prédio do TJAP, por possuir medição em alta tensão, é classificado junto a concessionária como pertencente ao grupo Poder Público Estadual enquadrado no subgrupo A4, com tensão de fornecimento 13.8 kV. Sendo os consumidores inseridos nesse grupo (grupo A) estão sujeitos a três tipos de modalidades tarifárias: convencional, horária azul e horária verde.

Na modalidade convencional, as tarifas de consumo e demanda contratada são aplicadas independente das horas do dia e dos períodos do ano. Sendo que a demanda medida não pode ultrapassar um limite de 5% da demanda contratada, se houver a ultrapassagem, haverá outra parcela a ser somada de ultrapassagem, sendo que a tarifa de ultrapassagem corresponde a duas vezes a tarifa de demanda.

Na modalidade tarifária horária azul são aplicadas as tarifas diferenciadas de consumo de energia, de acordo com as horas de utilização do dia (horários de ponta e fora de ponta) e dos períodos do ano (períodos seco e úmido), bem como das tarifas diferenciadas de demanda de potência de acordo com as horas de utilização do dia (horários de ponta e fora de ponta).

E, na modalidade tarifária horária verde, aplica-se tarifas diferenciadas de consumo de energia, de acordo com as horas de utilização do dia (horários de ponta e fora de ponta) e dos períodos do ano (períodos seco e úmido), bem como de uma única tarifa de demanda de potência, não havendo tarifas diferenciadas para os horários de ponta e fora de ponta.

Ressaltando, que as tarifas mais caras de consumo ou demanda, de acordo com as horas de utilização do dia, são nos horários de ponta e, de acordo com os períodos do ano, no período seco. Assim como, no caso de ultrapassagem do limite de 5% da demanda contratada, haverá a tarifa de ultrapassagem se o consumidor estiver usando qualquer uma das três modalidades.

Além disso, recentemente, o sistema tarifário brasileiro adotou um novo parâmetro para definição de taxas de consumo, chamado Sistema de Bandeiras Tarifárias. Tendo como principal função repassar os custos adicionais de geração presentes em alguns dias do ano.

Esse sistema é constituído de três bandeiras: verde, amarela e vermelha. Na verde, as condições são favoráveis de geração de energia, onde a tarifa não sofre acréscimos. Na amarela, as condições de geração são menos favoráveis, onde a tarifa sofre um acréscimo de R\$ 1,50 para cada 100 quilowatt-hora kWh consumidos. E, na vermelha, as condições são mais custosas de geração, e a tarifa sofre um acréscimo de R\$ 3,00 para cada 100 quilowatt-hora kWh consumidos.

3.5.3 Enquadramento tarifário do TJAP

Um ponto importante é a adequação da instalação ao sistema tarifário, de forma que haja a melhor utilização da energia com um menor custo possível. O prédio estudado estava na modalidade convencional, como pode ser visto nas faturas das figuras 6 e 7, pagando parcela de consumo e demanda contratada, vale ressaltar que não houve registros de pagamento de demanda ultrapassada nos anos anteriores a 2018.

No segundo semestre do ano de 2017, a concessionária CEA, amparada pela ANEEL, implementou alterações das modalidades e bandeiras tarifárias, visto na figura 9, para ajustar seus parâmetros junto a ela.

Figura 9 – Informativo da CEA aos grandes clientes

INFORMATIVO: MODALIDADES, BANDEIRAS E POSTOS TARIFÁRIOS

Prezados Clientes,

Este informativo foi elaborado pela Gerência de Grandes Clientes da Companhia de Eletricidade do Amapá com o objetivo de elucidar os conceitos e as diferenças entre *modalidades tarifárias horárias, bandeiras tarifárias e postos tarifários*.

Primeiramente, aos clientes do Grupo A é aplicada a **tarifa binômia**, ou seja, **uma tarifa para a demanda contratada e outra tarifa para a energia** (consumo), enquanto aos clientes do Grupo B é aplicada apenas a tarifa do energia (tarifa monômia). Atualmente, ainda há vários clientes do Grupo A4 enquadrados na **modalidade tarifária convencional**, cujo valor das tarifas não sofre alteração em virtude do horário, apenas os acréscimos quando há bandeira amarela ou vermelha, conforme quadro abaixo:

Convencional	Tarifa (sem impostos)	Resolução
Consumo BVD	0,25732	Res. Homolog. nº 2187/2016-ANEEL
Consumo BAM	0,27732	
Consumo BVM Patamar 1	0,28732	
Consumo BVM Patamar 2	0,29232	
Demanda	24,39	

Fonte: CEA (2017).

Logo, houve adequações, como o estudo do melhor enquadramento tarifário na modalidade azul ou verde. O documento visto acima foi uma determinação da ANEEL devido a conexão ao Sistema Interligado Nacional (SIN), onde os clientes do grupo A não podem ser enquadrados as tarifas da modalidade convencional.

Para isso, estudos foram efetivados e analisados para as demandas medidas ao longo dos anos. A demanda contratada nos anos estudados foi de 600 kW, nos anos 2016 e 2017, os registros de demanda medida máxima, não foram tão altos, porque, como foi visto anteriormente, o prédio está sempre adotando medidas de eficiência energética e conservação de energia, e também não há aumento considerável na carga, devido a não ampliação do prédio, seja em estrutura física, seja em aumento do número de servidores. O que houve ainda foi a redução no horário a partir do mês de outubro de 2017, o que pode ocasionar ainda mais a redução no consumo e demanda.

Logo, para fins de conhecimento e esclarecimento, ocorreram alterações no início de 2018, sendo o prédio enquadrado na modalidade tarifária horária azul. E, pelo fato de não haver consumo a noite, o horário ponta não foi um fator preocupante, de tal forma que as demandas contratadas no horário ponta foram praticamente desnecessárias, ficando 480 kW no horário fora ponta e, 40 kW no horário ponta.

4 DIMENSIONAMENTO DO GERADOR

A necessidade de geração local de eletricidade de emergência, em geral, é definida pela obrigatoriedade de atender aos requisitos de normas técnicas para instalações prediais. Devendo ser dimensionado adequadamente a capacidade do gerador e, assegurar o projeto adequado para os sistemas de transferência de carga (CUMMINS, 2011).

4.1 ANÁLISES DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO

Embora proporcionem grandes economias de energia elétrica, algumas medidas de uso racional e eficiente podem não ser economicamente viáveis. Portanto, qualquer ação que promova a racionalização e a eficiência do uso de energia elétrica deve ser analisada também do ponto de vista econômico. Nesse caso, além da viabilidade, a prioridade de ações de uso racional e eficiente também pode ser determinada pela análise das alternativas consideradas.

A implantação dos 2 (dois) grupos geradores é vantajosa e eficaz nos aspectos de segurança, sendo eles, geradores automáticos de mesma potência, são totalmente seguros e confiáveis para o bom desempenho diário de trabalho na Instituição.

Outro fator importante que os grupos geradores proporcionam, é o de segurança para a realização da manutenção, pois ao parar um grupo gerador para manutenção, o outro equipamento, de mesma potência, no caso de interrupção de energia, manterá totalmente a carga sem danos para a Instituição e seus usuários, de tal forma que não perceberão se apenas um grupo gerador estará operante.

4.2 REQUISITOS DE ENERGIA

Os sistemas de geração local de energia podem ser classificados de acordo com o tipo e a classe do equipamento de geração. De acordo com a aplicação desse equipamento, esse pode ser classificado como *standby*, *prime* ou contínuo.

Uma das primeiras informações coletadas é da necessidade que o equipamento deve suprir, ou seja, a situação que o equipamento irá trabalhar, que é a geração ininterrupta e de emergência.

Um dos principais motivos, de obrigatoriedade de sistemas de emergência, é assegurar a integridade física e a vida de terceiros em situações decorrentes de falhas no fornecimento. Já

as instalações voluntárias de energia *standby* por razões de economia, são justificadas por uma redução no risco de interrupção de serviços, perda de dados ou outros, normalmente em centros de processamento de dados (CUMMINS, 2011).

A instalação ocorreu, principalmente, devido à perda de dados do sistema do *DataCenter*, que são alimentados por *nobreaks*, onde não pode haver interrupção no fornecimento dessa energia, além das perdas de equipamentos que podem acontecer devido a essas falhas.

Os sistemas de emergência são instalados por imposição legal e em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelos departamentos de segurança pública, em geral. Frequentemente se destinam ao fornecimento de energia e iluminação durante curtos períodos de tempo, com três propósitos: permitir evacuação segura de prédios, evitar a falta de energia em sistemas de suporte a vida ou equipamentos de pessoas sob cuidados especiais, e evitar que falte energia em sistemas críticos de telecomunicações e em locais usados por serviços de segurança pública (CUMMINS, 2011).

4.3 ESPECIFICAÇÃO DO MÓDULO GMG

Após a realização de medições de correntes elétricas nas saídas dos alimentadores principal de cada QGBT, acompanhamento do comportamento de consumo mensal fornecido pelas faturas de energia, gráficos de medidores de massa, contratos de demandas e levantamentos de cargas para possíveis ampliações nas instalações elétricas do TJAP, foi especificado 02 (dois) Grupos Motores Geradores (GMGs) automáticos, abertos, trifásicos, tensão de 220/127 Volts, frequência de 60 Hz e potências de 450 kVA, cada equipamento. Além dos parâmetros e coletas de dados adotados para a decisão dos equipamentos GMGs, foi levado em consideração a potência total da subestação abrigada, que é de 900 kVA.

Cada GMG, é equipado com Quadro de Transferência Automática (QTA), para operar em regime automático, de tal forma a executar todos os procedimentos de partida e transferência de carga para os geradores sempre que houver interrupção no fornecimento de energia elétrica pela Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA).

Esse QTA deverá ser dotado de dispositivo de bloqueio, com intertravamento elétrico, de tal forma a nunca permitir que suas contadoras trabalhem juntas ao mesmo tempo, ou seja, sempre estarão no sistema Normalmente Aberto (NA) e Normalmente Fechado (NF), e, também não permitirá que o GMG entre em operação em paralelo com a rede da concessionária, conforme a Norma Técnica de Distribuição nº 02 (CEA, 2001).

Segundo a CUMMINS (2011), para dimensionar um grupo gerador é preciso:

- Definir o Regime de operação;
- Conhecer as cargas e os tipos de partida;
- Definir os Steps de partida;
- Definir os limites das cargas (variação de V e Hz);
- Determinar a potência do grupo gerador, podendo ser somada os kW e kVA de todas as cargas;
- Definir tipo e quantidade de transferências (QTA);
- Definir quantidade de geradores;
- Definir local da instalação.

Há duas sessões da NTD02 da CEA que são de muita importância para este trabalho, uma que trata do contrato do fornecimento e a outra sobre a instalação de geradores:

3. Contrato de Fornecimento

a) o fornecimento em tensão primária será precedido da celebração de contrato de fornecimento de energia elétrica, independente da potência instalada em transformadores da unidade consumidora, ressalvado o disposto no item da letra b, abaixo.

b) unidades consumidoras com potência nominal igual ou inferior a 112,5kVA estarão isentas da celebração de contrato de fornecimento desde que o consumidor exerça a opção de faturamento com aplicação da tarifa do grupo B (tensão secundária) que corresponder à respectiva classe de consumo, conforme resolução ANEEL n.º 456/2000.

4. Instalação de Geradores

Não será permitido o paralelismo entre geradores particulares e o sistema da CEA. Quando o consumidor possuir geração própria ele deverá instalar um dispositivo de proteção a fim de evitar essa possibilidade.

Esse dispositivo deverá vir em detalhes no projeto e só poderá ser instalado após sua aprovação pela CEA. Quando em operação o dispositivo deverá estar lacrado e o consumidor só terá acesso ao acionamento do mesmo.

(CEA, 2001).

Dependendo do valor da carga total (geralmente acima de 500 kW) pode ser vantajoso o uso de grupos geradores conectados em paralelo. Embora tecnicamente executável, o uso de grupos geradores em paralelo não é economicamente aconselhável quando a carga total for menor ou igual a 300 kW (CUMMINS, 2011).

Lembrando que a carga total do prédio do TJAP, no verão, chegava ao máximo de 524 kW e com fator de potência de 0,99. Transformando para kVA, vamos ter, aproximadamente, 530 kVA, então o sistema de paralelismo é o ideal. Os grupos geradores serão instalados em paralelos, as suas cargas ficam sendo alimentadas pelos seus Quadros de Transferência Automáticos (QTAs) e, gerenciadas por um quadro geral de paralelismo de

geradores, ou seja, se um dos geradores não entrar por qualquer motivo, terá o outro para assumir a carga total do prédio.

Enquanto um assume a carga total do prédio, o outro entrará em manutenção, mas, para que isso aconteça, existe um fator muito importante, a potência de qualquer um dos geradores terá que ser acima da maior carga medida durante o ano.

Durante a conexão das cargas ao grupo gerador, é aconselhável que elas sejam conectadas divididas em agrupamentos ou blocos de carga, este procedimento poderá exigir menos esforço do grupo gerador. O uso de várias chaves comutadoras ou de algum outro dispositivo será necessário para que a tensão e a frequência do grupo se estabilizem entre as etapas de conexão dos blocos de carga (CUMMINS, 2011).

4.4 DIAGRAMA ELÉTRICO

O diagrama unifilar elétrico é um recurso importante para se entender o sistema e o arranjo das conexões elétricas, devendo ser definido o quanto antes possível, durante o planejamento da instalação, para auxiliar no projeto do sistema. Sendo importante para transmitir informações durante o planejamento, a instalação, a partida inicial e a manutenção do sistema. Estes diagramas mostram os principais componentes, tais como: geradores, equipamentos de comutação de energia, relés de proteção, proteção contra sobrecorrentes, esquema geral de conexões (CUMMINS, 2011).

A figura 10 mostra o diagrama unifilar da subestação anterior a instalação dos GMGs em paralelo, os dois geradores automáticos alimentavam suas cargas individualmente, ou seja, na necessidade de manutenção de um deles, a carga alimentada ficava sem a proteção, caso houvesse interrupção de energia elétrica. O que foi solucionado pelo novo projeto, figura 11, onde os dois GMGs passam a operar no sistema paralelo, e nessa necessidade de manutenção, o outro gerador assume a carga do gerador em manutenção.

Figura 10 – Diagrama unifilar da subestação, anterior a instalação dos GMGs em paralelo

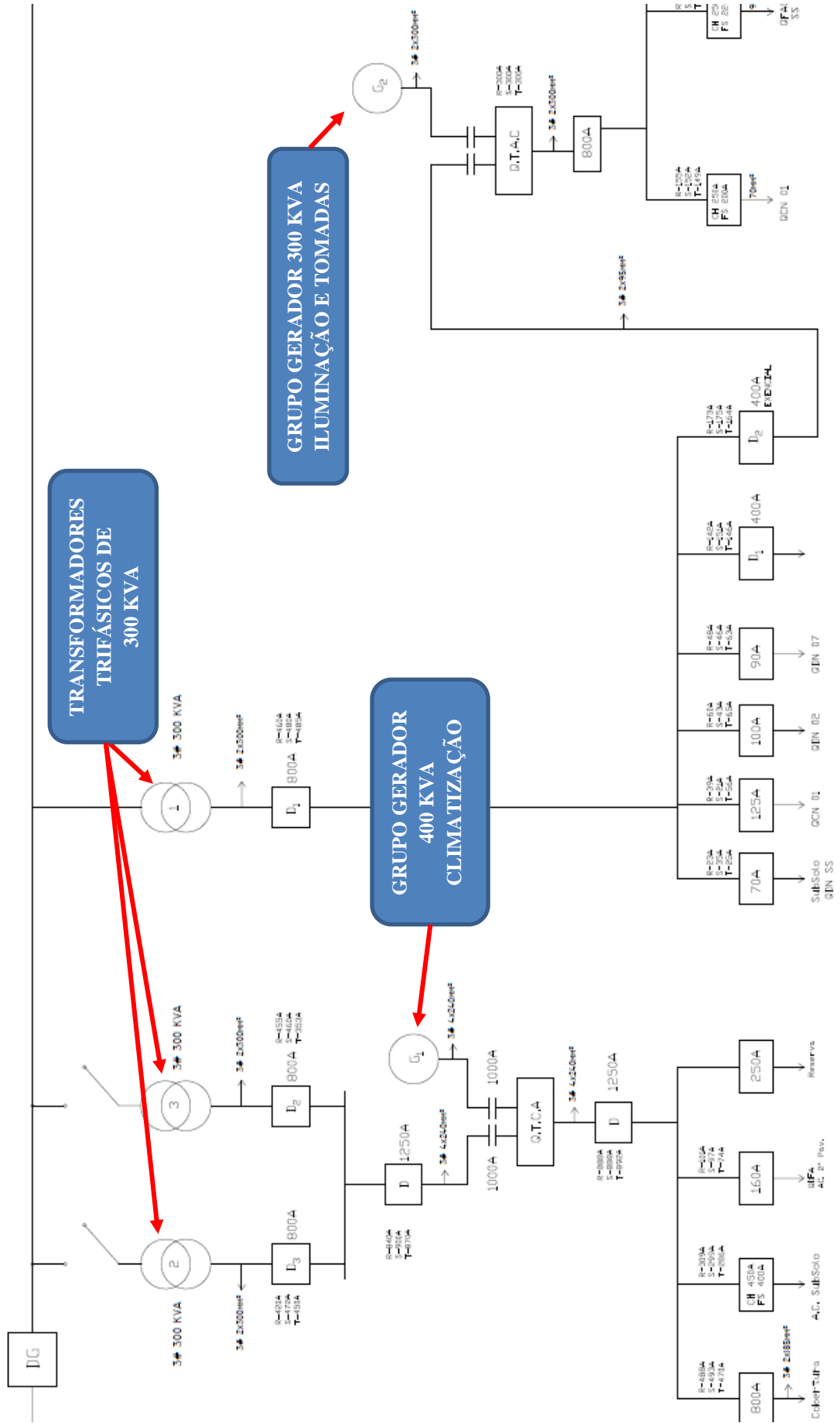


Figura 11

Figura 12

Figura 13

Figura 14

Figura 15

Figura 16

Figura 17

Figura 18

Figura 19

Figura 20

Figura 21

Figura 22

Figura 23

Figura 24

Figura 25

Figura 26

Figura 27

Figura 28

Figura 29

Figura 30

Figura 31

Figura 32

Figura 33

Figura 34

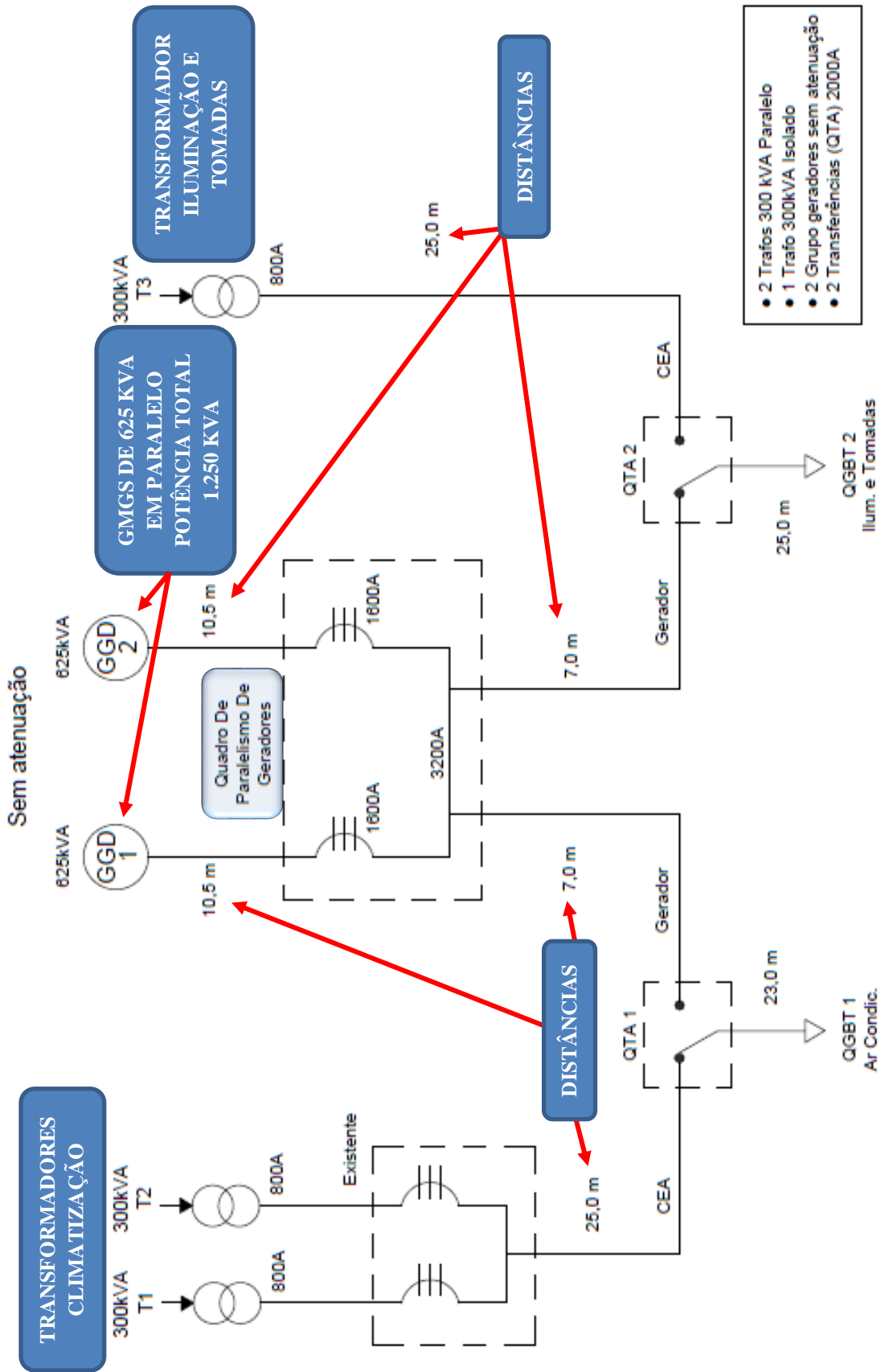
Figura 35

Figura 36

Figura 37

Figura 38

Figura 11 – Novo diagrama unifilar da subestação



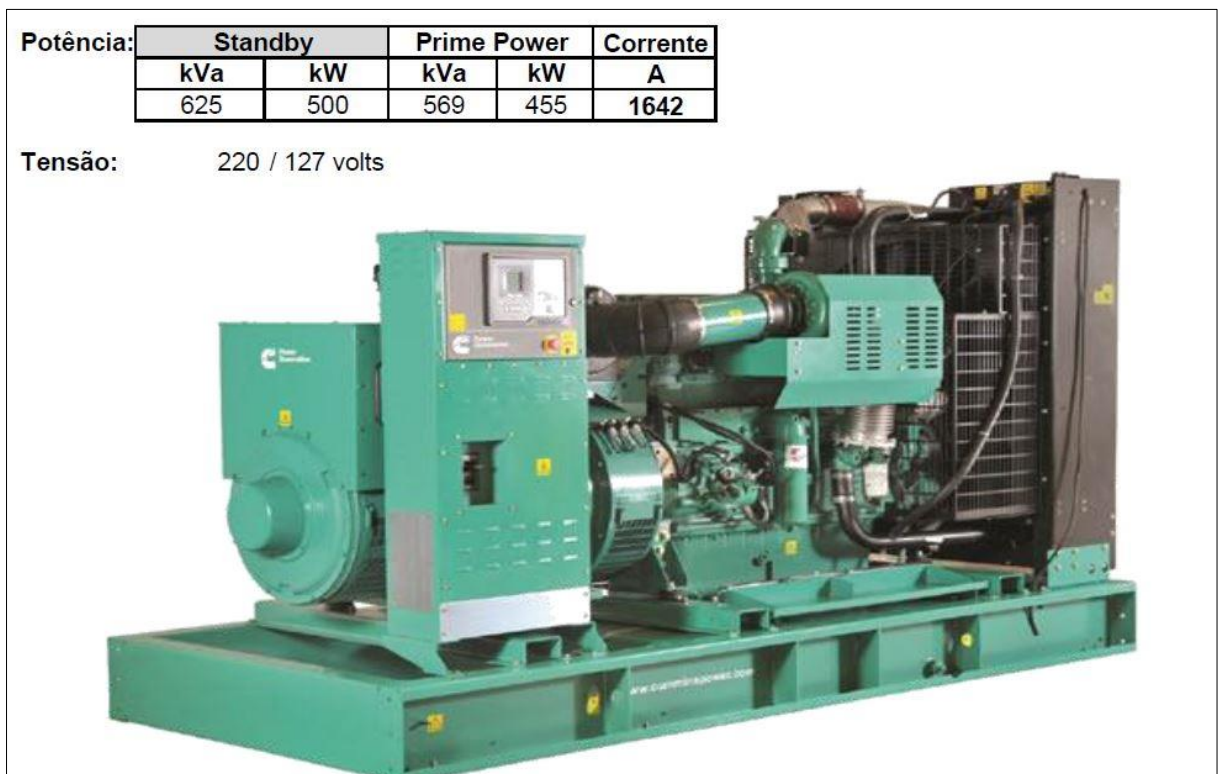
5 PROCESSO PARA AQUISIÇÃO DOS GRUPOS GERADORES

Por se tratar de uma Instituição pública, para adquirir o grupo geradores, há várias etapas de um processo licitatório, sendo elas descritas nos tópicos deste capítulo.

5.1 PROPOSTAS APRESENTADAS PELOS FABRICANTES

As propostas, com seus devidos modelos de equipamentos, são dos fabricantes de grupos geradores que se propuseram a enviar para o Tribunal de Justiça do Estado do Amapá (TJAP). As figuras 12, 13 e 14 mostram os modelos enviados pela Cummins, Stemac e Maquigeral, respectivamente.

Figura 12 – Grupo gerador Cummins



Fonte: TJAP (2017).

Figura 13 – Grupo gerador Stemac

1.1. PRODUTO PRINCIPAL

UM GRUPO GERADOR STEMAC, LINHA DIESEL, com potência de 500 / 450 / 360 kVA - 400 / 360 / 280 kWe (Emergência / Principal / Continua), trifásico, com fator de potência 0,8, na tensão de 220 / 127 Vca em 60 Hz, para funcionamento singelo e automático, composto de:



MOTOR

- Motor SCANIA, modelo DC13 072A 02-14|

Fonte: TJAP (2017).

Figura 14 – Grupo gerador Maquigeral




MAQ 47 N

POTÊNCIA ELÉTRICA FP 0,8	
STAND-BY	550 KVA/440 Kwe
CONTÍNUO	500 KVA/400 Kwe
PRIME	500 KVA/400 Kwe
BASE LOAD	350 KVA/280 Kwe


* imagem meramente ilustrativa

Fonte: TJAP (2017).

5.2 TERMO DE REFERÊNCIA E EDITAL PARA AQUISIÇÃO DOS GMGS

Após todos os estudos e análises, o termo de referência foi elaborado, sendo uma etapa interna da fase de licitação, parte administrativa na qual se discutem vantagens e desvantagens, no caso foi comprovado a importância dessa aquisição para a instituição. A figura 15 mostra a parte principal do termo de referência, sendo solicitado os geradores para atuação em paralelo de potência de 900 kW, para atender a demanda total da subestação.

Figura 15 – Parte principal do Termo de Referência para aquisição dos geradores

 PODER JUDICIÁRIO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO			
ANEXO I			
TERMO DE REFERÊNCIA			
1- DO OBJETO			
1.1-	Constitui objeto do presente Termo de Referência a aquisição de 04 (quatro) Grupos Motores Geradores a diesel, sendo:		
1.2-	02 (dois) para atuação em paralelos e com as mesmas potências, <i>sem atenuação</i> , abertos, para uso como fonte auxiliar de energia, operação automática, <i>com potências para atender uma demanda total de 900KW em regime de funcionamento prime</i> , todos trifásicos, tensão de 220/127 Volts e frequência de 60Hz.		
1.3-	02 (dois) para atuação em paralelo e com as mesmas potências, <i>com atenuação</i> , abertos, para uso como fonte auxiliar de energia, operação automática, <i>com potência para atender uma demanda total de 900KW em regime de funcionamento prime</i> , todos trifásicos, tensão de 220/127 Volts e frequência de 60Hz.		
2-DA JUSTIFICATIVA			
2- Justificamos a aquisição desses equipamentos em face ao processo de virtualização dos processos judiciais e administrativos, e devido as constantes interrupções no fornecimento de energia elétrica regular, tornando-se imperioso garantir suprimento de energia elétrica alternativa e de qualidade à Sede do Tribunal de Justiça e Fórum (Anexo) de Macapá, e assim evitarmos transtornos e contratempos incomensuráveis à prestação jurisdicional/administrativa.			
3- DAS ESPECIFICAÇÕES RESUMIDAS, QUANTIDADES E CUSTOS ESTIMADOS			
3- Segue adiante as especificações resumidas, quantidades e custos estimados dos grupos geradores:			
ESPECIFICAÇÃO RESUMIDA	QTD	VALOR UNITÁRIO	VALOR GLOBAL
3.1-Fornecimento de Grupos Motores Geradores automáticos, de mesmas potências, <i>abertos</i> , para atuarem em paralelo e atenderem uma potência total de 900 Kw(Prime), <i>sem atenuação</i> , sendo que para esse par de GMC deverão ser incluídos 02 (dois) QCPs e 01 (um) QTA, conforme especificações técnicas detalhadas no ANEXO 1 e Diagrama Unifilar no ANEXO 2.	02	309.325,00	618.650,00
3.1- Fornecimento de Grupos Motores Geradores automáticos, de mesmas potências, <i>abertos</i> , para atuarem em paralelo e atenderem uma potência total de 900 Kw(Prime), <i>com atenuação</i> , sendo que para esse par de GMC deverão ser incluídos 02 (dois) QCPs, 03 (três) QTA e 02 (dois) kits de atenuação, conforme especificações técnicas detalhadas no ANEXO 1 e Diagrama Unifilar no ANEXO 2.	02	332.071,67	664.143,33

Fonte: TJAP (2017).

O edital já é um documento externo, que traz todas as regras aplicáveis a licitação, como especificações das propostas, prazos, etc. Foram convocados todos os interessados que atendam ao que é exigido no edital e queiram participar da licitação. A figura 16 mostra parte do edital que atende essa licitação, note que no edital do pregão, por um equívoco, foi lançado potência de 900 kVA. Este edital foi suspenso, redigido e lançado novamente com as devidas correções. Para a área técnica, esse equívoco, provoca uma perda de potência na ordem de 25%, ou seja, cerca de 225 kVA.

Figura 16 – Edital para aquisição dos GMGs

 PODER JUDICIÁRIO TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ COMISSÃO DE LICITAÇÃO E CADASTRO	CLC Fl. ____
EDITAL DO PREGÃO ELETRÔNICO Nº 045/2017	
<p>O TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ, por intermédio deste Pregoeiro, designado pela Portaria nº 46999/2017-GAB/PRES, torna público que na data e horário abaixo indicados fará realizar LICITAÇÃO NA MODALIDADE PREGÃO, na forma ELETRÔNICA, tipo MENOR PREÇO GLOBAL POR LOTE, em sessão pública virtual por meio da INTERNET, mediante condições de segurança, criptografia e autenticação em todas as suas fases, que será regida por este Edital e pelas seguintes normas e suas alterações: Constituição Federal, em especial o Artigo 37, inciso XXI c/c § 1º; Lei nº 8.666/1993; Lei nº 10.520/2002; Lei Complementar nº 101/2000; Lei Complementar nº 123/2006; Decreto Federal nº 5.450/2005; objetivando a aquisição de 04 (quatro) Grupos Motores Geradores a diesel, sendo 02 (dois) para atuação em paralelo, <u>sem atenuação, com potência (juntos) para atender uma demanda total 900KVA</u>, e outros 02 (dois) para atuação em paralelo, <u>com atenuação, com potência (juntos) para atender uma demanda total 900KVA</u>, todos automáticos, abertos, trifásicos, tensão de 220/127 Volts e frequência de 60Hz, conforme especificações do Anexo I deste Edital.</p>	
<p>DATA: 09/08/17 HORÁRIO: 11h00min (horário de Brasília)</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Início do acolhimento das propostas de preços: a partir da publicação do Aviso no DJE • Fim do acolhimento das propostas de preços: às 10h00min do dia 09/08/2017 • Abertura das propostas: às 10h00min do dia 09/08/2017 • Início da Sessão de Disputa de Preços: às 11h00min do dia 11/08/2017 • Local: www.licitacoes-e.com.br 	
<p><u>1 - DO OBJETO:</u></p>	
<p>1.1 - Aquisição de 04 (quatro) Grupos Motores Geradores a diesel, sendo 02 (dois) para atuação em paralelo, <u>sem atenuação, com potência (juntos) para atender uma demanda total 900KVA</u>, e outros 02 (dois) para atuação em paralelo, <u>com atenuação, com potência (juntos) para atender uma demanda total 900KVA</u>, todos</p>	

5.3 ENTREGA DOS GRUPOS GERADORES PARA INSTALAÇÃO

Terminadas todas as fases da Licitação, o processo retorna para a sessão de engenharia do TJAP, se houver recurso, terá que ser julgado e será enviado para apreciação superior o parecer técnico em relação ao recurso. Se a licitação ocorrer normal, sem recursos, o processo é enviado para a engenharia, com o resultado da empresa ou fabricante ganhador(a). De posse do resultado da licitação, o setor entra em contato com o ganhador(a) e começando a seguir as cláusulas que estão elencadas no termo de referência, tais como:

- Prazo de entrega;
- Local a ser entregue os grupos geradores;
- Marca e modelo ofertado;
- Verificar se as especificações ofertadas, se estão de acordo com o solicitado no Termo de Referência;
- Caso esteja em desacordo, será julgado pela comissão determinada pela Instituição para este fim e, dependendo da gravidade das cláusulas atingidas e da justificativa do ganhador, a comissão julgará e tomará a decisão certa para o desacordo.
- Se todos os deveres da empresa contratada forem obedecidos, será marcado o dia para entrega dos equipamentos e local já previamente acertado.

A empresa ganhadora para a aquisição dos Grupos Motores Geradores (GMGs), foi a ELETROSERVICE ENGENHARIA & COMÉRCIO LTDA. Como a empresa ganhadora foi de Macapá, facilitou muito o contato e a troca de informações. Os grupos geradores ofertados foram da fabricante Cummins, através da Distribuidora Cummins Minas LTDA (DCML), empresa representante na região Norte, com potências de 625 kVA, cada equipamento, 220/127 Volts, 60 Hz de frequência, automáticos, trifásicos e abertos.

Os GMGs, como cláusulas contratuais, foram entregues na data e local definidos, as carretas com os grupos geradores comportavam todos os acessórios para as instalações dos referidos equipamentos, que pode ser visto nas figuras 17, 18 e 19.

Figura 17 – Carreta com os novos GMGs ao lado do Fórum Anexo de Macapá-AP



Figura 18 – Desembarque dos novos GMGs do Fórum Anexo



Figura 19 – Novos GMGs e seus acessórios ao lado do prédio do TJAP



6 PROJETO DA INSTALAÇÃO DOS GERADORES

Como visto anteriormente, o prédio do Tribunal de Justiça do Estado do Amapá (TJAP) possuía na sala de geração 02 (dois) Grupos Motores Geradores (GMGs), mas apenas um estava operante. Na sala da subestação, mais precisamente no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT), está instalado o disjuntor de proteção da sala do *data center*, onde estão instalados dois *nobreaks* de 30 kVA cada equipamento. Sendo esse, um disjuntor tripolar de 125 A e cabos alimentadores, um por fase, de 35 mm². O *data center* coleta virtualmente todas as informações (audiências), ocorridas em todas as unidades judiciárias do estado do Amapá, ou seja, em hipótese alguma deverá ficar sem o fornecimento de energia, caso ocorra, serão imensuráveis os prejuízos das perdas das informações judiciais.

6.1 LOCAÇÃO DE UM GRUPO GERADOR EMERGENCIAL

A sala do *data center* possui dois *nobreaks* de 30 kVA, cada equipamento, cada um com seus próprios bancos de baterias, para funcionamento no caso de interrupção de energia ou oscilações de tensão proveniente da rede da Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA). Esses *nobreaks*, antes da instalação dos novos geradores em paralelo, eram alimentados pelo único gerador operante. Note que toda esta proteção e segurança está diretamente direcionada para a sala do *data center*.

Para se pensar na instalação dos novos grupos geradores que já se encontravam ao lado do prédio, deve ser pensado, antes de qualquer decisão, em uma forma de energia alternativa com fornecimento de 24 (vinte e quatro) horas para a sala do *data center*. A alternativa, mais rápida e econômica, foi o uso de geração de energia a diesel, ou seja, a locação de um grupo gerador automático a diesel. Este seria o primeiro passo para o projeto de instalação dos novos grupos geradores automáticos em paralelo.

6.2 PROCEDIMENTOS PARA O PROJETO DA INSTALAÇÃO DOS GMGS

Após resolver a questão da geração emergencial, usando um gerador a diesel locado pela instituição, poderá começar a instalação dos GMGs, sendo descrito cada processo a seguir.

- **Visita ao local das instalações**

Esta visita foi realizada pela equipe da Divisão de Engenharia e Fiscalização (DIENF), setor pertencente ao TJAP, com objetivo de oficializar o processo, pois todas as anotações e medidas para acomodações dos geradores e seus acessórios já continham em arquivos e documentos disponíveis, de tal forma que estava sendo aguardado somente a licitação da instalação dos novos geradores.

- **Determinação das distâncias e acomodações dos equipamentos e acessórios**

Agora com a certeza dos equipamentos que seriam instalados, a próxima etapa seria o levantamento das medidas para os geradores, quadro de paralelismo, quadro de transferência automática e acomodações dos cabos de interligação dos geradores ao quadro de paralelismo, alimentação do barramento rede e alimentação do barramento carga.

- **Elaboração do diagrama unifilar com as distâncias**

Para dar suporte as empresas que iriam participar do certame licitatório, um projeto de diagrama unifilar, com as medidas de distanciamentos dos cabos para todos os equipamentos, foi elaborado conforme a figura 11, de tal forma que as empresas poderiam participar da licitação, também modalidade pregão eletrônico, sem necessitar visitar ao local das instalações. O projeto foi feito em AutoCAD e convertido para PDF, sendo enviado pela Comissão de Licitação juntamente com o edital. Junto a este diagrama também acompanhava o projeto da subestação e de todas as cargas distribuídas ao longo dos pavimentos.

- **Elaboração da planilha com a distribuição dos cabos de interligação**

Ainda com a finalidade de dar suporte para as empresas que participarão do certame licitatório e para a elaboração do orçamento que iria compor a planilha total orçamentária da instalação dos grupos geradores e seus acessórios, é criada uma planilha orçamentária com os distanciamentos dos cabos por item de interligação, mostrando a quantidade de cada interligação dos cabos a seus devidos equipamentos, com valores unitários e total, já

incorporado a tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), sendo mostrado na tabela 2, a seguir.

De acordo com a CUMMINS (2011), os condutores devem ser dimensionados de acordo com a NBR 5410 que trata das instalações elétricas de baixa tensão (ABNT, 2004). Onde são considerados:

- Conductor a ser utilizado (unipolar, multipolar, isolamento, cobre, alumínio);
- Acondicionamento (eletroduto, bandeja perfurada, enterrado no solo, ao ar livre, etc.)
- Temperaturas;
- Agrupamento;
- Queda de tensão.

Os condutores utilizados foram os cabos HEPR de 300 mm², e são condutores que possuem isolante em borracha de etileno propileno, que possibilita máxima capacidade de corrente, para temperaturas no condutor de até 90°, possuem isolamento 1 kV, e são indicados para instalações elétricas residenciais, comerciais e industriais, sendo visto na figura 20.

Figura 20 – Exemplo de cabo multipolar HEPR



Corfio
Fios e cabos elétricos

Home | A empresa | Produtos | Certificados | Área técnica | Eventos | Informativo | Contato

Idioma: 

Cabo Multipolar HEPR 90°C 0,6/1 kV

UTILIZAÇÃO:
Conductor recomendado para instalações em prédios residenciais, comerciais, industriais e subestações. Indicado para aplicações que exigem maior flexibilidade do condutor e proteção mecânica do material isolante, incluindo boa resistência a ambientes úmidos

LIVRE DE METAIS PESADOS

CONSTRUÇÃO
Conductor formado por fios de cobre nu, tempera mole, encordoamento classe 4 ou classe 5.
Isolação de HEPR 90°C - composto termofixo extrudado à base de etilenopropileno.
Cobertura de PVC/ST2 90°C - composto termoplástico extrudado à base de policloreto de vinila.

CORES DA ISOLAÇÃO
2 Condutores: Azul e preto;
3 Condutores: Azul, preto e branco;
4 Condutores: Azul, preto, branco e vermelho.
*As cores da isolação podem variar conforme solicitação do cliente e conforme item 11.3 da norma NBR 6251.

CORES DA COBERTURA
Preto.

MÉTODOS DE INSTALAÇÕES RECOMENDADOS
Ver tabela 1.

NORMA APLICÁVEL
NBR 7286.

TEMPERATURA MÁXIMA DO CONDUTOR
90°C em regime permanente;
130°C em regime de sobrecarga;
250°C em regime de curto-circuito

CATÁLOGO DE PRODUTOS
CLIQUE AQUI PARA BAIXAR

← VOLTAR


UL
BR
OCF-0029

Fonte: Corfio (s.d.).

- **Elaboração da planilha orçamentária para instalação dos equipamentos**

De posse do diagrama unifilar com as devidas medidas, da planilha de distribuição dos cabos alimentadores, dos projetos existentes e das planilhas de suporte de controle de envio ao Conselho Nacional de Justiça (CNJ), a elaboração do orçamento não obteve dificuldade e seguiu o mesmo direcionamento da planilha de distribuição dos cabos, ou seja, sempre buscando a facilidade do entendimento e distribuição ordenada dos cabos, e agora, já contendo os terminais, parafusos, malha de aterramento, solda exotérmica, fita de alta fusão e serviços, sendo mostrada parte da planilha orçamentária, a seguir (tabela 3).

Tabela 3 – Planilha orçamentária (parcial)

 PODER JUDICIÁRIO Tribunal de Justiça do Estado do Amapá Departamento Administrativo Divisão de Engenharia e Fiscalização								
ORÇAMENTO QUANTITATIVO N.º 003/2017 - SEACIDIENF <i>Protocolo: 12616</i> Serviço: Instalações elétricas dos Grupos Geradores Automáticos do Prédio Sede do TJAP. Local: Prédio Sede do Tribunal de Justiça do Amapá - TJAP Prazo: 30 dias Data: 10 de julho de 2016.						<i>Informações Contratórias</i> Ad. Inicialidade: Lote Sociário: ### E.R.L. 25% E. Contratação:		
ITEM	CÓDIGO SINAPI (REF. AGO/16)	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	UNIT.	QTD.	CUSTO UNITÁRIO- SINAPI (AGO.16)- COM	PREÇOS		%
						UNIT.	TOTAL	
1.00	COMPOSI	FORNECIMENTO E INSTALAÇÕES DOS MATERIAIS						100,00%
1.1		ALIMENTADORES RGBT E DOS QUADROS DE ENERGIA						
1.2	33002	Cabo de cobre isolamento termoplástico 0,6/1KV 300,0 mm², anti-chama, temperatura no condutor 30°C, isolamento PVC, fornecimento e instalação. Cabo do Grupo Gerador 01 ao Quadro de Comando e Paralelismo. Cabo da Fase	MT	125,00	131,21	164,01	20.501,56	
1.3	33002	Cabo de cobre isolamento termoplástico 0,6/1KV 300,0 mm², anti-chama, temperatura no condutor 30°C, isolamento PVC, fornecimento e instalação. Cabo do Grupo Gerador 01 ao Quadro de Comando e Paralelismo. Cabo neutro.	MT	22,00	131,21	164,01	3.608,28	
1.4	33002	Cabo de cobre isolamento termoplástico 0,6/1KV 300,0 mm², anti-chama, temperatura no condutor 30°C, isolamento PVC, fornecimento e instalação. Cabo do Grupo Gerador 02 ao Quadro de Comando e Paralelismo. Cabo da Fase	MT	125,00	131,21	164,01	20.501,56	
1.5	33002	Cabo de cobre isolamento termoplástico 0,6/1KV 300,0 mm², anti-chama, temperatura no condutor 30°C, isolamento PVC, fornecimento e instalação. Cabo do Grupo Gerador 02 ao Quadro de Comando e Paralelismo. Cabo neutro.	MT	22,00	131,21	164,01	3.608,28	

Fonte: TJAP (2017).

- **Elaboração da planilha de composição para embasar a orçamentária**

Todo orçamento elaborado por Instituições Públicas tem que obedecer a tabela desonerada de preços do SINAPI (CAIXA, 2016), através de pesquisa se identifica o material, o preço e o código de identificação. De posse desses dados, mais a incorporação da Bonificação e Despesas Indiretas (BDI), conclui-se o valor da instalação dos serviços para aquele material. Quando o material a ser pesquisado não é encontrado na tabela desonerada de preços do SINAPI, é elaborada uma pesquisa de mercado (cotação) para aquele material, no mínimo 03 (três) cotações, e uma planilha de composição contendo o valor da hora do eletricista, do ajudante de eletricista, a quantidade de tempo em horas para o serviço executado e o menor preço da cotação para aquele material. De posse desses dados, acrescidos do BDI e das Leis Sociais, chegava-se ao preço do material instalado, tabela 4.

O SINAPI é indicado como fonte oficial de referência de preços de insumos e de custos de composições de serviços, estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, dispõe-se sobre o estatuto jurídico da empresa pública, da sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.


O BDI é um elemento orçamentário que ajuda o profissional responsável pelos orçamentos da construção civil a compor o preço de venda adequado levando em conta os custos indiretos (não relacionados a materiais, mão-de-obra, etc).

As Leis Sociais são todas as Leis que geram benefícios para operário, por exemplo: vale transporte, alimentação, DSR (Descanso Semanal Remunerado), décimo terceiro, férias, INSS, FGTS, Salário Família, etc.

- **Elaboração do Termo de Referência**

De forma semelhante ao que foi feito na aquisição, será elaborado o documento a partir dos estudos que foram mostrados anteriormente, contendo os elementos necessários e suficientes para caracterizar o objeto da licitação, no caso, que trata da instalação dos GMGs, sendo mostrado parte desse documento na figura 21.

Figura 21 – Termo de Referência para instalação dos geradores (parcial)



PODER JUDICIÁRIO
TRIBUNAL DE JUSTIÇA DO ESTADO DO AMAPÁ
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO

TERMO DE REFERÊNCIA

APROVO, nos termos dos artigos 14º, c/c o Artigo 15º incisos I, II, III e V, §§ 1º e 2º da Lei nº 8.666, de 21 de junho de 2003 e Lei nº 10.520/2002.

Em ___/___/___

Dona Sueli Pereira Pini
Presidente do TJAP

1 - DO OBJETO

1.1 - Constitui objeto do presente Termo de Referência a Contratação de empresa para prestação de serviços, com fornecimento de cabos elétricos e outros materiais, visando a instalação de 04 (*quatro*) grupos motores geradores de 625 Kva cada, marca CUMMINS POWER GENERATION, modelos C500 D6, a serem instalados em paralelo (*dois a dois*) e funcionamento com controle de demandas através de seus quadros de transferências automáticas:

1.2 – O pagamento do objeto deste Termo de Referência será realizado em *06 (seis) parcelas fixas mensais*, sendo cada parcela correspondente a 1/6 (*um sexto*) do valor total contratado, conforme item 12.1.

2 - DA JUSTIFICATIVA

2.1 – Justificamos a necessidade de contratação do objeto deste Termo de Referência em face da recente aquisição de 04 (*quatro*) Grupos Geradores de 625 Kva, através do Pregão Eletrônico nº 045/16 (P.A. 8122/15), cujos serviços de instalação não constaram no objeto dessas aquisições, sendo de imperiosa necessidade a instalação desses equipamentos, com a maior brevidade possível, para garantir o suprimento de energia elétrica

- **Licitação na modalidade pregão eletrônico**

A modalidade de licitação, para a instalação dos grupos geradores, foi a de pregão eletrônico, onde empresas de todo Brasil tiveram a oportunidade de participar concorrendo através de lances ofertados via internet. A empresa ganhadora foi, novamente, a ELETROSERVICE ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA. Após a empresa ganhadora receber a nota de empenho, assinar contrato e a ordem de serviço, começa seus primeiros passos para a instalação dos grupos geradores.

- **Instalações do grupo gerador alternativo para sala do *data center***

Para que a instalação dos 02 (dois) grupos geradores em paralelo fosse colocada em prática, uma completa logística teria que ser elaborada. O primeiro passo foi a locação de um grupo gerador automático (explicado no item 6.1), cujo objetivo era exclusivamente evitar que a sala do *data center* ficasse sem energia elétrica. Posteriormente aos cálculos, foi decidido por um grupo gerador automático de 112,5 kVA, evitando assim qualquer tipo de danos no caso de uma interrupção de energia e esgotamento do tempo de autonomia dos bancos de baterias dos *nobreaks*.

Assim foi executado a locação de um grupo gerador automático de 112,5 kVA, sendo mostrado na figura 22, equipamento instalado na área ao lado da sala de geração e conectado diretamente no Quadro Geral de Baixa Tensão (QGBT) que atende os 02 (dois) *nobreaks* do *data center*.

Figura 22 – Grupo gerador alternativo para sala do *data center*

- **Desinstalações dos grupos geradores existentes**

Outro ponto principal, para que se ocorresse a instalação dos novos geradores, será a desinstalação dos 02 (dois) grupos geradores existentes, sem comprometer a alimentação de energia do prédio, ou seja, todos os QGBTs deveriam ficar funcionando normalmente com a rede da Companhia de Eletricidade do Amapá (CEA), mas não teriam mais a alimentação de energia alternativa no caso de uma interrupção de energia, o único QGBT que ficaria funcionando, em caso de interrupção de energia, seria o que atende a sala do *data center*, pelo fato do mesmo está conectado ao grupo locado para esta finalidade.

O desligamento foi solicitado com antecedência, sendo previsto para um final de semana, pois o tempo para esta execução dos serviços iria ultrapassar as 24 (vinte e quatro) horas, e em dias de semana seria impossível tal execução. Em um final de semana, a subestação foi desativada e o grupo gerador locado entrou em operação alimentando os *nobreaks* da sala do *data center* e os serviços de desinstalações dos 02 (dois) grupos geradores existentes foi colocado em prática.

Após o fechamento e acabamento de todas as conexões, figura 23, os grupos geradores foram retirados da sala e feito uma limpeza para acomodações dos novos grupos geradores, a

figura 24 mostra os geradores novos ao lado dos antigos. Após todo o serviço de limpeza, instalação de um grupo locado e conexão dos cabos, os geradores antigos foram removidos (figura 25).

Figura 23 – Emendas dos cabos rede CEA e carga do prédio

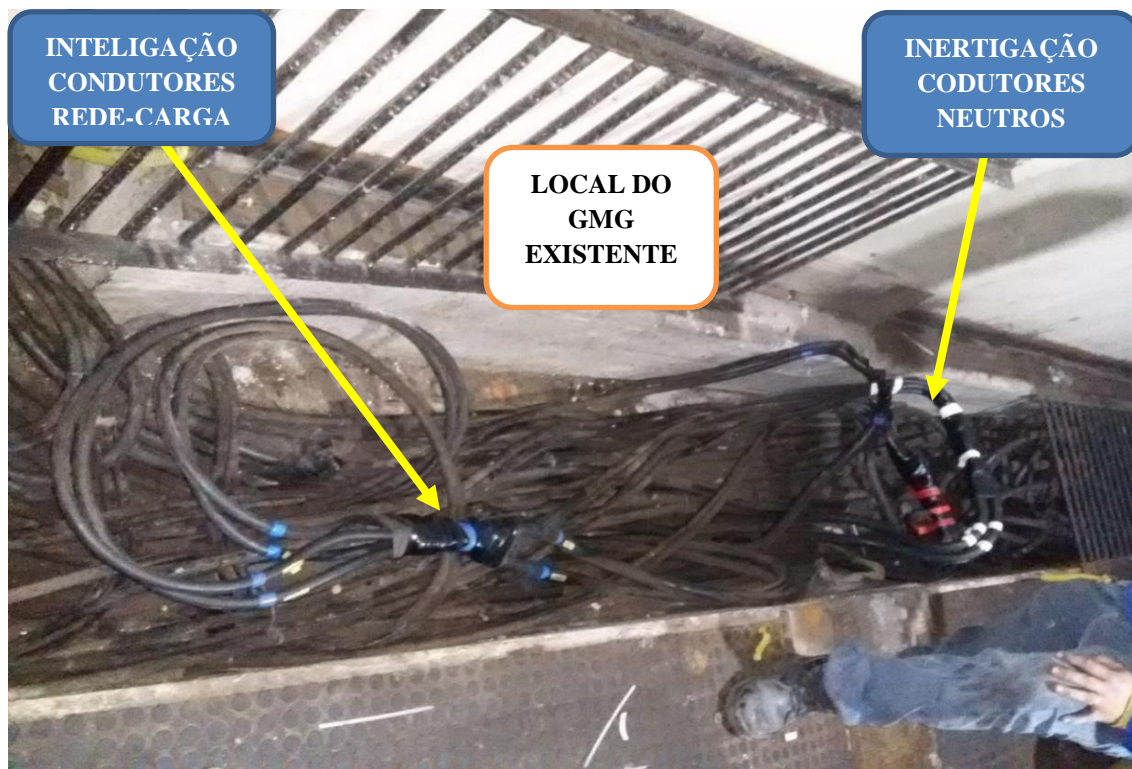


Figura 24 – Comparação da estrutura física das máquinas

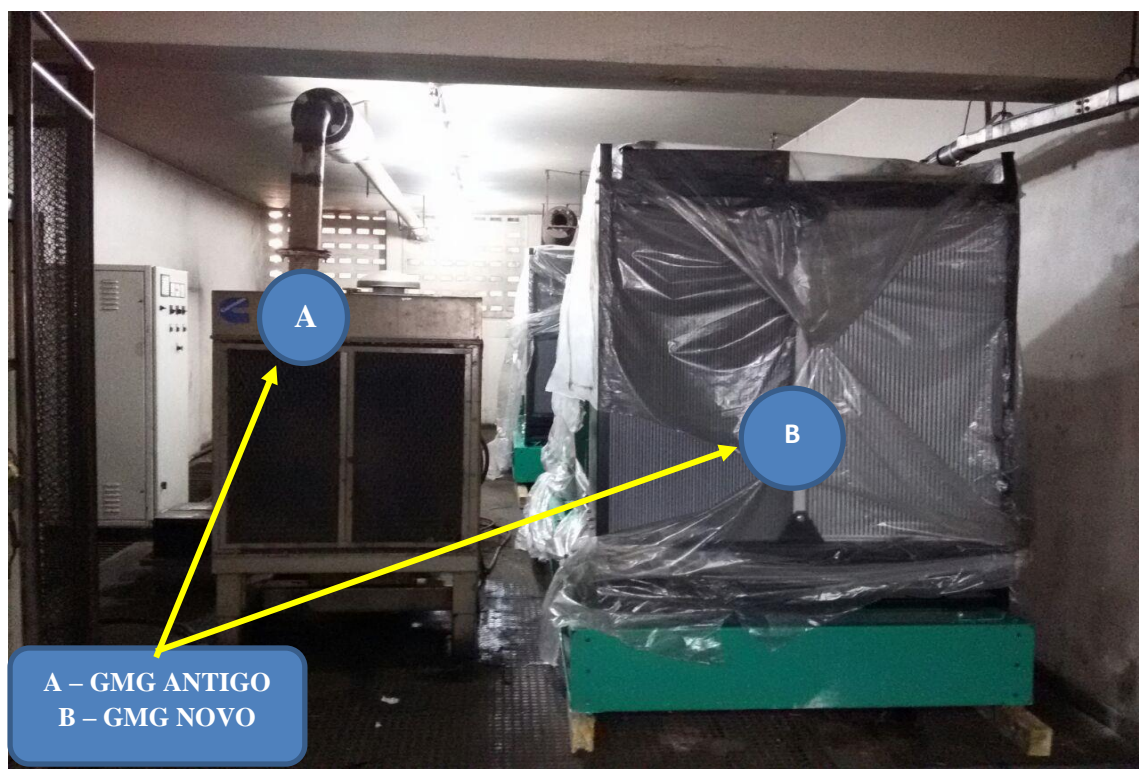
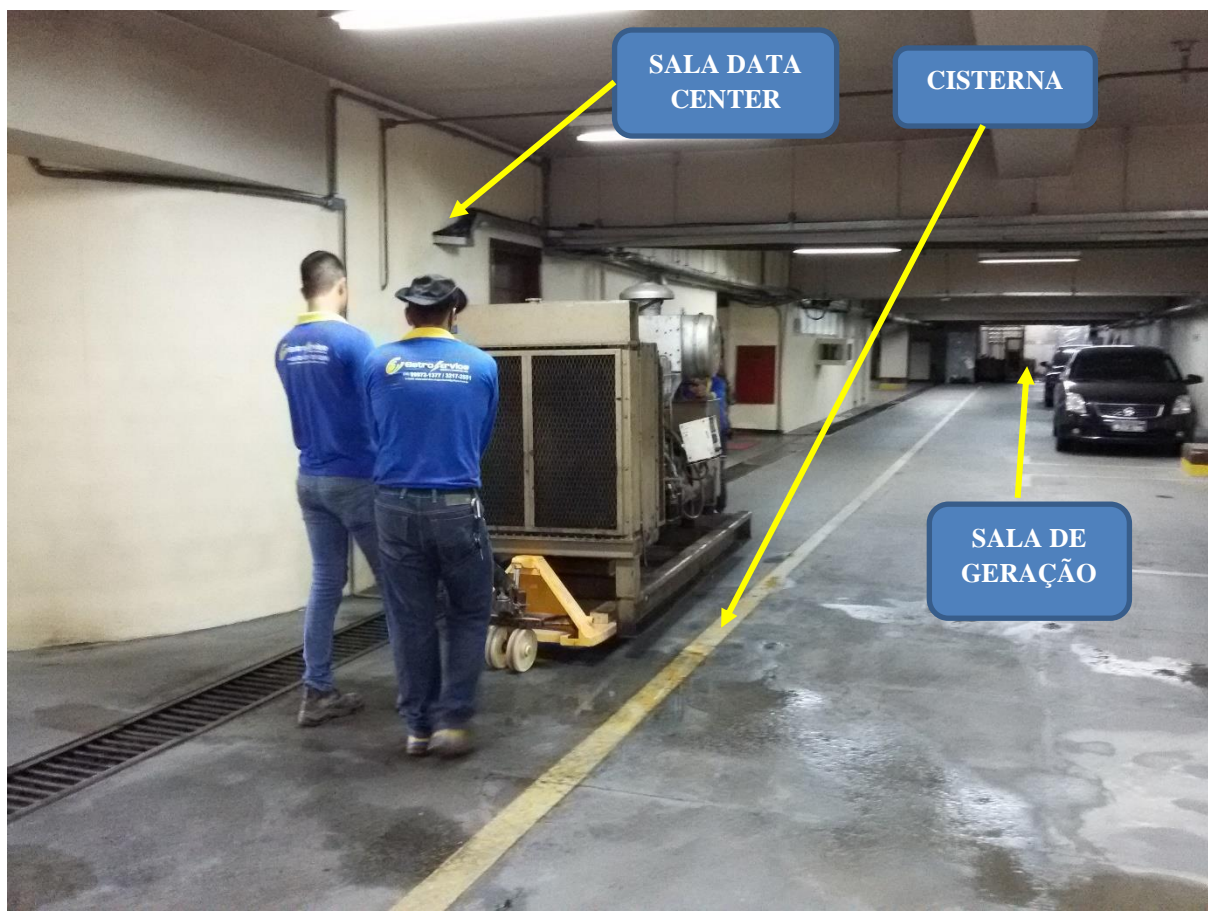


Figura 25 – Remanejamento dos grupos geradores existentes



6.3 ACOMODAÇÕES E INSTALAÇÕES DOS NOVOS GMGS EM PARALELO

Como mencionado anteriormente, a subestação do TJAP fica localizada no subsolo do prédio, neste subsolo também fica a sala do *data center*, as bombas de recalques e as cisternas. A seguir, são mostrados passo a passo de como procedeu a instalação dos GMGs.

- **Transporte dos equipamentos até a subestação**

Existiram muitas dificuldades para descer os equipamentos com total segurança, principalmente ao passar pelas cisternas com quase 04 (quatro) toneladas. Cada grupo gerador tem peso seco em torno de 3.957 kg, peso seco é o equipamento sem nenhum tipo de líquido, por exemplo, água, óleos e combustível, e peso úmido em torno de 4.083 kg. Um aparato de máquinas, ferramentas, guindauto e trabalhadores foram usados para que os equipamentos fossem levados até a subestação, sem danos. Foram 08 (oito) horas de operação e um aparato de 13 (treze) pessoas treinadas para o sucesso do evento (figura 26 e 27).

Figura 26 – Transporte dos GMGs para a subestação



Figura 27 – Transporte dos GMGs na entrada do subsolo do TJAP



- **Posicionamento dos novos equipamentos e geradores**

Após a etapa de transporte dos novos GMGs, quadro de paralelismo e os 02 (dois) Quadros de Transferências Automáticas (QTAs), começa a etapa de posicionamento de todos os equipamentos (figuras 28 e 29). Parecendo uma decisão simples aos olhos das pessoas sem conhecimentos técnicos, mas um posicionamento errado de qualquer equipamento, terá como consequência prejuízos financeiros e aumento dos trabalhos. Um exemplo seria a inversão de um GMG, de tal forma que a saída de seus cabos fosse girada para o lado errado. Para cada gerador, existem 17 (dezesete) cabos de cobre isolados 0,6/1 kV, 300 mm², o que provocaria aumento da quantidade de condutores, mais abertura de canaletas e elevado valor em reais. Outra maneira de corrigir este erro seria girar o equipamento, o que se perderia pelo menos de um a dois dias, um atraso para uma obra que tem prazo, podendo sofrer multas.

Figura 28 – Geradores posicionados dentro da sala de geração



Figura 29 – Acomodação final dos Quadros de Paralelismo e Transferência



- **Preparação dos condutores para as interligações dos equipamentos**

Esta fase também é de muita responsabilidade, erros nos comprimentos dos cabos também levará a prejuízos financeiros e nos prazos, note que estamos trabalhando com cabo que o metro instalado custa R\$ 161,68 (cento e sessenta e um reais, e sessenta e oito centavos). A colocação dos terminais nos cabos é minuciosa (figura 30), de tal forma que não fique parte do cobre exposta, que pode ocasionar curto circuito entre fases, ou fique com certa folga, podendo ser prensado pela máquina. Lembrando que esses terminais serão responsáveis pelas conexões desses cabos aos barramentos dos QTAs e do quadro de paralelismo. Uma folga na conexão terminal cabo, tem como consequência aumento de temperatura (efeito Joule), perda de tensão e aumento de corrente, ou seja, prejuízos.

Figura 30 – Comprimento dos condutores e colocação dos terminais



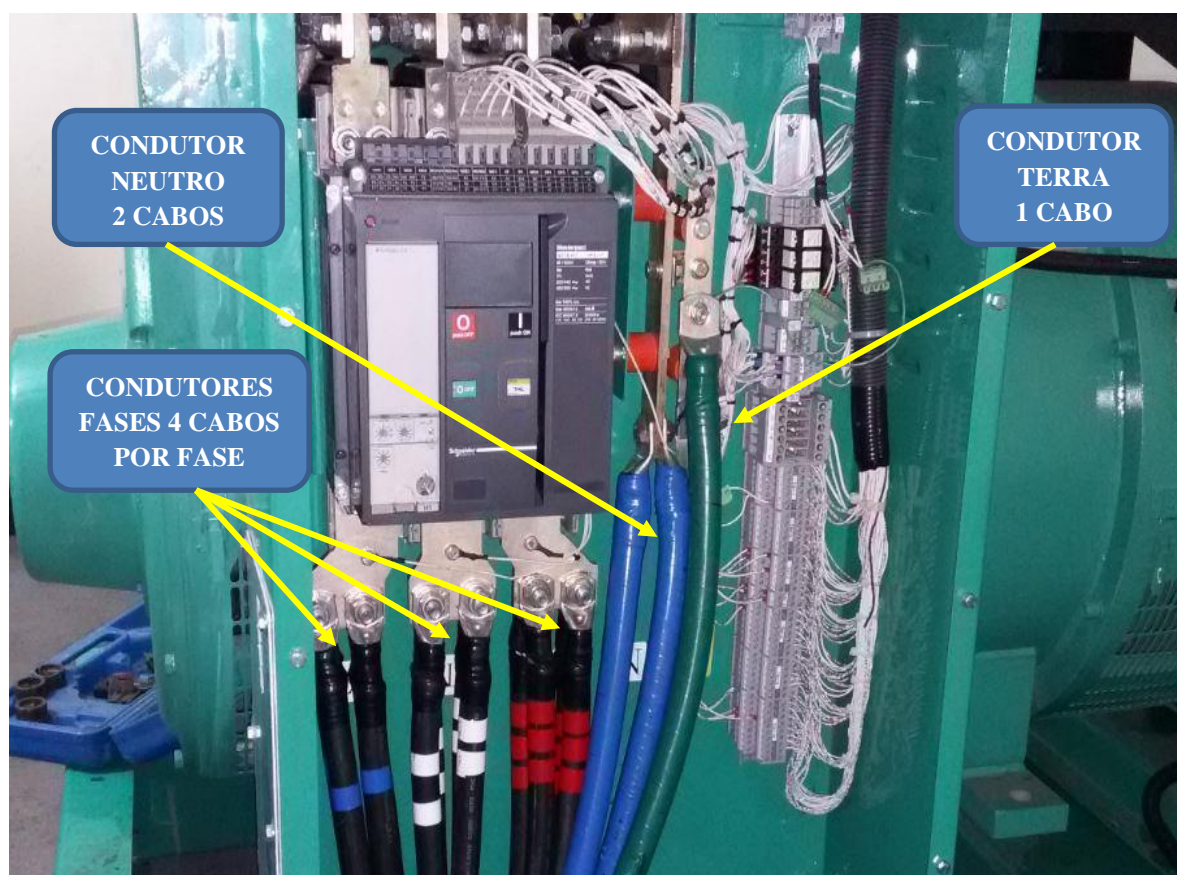
- **Interligações dos condutores entre os GMGs e quadro de paralelismo**

Este é o primeiro momento prático das interligações, a figura 31 mostra a conexão ao gerador, é a interligação dos geradores ao quadro de paralelismo, onde vamos somar as

potências dos 02 (dois) grupos geradores ou é o momento em que vamos colocar os grupos geradores em paralelo. No segundo capítulo foram vistas todas as condições referentes ao paralelismo, e os danos que podem ocorrer se não forem respeitadas essas condições.

Outro fator importante, é o acabamento dos serviços, a identificação e as acomodações dos condutores em seus devidos locais dos barramentos, também é onde a fiscalização da concessionária é realizada, gerando satisfação, principalmente para quem criou o projeto.

Figura 31 – Condutores conectados ao gerador



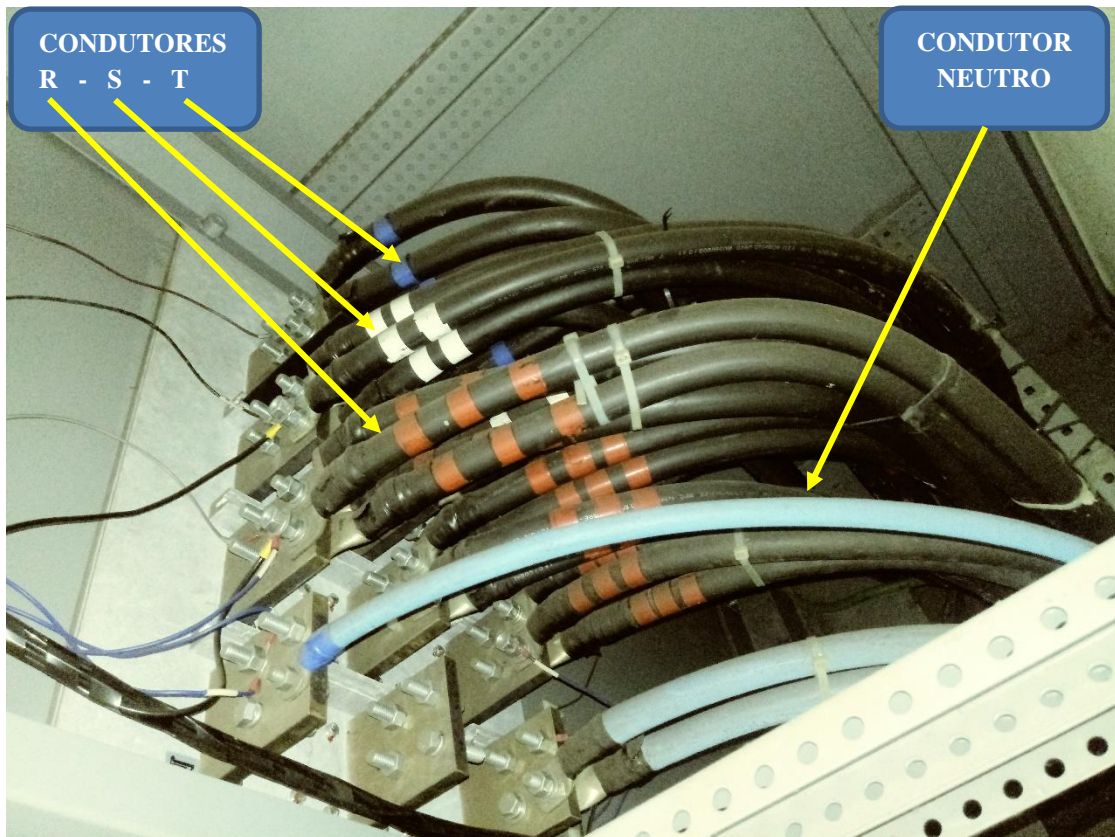
- **Interligações dos condutores do quadro de paralelismo ao QTA**

Este é um procedimento de suma importância, onde serão alimentados os QTAs. Note que, a partir desse momento, não temos mais 02 (dois) grupos geradores, teremos apenas um quadro de paralelismo que representa os grupos geradores que se paralelizaram, tendo no total 1.250 kVA de potência alimentando 02 (dois) QTAs.

Cada QTA possui 05 (cinco) barramentos para as conexões dos condutores que virão do gerador, sendo que virão do quadro de paralelismo, que representa os grupos geradores que se paralelizaram. Os QTAs recebem também as conexões dos condutores da rede CEA e dos condutores que saem do barramento carga para os o disjuntor geral dentro do QGBT de cada carga, seja ela, de uso específico ou de uso geral. A figura 32 mostra a conexão dos condutores a um dos QTAs.

Além desses barramentos, o QTA é dotado de proteção de disjuntores que protegem a rede CEA, a carga e as conexões do quadro de paralelismo. Além dessas proteções, existe um disjuntor motor automatizado que transfere automaticamente a alimentação da carga, por rede CEA ou Geração, no caso de falha na automatização, a alimentação será transferida manualmente por uma chave ou manopla de manobra.

Figura 32 – Vista por trás de um dos QTAs



- **Interligações dos condutores dos QGBTs**

Este procedimento é complicado, lembrando que já paralelizamos os grupos geradores, já alimentamos os dois quadros de transferência automática, agora vamos trabalhar com a carga. A complicação existe principalmente porque há energia da rede CEA para todos os QGBTs, apenas o quadro da sala de *nobreak* está protegido com o grupo gerador alternativo de 112,5 kVA.

A previsão desse procedimento será de, no mínimo, 48 (quarenta e oito) horas, para execução dos serviços e contará com algumas etapas ou processos antecipadamente programados que serão:

1º) Aberturas das 03 (três) chaves fusíveis do ramal de alta tensão, que atende a subestação abrigada, e retirada os cartuchos das referidas chaves (figura 33). A retirada dos cartuchos é recomendável para a total segurança dos especialistas que estarão nesta execução.

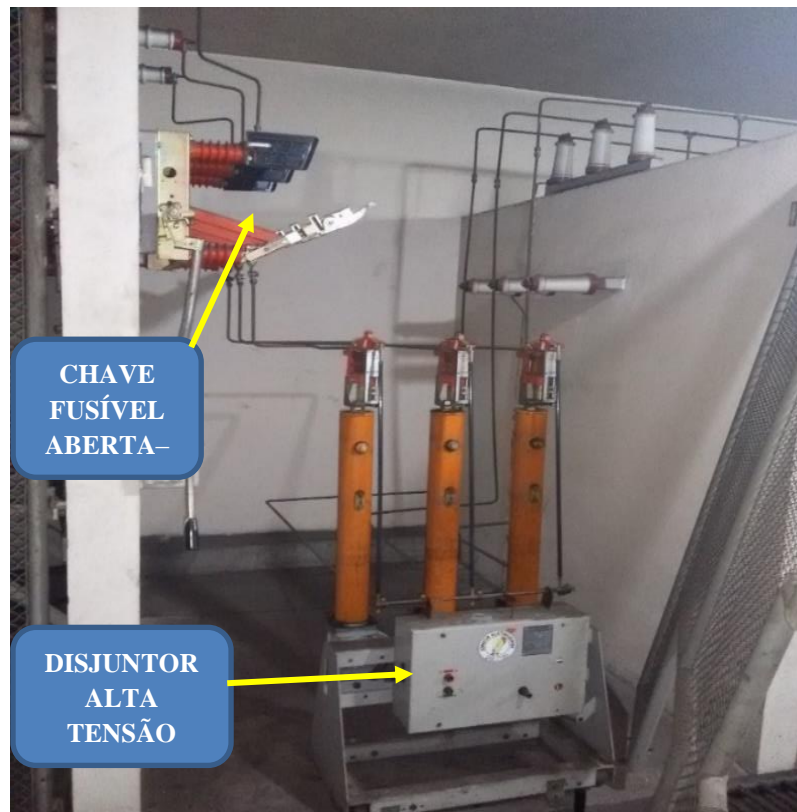
Figura 33 – Abertura das chaves fusíveis



2º) Aterrar as 03 (três) fases, que, a partir deste momento, foram desligadas com as aberturas das chaves fusíveis. Também é um procedimento de segurança e proteção aos especialistas.

3º) Dentro da subestação abrigada, ainda como segurança e proteção, abertura da chave de comando em grupo da alta tensão, visto na figura 34, que protege o disjuntor de alta tensão e os 03 (três) transformadores de distribuição de 300 kVA, cada equipamento. Ou seja, estamos trabalhando com uma subestação de 0,9 MVA, embora o ramal da subestação já esteja desligado, é recomendável usar luvas de proteção de 15 kV, evitando assim qualquer problema ou inconveniente. Antes do procedimento é feito teste de detecção de tensão, o chamado bip.

Figura 34 – Abertura da chave para proteção geral



O procedimento principal será a interligação dos condutores entre os 02 (dois) QTAs com todos os QGBTs da sala da subestação. Lembrando que estamos trabalhando com 04 (quatro) cabos por fase, 02 (dois) cabos por neutro e 01 (um) cabo para o terra, todos de 300 mm², isolamento de 1 kV, HEPR e, que os cabos já foram antecipadamente medidos, cortados e instalados terminais para as devidas conexões.

Vale ressaltar, que os condutores que alimentam os QGBTs e os condutores da rede CEA estão interligados através do procedimento de desativação dos QTAs dos geradores antigos, executado para que a energia do prédio não sofresse interferência enquanto ocorresse as substituições de geradores. Esses condutores terão que ser substituídos por novos condutores e sua retirada terá que ser feita através de marcação para que não se perca o faseamento (pois acarretaria problemas para as cargas trifásicas existentes no prédio), as canaletas foram limpas e estavam aguardando os novos condutores (figuras 35, 36 e 37). O procedimento teve uma duração de 08 (oito) horas para execução total e êxito.

Figura 35 – Canaletas limpas prontas para receber os novos condutores



Figura 36 – Novos condutores para a canaleta da sala de geração

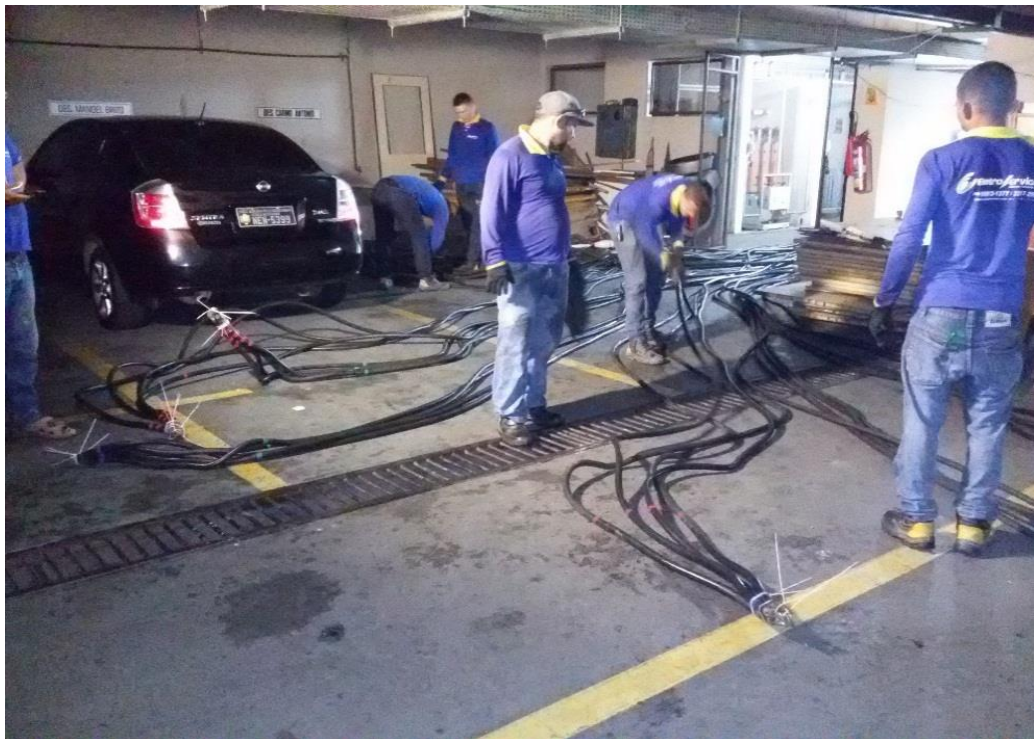


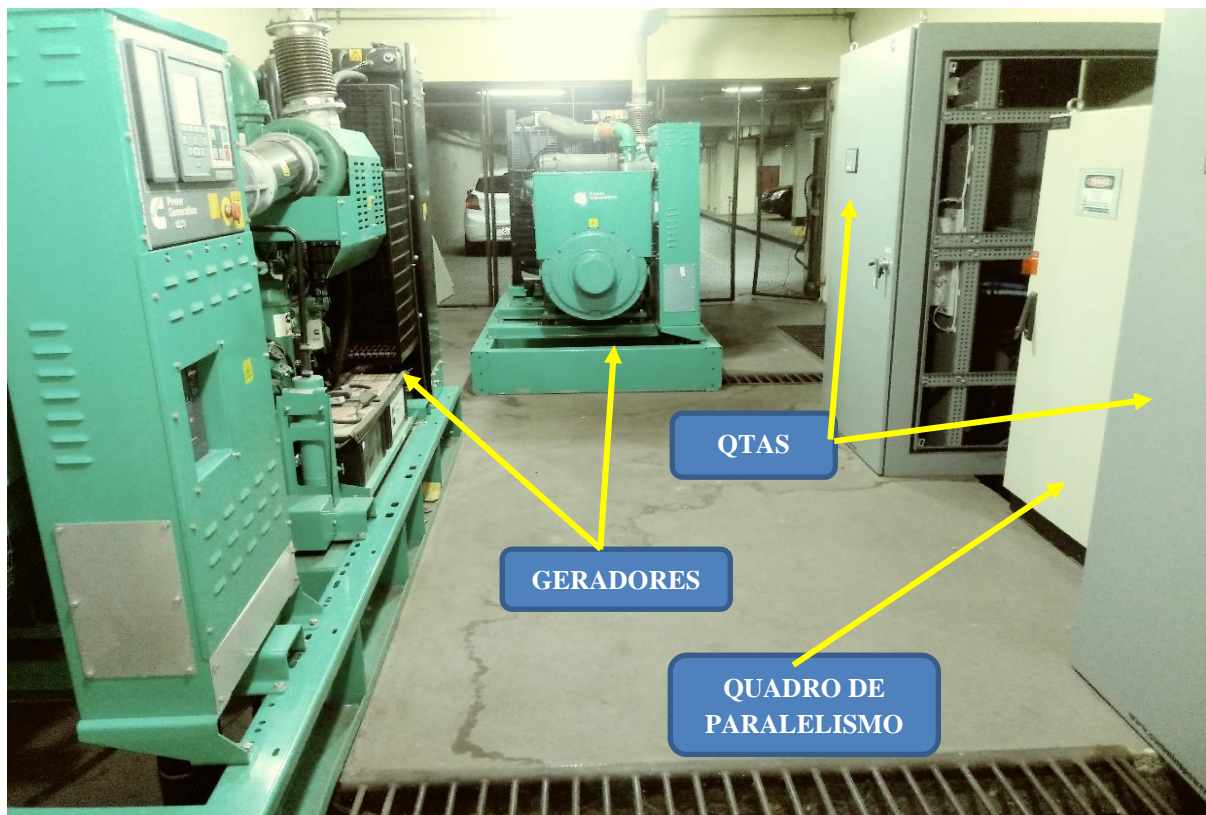
Figura 37 – Canaleta já com alguns novos condutores



Após todas as conexões, todas as cargas do prédio estão conectadas nos novos QTAs, mas os geradores ainda não poderão entrar em operação, pois falta o *start up* e só poderá ser executado pelos especialistas de fábrica.

Uma vistoria minuciosa é executada em todas as conexões, o projeto de instalações anteriormente ofertado a todos, é revisado ponto a ponto. Após essas verificações e se tudo estiver dentro das normas, o próximo procedimento será a energização da sala da subestação, onde todos os procedimentos de proteção e segurança serão ativados. A figura 38 mostra a sala de geração com seus equipamentos e suas acomodações.

Figura 38 – Visão geral das acomodações dos geradores, quadro de paralelismo e QTAs



Embora a alta tensão esteja desativada, o procedimento de ativação requer alguns cuidados, que não fazê-los, podem levar a erros e prejuízos no tempo de execução.

Primeiramente, deve-se abrir todos os disjuntores gerais de todos os QGBTs, em seguida desligar todas as chaves de comando em grupo que protegem os 03 (três) transformadores da sala de subestação. O disjuntor de alta tensão continuará aberto, fechar a chave de comando em grupo que protege o disjuntor de alta tensão.

Após a execução dos serviços anteriores, deve ocorrer o deslocamento da equipe para o poste onde estão as chaves fusíveis do ramal de alta tensão. Retirar o conjunto de aterramento, retirar dos cartuchos das chaves fusíveis, todos os elos fusíveis e colocar elo fusível de 1 H, que em tensão de 13.800 V, este elo fusível é para transformador trifásico de 15 kVA. Sendo este procedimento como teste, pois pode ser verificado a existência de curto circuito na rede, sendo essencial a segurança de todos que estão trabalhando no local, lembrando que está se tratando de uma tensão de 13,8 kV.

Depois de colocado os elos fusíveis de 1 H nos cartuchos, os mesmos serão acoplados as suas devidas chaves. Um especialista, com as devidas proteções, sobe a escada e com uma vara

de manobra, se posiciona para fechar as chaves, quando todas as chaves são fechadas e não ocorreu curto circuito, sendo que em caso de curto o elo fusível queima e abre a chave fusível. Estando tudo normal, sem problemas, deveremos fechar o disjuntor de alta e ir observando se os cartuchos continuam fechados.

O próximo passo será fechar as chaves de comando em grupo, que protegem os 03 (três) transformadores. Caso exista um transformador em curto, ao fechar sua chave de comando em grupo, um arco voltaico se forma e queima o elo fusível ou o fusível limitador. Não ocorrendo problema nos fechamentos dos transformadores, se fecham os disjuntores dos QGBTs assim que o disjuntor geral for ligado (nessa operação é bom desligar todos os disjuntores que estão dentro de cada QGBT), e ir fechando um a um todos os disjuntores, não ocorrendo problema com o fechamento de todos os disjuntores, voltar ao poste do ramal de alta tensão e substituir os elos fusíveis de 1 H por elos de, no mínimo, 40 k.

Para um transformador trifásico de 300 kVA seu elo é de 15 k, mas está sendo protegido os 03 (três) transformadores, ou seja, seu elo ideal seria o elo fusível de 40 EF, elo fusível pouco encontrado em venda e não muito conhecido, e o elo fusível presente na norma para tensão de 13,8 kV é de até 30 k sendo indicado para transformador de 750 kVA (CEA, 2001).

Após substituição dos elos e fechamentos de todos os QGBTs da subestação, passa a ser verificado as tensões, amperagens e fase-terra. Tudo ocorrendo sem problemas, é verificado nas portas dos QTAs que os *leds* de rede CEA e carga, ficaram acesos, figura 39. Em seguida, foi verificado todos os andares do prédio, se existia alguma central com problemas, se o elevador estava normal, se as bombas trifásicas estavam com suas rotações certas. Após essa verificação e não encontrado nenhuma ocorrência de anormalidade, os serviços foram dados como encerrados e foi aguardado o fabricante enviar o especialista para fazer o *start up*.

Figura 39 – Um dos QTAs com os *leds* CEA-carga normais

6.4 ENTREGA FINAL E *START UP* PELO FABRICANTE CUMMINS

No final de semana foi executada uma inspeção em todo o sistema de energia por parte da concessionária. Todo o sistema de energia do TJAP estava passando pelos QTAs, ou seja, os novos equipamentos já estavam operando e alimentando o prédio. Todos os QGBTs, estavam sendo alimentado pelos sistemas de energia dos QTAs, apenas o quadro que atende a sala do *data center* continuava sendo alimentado pelo grupo gerador auxiliar.

Foi enviado um *check list* das medições de tensões fase-fase, fase-neutro, neutro-terra, amperagens, frequência e malha de aterramento ao fabricante Cummins, que enviaria seu técnico nos dias posteriores. Com a presença do técnico da Cummins, o *start up* dos GMGs foi executado, todas as medições enviadas anteriormente pelo *check list* foram revisionadas e testadas, mostrando resultado satisfatório e sem alteração. Em seguida os cabos das baterias foram conectados e os controladores digitais ligados, o primeiro grupo gerador foi ligado, em seguida o segundo, todos sem carga, e dez minutos depois foi executada a simulação da interrupção do fornecimento de energia pela concessionária, em menos de 02 (dois) segundos os geradores forneceram energia ao prédio assumindo todas as cargas de refrigeração,

iluminação, tomadas de uso geral e as de uso específico. Após uns 15 (quinze) minutos de geração com carga, foi simulado o retorno da energia por parte da concessionária, e a rede CEA assumiu a alimentação do prédio, a figura 40 mostra o painel no momento da primeira partida dos geradores, as linhas representam cada fase L1, L2 e L3, a coluna LL mostram as tensões entre fases, a coluna LN mostram a tensão fase-neutro, a coluna Amps se refere a corrente ou amperagem, a coluna kW é a potência ativa em cada fase, a kVA é potência aparente, e PF é o fator de potência.

Esse processo de passagem da energia dos geradores a concessionária, ocorre instantaneamente, quando os temporizadores dos quadros de transferência automática fazem a leitura e verificam a existência de tensão pela concessionária, e constatam que as 03 (três) fases não apresentam problemas, em questão de segundos, os contadores do comando dos geradores abrem, deixando o fornecimento de energia pela concessionária, mas continuam em operação por mais 04 (quatro) minutos, embora com rotação reduzidas, caso não aconteça imprevisto, eles entram em arrefecimento e 01 (um) minuto depois, desligam.

Figura 40 – Monitor do *start up* mostrando a primeira partida

Rated Freq and Voltage							
Warning: 1475							
First Start Backup Fail							
	LL(Vac)	LN(Vac)	Amps	kW	kVA	PF	
L12	222	L1 128	264.0	34	34	1.00	
L23	222	L2 128	263.0	33	33	1.00	
L31	222	L3 128	273.0	35	35	-1.00	
Total				103	103	1.00	
Frequency	60.07 Hz						
AVR Duty Cycle	3 %						
Cooldown Time	0 sec						

7 CONCLUSÃO

Após o acompanhamento e análises deste projeto, foi observado que o objetivo do mesmo foi atendido de forma satisfatória, sendo observado como ocorre todo o processo de aquisição, instalação, funcionamento e viabilização econômica de um grupo geradores emergenciais a diesel, tendo seu funcionamento de forma independente.

Os custos de aquisição e instalação dos GMGs a óleo diesel S10 foram elevados, entretanto um prejuízo por falta de energia teria danos até mesmo irreparáveis, como a perda de dados no sistema e até mesmo a interrupção de serviços importantes. As fontes de energia emergenciais são importantes porque asseguram a confiabilidade necessária para quaisquer serviços, especialmente os ditos essenciais. Para resolver o problema da perda de alimentação de uma carga essencial, devido a uma falha do sistema da concessionária, são elaborados sistemas que atuam nesse cenário, nesse caso, foram usados os GMGs em paralelo.

A escolha dos geradores foi feita com base na demanda máxima do prédio do TJAP e por redundância, sendo solucionado os problemas que ali existiam, havendo assim, a unificação da carga do prédio, colocando todas em barramentos separados pelos Quadros de Transferência Automáticos (QTAs) e alimentados pelo quadro de paralelismo, podendo sair um gerador de operação para manutenção e ausência de energia por parte da concessionária, continuando o outro atuar atendendo toda a carga do prédio, que não ocasionará falta de energia, pois o prédio necessita de energia ininterrupta, devido aos seus equipamentos, principalmente o *data center*.

Com o paralelismo e as tecnologias dos GMGs, se tem maior segurança e confiabilidade ao *data center*, que em caso de interrupção de energia, os novos geradores entram em operação em menos de 03 (três) segundos, resguardando assim a autonomia do banco de baterias e a confiança no armazenamento das informações judiciais.

Os estudos, pesquisas, ensaios e testes foram realizados atendendo as expectativas, após o *start up*, foi confirmado o equilíbrio das cargas, tensões, fator de potência, potências ativas e aparentes, sendo verificado que no momento de funcionamento das máquinas, não houve problemas em relação ao barulho, pois as máquinas se encontram no subsolo, e a correta ventilação do local, não ocasionando altas temperaturas na sala dos geradores.

As propostas apresentadas aos superiores do TJAP e, posteriormente, ao Conselho Nacional de Justiça (CNJ) foram aprovadas, obedecendo todas as normas e legislações aplicáveis, que foram vistas durante o desenvolvimento do trabalho.

Outro fator, seria que os investimentos públicos podem servir como modelos para outras instituições, de modo que haja o incentivo para mais pesquisas e desenvolvimento de outros

projetos, até mesmo de fontes alternativas ou energia limpa, como economia nos gastos com energia elétrica e preservação do meio ambiente.

Os objetivos buscados com a implantação dos geradores em paralelo foram alcançados, tendo como resultado uma instalação eficiente, segura e confiável, permitindo que a classe usuária e seu jurisdicionado melhor qualidade no trabalho, visto que o sistema é diretamente ligado ao banco de dados que se encontra na instituição, que mantêm a virtualização dos processos judiciais.

Como trabalhos para futuros discentes, pensando no meio ambiente, pode ser feito estudo de fontes renováveis ou geração distribuída, para que, além da geração emergencial, tenha uma outra forma de energia limpa e sustentável, pois os gestores do órgão planejam esse projeto, principalmente, pela grande viabilidade econômica, sendo um projeto que traria mais economia a este órgão, sendo muito importante o acompanhamento de futuros profissionais.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 5410**: instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ALMEIDA, Tamires. **Como funciona um grupo gerador de energia**. 2015. Disponível em: <<https://industria hoje.com.br/como-funciona-um-grupo-gerador-de-energia>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução Normativa, nº 414, 09 de setembro de 2010. **Estabelece as condições gerais de fornecimento de energia elétrica de forma atualizada e consolidada**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 05 jun. de 2018.

CAIXA. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**: Relatório de insumos e composições AP (desonerado 08/2016). Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_641>. Acesso em: 03 abr. 2018.

CEA – Companhia de Eletricidade do Amapá. **Informativo: modalidades, bandeiras e postos tarifários**. Macapá, 2017.

CEA – Companhia de Eletricidade do Amapá. **NTD02 - Fornecimento de Energia Elétrica em Tensão Primária**. 2001. Disponível em: <<http://www.cea.ap.gov.br/area.php?dm=533&id=238>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

CORFIO. **Cabo multipolar HEPR 90°C 0,6/1 kV**. Santa Catarina, (s.d.). Disponível em: <https://www.corfio.com.br/pt/produtos/cabo_multipolar_hepr_pt>. Acesso em: 14 set. 2018.

CUMMINS. **Engenharia de aplicações**: manual de aplicações para grupos geradores arrefecidos com água. São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/876185-Engenharia-de-aplicacoes-manual-de-aplicacoes-para-grupos-geradores-arrefecidos-a-agua.html>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

Diário do Amapá. **Amapá é interligado ao sistema nacional de energia elétrica**. Macapá, 2015. Disponível em: <<https://www.diariodoamapa.com.br/cadernos/ultima-hora/amapa-e-inteligado-ao-sistema-nacional-de-energia-eletrica/>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

GOZZI, Gluseppe G. M. **Eletrônica**: máquinas e instalações elétricas. São Paulo: Fundação Padre Anchieta, 2011.

KAGAN, Nelson; OLIVEIRA, Carlos César Barioni de; ROBBA, Ernesto João. **Introdução aos sistemas de distribuição de energia elétrica**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2010.

KOSOW, I. L. **Máquinas elétricas e transformadores**. 15. ed. São Paulo: Globo, 2005.

ONS – Operador Nacional do Sistema Elétrico. **O Sistema Interligado Nacional**. Disponível em: <<http://ons.org.br/paginas/sobre-o-ons/o-que-e-ons>>. Acesso em 13 abr. 2018.

PEREIRA, José Claudio. **Grupos geradores de emergência**. [S.I.], (s.d.). Disponível em: <http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/gerador_de_emergencia>. Acesso em: 12 jan. 2018.

PEREIRA, José Claudio. **Motores e geradores parte 1: princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores**. [S.I.], (s.d.). Disponível em: <<http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/diesel1.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PEREIRA, José Claudio. **Motores e geradores parte 2: princípios de funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores**. [S.I.], (s.d.). Disponível em: <<http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/diesel2.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2018.

PROCEL. **Manual da Tarifação da Energia Elétrica**. Rio de Janeiro, 2011.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Planta baixa do subsolo do TJAP**. Macapá, 2011.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Edital do pregão eletrônico nº 045/2017**. Macapá, 2017.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Orçamento quantitativo nº 003/2017**. Macapá, 2017.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Planilha de composição de preços**. Macapá, 2017.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Planilha de distribuição dos cabos interligados**. Macapá, 2017.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Propostas dos fabricantes de geradores**. Macapá, 2017.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Termo de referência para aquisição dos grupos geradores**. Macapá, 2017.

TJAP – Tribunal de Justiça do Estado do Amapá. **Termo de referência para contratação de empresa para prestação dos serviços, com fornecimento de materiais e instalação dos grupos geradores**. Macapá, 2017.