

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO TECNOLÓGICO DA TERRA E DO MAR
CURSO TECNÓLOGO EM GESTÃO DE EMERGÊNCIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO PARA
ABANDONO DE LOCAL**

LUIZ FELIPE LEMOS

São José

2008

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO TECNOLÓGICO DA TERRA E DO MAR
CURSO TECNÓLOGO EM GESTÃO DE EMERGÊNCIAS

LUIZ FELIPE LEMOS

**SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO PARA
ABANDONO DE LOCAL**

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Emergências pela Universidade do Vale de Itajaí, Centro Tecnológico da Terra e do Mar.

Orientador: Ricardo Monteiro

Co-orientador: Maj BM Biluk

Co-orientador: Maj BM Vanderlino

São José

2008

UNIVERSIDADE DO VALE DO ITAJAÍ
CENTRO TECNOLÓGICO DA TERRA E DO MAR
CURSO TECNÓLOGO EM GESTÃO DE EMERGÊNCIAS

LUIZ FELIPE LEMOS

**SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SALVAMENTO PARA
ABANDONO DE LOCAL**

Esta Monografia foi julgada adequada para a obtenção do título de Tecnólogo em Gestão de Emergências e aprovada pelo Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergências da Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Educação São José.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão

São José, dede 2008.

Prof. Ricardo Monteiro
UNIVALI – CE de São José
Orientador

Major BM Biluk
Corpo de Bombeiros Militar
Co-orientador

Major BM Vanderlino
Corpo de Bombeiros Militar
Co-orientador

Dedico este trabalho aos meus pais,
Ortência e Ileds, por proporcionarem a
felicidade que sinto em meu coração.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores da Universidade do Vale do Itajaí do Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergências e aos professores militares da Academia de Bombeiro Militar.

Agradecimento em especial ao meu orientador, professor Ricardo Monteiro, aos meus co-orientadores, Major BM Vanderlino e Major BM Biluk, e a Engenheira Rozeli.

Aos meus pais, Ortência e Iledes, a minha irmã, Ellen, e a minha namorada, Gabriela, por participarem de todos os sentimentos que envolveram a elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos do 3º CFO: Sommer, Daniel, Davi, Coste, Diego, Márcio, Eidt, Ana Paula, Túlio, Ivanka, Pratts, Cléber, Dos Anjos, Isabel, Sarte, Alcântara e Grigulo.

“Mas as coisas findas,
Muito mais que lindas,
Essas ficarão”.

Carlos Drummond de Andrade

RESUMO

LEMOS, Luiz Felipe. **Sinalização de Orientação e Salvamento para Abandono de Local**. 2008. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnológico) – Centro Tecnológico da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí, São José, 2008.

“Vidas Alheias e Riquezas Salvar” é o lema dos Corpos de Bombeiros Militares, no entanto, para atingir este objetivo é necessário dar subsídio a cada setor da Corporação, oferecendo as melhores idéias e soluções para prestar bons serviços. A sinalização tem a finalidade de salvar e resguardar vidas em situações de pânico e incêndio através da garantia das condições de escape da edificação, sua localização conforme Santa Catarina (1992) deverá ser feita de modo que a sinalização não fique instalada em alturas superiores às aberturas do ambiente. De forma a contribuir com o ideal da prevenção, o trabalho tem o intuito de diminuir a possibilidade de perdas humanas e riquezas alheias através da investigação das possíveis falhas da aplicação dessa importante ferramenta de prevenção. De acordo com as idéias supracitadas, serão pesquisadas: qual a cor, vermelha ou verde, e o tipo, placa fotoluminescente ou bloco autônomo, de sinalização de orientação e salvamento têm melhor eficiência em uma situação de emergência, além de saber a melhor forma de interpretação da mesma, ou seja, com o uso de legendas ou somente ícones.

Palavras-chave: Sinalização de orientação e salvamento. Atividade de prevenção. Corpos de Bombeiros Militares.

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

COR DE SEGURANÇA: aquela para a qual é atribuída uma finalidade ou um significado específico de segurança ou saúde.

CBMSC: Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina;

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas;

NBR: Normas Brasileiras Reguladoras;

NR: Norma Reguladora;

UNIVALI: Universidade do Vale do Itajaí;

nm: nanômetro (1×10^{-9} metros);

THz: terahertz (1×10^{12} ciclos por segundo);

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processo de excitação e emissão para um material hipotético.....	26
Figura 2 - Faixa de longitude visível de onda.....	37
Figura 3 - Exemplo de raio refratado e refletido.....	39
Figura 4 - Diagrama de dispersão da luz através do prisma.....	54

LISTA DE FOTOS

Foto 1 – Tipos de Bloco Autônomo.....	57
Foto 2 – Tipos de Bloco Autônomo em uso numa situação de falta de luminosidade.....	57
Foto 3 – Placa Fotoluminescente em um local com luminosidade.....	58
Foto 4 – Placa Fotoluminescente em uma situação de falta de luminosidade.....	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Interpretação da Placa 1 do Questionário.....	48
Gráfico 2 - Interpretação da Placa 2 do Questionário.....	48
Gráfico 3 - Interpretação da Placa 3 do Questionário.....	48
Gráfico 4 - Interpretação da Placa 4 do Questionário.....	49
Gráfico 5 - Interpretação das Placas 1 e 2 (sem legendas) do Questionário.....	49
Gráfico 6 - Interpretação das Placas 3 e 4 (com legenda) do Questionário.....	49
Gráfico 7 - Intensidade luminosa 10 minutos após cessar a luz.....	59
Gráfico 8 - Intensidade luminosa 60 minutos após cessar a luz.....	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Cores monocromáticas e seus comprimentos de onda e frequência.....	38
Tabela 2 - Índices de refração de um cristal para diferentes luzes monocromáticas.....	40
Tabela 3 - Luminância do corpo-de-prova em função do tempo.....	59
Tabela 4 - Luminância do corpo-de-prova em função do tempo de atenuação.....	60

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 A IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE DE PREVENÇÃO	16
1.2 DIPLOMAS LEGAIS	17
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	20
1.4 JUSTIFICATIVA	21
1.5 OBJETIVOS	21
1.5.1 Objetivo Geral	21
1.5.2 Objetivos Específicos	22
2. REFERENCIAL TEÓRICO	23
2.1 FOTOLUMINESCÊNCIA	23
2.1.1 Histórico	23
2.1.2 Fundamentos Teóricos	24
2.1.3 Mecanismos de Excitação e Emissão	25
2.2 DIPLOMAS LEGAIS	27
2.2.1 Normas de Segurança Contra Incêndio de Santa Catarina (1992)	27
2.2.1.1 Capítulo VIII – Saídas de Emergência	27
2.2.1.2 Capítulo XIII - Iluminação de Emergência	28
2.2.2 ABNT - NBR 10898 - Sistema de Iluminação de Emergência	31
2.2.2.1 Tipos de Sistemas	31
2.2.2.2 Conjunto de Blocos Autônomos	31
2.2.2.3 Luminárias	31
2.2.2.4 Características da Iluminação por Sinalização	32
2.2.2.5 Manutenção dos Blocos Autônomos	33
2.2.3 ABNT - NBR 13434 – Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico – Parte 1 e Parte 2	33
2.2.3.1 Sinalização de Segurança	33
2.2.3.2 Dimensões Básicas Devem Observar a Relação	33

2.2.4	ABNT - NBR 13434 – Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico - Parte 3	34
2.2.5	NR 26 e ABNT - NBR 7195 – Cores para Segurança.....	35
2.2.5.1	A Cor Vermelha	35
2.2.5.2	A Cor Verde	35
2.3	LUZ.....	36
2.3.1	Conceito	36
2.3.2	Reflexão e Refração.....	38
2.3.3	Fontes de Luz	40
2.3.4	Cores	40
2.3.5	Psicodinâmica das Cores.....	41
2.3.6	Características do Verde	42
2.3.7	Características do Vermelho	43
3.	DESENVOLVIMENTO	44
3.1	QUESTIONÁRIO DE INTERPRETAÇÃO DAS PLACAS E BLOCOS AUTÔNOMOS.....	44
3.1.1	Procedimentos Metodológicos	44
3.1.2	Instrumentos	44
3.1.3	População Alvo	44
3.1.4	Amostragem	45
3.1.5	Questionário	45
3.1.6	Avaliação dos Dados	46
3.1.7	Apresentação dos dados.....	47
3.1.8	Discussão dos dados	50
3.1.9	Inferência ao item 3.1	50
3.2	A COR DA SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SEGURANÇA	51
3.2.1	Procedimentos	51
3.2.2	Psicologia	51

3.2.3	Física.....	53
3.2.3.1	Quantidade de Energia.....	53
3.2.3.2	Refração	53
3.2.4	Normas Regulamentadoras	54
3.2.5	Inferência ao item 3.2	55
3.3	BLOCO AUTÔNOMO OU PLACA FOTOLUMINESCENTE	56
3.3.1	Bloco Autônomo	56
3.3.2	Placa Fotoluminescente	58
3.3.3	Inferência ao item 3.3	60
4.	CONCLUSÃO	63
	REFERÊNCIAS	64
	ANEXOS	67

1. INTRODUÇÃO

1.1 A IMPORTÂNCIA DA ATIVIDADE DE PREVENÇÃO

A atividade de bombeiro contribui para a infra-estrutura das cidades proporcionando convívio social. Seus integrantes são formadores de sentimento de admiração devido a sua nobre função de proteção das pessoas e do patrimônio alheio, mesmo que para isso arrisque a própria vida.

A busca incessante da sociedade por segurança veio dar mais importância a essa nobre profissão, que devido aos seus serviços alcançou credibilidade inimaginável.

A importância social do Corpo de Bombeiros Militar ultrapassa suas atribuições, como por exemplo, extinguir incêndio, dando suporte para a segurança da comunidade e o bem-estar social.

De acordo com Maus (1999, p.9), os incêndios que ocorriam com maior ou menor intensidade no Brasil eram dados como fatalidades que mostraram a necessidade da criação de novos Corpos de Bombeiros e aquisição dos seus materiais de emergência.

Os incêndios não podiam mais ser considerados fatalidade, menos ainda, aceitar a morte de pessoas por falta de serviço de prevenção efetivo. Segundo Maus (1999, p.10), os Corpos de Bombeiros motivados por milhares de perdas humanas ocorridas na década de setenta, principalmente nos incêndios dos edifícios Andraus (1972) e Joelma (1974), ocorridos em São Paulo, não mais permaneceram em estado de passividade, o que resultou no início das atividades de prevenção.

Mostrar a população que vivemos em lugares com grande quantidade de produtos combustíveis e que o valor da instalação de um sistema preventivo é menor que a perda humana foram novas tarefas que com o passar do tempo conseguiram ser disseminadas.

Hoje não existem dúvidas quanto à importância da atividade de prevenção. Com o crescimento das cidades e da população, a abrangência dessa atividade tornou-se maior, contudo, é importante estudar cientificamente cada unidade setor desta atividade. De acordo com esse pensamento, será estudada nesse trabalho, a iluminação de emergência através da sinalização de orientação e salvamento para abandono de local.

A sinalização tem a finalidade de salvar e resguardar vidas em situações de emergência através da garantia da correta orientação das condições de escape da edificação, mostrando de

forma clara, objetiva e de fácil interpretação, a saída da edificação. Assim, minimizar a possibilidade de diminuição das perdas humanas e riquezas alheias através da investigação das possíveis falhas de aplicação dessa importante ferramenta de prevenção é uma das metas da pesquisa.

Mas que tipo de sinalização é essa? Para que fique esclarecido o que o trabalho trata é sugerido a observação o Anexo C, este contém algumas sinalizações de orientação e segurança, através de seus tipos, significado, forma, cor e sua aplicação no dia-a-dia, por exemplo a indicação do sentido (esquerda e direita) de uma saída de emergência.

Sua localização conforme Santa Catarina (1992) deverá ser feita de modo que não fique instalada em alturas superiores às aberturas do ambiente.

Para melhor entender os mecanismos da sinalização de orientação e salvamento para abandono de local do Estado de Santa Catarina, é importante conhecer o histórico da Corporação que a define: o nascimento do Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina, de acordo com CBMSC (2008), ocorreu em 16 de setembro de 1919, quando o então Governador do Estado de Santa Catarina, Doutor Hercílio Luz, sancionou a Lei Estadual nº 1.288, que criou a Seção de Bombeiros. Porém, a sua inauguração só ocorreu em 26 de setembro de 1926, quando ficou conhecida como Seção de Bombeiros da Força Pública, pois seus integrantes faziam parte da Força Pública.

Desde a sua implantação, o Corpo de Bombeiros esteve vinculado a Polícia Militar, no entanto, a Emenda Constitucional nº 033, concedeu ao Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina – CBMSC, em 13 de junho de 2003, o status de organização independente, formando junto com a Polícia Militar, o grupo de Militares Estaduais.

1.2 DIPLOMAS LEGAIS

Foram esclarecidos os motivos que tornaram importante essa atividade bombeiril, no entanto, é importante esclarecer os diplomas legais que a amparam. Maus (1999, p.14) aborda os principais diplomas legais:

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:

V – Polícias Militares e Corpos de Bombeiros Militares.

CONSTITUIÇÃO ESTADUAL

Título V – Da Segurança Pública

Capítulo III – Da Polícia Militar

Art. 107 – A Polícia Militar, órgão permanente, força auxiliar, reserva do exército, organizada com base na hierarquia e na disciplina subordinada ao Governador do Estado, cabe, nos limites de sua competência, além de outras atribuições estabelecidas em lei:

II – Através do Corpo de Bombeiros:

a) Realizar os serviços de prevenção de sinistros, de combate a incêndio e de busca e salvamento de pessoas e bens;

LEI DE ORGANIZAÇÃO BÁSICA DA PMSC

Lei nº 6.217 de 10 de Fevereiro de 1983

Capítulo II – Da Competência

Art. 2º - Compete a Polícia Militar:

V – Realizar o serviço de extinção de incêndio, simultaneamente com o de proteção e salvamento de vidas e materiais.

Capítulo IV – Dos órgãos de Execução

Art. 29 – O Comando do Corpo de Bombeiros é o órgão responsável pela extinção de incêndios e salvamento de vidas e materiais em caso de sinistros, a quem compete planejar, programar, organizar e controlar a execução de todas as missões que lhe são peculiares, desenvolvidas pelas unidades operacionais subordinadas.

Parágrafo Único – O Comando do Corpo de Bombeiros contará com um estafó maior e um Centro de Atividades Técnicas.

Art. 30 – Ao Centro de Atividades Técnicas compete:

I – Executar e supervisionar o cumprimento das disposições legais relativas às medidas de prevenção e proteção contra incêndios;

REGULAMENTO DA LEI DE ORGANIZAÇÃO BÁSICA

Dec. nº 19.237 de 14 de março de 1983.

Capítulo III – Das Missões Gerais

Art. 3º - Compete a Polícia Militar:

V - Realizar o serviço de extinção de incêndio, simultaneamente ao de proteção e salvamento de vidas e materiais.

VII – Assessorar e cooperar com a administração pública estadual e municipal no que tange a prevenção dos incêndios.

Capítulo III – Dos Órgãos de Execução

Art. 65 – São atribuições do Corpo de Bombeiros:

I – O planejamento, comando, execução, coordenação, fiscalização e controle de todas as atividades de prevenção e extinção de incêndios e de buscas e salvamento, bem como das atividades técnicas a elas relacionadas no território estadual.

DECRETO ESTADUAL nº 4.909, de 18 de outubro de 1994 – Normas de Segurança Contra Incêndio (NSCI)

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.

Art. 3º - Todas as ocupações estarão sujeitas as presentes disposições, excetuando-se as edificações unifamiliares.

Art. 4º - O exame e a fiscalização nos sistemas de segurança serão feitos pela Polícia Militar do Estado através do Corpo de Bombeiros.

Foram supracitados, os diplomas legais que atribuíram poder ao CBMSC para que fossem exercidas as funções da atividade de prevenção. Agora serão abordadas as normas que deram respaldo técnico para a exploração da atividade.

ABNT - NBR 10898: 1999 - Sistema de iluminação de emergência.

“Esta norma fixa as características mínimas exigíveis para as funções a que se destina o sistema de iluminação de emergência a ser instalado em edificações, ou em outras áreas fechadas sem iluminação natural.”

ABNT – NBR 13434, Parte 1, 2 e 3: 2004 e 2005 – Sinalização de segurança contra incêndio e pânico.

Parte 1 – Princípios de projeto.

Fixa os requisitos exigíveis que devem ser satisfeitos pela instalação do sistema de sinalização de segurança contra incêndio e pânico em edificações.

Parte 2 – Símbolos e suas formas, dimensões e cores.

Padroniza as formas, as dimensões e as cores da sinalização de segurança contra incêndio e pânico utilizada em edificações, assim como apresenta os símbolos abordados.

Parte 3 – Requisitos e métodos de ensaio.

Define os requisitos mínimos de desempenho e os métodos de ensaio exigidos para sinalização contra incêndio e pânico de uso interno e externo às edificações, a fim de garantir a sua legibilidade e integridade, quando dimensionadas e instaladas em conformidade com as ABNT - NBR 13434-1 e ABNT - NBR 13434-2.

NR 26 e ABNT - NBR 7195: 1995 – Cores para segurança

“Esta Norma fixa as cores que devem ser usadas para prevenção de acidentes, empregadas para identificar e advertir contra riscos.”

DECRETO ESTADUAL nº 4.909, de 18 de outubro de 1994 – Normas de Segurança Contra Incêndio do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 1992).

CAPÍTULO VIII – Saídas de Emergência

CAPÍTULO XIII - Iluminação de Emergência

SEÇÃO X - Da Iluminação de Sinalização e Orientação

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

Existe uma dificuldade de interpretação das sinalizações de orientação e salvamento para abandono de local em uma situação de emergência, onde as vítimas encontram-se geralmente em pânico. Segundo observa Masci (2001), todas as vezes que se enfrentam desafios, que o cérebro, independentemente da vontade do indivíduo, encara a situação como potencialmente perigosa, o organismo se prepara para lutar ou fugir da situação. Pafaro et al. (2004) acrescenta ainda que alterações psicofisiológicas ocorrem quando uma pessoa se vê forçada a enfrentar uma situação de que algum modo o amedronte, irrite ou confunda. Desta forma, existem inúmeros fatores que podem ocasionar interpretação errônea das placas ou blocos de emergência para orientação e salvamento.

Essas alterações psicofisiológicas são agravantes que quebram a homeostase interna do organismo exigindo alguma adaptação levando o ser humano a agir de forma surpreendente. Neste estudo não será abordado a fundo essas alterações, o enfoque será pesquisar qual a forma ilustrada que melhor auxilia a interpretação da sinalização de emergência. Porém, as alterações psicofisiológicas não podem ser ignoradas, porque podem influenciar a atitude das pessoas de forma positiva ou negativa.

A investigação científica da influência das cores vermelha e verde na sinalização de orientação e salvamento é algo que também desperta muito interesse aos Corpos de Bombeiros Militares. Saber qual a cor que apresenta melhor luminescência em uma situação de emergência, com ou sem fumaça, e com pouca luminosidade possibilitará a diminuição do número de vítimas. Esta definição será feita através do estudo da literatura referente às cores em pauta.

Definir qual tipo de sinalização de orientação e salvamento para abandono de local, placas fotoluminescentes ou blocos autônomos, é um assunto que sempre gerou grandes dúvidas dentro do Corpo de Bombeiros Militares. Devido a essas dúvidas será feito um levantamento das vantagens e desvantagens de cada sistema de orientação a fim de encontrar

qual a melhor opção e sanar de vez essa dúvida.

1.4 JUSTIFICATIVA

A sinalização de orientação e salvamento é um meio eficaz de garantir as condições de escape nos mais diversos locais, tais como, edifícios de escritórios, hotéis, hospitais, etc. Ninguém gostaria de perder familiares devido à falta desta sinalização em um prédio ou escritório. De forma a contribuir com a prevenção, o trabalho tem o intuito de diminuir a possibilidade de perdas humanas e riquezas alheias através da investigação das possíveis falhas da aplicação dessa importante ferramenta de prevenção. Para melhorar este sistema de emergência será investigado qual o tipo de material, cor e forma de sinalização que melhor se adéqua para sinalizar e orientar os meios de escape de uma edificação.

Os parâmetros usados na pesquisa estão contidos na Santa Catarina (1992), nas Normas Reguladoras – NR 26 e nas Normas Brasileiras Reguladoras (NBR) 10.898, 13.434 (parte 1, 2 e 3) e 7.195.

Serão encontradas as melhores situações para a sinalização de orientação e salvamento em Santa Catarina com a finalidade de oferecer serviços cada vez melhores à nossa população.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo Geral

Investigar a sinalização das placas fotoluminescentes e dos blocos autônomos quanto à capacidade de orientação e salvamento para abandono de local no Estado de Santa Catarina, em conformidade com a Santa Catarina (1992), das Normas Reguladoras e a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

1.5.2 Objetivos Específicos

- Estudar as disparidades entre blocos autônomos e as placas fotoluminescentes de orientação e salvamento, mostrando as vantagens e desvantagens da sua utilização para situações de emergência com ou sem fogo e fumaça;
- Analisar através da literatura referente ao tema a cor a ser utilizada na sinalização de orientação e salvamento para abandono de local;
- Verificar se a sinalização de orientação e salvamento para abandono de local sem uso de legendas são auto-explicativas, através de questionário junto à população do Estado de Santa Catarina.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FOTOLUMINESCÊNCIA

O nosso dia-a-dia contém inúmeros produtos, desde capas para celulares, placas de sinalização, itens de segurança, até brinquedos, que utilizam em sua fabricação pigmentos fotoluminescentes que os fazem brilhar no escuro. Talvez sua primeira impressão ao ver um objeto que utilize pigmentos fotoluminescentes em sua fabricação, é que eles tenham sido energizados com algum tipo de bateria ou eletricidade para que pudessem brilhar daquela maneira, entretanto, tudo o que se tem a fazer é colocar esses objetos sob uma fonte luminosa por alguns minutos e depois, levá-los a algum lugar escuro para que a luminosidade armazenada pelos pigmentos fotoluminescentes os faça brilhar por várias horas (GLOTECH, 2008).

O princípio de funcionamento das placas fotoluminescentes, que está inserido nesse contexto, será esclarecido através do estudo da luminescência e suas subdivisões, para que fique clara a forma de iluminação que está sendo tratada no trabalho.

2.1.1 Histórico

Silva (2000, p.4) afirma que:

Emissões de luminescência como a aurora boreal, a fluorescência do mar, a luminosidade de animais e insetos, e a fosforescência em madeiras foram as primeiras observações espectrais, pois necessitam apenas dos olhos para poderem ser observadas a olho nu. Os primeiros registros escritos sobre fenômenos luminescentes apareceram na literatura chinesa por volta de 1500-1000 A.C., e tratavam sobre a luminosidade dos vaga-lumes. Na Grécia antiga, Aristóteles registrou observações de emissões luminosas vindas de peixes deteriorados. A primeira observação registrada de fluorescência em um líquido foi feita por Nicolas Monardes, em 1565, que observou uma luz azulada sendo emitida de um extrato de madeira conhecido como *lignum nephriticum* quando misturado com água. A luminescência de extratos vegetais em meio aquoso foi objeto de pesquisa de muitos cientistas do século XVI, como Athanasius Kircher, Robert Boyle, Issac Newton e Robert Hooke.

Silva (2000, p.5) acrescenta ainda que a luminescência em sólidos foi descoberta

acidentalmente por Bolognian Vincenzo Cescariolo, em 1603, após aquecer uma pedra (depois identificada como Sulfato de Bário), ele observou que a pedra emitia uma luz avermelhada por um certo tempo depois de colocada no escuro, no entanto, por volta de 1700 diversos tipos de luminescência tinham sido observadas, e suas origens reportadas a fenômenos distintos.

A fluorescência é algo que também foi descoberto em meados desse período, segundo Silva (2000, p.5):

O termo fluorescência foi inventado por Stokes em 1852, derivado da palavra *fluoride*. Stokes foi o primeiro a estabelecer claramente que a fluorescência era um processo de emissão, e propôs o princípio que hoje conhecemos como “Lei de Stokes” que estabelece que o comprimento de onda de uma emissão fluorescente é sempre maior que o da excitação. Outros termos como fotoluminescência, catodoluminescência, anodoluminescência, radioluminescência e luminescência de raio X, estão relacionados com o tipo de excitação e são todos fenômenos de fluorescência.

A denominação luminescência, que é uma tradução grega de *lúcifer* (aquele que tem luz), foi introduzida por Eilhardt Wiedemann em 1888, para distinguir a emissão de luz termicamente excitada, da emissão por moléculas que tem sido excitada por outros meios sem aumentar sua energia cinética média. Assim, emissões tendo uma intensidade luminosa maior que a emissão de um corpo negro naquela frequência e à mesma temperatura foram classificadas como luminescência por Wiedemann, e o tipo de excitação foi utilizado para classificar o tipo de luminescência, classificação esta que permanece válida até hoje.

O estudo da luminescência evoluiu de instrumentos simples como o espectrômetro de Fraunhofer's (1814) para instrumentos bastante sofisticados, ganhando um forte impulso a partir de 1950 com a realização prática de dispositivos de luminescência estimulada (lasers). Estes produzem feixes de ondas eletromagnéticas coerentes e altamente monocromáticos com amplas aplicações tecnológicas.

2.1.2 Fundamentos Teóricos

Laureto (2008) professa algumas definições e propriedades da Luminescência:

É o nome dado ao fenômeno relacionado à capacidade que algumas substâncias apresentam em converter certos tipos de energia em emissão de radiação eletromagnética, com um excesso de radiação térmica. A luminescência é observada para todas as fases da matéria, seja gasosa, líquida ou sólida, para ambos compostos orgânicos e inorgânicos. A radiação eletromagnética emitida por um material luminescente ocorre usualmente na região do espectro visível, mas esta pode ocorrer também em outras regiões do espectro eletromagnético, tais como ultravioleta ou infravermelho.

O termo luminescência é dividido em vários tipos, que diferem entre si, pela energia utilizada para a excitação. De acordo com Laureto (2008), a divisão e conceituação são dadas desta forma:

- Eletroluminescência: é excitada por uma voltagem elétrica;
- Catodoluminescência: é excitada por um feixe de elétrons de alta energia;
- Quimiluminescência: é excitada pela energia de uma reação química;
- Termoluminescência: não se refere à excitação térmica, mas sim à estimulação térmica de emissão luminescente a qual foi excitada por outro meio;
- Fotoluminescência: é um resultado da absorção de fótons, utilizando-se uma radiação eletromagnética.

Dentre os vários tipos de luminescência, será somente abordada a fotoluminescência, que se divide em: fluorescência e fosforescência.

Netto (2008) define a diferença entre as subdivisões da fotoluminescência de acordo com o tempo de duração das radiações emitidas por elas após cessar a radiação excitadora: “A fluorescência é uma fotoluminescência que cessa no mesmo instante que a ação das radiações excitadoras; a fosforescência é uma fotoluminescência que se prolonga após esta ação ter cessado de se produzir.” No entanto, Laureto (2008) apresenta outra forma de percepção das disparidades entre eles: “A fluorescência difere da fosforescência, no fato de que as transições de energia eletrônica responsáveis pela fluorescência não envolvem a mudança de spin eletrônico.” Como consequência, a fluorescência tem tempo de vida curto, cessando quase que imediatamente. Laureto (2008) acrescenta que: “em contraste, uma mudança de spin eletrônico, acompanha as emissões fosforescentes, a qual faz a radiação poder durar por um tempo facilmente detectável após o término da irradiação,...”

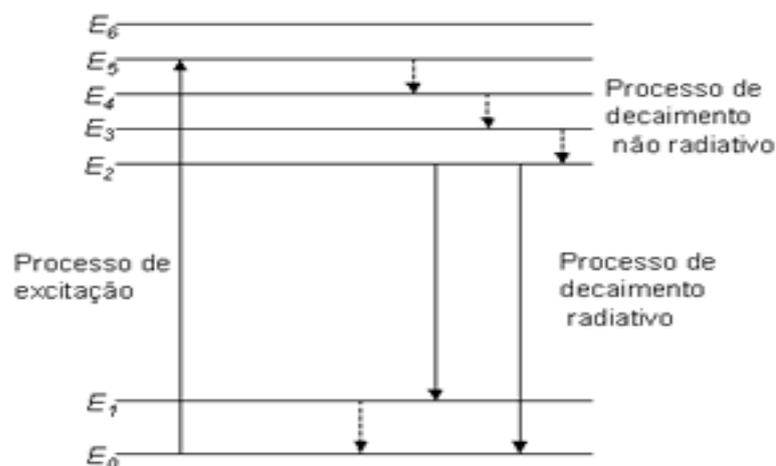
As duas definições apresentadas mostram que a fosforescência é um processo que apresenta vida útil de iluminação superior a fluorescência, em consequência disto, é o processo usado na fabricação das placas fotoluminescentes.

2.1.3 Mecanismos de Excitação e Emissão

Serão ilustrados os processos de excitação e de emissão para um material hipotético, observar figura 1, com a representação esquemática dos níveis de energia de acordo com que Laureto (2008) professou.

E_0 é o estado de energia fundamental e de E_1 a E_5 estão representados os estados de energia excitados. A baixas temperaturas e na ausência de uma energia de excitação só o nível E_0 é ocupado. Após a excitação, elétrons são ativados para o nível E_5 . Os intervalos de energia entre os níveis adjacentes de E_2 ao E_5 são pequenos, enquanto que o intervalo entre E_2 e E_1 é grande. Se o intervalo entre um nível excitado e o mais próximo adjacente é pequeno, o material excitado tende a apresentar um decaimento não radiativo pela emissão de fóton, liberando energia na forma de calor. A radiação eletromagnética que é resultante de um decaimento radiativo de um nível eletrônico superior para o estado fundamental, pela emissão de um fóton, só ocorre quando o intervalo para o nível adjacente mais baixo está acima de um valor crítico. Quando o material da Figura 1, é excitado para o nível E_5 , este perde energia na forma de cascata do nível 5 ao 2. Como o intervalo dos níveis 2 e 1 está acima do valor crítico, então o material decai radiativamente do nível 2, emitindo um fóton alcançando o nível 1 ou 0. Se o material decai radiativamente para o nível 1, este então, decai não radiativamente através do pequeno intervalo para o estado fundamental.

Figura 1 - Processo de excitação e emissão para um material hipotético.



Fonte: Laureto (2008).

2.2 DIPLOMAS LEGAIS

Foram citados os diplomas legais que amparam a atividade de prevenção, da mesma forma, normas que deram respaldo técnico para a exploração da atividade.

Identificar quais as partes de cada norma que interessam para esse tipo de pesquisa é importante, pois não são todas as alinhas que interessam.

2.2.1 Normas de Segurança Contra Incêndio de Santa Catarina (1992)

2.2.1.1 Capítulo VIII – Saídas de Emergência

SEÇÃO I – Das Condições

Art. 201 – Estas normas fixam as condições exigíveis que devem possuir as edificações a fim de que suas populações possam abandoná-las, a para permitir o fácil acesso de auxílio externo.

Art. 202 – São consideradas saídas de emergência;

- I – Portinholas nas portas;
- II – Local para resgate aéreo;
- III – Escadas;
- IV – Elevadores de emergência e segurança;
- V – Passarelas.

Parágrafo único – Exige-se nas Saídas de Emergência, a observação de:

- a) Saídas adequadas em todos os pavimentos;
- b) Saídas finais adequadas;
- c) Rotas de fuga.

Art. 211 – Todas as saídas de emergência das edificações serão sinalizadas com indicação clara do sentido de saída.

Art. 219 – Todos os tipos de escada deverão ter:

III – Sinalização nas paredes: em local bem visível, o número do pavimento correspondente e, no pavimento de descarga, deverá ter a sinalização indicando a saída.

Art. 234 – A descarga deverá ser sinalizada, indicando claramente a direção da via pública ou área que com ela se comunique.

2.2.1.2 Capítulo XIII - Iluminação de Emergência

Art. 363 - É o conjunto de componentes e equipamentos que, em funcionamento, proporcionam a Iluminação suficiente e adequada para permitir a saída fácil e segura do público para o exterior, no caso de interrupção da alimentação normal, como também, a execução das manobras de interesse da segurança e intervenção do socorro e garante a continuação do trabalho naqueles locais onde não pode haver interrupção da Iluminação.

Art. 364 – O projeto deve ser constituído de plantas, memoriais e outros documentos que facilitem a instalação do sistema.

Art. 365 – Devem constar do projeto as seguintes informações:

III – deve constar nota em projeto, fazendo referência quanto a:

- b) Bitola mínima dos condutores;
- c) Tipo de fonte de energia;
- d) Autonomia do sistema;
- e) Especificação dos condutores quanto a risco de incêndio ou danos físicos ou químicos;
- f) Tempo de comutação do sistema.

SEÇÃO II – Da Localização das Fontes (se for usado bloco autônomo)

Art. 366 – Para o local onde serão instalados os componentes da fonte de energia, para o abastecimento do sistema de Iluminação de Emergência, devem ser consideradas as seguintes condições, além das específicas para cada tipo de fonte:

II – Ser isolado de outros compartimentos por paredes resistentes ao fogo, com tempo mínimo de 2 horas;

Art. 367 – As fontes poderão ser do tipo:

III – Conjunto de Blocos Autônomos – requisitos:

- a) Possuir fonte de energia incorporada;
- b) Possuir dispositivos necessários para colocá-los em funcionamento, no caso de interrupção da alimentação normal.

Art. 375 – Os eletrodutos utilizados para condutores de Iluminação de Emergência não podem ser usados para outros fins, salvo para instalação de outros sistemas de segurança.

SEÇÃO VI – Da autonomia e das condições de iluminamento

Art. 377 – O Sistema de Iluminação de Emergência deve ter autonomia mínima de 1 hora de funcionamento.

SEÇÃO VIII – Da Instalação e Manutenção

Art. 390 – Em lugar visível, do aparelho, deve existir um resumo dos principais itens manutenção de primeiro nível que podem ser executados pelo próprio usuário, seja: a verificação das lâmpadas, fusíveis, disjuntores, e do nível do eletrólito, etc.

Art. 391 – Consiste no segundo nível de manutenção, os reparos e substituição de componentes do equipamento ou instalação não compreendidos no primeiro nível. É vedado ao usuário executar o segundo nível de manutenção por envolver problemas técnicos, devendo ser executado por um dos profissionais responsáveis.

SEÇÃO X - Da Iluminação de Sinalização e Orientação.

Art. 397 – A Iluminação de Sinalização deve assinalar todas as mudanças de direção, obstáculos, saídas, escadas, etc.

Art. 398 – A distância em linha reta entre 2 pontos de iluminação de sinalização não pode ser maior de 15m. Se 2 pontos consecutivos estiverem com uma distância superior a 15m, será necessário interligar um ponto adicional.

Art. 399 – Em qualquer caso, mesmo havendo obstáculos, curvas ou escada, os pontos de iluminação de sinalização devem ser dispostos de forma que, na direção da saída, cada ponto seja possível visualizar o ponto seguinte.

Art. 401 - A iluminação de sinalização deve ser contínua durante o tempo de funcionamento do sistema, quando da interrupção da alimentação normal.

Art. 402 - A sinalização deverá conter a palavra "SAIDA" sobre a seta indicando o sentido da saída.

§ 1º - As letras e setas de sinalização devem ter cor vermelha sobre o fundo branco leitoso de acrílico ou material similar nas dimensões mínimas de vinte e cinco por dezesseis centímetros e letras com traços de um centímetro em moldura de quatro por nove centímetros;

Art. 403 - As escadas enclausuradas e/ou pontos de fuga, disporão de sinalização nas portas ou sobre estas indicando a saída, em chapa acrílica ou material similar na dimensões mínimas de traço de um centímetro e moldura de quatro por nove centímetros nos pisos de descargas.

Parágrafo único – O material empregado para a sinalização e sua fixação deve ser tal que não possa ser facilmente danificado.

Art. 404 – Os aparelhos auto-luminescentes não devem emitir qualquer radiação ionizante.

2.2.2 ABNT - NBR 10898 - Sistema de Iluminação de Emergência

2.2.2.1 Tipos de Sistemas

- a) conjunto de blocos autônomos (instalação fixa);
- e) sistema de iluminação fixa por elementos químicos sem geração de calor.

2.2.2.2 Conjunto de Blocos Autônomos

São aparelhos de iluminação de emergência constituídos de um único invólucro adequado, contendo lâmpadas incandescentes, fluorescentes ou similares é:

- a) fonte de energia com carregador e controles de supervisão;
- b) sensor de falha na tensão alternada, dispositivo necessário para colocá-la em funcionamento, no caso de interrupção de alimentação da rede elétrica da concessionária ou na falta de uma iluminação adequada.

2.2.2.3 Luminárias

Devem seguir os seguintes requisitos:

- Resistência ao calor: os aparelhos devem ser construídos de forma que, no ensaio de temperatura a 70°C, a luminária funcione no mínimo por uma hora;
- Proteção quanto à fumaça: os aparelhos devem ser projetados de modo a não permitir a

entrada de fumaça para não prejudicar seu rendimento luminoso;

- Material: o material utilizado para a fabricação da luminária deve ser do tipo que impeça propagação de chama e que em caso de sua combustão, os gases tóxicos não ultrapassem 1% daquele produzido pela carga combustível existente no ambiente;

- Todas as partes metálicas, em particular os condutores e contatos elétricos, devem ser protegidas contra corrosão;

- Invólucro da luminária: deve assegurar no mínimo os seguintes índices de proteção, de forma a ter resistência contra impacto de água, sem causar danos mecânicos nem o desprendimento da luminária;

- Autonomia: o sistema não poderá ter uma autonomia menor que 1h (uma hora) de funcionamento, com uma perda maior que 10% de sua luminosidade inicial.

2.2.2.4 Características da Iluminação por Sinalização

- Deve assinalar todas as mudanças de direção, saídas, obstáculos, escadas, etc., e não deve ser obstruída por anteparos ou arranjos decorativos;

- O fluxo luminoso do ponto de luz, exclusivamente de iluminação de sinalização, deve ser no mínimo igual a 30 lúmens;

- A função de sinalização deve ser assegurado por textos escritos e/ou símbolos gráficos, reflexivos ou luminoso-transparente. A iluminação pode ser externamente por reflexão na superfície da inscrição ou na forma translúcida;

- No caso dos símbolos e textos apostos à luminária, o fundo deve ser na cor branca reflectante, refletindo a luz da fonte, o transparente, e os símbolos gráficos ou textos devem ser na cor verde ou vermelha, com letras reflectantes;

- No caso de símbolos/textos não apostos à luminária, o fundo deve ser na cor branca e os símbolos/textos na cor verde ou vermelha;

- O contraste das inscrições, nas indicações das saídas, deve ser adequado, para ser legível na distância prevista do ponto instalado, apenas com a iluminação de emergência acesa, inclusive prevendo-se fumaça nas áreas;

- O material empregado para a sinalização e a sua fixação deve ser tal que não possa ser facilmente danificado.

2.2.2.5 Manutenção dos Blocos Autônomos

- Mensalmente será verificado:

- a) a passagem do estado de vigília para a iluminação (funcionamento) de todas as lâmpadas;
- b) a eficácia do comando, se existente, para colocar, à distância, todo o sistema em estado de repouso e a retomada automática ao estado de vigília.

- Semestralmente será verificado:

O estado de carga dos acumuladores, colocando em funcionamento o sistema pelo menos 1h (uma hora) ou pela metade do tempo garantindo, a plena carga, com todas as lâmpadas acesas.

2.2.3 ABNT - NBR 13434 – Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico – Parte 1 e Parte 2

2.2.3.1 Sinalização de Segurança

É aquela que fornece uma mensagem geral de segurança, obtida por uma combinação de cor e forma geométrica, fornecendo uma mensagem específica de segurança pela adição de um símbolo gráfico executado com cor de contraste.

2.2.3.2 Dimensões Básicas Devem Observar a Relação

$$A > \frac{L^2}{2000}$$

Onde:

A = área da placa, em m²;

L = distância do observador à placa, em m.

Esta relação é válida para L < 50 m.

No caso de emprego de letras, elas devem ser grafadas obedecendo à relação:

$$h > \frac{L}{125}$$

Onde:

h = altura da letra, em m;

L = distância do observador à placa, em m.

A cor vermelha será utilizada para símbolos de proibição, emergência e identificação de equipamentos de combate a incêndio e a cor verde para símbolos de orientação e socorro.

A sinalização de orientação deve obedecer (ver Anexo A e B) a:

- a) forma: quadrada ou retangular;
- b) cor de fundo (cor de segurança): verde;
- c) cor do símbolo (cor de contraste): branca ou amarela;
- d) margem (opcional): branca ou amarela;
- e) proporcionalidades paramétricas.

2.2.4 ABNT - NBR 13434 – Sinalização de Segurança Contra Incêndio e Pânico - Parte 3

O elemento de sinalização e suas partes devem atender aos requisitos de desempenho estabelecidos nesta Norma, para que seja garantida sua legibilidade e integridade, quando dimensionado e instalado em conformidade com as ABNT NBR 13434-1 e ABNT NBR 13434-2.

São os requisitos:

- Propagação das chamas: o elemento de sinalização deve apresentar extensão queimada ou parte danificada inferior a 60 mm de comprimento na amostra ensaiada. O ensaio deve ser repetido em pelo menos três corpos-de-prova da mesma amostra e todos devem satisfazer o requisito;
- Resistência a agentes químicos e lavagem: o elemento de sinalização não pode sofrer

alteração de cor acentuada devido à ação dos agentes químicos e de lavagem;

- Resistência à água;
- Resistência a detergentes;
- Resistência a sabão;
- Resistência a óleos comestíveis e gorduras;
- Resistência à névoa salina;
- Resistência ao intemperismo.

2.2.5 NR 26 e ABNT - NBR 7195 – Cores para Segurança

“Esta Norma fixa as cores que devem ser usadas para prevenção de acidentes, empregadas para identificar e advertir contra riscos.”

As cores adotadas nesta Norma são as seguintes:

- a) vermelha;
- d) verde.

2.2.5.1 A Cor Vermelha

“É a cor empregada para identificar e distinguir equipamentos de proteção e combate a incêndio...”

A cor vermelha não deve ser usada para assinalar perigo, também é utilizada em sinais de parada obrigatória e de proibição, bem como nas luzes de sinalização de tapumes, barricadas, etc., e em botões interruptores para paradas de emergência.

2.2.5.2 A Cor Verde

É a cor usada para caracterizar “segurança” é empregada para identificar:

- a) localização de caixas de equipamentos de primeiros socorros;
- b) caixas contendo equipamentos de proteção individual;
- c) chuveiros de emergência e lava-olhos;
- d) localização de macas;

- e) faixas de delimitação de áreas seguras quanto a riscos mecânicos;
- f) faixas de delimitação de áreas de vivência (áreas para fumantes, áreas de descanso, etc.);
- g) sinalização de portas de entrada das salas de atendimento de urgência;
- h) emblemas de segurança.

2.3 LUZ

2.3.1 Conceito

Ao longo do tempo, inúmeras foram as teorias a respeito da natureza física da luz.

Até o séc. XVII definia-se a luz como sendo “o que o nosso olho vê, e o que causa as sensações visuais”. Atualmente sabe-se que a visibilidade não é condição suficiente para a definição de luz, podendo mesmo dizer-se que nem todas as luzes são visíveis e que nem todas as sensações luminosas são provocadas pela luz. Pedrosa (1982, p.17) professa que: “A cor luz ou luz colorida é a radiação luminosa visível que tem como síntese aditiva a luz branca”.

De acordo com Tipler (1999, p.342), luz é uma modalidade de energia radiante que se propaga através de ondas eletromagnéticas, constituída de diferentes comprimentos de onda (e frequência), com sua energia concentrada em pequenos pacotes de energia, denominados fótons.

Cada pacote de energia (fóton) tem uma intensidade ou energia que foi explicado por Einstein em 1905 com o Efeito Fotoelétrico. Segundo Tipler (1999, p.346) este efeito é a emissão de elétrons por um material, quando exposto a luz (radiação eletromagnética), a absorção de um fóton ioniza o átomo, causando a emissão de um elétron.

Tipler (1999, p.342) define: “uma partícula de luz, denominada fóton, tem uma energia (E) que está relacionada à frequência (f) e ao comprimento de onda (λ) pela equação de Einstein”.

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

onde: $c \rightarrow$ é a velocidade da luz;

$h \rightarrow$ constante de Planck ($6,626 \times 10^{-34}$ J.s)

A energia radiante de comprimento de onda aceitável para nossa percepção torna visíveis os corpos quando estes emitem ou refletem em quantidade suficiente para que as células receptoras do olho sejam excitadas, provocando simultaneamente uma sensação de luminosidade e uma sensação de cor.

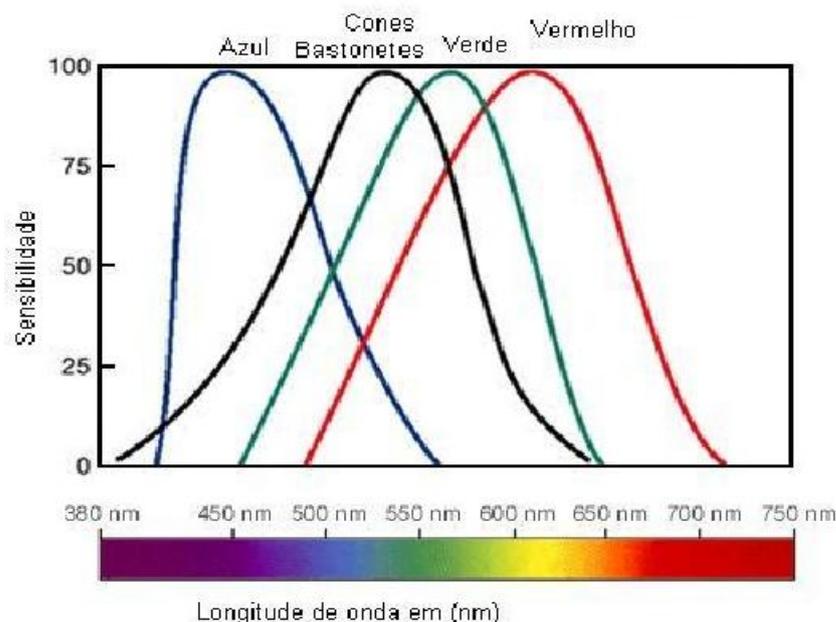
Tipler (1999, p.342) professa que o olho humano é sensível a ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda na faixa de 400 a 700 nm, aproximadamente, e que as cores que são percebidas pelos humanos são o resultado da resposta fisiológica e psicológica do sistema olho-cérebro aos diferentes comprimentos de onda (e diferentes frequências) da luz visível.

Essa limitação do olho humano em relação ao comprimento de onda é chamada de espectro eletromagnético, onde a capacidade de estimular a retina do olho humano, produzindo sensação luminosa, limita-se em um dos extremos pelas radiações infravermelhas (de maior comprimento de onda) e, no outro, pelas radiações ultravioletas (de menor comprimento de onda) (RODRIGUES, 2002, p.5).

Ramalho et al. (1997, p.228) apresenta algumas propriedades da luz: propaga-se em todas as direções do espaço; além de ter no vácuo, velocidade igual a 300.000 km/s.

A figura 2 representa as cores azul, verde e vermelho, no entanto, podem ser vistas pelo ser humano as cores: violeta ou anil, azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha, ou seja, as cores que estão compreendidas entre 400nm e 700nm de longitude de onda.

Figura 2 - Faixa de Longitude Visível de Onda



Fonte: Gadelha, M. U. M., Piau, 2007 *apud* IBRAU – Instituto Brasileiro de Amigabilidade e Usabilidade.

A velocidade é inversamente proporcional à frequência, a tabela 1 mostrada por Gadelha (2007, p.19) mostra graficamente essa relação:

Tabela 1 - Cores monocromáticas e seus comprimentos de onda e frequência.



Cor	Comprimento de onda	Frequência
Vermelho	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
Laranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
Amarelo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
Verde	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
Azul	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
Anil	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
Violeta	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

Fonte: Gadelha, M. U. M., Piauí, 2007.

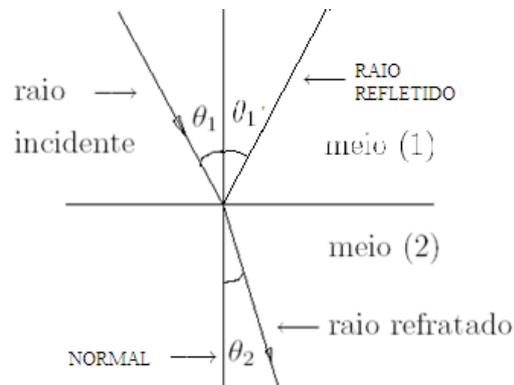
2.3.2 Reflexão e Refração

A velocidade da luz em meio transparente, como o ar, a água ou o vidro, é sempre menor que a velocidade $c=3 \times 10^8$ m/s no espaço livre. Cada meio tem seu índice de refração, o qual indicará as mudanças na velocidade e na direção de cada raio refratado. Tipler (1999, p.354) acrescenta ainda que: “todo meio transparente é caracterizado por um índice de refração, definido como a relação entre a velocidade da luz no espaço livre, c , e a velocidade da luz no meio, v .”

$$n = \frac{c}{v}$$

De acordo com Nussenzveig (1998, p.6), seja uma superfície de separação entre dois meios transparentes 1 e 2 (por exemplo, ar e água, ar e fumaça, ou água e vidro), e consideremos um raio de luz incidente no meio 1 sobre um ponto da superfície, observar figura 3. A experiência mostra que o raio incidente origina geralmente um raio refletido que volta para o meio 1 e forma com a normal o ângulo de reflexão θ'_1 e a um raio refratado transmitido para o meio 2, que forma com a direção da normal um ângulo θ_2 , o ângulo de refração. Ver figura 3.

Figura 3 – Exemplo de raio refratado e refletido



Fonte: Autor

Tipler (1999, p.354) define também que quando um raio luminoso incide a superfície que separa dois meios diferentes, como o ar e a fumaça, parte da energia luminosa é refletida e parte penetra no segundo meio. O autor conclui ainda que a mudança de direção sofrida pelo raio transmitido é devido a refração.

Ao refratar de um meio com menor índice de refração para um maior, exemplo, ar para água, o raio perderá velocidade, pois está passando de um meio menos refringente para um mais refringente, ao contrário dar-se-á o inverso (Nussenzveig, 1998, p.7).

Nussenzveig (1998, p.6) traz as leis da reflexão e da refração:

- A lei da reflexão diz que o raio refletido pertence ao plano de incidência, e o ângulo de reflexão é igual ao de incidência.

$$\theta_1' = \theta_1$$

- A lei da refração diz que o raio refratado também permanece no plano de incidência.

Segundo Soares (1997, p.301), a Lei de Snell-Descartes diz: “para cada par de meios e para cada luz monocromática que se refrata, é constante o produto do seno do ângulo que o raio forma com a normal e o índice de refração do meio em que o raio se encontra.” Essa lei também pode ser escrita na forma:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21}$$

onde: n_{21} = índice de refração do meio 2 relativo ao meio 1.

O fenômeno da dispersão das cores feita por Newton, que ao incidir luz branca no prisma observou a separação das cores, somente pode ser observada devido a diferença dos índices de refração de cada cor em relação ao mesmo meio, verifique a tabela 2, onde as luzes refrataram ao incidir a superfície de separação dos meios.

Tabela 2 – Índices de refração de um cristal para diferentes luzes monocromáticas

Luz monocromática	Índice de refração (n) de um cristal
Violeta	1,94
Azul	1,60
Verde	1,44
Amarela	1,35
Alaranjada	1,30
Vermelha	1,26

Fonte: Educ@r (2008).

2.3.3 Fontes de Luz

Uma fonte de radiação eletromagnética que produz uma potência radiante compreendida entre 400nm e 700nm é chamada de fonte de luz, em virtude da possibilidade de ser identificada pelo órgão de visão como sensação luminosa. Essa fonte, capaz de emitir luz em virtude de transformação interna de uma forma de energia, em energia radiante, é denominada corpo luminoso (ou fonte primária de luz), é o caso do Sol, das estrelas, da chama de uma vela, etc. O corpo ou objeto que transmite ou reflete luz proveniente de outra fonte, é chamado de corpo iluminado (ou fonte secundária de luz) (RAMALHO et al., 1999).

2.3.4 Cores

O estudo das cores é um tema bastante atraente, pelo fascínio que as cores exercem sobre a humanidade desde a antiguidade até os dias de hoje, e pela sua aplicação prática nos mais diversos segmentos de atividades humanas, desde o lazer, a Medicina, o trabalho, o

estudo; de uma forma que não será mais mágica, mas provada pelos métodos científicos em que está fundada.

A cor é uma força poderosa que age de acordo com certas leis, capaz de influenciar o comportamento dos seres humanos, animais e vegetais. A cor tem uma tríplice ação: impressionar, expressar e construir. Ela pode ser vista (impressiona a retina), sentida (provoca uma emoção) e é construtiva, pois tem um valor de símbolo, um significado próprio e uma capacidade de construir uma linguagem, comunicando uma idéia.

Numa pessoa normal o sentido da visão ocupa 87% da percepção, o auditivo 7%, o do olfato 3%, ficando o paladar e o tato com 1,5% cada (GOLDMAN, 1964, p.51). Estudos e experiências científicas de numerosos especialistas demonstram que a cor tem influência direta ao centro das emoções, como saúde, humor, trabalho, etc.

Cada um de nós sofre estímulo à cor de uma forma particular. As pessoas tendem também a ser atraídas por certas cores, em virtude de alguns fatores determinantes, que podem assumir reações psicológicas positivas ou não. A preferência e a forma de agir perante tal cor variam de acordo com: a personalidade, as condições circunstanciais de sua vida ou em seus desejos e processos mentais mais íntimos, profundos e até inconscientes (DIAS et al., 2008).

A cor não tem existência material, é apenas sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz. Mais precisamente, é a sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão. O aparecimento da cor está condicionado a dois elementos: a luz (objeto físico, agindo como estímulo) e o olho (aparelho receptor, funcionando como decifrador do fluxo luminoso).

Dias et al. (2008) diz ainda que as cores têm influências em nossos componentes físico, mental e emocional.

2.3.5 Psicodinâmica das Cores

A psicodinâmica das cores estuda as reações humanas diante das cores. Gadelha (2007, p.37) diz que a psicodinâmica das cores trata da interatividade psíquica entre a mente humana e as percepções cromáticas. Da mesma forma, Gadelha (2007, p.33 *apud* Ferreira, 1999, p.160) define que: “psicodinâmica é o estudo dos processos mentais e emocionais subjacentes ao comportamento humano, e de sua motivação, em especial quando se manifestam em resposta inconsciente às influências ambientais”.

Ao longo da história vem sendo estudado a Fisiologia, estudo dos mecanismos de percepção da cor, e a Psicologia, estudo dos seus efeitos sobre as emoções dos indivíduos, das cores. No entanto, não é somente a abrangência destes estudos que delimitaram o tema, pois áreas diversas como a Fisiologia, Psicologia, Filosofia, Engenharia, Ergonomia e Publicidade se interessaram pelo estudo. Devido à capacidade que as cores tem de proporcionar emoções, traduzindo experiências e, muitas vezes, marcando diferencial na parte fisiológica do organismo.

De acordo com Gadelha (2007, p.36), a psicodinâmica das cores trata de áreas diversas tais como: comportamento; desenvolvimento da intuição e psiquismo artístico. A cor exerce um triplo poder sobre o espectador:

- Ela atrai sua atenção, funcionando, portanto, como um chamado;
- É capaz de emocioná-lo;
- Ao adquirir um significado próprio, ela passa a ter um valor simbólico capaz de transmitir uma idéia.

Dependendo de uma série de condicionantes, tais como: a idade, o sexo, o nível social e cultural, além de outras, as pessoas reagem de maneiras diferentes com relação às cores. Gadelha (2007, p.36) acrescenta que todos têm preferências distintas por cores de acordo com cada situação e cada momento.

As reações relacionadas as cores podem variar de sentimentos de atração ou repulsão, de agressividade ou passividade, de tensão ou de calma, etc.

2.3.6 Características do Verde

Segundo Dias et al. (2008), a cor verde atenua emoções, facilita o raciocínio correto e amplia a consciência e compreensão, acrescenta ainda que é uma imagem da segurança e da proteção, o que propicia a tomada de decisões. O autor acrescenta ainda que o verde absoluto seja a cor mais calma que existe, sendo benéfica para aliviar tensões, equilibra o sistema nervoso e proporciona às pessoas a sensação de otimismo e bem-estar, atuando como um sinal para a renovação da vida. Logo, ao atuar como uma força equilibrante atenua o medo em situações traumáticas e é eficaz no tratamento do choque e de pessoas com claustrofobia.

Dias et al. (2008) salienta ainda para os efeitos físicos do verde:

- A cor verde é particularmente benéfica para o sistema nervoso simpático e é útil para a cura em geral, equilibrando e recuperando as células;
- Essa cor está relacionada com o coração e produz um efeito direto sobre as funções cardíaca e pulmonar.

2.3.7 Características do Vermelho

De acordo com Dias et al. (2008), a cor vermelha sugere motivação, atividade, vontade, associando o calor e à excitação, com a iniciativa e a disposição para agir, com o espírito de pioneirismo que nos eleva. Ele acrescenta também alguns adjetivos as pessoas em decorrência da cor, são estes: persistência, força física, estímulo, poder, inclusive, indecência e grosseria, falta de polidez, crueldade física e brutalidade.

Dias et al. (2008) salienta ainda para os efeitos físicos do vermelho:

- É uma cor quente, com natureza extrovertida;
- Estimula a vitalidade e energia em todo o organismo vivo;
- Faz a adrenalina circular, ajuda a circulação sanguínea dentro do corpo e promove a produção de hemoglobina para os glóbulos vermelhos novos;
- Aumenta a pressão sanguínea, promove o aquecimento do corpo e estimula o sistema nervoso.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 QUESTIONÁRIO DE INTERPRETAÇÃO DAS PLACAS E BLOCOS AUTÔNOMOS

3.1.1 Procedimentos Metodológicos

Inúmeras formas de sinalização tem sido usadas para exemplificar os caminhos de escape seguros das edificações, alguns acompanhados com legendas, por exemplo o uso da palavra “SAÍDA DE EMERGÊNCIA”, e outros somente com ícones. Com intuito de padronizar para que não surjam mais novidades que não corroboram com a correta interpretação será investigada qual a melhor forma do seu uso. Mas qual a melhor forma de representação da sinalização para uma fácil orientação das pessoas?

O estudo para verificar se é auto-explicativa a sinalização de orientação e salvamento para abandono de local, ou seja, sem uso de legendas, foi realizado através de questionário junto à população do Estado de Santa Catarina em Maio de 2008. O estudo efetuado permitiu avaliar qual a forma de sinalização (com ou sem legenda), apresenta maior dificuldade de interpretação.

3.1.2 Instrumentos

Os instrumentos de pesquisa que foram aplicados na amostra para investigar se a sinalização sem uso de legendas é auto-explicativa está situado nos próximos itens.

O questionário criado não tem característica invasiva nem coercitiva, apenas busca a relação entre a má interpretação dos instrumentos de emergência e a sua eficiência salvando vidas.

A idoneidade e o sigilo das informações vem a calhar com o princípio ético desta pesquisa. Antes da realização foi realizada uma explanação do objetivo da pesquisa, para esclarecer as dúvidas e questionamentos, e após o uso dos dados, estes foram exonerados.

3.1.3 População Alvo

O presente trabalho de pesquisa usou como amostra de pesquisa as pessoas localizadas nas praias do Sul (Campeche e Armação), Leste (Joaquina e Barra da Lagoa) e Norte

(Santinho) de Florianópolis/SC, com idade superior a 18 anos, de ambos os sexos.

3.1.4 Amostragem

A forma de amostragem escolhida para a pesquisa foi a não-probabilística intencional. A escolha desse tipo de amostragem foi feita de acordo com que diz Angelini e Milone (1993, pag. 21): “é aquela em que a amostra é intencionalmente escolhida considerando-se as características da população ou do estudo ou ainda em função do conhecimento que o pesquisador tem daquilo que está estudando.” O autor diz ainda que este método possibilite que os entrevistados sejam selecionados de forma impessoal e matematicamente objetiva para o estudo em questão, assim após ter sido subdividida a população, devido à escassez de recursos técnicos, econômicos e financeiros disponíveis, poderá ser alcançada a população pretendida (ANGELINI; MILONE, 1993).

O tamanho da amostra foi motivado pela escassez de recursos e tempo, o que resultou na escolha de uma amostra pequena. Farias et al. (1999) professou que ao determinar os mecanismos que limitam o tamanho da fração populacional a ser pesquisada, possibilita que a amostra seja formada por 30 elementos. Para esta pesquisa optou-se por utilizar 30 indivíduos (n=30).

Os integrantes da amostra não-probabilística intencional têm idade superior a 18 anos de idade para evitar o pedido de autorização dos pais ou responsáveis.

Antes de iniciar a pesquisa, o entrevistado leu e assinou, para formalizar as informações fornecidas, que são de uso exclusivo da pesquisa.

A coleta de dados foi efetuada nos finais de semana, no período compreendido entre 08h e 17h.

3.1.5 Questionário

Bom dia/Boa tarde

Sou aluno do Curso Superior de Tecnologia em Gestão de Emergências da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) no campus São José. Devido ao término do curso estou elaborando o TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) que tem como título: **Sinalização de Orientação e Salvamento para Abandono de Local**. Para a realização de uma das etapas do TCC será necessário um questionário com o intuito de saber se a população interpreta de

forma correta as placas de orientação e salvamento, com ou sem legenda, usadas nas edificações do Estado de Santa Catarina.

Instruções:

Somente responda a pergunta abaixo. O importante é a sua interpretação, obrigado.

Qual o significado das placas abaixo?

Placa 1



Placa 2



Placa 3



Placa 4



3.1.6 Avaliação dos Dados

De acordo com Neto (1977), a organização, descrição, análise e interpretação dos dados são importantes. Para poder fazer a análise e interpretação dos dados observados, deve-se

primeiramente proceder à sua organização e descrição.

Organização e descrição é também conhecido como planejamento, Kwasnicka (1995) acrescenta ainda que a função de planejar é definida como a análise de informações presentes para se obter a avaliação dos prováveis desenvolvimentos futuros, de forma que um curso de ação seja determinado e que torne possível atingir seus objetivos. O mesmo autor complementa que um fator significativo da análise refere-se ao custo para organizar e sintetizar os dados para obtenção das respostas da investigação (KWASNICKA, 1995).

Segundo Gil (1994), a busca da abrangência do sentido das respostas é a interpretação, ou seja, é a relação dos conhecimentos sobre a pesquisa e as respostas.

As respostas conseguidas através dos questionários foram transformadas em variáveis que serão organizados e representados graficamente por meio de gráficos para facilitar a interpretação e o objetivo da pesquisa.

3.1.7 Apresentação dos dados

Para facilitar a observação e análise dos dados foram divididas as respostas do questionário em: correta, errônea e vaga idéia. Os critérios de diferenciação das respostas foi o seguinte:

- Correta: quando citado que era saída de emergência, usada para situações de pânico, indicando para qual sentido seguir;
- Errônea: ao citar situações que não condiziam com o uso de saída de emergência;
- Vaga Idéia: têm-se a idéia de saída, no entanto, não se sabe qual o sentido a seguir e para que situações será usada.

Foram entrevistadas 30 (trinta) pessoas em 6 (seis) praias de Florianópolis/SC. Para a realização da coleta de dados, dividiu-se Florianópolis em três regiões (Norte, Sul e Leste). No primeiro final de semana do mês de Maio, dia 03/05, foi realizada a pesquisa nas praias do Sul (Campeche e Armação), das 09h às 15h, no dia 11/05 foi realizada nas praias do Leste (Joaquina e Mole), das 14h às 17h, e no dia 17/05, das 08h às 14h, nas praias do Norte (Ingleses e Santinho), sendo que em cada praia foram entrevistadas 5 (cinco) pessoas. Os dados coletados foram primeiramente analisados de acordo com cada placa do questionário, desta forma pôde-se evidenciar o poder de interpretação de cada uma.

Gráfico 1 - Interpretação da Placa 1 do Questionário

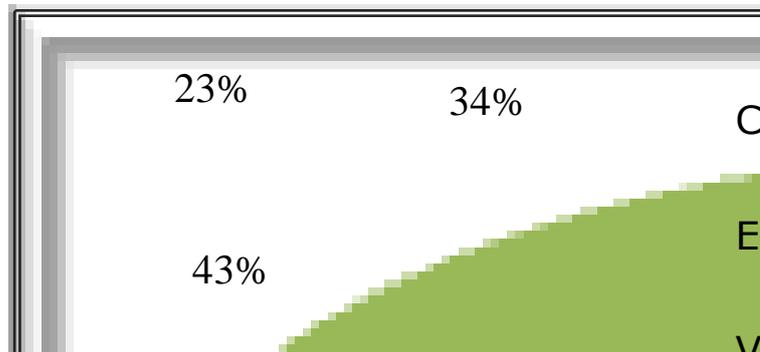


Gráfico 2 - Interpretação da Placa 2 do Questionário

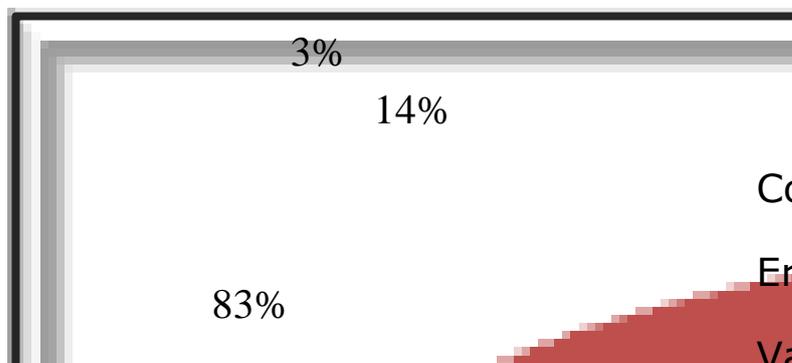


Gráfico 3 - Interpretação da Placa 3 do Questionário

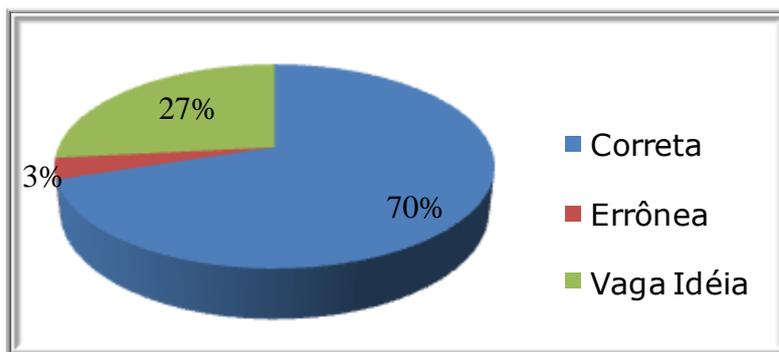
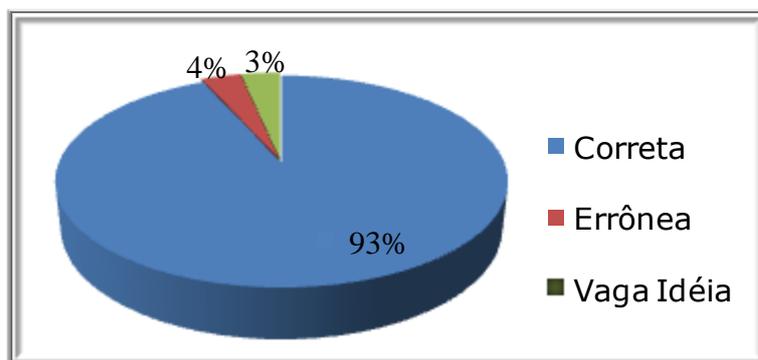


Gráfico 4 - Interpretação da Placa 4 do Questionário



Em seguida foram fundidos os dados das placas segundo o critério do uso de legendas ou não, ou seja, analisadas as figuras 1 e 2 conjuntamente, assim como as figuras 3 e 4.

Gráfico 5 - Interpretação das Placas 1 e 2 (sem legendas) do Questionário

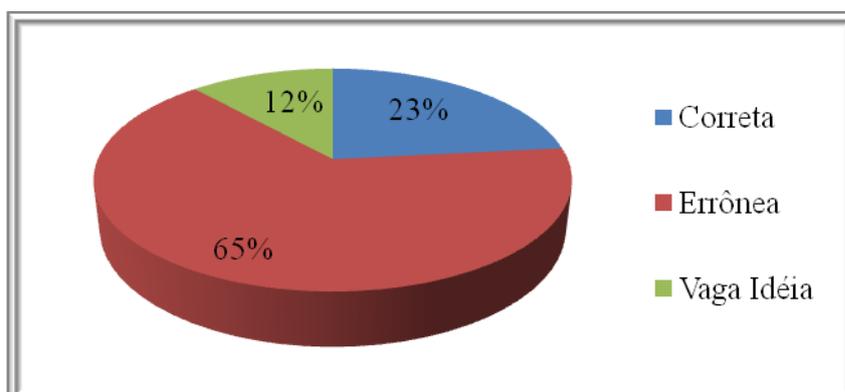
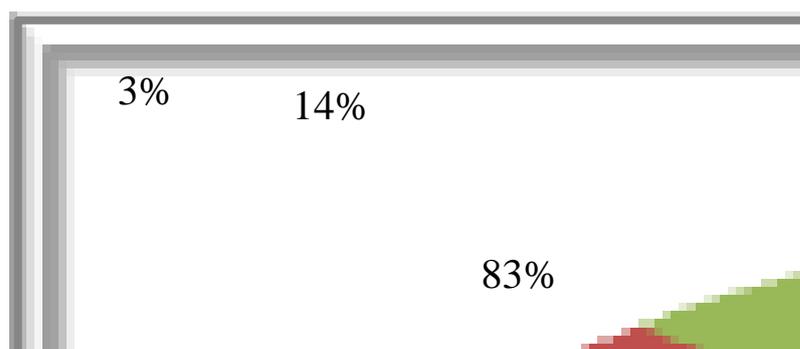


Gráfico 6 - Interpretação das Placas 3 e 4 (com legenda) do Questionário



3.1.8 Discussão dos dados

Ao analisar separadamente as placas de sinalização e orientação foram encontrados resultados semelhantes entre as placas sem uso de legenda assim como para as que utilizavam a legenda.

As placas 1 e 2 obtiveram como maior índice as interpretações errôneas, 43% e 83% respectivamente. Isto leva a crer que em um edifício em situação de pânico com uso destes tipos de placas, as pessoas poderiam escolher a trajetória errada de escape, o que iria contrariar a finalidade destas placas. Já as placas com uso de legendas, placas 3 e 4, tiveram como melhor índice as interpretações corretas, 70% e 90% respectivamente. Assim, a análise individual mostrou que para que as condições de escape sejam sinalizadas de forma eficiente, será necessário o uso de legendas em seu design.

Com intuito de salientar essa importante disparidade de interpretação foram somados os dados encontrados das placas 1 e 2, pois tiveram resultados parecidos e abordavam a sinalização de forma semelhante, ou seja, sem uso de legenda. Como resposta, 65% dos signatários não sabiam o que diziam as placas e nas placas 3 e 4, com uso de legenda, 83% entenderam de forma clara a finalidade de orientar e assegurar as condições de escape.

Vale ressaltar que a entrevista foi feita em situações normais onde não estão evidenciados características de estresse, adrenalina, pânico, dentre outros, que poderiam acarretar em mais respostas inapropriadas a situação.

3.1.9 Inferência ao item 3.1

A correta interpretação de qualquer sinalização ou texto é fundamental em qualquer área, principalmente em momentos de risco à vida. É através dela que se poderá obter a informação sobre algum conteúdo, depois aprofundá-lo de modo que se possa transformá-la em conhecimento e, então, aplicá-lo sempre que for necessário. Se a pessoa não consegue interpretar, é sinal que não o compreendeu e conseqüentemente não terá condições de internalizá-lo.

Durante a pesquisa, observaram-se disparidades culturais entre os signatários que resultaram em respostas diversas, essa importante observação valorizar a pesquisa, pois nos locais em que são usadas as placas de orientação e segurança encontram-se todas as classes sociais e culturais que durante o sinistro necessitam das condições de escape que as placas

asseguram.

Os dados estudados impuseram a idéia de que com uso de legendas nas placas de orientação e salvamento, fica mais fácil a correta interpretação da mesma. Os gráficos 5 e 6 mostram claramente essa idéia. No gráfico 5, que configura as placas sem uso de legendas, somente 23% dos signatários acertaram, 12% tiveram vaga idéia do assunto e 65% erraram a finalidade das placas. Já no gráfico 6, que configura as placas com uso de legendas, foram encontrados valores opostos, 83% acertaram, 14% com vaga idéia e somente 3% erraram.

A necessidade do uso de legendas nas placas também pôde ser observada quando analisado cada gráfico isoladamente, o que força ao autor do trabalho sugerir aos órgãos responsáveis pela elaboração de normas que garantem a segurança da população e aos órgãos fiscalizadores destas normas, que daqui em diante acatem a sugestão do uso de legendas em todas as placas de orientação e segurança para melhorar a segurança da população. Vale ressaltar que Santa Catarina (1992), através do Art. 402, prevê o uso da palavra “SAÍDA”.

3.2 A COR DA SINALIZAÇÃO DE ORIENTAÇÃO E SEGURANÇA

A cor é um importante elemento de comunicação, auxiliar imprescindível para uma sinalização eficiente. Permite que o observador reaja automaticamente, sem necessidade de ler e analisar o sinal visual para compreender o significado e só então agir. Logo, é necessária uma uniformidade no uso das cores para os códigos de segurança, de modo que seu significado seja sempre o mesmo, permitindo a reação imediata.

3.2.1 Procedimentos

A investigação da literatura, através da Psicologia, da Física e das Normas (NR, NBR e Santa Catarina, 1992), foram as formas de investigação utilizada para se conseguir determinar a cor a ser utilizada na sinalização, pois o estudo abordado por diferentes ciências traz interpretações e análises científicas com disparidades que irão ajudar na análise do autor.

3.2.2 Psicologia

A exploração desse importante ramo da ciência buscou o fato de cada cor transmite informações, sensações e emoções diferentes, ou seja, o estudo da Psicodinâmica das Cores,

que hoje é um fator indispensável ao planejamento de qualquer setor, seja ele industrial, comercial, recreativo ou de habitação.

A busca pela orientação correta da utilização das cores nos ambientes de segurança é uma necessidade, com reflexos imediatos na saúde física e mental da vítima, e com resultados diretos nas suas atitudes (reações).

Pedrosa (1977, p.107) lembra que em nenhuma outra época a cor foi tão utilizada como em nosso século. As grandes indústrias de corantes e iluminação tornam cada vez mais ricas as possibilidades cromáticas, por meio de novas tintas sintéticas, plásticas e acrílicas, e de luzes incandescentes comuns, gás neon, luzes de mercúrio, fluorescentes, fotoluminescentes, etc. Desta forma, a crescente preocupação de qual cor apresenta melhores propriedades em uma situação de emergência com ou sem fogo e fumaça, para orientar o fluxo de pessoas para a saída correta ocorreu de forma paralela a esse avanço científico.

A aplicação prática da cor precisa ser ressaltada para que se desmistifique aquela imagem de cor ligada exclusivamente à decoração ou moda. Farina (1987, p.26) diz que o impacto causado pela cor não pode ser analisado arbitrariamente pela mera sensação estética, mas sim ligado ao uso que se fará do elemento cor, acrescenta ainda que o uso que está em relação direta com as exigências do campo que o explora, seja na área da educação, segurança, dentre outras.

Chegar a um consenso de qual a cor que tem melhor desempenho nas atividades de orientação e segurança, através do estudo da Psicologia levou em consideração a característica de cada cor.

Em um incêndio as pessoas envolvidas (vítimas) procuram uma forma de escape que seja a mais rápida e segura possível, no entanto, para que essa necessidade venha a ocorrer, a vítima precisa tomar decisões, conter seus ânimos e exaltações, raciocinar para que não tome atitudes errôneas, ter a certeza de que a decisão tomada é a melhor possível para si e para os outros, além de buscar uma forma de atenuar seus sentimentos para poder controlar e dominar o medo. Todas essas características foram supracitadas de acordo com Dias et al. (2008) em relação à cor verde, o que mostra a associação das características sofridas pelas vítimas com a cor verde.

A cor vermelha apresenta características importantes para ajudar a vítima a sair da situação de perigo. Conforme Dias et al. (2008), por apresentar qualidades de motivação, atividade, excitação, força física, estímulo, persistência e adrenalina, fazem o ser humano que está em perigo agir de forma enérgica, estimulando o sistema nervoso dando disposição para

agir.

Assim como as características vistas pela cor verde, a cor vermelha apresenta qualidades imprescindíveis para facilitar o escape. Porém, na situação objetivada pelo estudo, à vítima em questão deve ter persistência e estímulo suficiente para achar a saída correta, contudo a qualidade de raciocinar, não entrar em pânico, conter seus ânimos e exaltações, pode evitar que um impulso da emoção movido pelo desespero culmine em morte. Cabe salientar que o objetivo é sair com vida, de preferência ileso da situação de perigo, assim, o uso da cor verde apresenta características que melhor se adaptam a situação de orientação e salvamento do que a cor vermelha.

3.2.3 Física

Uma das formas de pesquisa sobre a cor usada na sinalização de segurança foi através da Física, analisando a quantidade de energia de cada cor e a sua refração.

3.2.3.1 Quantidade de Energia

De acordo com informações supracitadas por Rodrigues (2002, p.5), o olho humano é limitado pelo comprimento de onda, essa limitação é chamada de espectro eletromagnético, que compreende as cores: violeta ou anil, azul, verde, amarela, alaranjada e vermelha. Conforme a tabela 1, a cor vermelha possui comprimento de onda entre 625nm e 740nm e frequência entre 480THz e 405THz e a cor verde comprimento de onda entre 500nm e 565nm e frequência compreendida entre 600THz e 530THz, isso mostra de acordo com a equação de Einstein (item 2.3.1), a cor verde possui maior energia de transmissão que a vermelha, entretanto, possibilitará maior visibilidade da luz em relação a vítima em uma situação de emergência.

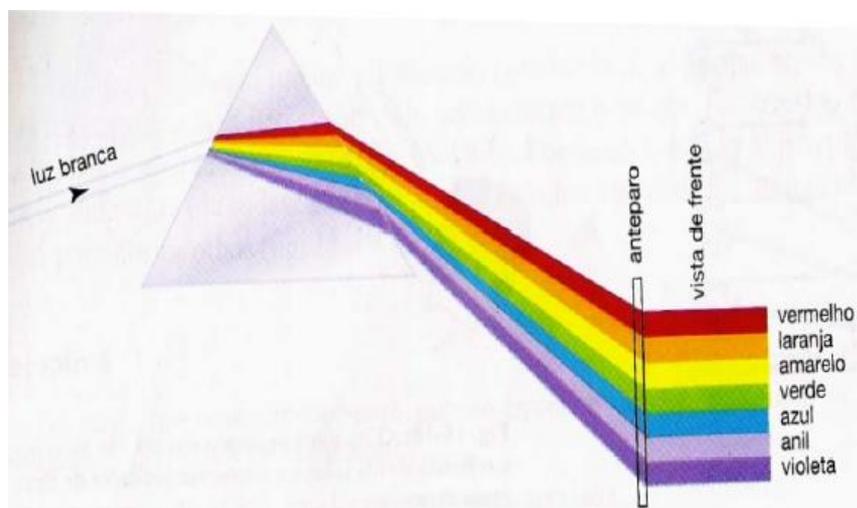
3.2.3.2 Refração

O estudo também analisa a capacidade que as cores tem de mudar de meios e alcançar a maior distância possível, ou seja, trocar de meios, por exemplo, ar para fumaça, sofrendo o mínimo possível de deslocamento de direção do raio refratado. Ao sofrer um deslocamento de direção, implicará na variação de velocidade, que são inversamente proporcionais.

Segundo Soares (1997, p.299): “a refração da luz pode ser entendida como a variação de velocidade sofrida pela luz ao mudar de meio.”

As ondas luminosas de comprimentos de onda diferentes são refratadas com ângulos diferentes ao atravessarem uma superfície. O índice de refração em um meio é, geralmente, maior para um comprimento de onda menor (cor verde) do que para um comprimento de onda maior (cor vermelha), ver figura 4. Isso significa que quando a luz branca se refrata através de uma superfície, o componente verde sofre um desvio maior do que o componente vermelho (JOOMLA, 2008). Observe a figura 4.

Figura 4 - Diagrama de dispersão da luz através do prisma



Fonte: Gadelha, M. U. M., Piauí, 2007.

Em uma situação de incêndio, a cor emitida pela sinalização de emergência irá sofrer mudanças de meios, como por exemplo, do ar para a fumaça, isso ocasionará mudanças de direção e de velocidade que culminarão com uma menor distância de transmissão da cor.

Para obter o melhor desempenho, numa situação de incêndio com fumaça, é sugerido o uso da cor vermelha para a sinalização. Conforme supracitado, esta cor irá sofrer menores desvios ao difratar meios, o que possibilitará alcançar distâncias maiores.

3.2.4 Normas Regulamentadoras

Foi verificado que a NR 26 e a NBR 7195, descritas no item 3.2.5, fixam as funções das cores vermelha e verde, através dos itens 3.2.6.1 e 3.2.6.2. Nesse contexto, a cor verde deverá

ser usada para indicar segurança e a cor vermelha para sinalizar perigo.

O item 3.2.3 trata da NBR 13434 - Parte 1 e 2, onde a Parte 2 dá as diretrizes dos símbolos e suas formas, dimensões e cores, e o item 3.2.3.2 mostra que esta NBR define que a cor verde será usada para a sinalização de orientação e salvamento, observar alínea b, e a cor vermelha será utilizada para símbolos de proibição, emergência e identificação de equipamentos de combate a incêndio.

Santa Catarina (1992) através do item 2.2.1.2, contido no artigo 402, § 1º da norma, define que a cor a ser usada para a sinalização deverá ser vermelha.

É importante abordar que devido à escassez de recursos e tempo não foram encontradas normas estrangeiras que abordassem qual a melhor cor para ser usada.

3.2.5 Inferência ao item 3.2

Para obter amparo de forma científica, foi pesquisado o funcionamento das cores vermelha e verde em áreas que têm disparidade em seu modo de análise. Com isso, o embasamento para conclusão desta pesquisa, não considerou somente os critérios da Física para avaliar a cor, foi levado em conta também a necessidade de entender as reações humanas diante das cores, ou seja, pesquisar de acordo com a Psicologia através da Psicodinâmica das Cores. Não obstante, a pesquisa não estava satisfeita, diante disso foram buscadas normas que traziam consigo definições sobre qual cor a ser usada e em qual circunstância.

Ao elencar essas três formas de estudo, a conclusão chegada foi sugerir ao CBMSC que promova a mudança da utilização da cor da sinalização de orientação segurança, utilizando a cor verde como padrão. Esta sugestão está embasada em:

- Todas as normas trouxeram a cor verde como a cor a ser usada, exceto a Santa Catarina (1992);
- Através da Física, chegou-se a duas conclusões: a cor verde deve ser usada se for levado em consideração capacidade energética que está possui; e a cor vermelha deve ser usada devido à refração, pois esta sofre desvios menores ao mudar de meio, por exemplo, ar e fumaça;
- A Psicologia mostrou que a cor verde é a mais indicada.

3.3 BLOCO AUTÔNOMO OU PLACA FOTOLUMINESCENTE

De acordo com Iervolino (2006, p.10), a segurança e prevenção merecem atenção de todos os cidadãos que dividem espaços coletivos em nossa sociedade, sendo a sinalização de emergência a peça fundamental de todos os sistemas preventivos contra incêndio.

Hoje, vemos que poucas pessoas estão preocupadas com a análise dos sistemas preventivos para evitar perdas de vítimas e de patrimônio, geralmente são pessoas que trabalham com isso que se preocupam, por exemplo, Bombeiros. Segundo Iervolino (2006, p.10), as pessoas que não estão preocupadas, talvez porque tenham tido a “sorte” até então ou porque nunca ouviram falar de alguém que perdeu tudo num sinistro, ou ainda simplesmente porque isso não é problema deles. Entretanto, a incidência de incêndios graves no Brasil é muito representativa.

Iervolino (2007, p.10 *apud* Dr. John Hall) acrescenta que: “boas estatísticas de incêndios são essenciais para se criar boas políticas de segurança contra incêndios.” Isso porque a comoção pública só ocorre quando já ocorreu a tragédia e não antes para se evitar o sinistro.

O estudo tem o intuito de manutenção da vida e dos bens materiais através da iluminação adequada e suficiente para permitir a saída fácil e segura do público para o exterior. Para atingir o objetivo, foi realizado o estudo das disparidades entre blocos autônomos e as placas fotoluminescentes de orientação e salvamento, mostrando as vantagens e desvantagens da sua utilização para situações de emergência e pânico.

3.3.1 Bloco Autônomo

A utilização do bloco autônomo para sinalização de orientação e abandono de local será mostrado por meio das formas de instalação e os seus requisitos necessários, a manutenção e os requisitos que garantem o funcionamento, legitimidade e integridade do material.

As formas de instalação, assim como a manutenção a ser feita nesse tipo de sistema foi abordada pela Santa Catarina (1992), item 2.2.1.2, através do Art. 364, Art. 365 (III), Art. 366 (II), Art. 367 (III), Art. 375, Art. 390, Art. 391, que trataram do Projeto de Instalação do Sistema, da Localização das Fontes, das Fontes Alimentadoras, dos Condutores e Eletrodutos, da Instalação e Manutenção.

O item 2.2.2, que trata da NBR 10898, e o item 2.2.4 (NBR 13434 – parte 3)

acrescentaram os requisitos que garantem o funcionamento, legitimidade e integridade do material em um incêndio, além de abordar também as formas de manutenção a serem feitas no sistema.

Foram selecionadas algumas fotos de tipos de blocos autônomos hoje encontrados no mercado.

Foto 1 – Tipos de Bloco Autônomo



Fonte: Autor

Foto 2 – Tipos de Bloco Autônomo em uso numa situação de falta de luminosidade.



Fonte: Autor

3.3.2 Placa Fotoluminescente

Assim como os blocos autônomos, as placas fotoluminescentes estão inseridas no item 2.2.4 e em alguns artigos do item 2.2.1.2. Não está inserida em todos devido a algumas disparidades de instalação entre os sistemas.

Foram selecionadas algumas fotos de tipos de blocos autônomos hoje encontrados no mercado.

Foto 3 – Placa Fotoluminescente em um local com luminosidade.



Fonte: Autor

Foto 4 – Placa Fotoluminescente em uma situação de falta de luminosidade.



Fonte: Autor

Santa Catarina (1992) através do item 2.2, Art. 377, diz que o Sistema de Iluminação de Emergência deve ter autonomia de pelo menos 1 hora. De acordo com EVERLUX (2008), o tempo de iluminação assim como a luminância do corpo-de-prova das placas

fotoluminescentes são superiores em relação à preterida pela Santa Catarina (1992) e NBR 13434 – parte 3, respectivamente. Observe a tabela 3 abaixo.

Tabela 3 – Luminância do corpo-de-prova em função do tempo

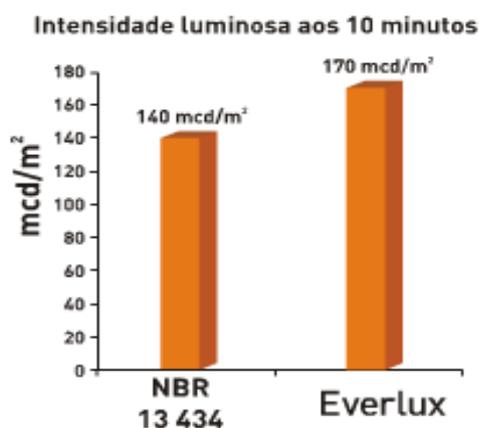
Minutos após terminada a estimulação	Intensidade luminosa (mcd/m ²)	
	NBR 13 434	Ⓢ Everlux®
10 minutos	140 mcd/m ²	170 mcd/m ²
60 minutos	20 mcd/m ²	22,5 mcd/m ²

Fonte: EVERLUX (2008).

A tabela 3 acima mostra que a intensidade luminosa expressa em mcd/m² (milcandelas por metro quadrado), é superior ao exigido para 10 e 60 minutos após se extinguir a fonte luminosa incidente. Cabe salientar que se o tempo mínimo de autonomia é 1 hora, esse limite está sendo obedecido.

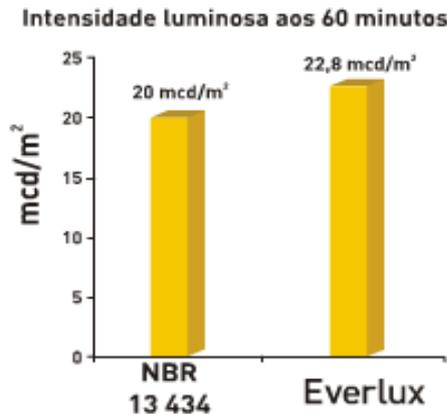
Os gráficos 1 e 2, mostram que é possível atender as condições estabelecidas pela NBR 13434 – parte 3.

Gráfico 7 - Intensidade luminosa 10 minutos após cessar a luz.



Fonte: EVERLUX (2008).

Gráfico 8 - Intensidade luminosa 60 minutos após cessar a luz.



Fonte: EVERLUX (2008).

EVERLUX (2008) acrescenta ainda que o tempo de atenuação (autonomia) – período medido em minutos transcorridos desde a finalização da excitação até o momento que a luminância se reduzir a $0,32 \text{ mcd/m}^2$ (valor 100 vezes superior ao limiar da visibilidade humana) também é superior ao pedido pela NBR 13434 – parte 3. Ver tabela 4.

Tabela 4 – Luminância do corpo-de-prova em função do tempo de atenuação

Intensidade luminosa superior a $0,32 \text{ mcd/m}^2$	Tempo de atenuação	
	NBR 13434	EVERLUX
	1800 minutos	2250 minutos

Fonte: EVERLUX (2008).

3.3.3 Inferência ao item 3.3

O avanço da prevenção que está ocorrendo em todo o mundo é uma resposta à preocupação da população civil e das autoridades competentes com relação aos sinistros que impedem a manutenção da vida e dos bens materiais.

Téchne (2008, p.58) afirma que a inspeção predial tem sido uma ferramenta muito usada tanto pelos pretendentes a adquirir um imóvel quanto por proprietários (condomínios) que procuram orientações sobre as condições da propriedade, garantindo as melhores

necessárias para as mínimas condições de segurança e conforto dos seus ocupantes, o que resulta na valorização do patrimônio.

As prevenções tanto de acidentes quanto de trabalho estão apontando para a importância financeira desse “investimento”. O mundo capitalista onde vivemos necessita de respostas monetárias a tais investimentos. Sabe-se que a perda humana não pode ser mensurada, porém, a perda da empresa sim. Proteção (1999, p.26) afirma: “... são cada vez mais evidentes os sinais de que os desperdícios sofridos pela ausência ou precariedade das ações de prevenção podem conspirar contra a própria saúde financeira e a sobrevivência das firmas...” O mesmo acrescenta ainda que as empresas não têm estudos que custeiam o valor perdido nos sinistros em relação ao gasto na prevenção.

De forma a aprimorar a atividade de prevenção foram analisados os blocos autônomos e placas fotoluminescentes. Cabe salientar que os dois tipos sistemas de sinalização atendem aos requisitos de segurança exigidos pelas NBR e pela Santa Catarina (1992).

Pôde-se observar que o custo para instalação do sistema de iluminação de orientação e salvamento por bloco autônomo é muito maior em relação às placas fotoluminescentes, isto ocorre devido aos motivos abaixo:

- A necessidade de maiores detalhes no projeto, culminando em mais trabalho as pessoas envolvidas;
- A utilização de um eletroduto somente para iluminação dos sistemas de segurança;
- Utilização de dispositivos eletrônicos que iniciam o funcionamento em caso da interrupção da alimentação normal de energia;
- Colocação de tomadas (terminais de energia elétrica) em todos os locais que tenham o sistema;
- Se algo ocorrer de errado com os dispositivos de funcionamento do sistema, será preciso chamar profissionais especializados para o concerto;
- A instalação elétrica e dos materiais será feita por pessoas especializadas;

Além disso, a principal disparidade encontrada entre os dois sistemas foi a manutenção, enquanto as placas fotoluminescentes precisam somente de limpeza, com pano seco ou umedecido, para retirar a poeira, o bloco autônomo, conforme NBR 10898, item 2.2.2, e Santa Catarina (1992), Art. 391, precisa de verificações e manutenções mensalmente e

semestralmente, onde dependendo do nível, necessitará de profissional especializado. E mesmo quando for manutenção de primeiro nível, se não for feita uma simples verificação das lâmpadas ou do cabo de conexão, para averiguar se a energia elétrica teve alguma interrupção não proporcionando o carregamento da bateria, nada funcionará no momento da falta de energia.

Santa Catarina (1992) e NBR abordam todos os caminhos precisos para a instalação correta de um Sistema de Iluminação de Emergência com bloco autônomo, fato este que é contrário quando se refere às placas fotoluminescentes, pois não existe definição, quanto ao material para elaboração das placas, dificuldade esta que limitou a abordagem deste sistema.

Entretanto, as placas fotoluminescentes se mostraram mais viáveis para implantação na sinalização de orientação e salvamento para abandono de local, pois apresentaram menores cuidados e custos para sua manutenção, estão menos sujeitos a falhas, não gastam energia elétrica, sendo assim um sistema mais rentável.

4. CONCLUSÃO

O papel social do Corpo de Bombeiros Militar vai além do apagar incêndios, desenvolver trabalhos de prevenção para manutenção da vida e dos bens materiais multiplica ainda mais o valor dessa nobre Corporação.

Este trabalho procurou abordar tópicos importantes da atividade prevenção e auxiliar no aprimoramento das normas já existentes através da evolução dos seus sistemas.

Foi analisada a sinalização de orientação e salvamento buscando garantir as condições de escape nos mais diversos locais. Desta forma, foi definido que as placas fotoluminescentes com cor de fundo verde e com o uso de legendas são as indicadas para sinalizar e orientar situações de emergência e pânico com ou sem fogo.

As definições encontradas neste trabalho são sugestões de aprimoramento para a Santa Catarina (1992), que constantemente está à procura de estudos que tragam melhorias para uma vida tranqüila e saudável da população.

REFERÊNCIAS

- ANGELINI, F.; MILONE, G. **Estatística geral**. São Paulo: Editora Atlas, 1993.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7195**: cores para segurança. Rio de Janeiro, 1995.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10898**: sistema de iluminação de emergência. Rio de Janeiro, 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434 – Parte 1 e 2**: sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13434 – Parte 3**: sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Rio de Janeiro, 2005.
- BRASIL. **Constituição Federal**, 1988.
- CORPO DE BOMBEIRO MILITAR DE SANTA CATARINA (CBMSC). **Histórico do Corpo de Bombeiros**. Disponível em: <http://www.cb.sc.gov.br/ccb/dicas_seg/seglar1.htm>. Acesso em: 13 fev. 2008 às 20:40 horas.
- DIAS, C.; PORTO, A. **TCIArt – Psicologia da cor**. Disponível em: <<http://www.tci.art.br/cor/primeira.htm>>. Acesso em: 11 mar. 2008 às 10:30 horas.
- EDUC@R. **Refração**: fundamentos teóricos. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/optica/refracao.htm#introducao>>. Acesso em: 21 abril. 2008 às 15:15 horas.
- EVERLUX. **Desempenho de sinalização de segurança fotoluminescente**. Disponível em: <<http://www.everlux.com.br/informacoes.htm>>. Acesso em: 16 fev. 2008 às 23:40 horas.
- FARIAS, A. A.; SOARES, E.F.; FLORES, V.R.L.F. **Introdução a Estatística**. Rio de Janeiro: JC, 1999.
- GADELHA, M. U. M. **A Psicodinâmica das cores aplicada na publicidade e comunicação visual**. 62f. Monografia (Metodologias Inovadoras Aplicadas à Educação) – Faculdade Internacional de Curitiba, Piauí, 2007. Disponível em: <http://www.acervo.floriano.pi.gov.br/dawloads/monografia_umbelina.pdf>. Acesso em 11 fev. 2008 às 20 horas.
- GIL, A.C. **Administração de Recursos Humanos**: um enfoque profissional. São Paulo: Atlas, 1994.
- GLOTECH. **Fotoluminescência**. Disponível em: <<http://www.cqbic.com.br/fotoluminescencia.html>>. Acesso em: 14 abril. 2008 às 10:30 horas.
- GOLDMAN, S. **Psicodinâmica das cores**. vol.1. Canoas: La Salle, 1964.

IERVOLINO, A. **“Sinalização de Emergência”**: elementos de design gráfico em sistemas preventivos por extintores. 2006. 60f. Monografia – Curso de Graduação de Design Gráfico – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

JOOMLA. **Física Óptica Geométrica**. Disponível em: < http://www.algosobre.com.br/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=160 >. Acesso em: 20 mar. 2008 às 17:35 horas.

KWASNICKA, E. L. **Introdução à Administração**. São Paulo: Editora Atlas, 1995.

LAURETO, E.; DIAS, I. F. L.; DUARTE, J. L.; FILHO, D. O. T.; LOURENÇO, S. A.; MENESES, E. A. **A técnica de fotoluminescência aplicada à investigação de imperfeições estruturais em poços quânticos de materiais semicondutores**. Disponível em: < http://www.uel.br/proppg/semina/pdf/semina_26_1_22_20.pdf >. Acesso em: 14 abril. 2008 às 10:40 horas.

MAUS, A. **Proteção Contra Incêndio**. Florianópolis: Editora Editograf, 1999.

MAGRI, P.; ONO, R. Inspeção predial de segurança contra incêndios. **Téchne**. Edição 88, 2004, São Paulo.

MASCI, C. **A hora da virada**: enfrentando os desafios da vida com equilíbrio e serenidade. São Paulo: Saraiva, 2001.

NETO, C. **Estatística**. São Paulo: Edgar Blucher, 1977.

NETTO, L. F. **Fotoluminescência**. Disponível em: < <http://www.feiradeciencias.com.br/sala19/texto75.asp> >. Acesso em: 14 abril. 2008 às 10:35 horas.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de Física Básica**. São Paulo: Edgar Blucher, 1998.

PAFARO, R. C.; MARTINO, M. M. F. **Estudo do estresse do enfermeiro com dupla jornada de trabalho em um hospital de oncologia pediátrica de Campinas**. Disponível em: < <http://www.ee.usp.br/reensp/upload/pdf/106.pdf> >. Acesso em: 19 abril. 2008 às 08:33 horas.

PEDROSA, I. **Da cor à cor inexistente**. Brasília: Universidade de Brasília, 1982.

RODRIGUES, P. **Manual de iluminação eficiente**. 2002. 35f. Procel/Eletrobrás – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica, 2002. Disponível em: < www.eletronbras.com/elb/services/DocumentManagement/FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID=%7BDFFD1A9C8-9030-4D35-A899-B80D570B64D1%7D&ServiceInstUID=%7BAE43DA-69AD-4278-B9FC-41031DD07B52%7D >. Acesso em 17mar. 2008 às 15 horas.

SANTA CATARINA. **Constituição Estadual, de 05 de outubro de 1989**.

_____. **Lei nº 6.217 de 10 de fevereiro de 1983**. Dispõe sobre a Organização Básica da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em:

<http://www.cb.sc.gov.br/ccb/ccb/biblioteca_virtual_interna.htm>. Acesso em: 18 out.2005.

_____. **Decreto nº 19.237 de 14 de março de 1983**. Aprova o regulamento da Lei de Organização Básica da Polícia Militar do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em: <http://www.cb.sc.gov.br/ccb/ccb/biblioteca_virtual_interna.htm>. Acesso em: 18 out.2005.

_____. **Normas de Segurança Contra Incêndio**. 2 ed. Florianópolis: EDEME, 1992. 144f.

VOLPI, S. Ergonomia: Aspectos Biopsicossociais na Saúde Ocupacional – Estresse. **CIPA**. Edição 308, jul. 2005, São Paulo.

PROTEÇÃO. Conta cara – Falta de organização leva as empresas a desconhecer os custos reais dos acidentes. **PROTEÇÃO**. Edição 91, jul. 1999, São Paulo.

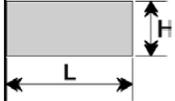
SILVA, I. F. **Espectroscopia de fotoluminescência**. 2000. 20f. IE 607 A – Medidas de Caracterização e Análise de Materiais, 2000. Disponível em: <<http://www.dsif.fee.unicamp.br/~furio/IE607A/Pl.pdf>>. Acesso em 31 mar. 2008 às 20:20 horas.

SOARES, P. A. T.; JUNIOR, F. R.; FERRARO, N. G. **Os Fundamentos da Física 2**. 6º Edição. São Paulo: Editora Moderna, 1997.

TÉCHNE. Inspeção predial de segurança contra incêndios. **TÉCHNE**. Edição 88, jul. 2004, São Paulo.

ANEXOS

Anexo A - Dimensões das placas de sinalização

Sinal	Forma geométrica	Cota mm	Distância máxima de visibilidade											
			m											
			4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	30
Orientação, salvamento e equipamentos		L	89	134	179	224	268	313	358	402	447	537	626	671
		H (L=2H)	63	95	126	158	190	221	253	285	316	379	443	474
¹⁾ As dimensões (cotas) apresentadas são valores mínimos de referência para as distâncias dadas.														

Fonte: NBR 13434 – Parte 2

Anexo B - Altura mínima das letras em placas de sinalização em função da distância de leitura.

Altura mínima mm	Distância de leitura com maior impacto m	Altura mínima mm	Distância de leitura com maior impacto m
30	4	300	36
50	6	350	42
65	8	400	48
75	9	500	60
85	10	600	72
100	12	700	84
135	16	750	90
150	18	800	96
200	24	900	108
210	25	1000	120
225	27	1500	180
250	30	1000	120

Fonte: NBR 13434 – Parte 2

Anexo C – Símbolo, significado, forma, cor e aplicação das placas de orientação e segurança para abandono de local.

Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
	Saída de emergência	Símbolo: retangular Fundo: verde Pictograma: fotoluminescente	Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência, especialmente para ser fixado em colunas Dimensões mínimas: L = 1,5H.
			Indicação do sentido (esquerda ou direita) de uma saída de emergência Dimensões mínimas: L = 2,0 H
			Indicação de uma saída de emergência a ser afixada acima da porta, para indicar o seu acesso

Anexo C – Símbolo, significado, forma, cor e aplicação das placas de orientação e segurança para abandono de local.

Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
	Saída de emergência	<p>Símbolo: retangular</p> <p>Fundo: verde</p> <p>Pictograma: fotoluminescente</p>	<p>a) indicação do sentido do acesso a uma saída que não esteja aparente</p> <p>b) indicação do sentido de uma saída por rampas</p> <p>c) indicação do sentido da saída na direção vertical (subindo ou descendo)</p> <p>NOTA - A seta indicativa deve ser posicionada de acordo com o sentido a ser sinalizado.</p>
	Escada de emergência	<p>Símbolo: retangular</p> <p>Fundo: verde</p> <p>Pictograma: fotoluminescente</p>	<p>Indicação do sentido de fuga no interior das escadas</p> <p>Indica direita ou esquerda, descendo ou subindo</p> <p>O desenho indicativo deve ser posicionado de acordo com o sentido a ser sinalizado</p>
<p>Exemplo 1:</p>  <p>Exemplo 2:</p> 	Saída de emergência	<p>Símbolo: retangular</p> <p>Fundo: verde</p> <p>Mensagem "SAÍDA" e ou pictograma e ou seta direcional: fotoluminescente, com altura de letra sempre ≥ 50 mm</p>	Indicação da saída de emergência, utilizada como complementação do pictograma fotoluminescente (seta ou imagem, ou ambos)

Anexo C – Símbolo, significado, forma, cor e aplicação das placas de orientação e segurança para abandono de local.

Símbolo	Significado	Forma e cor	Aplicação
<p>Exemplo 1:</p>  <p>Exemplo 2:</p> 	Saída de emergência	<p>Símbolo: retangular</p> <p>Fundo: verde</p> <p>Mensagem "SAÍDA": fotoluminescente, com altura de letra sempre ≥ 50 mm</p>	Indicação da saída de emergência, utilizada como complementação do pictograma fotoluminescente (seta ou imagem, ou ambos)
 	Número do pavimento	<p>Símbolo: retangular ou quadrado</p> <p>Fundo: verde</p> <p>Mensagem indicando número do pavimento, pode se formar pela associação de duas placas (por exemplo: 1º + SS = 1º SS), se necessário</p>	Indicação do pavimento, no interior da escada (patamar)

Fonte: 13434 – Parte 2