

**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA – CBMSC
DIRETORIA DE ENSINO – DE
CENTRO DE ENSINO BOMBEIRO MILITAR – CEBM
ACADEMIA BOMBEIRO MILITAR – ABM**

AVELINO MENEZES DE CARVALHO FILHO

**SEGURANÇA EM ELETRICIDADE NA ATIVIDADE TÉCNICA DO CORPO DE
BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

**FLORIANÓPOLIS-SC
SETEMBRO 2011**

Avelino Menezes de Carvalho Filho

**Segurança em eletricidade na atividade técnica do Corpo de Bombeiros Militar do
Estado de Santa Catarina**

Monografia apresentada como pré-requisito
para conclusão do Curso de Formação de
Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de
Santa Catarina.

Orientador: Major BM Edson Luís Biluk

**Florianópolis-SC
Setembro 2011**

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na fonte

C331s Carvalho Filho, Avelino Menezes de

Segurança em eletricidade na atividade na atividade técnica do Corpo de Bombeiros do Estado de Santa Catarina. / Avelino Menezes de Carvalho Filho. – Florianópolis : CEBM, 2011.

54 f.

1. Grupo gerador de energia. 2. Edificações. 3. Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. II. Título.

CDD 621.3

Avelino Menezes de Carvalho Filho

Segurança em eletricidade na atividade técnica do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Santa Catarina

Monografia apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Formação de Oficiais do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina.

Florianópolis (SC), 02 de Setembro de 2011.

Maj BM Edson Luís Biluk
Professor Orientador

Cap BM Alexandre Vieira
Membro da Banca Examinadora

1º Ten BM Ana Paula
Membro da Banca Examinadora

Dedicatória:

*À minha mãe Maria de Jesus Soares de Carvalho e
ao meu pai Avelino Menezes de Carvalho (in memoriam) pelo
amor, atenção, educação, incentivo e apoio em todos os
momentos da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

Sou grato a DEUS pelo dom da vida.

Agradeço aos meus pais, Maria de Jesus Soares de Carvalho e Avelino Menezes de Carvalho (*in memoriam*), pelo apoio incondicional durante toda minha vida.

Às minhas queridas irmãs: Sulimar, Adriana, Pollyana e Paulicélia pelo amor e amizade que sempre compartilhamos.

À Frances Viana Medeiros, minha namorada, quase noiva e futura esposa, pelo companheirismo e amor dedicado.

Ao meu orientador, Major BM Edson Luís Biluk, pelo aprendizado e pela orientação.

Ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina e a todos profissionais, militares e civis, do Estado de Santa Catarina que de alguma forma contribuíram para a minha formação profissional.

Bem aventurados os que têm fome e sede de justiça porque eles serão fartos (Mateus 5:6).

RESUMO

O presente trabalho tem o intuito de estudar a necessidade de atualização da legislação adotada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, no que tange à exigência do grupo motor gerador de energia elétrica em edificações, principalmente aquelas com grande aglomeração de pessoas (hospitais, supermercados, shopping centers, etc.). Foi realizada visita técnica no Shopping Iguatemi (Florianópolis – SC), para realização de uma vistoria com intuito de identificar a existência do grupo motor gerador de energia na edificação, além de averiguar seu funcionamento, dados técnicos e principalmente, se havia ou não, vistoria técnica efetuada pelo CBMSC. Através da visita técnica foi possível constatar possíveis problemas no serviço de atividade técnica da corporação, além de tornar possível a análise quanto à funcionalidade do grupo motor gerador de energia para os demais sistemas de emergência. Além disso, o estudo permitiu o conhecimento do grupo gerador e sua importância para os sistemas de segurança exigidos pelo CBMSC para as grandes edificações. Através de visitas técnicas ao ambiente do Shopping Iguatemi, pode-se conferir o sistema de emergência do local e também obter o conhecimento do planejamento de segurança contra incêndio do estabelecimento. Foi analisado o funcionamento do grupo gerador e todos os procedimentos que são efetuados quando ocorre a falta de energia da concessionária. Portanto, foi identificada a importância do grupo motor gerador de energia elétrica para os sistemas de emergência e o estudo concluiu que é necessária a criação de uma Instrução Normativa (IN) para regulamentar a exigência do grupo motor gerador para as edificações, que pela quantidade de pessoas que circulam por ela, não podem abrir mão desse sistema de segurança contra incêndio. Ressaltando sempre a finalidade de uma norma de segurança, preservar a vida e o patrimônio.

Palavras chave: Grupo gerador de energia. CBMSC. Instrução Normativa. Edificações. Shopping Iguatemi.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E TABELAS

Figura 1 – Trajeto da corrente elétrica e a porcentagem de corrente que passa pelo coração .	22
Tabela 1 – Duração máxima da tensão de contato CA	23
Tabela 2 – Duração máxima da tensão de contato CC	23
Tabela 3 – Intensidade da corrente elétrica e seus efeitos no organismo humano	24
Tabela 4 – Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre	27
Figura 2 – Grupo Motor Gerador 60 – 72 KVA Mercedes Cramaco	29
Figura 3 – Grupo motor-gerador de energia - Equipamento de prevenção contra incêndios ..	30
Figura 4 – Grupo motogerador.	31
Figura 5 – Grupo Gerador FG Wilson	32
Figura 6 – No-break estático operando em CC.	34
Figura 7 – No-break estático operando em CA	34
Figura 8 – Esquema de uma instalação com grupo motor gerador.....	34
Figura 9 – Instalação de segurança: um no-break estático, em by-pass, operado por chaves de transferência estática	35
Figura 10 – Esquema de dois no-breaks em paralelo	35
Figura 11 – Instalação de segurança permanente, com fonte normal e fonte de segurança	36
Figura 12 – Instalação de segurança não-permanente, usando bateria	37
Figura 13 – Instalação de segurança não-permanente, usando gerador de emergência.....	37
Figura 14 – Diagrama unifilar do QGD	38
Figura 15 – Grupo gerador - Cummins Power Generation	39
Figura 16 – Grupo Gerador – STEMAC.....	40
Figura 17 – Grupo Gerador - SCANIA.....	40
Figura 18 – Montagem do Quadro de Transmissão Automática.....	41
Figura 19 – Esquema do sistema elétrico do Shopping Iguatemi.....	43
Figura 20 – Grupo Gerador de 500 kVA (Shopping Iguatemi).....	44
Figura 21 – Unidade de controle ST 2080 - Stemac.....	44
Figura 22 – Detalhe do quadro de comando - Stemac (Shopping Iguatemi)	45
Figura 23 – Sala do sistema de supervisão e controle - Shopping Iguatemi.....	46
Figura 24 – Disjuntor geral do grupo gerador - Shopping Iguatemi	46
Figura 25 – Unidade de controle - USCA 1 - Shopping Iguatemi.....	47
Figura 26 – Unidade de controle - USCA 2 - Shopping Iguatemi.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CA – Corrente Alternada

CBMSC – Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

CC – Corrente Contínua

GMG – Grupo Motor Gerador

IN – Instrução Normativa

NBR – Normas Brasileiras Reguladoras

NR – Norma Regulamentadora

NSCI – Normas de Segurança Contra Incêndios.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivos	12
1.1.1	Objetivo Geral.....	12
1.1.2	Objetivos Específicos	12
1.2	Justificativa	12
1.3	Metodologia	13
1.4	Estrutura do trabalho	14
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	15
2.1	A importância da atividade técnica	15
2.2	Diplomas legais	15
2.3	Os riscos da eletricidade	18
2.4	O choque elétrico	19
2.5	Os efeitos da corrente elétrica no corpo humano	20
2.6	A água e o combate a incêndio	25
2.7	O grupo motor gerador e as instalações de segurança	28
2.7.1	Introdução ao grupo motor gerador	28
2.7.2	Componentes de um grupo motor gerador.....	32
2.7.3	Instalações de segurança permanentes.....	33
2.7.4	Exemplo de uma instalação de segurança.....	38
2.7.5	Modelos de GMG.....	39
2.7.6	Quadro de comando.....	41
3	ESTUDO DE CASO	43
3.1	O sistema de emergência do Shopping Iguatemi	43
4	CONCLUSÃO	49
	REFERÊNCIAS	52

1 INTRODUÇÃO

“A eletricidade é vital na vida moderna. É desnecessário ressaltar sua importância, quer propiciando conforto aos nossos lares, quer atuando como insumo nos diversos segmentos da economia” (ALCANTARA, 2011). Porém sua utilização requer a aplicação de precauções em virtude do risco que a eletricidade oferta, fato que muitos não conhecem ou desconsideram. Os acidentes envolvendo a eletricidade que trazem as mais graves conseqüências e que também ocorrem com maior freqüência, são os registrados no lar e no trabalho. As normas de segurança que tratam a respeito da eletricidade, estabelecem que as pessoas devem ser informadas a respeito do risco ao qual estão expostas, dos seus efeitos e das medidas de segurança aplicáveis para minimizar tal risco. (ALCANTARA, 2011).

Por outro lado, a demanda energética que atualmente existe no país, exige a ampliação da malha energética para que se possa suprir tal demanda e não afete a sociedade com os riscos de apagões e os seus efeitos. Sabemos que falta de energia devido a uma falha do sistema da concessionária (como um apagão, por exemplo) sempre causa transtornos para a sociedade. Com intuito de resolver o problema é que são elaborados sistemas que possam atuar na ocorrência de uma emergência. A elaboração de um sistema desse tipo requer análise dos requisitos que a carga exige, tais como a potência necessária e os equipamentos que devem funcionar sem interrupção. Após o estabelecimento desses requisitos, é que se torna possível selecionar o tipo de sistema de emergência a ser instalado. (AZEREDO, 2006).

Como exemplo, um sistema de iluminação de emergência bem dimensionado, utiliza uma fonte de energia independentemente da fonte normal (concessionária) de alimentação do edifício, que mantém a iluminação necessária de forma automática, em caso de interrupção da fonte de energia normal. A entrada automática do sistema de iluminação de emergência deve realizar-se em qualquer caso de falha da alimentação principal, por abertura do disjuntor, fusível ou qualquer manobra que interrompa o sistema normal de iluminação. Esses fatores nos conduzem à seguinte problemática: **“Por que é importante a Norma de Segurança Contra Incêndios, adotada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, exigir o uso de grupo geradores de energia para as edificações?”**

A partir da formulação do problema, procurar-se-á mediante as informações bibliográficas e através de pesquisa de campo durante o desenvolvimento da pesquisa, confirmar ou não a seguinte hipótese de pesquisa:

Se falta normatização a respeito do grupo motor gerador de energia, então não há uma conduta padronizada na corporação para que seja fiscalizado tal dispositivo de segurança.

Neste contexto, o presente trabalho tem o intuito de estudar a necessidade da exigência legal do uso do grupo motor gerador para as edificações que não podem sofrer a interrupção de energia elétrica (hospitais, shopping centers, hipermercados, indústrias, etc.), atendendo os sistemas de emergência (sistema de alarme contra incêndio, sistema de iluminação de emergência, saídas de emergência, etc.).

1.1 Objetivos

1.1.1 Geral

Estudar a necessidade de atualização da legislação adotada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, no que tange à exigência do grupo motor gerador de energia elétrica em edificações associado aos sistemas de emergência, principalmente aquelas com grande aglomeração de pessoas (hospitais, supermercados, shopping centers, etc.).

1.1.2 Específicos

Identificar os riscos elétricos e os cuidados que o bombeiro militar deve ter ao lidar com o grupo moto gerador.

Identificar se existem condutas padronizadas no serviço de atividade técnica do CBMSC quanto às exigências legais do grupo motor gerador em edificações.

Apresentar a importância do grupo motor gerador atuando como um sistema de geração de energia para os demais sistemas de emergência.

Apresentar as instalações elétricas de segurança permanente.

1.2 Justificativa

O presente trabalho justifica-se pela constatação que, por parte das Normas de Segurança Contra Incêndios – NSCI/94, adotada pelo CBMSC, não há obrigatoriedade do uso

de grupo motor gerador nas edificações, principalmente aquelas com grande aglomeração de pessoas (hipermercados, shopping center, indústrias, etc.).

Como órgão integrante da segurança pública, o CBMSC deve aprimorar seus serviços constantemente, para oferecer cada vez mais um serviço de qualidade à sociedade catarinense; dentre todas as atividades que lhe são cabíveis, a atividade técnica é essencial para garantir a melhoria desses serviços.

Atuar na prevenção é a melhor maneira para mitigar os riscos aos quais estão expostas as pessoas e é atribuição precípua dos Corpos de Bombeiros Militares. Por esses motivos, o trabalho em questão tem o intuito de contribuir para o aperfeiçoamento da atividade técnica, melhorando os serviços prestados à sociedade de modo geral.

1.3 Metodologia

O método utilizado é o hipotético-dedutivo, partindo de um problema, apresentado na introdução, do qual se tenta uma solução ou construção de um cenário, que pode ser confirmado ou rejeitado através do experimento. A hipótese é compatível com o fato que se pretende explicar, suscetível de verificação e serve para prever e explicar os acontecimentos relacionados à mesma.

Quanto aos objetivos, foi utilizado como tipo de pesquisa: a pesquisa exploratória. Pois o método levou o explorador à descoberta de enfoques, percepções e terminologias novas para ele, contribuindo para a modificação do seu modo de pensar, avaliando as possibilidades de desenvolver pesquisas futuras. Uma vez que havia pouco conteúdo técnico referente ao assunto, o explorador teve que presenciar a utilização do grupo motor gerador de energia em uma edificação para melhor entendimento a respeito do tema.

E quanto aos procedimentos técnicos, como pesquisa bibliográfica, principalmente artigos e monografias disponíveis na rede mundial de computadores. Foi realizada visita técnica no Shopping Iguatemi (Florianópolis – SC), para realização de uma vistoria com intuito de identificar a existência do grupo motor gerador de energia na edificação, além de averiguar seu funcionamento, dados técnicos e principalmente, se havia ou não, vistoria técnica efetuada pelo CBMSC.

Através da visita técnica foi possível constatar possíveis problemas no serviço de atividade técnica da corporação, além de tornar possível a análise quanto à funcionalidade do grupo motor gerador de energia para os demais sistemas de emergência.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente estudo monográfico foi organizado em 04 (quatro) capítulos, de forma que segue:

No primeiro capítulo apresenta-se a parte introdutória do trabalho, com a delimitação do tema, sua importância, expondo os objetivos do trabalho de conclusão de curso e apresentando as informações relativas aos procedimentos metodológicos utilizados.

No segundo capítulo faz-se uma abordagem sobre os aspectos gerais referentes à atividade técnica, aspectos legais, os riscos da eletricidade e outros aspectos relacionados com a energia elétrica. Logo em seguida, apresentamos o grupo motor gerador, que é o foco principal deste trabalho.

No terceiro capítulo apresenta-se um estudo de caso a respeito do sistema de emergência, efetuado no Shopping Iguatemi, na cidade de Florianópolis – SC.

No quarto capítulo, encontra-se a parte final do trabalho, com as conclusões do autor sobre o estudo realizado a respeito do tema.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 A importância da atividade técnica

A atividade técnica exercida pelos Corpos de Bombeiros Militares, em todo o Brasil, representa uma medida eficaz para efetivar a nobre missão de salvar vidas e bens. Nesse sentido, Geraldo e Ruiz (2006, p. 239) afirma:

Os Corpos de Bombeiros, acompanhando a evolução tecnológica e as transformações sociais, no seu mister de bem cumprir seu sacerdócio na preservação de vidas, na defesa do meio ambiente e do patrimônio, instituíram as atividades de vistorias técnicas de prevenção contra incêndio e pânico, como medida eficaz de efetivação desta missão.

A atividade técnica é essencialmente preventiva e justamente onde o Corpo de Bombeiros deve atuar com intuito de minimizar os índices de incêndios. “A prevenção de incêndios deve ser preocupação dos órgãos públicos competentes e da sociedade, pois a ocorrência destes provocará prejuízo a todos” (PEREIRA, 2009).

Além disso, as normas relacionadas especificamente às atividades dos bombeiros, envolvendo os serviços de combate a incêndio e de resgate, beneficiam a população diretamente, garantindo a preservação de vidas e bens. Pois todas as atividades relacionadas aos serviços do Corpo de Bombeiros estão relacionadas à melhoria da qualidade dos produtos e dos serviços prestados, buscando também, o aprimoramento das condições de segurança dos edifícios e, conseqüentemente, de seus ocupantes (TOMINA, 1990).

No CBMSC, atividade técnica envolve análise de projetos preventivos e vistorias nas edificações, além de criação de normas para acompanhar o desenvolvimento da sociedade, visando à segurança das pessoas e de seus bens.

Portanto, é indiscutível a importância da atividade técnica dentro de uma gama de serviços prestados pelo CBMSC à sociedade catarinense. No entanto, tal atividade deve ser aperfeiçoada e atualizada constantemente, para acompanhar o desenvolvimento científico e social garantindo assim, sua aplicabilidade e enaltecendo o caráter preventivo a que se destina.

2.2 Diplomas legais

Os diplomas legais que atribuem poder ao CBMSC para que exerça suas funções da atividade técnica, no âmbito federal, estão elencados abaixo, conforme Brasil (1988):

CONSTITUIÇÃO FEDERAL

Capítulo III – Da Segurança Pública

Art. 144. A segurança pública, dever do Estado, direito e responsabilidade de todos, é exercida para a preservação da ordem pública e da incolumidade das pessoas e do patrimônio, através dos seguintes órgãos:

I - polícia federal;

II - polícia rodoviária federal;

III - polícia ferroviária federal;

IV - polícias civis;

V - polícias militares e corpos de bombeiros militares.

§ 5º - às polícias militares cabem a polícia ostensiva e a preservação da ordem pública; aos corpos de bombeiros militares, além das atribuições definidas em lei, incumbe a execução de atividades de defesa civil.

No âmbito federal, portanto, a Constituição Federal de 1988, estabelece que os Corpos de Bombeiros Militares, são instituições responsáveis pela segurança pública, preservando a ordem pública e a incolumidade das pessoas e do patrimônio. A Constituição Estadual que também confere poderes ao CBMSC, conforme Santa Catarina (1989):

CONSTITUIÇÃO ESTADUAL

Título V – Da Segurança Pública

CAPÍTULO III-A

DO CORPO DE BOMBEIROS MILITAR

Art. 108 — O Corpo de Bombeiros Militar, órgão permanente, força auxiliar, reserva do Exército, organizado com base na hierarquia e disciplina, subordinado ao Governador do Estado, cabe, nos limites de sua competência, além de outras atribuições estabelecidas em lei:

I - realizar os serviços de prevenção de sinistros ou catástrofes, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens e o atendimento pré-hospitalar;

II - estabelecer normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio, catástrofe ou produtos perigosos;

III - analisar, previamente, os projetos de segurança contra incêndio em edificações, contra sinistros em áreas de risco e de armazenagem, manipulação e transporte de produtos perigosos, acompanhar e fiscalizar sua execução, e impor sanções administrativas estabelecidas em lei; [...]

No âmbito estadual, o artigo 108, da Constituição Estadual de Santa Catarina, confere diversas atribuições ao CBMSC, dentre essas, destacamos o inciso II, que dá competência ao mesmo, para estabelecer normas relativas à segurança das pessoas e de seus bens contra incêndio, catástrofe ou produtos perigosos. Por fim, Santa Catarina (1994) complementa tais dispositivos legais com o Decreto Estadual nº 4.909/94 que cria NSCI no âmbito do CBMSC, conforme abaixo:

Decreto Estadual nº 4.909/94

O Decreto estadual nº 4.909/94 de 18 de outubro de 1994, cria as normas de segurança contra incêndio em Santa Catarina (NSCI), e tem por finalidade, fixar os requisitos mínimos para a segurança contra incêndio nas edificações e no exercício de atividades, levando em consideração a proteção de pessoas e de seus bens.

Art. 2º - As Normas têm por finalidade fixar os requisitos mínimos exigidos nas edificações e no exercício de atividades profissionais estabelecendo especificações para a segurança contra incêndios no Estado de Santa Catarina. [...]

Essas normas atribuíram poder ao CBMSC para que exerça a atividade técnica, no âmbito de sua circunscrição. Lemos (2008, p.27), complementa o aspecto legal ao citar as normas que deram respaldo técnico ao CBMSC para a exploração da atividade de prevenção, envolvendo iluminação de emergência e instalações elétricas. O referido autor cita a NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999) que versa sobre o sistema de iluminação de emergência, além da NBR 13534 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995) que trata sobre as instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde.

Assim, como os demais sistemas de segurança, o sistema de iluminação de emergência deve ter autonomia adequada às exigências de segurança ao uso do edifício. O conteúdo técnico deste trabalho baseia-se também, no extrato das disposições da NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999). Segundo a referida norma, há a obrigatoriedade do grupo motor gerador de energia elétrica nas edificações, conforme abaixo:

[...] 4 Composição

4.1 Tipos de sistemas

Para o efeito de aplicação desta Norma são aceitos os seguintes tipos de sistemas:

- a) conjunto de blocos autônomos (instalação fixa);
- b) sistema centralizado com baterias;
- c) sistema centralizado com grupo motogerador;
- d) equipamentos portáteis com a alimentação compatível com o tempo de funcionamento garantido; [...]

A exigência do grupo motor gerado para todas as edificações, observada acima, não se confirma na NSCI/94, constando apenas os procedimentos de instalação e operacionalização, conforme consta em artigo 367:

[...] Art. 367 - As fontes poderão ser do tipo:

II - Grupo Moto-Gerador - permitido a instalação integrada ao sistema de iluminação auxiliar, somente para hospitais, maternidades e afins – requisitos [...]

Sabemos que a iluminação de emergência tem como funções permitir a evacuação segura de uma edificação e possibilitar a continuidade dos trabalhos que por sua natureza não podem sofrer solução de continuidade, portanto é essencial que haja obrigatoriedade legal da utilização do grupo motor gerador (SEITO et. al., 2008, p. 218). A NBR 10898 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1999), recomenda que nos locais onde, pela natureza do trabalho, não possa haver interrupção da iluminação, o nível de iluminamento do sistema deve permitir a sua continuidade, por exemplo: salas de cirurgia, salas de primeiros socorros, laboratórios químicos, controle de tráfego em ferrovias e aerovias, etc.

Com respaldo nos aspectos legais supracitados e devido à necessidade de energia elétrica contínua de alguns sistemas de prevenção contra incêndio, como o sistema de iluminação de emergência, por exemplo, é que se questiona a necessidade de atualização normativa na NSCI, no sentido de exigir grupo motor gerador de energia para as edificações com grande aglomeração de pessoas, para garantir a evacuação com segurança em caso de incêndio e auxiliar o serviço de socorro de modo geral. Assim, enalteceremos a importância de tal dispositivo, ao longo deste trabalho de conclusão de curso.

2.3 Os riscos da eletricidade

“Muitas vezes, os perigos da energia elétrica são subestimados porque eles não são visíveis nem palpáveis como ocorre em mecânica, por exemplo.” (SEGURANÇA, 2011). Esse fato ocasiona mortes, simplesmente porque as pessoas ignoram os riscos que estão sujeitas ao utilizarem equipamentos, ferramentas e toda forma de instalações que tenham a presença da energia elétrica. Talvez pelo fato de a eletricidade estar tão presente na vida das pessoas, nem sempre lhe é dado o tratamento necessário. Como resultado, os acidentes com eletricidade ainda são muito comuns mesmo entre profissionais qualificados (ALCANTARA, 2011).

“No dia a dia, seja no lar ou na indústria a maior preocupação sem dúvida é com o choque elétrico, visto que este é o tipo de acidente que ocorre com maior frequência” (ALCANTARA, 2011). O contato com as instalações energizadas faz com que a corrente elétrica percorra todo o corpo humano, resultando no choque elétrico, que por sua vez, pode provocar lesões corporais e traumas psicológicos à vítima. Nesse sentido, Casteletti (2006, p. 4) salienta:

As conseqüências dos acidentes com eletricidade são muito graves, provocam lesões físicas e traumas psicológicos e, muitas vezes, são fatais. Isso sem falar nos incêndios originados por falhas ou desgaste das instalações elétricas. Talvez pelo fato de a eletricidade estar tão presente em sua vida, nem sempre você dá a ela o tratamento necessário. Como resultado, os acidentes com eletricidade ainda são muito comuns mesmo entre profissionais qualificados.

Com base nesses argumentos é que se deve redobrar a atenção com a eletricidade, principalmente os bombeiros militares que eventualmente atendem ocorrências que necessitam gerenciar esse risco. Sabe-se que os bombeiros enfrentam dificuldades para identificar a eletricidade na cena de ocorrência, isso porque muitos desconhecem os procedimentos ao lidar com esse fator de risco ou porque não observam os procedimentos de segurança que devem ser adotados em qualquer cena de ocorrência. Comprometendo não

somente a integridade física dos bombeiros envolvidos diretamente na cena, como também de toda a guarnição. (SILVEIRA, 2009, p. 82).

Segundo Alcantara (2011, p. 4), nos Estados Unidos da América (EUA), 5% dos acidentes fatais em ambiente de trabalho são decorrentes do contato com a eletricidade. Em números absolutos, isso resulta que 290 pessoas morrem por ano devido a acidentes com eletricidade no trabalho. Tais dados são provenientes de informações divulgadas pelo Ministério do Trabalho dos EUA, entre os anos de 1997 a 2002. No Brasil, em 2002, ocorreram 86 acidentes fatais, somente nas empresas do setor elétrico. No mesmo ano, foram registradas 330 mortes de populares que entraram em contato com instalações elétricas das empresas do setor elétrico. O referido autor, afirma que há casos que ocorreram em obras de construção civil, instalações de antenas de TV, ligações clandestinas, contatos com cabos energizados, entre outras causas.

Silveira (2009, p. 88), ao discorrer sobre o gerenciamento de risco no resgate veicular, afirma que “os bombeiros militares têm a percepção de que se deve aguardar a presença da companhia elétrica para efetuar o desligamento da energia, antes de resgatar a vítima”. No entanto, há bombeiros que informaram ter dificuldade para identificar as instalações elétricas quando do atendimento de ocorrências de resgate veicular, em pesquisa realizada pelo referido autor. Baseado nesses aspectos, constantemente deve-se ressaltar a importância que a segurança em instalações elétricas possui, principalmente para os bombeiros militares, que lidam com o risco de contato com a eletricidade ao exercerem suas atividades laborais.

2.4 O choque elétrico

“A corrente elétrica é o movimento ordenado de partículas portadoras de carga elétrica, que a nível microscópico, apresentam movimento desordenado em razão da agitação térmica a qual estão submetidas” (SANTOS, 2010). Os efeitos da corrente elétrica no organismo humano podem ser letais, pois ao passar pelo corpo humano danifica os tecidos e lesa os tecidos nervosos e cerebrais, provoca coágulos nos vasos sanguíneos e pode paralisar a respiração e os músculos cardíacos” (MAIA JÚNIOR; SILVA, 2004, p. 6). A partir da definição de corrente elétrica, pode-se definir choque elétrico. Para Maia Júnior e Silva (2004, p. 4), o choque elétrico “é um estímulo rápido e acidental do sistema nervoso do corpo humano causado pela passagem de uma corrente elétrica”, sendo que essa passagem ocorre quando o corpo é submetido a uma tensão elétrica suficiente para vencer a sua impedância

(resistência). No entender do autor, o choque elétrico é o conjunto de perturbações de natureza e efeitos diversos que se manifestam no organismo humano ou animal quando este é percorrido por uma corrente elétrica. Sendo o corpo humano bom condutor de corrente elétrica, o contato parcial ou total com um objeto eletrizado propicia a circulação de corrente pelo corpo.

Alcantara (2011) salienta, “os riscos do choque elétrico e os seus efeitos estão diretamente ligados aos valores das tensões (voltagens) da instalação, e é bom lembrar que apenas altas tensões provocam grandes lesões”. Porém, o número de pessoas expostas à baixa tensão é muito superior se comparado com a quantidade de pessoas expostas às altas tensões. Isso porque leigos normalmente não se expõem às altas, o que confere maior perigo e a atenção para as instalações elétricas de baixas tensões (ALCANTARA, 2011).

O fato de existir uma quantidade maior de pessoas expostas à baixa tensão, conduz ao estudo dos efeitos da energia elétrica no corpo humano para que o bombeiro militar saiba lidar com os riscos proporcionados pela eletricidade ao atender uma ocorrência, evitando assim que se torne mais uma vítima no cenário. Ao lidar com o grupo motor gerador, o bombeiro militar pode se expor ao risco de contato com o circuito energizado do equipamento. Para Maia Júnior e Silva (2004, p. 5), “um circuito é denominado energizado quando existe uma fonte de energia alimentando-o, como por exemplo, o circuito de uma residência alimentada por geradores através da rede de distribuição das concessionárias”.

Após essas considerações a respeito dos riscos da eletricidade e do choque elétrico, será discorrido sobre os efeitos da corrente elétrica no corpo humano para que se possa ter segurança ao lidar com instalações elétricas e então, abordar o foco principal deste trabalho, o grupo motor gerador. Posto que, o Corpo de Bombeiros deve primar pela segurança em suas ações para que possa transmiti-la à sociedade na execução de seus serviços.

2.5 Os efeitos da corrente elétrica no corpo humano

A corrente elétrica pode causar a morte imediata ou deixar a pessoa inconsciente, faz com que os músculos se contraíam a 60 ciclos por segundo, mesma oscilação da frequência da corrente alternada. O organismo humano possui certa sensibilidade à passagem de corrente elétrica, o ponto inicial que possibilita essa passagem é conhecido como “limiar de sensação” e que ocorre com uma intensidade de corrente de 1 mA para corrente alternada e

5 mA para corrente contínua. Seus efeitos dependem da intensidade, tempo de contato e percurso e impedância do corpo humano (MAIA JÚNIOR; SILVA, 2004, p. 6).

Além do limiar de sensação, o corpo humano manifesta mais dois tipos de efeitos quando da presença da eletricidade, o limiar de não largar e o limiar de fibrilação ventricular. No limiar de não largar, entre 9 e 23 miliampères (mA), para os homens, e de 6 a 14 mA para as mulheres, a corrente alternada excita os nervos provocando contrações musculares criando o efeito de agarramento que impede a vítima de largar o circuito (ALCANTARA, 2011). Já no limiar de fibrilação ventricular, o pode ocorrer a fibrilação do coração caso haja a passagem de uma corrente com intensidade da ordem de 30 a 500 mA, por período superior a um quarto de segundo (MAIA JÚNIOR; SILVA, 2004, p. 12).

Fibrilação ventricular pode ser conceituada como sendo,

A contração muscular é produzida por impulsos elétricos. Se a esta atividade elétrica normal sobrepuser uma corrente elétrica de ordem externa bem maior do que a corrente biológica as fibras do coração passarão a receber sinais elétricos excessivos e irregulares, as fibras ventriculares ficarão super estimuladas de maneira caótica e passarão a contrair-se de maneira desordenada, uma independente da outra, de modo que o coração não pode mais exercer sua função. Todo este processo é denominado fibrilação ventricular (MAIA JÚNIOR & SILVA, 2004, p. 12).

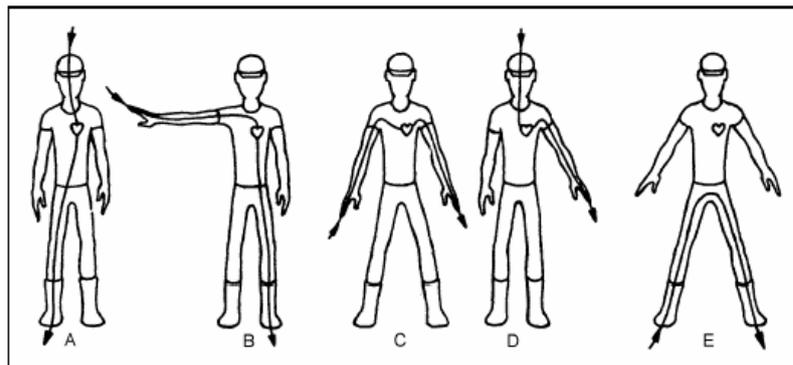
Sem dúvidas, entre os três tipos de reações que o corpo humano apresenta ao entrar em contato com a corrente elétrica, o limiar de fibrilação ventricular é o mais perigoso devido à intensidade da corrente que passa pelo organismo. Maia Júnior e Silva (2004, p. 13) afirma que “durante a fibrilação ventricular a circulação do sangue fica comprometida, resultando na falta de oxigenação dos tecidos do corpo e do cérebro. O coração raramente se recupera por si só da fibrilação ventricular”. Esses fatores podem conduzir o indivíduo à morte, no entanto se for aplicada uma corrente de curta duração e de alta intensidade, através de um desfibrilador elétrico, a fibrilação pode ser interrompida e os batimentos cardíacos podem ser restabelecidos. Caso não haja o equipamento, a massagem cardíaca é recomendada para possibilitar a circulação sanguínea, momentaneamente, dando tempo para que o aparelho seja providenciado, somente a massagem será insuficiente para a recuperação da fibrilação ventricular (MAIA JÚNIOR; SILVA, 2004, p. 13).

Os efeitos da corrente elétrica, que foram acima citados, são dependentes de diversos fatores que interferem na intensidade e nos danos ao organismo. Esses fatores são: o trajeto da corrente elétrica no corpo humano, o tipo da corrente elétrica, a tensão nominal, a intensidade da corrente, duração do choque elétrico, resistência do circuito e a frequência da corrente (ALCANTARA, 2011). Quanto à trajetória da corrente elétrica no corpo humano, a corrente sofrerá variações conforme o trajeto percorrido, o que provocará efeitos diferentes no

organismo. Quando percorridos por corrente elétrica os órgãos vitais do corpo podem sofrer agravamento e até causar sua parada levando a pessoa à morte (ALCANTARA, 2011).

As correntes mais perigosas são as que atravessam o corpo de mão a mão, da mão esquerda para os pés ou da cabeça para os pés, pois afetam diretamente o coração. Se a superfície de contato do corpo estiver úmida ou suada e os pés molhados, fato que ocorre com o bombeiro durante o atendimento de uma ocorrência, a intensidade de corrente pode assumir valores muito elevados, produzindo efeitos gravíssimos (MAIA JÚNIOR; SILVA, 2004, p. 5). Ao analisarmos a Figura 1, podemos certificar que conforme o trajeto da corrente elétrica no corpo humano, o coração pode ser afetado em maior ou menor grau. Dado de suma importância, pois é mais fácil prestar socorros para uma pessoa que apresente asfixia do que para uma pessoa com fibrilação ventricular, pois exige um processo de reanimação por massagem cardíaca e somente pessoas que receberam treinamento adequado é que são capazes de prestar o socorro à vítima (CASTELETTI, 2006, p. 8).

Figura 1: Trajeto da corrente elétrica e a porcentagem de corrente que passa pelo coração.



Local de entrada	Trajeto	Porcentagem da corrente
figura A	Da cabeça para o pé direito	9,7%
figura B	Da mão direita para o pé esquerdo	7,9%
figura C	Da mão direita para a mão esquerda	1,8%
figura D	Da cabeça para a mão esquerda	1,8%
figura E	Do pé direito para o pé esquerdo	0%

Fonte: Casteletti (2006, p. 9).

Quanto ao tipo de corrente elétrica, o corpo humano é mais sensível a corrente alternada (CA) do que á corrente contínua (CC), os efeitos de ambas, em geral, são os mesmos, que vão desde contrações simples, para valores de baixa intensidade, até queimaduras graves e a morte, para valores mais elevados. Há somente uma diferença na

sensação provocada por correntes de baixa intensidade; a corrente contínua com valores imediatamente superiores a 5 mA, limiar de sensação, origina no organismo uma sensação de aquecimento; já a corrente alternada, causa a sensação de formigamento, para valores imediatamente acima de 1 mA (ALCANTARA, 2011).

Os efeitos do choque são mais graves conforme o aumento da tensão. Nas tabelas 1 e 2, são expostos os intervalos de tempo máximo que uma corrente elétrica em função de sua tensão pode permanecer em contato com o corpo humano, com base em valores limites de corrente de choque e nas condições que a corrente passa pelo corpo humano de uma mão para outra ou da mão para o planta do pé, e considerando-se que a pele esteja relativamente úmida (ALCANTARA, 2011).

Tabela 1 – Duração máxima da tensão de contato CA

Tensão de contato (V)	Duração máxima (seg.)
< 50	Infinito
50	5
75	0,60
90	0,45
110	0,36
150	0,27
220	0,17
280	0,12

Fonte: Alcantara (2011).

Tabela 2 – Duração máxima da tensão de contato CC

Tensão de contato (V)	Duração máxima (seg.)
< 120	Infinito
120	5
140	1
160	0,5
175	0,2
200	0,1
250	0,05
310	0,03

Fonte: Alcantara (2011).

Quanto à intensidade da corrente elétrica, as perturbações causadas no organismo humano em decorrência do choque elétrico dependem da intensidade da corrente e não da tensão do circuito que a originou. Até o limiar de sensação, a corrente ao percorrer o corpo humano não oferece risco, independentemente de sua duração. Porém, superando o limiar de sensação, à medida que tiver seu valor elevado, proporcionará um aumento na contração muscular, tornando-se cada vez mais desagradável (ALCANTARA, 2011). A Tabela 3, abaixo, demonstra a relação entre intensidade da corrente elétrica e as reações que provoca no organismo humano.

Tabela 3 – Intensidade da corrente elétrica e seus efeitos no organismo humano

Intensidade (mA)	Pertubações prováveis	Estado após o choque	Salvamento	Resultado final
1	Nenhuma	Normal	-----	Normal
1 – 9	Sensação cada vez mais desagradável. Contrações musculares	Normal	Desnecessário	Normal
9 – 20	Sensação dolorosa, contrações violentas, perturbações circulatórias	Morte aparente	Respiração artificial	Restabelecimento
20 – 100	Sensação insuportável, contrações violentas, asfixia, perturbações circulatórias graves, inclusive fibrilação ventricular	Morte aparente	Respiração artificial	Restabelecimento ou morte
> 100	Asfixia imediata, fibrilação ventricular	Morte aparente	Muito difícil	Morte
Vários ampères	Asfixia imediata, queimaduras graves	Morte aparente ou imediata	Praticamente impossível	Morte

Fonte: Alcantara (2011).

Quanto à duração do choque, Casteletti (2006, p. 10) afirma que “choques elétricos em baixa tensão têm pouco poder térmico. O problema maior é o tempo de duração, que se persistir pode levar a morte, geralmente por fibrilação ventricular do coração”. Quanto à resistência do circuito, Alcantara (2011) ressalta, “quando o corpo humano é intercalado ao circuito elétrico, ele passa a ser percorrido por uma corrente elétrica cuja intensidade de

acordo com a lei de Ohm é em função da tensão e da resistência”. Ocorre que dependendo das partes do corpo que são atingidas por uma corrente elétrica, a resistência do conjunto pode variar, e com isso a corrente também será alterada (ALCANTARA, 2011).

Por fim, quanto à frequência, os danos causados por uma corrente elétrica ao atravessar o corpo humano diminuem com o aumento da frequência, isto porque as correntes de altas frequências tendem a passar pela parte externa do corpo humano, o que não afeta os órgãos vitais e somente a pele (MAIA JÚNIOR; SILVA, 2004, p. 16). Sobre a frequência, Maia Júnior e Silva (2004, p. 17) complementa,

O Limiar de Sensação da corrente cresce com o aumento da frequência, ou seja, correntes com frequências maiores são menos sentidas pelo organismo, estas correntes de altas frequências acima de 100 kHz, cujos efeitos se limitam ao aquecimento são amplamente utilizadas na medicina como fonte de febre artificial. Nessas condições pode se fazer circular até 1A sobre o corpo humano sem causar perigo.

Após as considerações dos efeitos da corrente elétrica no corpo humano, será abordado sobre o risco a que se submete o bombeiro militar, caso utilize a água como agente extintor de incêndio em circuitos energizados. Isso porque ao se deparar com um incêndio em um grupo motor gerador, o bombeiro militar necessita conhecer os riscos e as medidas de segurança cabíveis para controlar o incêndio sem que haja acidentes com eletricidade.

2.6 A água e o combate a incêndio

A água é o agente extintor de incêndios mais antigo e mais utilizado através dos tempos, é a substância mais difundida na natureza. Possui fundamental importância para o Corpo de Bombeiros, a quem cabe prevenir, controlar e extinguir incêndios. Desde o surgimento da eletricidade, considera-se inadequado o uso da água como agente extintor de incêndios que envolvem componentes elétricos (incêndios Classe C), pois a água possui condutividade elétrica (EXTINTORES, 2008).

Surge então a indagação: “Por que a água conduz eletricidade?”

De acordo com a teoria da dissociação iônica do físico e químico, Arrhenius, há passagem de eletricidade em solução aquosa e como tal, a água sofre um processo de auto-ionização, onde suas moléculas se unem ionizando-se uma às outras. Apesar da existência de íons em uma solução, esta pode não conduzir eletricidade se apenas algumas de suas moléculas sofrerem ionização e sendo assim, a quantidade de íons produzidos é insuficiente para que haja condutividade elétrica, é o que ocorre com a água destilada (pura). Ocorre que a

água potável conduz eletricidade, isso é explicado porque a água destinada ao abastecimento das cidades é proveniente dos rios, lagos ou represas e contém dois tipos de impurezas: materiais sólidos em suspensão, como areia, restos de animais e vegetais mortos, etc., que geralmente se separam quando a água permanece em repouso e materiais que não se separam nestas condições, como bactérias, substâncias solubilizadas, sais solúveis, etc. (CESAR, 2009).

Esta água sofre um processo de tratamento físico e químico, onde são adicionadas várias substâncias químicas com a finalidade de torná-la própria para o consumo humano. Estas substâncias químicas dissolvidas na água originam íons, que são responsáveis pela condutividade elétrica da solução. É fácil perceber que a água utilizada para o combate a incêndio, proveniente dos rios, lagos, represas, etc., conduz facilmente eletricidade, tornando-se necessário que os bombeiros tenham conhecimento e atentem-se para os riscos aos quais estão sujeitos durante o combate a incêndio envolvendo a eletricidade (CESAR, 2009).

No combate a incêndio da Classe A, ao se adicionar substâncias umectantes à água, na proporção de 1%, há um aumento de sua eficiência e assim denomina-se “água molhada. Isso porque o agente umectante reduz a tensão superficial da água e lhe dá maior poder de penetrabilidade e espalhamento, fazendo com que alcance o interior dos corpos em combustão. Os principais efeitos obtidos através da água são: abafamento, emulsificação e diluição. Obtém-se o efeito do abafamento da água quando há a transformação seu estado físico, de líquido para vapor, aumentando seu volume em cerca de 1700 vezes. Esse volume desloca igual volume de ar durante a sua formação, reduzindo o volume de ar que sustenta a combustão (INCÊNDIO, 2008).

O efeito de emulsificação é obtido através do jato neblinado, útil para o combate a incêndio em líquidos inflamáveis viscosos, devido ao efeito de resfriamento proporcionado pela água à superfície desses líquidos, impedindo a liberação de seus vapores inflamáveis. Outro efeito é o de diluição, obtido ao se utilizar combustíveis solúveis em água, tem o efeito de reduzir a periculosidade do combustível em combustão através da substituição ou diluição, propriamente dita (INCÊNDIO, 2008).

Os efeitos da corrente elétrica no corpo humano e os efeitos da água no combate a incêndio em instalações elétricas são conhecimentos inerentes ao bombeiro militar para que possa ter segurança no atendimento de ocorrências que envolvam a eletricidade. Importante ressaltar o comentário de Cunha (2010, p. 137), a respeito da Norma Regulamentadora nº 10 que trata sobre segurança em instalações e serviços em eletricidade, que para caracterizar os riscos dos trabalhos em circuitos energizados, define duas zonas entorno de partes energizadas

onde há maior risco de choque elétrico, denominadas zona de risco e zona controlada. Para cada zona foi definida uma região no espaço entorno de uma parte energizada. As zonas são definidas por raios com valores dependentes da tensão, Tabela 4.

Tabela 4 – Tabela de raios de delimitação de zonas de risco, controlada e livre.

Faixa de tensão nominal de instalação elétrica em kV	Rr – raio de delimitação entre zona de risco e controlada em metros	Rc – Raio de delimitação entre a zona controlada e zona livre em metros
> 1	0,20	0,70
≥ 1 e < 3	0,22	1,22
≥ 3 e < 6	0,25	1,25
≥ 6 e < 10	0,35	1,35
≥ 10 e < 15	0,38	1,38
≥ 15 e < 20	0,40	1,40
≥ 20 e < 30	0,56	1,56
≥ 30 e < 36	0,58	1,58
≥ 36 e < 45	0,63	1,63
≥ 45 e < 60	0,83	1,83
≥ 60 e < 70	0,90	1,90
≥ 70 e < 110	1,00	2,00
≥ 110 e < 132	1,10	3,10
≥ 132 e < 150	1,20	3,20
≥ 150 e < 220	1,60	3,60
≥ 220 e < 275	1,80	3,80
≥ 275 e < 380	2,50	4,50
≥ 380 e < 480	3,20	5,20
≥ 480 e < 700	5,20	7,20

Fonte: Cunha (2010, 135).

A zona de risco é definida como o entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível inclusive acidentalmente, com dimensões conforme o nível de tensão e somente profissionais autorizados, com uso de técnicas e instrumentos apropriados, podem aproximar-se dela. Qualquer intervenção nas instalações elétricas dentro dessa zona é considerada um trabalho em instalações energizadas (CUNHA, 2010, p. 138). A zona controlada é definida como o entorno de parte condutora energizada, não segregada, acessível, de dimensões estabelecidas conforme o nível de tensão e também só profissionais autorizados

podem aproximar-se dela. Embora não haja um risco grave e eminente de que seja produzido um arco elétrico ou contato direto com a parte energizada, pode-se expor a esse risco, bastando apenas gestos e movimentos normais que podem realizar um trabalhador sem se deslocar (CUNHA, 2010, p. 138).

Esses dados são importantes para que se conheça o distanciamento adequado para evitar acidentes em instalações elétricas, o que pode ocorrer em caso de incêndio envolvendo o grupo motor gerador de energia. A água quimicamente pura não conduz energia elétrica, entretanto a presença de diversos sais em sua composição principalmente os metálicos do tipo ferro, tornam-na altamente condutora de energia oferecendo potencial risco para aqueles que combatem um incêndio. O bombeiro pode se tornar uma vítima, caso utilize a água para combater o incêndio envolvendo a eletricidade e não mantenha a distância compatível com a tensão do grupo motor gerador, que possuem valores de tensões variáveis, ou seja, dependendo de cada projeto de instalação. Este risco é inversamente proporcional à distância, ou seja, quanto mais perto maior o risco e à seção contínua do jato d'água, uma vez que a água sob forma de neblina tem uma condutibilidade elétrica menor (INCÊNDIO..., 2008).

2.7 O grupo motor gerador e as instalações de segurança

2.7.1 Introdução ao grupo motor gerador

Um bom sistema de proteção contra incêndio e pânico consiste em um conjunto de medidas ativas e passivas que atuam em conjunto, tendo como objetivos: dificultar o surgimento e a propagação do incêndio; facilitar a evasão das pessoas da edificação, no caso de ocorrência de sinistro, garantindo-lhes a integridade física; e concomitantemente, facilitar as ações de resgate dos bombeiros, tornando-o rápido, eficiente e seguro (MANUAL, 2006, p. 23).

A seleção dos sistemas de proteção adequados para cada tipo de edificação deve ser feita tendo por base a análise dos riscos de início de um incêndio e de sua propagação, bem como de suas conseqüências. É necessário também identificar a extensão do dano que pode ser considerado tolerável. A principal tarefa para garantir a segurança do imóvel é diminuir o risco da ocorrência da generalização do incêndio (flashover). O uso de dispositivos de segurança, tais como chuveiros automáticos e detectores de incêndio, além de limitar a propagação da queima, tornam ágil a comunicação do incêndio ao Corpo de Bombeiros e são importantes medidas a serem utilizadas em edificações de médio à grande porte, para

minimizar o risco da inflamação generalizada. Também deve ser considerada a distância entre o edifício e a unidade do Corpo de Bombeiros mais próxima, bem como a qualidade de seus equipamentos. Além disso, um bom projeto deverá equilibrar o uso de dispositivos de segurança com a proteção estrutural (medidas que evitam o colapso da estrutura em caso de incêndio) (VARGAS; SILVA, 2003, p. 8).

Para auxiliar na busca pelo aperfeiçoamento e melhora dos sistemas de emergência é que surge o grupo motor gerador de energia elétrica. Os grupos motores-geradores são especificados e aplicados de forma a fornecer energia elétrica confiável de qualidade e na capacidade necessárias às edificações. São empregados para fornecer energia de emergência em substituição à concessionária de energia elétrica e são úteis para minimizar os gastos com energia (CUMMINS POWER GENERATION, 2003, p. 7).

Azeredo (2006, p. 11), conceitua grupo gerador como:

Chama-se grupo gerador o conjunto de motor de combustão e gerador de corrente alternada, destinado ao suprimento de energia elétrica produzida a partir do consumo de combustível, geralmente gás ou óleo Diesel. Em função dos consumidores de energia elétrica a que se destinam, os grupos geradores são construídos com características especiais que os tornam apropriados para diversas aplicações [...].

O grupo gerador é, portanto, um item que garante a segurança em energia e também, a segurança contra incêndio; seu combustível geralmente é gás ou óleo diesel e são projetados conforme características especiais para cada aplicação. Exemplos de grupo geradores de energia podem ser visualizados nas figuras 2 e 3, abaixo.

Figura 2: Grupo Motor Gerador 60 – 72 KVA Mercedes Cramaco.



Fonte: Soto Filhos, 2011.

A Figura 2 apresenta o grupo motor gerador com motor Mercedes e a Figura 3 apresenta outro grupo motor gerador compartimentado em uma sala, contendo exaustor para eliminar os gases da combustão provenientes de seu acionamento.

Figura 3: Grupo motor-gerador de energia - Equipamento de prevenção contra incêndios



Fonte: EQUIPAMENTOS..., 2011.

Costi (2010, p. 17), sobre a abrangência das funções de um grupo gerador em uma edificação, salienta:

Os geradores abastecem a área comum da edificação – portarias, portões de acesso, bombas de recalque, iluminação de emergência, elevadores, etc. Eles também fornecem energia para o alarme de incêndio, controle de acesso, circuito fechado de televisão e computadores.

Visto está que as funções do grupo gerador são diversas e úteis para a prevenção contra incêndios. Porém sua instalação não é simples, para o dimensionamento adequado do grupo gerador, é necessário avaliar o tipo de carga que será alimentada; as condições e características do local, fatores como: temperatura, altitude, nível de contaminação do ar por partículas sólidas; o regime de operação do grupo gerador e também quais são os seus níveis de ruído acústico (AZEREDO, 2006, p. 11).

Conforme Cummins Power Generation (2008, p. 9), os principais sistemas de segurança que podem ser alimentados pelo grupo motor-gerador e que são pertinentes às atividades do Corpo de Bombeiros são:

- a) Transporte: Elevadores para uso do Corpo de Bombeiros.
- b) Sistemas Mecânicos: Controle de fumaça e ventiladores de pressurização.
- c) Refrigeração de Ambientes: Refrigeração de salas de equipamentos de computação, refrigeração e aquecimento para pessoas que requerem cuidados especiais, ventilação de ambientes perigosos, ventilação de poluentes ou contaminação biológica, etc.
- d) Proteção Contra Fogo: Bombas de incêndio, alarme e sinalização.
- e) Suporte à Vida: Hospitais, enfermarias e outras instalações de cuidados.

f) Sistemas de Comunicações: Serviços telefônicos de emergência, como polícia e Corpo de Bombeiros.

Além desses sistemas, deve-se incluir o sistema de iluminação de emergência, pois este complementa a viabilidade da saída dos ocupantes do edifício, portanto é incoerente sua instalação de modo isolado dos demais sistemas de segurança de uma edificação. Nesse sentido, Seito et. al. (2008, p. 215) afirma:

Um sistema de iluminação de emergência bem dimensionado utiliza uma fonte de energia independentemente da fonte normal de alimentação do edifício, que mantém a iluminação necessária de forma automática, em caso de interrupção da fonte de energia normal, em consequência de qualquer falha. A entrada automática do sistema de iluminação de emergência deve realizar-se em qualquer caso de falha da alimentação principal, por abertura do disjuntor, fusível ou qualquer manobra que interrompa o sistema normal de iluminação.

Um sistema de iluminação de emergência bastante seguro é aquele que possui a fonte de alimentação constituída por um grupo motor gerador, operando imediatamente no caso de falha ou falta de alimentação de energia da rede pública, no máximo em 12 segundos após a falha. A tensão de alimentação dos circuitos de iluminação de emergência nas áreas de risco deve ser limitada a 30 V, tendo em vista o risco de choques elétricos quando do combate a incêndio. (SEITO et. al., 2008, p. 218)

Figura 4: Grupo motogerador.



Fonte: Seito (2008, p.218).

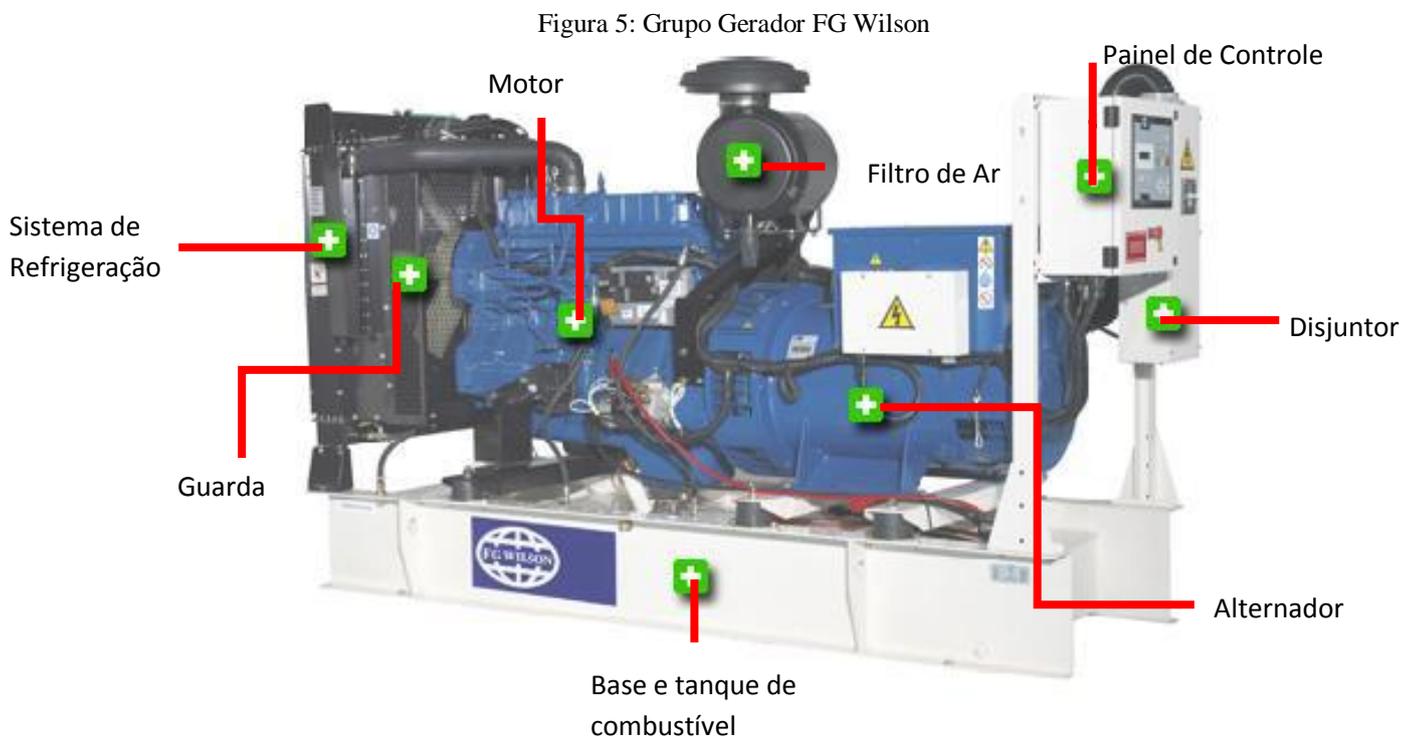
As instalações obrigatórias para energia de emergência decorrem dos requisitos das normas de edifícios definidos pelas autoridades competentes, no âmbito federal, estadual e municipal. O CBMSC possui competência legal, no âmbito estadual, para exigir essas

instalações, que são justificadas em função da segurança da vida humana, onde a perda da energia normal pode criar riscos contra a vida ou a saúde de pessoas. (CUMMINS POWER GENERATION, 2008, p. 9).

Nota-se a importância do grupo motor gerador de energia para garantir a segurança e a funcionalidade de uma edificação. Nesse sentido, Azeredo (2006, p. 8) afirma que “as fontes de energia elétrica de emergência, constituídas por grupos geradores, asseguram a confiabilidade necessária a quaisquer serviços, especialmente àqueles ditos essenciais, são portanto uma necessidade crescente nas grandes edificações”.

2.7.2 Componentes de um grupo motor gerador

Segundo Turbomar Energia (2011), “os grupos geradores são constituídos por certo número de partes de diferentes e conforme as necessidades podem requerer outros elementos”. A Figura 5 demonstra os principais componentes de um grupo motor gerador, marca FG Wilson, suas respectivas funções são descritas a seguir.



Fonte: Turbomar Energia, 2011.

O painel de controle é equipado com sinalização e lâmpadas de aviso, podem ser personalizados tecnicamente conforme a demanda de sistemas necessários. O disjuntor tem a

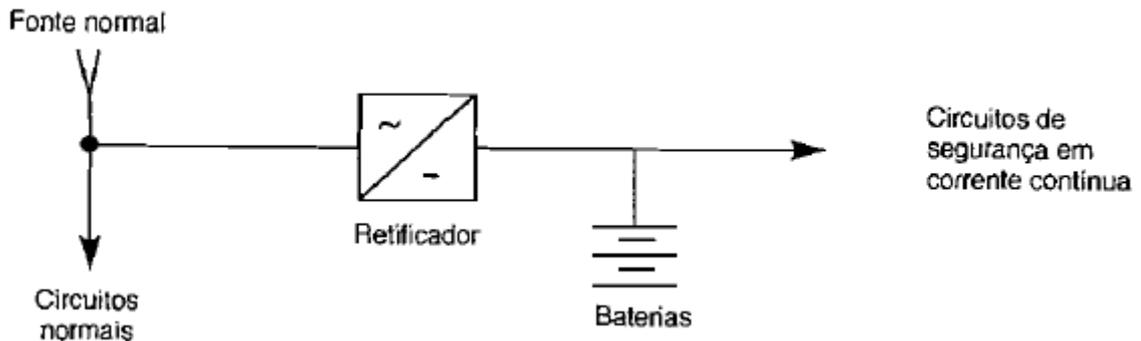
função de efetuar o corte e proteger a carga elétrica e possui um isolamento anti-vibratório. O alternador tem a função de assegurar o arranque e o funcionamento adequado do grupo gerador. A base de aço, altamente resistente, possui pontos de fixação e materiais anti-vibratórios; os tanques de combustível podem ser de plástico ou metal, conforme os requisitos do projeto. O motor, na maioria dos grupos gerados, é a diesel, com eficiência energética excelente. A guarda tem a função de proteção e é utilizada em todas as partes com movimento para evitar acidentes. O filtro de ar fornece fluxo de ar ao motor, isentando-o de poeiras ou impurezas. Quanto ao sistema de refrigeração, tem a função de manter o funcionamento do equipamento com ótima temperatura (TURBOMAR ENERGIA, 2011).

2.7.3 Instalações de segurança permanentes

A NBR – 5410 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004), denomina as instalações elétricas que não podem sofrer interrupções, seja por razões de segurança, seja por razões econômicas ou administrativas, "instalações de segurança". Estas instalações são classificadas em quatro tipos: instalações de segurança sem seccionamento, instalações de segurança permanentes, instalações de segurança não-permanente e instalações de segurança não automáticas. (CREDER, 2000, p. 260).

As instalações de segurança sem seccionamento, são aquelas nas quais as cargas estão ligadas às instalações de segurança e estão a todo momento alimentadas pela fonte de segurança, tanto pela concessionária como em caso de falha da alimentação normal. Neste caso utiliza-se o equipamento denominado no-break (sem interrupção), comumente utilizado em computadores, salas de operação de hospitais ou em dispositivos de segurança (contra incêndio, roubo, etc.). Os no-breaks podem ser estáticos ou dinâmicos. Os estáticos utilizam componentes eletrônicos (retificadores e inversores), que alterna a CA em CC e vice-versa, sem a utilização de máquinas rotativas. Os dinâmicos utilizam as máquinas rotativas para as transformações de energia (CREDER, 2000, p. 260). A figura 6 ilustra uma instalação de no-break estático, onde a carga de segurança pode operar em CC.

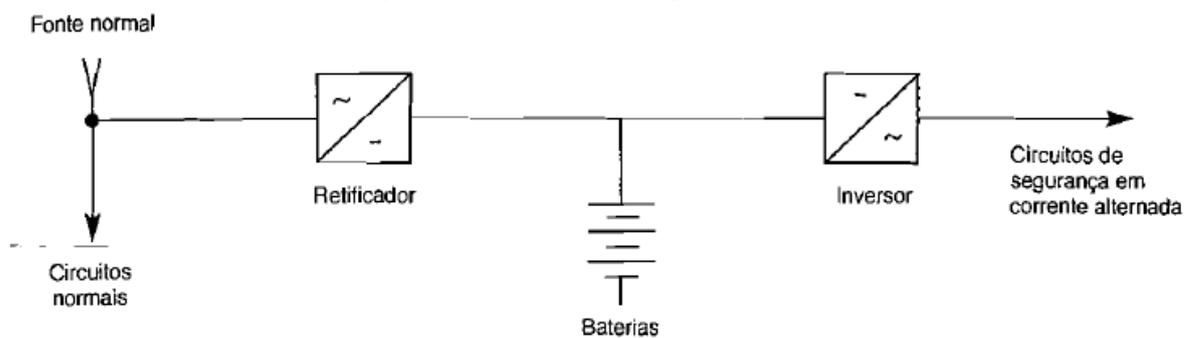
Figura 6: No-break estático operando em CC.



Fonte: Creder (2000, p. 260).

E a figura 7, ilustra um no-break estático, cuja carga só opera em CA, com o uso de um inversor se converte a CC das baterias e retificadores em CA.

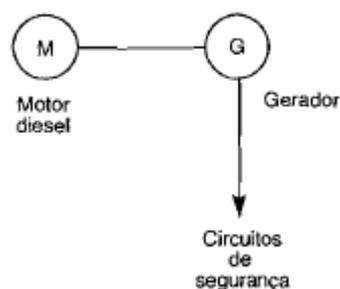
Figura 7: No-break estático operando em CA.



Fonte: Creder (2000, p. 261).

Essas baterias, geralmente, possuem autonomia de 20 a 30 minutos. Se a interrupção de energia for superior a esse intervalo de tempo, o grupo motor gerador é recomendado para substituir essa fonte. A figura 8 ilustra a situação na qual o grupo gerador está em permanente funcionamento. Caso haja necessidade de uma maior confiabilidade do sistema, pode-se utilizar dois no-breaks em paralelo ou com by-pass simples, ou intercalar-se com um grupo motor gerador.

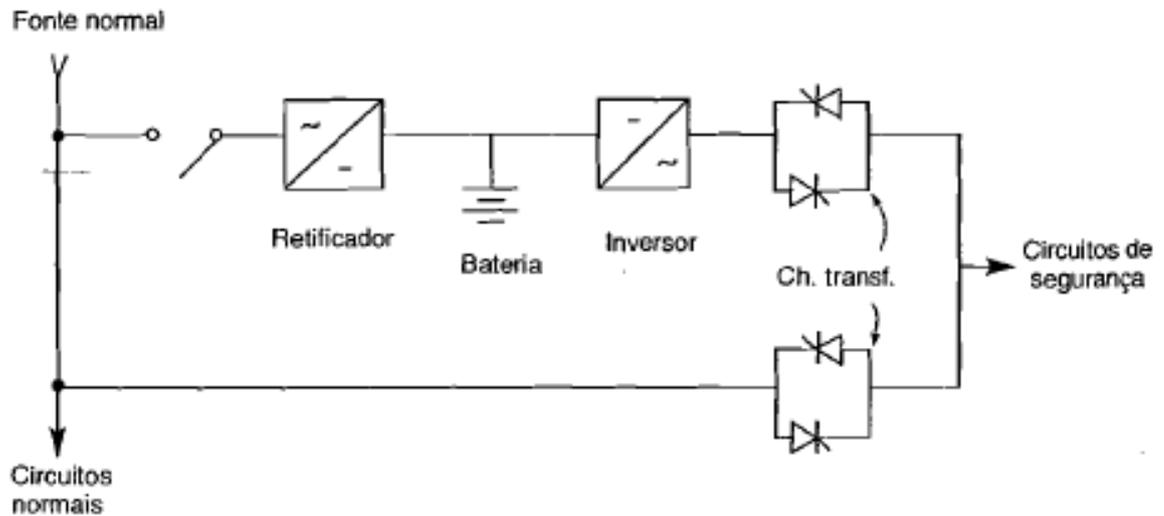
Figura 8: Esquema de uma instalação com grupo motor gerador.



Fonte: Creder (2000, p. 262).

As figuras 9 ilustra a situação de um no-break estático, em by-pass simples, conforme mencionado acima (CREDER, 2000, p. 261).

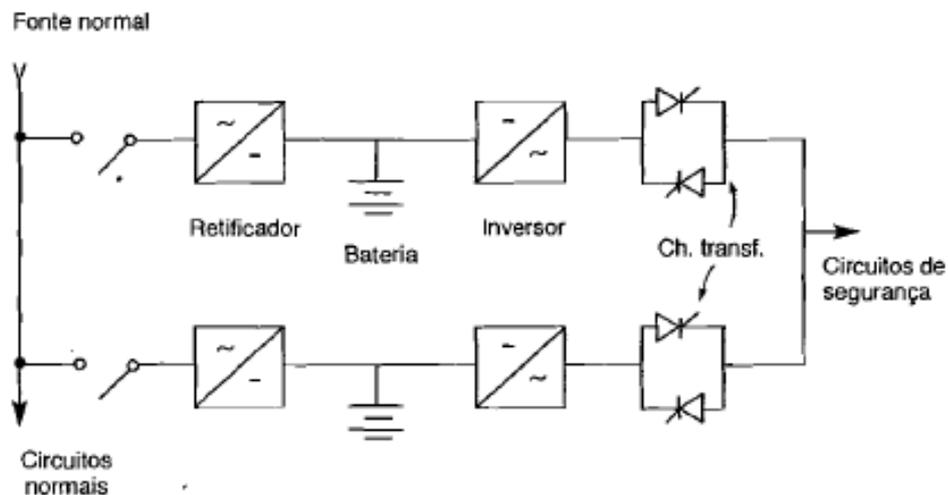
Figura 9: Instalação de segurança: um no-break estático, em by-pass, operado por chaves de transferência estática.



Fonte: Creder (2000, p. 262).

A figura 10 ilustra a situação de dois no-breaks em paralelo (CREDER, 2000, p. 261).

Figura 10: Esquema de dois no-breaks em paralelo, operado por chaves de transferência estática.

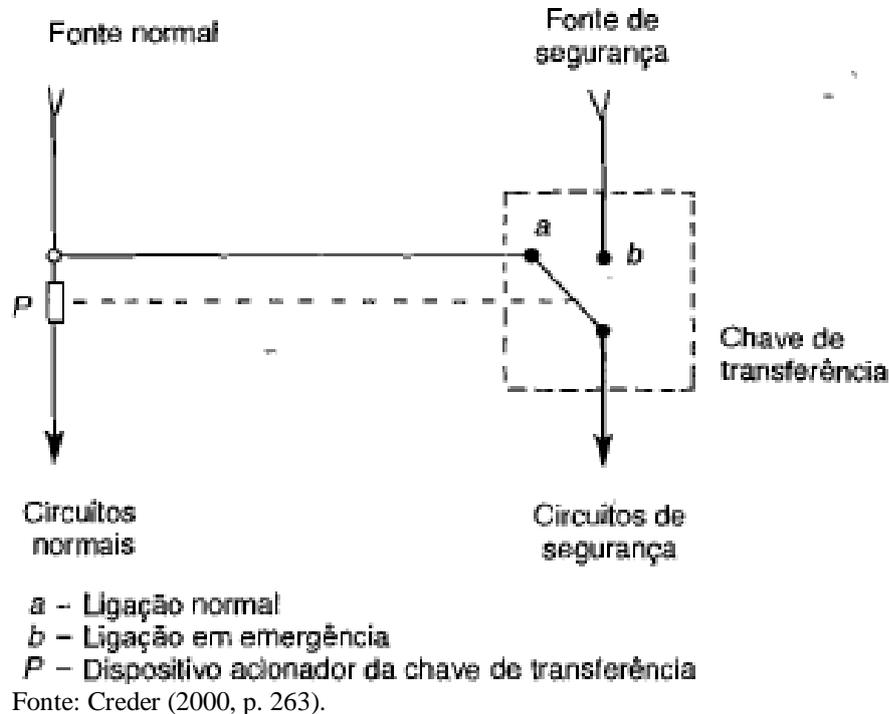


Fonte: Creder (2000, p. 262).

Nas instalações de segurança permanentes há dois tipos de fonte: normal e de segurança. Creder (2000, p. 262), afirma que “ocorrendo uma falha de alimentação normal, a fonte de segurança é acionada automaticamente, restabelecendo-se a alimentação dos circuitos de segurança em breve intervalo (2 a 10 segundos)”. Essa situação é ilustrada na Figura 11, é

a mais importante para este trabalho, pois se trata do caso típico de um gerador de emergência com partida e transferência automática.

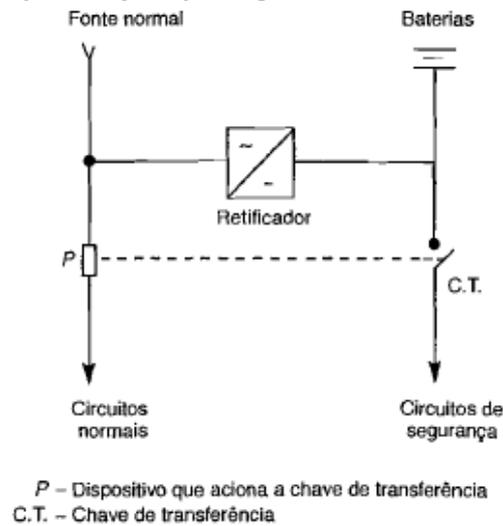
Figura 11: Instalação de segurança permanente, com fonte normal e fonte de segurança.



Nas instalações de segurança não-permanentes os circuitos de segurança não estão permanentemente ligados, o que só ocorre no momento que falha o abastecimento da concessionária. Possui menor confiabilidade, por isso é utilizado em lugares com menor aglomeração de pessoas, como hotéis, museus, salas de aula, etc.

A iluminação de emergência de escadas, caixas de banco, etc., são exemplos típicos deste sistema, com fonte de bateria e carregador (retificador) sempre ligados (em flutuação), somente acendem as lâmpadas ligadas aos circuitos de segurança quando falha a rede normal (Figura 12).

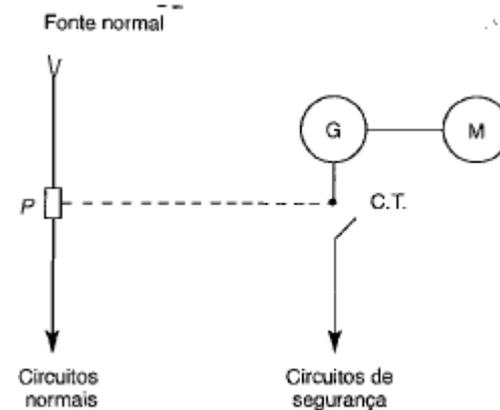
Figura 12: Instalação de segurança não-permanente, usando bateria.



Fonte: Creder (2000, p. 263).

Os circuitos de segurança alimentados somente por gerador de emergência, com partida automática quando há falha na fonte normal, também se enquadram nesse sistema (CREDER, 2000, p. 263). A Figura 13 ilustra esse sistema.

Figura 13: Instalação de segurança não-permanente, usando gerador de emergência.



Fonte: Creder (2000, p. 264).

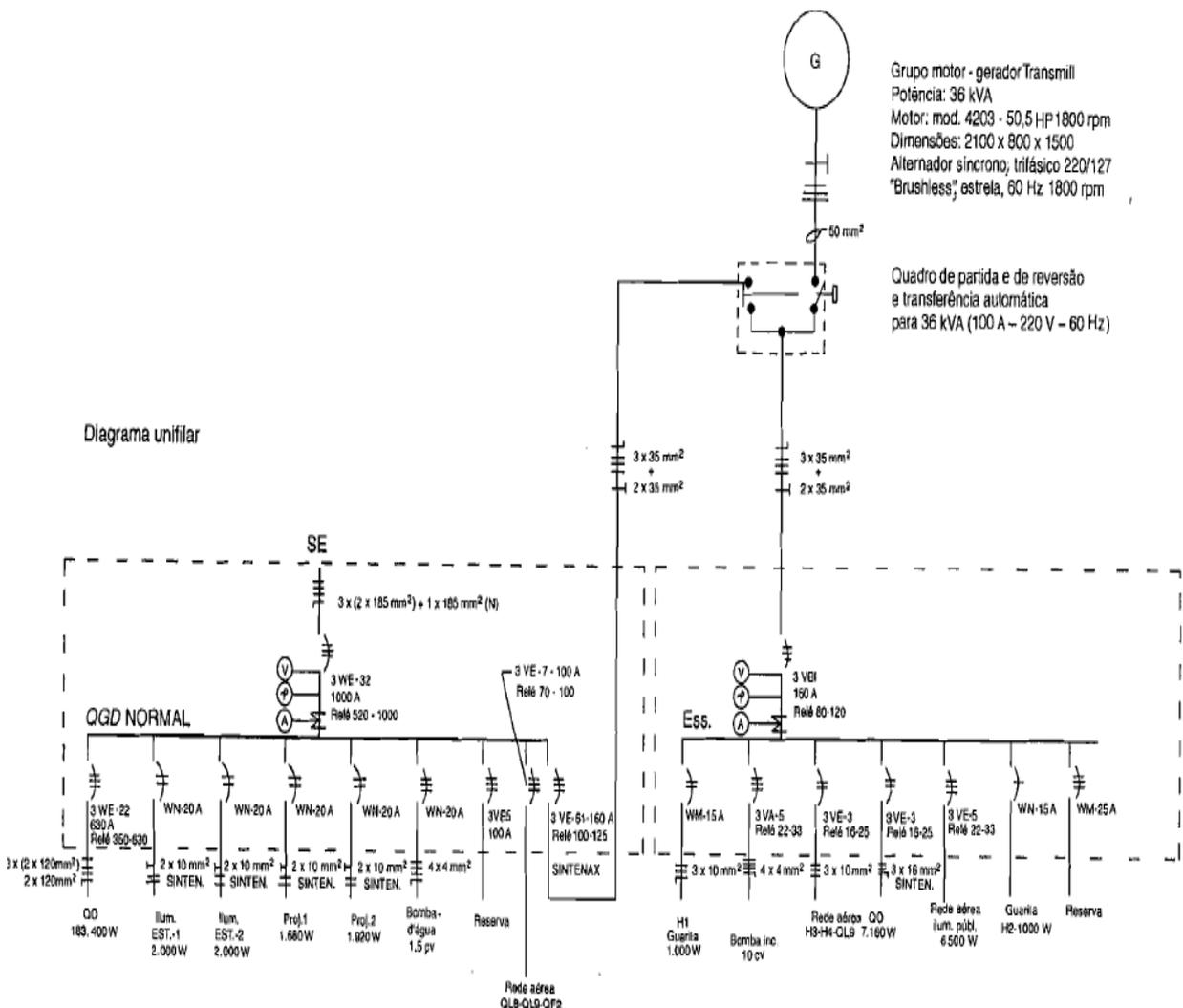
O último tipo de instalações elétricas, classificadas pela NBR – 5410, são as instalações de segurança não-automáticas, nas quais as falhas de abastecimento por parte da concessionária não necessitam de pronto atendimento pela fonte de segurança. Podem ser utilizadas em pequenos hotéis, edifícios, restaurantes, etc., caso ocorra interrupção da fonte normal, a fonte de segurança é ligada de modo manual (CREDER, 2000, p. 265).

2.7.4 Exemplo de uma instalação de segurança

Creder (2000, p. 265), desenvolve um projeto de instalações elétricas de segurança permanente importante para a temática deste trabalho. Trata-se de uma instalação militar, da área administrativa, que por razões de segurança, necessita do restabelecimento o abastecimento com gerador de emergência, poucos segundos após a interrupção da concessionária. “O sistema elétrico foi dividido em dois circuitos: normal e essencial. Todos os quadros elétricos possuem dois barramentos, havendo um único quadro de reversores junto ao gerador de emergência” (CREDER, 2000, p. 265).

As cargas essenciais contêm, dentre outras cargas, bomba de incêndio, iluminação pública e rede aérea. As cargas normais possuem rede aérea, bomba d’água, estacionamento, etc. Na Figura 14, é mostrado o diagrama unifilar do quadro geral de distribuição (QGD), de onde partem os alimentadores dos quadros parciais, que são abastecidos pelo GMG.

Figura 14: Diagrama unifilar do QGD.



Fonte: Creder (2000, p. 266).

“O quadro DD com dois alimentadores: QD no barramento normal (183 400 W) e QD no barramento essencial (7.160 W). Esses dois separados se ligam aos barramentos normais e essencial do QD, distante 80 m” (CREDER, 2000, p. 265). O circuito mostrado acima, serve para ilustrar a quantidade de cargas que podem ser abastecidas pelo GMG e ao mesmo tempo com a rede pública.

2.7.5 Modelos de GMG

No mercado brasileiro estão disponíveis diversos modelos de diferentes marcas, cabendo ao cliente optar pelo equipamento que melhor atenda à relação custo x benefício. Neste trabalho são apresentados alguns modelos de grupos geradores comercializados no Brasil também as características principais que devem ser analisadas no momento da aquisição dos mesmos. As principais empresas atuantes no mercado brasileiro são:

- a) Weg – produz geradores e outras soluções ao setor elétrico, com fábrica em Jaraguá do Sul – Santa Catarina;
- b) Stemac – empresa gaúcha, líder em grupos geradores no Brasil;
- c) Battistella;
- d) Cummins Power Generation.

Abaixo, expomos alguns modelos de grupos geradores de emergência:

1. Fabricante: Cummins Power Generation, modelo:C225 D6, de 60 Hz e 281 kVA, características: tanque de 360 litros/diesel, integrado à base do grupo gerador, painel independente do alternador e alças de içamento para facilitar o transporte.

Figura 15. Grupo gerador - Cummins Power Generation



Fonte: Cummins Power Generation, 2011.

2. Fabricante: STEMAC, modelo: Duogen – sistema que concentra dois grupos geradores de 700 kVA em um único contêiner, características: produto leve, alta performance, menor consumo de combustível; além da versatilidade da operação com uma ou duas máquinas simultaneamente.

Figura 16. Grupo Gerador – STEMAC.



Fonte: Stemac, 2011.

3. Fabricante: SCANIA, modelo: MAQ 47S – 650 kVA, características: dimensionado para alimentar cargas variáveis em serviços de emergência, enquanto durar a interrupção da rede elétrica, com uso recomendado para 300 horas/ano.

Figura 17. Grupo Gerador - SCANIA



Fonte: GRUPO...2011.

Esses modelos servem apenas para ilustrar os diversos grupos geradores existentes no mercado, cabendo ressaltar que as indústrias os classificam em máquinas síncronas não engenheirada - padrões (G) e máquinas síncronas engenheirada – sob pedido (S). Ante o exposto, é recomendável também, que o profissional responsável pela escolha e instalação do

equipamento adequado, tenha credibilidade e experiência para que não haja mau dimensionamento da demanda energética, ocasionando prejuízos financeiros e até mesmo perda de vidas, caso ocorra um incêndio e o sistema se mantenha inoperante.

2.7.6 Quadro de comando

“Para nós, o entendimento é que o quadro de comando do grupo gerador é um componente à parte, afeto à parte elétrica do sistema” (PEREIRA, 2007, p. 92). O quadro de comando abriga os componentes elétricos afetos ao alternador, rede local e às cargas, conforme a situação. Geralmente possui chave seccionadora com fusíveis ou disjuntor para a conexão dos cabos provenientes do alternador, voltímetro, frequencímetro, amperímetros, chave seletora de voltímetro, regulador de tensão do alternador e demais componentes elétricos (PEREIRA, 2007, p. 75).

Figura 18: Montagem do Quadro de Transmissão Automática.



Fonte: Pereira, (2007, 118).

Conforme Pereira (2007, p. 92), o quadro de comando deve ser isolado, onde todos os dispositivos de supervisão e controle são instalados, distantes do GMG. No seu entendimento, somente nas situações em que a economia de cabos elétricos envolvidos na

instalação do GMG, é que se admite a utilização do quadro de transferência automática (QTA) à distância, separado do quadro de comando automático (USCA).

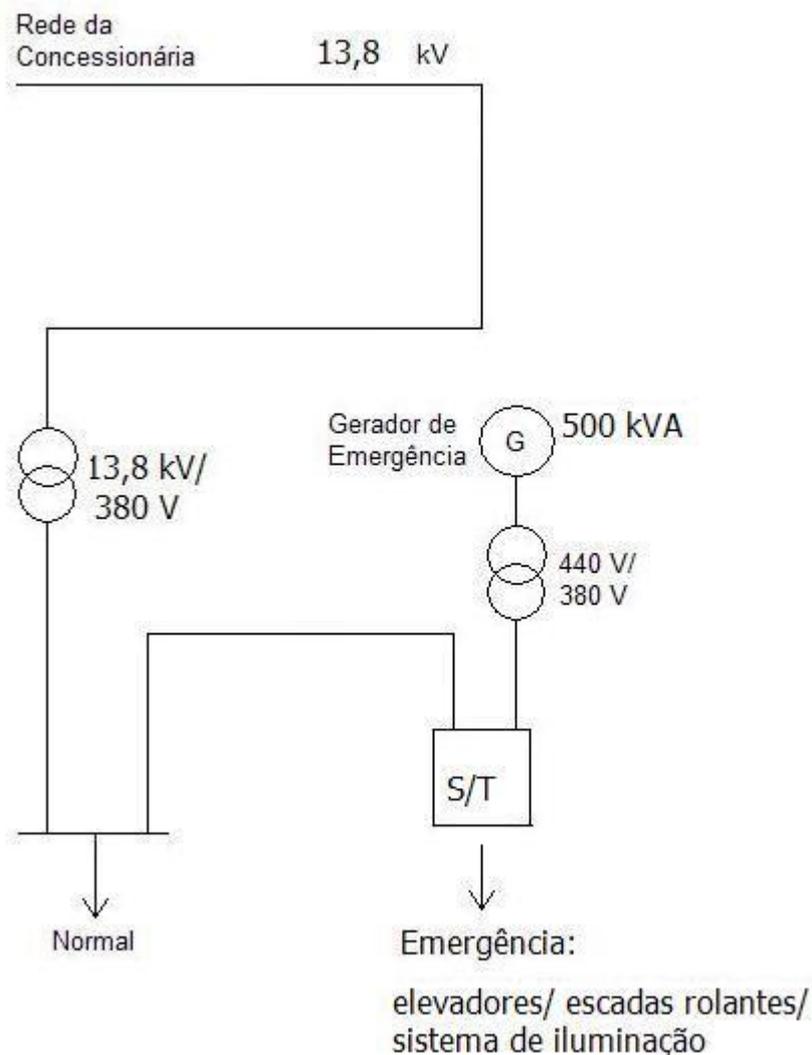
É importante para o bombeiro militar conhecer esse componente do GMG, pois ao se deparar com o atendimento de uma ocorrência envolvendo incêndio em uma edificação, necessitará desativar ou acionar os sistemas elétricos, conforme a situação exigir. Caso desconheça os componentes, poderá retardar a operação de combate ou até mesmo se tornar uma vítima.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 O sistema de emergência do Shopping Iguatemi

O sistema de geração de emergência do Shopping Iguatemi, localizado na Av. Madre Benvenuta, 687, Florianópolis - Santa Catarina, consiste em um subsistema que alimenta as cargas do ramal de emergência (iluminação, escada rolante e elevadores). O modo de ligação é mostrado na Figura 19:

Figura 19. Esquema do sistema elétrico do Shopping Iguatemi.



Fonte: Do autor.

O subsistema de emergência que supre o shopping possui uma potência nominal de 500 kVA e conforme informações da empresa Stemac, o custo do grupo motor gerador

instalado nessa edificação é de R\$ 250.000,00. A foto do grupo gerador é mostrada na figura 20.

Figura 20. Grupo Gerador de 500 kVA (Shopping Iguatemi)



Fonte: Do autor

Um painel de comando montado pela empresa Stamac, cujas fotos são mostradas nas Figuras 21 e 22, faz a comutação entre a alimentação da concessionária e a alimentação pelo gerador.

Figura 21. Unidade de controle ST 2080 - Stamac. Aciona o grupo motor gerador (Shopping Iguatemi) .



Fonte: Do autor

Figura 22. Detalhe do quadro de comando - Stamac (Shopping Iguatemi)



Fonte: Do autor

De modo geral, todas as cargas (as do quadro de alimentação normal e do quadro de alimentação de emergência) são alimentadas pela Celesc. No caso de falta de energia, ou seja, uma falha na rede por um tempo superior a 5 segundos, o painel de comando, através da unidade de controle, possibilita que a alimentação seja feita pelo grupo gerador, necessitando de um operador para efetuar essa transferência de alimentação. O gerador entra imediatamente alimentando as cargas dos quadros de emergência.

No restabelecimento da energia, a transferência manual é efetuada e a alimentação proveniente da concessionária torna a abastecer o sistema, porém o grupo gerador ainda continua funcionando em vazio por 3 minutos, a fim de garantir que a rede da Celesc esteja realmente estabilizada. Se durante esse período acontecer outra falha, o gerador volta a alimentar as cargas prioritárias desde que o operador assim estabeleça.

O grupo gerador do Shopping Iguatemi conta ainda, com o sistema de supervisão e controle, USCA (Unidade de Supervisão de Corrente Alternada), para monitorar as

variáveis necessárias ao bom funcionamento do grupo e comandar suas ações. As Figuras 23, 24, 25 e 26 ilustram o sistema citado.

Figura23. Sala do sistema de supervisão e controle - Shopping Iguatemi.



Fonte: Do autor

A figura 23 ilustra a sala onde se localiza a USCA, que tem a função de monitorar a corrente elétrica proveniente da concessionária e em caso de interrupção há o acionamento manual do GMG. A figura 24 ilustra disjuntor geral do GMG, importante para que se possa ativar ou desativar o equipamento.

Figura 24. Disjuntor geral do grupo gerador - Shopping Iguatemi.



Fonte: Do autor

Figura 25. Unidade de controle - USCA 1 - Shopping Iguatemi.



Fonte: Do autor

A figura 25 e 26 ilustram o painel de controle da USCA, monitorando a corrente alternada proveniente da concessionária de energia elétrica.

Figura 26. Unidade de controle - USCA 2 - Shopping Iguatemi.



Fonte: Do autor

As manutenções do grupo gerador são feitas pela empresa Stemac. Essas manutenções são feitas mensalmente, de modo programado. O grupo gerador é ligado diariamente pela equipe de manutenção do Shopping Iguatemi e tem seu funcionamento monitorado. O grupo motor gerador localiza-se no ático da edificação, compartimentado em uma sala, os gases provenientes da combustão são eliminados para o ambiente externo por um exaustor, acoplado ao equipamento, e existe uma bacia de contenção abaixo do tanque de óleo diesel, que tem a capacidade de 250 litros, para ser utilizada em caso de vazamento. Possui ainda a potência de 500 kVA, secundário 380/220 V, com quadro de transferência manual, autonomia superior a 2 horas e com as seguintes especificações técnicas: Motor – modelo: DC12 53A, CV 6, Nº Cil. 6, dimensões, em mm, (3295 C x 1762 L x 2011 A), massa de 2707 kg, consumo de combustível (litros/hora – 100% carga) de 91,5 (STEMAC, 2011). Desde a inauguração do sistema de emergência, não foi efetuada vistoria técnica por parte do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, a fim de assegurar a confiabilidade do sistema de emergência do shopping center.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho principiou-se pela seguinte indagação: **“Por que é importante a Norma de Segurança Contra Incêndios, adotada pelo Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, exigir o uso de grupo geradores de energia para as edificações?”**. Ao longo do trabalho identificamos a funcionalidade do grupo motor gerador, que abastece a área comum das edificações, bombas de recalque, iluminação de emergência, elevadores de emergência, o alarme de incêndio. Todos esses sistemas de segurança contra incêndio são relevantes para o aperfeiçoamento da prevenção contra incêndio e justificam a reflexão a respeito do tema.

Foram identificados os efeitos da corrente elétrica no corpo humano, para relacioná-los com o perigo a que se expõe o bombeiro militar quando se depara com uma ocorrência que apresente instalações elétricas, um obstáculo a ser superado e que exige cautela pois pode ser letal caso não sejam tomadas medidas prévias de segurança. Definiu-se o limites do organismo humano quanto à sensibilidade à passagem de corrente elétrica, conhecido como “limiar de sensação” e que ocorre com uma intensidade de corrente de 1 mA para corrente alternada e 5 mA para corrente contínua. Além do limiar de sensação, o corpo apresenta outros dois tipos de efeitos quando da presença da eletricidade, o limiar de não largar e o limiar de fibrilação ventricular. Todos esses efeitos foram definidos no decorrer do trabalho.

Importante destacar o fenômeno físico da condutividade da água, que somente no seu estado puro (destilada) não conduz corrente elétrica. A preocupação com sua condutividade é justificável, pois é a principal arma do bombeiro militar no combate a incêndio e quando se trata de incêndio em instalações elétricas, seu uso não é recomendável. Isso implica que os bombeiros militares devem ter conhecimento técnico suficiente para mitigar os riscos que a eletricidade proporciona.

Quanto à identificação sobre a existência de condutas padronizadas no serviço de atividade técnica do CBMSC quanto às exigências legais do grupo motor gerador em edificações, pode-se inferir através do estudo de caso no Shopping Iguatemi, que não há fiscalização adequada por parte do CBMSC quanto a instalação e funcionamento do equipamento. Esse fato justifica-se pela inexistência de dispositivos legais por parte da

corporação relativos ao grupo motor gerador. Acreditamos que as normas, em sentido *lato sensu*, devem ter caráter flexível para que possa acompanhar o desenvolvimento da sociedade.

O serviço de atividade técnica tem relação direta com diversos ramos do conhecimento humano, principalmente os conhecimentos provenientes das engenharias. E como qualquer ramo da engenharia visa solucionar problemas que afetem o homem, acreditamos que atividade técnica do CBMSC não deve ser diferente, deve procurar incessantemente a busca pela qualidade em seus serviços prestados à sociedade catarinense. A atividade técnica é essencialmente preventiva e justamente onde o Corpo de Bombeiros deve atuar com intuito de minimizar os índices de incêndios. “A prevenção de incêndios deve ser preocupação dos órgãos públicos competentes e da sociedade, pois a ocorrências destes provocará prejuízo a todos” (PEREIRA, 2009).

Quanto à importância do grupo motor gerador atuando como um sistema de geração de energia para os demais sistemas de emergência, deve ser enaltecida sua importância para os demais sistemas de segurança contra incêndio, suas funcionalidades ampliam a segurança de uma edificação, tendo somente a desvantagem do custo de sua instalação. No estudo de caso, por exemplo, o valor do equipamento instalado foi de R\$ 250.000,00. Valor considerável, que em uma edificação de grande porte, como a que foi objeto de estudo, não apresenta grande relevância, pois a construção de um shopping, envolve milhões de reais, diferentemente de uma edificação comum.

Quanto à identificação das instalações elétricas de segurança permanente, foi exposto seus diferentes tipos, relacionando-os com o objeto de estudo deste trabalho, o grupo motor gerador. Essas instalações, relacionam-se com a segurança em eletricidade pois visam garantir os sistemas de emergência que são úteis ao Corpo de Bombeiros. Foi exposta a funcionalidade do grupo motor gerador, que abastece a área comum das edificações, bombas de recalque, iluminação de emergência, elevadores de emergência, o alarme de incêndio. Todos esses sistemas de segurança contra incêndio são relevantes para o aperfeiçoamento da prevenção contra incêndio.

Além disso, o presente estudo permitiu o conhecimento do grupo gerador e sua importância para os sistemas de segurança exigidos pelo CBMSC para as grandes edificações. Através de visitas técnicas ao ambiente do Shopping Iguatemi, pode-se conferir o sistema de emergência do local e também obter o conhecimento do planejamento de segurança contra incêndio do estabelecimento. Foi analisado o funcionamento do grupo gerador e todos os procedimentos que são efetuados quando ocorre a falta de energia da concessionária.

Por fim, sugere-se que o presente estudo seja utilizado como ponto de partida para a criação de uma Instrução Normativa (IN) para regulamentar a exigência do grupo motor gerador para as edificações, que pela quantidade de pessoas que circulam por ela, não podem abrir mão desse sistema de segurança contra incêndio.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, Daniel Soares de. **Riscos da eletricidade**. 2011. Disponível em: <<http://dalcantara.vilabol.uol.com.br/index2.html>>. Acesso em: 21 maio 2011
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898**: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.
- _____. **NBR 13534**: Instalações elétricas em estabelecimentos assistenciais de saúde – Requisitos para segurança. Rio de Janeiro. 1995.
- _____. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro. 2004.
- AZEREDO, Jelbener Vinícios dos Santos. **Requisitos e possibilidades de sistemas de emergência de alta potência**. 2006. 67 f. Projeto de graduação (Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória - ES. Fevereiro, 2006.
- BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da Republica Federativa do Brasil**. Brasília, DF: senado federal, 1988.
- CASTELETTI, Luís Francisco. **NR 10 Riscos Elétricos**. 2006. Disponível em: <http://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sesmt.com.br%2Fportal%2Fdownloads%2Fnormas%2FNBR10%2FRiscos_eletricos_20100711_01.pdf&ei=vRhTTqWiGorBtgeO5ezKCQ&usg=AFQjCNGq1EbQKODLaGUtzZBDS1Ix_RA_gA>. Acesso em: 13 jun. 2011
- CESAR, Paulo. **Portal de estudos em química**. 2009. Disponível em: <http://www.profpc.com.br/Teoria_arrhenius.htm>. Acesso em: 24 ago. 2011.
- COSTI, Luiz Olimpi. Manutenção – o melhor amigo no apagão. **Revista Secovi**, São Paulo, n. 211, p. 16 - 18, ano 19, nov. 2010.
- CUMMINS POWER GENERATION. **Manual de Aplicação**: grupos geradores arrefecidos a água. 2003. 138 p. Disponível em: <www.cumminspower.com.br/pdf/engenharia/T030Português.pdf>. Acesso em: 21 abr. 2011.
- CUNHA, João Gilberto. **Norma regulamentadora nº 10 - segurança em instalações e serviços em eletricidade** - comentada / joão gilberto cunha - são jose dos campos: 2010. disponível em: <http://www.abracopel.org.br/downloads/nr-10_comentada_ebook.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2011
- CREDER, Hélio. **Instalações Elétricas**. 14ª edição. Livros Técnicos e Científicos. 2000. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABRQwAF/instalacoes-eletricas-14-edicao-helio-creder>>. Acesso em: 16 abr. 2011
- EQUIPAMENTOS de prevenção contra incêndios e grupo motor-gerador de energia. Disponível em: <<http://www.hoteldesites.com/datacenter.html>>. Acesso em: 14 abr. 2011

EXTINTORES, Agentes. 2008. Disponível em:

<http://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&cd=4&ved=0CDEQFjAD&url=http%3A%2F%2Fwww.cieb.cbmerj.rj.gov.br%2Fdocumentos%2FMaterial_downloads%2FCap_2.pdf&ei=3ZJUTu-BD8_Atgsiv2PAg&usg=AFQjCNGeOuN_GWPRIBbLQZrAlkeUZDwbSg>.

Acesso em: 24 ago. 2011

GERALDO, Sandro Rodrigues; RUIZ, Ivan Aparecido. **O Serviço de Prevenção Contra Incêndios na Cidade de Maringá à Luz do Direito Administrativo**. Paraná, 2006. Disponível em:

<http://www.repositorio.seap.pr.gov.br/arquivos/File/gestao_de_politicas_publicas_no_para_a_coletanea_de_estudos/cap_4_seguranca_publica/capitulo_4_2.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.

GRUPO geradores. Disponível em: <http://www.quebarato.com.br/grupo-gerador-440kva-aut-2002-top-geradores__438690.html>. Acesso em: 15 abr. 2011

HALLAK, Ricardo G. **Sistemas de geração de emergência de energia em corrente alternada (gmg)**: aplicações em telecomunicações, data centers e TI. Disponível em:

<http://www.creamg.org.br/03_Gab_GCM_publicaes/SISTEMAS%20DE%20GERA%C3%87%C3%83O.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2011

INCÊNDIO. Prevenção e combate. 2008. Disponível em:

<<http://www.google.com.br/url?sa=t&source=web&cd=2&ved=0CCEQFjAB&url=http%3A%2F%2Fwww.areaseg.com%2Fbib%2F11%2520-%2520Fogo%2Fapostila-02.pdf&ei=59BUTsCFGtOcgQfJleQV&usg=AFQjCNGgfsboqeceX4u5JNiwHEWFAwvFKg>>. Acesso em: 24 ago. 2011

LEMOS, Luiz Felipe. **Sinalização de orientação e salvamento para abandono de local**. 2008. 72 f. Monografia apresentado ao curso de Tecnólogo em Gestão de Emergências.

Universidade do Vale do Itajaí. São José - SC, 2008. Disponível em:

<http://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:rzwjU7pmNvIJ:scholar.google.com/&hl=pt-BR&as_sdt=0&scioldt=0>. Acesso em: 14 de jun. 2011.

MAIA JÚNIOR, Carlos Alberto Freire; SILVA, Noemi Souza Alves da. **Minimização de Riscos de Choque Elétrico e Danos a Equipamentos Por Meio de Aterramento Adequado**. 2004. 104 f. Monografia (Projeto Final de Engenharia Elétrica). Universidade de Brasília, Brasília, 2004.

MANUAL básico de combate a incêndio. **Módulo 5 - segurança contra incêndio**. Corpo de Bombeiros do Distrito Federal. 2006. Disponível em:

<http://www.bombeiros.rr.gov.br/DownloadsCBMRR/CFS_CFC/PREVENCAO_COMBAT_E_INCENDIO/MCI_Mod5_Seguranca_contra_incendiol.pdf>. Acesso em: 25 maio 2011

PEREIRA, ADERSON G. **Segurança contra incêndios**. Engenharia, São Paulo, 2009.

Disponível em: <http://www.brasilengenharia.com.br/ed/596/Art_Construcao-civil.pdf>.

Acesso em: 23 jun. 2011

PEREIRA, José Cláudio. **Motores e geradores**. São Paulo, 2007. Disponível em:

<<http://www.joseclaudio.eng.br/geradores/PDF/diesel2.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2011

SANTA CATARINA (Estado). Constituição (1989). **Constituição do Estado de Santa Catarina**. Disponível em:

<http://www.camara.gov.br/internet/interacao/constituicoes/constituicao_sc.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2011.

_____. Decreto Estadual nº 4.909, de 18 de outubro de 1994. **Normas de Segurança Contra Incêndios**. Florianópolis: Edeme, 1994.

SANTOS, Marco Aurélio Da Silva. **Choque elétrico, um verdadeiro perigo**. 2010. Disponível em:<<http://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/choque-eletrico-um-verdadeiro-perigo.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2011.

SEITO, Alexandre Itiu et al. **A Segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto Editora, 2008.

SEGURANÇA, em instalações e serviços com eletricidade. **Módulo I - NR 10**. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/Santosde/m-d-u-l-o-i-n-r-10-segurana-em-instaloes-e-servios-com-eletricidade>>. Acesso em: 26 maio 2011

SILVEIRA, Henrique Piovezam da. **O gerenciamento de riscos na atividade de resgate veicular desempenhada pelo corpo de bombeiros militar de santa catarina**. 2009. 132 f. Trabalho de Conclusão de Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergência. Universidade do Vale do Itajaí. Florianópolis - SC. Junho, 2009. Disponível em <http://www.cbm.sc.gov.br/biblioteca/images/stories/CFO_2009/CFO_2009_Henrique%20Piovezam%20da%20Silveira.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2011

SOTO FILHOS. **Grupo Gerador 60 - 72 KVA Motor Mercedes Gerador Cramaco**. Disponível em: <<http://www.sotofilhos.com.br/60kva.html>>. Acesso em: 15 abr. 2011

STEMAC, grupos geradores. **Carenados móveis**. Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<http://catalogo.stemac.com.br/conteudo/Main.asp>>. Acesso em: 15 abr. 2011

TOMINA, José Carlos. **A Importância da Normalização**. São Paulo, 1990. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br/cb24/importancia.htm>>. Acesso em: 14 jun. 2011

TURBOMAR ENERGIA. **Quais são os componentes standard de um grupo gerador da FG Wilson?**. Disponível em:

<<http://www.turbomar.pt/id.asp?id=p1p2p281p282p292p363p369&l=1>>. Acesso em: 28 maio 2011.

VARGAS, Mauri Resende; SILVA, Valdir Pignatta. **Resistência ao fogo das estruturas de aço**. Instituto Brasileiro de Siderurgia - IBS / Centro Brasileiro da Construção em Aço - CBCA, Rio de Janeiro, 2003. 76 p. Disponível em: <http://www.lmc.ep.usp.br/people/valdir/livro/cbca/resistencia_ao_fogo_aco.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2011