

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)**

NICOLLAS AUGUSTO FERNANDES OLIVEIRA

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE CAMPANHA: ESTUDO DO GERADOR
COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA PARA EXERCÍCIOS MILITARES.**

Resende

2018

NICOLLAS AUGUSTO FERNANDES OLIVEIRA

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE CAMPANHA: ESTUDO DO GERADOR
COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA PARA EXERCÍCIOS MILITARES.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Academia Militar das
Agulhas Negras como parte dos
requisitos para a Conclusão do
Curso de Bacharel em Ciências
Militares, sob a orientação do CEL
QEM Ary Pinheiro de Assis

Resende

2018

NICOLLAS AUGUSTO FERNANDES OLIVEIRA

**INSTALAÇÕES ELÉTRICAS DE CAMPANHA: ESTUDO DO GERADOR
COMO PRINCIPAL FONTE DE ENERGIA PARA EXERCÍCIOS MILITARES.**

COMISSÃO AVALIADORA

**ARY PINHEIRO DE ASSIS– CEL QEM
Orientador**

Avaliador

Avaliador

Resende

2018

Agradeço a minha família por me apoiar incondicionalmente em todos os momentos, aos amigos da caserna por atravessarem cada obstáculo com amizade e companheirismo, e a todos que de alguma forma contribuíram ao meu engrandecimento.

RESUMO

OLIVEIRA, Nicollas Augusto Fernandes. **Instalações elétricas de campanha:** estudo do gerador como principal fonte de energia em exercícios militares. Resende: AMAN, 2018. Monografia.

O presente trabalho trata do estudo e análise dos geradores de energia elétrica a diesel como principal meio de fornecimento de energia em exercícios militares em campanha e seu uso descrito no manual C 5-39 instalações na zona de combate (2002), manual em vigor no Exército Brasileiro (EB). Trata-se de uma pesquisa bibliográfica e documental cujo objetivo é destacar o funcionamento e o rendimento dos equipamentos a fim de melhor entender o uso em atividades militares. O estudo visa esclarecer se as condições descritas em manual são suficientes para que não ocorra imprevistos e a falta de energia prejudique o andamento de operações militares. Para comprovação foram utilizados cálculos de potência e demanda dos aparelhos elétricos por tipo. O óleo diesel também foi objeto de estudo pois é o principal combustível utilizado no país e serve de alimentação para os GMG's.

Palavras-chave: Gerador; Exército Brasileiro; Energia; Óleo Diesel.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Nicollas Augusto Fernandes. Field electrical installations: study of the generator as the main source of energy in military exercises. Resende: AMAN, 2018. Monograph.

The present work deals with the study and analysis of diesel generators as the main means of supplying energy in military exercises in the field and its use described in manual C 5-39 installations in the combat zone (2002), manual in force in the Brazilian Army (EB). It is a bibliographical and documentary research whose objective is to highlight the operation and the performance of the equipments in order to better understand the use in military activities. The study aims to clarify if the conditions described in the manual are enough to avoid unforeseen events and the lack of energy will hamper the progress of military operations. To verify, we used power and demand calculations of electrical appliances by type. Diesel oil was also the object of study because it is the main fuel used in the country and serves as food for GMG's.

Keywords: Generator; Brazilian army; Energy; Diesel oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem de um GMG	16
Figura 2 – Fases de um motor 4 tempos	20
Figura 3 – Imagem de um acampamento	25
Figura 4 – Tabela das cargas de iluminação	26
Figura 5 – Tabela das quantidades de tomada	27
Figura 6 – Tabela dos equipamentos médicos	28
Figura 7 – Tabela dos equipamentos de intendência	29
Figura 8 – Tabela dos equipamentos de rancho.....	30
Figura 9 – Tabela dos equipamentos de comunicações.....	31
Figura 10 – Tabela dos equipamentos de telecomunicações.....	31
Figura 11 – Tabela dos equipamentos de garagem.....	32

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT - Associação Brasileiro de Normas Técnicas
ANEEL - Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP - Agência Nacional do Petróleo
AT - Alta Tensão
BEC – Batalhão de Engenharia de Construção
BT - Baixa Tensão
CA - Corrente Alternada
CC - Corrente Contínua
CV - Cavalo Vapor
dB – Decibéis
EB – Exército Brasileiro
EE - Energia Elétrica
FP - Fator de Potência
FO - Fator de Operação
GD - Geração Distribuída
GMG - Grupo Motor Gerador
h - Horas
Hz - Hertz
kV - Quilo Volt
kVA - Quilo Volt Ampère
kW - Quilo Watt
kWh - Quilo Watt hora
m - Metros
mm - Milímetro
MT - Média Tensão
mVA - Milivolt Ampère
NBR - Norma Brasileira
NFPA - Associação Nacional de Proteção Contra Incêndio
NR - Norma Regulamentadora
OD - Óleo Diesel
PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A.
PN - Potência Nominal
RPM - Rotações por Minuto
SE - Subestação
TC - Transformador de Corrente
TP - Transformador de Potência
V - Volts
W - Watts

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	8
2. REFERENCIAL TEÓRICO – METODOLÓGICO	9
2.1. Revisão da literatura	9
2.1.1. Problema	12
2.1.2. Hipóteses	12
2.1.3. Objetivos	13
2.1.3.1. Objetivos gerais	13
2.1.3.2. Objetivos específicos	13
2.1.4. Limitações da pesquisa	14
2.2. Referencial metodológico	14
2.2.1. Tipo de pesquisa	14
2.2.2. Coleta de dados	14
2.2.3. Tratamento dos dados	15
3 GERADORES E ENERGIA ELÉTRICA: apresentação e análise dos dados	15
3.1. Grupos Moto-Geradores	15
3.1.1 Definição	16
3.1.2 Considerações sobre GMG's a Óleo Diesel	18
3.1.3 Classificações dos GMG's	20
3.1.4 Vantagens dos GMG's a OD	21
3.2 Óleo Diesel	21

3.2.1 <i>Vantagens e desvantagens do OD</i>	22
3.2.2 <i>Tipos de OD</i>	22
3.2.3 <i>Estocagem do OD</i>	24
3.3 Geradores no EB	24
3.3.1 <i>Algumas considerações sobre geradores no EB</i>	24
3.3.2 <i>Distribuição de energia elétrica em campanha</i>	25
3.3.3 <i>Iluminação</i>	26
3.3.4 <i>Tomadas de Força</i>	27
3.3.5 <i>Alimentação Elétrica no posto médico</i>	27
3.3.6 <i>Instalações de intendência e rancho</i>	28
3.3.7 <i>Barraca de comunicações e equipamentos de garagem</i>	30
3.3.8 <i>Resultados</i>	32
4 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

O crescente avanço tecnológico recente possibilitou o emprego de diversos equipamentos de ponta pelo Exército Brasileiro, para os treinamentos previstos para adestramento da tropa são utilizados locais sem distribuição de energia, são usados normalmente reservas ecológicas ou matas como locais de treinamento, com isso entra o uso dos geradores para suprir a demanda de energia necessária para a utilização de equipamentos de comunicações, intendência e outros.

O uso do óleo diesel como combustível utilizado nos geradores traz a tona um problema ecológico devido sua natureza tóxica, porém é a melhor alternativa devido ao baixo preço, ao país ser um dos maiores produtores e pela possibilidade de ser produzido a partir de produtos naturais como soja e óleo de dendê.

Há de levar-se em consideração que apesar do óleo diesel possuir um ótimo custo, e por consequência ser o combustível mais utilizado para geração no horário de pico, o combustível é poluente, característica esta que mediante a conscientização global sobre o meio ambiente, pode vir a esbarrar com sua viabilidade do ponto de vista de conservação ambiental.(GONÇALVES FILHO, 2013, p.7).

A utilização dos GMG's no Exército Brasileiro está condicionado à gama de equipamentos e o pouco número de geradores o que leva ao problema de muita demanda de energia elétrica e pouca oferta já que conforme manual há uma limitação na quantidade de equipamentos geradores fornecidos pelos BEC.

A energia elétrica pode ser obtida em campanha através dos grupos geradores das dotações orgânicas ou através dos sistemas de energia elétrica das concessionárias de energia elétrica. A energia elétrica nesses casos será obtida sempre em baixa tensão.(BRASIL, 2002, p.8-1)

Sem os equipamentos de comunicações é impossível a coordenação de um exercício no terreno. Os equipamentos do rancho e de intendência são necessários para a alimentação da tropa, os de garagem para caso haja um problema com viaturas. Para problemas de saúde é necessário que o posto médico esteja sempre pronto para agir e dentro de todas essas situações mencionadas e eletricidade e os geradores não poderão faltar e muito menos falhar.

2 REFERENCIAL TEÓRICO - METODOLÓGICO

A pesquisa a ser realizada tratará sobre o tema **o estudo do gerador como principal fonte de energia para exercícios militares**. O campo de pesquisa está relacionado à área de instalações em zonas de combate, conforme definido na Portaria nº 099, de 27 de novembro de 2002, do Estado Maior do Exército Brasileiro (BRASIL, 2002).

O escopo do trabalho ficará restrito ao estudo e análise dos equipamentos e métodos necessários para a manutenção dos serviços essenciais em treinamentos de combate, no que diz respeito a alimentação dos componentes presentes na zona de combate, distribuição de energia, soluções para mal funcionamento, a falta de energia e prevenções a fenômenos que possam causar o mal funcionamento ou interrupção da alimentação.

O objetivo geral do estudo consistirá em analisar e descrever o funcionamento de geradores, motores e os demais equipamentos utilizados para fornecer energia elétrica aos diversos computadores, servidores e data centers e apresentar medidas ou novos equipamentos e métodos que possam auxiliar, substituir e fazer a distribuição ou proteção elétrica dos dispositivos atualmente em vigor no Exército Brasileiro sugerindo alterações ou substituições do atual manual.

2.1. Revisão da literatura

Os geradores são dispositivos usados há bastante tempo para produção de energia elétrica e funcionam a partir da transformação da energia mecânica. O primeiro gerador foi inventado por Michael Faraday e consistia em um disco de cobre girando no campo magnético formado pelo pólo de um ímã de ferradura produzindo corrente elétrica contínua. Mais tarde o estudo de diversos cientistas contribuíram para o entendimento do funcionamento de geradores, transformadores, motores e outros dispositivos utilizados na geração de energia.

No cotidiano da vida moderna, esses três tipos de dispositivos elétricos estão presentes em todos os lugares. Nas casas, os motores elétricos acionam refrigeradores, freezers, aspiradores de ar, processadores de alimentos,

aparelhos de ar condicionado, ventiladores e muitos outros eletrodomésticos similares. Nas indústrias, os motores produzem a força motriz para mover praticamente todas as máquinas. Naturalmente, para fornecer a energia utilizada por todos esses motores, há necessidade de geradores. (CHAPMAN, 2013, p.2)

Basicamente qualquer dispositivo movido a eletricidade ou instalação que necessite ser alimentado terá obrigatoriamente um desses dispositivos e provavelmente outros que façam parte do conjunto das instalações elétricas, tendo diversas funções que vão da proteção a elevação do nível de tensão como os transformadores.

O transformador é um dispositivo elétrico que apresenta uma relação próxima com as máquinas elétricas. Ele converte energia elétrica CA de um nível de tensão em energia elétrica CA de outro nível de tensão. Em geral, eles são estudados juntamente com os geradores e motores, porque os transformadores funcionam com base nos mesmos princípios, ou seja, dependem da ação de um campo magnético para que ocorram mudanças no nível de tensão. (CHAPMAN, 2013, p.2)

Praticamente todos os equipamentos utilizados em serviços de comunicações são alimentados por energia elétrica, até mesmo os rádios a bateria necessitam de eletricidade para seus carregadores, dessa forma a eletricidade é indispensável para a manutenção dos serviços de comunicações. Em paralelo com a vida cotidiana é praticamente impossível viver sem a energia elétrica.

Por que motores e geradores elétricos são tão comuns? A resposta é muito simples: a energia elétrica é uma fonte de energia limpa e eficiente, fácil de ser transmitida a longas distâncias e fácil de ser controlada. Um motor elétrico não requer ventilação constante nem combustível na forma que é exigida por um motor de combustão interna. Assim, o motor elétrico é muito apropriado para uso em ambientes onde não são desejáveis poluentes associados com combustão. Em vez disso, a energia térmica ou mecânica pode ser convertida para a forma elétrica em um local distanciado. Em seguida, a energia elétrica pode ser transmitida por longas distâncias até o local onde deverá ser utilizada e, por fim, pode ser usada de forma limpa em todas as casas, escritórios e indústrias. (CHAPMAN, 2013, p.2)

De certa forma quase podemos afirmar que tudo é movido a eletricidade, é comum mudar a forma de captação e transformação porém no final das contas necessitaremos de máquinas elétricas que farão a transformação da energia e a manterão constantes para que não haja picos de energia podendo causar mau funcionamento de equipamentos.

Uma máquina elétrica é um dispositivo que pode converter tanto a energia mecânica em energia elétrica como a energia elétrica em energia mecânica. Quando tal dispositivo é usado para converter energia mecânica em energia elétrica, ele é denominado gerador. Quando converte energia elétrica em energia mecânica, ele é denominado motor. Como qualquer máquina elétrica é capaz de fazer a conversão da energia em ambos os sentidos, então qualquer máquina pode ser usada como gerador ou como motor. Na prática, quase todos os motores fazem a conversão da energia de uma forma em outra pela ação de um campo magnético. (CHAPMAN,2013, p.1)

Para melhor complementar o estudo e as instalações na zona de combate existem medidas e dispositivos de proteção conforme atesta o manual de instalações na zona de combate. Para evitar falhas conjuntas na distribuição de energia no PC de uma brigada poderão ser usados disjuntores para a proteção da carga e fazer a distribuição da energia por circuitos de forma a não comprometer a distribuição inteira mas somente pontos isolados, facilitando a manutenção.

Toda instalação deve ser dividida em vários circuitos de modo a limitar as consequências de uma falta, a qual provocará apenas o seccionamento do circuito defeituoso. Facilitar as verificações, os ensaios e as manutenções. Evitar os perigos que possam resultar da falha de um circuito único como por exemplo , a pane geral de um circuito único de alimentação. (BRASIL, 2002, p.8-24)

Diante dos conceitos apresentados, compreende-se a importância de manter as instalações elétricas em perfeitas condições. A atividade de comando e controle é importantíssima e sua continuidade de durante as operações é fundamental. Dessa forma

o estudo será concluído com as análises das cargas utilizadas pelos equipamentos de comunicações e informática em face das capacidades dos geradores.

2.1.1. Problema

As instalações elétricas são constantemente mal planejadas e mal distribuídas acarretando situações inesperadas durante as operações militares. Nessas circunstâncias, é imprescindível que se tenham equipamentos capazes de suprir a necessidade de energia caso ocorram imprevistos ou ainda caso estes equipamentos sejam a fonte de energia principal que tenham a potência necessária para alimentar os circuitos. A partir das análises da demanda de energia de um PC de uma brigada e da potência dos equipamentos geradores de energia, estabeleceremos uma relação entre a melhora ou a substituição dos dispositivos enunciados no manual **C 5-39: Instalações na Zona de Combate**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2002.

Dessa forma, os equipamentos enunciados no manual são suficientes? Quais são os equipamentos atuais que supririam a necessidade? A simples redistribuição dos desenhos da distribuição de energia já não seria suficiente para alimentar de forma eficiente o PC?

2.1.2. Hipóteses

A pesquisa a ser desenvolvida parte da premissa de que os equipamentos de informática e instalações elétricas são constantemente expostos a falta de energia e sobrecargas causadas por diversos motivos correntes no dia a dia operacional, que trazem à tona variadas situações incondizentes com as operações militares como a falta de comunicação, queima de equipamentos, e não distribuição correta de eletricidade, e que nesse contexto poderá comprometer significativamente o andamento do combate.

As hipóteses de investigação se apresentaram da seguinte maneira:

- a) Se os equipamentos utilizados para trabalhar fornecendo energia elétrica ininterrupta para as instalações não forem capazes de suprir a demanda de energia.

- b) Se algum fenômeno ou conduta equivocada causar algum tipo de deficiência ou ruptura da alimentação.

2.1.3. Objetivos

A seguir serão apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho de pesquisa.

2.1.3.1. Objetivos gerais

O objetivo geral da pesquisa será: analisar e descrever quais equipamentos são indicados para fornecer alimentação para a manutenção de uma zona de combate, propondo melhorias nos dispositivos e condutas, segundo o manual **C 5-39:Instalações na Zona de Combate**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2002.

2.1.3.2. Objetivos específicos

Serão verificados os seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar os equipamentos descritos no manual **C 5-39:Instalações na Zona de Combate**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2002.
- b) Compreender e identificar possíveis falhas de geração de energia ou distribuição de carga nas instalações comumente feitas em zonas de combate.
- c) Propor a substituição dos equipamentos atualmente utilizados pelo Exército Brasileiro
- d) Analisar a demanda de energia necessária atualmente para os serviços de comando e controle.

2.1.4. Limitações da pesquisa.

Por se tratar de uma pesquisa documental e bibliográfica não será possível verificar a correlação entre os itens do manual C 5-39 Instalações na zona de combate (BRASIL, 2002) de forma prática. Restando, dessa forma, apenas uma indução a partir dos dados teóricos. Isso se deve tanto pelo fato de que as documentações bibliográficas utilizadas pelo EB tiveram como base os elementos prescritos por um Oficial da Arma de Engenharia em experiência na Angola, quanto pela relação das obras de análise de uso de geradores em ambientes civis. Para que tal análise possa encontrar subsídios mais consistentes, faz-se necessário uma pesquisa de campo com público militar.

2.2. Referencial Metodológico.

Esta seção do texto tem por finalidade definir os parâmetros e os passos dos procedimentos metodológicos utilizados para a análise do problema.

2.2.1 Tipo de pesquisa.

A pesquisa apresentou característica teórica, tendo em vista que foi possível utilizar todo material teórico para interpretar e relacionar as características dos geradores e da distribuição de energia no EB. Dessa forma, a pesquisa descritiva proporcionou a análise entre os dois assuntos pesquisados e sua possível correlação. O trabalho teve como suporte os seguintes tipos de pesquisas:

- a) Pesquisa Bibliográfica: levantamento do material necessário para compreensão do assunto, em especial as obras de Gonçalves Filho (2013)
- b) Pesquisa Documental: utilização do Manual de Instalações na zona de combate (BRASIL, 2002).

2.2.2. Coleta de dados.

Visando uma coleta de dados eficaz, todo o material bibliográfico e documental foi organizado em um sistema de fichamento, o qual serviu para posterior análise.

2.2.3. Tratamento dos dados.

Para efeito da análise e tratamento dos dados utilizou-se uma forma de tratamento qualitativa. Isto é, buscou-se compreender o significado dos aspectos ligados aos geradores que podem estar relacionados com as características destacadas pelos documentos do EB sobre as instalações elétricas.

3 GERADORES E ENERGIA ELÉTRICA: apresentação e análise dos dados

Esse capítulo tratará a respeito da apresentação e análise dos dados coletados referentes aos geradores e suas finalidades que serão correlacionados na pesquisa. A primeira seção abordará os pressupostos teóricos a respeito do estudo e as diferentes classificações dos grupos moto-geradores. Na segunda seção, serão apresentados os termos referentes às instalações em zonas de combate presentes na documentação vigente no EB (BRASIL, 2002). Por fim, a terceira seção fará a verificação da possível correlação entre os assuntos, através da análise entre aspectos relevantes da documentação a respeito dos geradores e as necessidades do Exército Brasileiro.

3.1 Grupos Motogeradores.

Ao longo dos últimos anos, o crescente aumento da tecnologia proporcionou o surgimento de diversos equipamentos que de acordo com sua aplicação e uso foram incorporados ou adaptados para o uso em combate ou em treinamentos pelas forças armadas.

Ao mesmo tempo em que surgiam novas tecnologias disponíveis para uso, outras necessidades surgiam no que diz respeito a funcionalidade destes equipamentos. Com isso era inegável o aumento da demanda de energia elétrica necessária para alimentar e manter o funcionamento dos mesmos em campanha.

O manual C5- 39 Instalações na zona de combate (BRASIL, 2002) trás as necessidades e instruções do Exército Brasileiro a respeito das instalações em zonas de combate, será analisado o capítulo que remete às instalações elétricas em campanha.

Figura 1 – Imagem de um GMG



Fonte: GALDINO, 2011, p. 4.

3.1.1 Definição

Existem diversas definições de geradores, em relação aos mais diversos aspectos, dentre os quais:

Grupo Motor Gerador (GMG) é um equipamento que possui um motores (Diesel, Gasolina ou Gás) de reconhecida performance, acoplado a um gerador de moderna tecnologia e montado sobre base metálica, com acionamento manual ou automático. Esse equipamento pode ser usado de forma singela ou em paralelo com outros grupos geradores, formando usinas de até 30MVA.

(GALDINO, JCS. Manutenção de ferrovia- Eletrotécnica II. Rio Grande do Norte, 2011.)

Ramalho (2007) dá relevância apenas à transformação da energia de qualquer tipo em energia elétrica. Essa análise permite diversas interpretações já que podemos classificar os geradores em diversas categorias levando em conta o tipo de transformação que ocorre. Zuim apresenta uma análise semelhante:

Denomina-se gerador elétrico todo dispositivo que separa cargas elétricas positivas e negativas, mantendo entre elas uma diferença de potencial; O gerador em suma, converte qualquer tipo de energia em energia elétrica. (Zuim, E. Eletricidade Básica – Geradores Elétricos. São Paulo, 2011)

Segundo Pereira (2009), o primeiro gerador chamado elementar foi concebido por Michael Faraday na Inglaterra em 1831 e por volta da mesma época por Joseph Henry nos Estados Unidos, e consistia em uma espira que girava em torno dos pólos de um ímã, resultando em uma indução magnética e conseqüentemente em uma força eletromotriz.

A força eletromotriz pode ser explicada por este trecho de Brasílio Filho (2010):

Nos motores de corrente contínua, a parte fixa é formada por ímãs, e a parte móvel por um conjunto de bobinas. Quando a corrente elétrica atravessa a bobina, o campo magnético gerado nos fios se opõe ou é atraído, dependendo da posição da bobina, ao campo magnético do ímã, movimentando o rotor (Ernandes, Apud Brasílio Filho, 2010).

As evoluções dos estudos a respeito de geração de energia elétrica permitiram o desenvolvimento de diversos equipamentos que mesmo trabalhando de formas diferentes permitiam o mesmo uso e o mesmo resultado. Isso gerou também diversas classificações diferentes que acabaram por melhor dinamizar o uso dos equipamentos, quanto ao tipo de corrente os geradores podem ser divididos em alternadores no caso da corrente alternada e dínamo no caso da corrente contínua.

Para explica essa classificação, Pereira (2009) diz que:

Denominamos alternador ao gerador de corrente alternada, assim como denominamos dínamo ao gerador de corrente contínua. Os geradores são máquinas destinadas a converter a energia mecânica em energia elétrica. A transformação de energia nos geradores fundamenta-se no princípio físico conhecido como Lei de Lenz, esta lei afirma que “quando existe indução magnética, a direção da força eletromotriz induzida é tal, que o campo magnético dela resultante tende a parar o movimento que produz a força eletromotriz” (Pereira, 2009, p. 57).

Mais adiante com os diversos avanços tecnológicos surgiram outras classificações, principalmente quanto ao tipo de energia que é convertida em energia

elétrica. Um dos mais utilizados é o gerador a diesel que transforma a energia térmica da queima do combustível em diferença de potencial.

3.1.2 Considerações sobre GMG's a OD

Como dito anteriormente grupos motogeradores são máquinas que trabalham em conjunto, mais precisamente, um motor e um gerador propriamente dito. O motor a diesel, muitas vezes chamado de máquina primária, também faz transformação de energia, transforma a energia vinda da fonte principal em energia mecânica de rotação já que seu funcionamento se deve a movimentação de seus pistões.

Neste sentido, Feijoó (2012, p. 23 apud CAPELLI, 2007):

“A geração é a transformação de qualquer tipo de energia mecânica em energia elétrica. Para isso temos duas máquinas que funcionam em conjunto: a primária e o gerador. A máquina primária é aquela que transforma a fonte principal de energia em energia cinética ,mais precisamente em energia mecânica de rotação. (...) O gerador é uma máquina que transforma a energia mecânica de rotação aplicada ao seu eixo em energia elétrica.”(CAPELLI, 2007).

Analisando-se esse conceito podemos dizer que a diferença entre os motores e os geradores está no fluxo de energia no sistema, enquanto em um motor o fluxo é a transformação de uma fonte de energia química em energia mecânica no gerador é a transformação de energia mecânica em energia elétrica. O funcionamento de um motor a combustão é semelhante ao de um motor de carro transforma a energia proveniente da explosão do combustível em energia mecânica ao movimentar seus pistões, ou seja, energia térmica em mecânica.

Os motores, pistão de combustão interna, mais utilizados em GMG's são os motores diesel como já dito anteriormente, segundo Galdino (2011):

Os motores, a pistão de combustão interna, mais utilizados em GMG's são os motores a diesel, como já afirmado na seção anterior, Nos motores Otto, a mistura combustível e comburentes é preparada fora do motor pelo carburador e injetada no cilindro, nos motores diesel o ar é admitido no cilindro, comprimido, e o combustível é injetado na massa de ar comprimida através de um circuito independente ocasionando assim a inflamação espontânea.(Galdino, 2011, p. 21)

O ciclo de trabalho de um Motor a diesel é dividido em 4 Fases:

- Admissão
- Compressão
- Injeção, combustão e expansão
- Escape

Segundo (OLIVEIRA JUNIOR, 1997), demonstram-se os quatro tempos da seguinte maneira.

-Admissão:

Na admissão observa-se que a válvula de admissão está aberta enquanto a válvula de escape está fechada. O movimento do pistão é de deslocar do Ponto Morto Superior (PMS) ao Ponto Morto Inferior (PMI) admitindo para o cilindro apenas ar.

- Compressão :

Já na compressão a válvula de admissão é fechada e a válvula de escape permanece fechada. O pistão se desloca do PMI ao PMS, comprimindo o ar. Antes de o pistão atingir o PMS, ocorre a injeção do combustível, que se mistura com o ar, que está aquecido devido à compressão, dando origem à combustão.

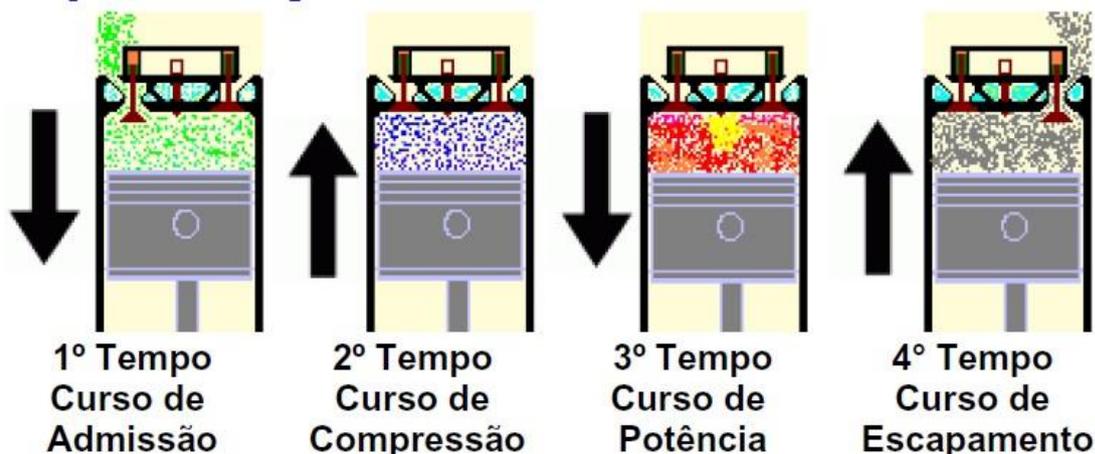
-Expansão:

Na expansão, a válvula de admissão e a válvula de escape permanecem fechadas. A combustão provoca a expansão dos gases que empurram o pistão, fazendo-o se deslocar do PMS ao PMI.

-Exaustão:

Na exaustão a válvula de admissão está fechada e a válvula de escape é aberta. O pistão se desloca do PMI ao PMS, empurrando para fora os gases queimados. Esses cilindros são acoplados a um sistema biela-manivela que é responsável pela transferência do movimento dos cilindros para a rotação do eixo do motor. Consequentemente, o motor a diesel ocasionará na rotação do gerador, que produzirá energia elétrica. (Oliveira Júnior,1997)

Figura 2 – Fases do Motor 4 Tempos



Fonte: PEREIRA, 2012, p.7.

3.1.3 Classificação dos GMG's

Como já foi dito anteriormente, muitas podem ser as classificações dos grupos motogeradores, sob diferentes aspectos. Para classificarmos podem ser levados em consideração o tempo e a modalidade de uso, o tipo de energia a ser entregue e até a forma de alimentação dos GMG's, é importante salientar que o gerador não gera carga elétrica mas a fornece a partir de outras formas de energia. Segundo Gonçalves Filho(2011), os equipamentos podem ser classificados segundo o uso e a classe:

Os sistemas de geração local de energia podem ser classificados conforme o tipo e classe do equipamento de geração. Um equipamento pode ser classificado como "Standby", "Prime" ou "Contínuo", se utilizado para geração de energia "standby", "prime" ou "contínua", respectivamente. É muito importante compreender como são definidas as classificações para a aplicação do equipamento. (GONÇALVES FILHO, 2011, p.20)

A diferença entre os modos prime e standby refere-se ao modo de operação que será utilizado pelo gerador, caso o GMG seja empregado apenas para emergência ele será standby, caso seja para operar de forma contínua, isto é, no lugar da rede comercial ele será classificado como prime.

No que se refere ao tipo de energia que será transformada a gama de classificações se torna ainda maior:

- mecânicos (usinas hidrelétricas)
- térmicos (usinas térmicas)
- nucleares (usinas nucleares)
- químicos (pilhas e baterias)
- foto-voltáicos (bateria solar)
- eólicos (energia dos ventos)

No caso dos geradores diesel a energia proveniente da queima do combustível movimenta os pistões do motor gerando movimento, dessa forma a energia transformada em elétrica é a mecânica.

3.1.4 Vantagens dos GMG's a OD

Gonçalves Filho (2011) cita que os geradores a diesel são a primeira opção mundial de geração de energia alternativa sendo utilizados tanto em emergência como por períodos contínuos, apresentando diversas vantagens em relação aos demais tipos de geração de energia.

O óleo diesel é um combustível derivado do petróleo sendo constituído basicamente por hidrocarbonetos (compostos orgânicos que contêm átomos de carbono e hidrogênio). Alguns compostos presentes no diesel, além de apresentar carbono e hidrogênio, apresentam também enxofre e nitrogênio. Produzido a partir da refinação do petróleo, o óleo diesel é formulado através da mistura de diversas correntes como querosene, gasóleos, nafta pesada, diesel leve, diesel pesado, etc., provenientes das diversas etapas de processamento do óleo bruto. As proporções destes componentes no óleo diesel são aquelas que permitem enquadrar o produto final dentro das especificações previamente definidas e que são necessárias para permitir um bom desempenho do produto, além de minimizar o desgaste nos motores e componentes bem como dos poluentes gerados na queima do produto em níveis aceitáveis. (ÁUREA, 2004, p.7)

3.2 Óleo Diesel

O óleo diesel é o combustível mais utilizado no país tendo uma utilização principal nos veículos do transporte público como ônibus e para transporte de carga como caminhões além de ser amplamente utilizado na geração de energia.

O óleo diesel é um combustível de larga utilização, sendo as principais delas no transporte terrestre de mercadorias, pessoas e na geração de energia elétrica. É caracterizado como sendo um combustível derivado do petróleo,

de compostos formados principalmente por átomos de carbono, hidrogênio e em baixas concentrações por enxofre, nitrogênio e oxigênio, selecionados de acordo com as características de ignição e de escoamento adequadas ao funcionamento dos motores diesel. É um produto inflamável, medianamente tóxico, volátil, límpido, isento de material em suspensão e com odor forte e característico. (PETROBRAS, 2014)

3.2.1 *Vantagens e desvantagens do OD*

O óleo diesel se apresenta vantajoso em diversos tópicos consideráveis desde o mercado, pois apresenta preços competitivos até a vantagem de ser utilizados biocombustíveis que barateiam ainda mais o custo operacional.

Os grupos geradores a diesel apresentam como vantagens:

- Baixo custo de aquisição quando comparados com outros tipos de fonte de energia como eólica e fotovoltaica;
- Facilidade em encontrar peças de reposição;
- Existem máquinas de diversas potências encontradas comercialmente, desde alguns kVA até valores em MVA;
- Apresentam robustez;
- Podem ser alimentados com biodiesel e já existem alguns motores que podem ser alimentados diretamente com óleos vegetais in natura, em lugar do óleo diesel, contribuindo assim para a diminuição da emissão de gases poluentes para o meio ambiente. (GONÇALVES FILHO, 2014, p.48)

Existem também algumas desvantagens no uso do diesel por parte dos geradores, fatores como manutenção e poluição podem ser prejudiciais na escolha de um gerador diesel.

Como desvantagens, os grupos geradores apresentam:

- Alto custo de manutenção, devido ao fato de ser necessária manutenção constante no motor, e alto custo operacional acarretado pela compra, transporte e distribuição do óleo diesel;
- Poluição do meio ambiente através de emissão de gases de efeito estufa e descarte do óleo lubrificante;
- Poluição sonora, caso o grupo gerador não esteja dentro de uma cabine própria para atenuar o ruído. (GONÇALVES FILHO, 2014, p.48)

Portanto, geradores a diesel apresentam vantagens e desvantagens em relação ao uso porém mesmo apresentando certas desvantagens, ainda são a alternativa de energia mais viável para a substituição da rede elétrica local.

3.2.2 *Tipos de óleo diesel*

Existem diferentes tipos de óleo diesel no mercado, cada tipo sendo específico para determinado uso, como por exemplo o diesel usado para transportes público e o diesel marítimo. As diferenças vão além da especificidade de uso, contendo alterações também em sua fórmula para que haja melhor aproveitamento em diferentes tipos de motores. Áurea definiu os tipos de diesel da seguinte forma:

Os tipos de óleo diesel são:

- Diesel Comum: Amplamente empregado nos motores a explosão de máquinas, veículos pesados, como combustível industrial e geração de energia elétrica.
- Diesel Metropolitano: Combustível automotivo para transporte urbano.
- Diesel Marítimo: Para embarcações leves. (ÁUREA, 2004, p.16)

Gonçalves Filho (2014) classifica os tipos de diesel por letras e insere uma classificação a mais para o diesel metropolitano, com a diferença apenas na composição, já que uma das classificações do diesel metropolitano leva menos enxofre que a outra, essa mudança se dá por conta da poluição das cidades já que o combustível libera teor de enxofre.

Por se tratar de um produto derivado do petróleo, o diesel é uma fonte de energia poluente, tendo o enxofre como o principal responsável, podendo formar SO₂ e SO₃, gerando danos ao meio ambiente, à saúde humana e ao motor pela corrosão das partes metálicas.(GONÇALVES FILHO, 2014, p.46)

Por ser uma mistura de hidrocarbonetos e diretamente derivado do petróleo, o diesel apresenta essa característica poluente podendo em alguns casos causar a corrosão do motor. Tal fator motivou a criação de biocombustíveis que podem ser utilizados na alimentação de geradores e transportes públicos.

[...] Soja, canola, babaçu, dendê, mamona são algumas oleaginosas com elevado potencial de aproveitamento. Atualmente, são comercializadas misturas com diferentes proporções de óleo diesel e óleos vegetais transesterificados em outros países (soja nos Estados Unidos e canola na França e Alemanha). Portanto, já se comprovou a viabilidade de adoção de misturas de até 5% (v/v) de biodiesel, sem que qualquer modificação nos veículos seja necessária.[...] (ÁUREA, 2004, p.8)

No Brasil, também são utilizados biocombustíveis, principalmente produzidos a partir da soja, se tornando uma alternativa eficaz na utilização de combustíveis no país.

3.2.3 Estocagem do óleo diesel

Por se tratar de líquido inflamável, algumas considerações devem ser levadas em conta na hora de armazenar o combustível que irá ser utilizado. Fatores como ponto de fulgor, distância de propriedade de via pública ou de circulação de pessoas.

Uma das várias características de líquidos combustíveis é o chamado ponto de fulgor. O ponto de fulgor é classificado como a temperatura mais baixa na qual o produto se vaporiza em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável com ar. O diesel comum possui ponto de fulgor maior que 38°C (trinta e oito graus celsius) e é classificado como inflamável. (GONÇALVES FILHO, 2014, p.38)

Ao atentar para esses pontos ao fazer a estocagem, a probabilidade de se perder combustível na evaporação ou em uma eventual queima se torna mínima e contribui para uma maior rentabilidade do diesel.

3.3 Geradores no Exército Brasileiro

Nessa seção do texto será abordada uma breve análise a respeito do conceito de geração de energia nas documentações vigentes no EB.

3.3.1 Algumas considerações sobre geradores no EB

Por definição do manual C5-39 geradores são de dotação de batalhões de engenharia, porém é de conhecimento que grande parte das organizações militares possuem seus próprios geradores em seu material carga.

Os Batalhões de Engenharia de Combate –BEC- possuem geradores portáteis, sobre reboques ou estacionários que podem fornecer energia elétrica sob a forma de corrente alternada , monofásica ou trifásica. os BEC

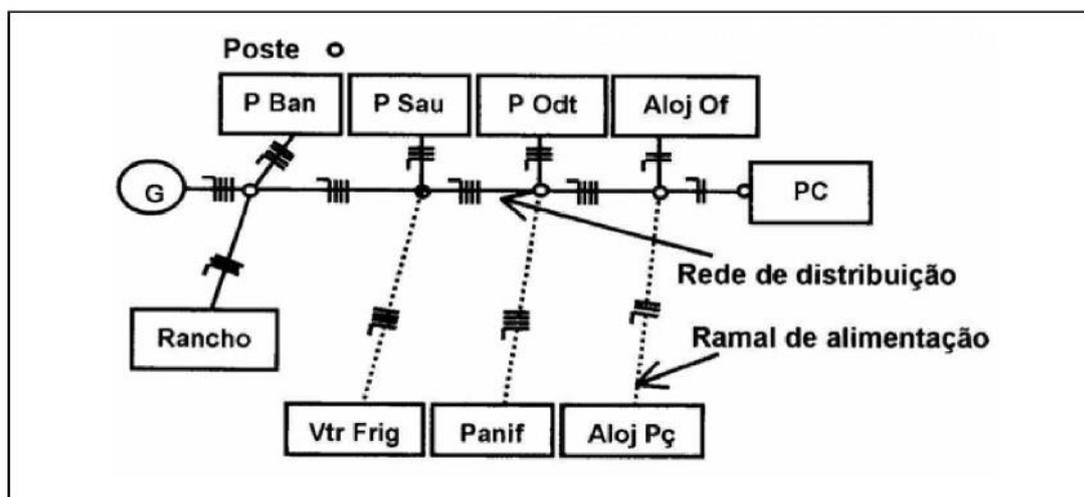
possuem em sua dotação cinco geradores de 4kVA, monofásico, 110v, 60Hz e um de 7,5kVA, monofásico, 110 ou 220v, 60Hz.(BRASIL, 2002, p.8-1)

Os geradores são utilizados no Exército Brasileiro principalmente como forma de substituir a rede local já que muitos locais de treinamento e adestramento operacional não possuem distribuição de energia por se localizarem em reservas ou locais de mata, dessa forma a energia utilizada para os acampamentos e acantonamentos provém de um gerador.

3.3.2 Distribuição de energia elétrica em campanha

Para a alimentação de energia em campanha o Exército Brasileiro usa geradores a diesel para fornecer energia a barracas chamadas normalmente de barracas 10 praças com um comprimento de 3x4m², sendo utilizadas diversas barracas para as instalações previstas para o acampamento, conforme o manual C 5-39:

Figura 3 – Imagem do acampamento



Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-13

O manual de instalações em zona de combate (BRASIL, 2002) especifica diversos conceitos em relação a geradores, que serão utilizados na pesquisa, dentre os quais fator de potência, corrente elétrica, tensão. Tais conceitos visam esclarecer o funcionamento e a alimentação dos equipamentos elétricos usados em zonas de combate.

Segundo o manual C 5-39 (BRASIL, 2002) todos os geradores terão sua potência expressa em kVA (quilovolt-ampère) chamada potência aparente, e representa a potência total que o grupo gera, para o cálculo da potência ativa, o manual padroniza a equação $kW = kVA \times FP$, sendo padronizado o valor de 0,8 para o fator de potência.

Dessa forma cada um dos seis geradores de dotação do BEC, terão como potência máxima $kW = 7,5 \times 0,8 = 6 \text{ kW}$ e para os geradores de 4 kVA, $kW = 4 \times 0,8 = 3,2 \text{ kW}$.

O manual especifica ainda os tipos de materiais elétricos e eletrônicos utilizados em campanha, classificando-os pelo tipo de equipamento, sendo materiais de cozinha, comunicações, intendência e hospitalares.

3.3.3 Iluminação

O manual explica ainda sobre a iluminação de acampamentos e acantonamentos, trazendo um critério para a iluminação correta já que a intensidade de iluminamento, medidas na unidade LUX, depende do tipo de trabalho que será realizado no espaço. Trabalhos de bancada como manutenção de equipamentos elétricos necessitam de mais iluminação que trabalhos de construção.

Para determinação das cargas de iluminação tanto de áreas de acampamento quanto de áreas de acantonamento, pode ser aplicado o seguinte critério:

(1) Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA.

(2) Em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma carga mínima de 100 VA para os primeiros 6 m², acrescida de 60VA para cada aumento de 4 m² inteiros. (BRASIL, 2002, p.8-18)

Para o uso em campanha podem ser usadas lâmpadas incandescentes, seus valores em VA correspondem ao mesmo valor em W. Obs: As lâmpadas incandescentes podem ser substituídas por LED diminuindo grandemente a carga de iluminação pela eficiência. Ex.: LED 9W equivale a uma incandescente de 60W.

Figura 4 – Tabela das cargas de iluminação.

Frações de área	Carga de iluminação (VA)
6,00	100
4,00	60
2,00	- x -
Total:	160

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-21

3.3.4 Tomadas de força

Equipamentos elétricos são alimentados por corrente elétrica através de tomadas, que podem ser divididas em tomadas de uso específico, isto é, tensão e potências específicas e tomadas de uso geral, 127V ou 220V, de 100 VA ou 600VA, de acordo com o ambiente a que se destinar.

Número de Tomadas de uso geral. Para determinação da quantidade de tomadas de uso geral tanto para áreas de acampamento quanto para áreas de acantonamento, pode ser aplicado o seguinte critério utilizado em residências:

(1) Em cômodos ou dependências com área igual ou inferior a 6 m², deve ser prevista pelo menos uma tomada.

(2) Em cômodos ou dependências com área superior a 6 m², deve ser prevista uma tomada para cada 5 m ou fração de perímetro, uniformemente distribuídas. (BRASIL, 2002, p. 8-22)

Figura 5 – Imagem das quantidades de tomadas.

Frações de perímetro	Quantidade de tomadas
5,00	01
5,00	01
4,00	01
Total:	03

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-26

3.3.5 Alimentação da barraca de saúde

Conforme a figura 1 é previsto uma barraca de saúde para acampamentos. Onde se encontra diversos equipamentos de saúde que deverão ser alimentados com corrente elétrica sem interrupções. O manual C 5-39 (BRASIL, 2002) lista os equipamentos e a previsão de potência requerida para estes equipamentos.

Figura 6 – Imagem da tabela dos equipamentos médicos.

Material	Potência (W)
Esterilizador para instrumental	1.000
Banho maria elétrico	500
Balança eletrônica	200
Cortador de gesso	300
Aparelho de raio-x odontológico	600
Aparelho de raio-x portátil	450
Eletrocautério	1.500
Infravermelho	100
Aspirador elétrico para secreção traqueal	150
Foco luminoso	40
Forno de bier	200
Nebulizador elétrico completo	1.500
Negatoscópio	150
Eletrocardiógrafo	200
Amalgamador elétrico	100
Aparelho fotopolimerizador	300
Foco cirúrgico	500

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-27

O somatório das potências requeridas por equipamentos de saúde atinge 7790 W, de acordo com os equipamentos geradores disponíveis em um BEC, nenhum gerador teria potência suficiente para alimentar a barraca de saúde com folgas. Calculando ainda a iluminação, prevendo a instalação como uma dupla barraca de 10 praças, ou seja, $2 \times (3 \times 4) \text{m}^2 = 24 \text{m}^2$, com essa área, com a padronização do manual é

prevista a iluminação de 280 VA, que corresponde a potência de 280 W para lâmpadas incandescentes. No total a barraca de saúde necessitaria de 8070 W. A barraca poderá ser alimentada por três geradores de 4 kVA de forma independente ou em paralelo se os neutros deles forem aterrados de modo único.

3.3.6 Instalações de intendência e rancho

Para as barracas de intendência e rancho também serão previstas duas barracas de 10 praças, por conta disso a iluminação também ficará com a carga de 280 W, como já foi calculado anteriormente para essa mesma área prevista. Não será contabilizado para o cálculo de carga as viaturas frigorífica e viatura lavanderia, bem como os contêineres, já que viaturas possuem geradores próprios como os centros nodais da arma de Comunicações Serão contabilizados apenas equipamentos.

Figura 7 – Imagem da tabela de equipamentos de intendência.

Material	Potência (W)
Máquina de moer carne	1.000
Liquidificador	300
Geladeira doméstica	1.500
Freezer doméstico	1.500
Máquina de descascar batatas	1.000
Ferro de passar roupas	1.000
Furadeira elétrica	400
Copiadora tipo xerox	200
Furadeira elétrica de impacto	400
Ferro de soldar elétrico	200
Cafeteira elétrica	300
Carro térmico	2.000

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-27

Figura 8 – Imagem da tabela de equipamentos de rancho.

Material	Potência (W)
Circulador de ar	80
Ventilador de teto	60
Máquina de escrever elétrica	50
Condicionador de ar 7500 BTU	1.500
Bebedouro elétrico	600
Máquina de fazer gelo	1.500
Forno de padaria	3.000
Batedeira industrial para massa de pão	1.500
Lavadeira industrial	2.000
Centrifugadora para roupas, industrial	1.000
Máquina de passar roupas, industrial	1.500
Container frigorífico	11.000
Viatura frigorífica	4.000
Viatura lavanderia	11.000
Container sanitário	10.000

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-27

O somatório das potências dos equipamentos de intendência atinge a carga de 22590 W. Nenhum dos geradores previstos teria capacidade para suprir a demanda energética sozinho.

Para a alimentação da barraca de intendência seria necessário geradores , pelo menos 8 equipamentos de 4 kVA trabalhando de forma independente preferencialmente.

3.3.7 Barraca de comunicações e equipamentos de garagem

A menor carga de equipamentos segundo o manual C 5-39 (BRASIL, 2002) fica por conta da barraca de comunicações, de acordo com a previsão do manual a carga de todos os equipamentos de comunicações ficaria com cerca de 2075 W, sendo a instalação de comunicações uma barraca de 10 praças, a iluminação teria 160 W. Por conta disso ficaria viável alimentar a barraca de comunicações e os equipamentos de garagem juntos e ainda a iluminação dos alojamentos de praças e oficiais que por serem barracas simples também possuem 160 W de iluminação cada.

Fornecendo eletricidade a essas instalações juntas, dois geradores faria o trabalho a contento. Podendo ser o gerador de 7,5 kVA e um de 4 kVA, de forma independente preferencialmente, fim de evitar curto circuitos por misturas de fases diferentes.

Figura 9 – Imagem da tabela de equipamentos de comunicações

Material	Potência (W)
Estabilizador de tensão	100
Microcomputador tipo PC	250
Impressora tipo matricial	50
Impressora tipo jato de tinta	50
Conjunto rádio EB 14 - 510/HPSSB	50
Conjunto rádio EB 11 - ERC 617	50
Conjunto amplificador EB 11 - ENP 606	100
Carregador de baterias EB 11 - GD 20	30
Instrumental de 3° escalão, composto de:	
Osciloscópio EB 11 OL 23/E (HP 54510A) - digital	30
Analisador de áudio EB 11 AZ 26/E (HP 8903)	20
Fonte AC estabilizada 110V 60 Hz / 15V da saída	100
Fonte de alimentação EB 11 FA 69	100
Multímetro EB 11 MD 88/E (HP 34401A)	5
Medidor de potência direcional EB 11MD 30/ER	30
(THRULINE)	
Medidor de capacitância EB 1 MD 79/E	20
Frequêncímetro EB 11 FQ 13/E (HP 5385)	20
Gerador de sinais EB 11 GF 34/E (HP 8657A)	50
Fonte de alimentação EB 11 FA 30/E	100

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-29

Figura 10 – Imagem da tabela de equipamentos de telecomunicações.

Material	Potência (W)
Filmadora gradiente	50
Projektor de slides	100
Videocassete	60
Retroprojektor	100
Monitor de TV colorido 21"	80
Fac-símile	80
Conjunto de sonorização	150
Monitor de TV colorido 34"	300

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-29

Figura 11 – Imagem da tabela de equipamentos de garagem.

Material	Potência (W)
Compressor de ar 250 psi	800
Equipamento de solda tipo arco voltaico	2.000
Máquina lava-jato para limpeza de viaturas	400
Compressor de ar para pneus	500
Destilador de água	150
Viatura oficina média	600

Fonte: BRASIL, 2002, p. 8-29

3.3.8 Resultados

A alta demanda energética dos aparelhos requiere muitos equipamentos geradores de energia elétrica, nem mesmo a união de todos os geradores previstos no manual em um BEC, seria capaz de suprir a potência total necessária.

A quantidade de geradores é insuficiente, porém não se trata da quantidade de equipamentos mas sim da potência, um só gerador trifásico 127/220V silenciado com uma potência de 20 KVA, seria suficiente para alimentar todo o acampamento com sobras, contudo teriam que haver pelo menos um de reserva para alternar o funcionamento.

Dessa forma é necessária a aquisição de equipamentos geradores de maior potencia para que não haja má alimentação e não falte eletricidade para a condução dos exercícios no terreno.

4 CONCLUSÃO

Os objetivos da pesquisa acima tratada foram analisar e correlacionar o uso de geradores de eletricidade no Exército Brasileiro em zonas de combate, o equipamento é largamente utilizado para manter em funcionamento as diversas atividades que acontecem em zonas de combate.

Foi explicado o funcionamento de geradores, esclarecendo os tipos e diferenças para a melhor aplicação do equipamento. E ainda os cálculos referentes a sua potência total e nominal a fim de um melhor entendimento da capacidade de alimentação do gerador.

Sem o devido GMG, o andamento de treinamentos fica completamente prejudicado, uma vez que tarefas essenciais não serão cumpridas por conta da falta energética e aparelhos que manteriam a coordenação de atividades não poderiam ser utilizados como rádios e computadores.

Foi analisado ainda o combustível usado pelos geradores, apresentando características, vantagens e desvantagens no uso do óleo diesel, um combustível barato e com ótimo rendimento energético com a desvantagem de ser poluente.

A partir da análise dos dados contidos no manual C 5-39 Instalações em zonas de combate (BRASIL, 2002) chegou-se a conclusão que o número de equipamentos especificados como carga de um Batalhão de Engenharia de Construção é insuficiente para a potência especificada pelos equipamentos descritos em manual, sendo assim caso

em um exercício seja levado exatamente o material contido no manual a alimentação elétrica ficaria comprometida.

Conclui-se que os GMG's são indispensáveis ao EB como fornecedores de energia, uma vez que a região de treinamentos e combates normalmente não possui distribuição de energia elétrica regular. Contudo o manual que versa sobre as instalações elétricas evidencia a defasagem quanto a quantidade de GMG's necessários a fazer uma proveitosa distribuição de energia em zonas de combate, sendo a melhor alternativa uma aquisição de novos equipamentos mais potentes e trifásicos a fim de possibilitar uma distribuição elétrica mais equilibrada e um correto apoio de energia elétrica. Além disso o manual poderá prover fontes complementares de energia elétrica como placas voltaicas e aerogeradores por exemplo.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Defesa. **C 5-39:Instalações na Zona de Combate**. 1. ed. Brasília: EGGCF, 2002.

CHAPMAN, STEPHEN. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. Porto Alegre, HMGH: 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410: Instalações Elétricas de Baixa Tensão**. Rio de Janeiro, 1997.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Catálogo Institucional**. Disponível em <http://www.cumminspower.com.br/bib_catalogo.asp>. Acesso em 25 de abril de 2018.

CUMMINS POWER GENERATOR. **Manual de Aplicações para Grupos Geradores Arrefecidos a Água**. Manual de Aplicação Disponível em

<<http://www.cumminspower.com>. >. Acesso em 28 de abril de 2018

PETROBRÁS. **Óleo Diesel**. Disponível em: <[http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermelétricas/oleodiesel!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQwsLQ_2CbEdFAHrtAYU!/>. Acesso em 19 de maio de 2018.](http://www.br.com.br/wps/portal/portalconteudo/produtos/paraindustriasetermelétricas/oleodiesel!/ut/p/c4/04_SB8K8xLLM9MSSzPy8xBz9CP0os3hLf0N_P293QwP3YE9nAyNTD5egIEcnQwsLQ_2CbEdFAHrtAYU!/)

BRASÍLIO FILHO, Arnaldo. **Motores e Geradores**. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=795>>. Acesso em 29 de Março de 2018.

BRITO, et al. **Deteção de Falhas em Motores Elétricos Através da Análise de Corrente e Análise de Fluxo Magnético**. UFSJ-MG.

BRITO, Moacyr. **Máquinas CC**. Disponível em: <<https://www.passeidireto.com/arquivo/4136050/aula-13---introducao-maquinas-cc>>. Acesso em 17 de Abril de 2018.

FERRAZ NETTO, Luiz. **Geradores de Energia Elétrica (Conceitos básicos)**. Disponível em: <http://www.feiradeciencias.com.br/sala13/13_t02.asp>. Acesso em 5 de Março de 2018.

FRANCHI, c.m. **acionamentos elétricos**, Ed. Érica, 4a. Ed., SP, 2008.

GALDINO, Jean Carlos da Silva. **Curso: Manutenção de ferrovia – Eletrotécnica II – 2011**. Disponível em: <http://www3.ifrn.edu.br/~jeangaldino/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=apostila_grupo_motor_gerador1.pdf>. Acesso em 2 de Maio de 2018.

- ULIANA, J.E. **Apostila de Comando e Motores Elétricos**. Curso Técnico em Plásticos. <www.weg.net>. Acesso em 10 de Maio de 2018.
- PEREIRA, José Cláudio. **Motores e Geradores: Princípios de Funcionamento, instalação, operação e manutenção de grupos diesel geradores**. São Paulo, 2010. (Apostila).
- OLIVEIRA JUNIOR, Prof. Eng^o Durval Piza de. **Motores de Combustão Interna**. 1997. 129 f. Monografia (acompanhamento das aulas de Sistemas Mecânicos II) – Faculdade Tecnológica de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- CAPELLI, Alexandre. **Energia elétrica para sistemas automáticos da produção**. 1. ed. São Paulo: Ética, 2007. 320 p.
- RAMALHO, Francisco. **Fundamentos de Física Elementar 3**. 9. ed. São Paulo: Moderna, 2007. 497 p.
- FEIJOÓ, Gabriel. **Estudo do sistema elétrico em embarcações marítimas com propulsão diesel-elétrica**. 2012. 70 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, São Paulo.
- COTRIM, Ademaro. **Instalações elétricas**. 3^a ed. São Paulo: Makron Books, 1992. 887 p.
- PINHEIRO, P. C. C.; **O que é óleo diesel**. Disponível em: <<http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema003/liquidos/diesel/especifi.htm>> Acesso em 19 mar. 2018.