

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

CURSO DE DESIGN DE PRODUTO

EVANDRO CARLOS PERONDI

**DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NA FUGA DE CASAS NOTURNAS EM
SITUAÇÕES DE INCÊNDIO COM INCIDÊNCIA DE FUMAÇA E GASES**

Porto Alegre - 2013

EVANDRO CARLOS PERONDI

DISPOSITIVO PARA AUXILIAR NA FUGA DE CASAS NOTURNAS EM SITUA-
ÇÕES DE INCÊNDIO COM INCIDÊNCIA DE FUMAÇA E GASES

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura da UFRGS como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Título de Designer. Sob a orientação do Professor Dr. Luis Henrique Alves Candido.

PORTO ALEGRE - 2013

BANCA EXAMINADORA

Evandro Carlos Perondi

Título: Dispositivo para auxiliar na fuga de casas noturnas em situações de incêndio com incidência de fumaça e gases

Trabalho de Curso submetido ao curso de Design de Produto da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, como parte dos requisitos necessários para a obtenção de Designer.

Professor Dr. Luis Henrique Alves Cândido - Orientador
UFRGS

Professor Fábio Pinto da Silva
UFRGS

Professor Júlio van der Linden
UFRGS

Professor Hilton Fagundes
EXTERNO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmãos, pelo apoio incondicional e pelos sacrifícios feitos durante toda a jornada acadêmica.

Ao Professor Dr. Luiz Henrique Alves Candido e sua inestimável paciência e sabedoria durante o processo de orientação deste trabalho.

Ao Coronel Sergio Pastl, pelo conhecimento, entusiasmo e disposição que investiu neste trabalho.

Aos mestres que durante a graduação me ensinaram que o caminho deve ser construído com labor.

Aos amigos e colegas pelo simples fato de estarem sempre comigo compartilhando sorrisos e fazendo o fardo mais leve de se carregar.

E por fim aos mestres da vida, João Carlos Vignatti, Eliseu Gavazzoni Diego Marques da Rocha e Vanessa Dornelles, que pelo exemplo de talento e profissionalismo me inspiram a dar o melhor de mim a cada dia.

RESUMO

Este Trabalho de Conclusão de Curso abrange o desenvolvimento de um produto destinado a auxiliar na fuga de emergência em ambientes com fumaça e gases oriundos da combustão de materiais diversos. A etapa inicial é focada na realização de levantamento técnico e informacional divididos em Especificação Técnica, Fundamentação Teórica, Revisão Bibliográfica, Análise de Similares e Entrevistas com profissionais e vítimas de sinistros com as características foco do projeto. Após esta etapa de levantamento de dados, é apresentado o desenvolvimento do Projeto Conceitual tendo como foco o cenário e os atores envolvidos em sinistros desta natureza. A Geração de Alternativas é dividida em Alternativas Funcionais e Alternativas de Carenagem, culminando na seleção das que melhor atendem aos requisitos. Por fim, o resultado final é apresentado via descrição, simulações computacionais, desenhos técnicos e validações com protótipos em materiais variados permitindo simulações do funcionamento no que tange parâmetros como iluminação, altura de instalação entre outros.

PALAVRAS-CHAVE: Fumaça; respiração; incêndio; asfixia química; visibilidade, fuga, design produto

ABSTRACT

This Course Graduation Project comprises the development of a product to assist in emergency escape in environments with smoke and gases from the combustion of different materials. The initial stage consisted of technical survey and informational divided into Technical Specification, Theoretical Foundation, Literature Review, Analysis of Similar Products and Interviews with professionals and victims from accidents with characteristics of the project focus. After this stage of data collection, we present the development of the conceptual design focusing on the setting and the actors involved in accidents of this nature. Generation of Alternatives Alternatives is divided into functional and Alternatives Cowling, culminating in the selection of which improve meet requirements. Finally, the final result is presented via description, computer simulations, technical drawings and prototypes with validations on various materials allowing simulations of the operation regarding parameters such as lighting, installation height among others.

KEYWORDS

Smoke, breath, fire, chemical asphyxiation, visibility, product design.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Triângulo do fogo	17
Figura 2 - Curva de evolução incêndio	20
Figura 3 - Dinâmica da propagação de fumaça	23
Figura 4 - Propagação de fumaça versus fuga	23
Figura 5 - Descrição geral de um incêndio compartimentado.....	24
Figura 6 - Bloco Autônomo Engesul	31
Figura 7 - Luminária Autônoma/Placa de Sinalização Engesul	32
Figura 8 - Respirador North 4200	34
Figura 9 - RESPIRADOR/PURIFICADOR CA 18864	35
Figura 10 - RESPIRADOR DE FUGA MINISCAPE	36
Figura 11 - Luz de teto projetada no solo	38
Figura 12 - Máscara encapsulada (A), dispensador e método de uso (B)....	39
Figura 13 - Máscara em um uso (A) e detalhes projeto (B)	40
Figura 14 – Iluminação voltada para parede: ponto focal na luminária.....	40
Figura 15 - Painel Estilo de Vida	57
Figura 16 - Painel Expressão do Produto	58
Figura 17 - Painel Tema Visual	59
Figura 18 - Referencias de Tecnologia.....	60

Figura 19 - Desdobramento Sistema de Iluminação.....	62
Figura 20 - Desdobramento Sistema Ejeção	63
Figura 21 - Desdobramento Sistema Manutenção	64
Figura 22 - Estudo Antropométrico	66
Figura 23 - Ajustes no perfil produto em vista do estudo antropométrico	66
Figura 24 - Estudos de carenagem.....	67
Figura 25 - Estudo do conceito de iluminação gerando ponto focal	68
Figura 26 - Teste A.....	74
Figura 27 - Teste B.....	74
Figura 28 - Resultado Teste A.....	75
Figura 29 - Resultado Teste B.....	75
Figura 30 - Resultado sobre qual dos sistemas foi mais eficiente	75
Figura 31 - Simulação sistema em modo de espera.....	76
Figura 32 – Vista frontal dispensador	77
Figura 33 - Simulação operação em modo de emergência	78
Figura 34 - Detalhe iluminação.....	78
Figura 35 - Detalhe iluminação do bocal de ejeção	79
Figura 36 – Detalhes cores empregadas.....	79
Figura 37 - Detalhes lacre (A), leds laterais (B) e pictogramas (C)	80
Figura 38 - Vista explodida	81
Figura 39 - Vista mecanismo interno das máscaras.....	82
Figura 40 - Manutenção e detalhe indicação de altura de instalação	83
Figura 41 - Proposta de campanha, nome e logotipo	85
Figura 42 - Demonstração iluminação	86
Figura 43 - Simulação laser versus fumaça.....	86
Figura 44 - Produção do protótipo	87

Figura 45 - Resultado final do protótipo.....	87
Figura 46 - Simulação uso do dispensador	88

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sinistros no Brasil envolvendo incêndio	16
Tabela 2- Principais componentes tóxicos da fumaça.....	21
Tabela 3 - Normatização geral PPCI's.....	27
Tabela 4 - Sistemas de controle de fumaça	28
Tabela 5 – Conversão requisitos dos usuários em requisitos de projeto.....	50
Tabela 6 - Padrões cromáticos e suas variações	70
Tabela 7 - Seleção de alternativas	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PROBLEMATIZAÇÃO	13
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	OBJETIVO GERAL	14
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3	CONTEXTUALIZAÇÃO	14
1.4	JUSTIFICATIVA	15
1.5	METODOLOGIA	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	FOGO	17
2.2	INCÊNDIO	19
2.3	GASES DA COMBUSTÃO	20
2.3.1	ETAPAS DA PROPAGAÇÃO DE FUMAÇA	22
2.4	ETAPAS DE UM INCÊNDIO E PROPAGAÇÃO DE FUMAÇA	23
2.5	O FATOR HUMANO	24
2.6	NORMATIZAÇÃO	26
2.6.1	NORMATIZAÇÃO PARA SISTEMAS DE CONTROLE DE FUMAÇA	27
3	ANÁLISE DE SIMILARES	30
3.1	ANÁLISE DE SIMILARES DE FUNÇÃO	30
3.1.1	SIMILARES DE ILUMINAÇÃO	31
3.1.2	SIMILARES DE FILTRAGEM DE AR	33
3.2	ANÁLISE DE SIMILARES DE CONCEITO	37
3.2.1	PROJETO HALO OF LIGHT (ACADÊMICO)	38
3.2.2	PROJETO THE CRACK MASK (ACADÊMICO)	39
3.2.3	PROJETO FIRESUBA (ACADÊMICO)	39
3.2.4	MARRAKESH MODULAR LED LIGHTING (MARCA)	40
3.3	CONCLUSÃO DA ANÁLISE DE SIMILARES	41
4	ENTREVISTAS	42
4.1	ENTREVISTA 1	42
4.2	ENTREVISTA 2	43
4.3	ENTREVISTA 3	44
4.4	ENTREVISTA 4	45
4.5	CONCLUSÃO DAS ENTREVISTAS	46
5	REQUISITOS DE PROJETO	48

5.1	REQUISITOS DOS USUÁRIOS	48
5.2	CONVERSÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS EM REQUISITOS DE PROJETO.....	49
5.3	PRIORIZAÇÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS (QFD)	50
6	CONCEITO DO PRODUTO	52
6.1	CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO	52
6.2	FUNÇÕES DO PRODUTO.....	53
6.3	DESEMPENHO DO PRODUTO.....	53
6.4	DEFINIÇÃO DOS USUÁRIOS DO PRODUTO.....	53
6.5	CONCEITUAÇÃO DO PRODUTO.....	54
6.5.1	MÓDULO DE RESPIRAÇÃO:.....	54
6.5.2	MÓDULO DISPENSADOR:	55
6.5.3	MÓDULO DE DETECÇÃO:.....	56
6.6	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	56
6.7	REFERENCIAS ESTILO	57
6.7.1	PAINEL ESTILO DE VIDA.....	57
6.7.2	PAINEL EXPRESSÃO DO PRODUTO	57
6.7.3	PAINEL TEMA VISUAL	58
6.7.4	REFERENCIAS DE TECNOLOGIA	59
7	PROJETO CONCEITUAL.....	61
7.1	DECOMPOSIÇÃO DO PROJETO EM SUBSISTEMAS	61
7.1.1	SISTEMA DE ILUMINAÇÃO	61
7.1.2	SISTEMA DE EJEÇÃO	63
7.1.3	SISTEMA DE MANUTENÇÃO	64
7.1.4	CARENAGEM	65
7.1.5	SELEÇÃO CORES.....	68
7.2	GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMENTO.....	70
7.2.1	ALTERNATIVA 1	70
7.2.2	ALTERNATIVA 2.....	71
7.2.3	ALTERNATIVA 3.....	71
7.3	SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	72
7.3.1	VALIDAÇÃO DO CONCEITO DE LUZ GERANDO PONTO FOCAL.....	73
8	APRESENTAÇÃO DO PRODUTO	76
8.1	ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS.....	80
8.2	IDENTIDADE VISUAL E OPORTUNIDADES DE MERCADO	83
8.3	PROTÓTIPO E VALIDAÇÃO.....	85
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em vítimas fatais de um incêndio erroneamente delega-se ao fogo o papel de principal *causa mortis*. De acordo com dados publicados no ano de 1995 em estudo executado pelo Ministério da Saúde, verificou-se que em situações de incêndio e emergência, entre 70 a 80% dos óbitos ocorrem por intoxicação e asfixia, sendo que as mortes por queimaduras, quedas e outras causas somadas são responsáveis pelo percentual restante (LUZ NETTO, 1995).

No Brasil, segundo o engenheiro e especialista em combate a incêndio Telmo Brentano, a legislação que rege os Projetos de Proteção Contra Incêndio (dora-vante chamados de PPCI) é “uma colcha de retalhos” e carece de revisões e ações efetivas. Ao somar esses fatores à pouca bibliografia nacional produzida sobre o tema, assim como ao número inexpressivo de cursos de engenharia e arquitetura que ministrem disciplinas neste contexto, desenha-se um cenário potencialmente favorável a sinistros com danos materiais e humanos (SEITO, 2008).

1.1 PROBLEMATIZAÇÃO

Segundo Seito (2008), no Brasil, dá-se mais ênfase ao projeto do sistema de segurança contra incêndios e sua implantação, do que por quem e como este vai ser utilizado. Em outras palavras, os sistemas são projetados e instalados de forma a atenderem minimamente as normas para que haja a emissão de alvarás e afins e não para ser um sistema de segurança efetivo. As motivações para este comportamento estão enraizadas na ausência da cultura da prevenção, delegando muitas vezes ao azar o fato da ocorrência de um sinistro.

Esta negligência para com a segurança gera projetos cujo orçamento despendido é mínimo, levando as soluções para um patamar crítico de qualidade. Quando em casos de boa execução, a falta de fiscalização acaba por fazer com que os sistemas não recebam manutenção.

Os sistemas exigidos pelos PPCI's em geral estão focados primeiramente na prevenção de incêndio e secundariamente na extinção deste. Dentro deste contexto torna-se visível a necessidade de projetos cujo foco seja o usuário e cuja instalação e manutenção se apresentem de forma simples e com baixo custo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho pretende complementar sistemas de prevenção e proteção de incêndio com a incorporação de dispositivo que atuem maximizando as chances de fuga de uma vítima em um cenário de incêndio com a geração de fumaça e gases. Devido às características de uso, o produto deve apresentar facilidade de identificação e manuseio, simplicidade de manutenção e formas e dimensões ergonômicas.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evitar/reduzir pânico;
- Evitar intoxicação por fumaça e gases;
- Comunicar a situação de emergência;
- Colaborar para identificação das saídas de emergência e rotas de fuga;
- Desenvolver um produto industrial e economicamente viável que possa ser alternativa aos sistemas existentes;

1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO

Segundo *The Fire Service College* (apud SEITO, 2008) as condições críticas durante um incêndio em uma edificação ocorrem quando a temperatura excede a 75°C, e/ou o nível de oxigênio cai abaixo de 10%, e/ou as concentrações de monóxido

xido de carbono ultrapassam 5.000 ppm. Os meios de escape devem ser constituídos por rotas seguras que proporcionem às pessoas escapar em caso de incêndio, de qualquer ponto da edificação a um lugar seguro, fora da edificação, sem assistência exterior.

Segundo Seito (2008), entre as soluções contra esses fatores estão o sistema de iluminação de emergência eficiente e efetivo, sistemas de extinção e de supressão do fogo, a limitação na distância de percurso, controle dos materiais de acabamento, portas corta-fogo e resistentes à penetração de fumaça, ventilação natural para auxiliar na extração de gases e, por fim, rotas de fuga desobstruídas e protegidas além de bem sinalizadas.

1.4 JUSTIFICATIVA

O processo de explosão populacional que se observa no Brasil, aliado ao fenômeno de êxodo rural que tem se observado desde a década de 1960, criou um cenário de população urbana, densamente focalizada em centros urbanos. O esforço de infraestrutura para suprir a demanda de edificações para este contingente populacional gerou soluções que pecam na questão qualidade e, dentre estas soluções, uma das que mais carece de revisão ou mesmo de uma nova política é a questão dos projetos de proteção e prevenção de incêndios (SEITO, 2008).

O mesmo autor ainda afirma que o tema se torna mais complexo ao verificar a constante escalada tecnológica de materiais e métodos para a construção civil, cuja gama de possibilidades no que diz respeito a variabilidade de constituintes de uma edificação cresce a cada dia. Esta crescente, quando não acompanhada de medidas de segurança, propicia um aumento diário no risco de sinistros e de vítimas.

Por fim, a grande problemática no caso de incêndios é que só se observam saltos na questão de legislações para prevenção quando ocorrem tragédias com um elevado número de vítimas (SEITO, 2008). Existem alguns casos icônicos a serem citados, listados na Tabela 1.

Tabela 1 - Sinistros no Brasil envolvendo incêndio

NOME	VITIMAS	SINISTRO	OBSERVAÇÕES
Gran Circo Norte-Americano (17 de dezembro de 1961)	250 mortos e 400 feridos	Vinte minutos antes de terminar o espetáculo, um incêndio tomou conta da lona. Em três minutos, o toldo, em chamas, caiu sobre os dois mil e quinhentos espectadores.	As pessoas morreram queimadas e pisoteadas. A saída foi obstruída pelos corpos amontoados.
Indústria Volkswagen do Brasil (18 de dezembro de 1970)	uma vítima fatal	O incêndio na Ala 13 da montadora de automóveis resultou em perda total do prédio.	Após esse incêndio, iniciaram-se os estudos para a implantação de sistemas de controle de fumaça - ausentes nas instalações da Volkswagen - que somente começaram a ser realmente exigidos no Brasil a partir de 2001, e apenas na regulamentação do Corpo de Bombeiros de São Paulo.
Edifício Andraus (24 de fevereiro de 1972)	16 mortos e 336 feridos	Acredita-se que o fogo tenha começado nos cartazes de publicidade das Casas Pirani, colocados sobre a marquise do prédio.	Muitos dali foram retirados por helicópteros, apesar de a escada do edifício estar liberada para descida, as pessoas optaram por procurar abrigo no heliponto por temerem retornar ao interior do edifício.
Edifício Joelma (1º de fevereiro de 1974)	179 mortos e 320 feridos	Curto circuito em ar condicionado no 12 andar gerou chamas que logo se alardearam	Muitos ocupantes do edifício pereceram no telhado/O edifício não possuía escada de segurança/pessoas se projetaram pela fachada do prédio
Boate Kiss (27 de janeiro de 2013)	241 mortos e 123 feridos	Efeito pirotécnico no palco acabou gerando combustão e espuma de proteção acústica	A espuma utilizada para isolamento acústico era inadequada e irregular, feita de poliuretano. As grades de contenção existentes na boate atrapalharam e obstruíram a saída de vítimas. As portas apresentavam unidades de passagem em número inferior ao necessário. Não havia exaustão de ar adequada, pois as janelas estavam obstruídas. A maior parte das vítimas sofreu asfixia pela fumaça

FONTE: Seito (2008); Oliveira (2005); G1 (2013)

1.5 METODOLOGIA

Este projeto está guiado pela metodologia apresentada por Back et Al (2008). A escolha da mesma baseia-se no enfoque do autor ao desenvolvimento do produto em pormenores, como a ordem das atividades a serem realizadas e suas características, permitindo traçar metas claras para o projeto.

Como complemento à metodologia consultada, utilizou-se a obra de Rozenfeld (2010), a qual apresenta um enfoque maior nos conceitos teóricos envolvidos em um projeto, esclarecendo os motivos e objetivos de cada etapa.

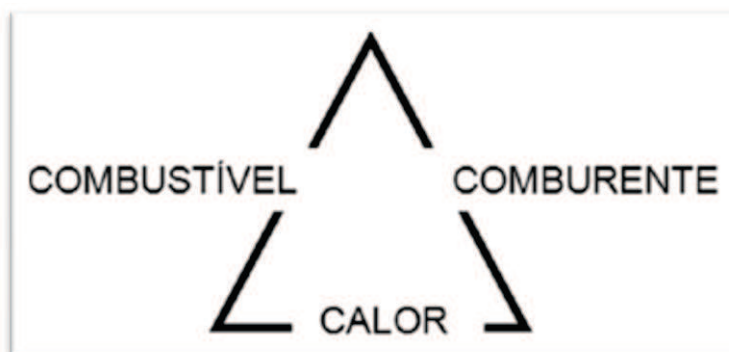
No que diz respeito à pesquisa, buscou-se conceber inicialmente a compreensão do cenário catastrófico, de forma a traçar um panorama deste em seus pormenores, encontrando assim respaldo para aplicação de soluções de forma efetiva. Desta forma, o projeto centraliza-se no fator humano e seu comportamento, tendo como fonte, além da base bibliográfica, entrevistas com profissionais do Corpo de Bombeiros e com vítimas de situações as quais o projeto pretende abordar.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 FOGO

Apesar de presente na história humana desde tempos imemoráveis, ainda existem várias definições ao redor do mundo para ele, sendo que a Norma Internacional - ISO 8421-1 define o fogo como sendo um processo de combustão que emprega três elementos, que podem ser vistos na Figura 1 conhecidos como triângulo do fogo: comburente, combustível e calor. Vale ressaltar que fogo e combustão são termos frequentemente usados como sinônimos, porém, tecnicamente, o fogo é uma forma de combustão (SEITO, 2008).

Figura 1 - Triângulo do fogo



FONTE: Seito (2008)

Como em todo processo químico, o bom entendimento dos mecanismos envolvidos é imprescindível para que se consiga operar de forma preventiva ou mesmo de controle dos efeitos em um possível sinistro. No caso do fogo, isso inclui dados sobre fontes de calor, composição e características dos combustíveis e das condições necessárias para a ocorrência da combustão ou fogo (OLIVEIRA, 2005).

Ainda segundo Oliveira (2005):

“Podemos afirmar que a ignição requer três elementos, o combustível, o oxigênio e a energia (calor). Da ignição à combustão autossustentável um quarto elemento é requerido, a reação em cadeia. Além disso, o combustível deve estar em presença de oxigênio, em uma concentração adequada e na temperatura de ignição.

Devemos considerar ainda que a combustão continuará existindo até que o combustível se consuma, o agente oxidante diminua sua concentração para níveis abaixo dos necessários à combustão, o combustível se esfrie para abaixo da temperatura de ignição ou a reação em cadeia se interrompa. Na falta de qualquer um dos quatro elementos, a combustão não se produz.(OLIVEIRA, páginas 14 e 15) ”

Na maioria dos casos de incêndio, o elemento oxidante é representado pelo oxigênio atmosférico, que representa 21% dos gases presentes na atmosfera. Isto implica que em ambientes comuns a combustão completa emita chamas e consuma oxigênio, que se não for continuamente realimentado (em caso de ambientes fechados) declinará seus níveis. Quando estes níveis atingem uma faixa entre 16% a 8% a combustão passa a ser mais lenta, sendo que as chamas dão lugar a brasas. Em concentrações inferiores a 8% a tendência da combustão é extinguir-se.

Do ponto de vista de resíduos gerados, o elemento mais importante de uma combustão sem dúvida é o comburente/combustível. Segundo Oliveira (2005) a natureza desse combustível interfere diretamente na composição da fumaça e também na intensidade das chamas, pois a velocidade da queima de um combustível depende de sua capacidade de combinar-se com o oxigênio (estado físico do combustível) sob a ação do calor e da sua fragmentação (área de contato com oxigênio).

O último representante do triângulo é o componente energético, representado pelo calor, que segundo Oliveira (2005) pode ser descrito com uma condição da matéria em movimento, pela movimentação ou vibração das moléculas que compõem a matéria. O calor pode se propagar de três modos distintos:

- Condução: trata-se da transferência de calor através de um corpo sólido, molécula a molécula.
- Convecção: trata-se da transferência de calor pelo movimento de massa de gases ou líquidos dentro de si próprios.

- Irradiação: trata-se da transmissão de energia em forma de ondas eletromagnéticas.

2.2 INCÊNDIO

Definido o termo fogo, busca-se definir o termo incêndio. Segundo Seito (2008) as definições abaixo traduzem exatamente o que é o incêndio:

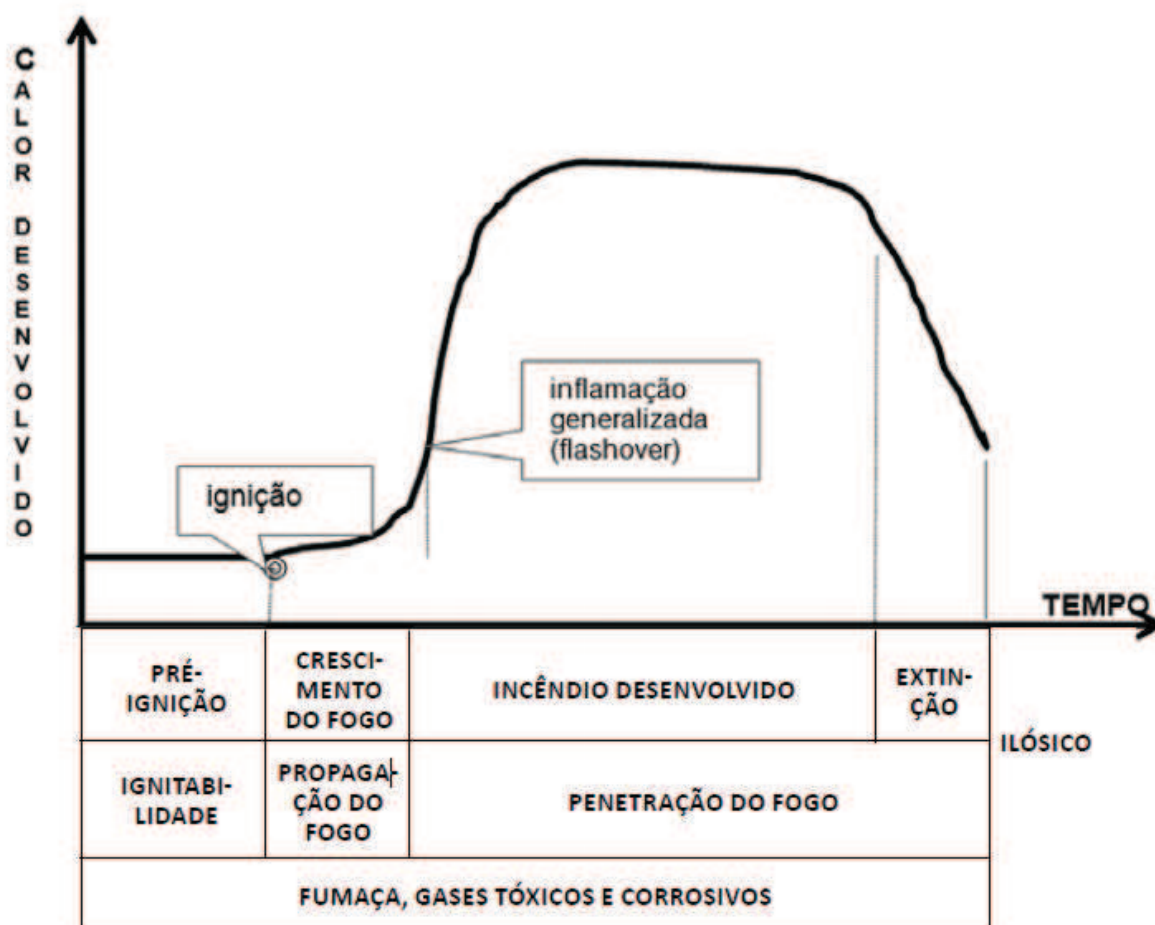
- Brasil NBR 13860: O incêndio é o fogo fora de controle.
- Norma Internacional ISO 8421-1: Incêndio é a combustão rápida disseminando-se de forma descontrolada no tempo e no espaço.

Essas conceituações deixam claro que o incêndio não é medido pelo tamanho do fogo. Seito ainda defende que não existem dois incêndios iguais, pois são vários os fatores que concorrem para seu início e desenvolvimento, a citar:

- Forma geométrica e dimensões da sala ou local.
- Superfície específica dos materiais combustíveis envolvidos.
- Distribuição dos materiais combustíveis no local.
- Quantidade de material combustível incorporado ou temporário.
- Características de queima dos materiais envolvidos.
- Local do início do incêndio no ambiente.
- Condições climáticas (temperatura e umidade relativa).
- Aberturas de ventilação do ambiente.
- Aberturas entre ambientes para a propagação do incêndio.
- Projeto arquitetônico do ambiente e ou edifício.
- Medidas de prevenção de incêndio existentes.
- Medidas de proteção contra incêndio instaladas.

Um incêndio apresenta fases distintas que estão representados na Figura 2. Esta curva se caracteriza por momentos distintos partindo do ponto de ignição tem-se o crescimento e propagação do fogo até que se atinja o *flashover*, ponto que define o incêndio totalmente desenvolvido. O terceiro estágio é o declínio das chamas em virtude da escassez de combustível e/ou comburente.

Figura 2 - Curva de evolução incêndio



FONTE: ISO/TR3814 (Apud Seito, 2008)

2.3 GASES DA COMBUSTÃO

A fumaça pode ser definida por uma mistura fina de gases, altamente complexa e com uma composição muito variada. É o produto da combustão que mais afeta as pessoas por ocasião de abandono predial em casos de incêndio. Como já dito anteriormente, em geral, de 70 a 80% das mortes em incêndios são ocasionadas pela fumaça, por meio de asfixia e/ou intoxicação. (NETTO, 1995).

O fator mais crítico quando se fala em geração de gases e fumaça durante um incêndio é o material comburente, cuja composição afeta não somente a densidade da fumaça mas também a sua composição. A concentração destes compostos também varia em vista do estágio em que o fogo se encontra. A Tabela 2 ilustra os principais gases, como se formam e seus efeitos no corpo humano.

Tabela 2- Principais componentes tóxicos da fumaça

Atmosferas tóxicas	Sensibilidade	IDLH*	Causado por	Reação
Dióxido de carbono (CO₂)	Incolor; inodoro	40.000 ppm**	Queima livre da combustão completa	Na concentração de 5% e após a exposição de 30 min produzem sinais de intoxicação; acima de 7% ocorre a inconsciência pela exposição de alguns minutos.
Monóxido de carbono (CO)	Incolor; inodoro	1.200 ppm	Combustão incompleta	Inicialmente dor de cabeça, fadiga e tonturas. Principal causa de mortes relacionadas com incêndios
Cloro de hidrogênio (HCl)	Incolor ou levemente amarelado; odor acre	50 ppm	Plásticos queimando (por exemplo, o PVC)	Irrita os olhos e as vias respiratorias
Cianeto de hidrogênio (HCN)	Incolor; odor de amêndoas amargas	50 ppm	Incêndio em lã, nylon, espuma de poliuretano e papel	Asfixia química, dificulta a respiração ao nível celular
Dióxido de nitrogênio (NO₂)	Marrom; odor acre	20 ppm	Se libera em silos e celeiros	Irrita o nariz e a garganta

*IDLH: sigla em inglês para perigo imediato para a vida e para a saúde / **ppm: partes por milhão

Fonte: Seito (2008); Oliveira (2005);

Segundo Seito (2008) a fumaça acaba por afetar a segurança das pessoas das seguintes formas:

- Tira a visibilidade das rotas de fuga:
 - Intensidade de luz no objeto cujo fundo é escurecido pela absorção da luz por partículas da fumaça no foco da luz.
 - A dispersão da luz de iluminação nos corredores e dependências pelas partículas da fumaça.
 - Por provocar lacrimejamento, tosses e sufocação.
- Provoca o pânico:
 - Aumenta a palpitação devido à presença de gás carbônico.
 - Por ocupar grande volume do ambiente.
 - Devido ao lacrimejamento, tosses e sufocação.
- Debilita a movimentação das pessoas pelo efeito tóxico de seus componentes: na presença de fumaça a velocidade das pessoas é diminuída dependendo do grau de irritação causado pela fumaça. As pessoas não conseguem caminhar em uma direção, formando um zigue-zague durante o percurso.

- Tem grande mobilidade podendo atingir ambientes distantes em poucos minutos.

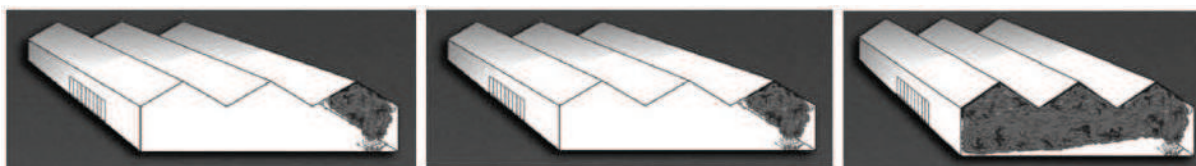
No quesito visibilidade é necessário ter em mente fatores como densidade da fumaça (cor, tamanho das partículas), dimensões do ambiente e do objeto observado além de questões físicas e psicológicas do observador. Vários pesquisadores relacionaram matematicamente por meio de ensaios laboratoriais a visibilidade em relação à densidade da fumaça, obtendo um valor mínimo aceitável de 5 metros para as rotas de fuga. Seito (2008) defende que em situações ou ambientes turvos pela presença de fumaça, existe uma composição de cores nas quais a transmissão de informações para o cérebro é mais rápida: branco e verde ou branco e azul para a sinalização de rotas de evacuação. Ainda segundo ele, o fundo vermelho para sinalização das rotas de evacuação não é aconselhado. No Brasil, a NBR 13434 é a norma vigente que dita as regras no que diz respeito Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico e suas formas, dimensões e cores.

Segundo as informações contidas no manual “Fundamentos da luta contra o fogo”, da IFSTA (2002), os efeitos fisiológicos da redução do oxigênio (hipóxia) produzem os seguintes sinais e sintomas no homem: aumento do ritmo respiratório, falta de coordenação, dor de cabeça (cefaleia), fadiga, enjoo, inconsciência e até morte em poucos minutos por falha respiratória e insuficiência cardíaca.

2.3.1 ETAPAS DA PROPAGAÇÃO DE FUMAÇA

Nas etapas iniciais do incêndio, a fumaça sobe rapidamente para o teto, propagando-se lateralmente pela parte inferior do telhado e para longe da sua fonte, podendo se acumular completamente nas edificações maiores em questão de minutos. Uma vez que a fumaça preenche o espaço do teto da edificação, ela começará a se espalhar para baixo como observado na Figura 3. A razão com que isso ocorre varia significativamente, dependendo da natureza dos combustíveis e da geometria da edificação. Em ambiente confinado, a fumaça pode ocupar rapidamente o volume total do ambiente, o que implica em baixa visibilidade e altas concentrações de gases.

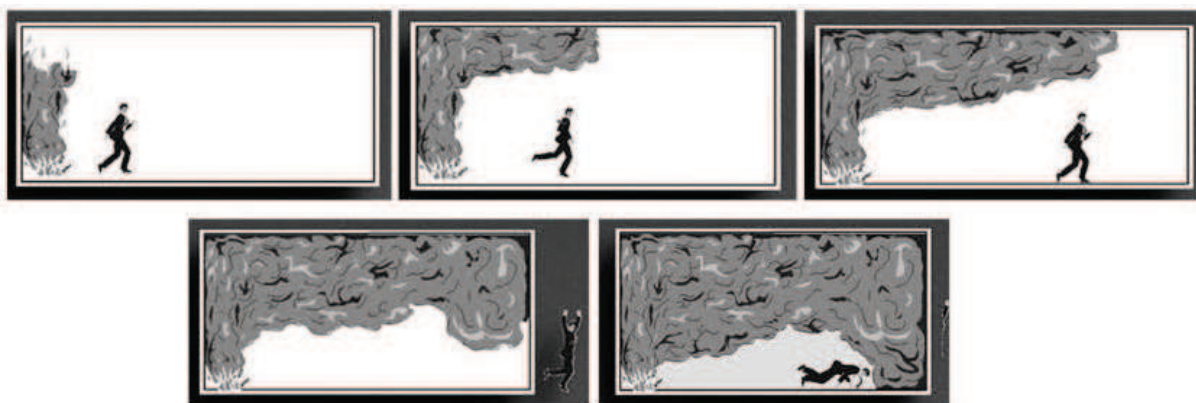
Figura 3 - Dinâmica da propagação de fumaça



FONTE: Seito (2008)

A velocidade da fumaça está em torno de 1 m/s, e na direção vertical, no caso das escadas, está entre 2 e 3 m/s (Instrução Técnica nº 02/2011/CORPO BOMBEIROS SÃO PAULO), sendo assim mais rápida que a velocidade de fuga de um ocupante adulto e em perfeitas condições física, que em média, caminha a uma velocidade de 1-2m/s (SEITO, 2008). A Figura 4 ilustra um cenário de tentativa de fuga de uma vítima em paralelo com a proliferação de fumaça em um percurso de 100 metros.

Figura 4 - Propagação de fumaça versus fuga

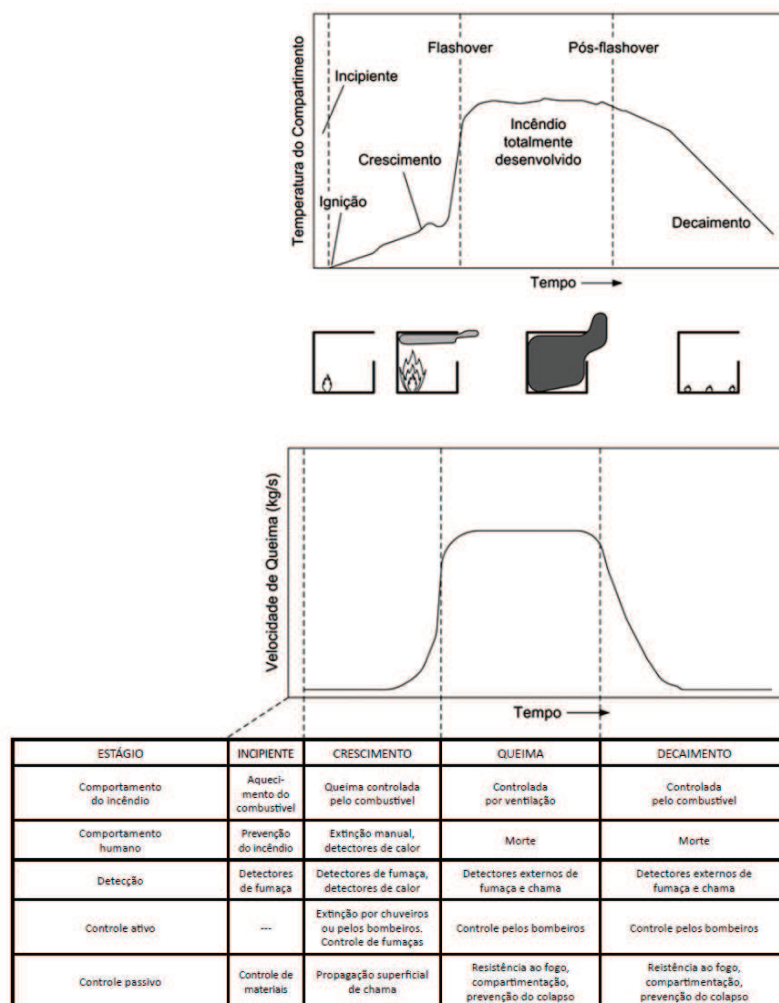


FONTE: SEITO (2008)

2.4 ETAPAS DE UM INCÊNDIO E PROPAGAÇÃO DE FUMAÇA

Cruzando o gráfico das diferentes fases de incêndio com a dinâmica de propagação da fumaça, o que se tem é o diagrama apresentado na Figura 5. Este diagrama leva em consideração a influência do tempo, além de traduzir os vários elementos envolvidos em um incêndio, como comportamento do incêndio e o comportamento humano.

Figura 5 - Descrição geral de um incêndio compartimentado



FONTE: Seito (2008)

O produto que este projeto busca criar deve operar em modo de espera até o momento de ignição, quando passa a atuar efetivamente. Suas atividades devem permitir a fuga até o momento do *flashover* (termo que define transição para etapa de fogo descontrolado), na fase conhecida como crescimento do incêndio. Do *flashover* em diante a atmosfera é tomada por gases e calor, culminando na fase do incêndio totalmente desenvolvido onde as condições de manutenção de vida são praticamente nulas.

2.5 O FATOR HUMANO

Segundo Moncada (2005), em um primeiro momento em caso de incêndio, o comportamento mais frequente é a tensão nervosa ou estresse, e não a reação de medo e que foge ao controle racional, ou seja, o pânico. Normalmente, as pessoas

demoram a reagir diante de uma situação de incêndio, como se estivessem paralisadas nos primeiros minutos, não acreditando que estejam envolvidas numa situação de risco grave. O *National Institute of Standards and Technology* (NIST) publicou o resultado de entrevistas com pessoas que saíram do incêndio nas torres gêmeas, do WTC, as quais relataram que houve uma demora de aproximadamente seis minutos para iniciarem a fuga do edifício. Comunicar efetivamente que existe uma situação de risco é fator crucial para que a fuga da área de risco seja exitosa, sendo que o recebimento de aviso de incêndio quando a situação de fogo e fumaça já atingiu níveis mais severos, torna as chances de sobrevivência praticamente nulas.

Segundo Seito (2005), o descobrimento sobre a gravidade do incêndio, e a necessidade da tomada de decisões sob circunstâncias extremas (como falta de visibilidade e dificuldades respiratórias) tendem a aumentar a tensão nervosa que pode atingir o estado de pânico. Neste momento observam-se comportamentos desesperados como saltar pelas janelas ou mesmo atentar contra a vida de outras pessoas em detrimento de sua própria. Fisiologicamente este comportamento está associado aos efeitos do monóxido de carbono, entre outros gases, presentes na fumaça. Por possuir mais afinidade com a hemoglobina do sangue que o oxigênio, o CO afeta o sistema nervoso central provocando sintomas como mal-estar, distúrbios de funções motoras, perda de movimento, perturbações de comportamento (fobia, agressividade, pânico, coma, etc.).

Ainda de acordo com Seito (2005), dentre os fatores que influenciam a escolha das saídas de emergência, quando há opções de escolha entre rotas de fuga, e que podem estimular ou intimidar pessoas que estão procurando escapar de um sinistro, estão a fumaça, o calor e cheiro, características individuais como idade, dificuldade de locomoção, parcial ou total, temporária ou permanente. O autor ainda lista os principais fatores que afetam a fuga:

- Escurecimento de ambiente pela fumaça, que pode causar irritação e toxicidade.
- Características do incêndio, como calor e cheiro.
- Familiaridade com as rotas de fuga.
- Características como idade, debilidades e incapacidades.

- Orientação existente antes do incêndio, em como proceder em caso de incêndio.
- Níveis de iluminação e fontes de luz.
- Tipo de função da edificação/usuário (se familiarizado com a edificação).
- Grupo de relacionamento (pessoas ligadas por laços afetivos tendem a permanecer juntas).
- Posição e proximidade da pessoa até uma saída.
- Informação/comunicação do incêndio.

2.6 NORMATIZAÇÃO

A PORTARIA Nº 064/BEM M/99 estabelece que um Plano de Proteção Contra Incêndio (PPCI) é um conjunto de documentos que compõem um processo de prevenção e proteção contra incêndio. Segundo Freire (apud HANSEN, 2012) é uma medida de segurança que envolve o projeto e a execução de itens não apenas para prevenir mas também para combater incêndios, de forma a minimizar os riscos (FREIRE, 2009).

Não existe uma normatização a nível nacional que regule os PPCI's, de forma que se observa hoje uma grande variação de exigência mesmo dentro de municípios vizinhos, gerando uma vasta discrepância nos níveis de segurança devidamente instalados nas edificações.

Em âmbito estadual tem-se as seguintes regulamentações:

- LEI 10987 de 11/08/1997: Estabelecem normas sobre sistemas de prevenção e proteção contra incêndios
- DECRETOS 37.380/97 e 38.273/98: Aprovam Normas de Segurança Contra Incêndios, que determinam os requisitos mínimos exigidos nas edificações.
- RESOLUÇÕES TÉCNICAS CCB / BM: Baixam instruções suplementares ao Decreto Estadual nº 37.380/97 e 38.273/98, visível na Tabela 3.

Tabela 3 - Normatização geral PPCI's

ITEM	NORMA DE PROJETO
EXTINTORES	NBR 12.693/NR
SAÍDAS DE EMERGÊNCIA	NBR 9.077
HIDRANTES E MANGOTINHOS	NBR 13.714
SPRINKLER	NBR 10.897
ALARME DE INCÊNDIO	NBR 9.441
ILUMINAÇÃO DE EMERGÊNCIA	NBR 10.898
CENTRAL DE GLP	NBR 13.523
CORRIMÃOS E ANTIDERRAPANTE	NBR 9.077
DEPÓSITO GLP	Portaria 27 DNC
SINALIZAÇÃO	NBR 13.434-35

FONTE: Autor (2013)

- PORTARIAS 64 e 138 / EMBM: Regulam a aplicação, pelos órgãos de Bombeiros da Brigada Militar, da Lei Estadual nº 10.987 de 11 de agosto de 1997, das normas técnicas de prevenção contra incêndios estabelecidas pela respectiva regulamentação e dá outras providências.
- LEI 420 / 98 POA: Institui o Código de Proteção contra Incêndio de Porto Alegre e dá outras providências (equivalente municipal aos DECRETOS 37.380/97 e 38.273/98)

2.6.1 NORMATIZAÇÃO PARA SISTEMAS DE CONTROLE DE FUMAÇA

Os sistemas de controle de fumaça foram primeiramente desenvolvidos para *shopping centers*, sendo que a normatização estadual determina, sob as condições da NBR 9077, tópico “c” do capítulo 5 (Condições específicas), item 5.2.2 (Exigências especiais para subsolos e prédios sem janelas):

“Quando com população superior a 100 pessoas e tendo conteúdo combustível ou acabamentos combustíveis, ter sistema automático de saídas de fumaça e gases quentes, além dos chuveiros automáticos (ver NBR 10897);”

O foco destes sistemas é manter as saídas de emergências e as caixas das escadas livres de fumaça, de forma a permitir a evacuação da edificação segura e rapidamente. Em vista disso, fatores como tempo de evacuação, a intensidade do incêndio e os materiais envolvidos nesse remetem a cenários variados de sinistro.

Corretamente integrado e utilizado, um sistema de controle de fumaça trará os seguintes benefícios:

- Ventilação prévia, reduzindo assim a temperatura interna, protegendo estragos e colapso estrutural.
- Bom meio de escape, com visibilidade da rota de fuga.
- Manter a atmosfera limpa.
- Limitar a temperatura, impedindo ignição espontânea.
- Prevenir estrago desnecessário por fumaça.
- Prevenir estrago desnecessário por água.
- Reduzir o tempo de limpeza.
- Proporcionar uma visão clara do fogo.
- Ajudar a extinguir o fogo no seu início.
- Reduzir os custos do incêndio.

Existem dois métodos distintos para execução da tarefa, listados na Tabela

4.

Tabela 4 - Sistemas de controle de fumaça

	NATURAL	FORÇADA
FATORES INFLUENCIA/FUNIONAMENTO	<ul style="list-style-type: none"> • A diferença de temperatura entre o ar e os gases quentes dentro e fora do edifício. • A diferença da altura entre a entrada de ar e as aberturas de exaustão. <ul style="list-style-type: none"> • A convecção do calor ascendente. • A velocidade e direção do vento. 	É baseada no movimento do ar por meio mecânico, normalmente um exaustor direcional com motor elétrico. *
VANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • Ventilação silenciosa. • Praticamente livre de manutenção. • Custos baixos (pneumático ou elétrico). • Funcionamento livre de falhas. • Duplo propósito - ventilação diária e para incêndio. <ul style="list-style-type: none"> • Apelo psicológico visão do céu grande e clara. • Grande área aberta permitindo a perda de calor por radiação. <ul style="list-style-type: none"> • Fácil instalação. • Baixo peso. • Podem combinar esteticamente com a estrutura. • Aumento automático da capacidade de insuflação com a elevação da temperatura interna. • Permite a separação em zonas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operação é independente da altura da construção, correntes térmicas e pressão de vento. • Desempenho é previsível e repetitivo. • Os exaustores podem operar contra uma resistência externa, como por exemplo, o vento. • O ar fresco pode ser conduzido para onde necessário em velocidade e temperatura ótimas.
DESADVANTAGENS	<ul style="list-style-type: none"> • As condições de fluência do ar podem ser afetadas pela pressão e direção do vento. A topografia local e os prédios adjacentes são assim um fator importante a ser considerado. • A ventilação natural pode não funcionar eficientemente nos momentos iniciais do incêndio, a menos que ocorra uma ventilação prévia. 	<ul style="list-style-type: none"> • A velocidade do ar de cada unidade é fixo e não pode ser ajustado para outras condições, exceto com a mudança da velocidade do exaustor e a fluência da massa de ar não aumenta com a elevação da temperatura interna. • Cada exaustor tem uma exigência constante de eletricidade e por razões de segurança, uma fonte de energia deve ser mantida durante todo o incêndio e os fios devem ser à prova de fogo. • Os exaustores produzem barulho. Se os exaustores forem utilizados também para a ventilação diária, sua atenuação a um nível aceitável pode ser complicada. • Não é recomendado para insuflação, pois a entrada

FONTE: Seito (2005)

Muitas vezes existem impossibilidades de execução dos sistemas de exaustão em prédios existentes devido a questões arquitetônicas e estruturais. Se observa que casas noturnas aproveitam-se geralmente de edificações cujo uso inicial não contemplava o risco aplicado a um local de eventos, e desta forma, seu projeto original não apresentava um padrão de segurança exigido pelo novo uso. Então, por meio de adaptações e reformas busca-se aproximar-se do novo nível de segurança, o que por muitas vezes apresenta-se pouco eficaz e acaba gerando projetos cujo intuito é apenas cumprir a lei e não efetivamente proteger o usuário. Por fim, o elevado custo de um sistema de exaustão mecânica muitas vezes acaba distanciando-o de uma execução mais adequada.

Ao se observar os pontos supracitados, infere-se que existe uma vasta gama de situações que não exigem a instalação de sistemas de exaustão de fumaça e gases, acarretando em risco real à vida. Isso corrobora para a necessidade de um produto que venha contemplar esta demanda e também complementar os sistemas existentes utilizando-se de um princípio que não a exaustão da fumaça. Tornar o sistema viável e que seja uma alternativa interessante do ponto de vista econômico e funcional, sem que exista uma obrigatoriedade legislativa de sua aplicação é um dos desafios a serem considerados no desenvolvimento do projeto e no resultado final do produto.

3 ANÁLISE DE SIMILARES

Tomando como base a proposta de Bonsiepe (1984), focou-se o esforço de Análise de Similares na Análise Sincrônica, aqui redefinida em Análise de Similares de Função (dividida em dois momentos: iluminação, e filtragem de ar) e Análise de Similares de Conceito. Desta forma, buscou-se conjecturar sobre as soluções e os produtos cujas funções que se farão presente no projeto.

3.1 ANÁLISE DE SIMILARES DE FUNÇÃO

Para efetuar a análise de similares de função foi utilizada a metodologia proposta por Bonsiepe (1984), que consiste na tomada de conhecimento e informações sobre os produtos que realizam a função semelhante ou possuem conceito similar na solução do problema exposto.

Ademais, a divisão metodológica proposta pelo autor, que aborda análises focadas em características específicas, facilita o reconhecimento de temas importantes para a geração de novas alternativas. Estas análises têm como foco os seguintes tópicos:

- Análise Estrutural: Toma em proveito o conhecimento estrutural do produto, com base em componentes, peso, tipos de união, montagem e subsistemas para elencar características físicas importantes observadas.
- Análise Morfológica: Através da compreensão formal do produto, dos seus acabamentos e tratamento das superfícies, pode-se entender o padrão fabril utilizado e pontos de atração formal para o usuário.

- **Análise Funcional:** Abrange o uso, funções, características em execução, aspectos ergonômicos e flexibilidade do produto, permitindo entender como o mesmo interage com o usuário e as principais limitações do dispositivo.

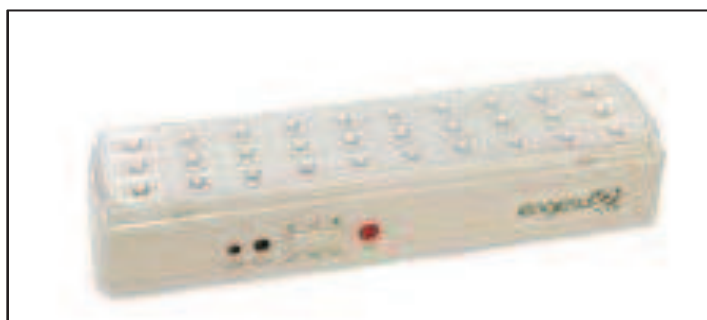
Para cada item foram analisados dois produtos que se destacam no mercado e cujas características permeiem os objetivos do projeto.

3.1.1 SIMILARES DE ILUMINAÇÃO

Devido ao ofuscamento e baixa visibilidade ocasionados pela fumaça, a iluminação é imprescindível para a localização dos dispensadores e também para uma efetiva comunicação em nível visual de qualquer informação que o produto deva transmitir para o usuário. Desta forma, selecionaram-se para análise dois produtos no mercado cuja característica similar é o fato de se apresentarem como blocos autônomos, com baterias recarregáveis, sendo o Similar 01 específico para iluminação e o Similar 02 para sinalização.

3.1.1.1 SIMILAR 01: BLOCO AUTÔNOMO 30 LED'S ENGESUL

Figura 6 - Bloco Autônomo Engesul



FONTE: Engesul (2013)

- **Análise Estrutural:**
 - Dimensões: aproximadamente 47 x 240 x 60 mm
 - Peso: aproximadamente 480 gramas
 - Tensão de alimentação: 127 a 230V(CA) ou 12V(CC)
 - Potência: 2W

- Consumo: Fluxo mín 200mA - Fluxo máx 500mA
 - Tipo de lâmpada: 30 LED's
 - Cor LED: Branco
 - Bateria: Bateria selada 4V / 1,5 Ah
 - Autonomia (fluxo máx.): Aprox. 4h
- **Análise Funcional:**
 - Utilizado para aclaramento em ambientes internos, possui acendimento automático quando da falta de alimentação de energia elétrica. A tecnologia a LED permite alto desempenho de iluminação associado com um baixo consumo de energia, baixa emissão de calor e alta durabilidade.

3.1.1.2 SIMILAR 02: LUMINÁRIA AUTÔNOMA/SINALIZAÇÃO ENGESUL

Figura 7 - Luminária Autônoma/Placa de Sinalização Engesul



FONTE: Engesul (2013)

- **Análise Estrutural:**
 - Dimensões: aproximadamente 270 x 57 x 35 mm
 - Peso: aproximadamente 400 gramas
 - Tensão de alimentação: 100 a 240V(CA) automático
 - Potência: 2W
 - Intensidade luminosa: 30lm
 - Tipo de lâmpada: 6 LED's
 - Cor LED: Branco
 - Bateria: (3x) 12V - 2/3A 600 mAh
 - Autonomia (fluxo máx.): Superior a 4h

- **Análise Funcional:**
 - Utilizada para sinalização de rotas de fuga, possui acendimento automático quando da falta de alimentação de energia elétrica. Seu funcionamento deve-se ao fenômeno de dispersão de luz, quando esta incide na placa de acrílico cristal, dispersando-se no seu interior de forma a transmitir a mensagem impressa nesta, em geral, a direção da saída.

3.1.2 SIMILARES DE FILTRAGEM DE AR

Com intuito de observar os produtos existentes no mercado destinados a filtragem de partículas para respiração, esta análise focou-se basicamente nos respiradores/purificadores de ar utilizados costumeiramente nas indústrias. As Peças Faciais Filtrantes (na sigla PFF) que podem ser filtros mecânicos ou máscaras descartáveis, são geralmente constituídos por um emaranhado de microfibras sintéticas combinadas em camadas e tratadas eletrostaticamente para reter materiais particulados (poeiras, névoas e fumos) presentes no ambiente. Segundo Colton (2004) elas podem receber classificações de PFF1, PFF2 ou PFF3, dependendo de sua capacidade de retenção de contaminante:

- **PFF1:** proteção contra poeiras e névoas partículas não tóxicas (penetração máxima através do filtro de 20%).
- **PFF2:** proteção contra partículas finas, fumos e névoas tóxicas (penetração máxima através do filtro de 6%).
- **PFF3:** contra partículas tóxicas finíssimas e radionuclídeos e (penetração máxima através do filtro de 0,1%)

Devem cobrir o nariz e a boca e proporcionar vedação adequada sobre a face, sendo que para poeiras e névoas, deve-se selecionar um filtro P1; para fumos, filtro P2; e para partículas (poeiras, fumos ou névoas) altamente tóxicas, filtro P3. Esta análise focou-se em produtos cujo nível de proteção é PFF2 e PFF3 dependendo do filtro empregado.

3.1.2.1 SIMILAR 01: RESPIRADOR NORTH 4200

Figura 8 - Respirador North 4200



FONTE: North Safety (2013)

- Análise Estrutural:
 - Dimensões: aproximadamente 180 x 160 x 120 mm
 - Peso: aproximadamente 200 gramas
 - Categoria: PFF3
 - Número de componentes: 4 (Base facial, filtro descartável, armação travamento filtro e tirante)
 - Sistemas de união: sistemas de encaixe por travamento
 - Estrutura: Formato anatômico em três tamanhos (P, M e G)
 - Ciclo de vida: ciclo de vida longo por apresentar filtro cambiável.
- Análise Morfológica:
 - Apresenta filtros descartáveis que não entram em contato com a face do usuário e também dupla válvula de exalação que facilita a saída do ar com tirante ajustável com posição de descanso. Em material elastomérico com formato anatômico e que se encaixa na face de forma confortável.

- **Análise Funcional:**
 - É um produto que se destaca por apresentar a possibilidade de troca do filtro, apresentando-se assim como uma boa solução no que diz respeito à manutenção e vida útil. Possui estrutura polimérica que lhe confere boa resistência e uma grande segurança ao se moldar a face do usuário em vista da flexibilidade do polímero utilizado.

3.1.2.2 SIMILAR 02: RESPIRADOR/PURIFICADOR CA 18864

Figura 9 - RESPIRADOR/PURIFICADOR CA 18864



FONTE: Site Fabricante (2013)

- **Análise Estrutural:**
 - Dimensões: aproximadamente 150 x 110 x 120 mm
 - Peso: aproximadamente 30 gramas
- **Categoria: PFF1**
 - Número de componentes: 2 (Base/filtro descartável e tirante)
 - Sistemas de união: encaixes simples e solda térmica
 - Estrutura: Formato tipo dobrável com haste metálica para ajuste septo nasal
 - Ciclo de vida: equipamento descartável com baixo ciclo de vida.
- **Análise Morfológica:**
 - Composto basicamente por sanduíche com centro composto por um meio filtrante entre dois painéis de não tecido em micro-

fibra sintética, tratada eletrostaticamente. Nas laterais de cada peça, são fixados quatro grampos metálicos, sendo dois de cada lado, por onde passam as pontas de dois tirantes elásticos. A parte superior externa da peça possui uma tira de material metálico moldável, utilizada para ajuste do septo nasal que confere ao respirador uma vedação facial eficiente e segura.

- Análise Funcional:
 - Produto se destaca por sua baixa complexidade de operação e seu baixo custo. É um dos modelos mais comuns do mercado, apresentando proteção nível PFF2. É descartável e apresenta um curto ciclo de vida.

3.1.2.3 SIMILAR 03: RESPIRADOR DE FUGA MINISCAPE (MARCA)

Figura 10 - RESPIRADOR DE FUGA MINISCAPE



FONTE: MSA (2013)

- **Análise Estrutural:**
 - Dimensões: aproximadamente 112 x 85 x 65 mm
 - Peso: aproximadamente 85 gramas
 - Número de componentes: 2 (Bocal integrado no filtro e presilha nasal)
 - Estrutura: Peça integrada para respiração bucal com presilha nasal
 - Ciclo de vida: equipamento descartável com baixo ciclo de vida.

- **Análise Morfológica:**
 - Com filtro posicionado diretamente à frente do bocal de respiração, transmite aspecto de ser um produto desconfortável. Este aspecto acaba sendo reforçado pela presilha nasal. Aparenta ser uma peça semi facial porém não pode ser assim classificada pois a interface com o usuário ocorre oralmente via bocal.

- **Análise Funcional:**
 - Utiliza um filtro de placas de carvão ao invés de carvão granulado, que comparados com os filtros convencionais, oferece a mesma performance dos filtros comuns, porém com as vantagens de ser mais flexível e compacta. Possui um tempo de operação de cinco minutos em condições extremas de toxicidade atmosférica.

3.2 ANÁLISE DE SIMILARES DE CONCEITO

De um ponto de vista funcional, conceitual e estético, existe um universo de soluções possíveis para os problemas que permeiam este projeto. Dentro desta lógica, buscou-se nesta etapa executar a análise de similares que compartilham de alguns dos conceitos que o produto deverá permear, sempre buscando por similares que ofereçam novas e criativas soluções para as problemáticas impostas pelo produto a que este projeto se destina.

3.2.1 PROJETO *HALO OF LIGHT* (ACADÊMICO)

Projetada pelos designers Foo Wei e Chua Wenfong, esta luminária de teto foi pensada levando em conta o conceito de que em caso de uma situação de emergência com fogo e fumaça o ponto focal do usuário acaba voltado para o solo. Desta forma a solução proposta por eles é de uma luz que projete no solo a indicação de saída. Trata-se de um sistema modular de *leds* de alta potencia, que distribuídas uniformemente pelas rotas de fuga comunica visualmente ao usuário o caminho seguro até a saída. Projeto de caráter conceitual e cuja funcionalidade pode ser questionada quando se observem condições de ambiente sob extrema presença de fumaça, que acabaria barrando e dissipando a projeção da luz para o solo tornando o sistema ineficaz.

Figura 11 - Luz de teto projetada no solo



FONTE: Yanko Design (2013)

3.2.2 PROJETO *THE CRACK MASK* (ACADÊMICO)

Concebido para situações de emergência com fumaça dentro de metrô, o produto incorpora o conceito observado durante tragédias anteriores, onde camisas e pedaços de pano embebidos em água tornam-se mascarás de respiração. A partir deste pressuposto os designers Han Chi-hoon e Kim Yeon-soo desenvolveram a *The Crack Mask*, basicamente uma tira de tecido filtrante encapsulado em água e agrupados em *displays* com função de dispensadores. Para usar basta retirar uma unidade do dispensador, romper o invólucro e segurar a máscara junto à face com ambas às mãos conforme a Figura 12 (B).

Figura 12 - Máscara encapsulada (A), dispensador e método de uso (B)



FONTE: Yanko Design (2013)

3.2.3 PROJETO *FIRESUBA* (ACADÊMICO)

Desenvolvido pelo designer Dang Jingwei, tendo em mente um sinistro ocorrido em cinema indiano no ano de 1997 que vitimou cinquenta e nove pessoas. Dang tinha como objetivo neste projeto chegar a uma solução com baixo custo mas que entregasse ao usuário um respirador que lhe permitisse executar fuga. O projeto é basicamente uma máscara em papel cartão com filtro simples de carvão do tipo lâmina, que permite a filtragem de partículas. Da mesma forma que o similar anterior, as unidades são acondicionadas em dispensadores distribuídos de forma uniforme pelo ambiente e para usar é necessário segurar o respirador junto a face, conforme especificado na Figura 13 (D).

Figura 13 - Máscara em um uso (A) e detalhes projeto (B)

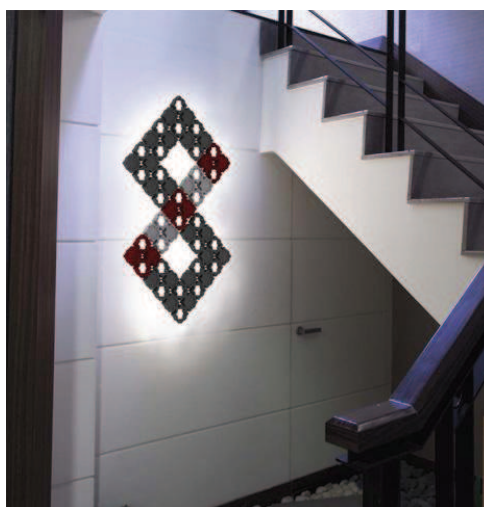


FONTE: Yanko Design (2013)

3.2.4 MARRAKESH MODULAR LED LIGHTING (MARCA)

Com caráter decorativo, estas luminárias da fabricante chinesa *Mindspring* possuem duas características importantes ao projeto: a modularidade de operação e sua iluminação voltada para a parede. Como pode-se observar na Figura 14, a retro iluminação gera contraste entre a luminária e a parede, corroborando para a identificação e visualização desta.

Figura 14 – Iluminação voltada para parede: ponto focal na luminária



FONTE: Yanko Design (2013)

3.3 CONCLUSÃO DA ANÁLISE DE SIMILARES

Tendo em vista os produtos analisados nesta etapa percebe-se que vários deles, se presentes durante uma emergência com as características das quais este projeto pretende atender, trabalhariam aumentando as chances de fuga de uma possível vítima. Desta forma, denota-se a importância de agrupa-los de forma coerente no produto ao qual este se destina.

Além de verificar soluções, esta análise veio para permitir uma visualização de novas formas de aplicar as já existentes. As próximas etapas objetivam entender qual a forma de integração destas tecnologias de forma a operar diminuindo a ação dos elementos de um incêndio, em especial a fumaça.

4 ENTREVISTAS

Paralelamente à análise de similares e com intuito de buscar dados que vão além da bibliografia, foram realizadas entrevistas com dois profissionais do Corpo de Bombeiros, com experiências distintas de no que diz respeito à questão do salvamento efetivo e a questão técnica e normativa, representando os usuários intermediários e externos.

Juntamente a estas entrevistas com foco mais técnico, conduziram-se duas entrevistas com vítimas de sinistros cujas vidas sofreram risco real e potencial. Estas entrevistas focaram-se em sintetizar o cenário de um ponto de vista leigo, narrando as memórias e percepções por parte de quem vivenciou um momento crítico e todas as implicações deste, trazendo assim a visão do usuário interno.

Por se tratar do desenvolvimento de um produto para uma situação de risco com características ímpares, a riqueza de detalhes nas informações coletadas é de vital importância para que o pesquisador possa tirar conclusões a fim projetar um dispositivo que satisfaça amplamente as necessidades dos usuários.

4.1 ENTREVISTA 1

Oficial Comandante da Escola de Bombeiros e especialista em resgate e salvamento, tendo prestados serviços no Grupamento de Salvamento do Corpo de Bombeiros. Desta forma, sua contribuição acontece na esfera do salvamento efetivo.

Um dos primeiros pontos que ele observa sobre comportamento de vítimas quando em fuga é de que o número de saídas de emergência é mais significativo na teoria do que na prática: as pessoas buscam a sair pelo mesmo lugar que adentraram no ambiente, em vista de ser necessariamente o caminho mais conhecido. En-

tre os motivos para este comportamento ele cita sinalização ineficiente e falta de uma cultura de prevenção por parte da população.

Quando questionado sobre a efetividade dos itens focados na etapa pós-ignição, ele cita como uma das mais ineficazes, seja por erro no projeto ou de instalação, a sinalização contra pânico. Segundo ele, a forma mais eficiente de executar a fuga em um ambiente com fumaça, gases e calor é próximo ao solo, tendo em vista que gases e fumaça tendem a subir para o teto e se concentrar nas partes superiores do ambiente. Sabendo disto, ele propõe que as sinalizações de rotas de fuga deveriam estar no nível do solo, onde sua visibilidade é potencialmente mais efetiva por estar no campo visual e também por sofrer menos interferência da fumaça.

Ainda sobre técnicas de fuga ele ressaltou a importância de quando possível, enrolar-se em cobertor embebido em água ou mesmo molhar as roupas de forma a manter a temperatura do corpo baixa. Por fim, neste âmbito, usar alguma peça de roupa preferencialmente molhada para respirar, de forma a evitar ao máximo a inalação da fumaça.

Por último, ao elencar o elemento mais importante como fator para sobrevivência ele citou a informação como diferencial. Informação em nível cultural básico, como pressuposto de um povo consciente dos riscos de se viver em grandes centros urbanos. Para tal, ele sugeriu a existência de jogos educativos voltados ao tema e também informação em nível projetual, observando sua execução de forma a atender ao usuário e não somente à legislação.

4.2 ENTREVISTA 2

Oficial Coronel reformado do Brigada de Bombeiros e um dos maiores especialistas em PPCI's do estado, atuando no ramo a mais de trinta anos. Traz uma contribuição mais no aspecto teórico.

Primeiramente, ao ser questionado sobre a flexibilidade da lei, esclareceu como com o tempo a questão econômica acabou influenciando em um abrandamento das normas quanto à exigência de projetos para edifícios com área diminuta, inferior a 750 m². Segundo ele o Código de Proteção a Vida dos Estados Unidos garante que sem proteção alguma, o raio de fuga máximo é de dez metros, de forma que

para que este valor aumente torna-se necessário a instalação de equipamentos de proteção.

Aponta como um dos maiores obstáculos à boa execução de sistemas a dominância do fator financeiro que acaba afastando a teoria da prática. Bons projetos tendem a ser mal executados, ou quando bem executados, ignora-se sua manutenção.

Questionado sobre qual o fator mais importante para a pessoa sobreviver à situação de risco, diz acreditar que sistemas tem que estar alinhados a pessoas para serem efetivos. A informação e a cultura desta se fazem necessárias, porém a interface sistema/usuário ideal seria aquela onde o sistema desperte o foco do usuário não somente no sinistro. Um cenário ideal apresentaria ainda EPI's para respiração, mesmo que simples, visto que na maioria dos casos de incêndio as pessoas acabam improvisando com suas roupas uma máscara rústica para facilitar a respiração. Elenca que a bibliografia esclarece por várias vezes que a vítima é conduzida ao pânico pela falta de informação: do incêndio propriamente dito e da gravidade e velocidade de propagação deste, da falta de informação de como proceder em caso de emergência e por fim, da falta de localização espacial.

Sobre elemento fisiológico que considera mais importante ao executar fuga, cita a respiração: para que se mantenha as capacidades física e neurológica dando a vítima condições de tomada de decisões e sua execução. Como segundo ponto, destaca a visão como elemento de tomada de informações do ambiente e das saídas.

4.3 ENTREVISTA 3

Estudante da UFSM do sexo masculino. Estava na boate KISS na ocasião do incêndio ocorrido na madrugada do dia vinte e sete de janeiro de dois mil e treze, com duzentas e quarenta e duas vítimas fatais e deixando mais de cem feridos. O fogo teve início quando faíscas de pirotécnicos atingiram a espuma de isolamento acústica sobre o palco. O entrevistado comemorava seu aniversário e de seu irmão gêmeo, sendo uma das muitas vítimas que conseguiram efetuar fuga por meios próprios, relata que sua condição física de atleta e seu conhecimento da questão incêndio foram de grande valia para tal, apesar das condições extremas enfrentadas. Lo-

go após perceber o fogo, buscou reunir-se com o grupo de aproximadamente trinta amigos de modo a formar um bloco. Seguindo instruções de treinamentos que havia efetuado em outras ocasiões, ele buscou guiar-se pela parede evitando seguir direto para a saída, onde já se formava uma multidão caótica, e de forma a poder contar com a proteção da alvenaria em um dos seus flancos evitando esmagamento, guiando pela mão uma amiga.

Ao aproximar-se da parede ocorreu o *flashover* e ele deliberadamente abai-xou-se e com auxílio da lanterna do celular para iluminar o caminho, continuou a buscar a saída. Ato contínuo, a acompanhante, jovem a qual havia dado a mão entrou em pânico, acabou por largar sua mão. Nesse momento, relata que a presença de fumaças e gases, calor e a pressão humana fizeram-no sentir que se encontrava organicamente no limite e que deveria tomar uma atitude. Desta forma, buscou respirar fundo e lançou-se para as saídas em um último *sprint*. Devido ao esforço, as condições aeróbicas e ao estado emocional/psicológico não possui memórias de como efetuou a fuga. Sua próxima memória é de buscar socorro na rua.

Sofreu queimaduras graves na parte superior do corpo, nos olhos e nas vias aéreas, sendo que o pulmão direito ficou gravemente comprometido.

4.4 ENTREVISTA 4

Estudante da UFRGS, do sexo masculino. Estava na boate KISS ocasião do incêndio comemorando seu aniversário e de seu irmão gêmeo. Apesar de sua boa condição orgânica e seu prévio treinamento na questão incêndio, relata que as condições que encontrou foram tão extremas que sua fuga só foi completada com auxílio de um bombeiro. Encontrava-se no mesmo grupo de trinta pessoas do relato anterior, porém buscou guiar em uma mão sua namorada e a irmã desta na outra mão.

Acabou sendo conduzido pela massa até um local que identificou como bilheteria, visualizando o que lhe pareceu um guichê. Dentro deste percebeu que havia ar respirável. Procedeu colocando a namorada próxima a abertura do guichê para que esta tomasse ar, repetindo isto com a irmã desta. Ato contínuo, tomou ar para si e na sequência desfaleceu em consequência do *flashover*.

Relatos oriundos de terceiros, dão conta que as pessoas que estavam agrupadas ali acabaram perdendo a consciência no mesmo momento. A primeira pessoa

a acordar foi sua namorada, alguns instantes depois, sentindo no rosto um *spray* fresco. Tratava-se de um bombeiro efetuando uma ventilação com a mangueira de neblina. O volume de ar fornecido por esta neblina foi suficiente para reanimar algumas pessoas que estavam ali, de forma que a sua namorada conseguiu, após retirar duas pessoas que estavam desfalecidas sobre ela, efetuar fuga se arrastando em vista de perceber que somente no nível do chão havia ar respirável, sendo amparada na porta por bombeiros.

Ele narra que acordou apenas no hospital, e que segundo relatos de um amigo, foi retirado por um bombeiro, minutos depois. Sofreu queimaduras leves, porém o maior dano foi nas vias respiratórias: devido à exposição prolongada aos gases e partículas, sofreu polimerização nos pulmões o que comprometeu noventa por cento da capacidade destes.

4.5 CONCLUSÃO DAS ENTREVISTAS

Ao iniciar o processo de entrevistas buscou-se compreender as nuances observando-as de pontos de vistas distintos. O interessante deste exercício é que as conclusões acabaram convergindo para os mesmo pontos, de forma a corroborar para a veracidade destes.

Resumindo em tópicos, seguem abaixo as principais considerações extraídas das entrevistas:

- A melhor forma de executar fuga é próximo ao solo, em vista de que os gases e calor tendem a se concentrar no teto;
- O ponto focal durante a fuga tende a ser ao nível de solo;
- Respiradores são tão eficientes e necessários para a fuga que acabam sendo improvisados com roupas;
- Áreas próximas às paredes devem ter uma boa iluminação pois se caracterizam como rotas seguras de fuga;
- A boa execução do projeto e sua boa manutenção são essenciais para que este seja efetivo;
- A informação é a ferramenta mais importante para a fuga.

A riqueza de informações provenientes das entrevistas serviu para contextualizar o projeto dentro do universo do usuário, para conhecer detalhes de como ocor-

re o sinistro e como o meio age sobre a vítima, corroborando com as informações da bibliografia e adicionando novos elementos. Isto tudo influencia a criação aproximando o produto do usuário por nortear o projeto com requisitos oriundos de uma demanda real.

5 REQUISITOS DE PROJETO

5.1 REQUISITOS DOS USUÁRIOS

Como conclusão ao todos os dados elencados na pesquisa, denota-se que o produto a ser projetado permeia o conceito básico de um respirador, que permita que o usuário manter-se respirando para aumentar suas possibilidades de fuga. Porém, em vista das características que envolvem o sinistro, entre elas o pânico e a baixa visibilidade, para que os respiradores sejam eficientemente distribuídos pelo ambiente e acessados quando se fizerem necessário, devem estar agrupados em um equipamento que faça sua distribuição de forma eficaz. Desta forma nasce o conceito inicial do produto, que reúne respiradores individuais em um dispensador que agregará também outros elementos que contribuam para maximizar as chances de fuga.

Em vista disto e observando as características e peculiaridades que envolvem a singularidade do sinistro, foram elaborados itens a seguir, sendo assim, guias na geração dos requisitos de projeto.

- RESPIRADOR:
 - Apresentar baixa complexidade de uso/colocação;
 - Possuir dimensões universais e flexibilidade para adaptar-se em diferentes faces;
 - Resistir a temperaturas condizentes com o uso;
 - Filtrar partículas e gases tóxicos, classes PFF2 ou PFF3;
 - Liberar a necessidade do emprego das mãos durante seu uso;
 - Volume condizente com a capacidade dos dispensadores;
 - Capacidade de funcionamento pelo tempo necessário de fuga

- **DISPENSADOR**
 - Apresentar baixa complexidade de operação;
 - Detectar presença de fumaça e/ou ocorrência de situação de risco;
 - Sinalizar visualmente a situação de risco;
 - Permitir manutenção periódica para troca dos respiradores;
 - Autonomia de uso compatível: baterias que permitam funcionamento por até 4 horas (recomendado pela ABNT 10898);
 - Apresentar sistema que permita inferir sobre integridade do sistema durante seu modo de espera;
 - Resistir a temperatura de 70°C por uma hora (recomendado pela ABNT 10898);
 - Contemplar dimensões de instalação e operação que atendam público alvo e também portador de necessidades especiais;
 - Possuir sistema de ejeção dos respiradores simples e a prova de falhas;
 - Informar a direção de fuga levando em conta o ponto focal durante o sinistro;
 - Equipamento de fácil identificação e associação com seu uso;
 - Raio de atuação que facilite o acesso as máscaras por parte dos usuários dentro do ambiente em que o produto busca atender;

5.2 CONVERSÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS EM REQUISITOS DE PROJETO

Segundo Back et al (2008) o momento em que se estabelecem as características do produto é a etapa de conversão dos requisitos do usuário em requisitos de projeto. Esta conversão é apresentada a seguir através da Tabela 5.

Tabela 5 - Conversão dos requisitos dos usuários em requisitos de projeto

REQUISITOS DOS USUÁRIOS	REQUISITOS DE PROJETO
Apresentar baixa complexidade de operação;	Sistema de ejeção intuitivo e de fácil operação
Detectar presença de fumaça e/ou ocorrência de situação de risco;	Detectores de fumaça;
Sinalizar visualmente a situação de risco;	Alarme visual por meio de iluminação piscante e com cores que caracterizem emergência;
Permitir manutenção periódica para troca dos respiradores;	Abertura simplificada e fácil acesso ao interior do sistema;
	Sistema de refil para os respiradores;
Autonomia de uso compatível: baterias que permitam funcionamento por até 4 horas	Dimensionamento efetivo da iluminação e das baterias;
Resistir a temperatura de 70°C por uma hora	Materiais resistentes ao calor;
Contemplar dimensões de instalação e operação que atendam público alvo e também portadores de necessidades especiais	Altura de instalação que permita uso por indivíduos com a estatura característica de 10 anos de idade e também por cadeirantes;
Possuir sistema de ejeção dos respiradores simples e a prova de falhas	Sistema mecânico e simples;
Informar a direção de fuga levando em conta o ponto focal durante o sinistro	Iluminação direcional em nível do solo;
Equipamento de fácil identificação e associação com seu uso	Aparência de equipamento de segurança;
Raio de atuação e quantidade suficientes de unidades de respiradores;	Quantidade de máscaras com margem de 10% a mais que a população estipulada para o local;
	Atender a um raio de atuação de 10 a 15 metros;

FONTE: Autor (2013)

5.3 PRIORIZAÇÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS (QFD)

A ferramenta *Quality Function Deployment* (QFD) é utilizada para priorizar as necessidades dos usuários em requisitos de projeto. A qualidade é desdobrada em funções que primam os objetivos do desenvolvimento do produto, tendo sido desenvolvida por Shigeru Mizuno e Yoji Akao, sendo amplamente utilizada em diversos setores industriais, em especial no setor automobilístico para o qual fora projetada inicialmente. Consiste em uma matriz que relaciona requisitos do usuário com requisitos técnicos para o projeto, estabelecendo graus de importância, comparação com os concorrentes e gerando qualidade para o projeto (ROZENFELD, 2006).

Como resultado dos requisitos sintetizados pelo QFD, elenca-se os requisitos do projeto, os quais irão pautar o desenvolvimento das etapas projetuais posteriores de forma a obter um produto adequado com as necessidades dos usuários. Os requisitos estão ordenados conforme a porcentagem de importância que receberam

através do QFD, enquanto a matriz completa pode ser analisada no Apêndice A deste projeto.

- Abertura simplificada e fácil acesso ao interior do sistema;
- Sistema de refil para os respiradores;
- Sistema de ejeção intuitivo e de fácil operação
- Alarme visual por meio de iluminação com movimento e cores que caracterizem emergência;
- Dimensionamento efetivo da iluminação e das baterias;
- Sistema de ejeção mecânico e simples;
- Altura de instalação que permita uso por indivíduos com a estatura característica de 10 anos de idade e também por cadeirantes;
- Iluminação direcional em nível do solo;
- Quantidade de máscaras com margem de 10% a mais que a população estipulada para o local;
- Atender a um raio de atuação de 10 a 15 metros;
- Aparência de equipamento de segurança;
- Materiais resistentes ao calor;
- Detectores de fumaça.

6 CONCEITO DO PRODUTO

6.1 CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

O projeto contemplará o desenvolvimento de um produto que integre respiradores de uso individual com periféricos cujos objetivos sejam uma eficaz distribuição das unidades de respiradores pelo ambiente e também sistemas de detecção e comunicação da emergência. Para se atingir os resultados esperados, o produto poderá incorporar novas tecnologias para os sistemas de iluminação, detecção e comunicação, aprimorando e incrementando os métodos já em utilização para estas tarefas.

Como projeção, acredita-se que o sistema consistirá de três módulos distintos:

- Módulo de respiração: equipamento individual de filtração/respiração;
- Módulo dispensador: responsável por agrupar e dispensar os módulos de respiração além de incorporar sistema de comunicação;
- Módulo de detecção: responsável pela detecção da emergência.

O produto deverá apresentar formas anatômicas e simplicidade de operação e manutenção, além de se manter alinhado às normas existentes no que diz respeito a questões técnicas como vida útil, potência de iluminação, cores, capacidade de detecção e nível de proteção efetiva.

6.2 FUNÇÕES DO PRODUTO

O produto deverá primeiramente estar apto a identificar situações de emergência com a presença de fogo e fumaça para efetivamente sinalizar aos usuários do ambiente que este se encontra em uma área de risco iminente e que deve executar a fuga. Em um segundo momento o produto deve dispensar, de forma ágil e simples, respiradores de uso individual com baixa complexidade de operação. Por fim, deve indicar a direção das saídas de emergência mais próxima.

Portanto, o produto deve assumir as funções de detecção de incêndio, comunicação da emergência e proteção individual, integrando assim uma nova solução (no que diz respeito evitar a intoxicação por gases) aos sistemas de detecção e alarme existentes.

6.3 DESEMPENHO DO PRODUTO

O produto deverá fornecer ao usuário maiores chances de efetuar fuga de uma situação de risco. Como os outros sistemas existentes, o equipamento deverá observar um funcionamento no modo de espera em tempo integral, além de possuir características que permitam a manutenção desta funcionalidade após instalado. Um dos pontos a serem explorados no projeto é a otimização do desempenho de todos os módulos do produto, de forma a maximizar os resultados definidos e esperados para o sistema.

6.4 DEFINIÇÃO DOS USUÁRIOS DO PRODUTO

A definição do público alvo para o produto buscou balizar-se no empirismo que aplicar a solução do problema para o cenário mais crítico passível de observação geraria a solução para outros cenários. Esta ideia foi reforçada nas entrevistas realizadas com profissionais que foram questionados sobre qual seria o uso definido pela Tabela 1 da NBR 9077, que versa sobre as edificações e suas ocupações, que se definiria como cenário crítico. Para estes profissionais o uso F-6, definido por locais de reunião de público como “boates e clubes noturnos em geral, salões de baile, restaurantes dançantes, clubes sociais e assemelhados”. Corroborar para esta escolha a afirmação de Moncada (2005), quanto a um sensível declínio na capaci-

dade de efetivação de fuga em casas noturnas, pela presença de efeitos do álcool, drogas, luzes fortes intermitentes e som alto.

Neste íterim, não se pode inferir sobre muitas características do usuário, tendo em vista que o público que utiliza edificações sob aquela ocupação não pode simplesmente ser estratificado em vista da abrangência da definição de locais de reunião de público. Desta forma, e tendo em vista Back et al (2008) no que diz respeito a classificar usuários em internos, intermediários e externos, tem-se:

- Usuários internos: população adulta em geral, cuja faixa etária permeia 18 aos 70 anos;
- Usuários intermediários: técnicos executores da instalação e manutenção do produto;
- Usuários externos: bombeiro e/ou profissionais de combate a incêndio responsáveis pela fiscalização da correta execução e funcionamento do produto.

Do ponto de vista psicológico e fisiológico, é importante ressaltar que os usuários internos estarão sob ação dos efeitos do calor e fumaça e de todas as implicações que isto acarreta tais como baixa visibilidade, pânico, lacrimejamento, tosse, sufocação.

6.5 CONCEITUAÇÃO DO PRODUTO

Como síntese a toda pesquisa realizada até aqui e em resposta às próximas etapas de projeto, faz-se necessário uma conclusão geral que conceitue as características do produto. Segundo Back et al (2008) pode-se aqui descrever as características necessárias do produto, de seu funcionamento e de seus mecanismos.

Seguindo essa metodologia e retomando o capítulo de especificações técnicas que apresentava a projeção de três módulos distintos para o produto, aprofunda-se a conceituação de forma a sintetizá-lo conceitualmente.

6.5.1 MÓDULO DE RESPIRAÇÃO:

Respirador por filtragem do tipo semi facial com filtro de carvão ativado do tipo PFF2 substituível. Por ser o elemento que mais sofre por ação do tempo e para

minimizar os gastos com manutenção optou-se pela possibilidade de substituição do filtro, de forma que a estrutura da máscara (cuja vida útil em modo de espera é maior) possa ser reaproveitada quando em modo de espera. As características deste polímero devem incluir uma boa resistência à temperatura e baixa permeabilidade de partículas. O respirador ficará acondicionado em uma embalagem de fácil abertura com sistema modular que funcionará como refis de alimentação dos dispensadores e também conservará o respirador do contato com a atmosfera até o momento do seu uso. Por fim, quanto a dimensões elas deverão estar alinhadas a padrões ergonômicos definidos em bibliografia para atender às características do público alvo.

6.5.2 MÓDULO DISPENSADOR:

Dispensador de respiradores com mecanismo manual e de funcionamento mecânico simples, que evite falhas na operação. Deverá apresentar-se com formato e cores que comuniquem de forma intuitiva seu funcionamento. Para facilitar sua manutenção deve apresentar sistema de abertura simples com fácil acesso ao seu interior e permitir a troca dos refis de respiradores de modo ágil e com baixa complexidade. No que diz respeito à comunicação, pode-se fazer por meio de retro iluminação, de forma a gerar um ponto focal no dispensador. Estipula-se aqui uma luz de cor neutra para o modo de espera e uma cor vibrante para quando do sinistro deflagrado.

Cada dispensador poderá atender um raio de atuação condizente a capacidade de deslocamento da vítima. Suas dimensões devem comportar uma quantidade efetivas de máscaras para a população do ambiente. Para o cálculo da quantidade de máscaras, no caso do uso estipulado anteriormente (F-6) e segundo a Tabela 5 da NBR 9077, estipulam-se duas pessoas por m^2 de área construída. Aliando este número a norma náutica que infere que a quantidade de coletes salva vidas em uma embarcação deve ser 10% maior que a lotação desta, acredita-se que se fazem necessárias 2,2 máscaras por m^2 .

Por fim, o dispensador deverá contar com sistema de lacre que permita inferir sobre sua inviolabilidade em estado de espera assim como as datas de manutenção programadas para ele.

6.5.3 MÓDULO DE DETECÇÃO:

O módulo de detecção não pode ser incorporado ao dispensador em vista de que não estaria disposto de forma indicada em normatização, ou seja, no teto. Observando o comportamento da fumaça é obvio inferir que um detector de fumaça deve estar localizado junto ao teto do ambiente para que seu funcionamento seja mais efetivo. Desta forma, o produto pode contar com detectores com comunicação via *wi-fi* ou mesmo via cabeamento para com o dispensador, ou mesmo integrar-se com o sistema de detecção existente.

6.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Observando-se todos os dados e conclusões até aqui tomadas, faz-se necessário inferir sobre alguns pontos para alinhar a próxima etapa do projeto. Primeiramente, sobre o desenvolvimento dos módulos, escolhe-se abordar como foco principal os módulos de respiração e dispensador, por se entender que ambos coexistem e se complementam. Por questões técnicas e pela carência de tempo, este projeto não contempla o redesenho da máscara, adotando como base referencial o modelo de máscara industrial com filtro do tipo PFF2. Esta escolha deve-se ao custo reduzido e as dimensões que vem ao encontro das necessidades do projeto. O módulo de detecção, por se tratar de um terceiro elemento, será abordado como complementar e não será trabalhado como parte integrante do produto, mas sim um elemento adicional.

Outro ponto importante a ressaltar é que o produto final deve se apresentar como um produto cujas características como preço, sistemas de operação e funcionamento o tornem uma alternativa aos produtos existentes no mercado.

Por fim, todas as decisões inerentes às características funcionais serão avaliadas de um ponto de vista técnico, com uso de metodologias específicas para que os resultados atendam as situações singulares do ambiente crítico e como elas atuam sobre a vítima.

6.7 REFERENCIAS ESTILO

Baxter (2000) defende a execução de três painéis visuais que tem como objetivo nortear a criação e inserir o projeto em um contexto específico, de forma a alinhar as expectativas e necessidades do usuário para com o produto final. Estes painéis servem como referencia para a geração de alternativas.

6.7.1 PAINEL ESTILO DE VIDA

Para Baxter (2000) este painel deve retratar valores pessoais além de representar o estilo de vida do usuário do produto. Para este projeto, este painel adquire contornos característicos de casas noturnas e de público jovem, observando a questão da presença de luzes, do som, da agitação e dos sentidos alterados em vista de uso de álcool e outras substancias. Denotam-se conceitos como movimento, visão alterada, e descontração. Na Figura 15 tem-se o resultado deste painel.

Figura 15 - Painel Estilo de Vida



FONTE: Autor (2013)

6.7.2 PAINEL EXPRESSÃO DO PRODUTO

Este painel surge com o objetivo de encontrar uma linguagem para o produto. Segundo Baxter (2000) este painel busca uma expressão dos valores culturais e emocionais do produto e tenta se relacionar ao estilo de vida dos usuários. Buscaram-se então imagens que transmitissem conceitos de robustez, segurança, durabi-

lidade, facilidade de operação entre outros. A Figura 16 traz algumas possibilidades destes conceitos.

Figura 16 - Painel Expressão do Produto

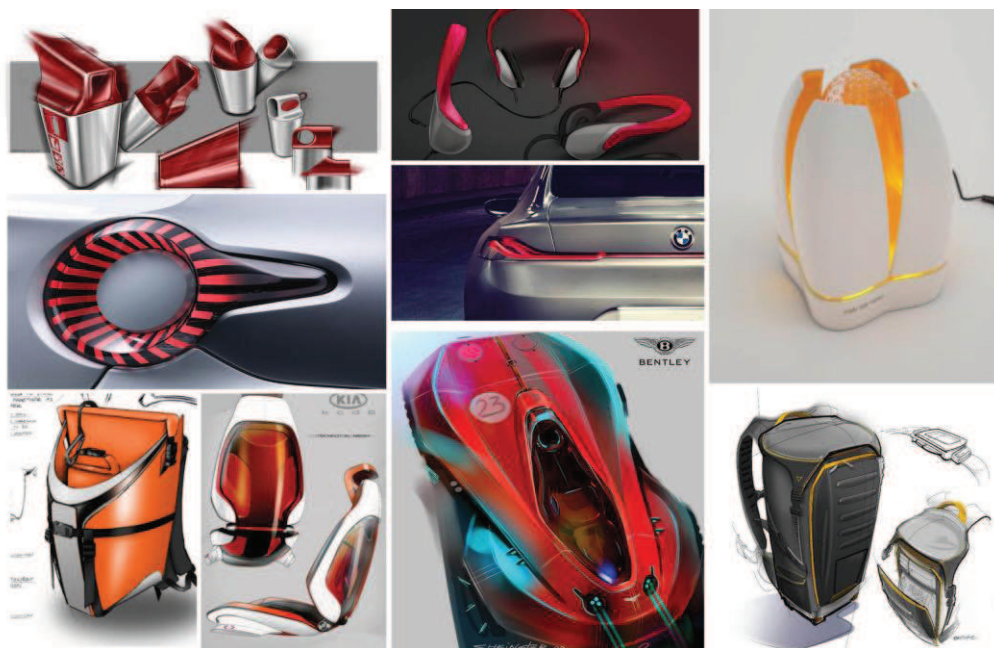


FONTE: Autor (2013)

6.7.3 PAINEL TEMA VISUAL

Por fim, este painel tem como objetivo agrupar referenciais estético formais baseando-se em produtos existentes que não necessariamente executem a mesma função do projetado neste trabalho. Baxter (2000) afirma que estas fontes visuais servem de inspiração para o novo produto, podendo ser adaptados, combinados ou refinados gerando assim o estilo do novo produto. Na Figura 17 pode-se ver o painel.

Figura 17 - Painel Tema Visual



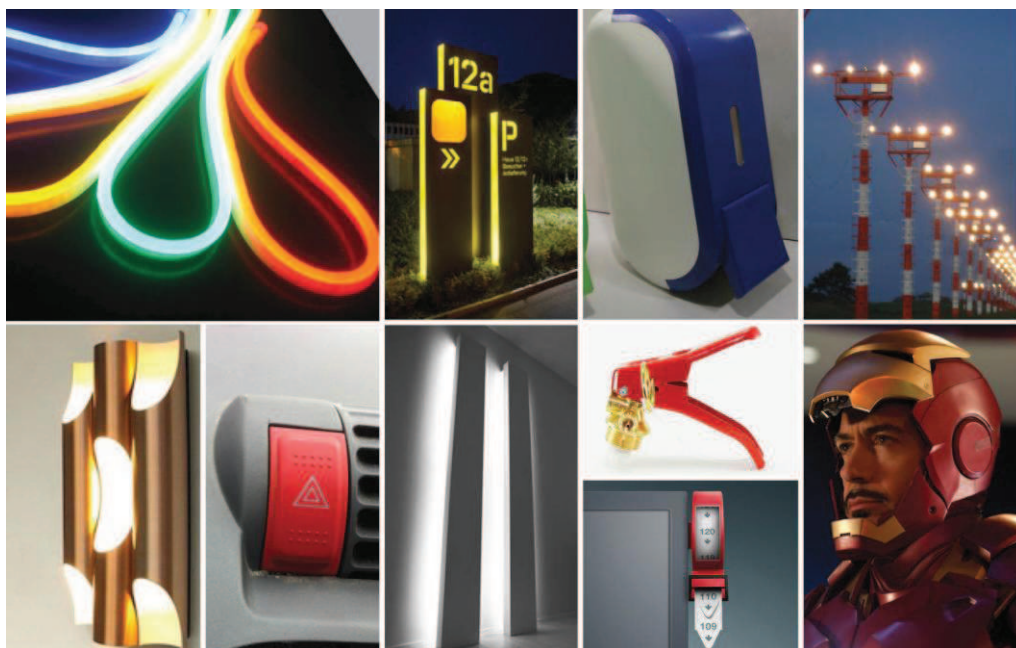
FONTE: Autor (2013)

6.7.4 REFERENCIAS DE TECNOLOGIA

Tendo em vista que este projeto objetiva identificar necessidades não atendidas pelos atuais sistemas de antipânico e emergência e sintetizar um novo produto que atenda esta demanda, fez-se necessário, além dos painéis de referencial estético, formal e de estilo de vida sugeridos por BAXTER (2000), um quarto painel que agrupasse de forma visual tecnologias e sistemas que se apresentem como potenciais soluções para as necessidades de projeto.

Back (2008) defende que a ideia do produto pode ser apresentada de várias formas: descrição das características necessárias, descrição funcional, descrição dos seus princípios de funcionamento ou uma combinação das anteriores de forma textual, gráfica ou ambas. A Figura 18 sintetiza este painel.

Figura 18 - Referencias de Tecnologia



FONTE: Autor (2013)

7 PROJETO CONCEITUAL

7.1 DECOMPOSIÇÃO DO PROJETO EM SUBSISTEMAS

A geração de alternativas para o produto permeou dois momentos distintos. Primeiramente um desdobramento da questão técnica e funcional, tendo em vista a natureza complexa das questões técnicas envolvidas neste projeto, e sabendo que “muitos desafios de design são demasiadamente complexos de serem resolvidos como um único problema e podem, usualmente, ser divididos em diversos subsistemas” (ULRICH, EPPINGER *appud* HANSEN, 2012).

O projeto foi dividido em sistemas e subsistemas, gerando por fim uma árvore de decisões, que de forma estruturada e direta, direciona o projeto e otimiza a geração de alternativas funcionais. Em um segundo momento, mas não menos importante, deu-se vez as decisões da questão estéticas formais ou package. Objetivando criar uma interface produto usuários simples funcional e de grande resistência, esta etapa teve como ponto de partida o estudo antropométrico que, cruzando-se aos objetivos do produto, geraram um perfil inicial que foi o guia geral para a estrutura do produto, conforme apresentado no capítulo 7.1.4.

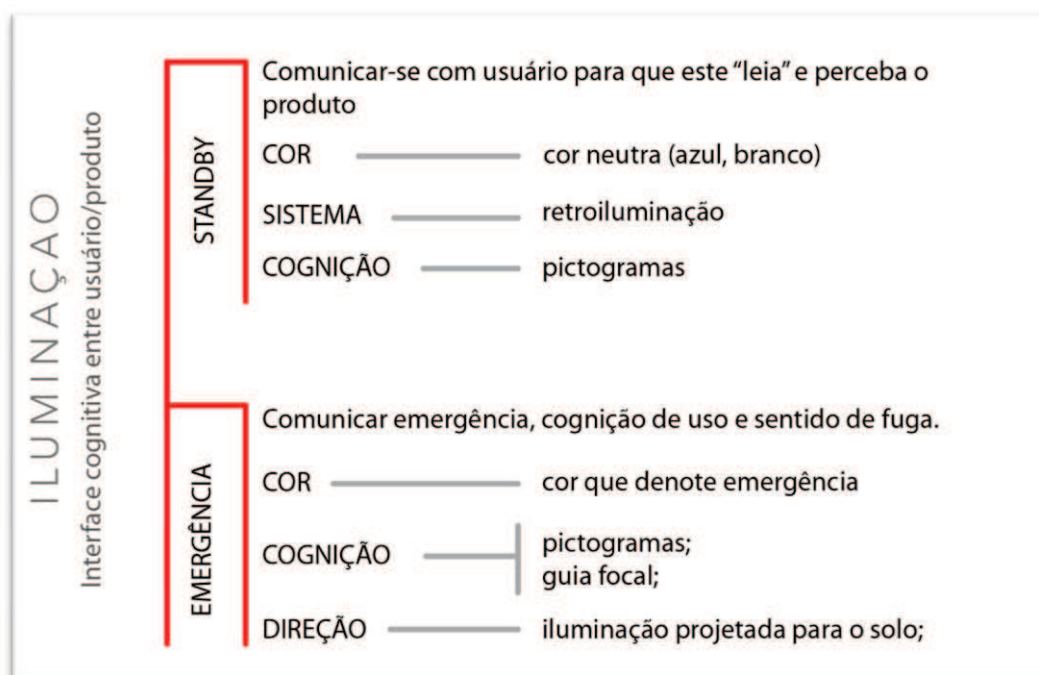
7.1.1 SISTEMA DE ILUMINAÇÃO

Tendo em vista as etapas anteriores de pesquisa é possível afirmar com segurança que um dos pontos chaves para o sucesso do projeto é o sistema de iluminação do produto. Além de atuar como luz de emergência propriamente dita, para quando da situação de emergência deflagrada, o sistema também deve atuar transmitindo informações visuais sobre a localização do produto no ambiente e também sobre seu funcionamento. Revendo os requisitos, listados a seguir:

- Detectar presença de fumaça e/ou ocorrência de situação de risco;
- Sinalizar visualmente a situação de risco;
- Autonomia de uso compatível: baterias que permitam funcionamento por até 4 horas (recomendado pela ABNT 10898);
- Informar a direção de fuga levando em conta o ponto focal durante o sinistro;
- Equipamento de fácil identificação e associação com seu uso;

Desta forma, o sistema de iluminação foi dividido em dois subsistemas que representam os dois modos de operação esperado para o dispensador. O modo de STANDBY ou modo de espera caracteriza-se pela cor neutra e pela retroiluminação, e seu objetivo é chamar a atenção do usuário para o produto de forma a gerar familiaridade com o dispensador e seu uso. Já o modo de EMERGÊNCIA objetiva alertar ao usuário sobre o risco eminente e o guiar para o correto uso do equipamento de forma a acessar as máscaras e efetivar a fuga, além da iluminação de auxílio a fuga voltada para o solo. A Figura 19 ilustra o desdobramento dos sistemas de iluminação.

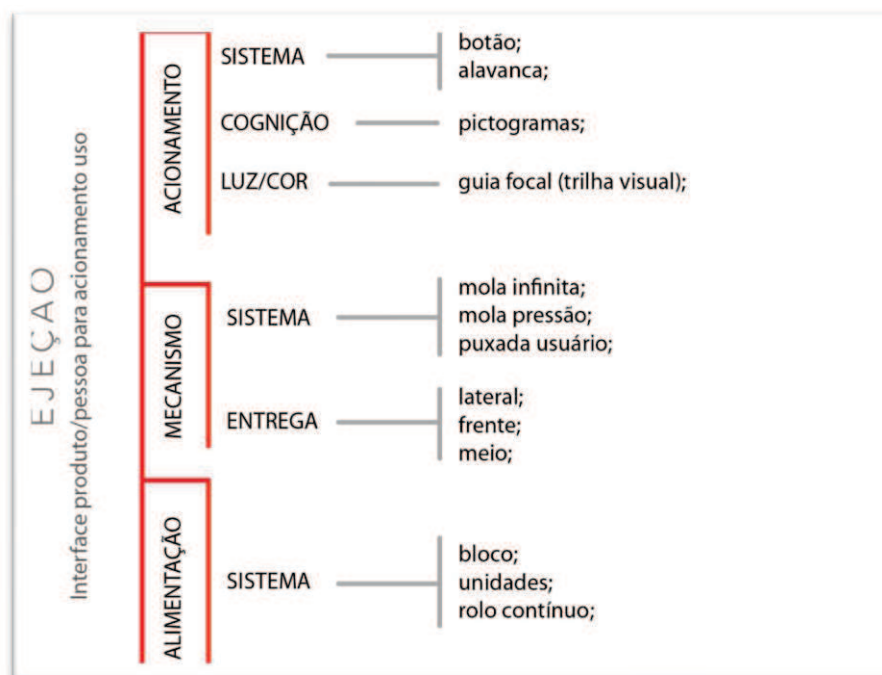
Figura 19 - Desdobramento Sistema de Iluminação



7.1.2 SISTEMA DE EJEÇÃO

Elemento de interação física entre o usuário interno e o produto, o sistema de ejeção engloba três níveis: acionamento, mecanismo, alimentação. A Figura 20 desdobra estes níveis e os aspectos que elas devem ser pensadas.

Figura 20 - Desdobramento Sistema Ejeção



FONTE: Autor (2013)

Norteando-se pelos requisitos dos usuários que dizem respeito elencados no capítulo 5 e compilados abaixo:

- Apresentar baixa complexidade de operação;
- Possuir sistema de ejeção dos respiradores simples e a prova de falhas;

Desta forma, as decisões para os três aspectos seguiram a premissa da simplicidade, excluindo de sua execução elementos como motores, sensores de presença ou mesmo mecanismos mecânicos com muitas etapas, reduzindo a complexidade do sistema e mantendo-o em uma constante preocupação de evitar falhas.

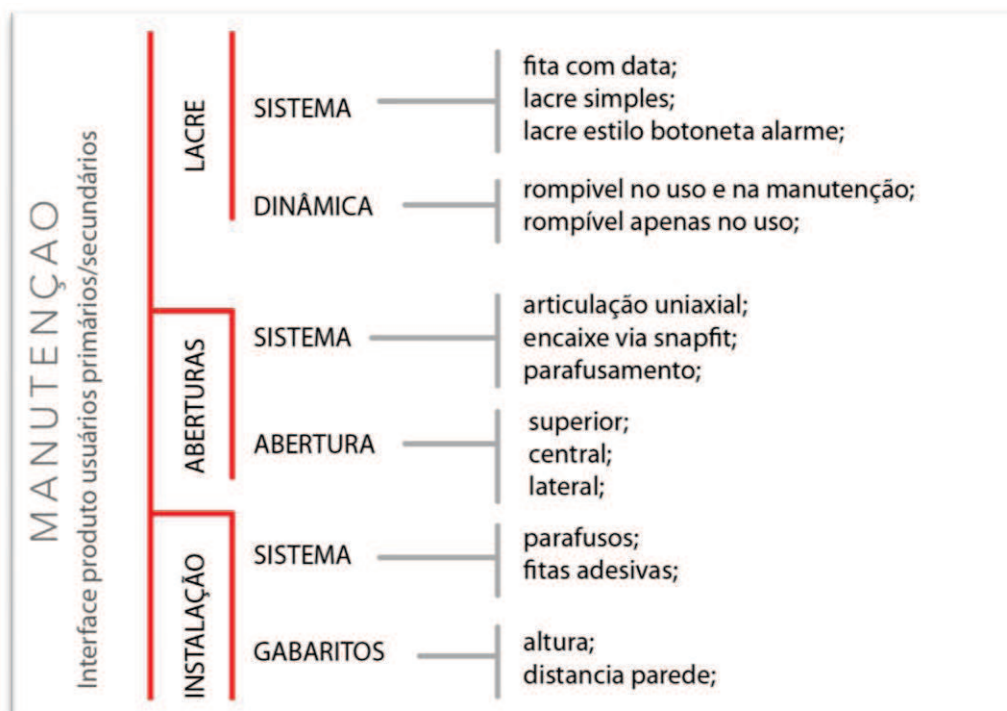
7.1.3 SISTEMA DE MANUTENÇÃO

Este sistema é voltado basicamente para usuários intermediários e externos, ou seja, instaladores e responsáveis pela manutenção e fiscalização do sistema. Por serem apontados por especialistas como os dois pontos mais críticos no que diz respeito ao atual cenário de prevenção de incêndio, é de suma importância que as decisões aqui tomadas se reflitam em processos de instalação e manutenção que sejam simples e funcionais, de forma a não serem mal executadas prejudicando o bom funcionamento do sistema. Dos requisitos que influenciam a criação deste sistema, temos:

- Permitir manutenção periódica para troca dos respiradores;
- Apresentar sistema que permita inferir sobre integridade do sistema durante seu modo de espera;
- Raio de atuação que permita distribuição homogênea e efetiva das unidades de respiradores;

Por fim, a Figura 21 desdobra as decisões envolvidas no sistema.

Figura 21 - Desdobramento Sistema Manutenção



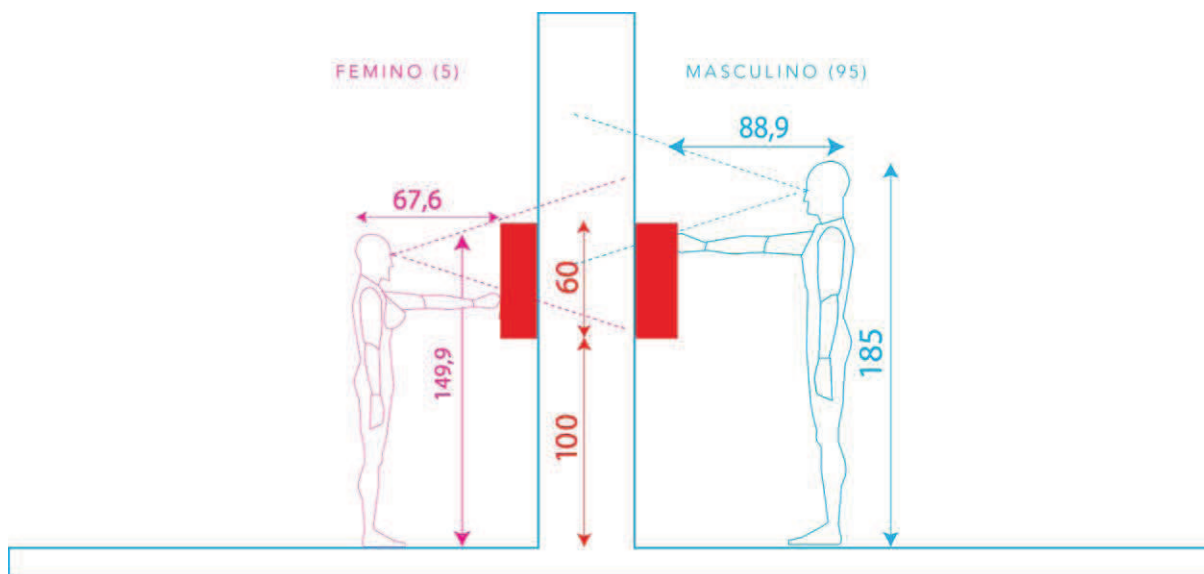
7.1.4 CARENAGEM

O desenvolvimento da carenagem fez-se paralelamente a estrutura, tendo em vista que a forma externa tem liberdades dimensionais e formais que permitem uma grande variação de conceitos. Por ser o elemento que une e em alguns momentos define formalmente os outros três sistemas, é essencial que se tenha em mente os conceitos já definidos para cada um deles. É importante também rever os requisitos de usuários e atentar para os que se repetem dos outros sistemas:

- Apresentar baixa complexidade de operação;
- Sinalizar visualmente a situação de risco;
- Permitir manutenção periódica para troca dos respiradores;
- Apresentar sistema que permita inferir sobre integridade do sistema durante seu modo de espera;
- Resistir a temperatura de 70°C por uma hora (recomendado pela ABNT 10898);
- Contemplar dimensões de instalação e operação que atendam público alvo e também portadores de necessidades especiais;
- Possuir sistema de ejeção dos respiradores simples e a prova de falhas;
- Informar a direção de fuga levando em conta o ponto focal durante o sinistro;
- Equipamento de fácil identificação e associação com seu uso;
- Raio de atuação que permita distribuição homogênea e efetiva das unidades de respiradores;

Visto isto, o ponto de partida para o desenho externo foi um estudo antropométrico com dados extraído da obra de Júlio Panero e Maritin Zelnick (*As dimensões humanas em espaços internos*, 1996). Utilizando-se de percentil extremo inferior feminino (5) e extremo superior masculino (95), o resultado é o apresentado na Figura 22.

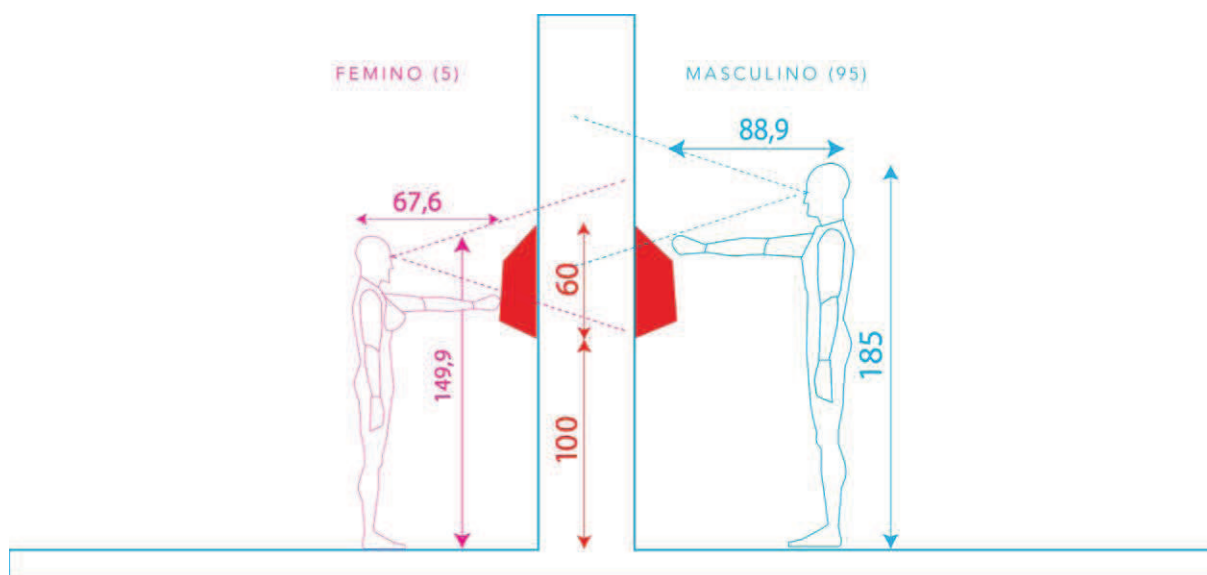
Figura 22 - Estudo Antropométrico



FONTE: Autor (2013)

Objetivando maximizar questões como a projeção da iluminação voltada para o solo e a visibilidade da parte frontal do dispensador, o redesenho do perfil adquiriu o formato apresentado na Figura 23, sendo considerado um requisito de forma a ser seguido.

Figura 23 - Ajustes no perfil produto em vista do estudo antropométrico



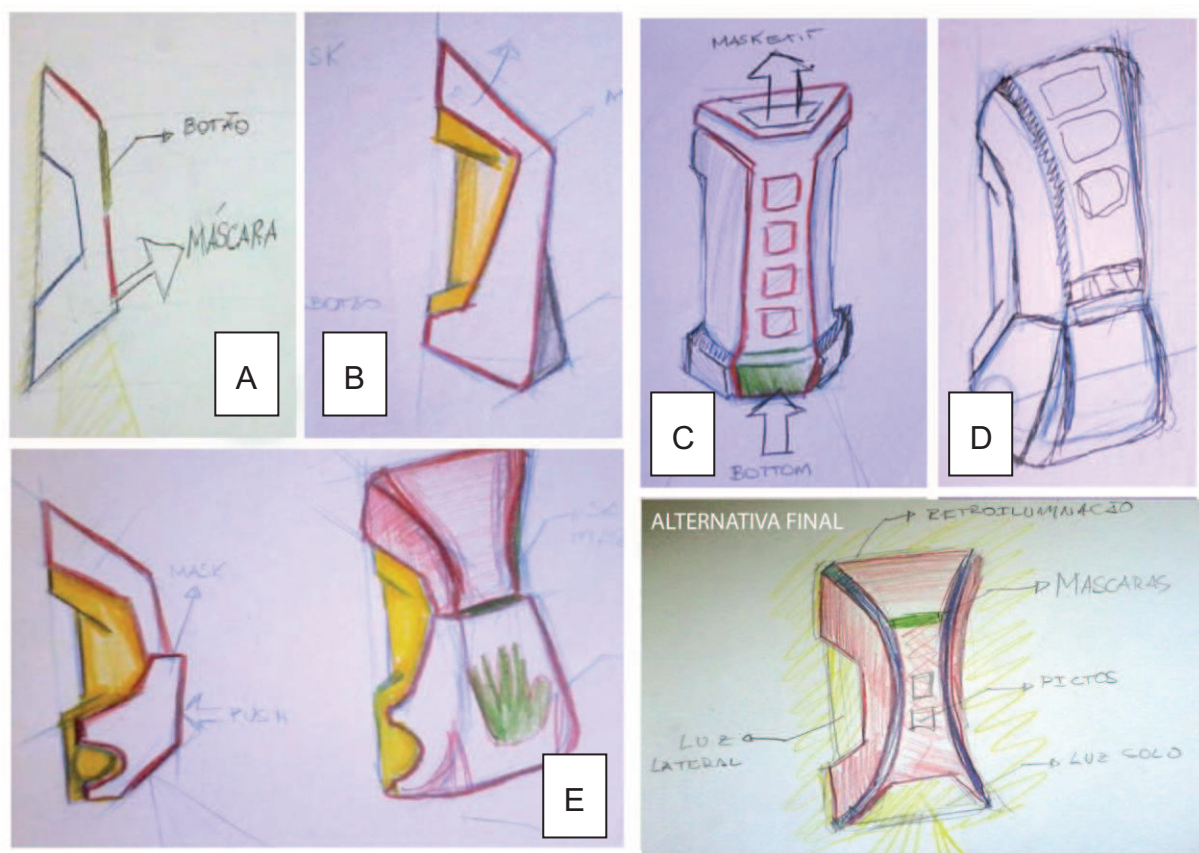
FONTE: Autor (2013)

Após isto e fazendo uso dos painéis desenvolvidos nos capítulos anteriores, partiu-se para a prancheta de desenho com objetivo de desenvolver uma carenagem que agrupasse e imprimisse funcionalidade aos sistemas previamente definidos.

As propostas buscaram sempre aliar robustez a uma interface amigável. Definiu-se que a saída da máscara seria mais eficiente se colocada frontalmente na parte superior do dispensador, sendo ponto mais acessível física e visualmente. As propostas D e E apresentam carenagem com mais de duas peças móveis e sua complexidade foi preterida para carenagens de apenas uma parte como A, B e C. A existência do botão está vinculada as propostas de funcionamento, porém em todas as carenagens sua existência é possível, sempre alocada na parte frontal. A Figura 24 apresenta as várias opções desenvolvidas e apresenta a alternativa final para a carenagem.

Esta alternativa mantém o perfil, com ângulos mais suaves e fundo maior que a parte frontal, além de trilhos luminosos na frente, iluminação lateral e fechamento traseiro em material que permita que a luz se propague para a parede, retroiluminando o dispensador.

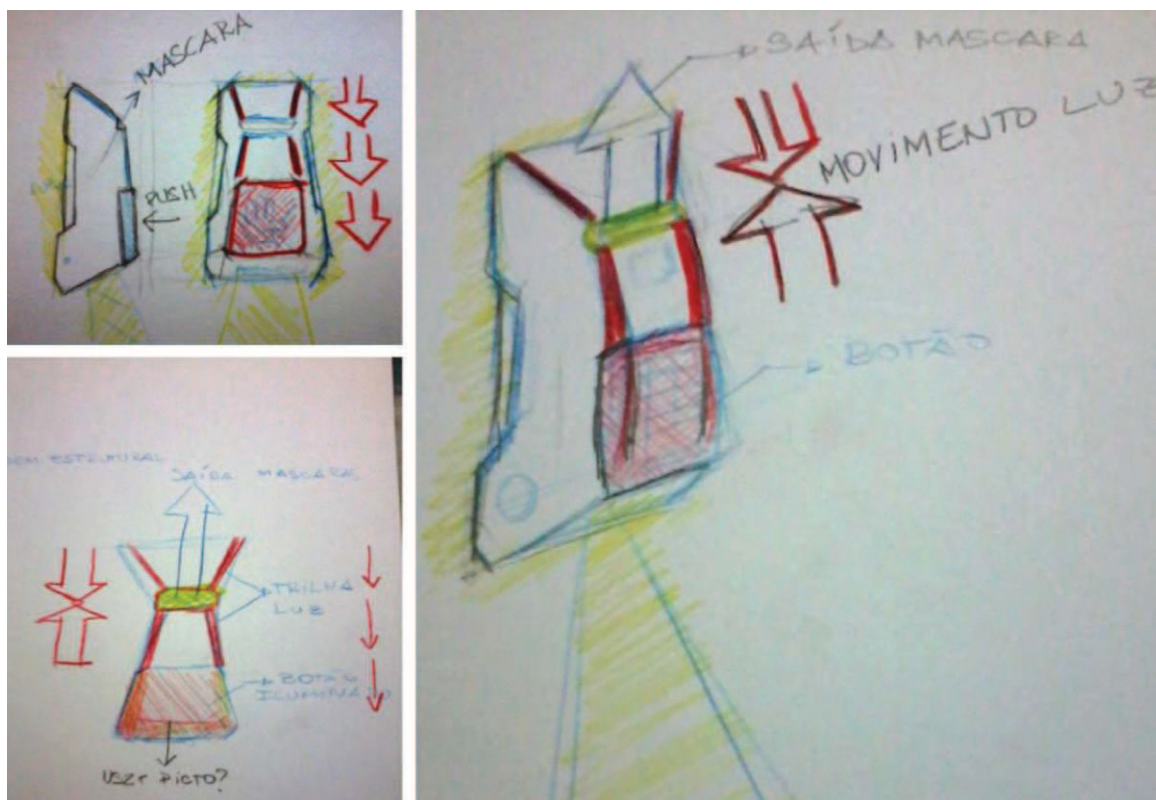
Figura 24 - Estudos de carenagem



FONTE: Autor (2013)

Dentro desta etapa também se desenvolveu o conceito de iluminação com objetivo de direcionar e guiar o usuário para o uso do equipamento. A Figura 25 ilustra este conceito.

Figura 25 - Estudo do conceito de iluminação gerando ponto focal



FONTE: Autor (2013)

Com estes elementos definidos e desenvolveram-se então várias linhas de raciocínio para o projeto, que se estruturaram em três conceitos distintos, gerando assim as alternativas do produto apresentadas no capítulo 7.2.

7.1.5 SELEÇÃO CORES

A seleção das cores tanto no âmbito da iluminação quanto as aplicadas aos elementos do produto, são essenciais para reforçarem as mensagens que devem ser comunicadas por este. Segundo AMBROSE e HARRIS (2005) a cor é a forma não verbal mais imediata de comunicação, pois reagimos naturalmente às cores, e de suas mensagens subjetivas como, por exemplo, normas culturais de uso e as reações emocionais que elas provocam.

Dentro do contexto deste projeto e das questões legais que envolvem projetos de iluminação e sinalização para situações de emergência, optou-se por adotar as normatizações existentes para tal. Conforme visto no capítulo 2.3 deste, sabe-se que Seito (2005) defende que em situações ou ambientes turvos pela presença de fumaça, existe uma composição de cores nas quais a transmissão de informações para o cérebro é mais rápida: branco e verde ou branco e azul para a sinalização de rotas de evacuação. Ainda segundo ele, o fundo vermelho para sinalização das rotas de evacuação não é aconselhado. No Brasil, a NBR 13434 é a norma vigente que dita às regras no que diz respeito Sinalização de Segurança contra Incêndio e Pânico e suas formas, dimensões e cores. Segundo esta norma, que está referenciada na NBR 7195:1995, que versa sobre Cores para Segurança, temos as seguintes condições:

3.1.1 Vermelha:

3.1.1.1 É a cor empregada para identifica e distinguir equipamentos de proteção e combate a incêndio, e sua localização, inclusive portas de saída de emergência. Os acessórios destes equipamentos, como válvulas, registros, filtros etc. devem ser identificados na cor amarela.

3.1.2 Alaranjada:

É a cor empregada para indicar "perigo". É utilizada por exemplo (...) em equipamentos de salvamento aquático, como bóias, coletes salva-vidas, flutuadores e similares.

3.1.3 Amarelo:

Indicada para indicar "cuidado!"

3.1.4 Verde:

É a cor empregada para indicar "segurança". É utilizada por exemplo (...) caixas contendo equipamentos de proteção individual.

3.1.5 Azul:

É a cor empregada para indicar uma ação obrigatória.

3.1.6 Branca:

É a cor empregada para indicar "perigo". É utilizada por exemplo (...) áreas em torno dos equipamentos de socorro e emergência, além de ser uma cor de contraste. (NBR 7195:1995, pagina 2 e 3)

Estas cores serão utilizadas em todos os aspectos do projeto, da carenagem, passando pela iluminação e estendendo-se aos envelopes das máscaras, de forma a atender e alinhar a questão visual as normas, o que supre a necessidade de testes que comprovem a efetividade da seleção das cores. A Tabela 6 traz as cores e suas variações nos diferentes padrões cromáticos existentes.

Tabela 6 - Padrões cromáticos e suas variações

Cor	Referência Pantone	Padrão CMYK	Padrão RGB
Alaranjada	152	C:00 M:51 Y:100 K:0	R:234 G:138 B:24
Amarelada	100	C:00 M:8,5 Y:91 K:0	R:252 G:228 B:9
Azul	299	C:87 M:18,5 Y:0 K:0	R:0 G:132 B:202
Branca	W	C:0 M:0 Y:0 K:0	R:255 G:255 B:255
Preta	Preta	C:0 M:0 Y:0 K:100	R:31 G:26 B:23
Rosa intenso	198	C:0 M:79 Y:34 K:0	R:228 G: 89 B:112
Verde	361	C:76 M:0 Y:91 K:0	R:0 G:165 B:77
Vermelha	485	C:00 M:100 Y:91 K:0	R:219 G:138 B:24
Alaranjada	2,5 YR 6/14	C:00 M:100 Y:91 K:0	R:234 G:43 B:38

FONTE: NBR 7500 (2003)

7.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE FUNCIONAMENTO

7.2.1 ALTERNATIVA 1

Alternativa que prevê dois modos distintos de funcionamento, a saber:

- **STANDBY:** modo de espera, com retroiluminação e luzes frontais de baixa intensidade e contínuas. Objetivando fazer o produto ser identificado pelo usuário.
- **EMERGÊNCIA DEFLAGRADA:** modo de distribuição de máscaras. A ejeção das máscaras se faz via acionamento do botão, de forma que são dois momentos distintos para que a máscara seja entregue. Faz-se necessário pressionar o botão para ejetar a máscara e retirar a máscara do bocal. As luzes frontais operam de forma a indicar qual procedimento executar: direcionando para o botão até que este seja pressionado e ejetar a máscara e para a saída da máscara até que esta seja retirada. Uma vez a máscara retirada, as luzes voltam a apontar para o botão para que se repita o processo.

A saída das máscaras fica na parte superior enquanto o botão na parte inferior do dispensador. Sistema de distribuição do tipo “pega senha” com refil estilo rolo. Laser de linha na cor verde, locada na parte inferior e ativado no segundo modo com objetivo de atrair a atenção do usuário para a existência do dispensador.

7.2.2 ALTERNATIVA 2

Alternativa que prevê dois modos distintos de funcionamento, a saber:

- **STANDBY:** modo de espera, com retroiluminação e luzes frontais de baixa intensidade e contínuas. Objetivando fazer o produto ser identificado pelo usuário.
- **EMERGÊNCIA DEFLAGRADA:** modo de distribuição de máscaras efetivo, com ejeção via puxada manual. Quando o disparo da emergência acontece, a primeira máscara é ejetada via disparo eletrônico, sendo que as luzes frontais passam a operar indicando bocal de ejeção. Não existe botão de ativação.

A saída das máscaras fica na parte superior do dispensador. Sistema de distribuição do tipo “pega senha” com refil estilo rolo. Laser de linha na cor verde, locada na parte inferior e ativado no segundo modo com objetivo de atrair a atenção do usuário para a existência do dispensador.

Esta alternativa utiliza-se de mecanismo eletrônico para ativação, consistindo basicamente em um sistema eletrônico que, uma vez identificada fumaça pelos sensores externos, dispara motores de um quarto de volta que ejetam a primeira máscara. Esta característica pode ser questionada quanto à complexidade do mecanismo. Porém pesa a seu favor o fato de simplificar a operação a apenas um movimento.

7.2.3 ALTERNATIVA 3

Alternativa que prevê três modos distintos de funcionamento, a saber:

- **STANDBY:** modo de espera, com retroiluminação e luzes frontais de baixa intensidade e contínuas. Objetiva fazer o produto ser identificado pelo usuário.

- EMERGÊNCIA EMINENTE: modo de operação que objetiva o acionamento do botão de forma a iniciar a ejeção das máscaras. Luzes frontais operam indicando o botão.
- EMERGÊNCIA DEFLAGRADA: modo de distribuição de máscaras efetiva. Uma vez disparada no modo anterior à distribuição das máscaras se diretamente puxando a máscara. Luzes frontais trabalham indicando a saída das máscaras.

A saída das máscaras fica na parte superior enquanto o botão na parte inferior do dispensador. Sistema de distribuição do tipo “pega senha” com refil estilo rolo. Laser de linha na cor verde, locada na parte inferior e ativado no segundo modo com objetivo de atrair a atenção do usuário para a existência do dispensador.

7.3 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

Para avaliar comparativamente as alternativas geradas, tanto no que diz respeito às decisões técnicas, foi empregada a ferramenta proposta por Baxter (2000), determinando assim a adequação de cada proposta aos objetivos elencados nas etapas anteriores do projeto. Segundo Rozenfeld (2006), uma das maneiras mais usuais para a avaliação de várias alternativas de concepção geradas é utilizando-se uma matriz, na qual as alternativas e os critérios de avaliação são colocadas na primeira linha e primeira coluna, respectivamente.

Os critérios de avaliação podem ser algumas ou todas as especificações-meta. Para gerar uma hierarquização e futura escolha da alternativa final, foi feito uma matriz possibilitando o cruzamento das alternativas geradas com os requisitos dos usuários com seus respectivos pesos de importância dentro do projeto. Ela se baseia no pressuposto de que o projeto de produto deve englobar a confrontação de diversos conceitos ou concepções diferentes acerca dos mesmos, a fim de possibilitar seu desenvolvimento. Esta técnica possibilita a escolha do melhor conceito a ser adotado para o produto e é visível na Tabela 7.

Tabela 7 - Seleção de alternativas

REQUISITO	PESO	ALT. 1	ALT. 2	ALT. 3
Apresentar baixa complexidade de operação;	11	3	5	4
Detectar presença de fumaça e/ou ocorrência de situação de risco;	9	4	4	4
Sinalizar visualmente a situação de risco;	10	3	5	4
Permitir manutenção periódica para troca dos respiradores;	8	4	5	4
Autonomia de uso compatível: baterias que permitam funcionamento por até 4 horas	9	5	5	5
Resistir a temperatura de 70°C por uma hora	8	5	5	5
Contemplar dimensões de instalação e operação que atendam público alvo e também portadores de necessidades especiais	9	5	5	5
Possuir sistema de ejeção dos respiradores simples e a prova de falhas	10	3	4	4
Informar a direção de fuga levando em conta o ponto focal durante o sinistro	7	4	4	4
Equipamento de fácil identificação e associação com seu uso	10	4	4	4
Raio de atuação e quantidade suficientes de unidades de respiradores;	9	5	5	5
TOTAL	100	404	464	435

FONTE: Autor (2013)

7.3.1 VALIDAÇÃO DO CONCEITO DE LUZ GERANDO PONTO FOCAL

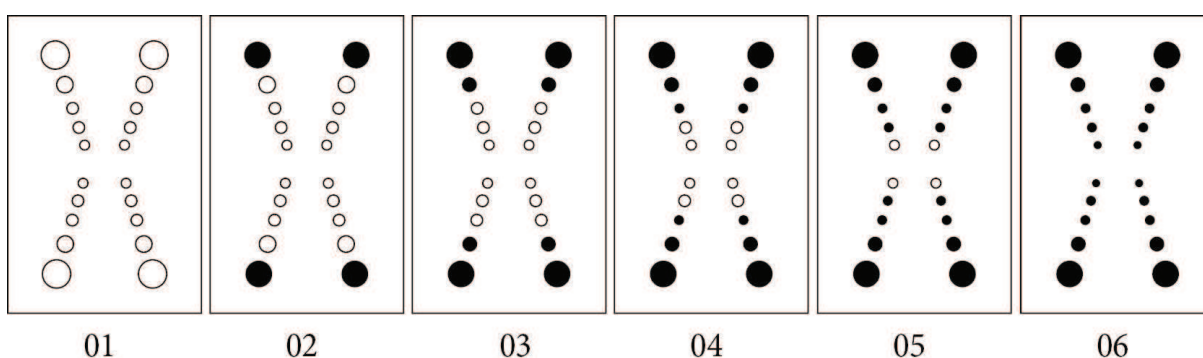
A essência das propostas de projeto refere-se ao conceito da iluminação operando como guia focal e direcionando a atenção do usuário de forma a gerar o uso correto do equipamento. Para validar esta ideia fez-se necessário um teste cujo objetivo foi averiguar a potencialidade de leitura e a capacidade de interpretação da interface usuário/sistema.

7.3.1.1 TESTE INTERPRETAÇÃO DO CONCEITO

Supondo a mensagem como sendo um determinado ponto espacial, e o meio de comunicação como sendo uma sequência luminosa reforçada por formas geométricas, elaborou-se um teste simples, onde círculos com variação de cor representam a variação luminosa e tentam comunicar uma determinada área da tela.

Primeiramente o entrevistado é apresentado ao teste e seu objetivo essencial, sendo na sequência submetido ao grupo de imagens que buscam de forma simplificada produzir o efeito da variação luminosa. Após visualizar as imagens do Teste A (Figura 26), faz-se o questionamento sobre qual área se pretende indicar com elas. Vale ressaltar que as imagens são exibidas uma a uma e na sequência, simulando movimento.

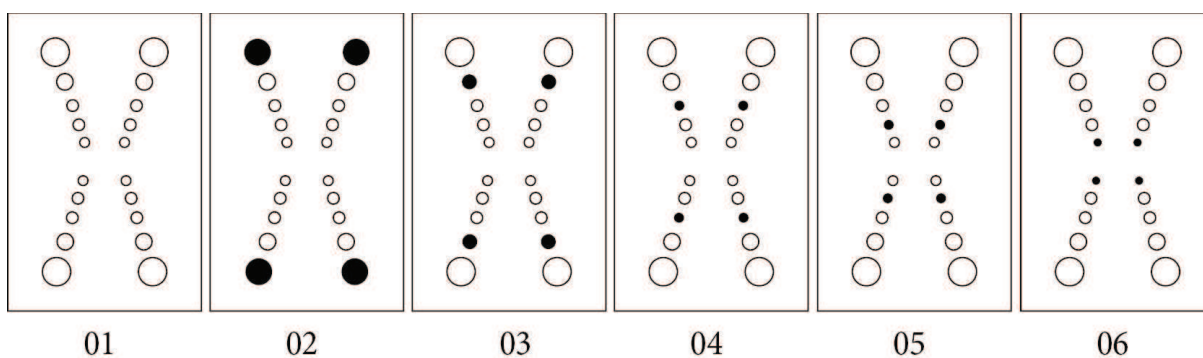
Figura 26 - Teste A



FONTE: Autor (2013)

Na sequência aplica-se o Teste B, apresentado na Figura 27.

Figura 27 - Teste B



FONTE: Autor (2013)

Por fim é questionado em qual dos testes foi mais fácil inferir sobre a área que o teste pretendia apontar. Os resultados são tabulados de forma direta: identi-

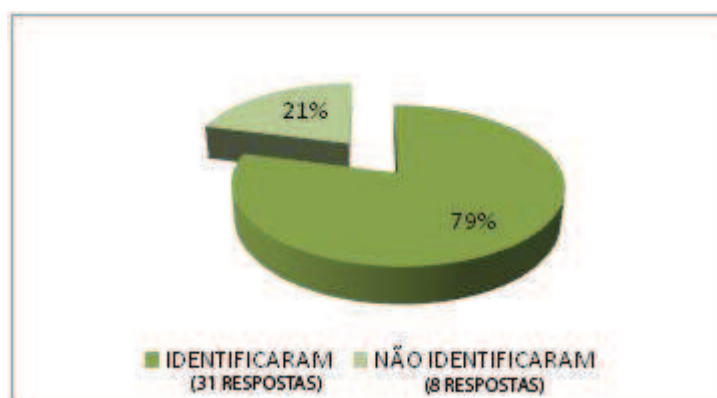
cou ou não a área e acredita que A ou B é mais eficiente. Espera-se destes testes afirmar a efetividade do conceito e também verificar se o acendimento linear ou pontual é o mais efetivo. Os resultados estão visíveis nas Figuras 28 a 30 e confirmam que o conceito desenvolvido para iluminação pode incorporado ao produto.

Figura 28 - Resultado Teste A



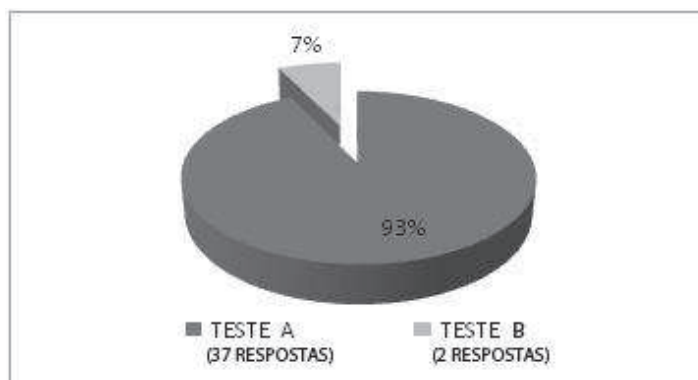
FONTE: Autor (2013)

Figura 29 - Resultado Teste B



FONTE: Autor (2013)

Figura 30 - Resultado sobre qual dos sistemas foi mais eficiente

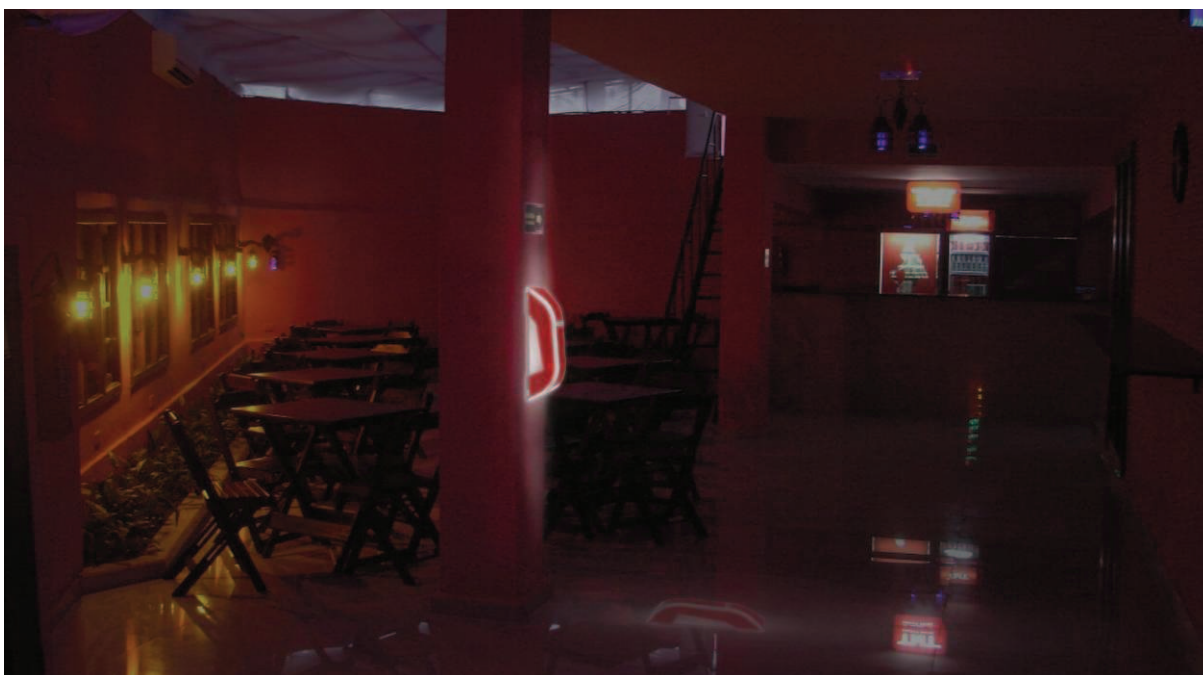


FONTE: Autor (2013)

8 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

Focado em evitar tragédias, o produto se apresenta sem similares no mercado e pode ser definido como uma unidade dispensadora de máscaras purificadoras com sistema de iluminação de emergência auxiliar integrado. A Figura 31 apresenta o produto em seu modo de espera.

Figura 31 - Simulação sistema em modo de espera



FONTE: Autor (2013)

Contando com 30 unidades de máscaras por dispensador, deve ser fixado em paredes ou colunas que se configuram como rotas de fuga em potencial, operando em modo de espera até que se deflagre uma emergência. Esta quantidade específica de máscaras leva em consideração as dimensões do equipamento e também um raio de dez metros de abrangência para cada dispensador. Este raio de

deslocamento inspira-se na NBR 12693 no que tange o alcance de extintores em áreas de grande risco e também vem para evitar aglomerações diante de um dispensador e distribuir mais homogêneo as máscaras pelo ambiente a que se pretende proteger.

O modo de espera caracteriza-se por uma retroiluminação de cor branca e também se faz presente à iluminação frontal. Desta forma o usuário consegue visualizar o produto e se familiarizar com seu formato. A Figura 32 apresenta a vista frontal do dispensador.

Figura 32 – Vista frontal dispensador



FONTE: Autor (2013)

Uma vez deflagrada a emergência o produto entra em modo de emergência, com a ejeção da primeira máscara de forma automática. A Figura 33 demonstra o produto neste modo de operação.

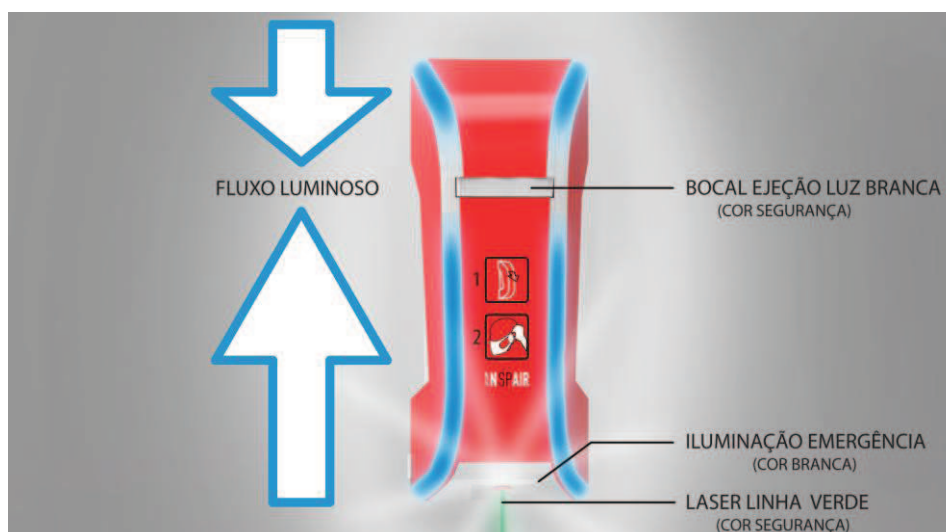
Figura 33 - Simulação operação em modo de emergência



FONTE: Autor (2013)

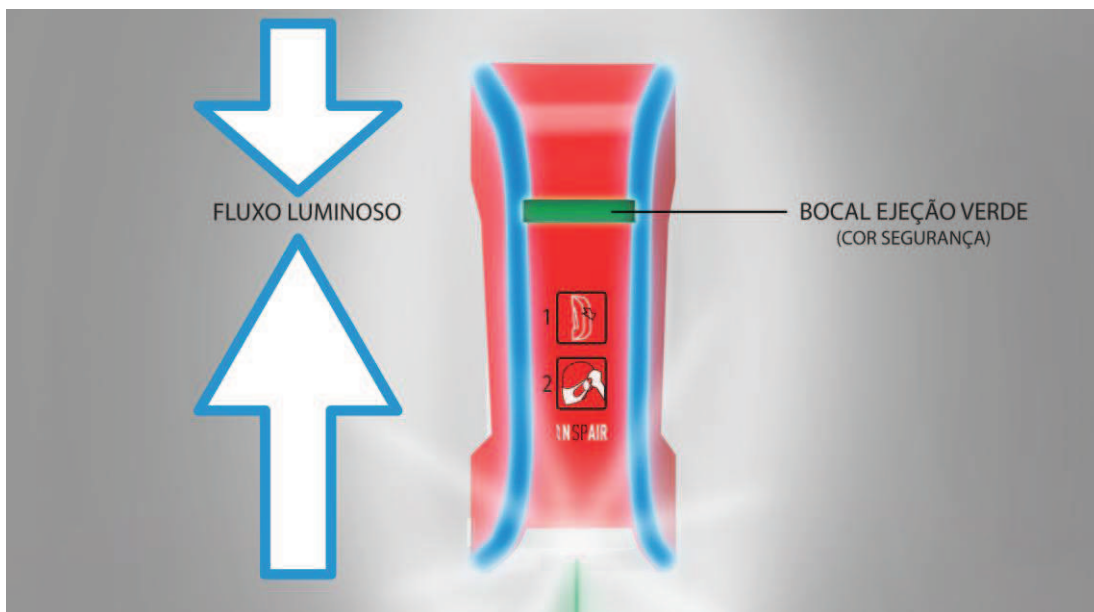
A partir daqui o principal objetivo é distribuir as máscaras, de forma que a iluminação frontal troca de cor para informar ao usuário o risco iminente e adquire movimento para comunicar o ponto de retirada das máscaras. Neste momento a é acionada a iluminação voltada para o solo e o laser linear, estando assim todos os sistemas ativos. A Figura 34 apresenta o funcionamento do fluxo luminoso direcionando ao bocal de ejeção, enquanto a Figura 35 demonstra o acendimento do bocal quando o fluxo completa a trilha luminosa até o ponto de ejeção das máscaras.

Figura 34 - Detalhe iluminação



FONTE: Autor (2013)

Figura 35 - Detalhe iluminação do bocal de ejeção



FONTE: Autor (2013)

As formas do produto objetivam direcionar a atenção do usuário para o ponto de saída das máscaras e também maximizar a questão da iluminação voltada para o solo. As cores da carenagem e das luzes seguem a normatização estão explicadas na Figura 36.

Figura 36 – Detalhes cores empregadas



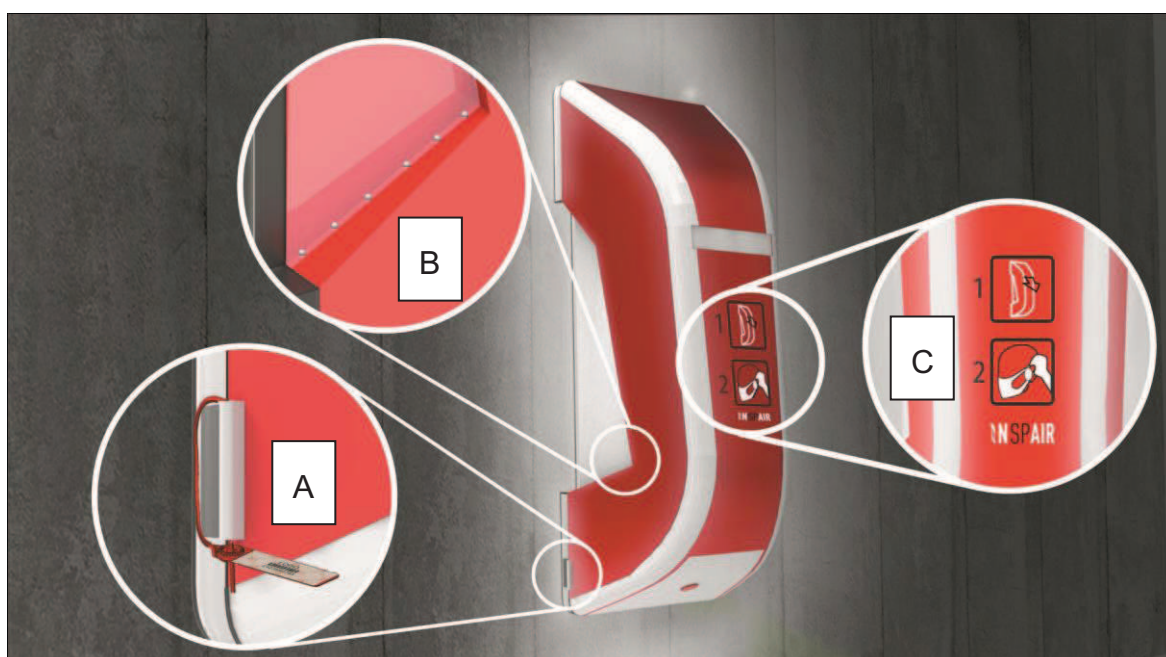
FONTE: Autor (2013)

8.1 ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

Quando montado e pronto para o funcionamento o produto apresenta-se em duas partes distintas: carenagem e berço. Estes dois elementos são unidos na parte superior por sistema de articulação uniaxial com travamento via *snapfit* e lacre na parte inferior, visível em detalhe na Figura 37.

Chamada de berço por incorporar o sistema mecânico e elétrico, a parte traseira, é composta pela tampa de fechamento traseira e pela carenagem de proteção dos sistemas. As duas partes são produzidas via processo de injeção, sendo o fechamento em poliestireno cristal resistente ao calor com acabamento fosco e a carenagem em polipropileno. As duas peças são unidas via sistema de colagem. Este conjunto é afixado na parede por meio de quatro parafusos ou mesmo via fita dupla face para aplicações industriais. O sistema de retroiluminação está afixado na parte externa da carenagem de proteção de forma que não interfere na iluminação frontal e de emergência, sendo aqui utilizado sistema de *flexled*. A carenagem consiste na tampa propriamente dita e no sistema de iluminação. É na carenagem que estão afixados os *leds* da iluminação cognitiva (parte frontal), iluminação de emergência (parte inferior), iluminação lateral e o laser de linha (parte inferior). A parte frontal da carenagem conta também com pictogramas que demonstram o funcionamento do equipamento. A Figura 37 apresenta alguns destes detalhes.

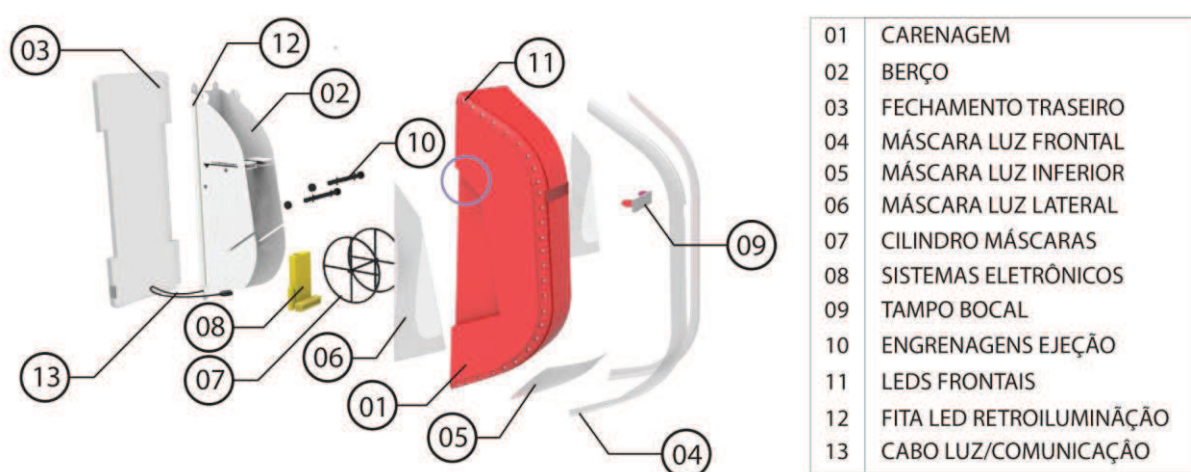
Figura 37 - Detalhes lacre (A), *leds* iluminação lateral (B) e pictogramas (C)



FONTE: Autor (2013)

A fiação para estes sistemas é afixada na parte interna da carenagem e se liga aos controladores internos pela parte superior do produto. O cabeamento elétrico e de comunicação para com o sistema de detecção é externo, saindo da carenagem pela parte inferior do equipamento. A parte principal da carenagem é produzida via injeção em polipropileno e as partes transparentes para a iluminação seguem o mesmo processo, porém produzidas em poliestireno cristal resistente ao calor e com acabamento fosco. Estas partes são fixadas via colagem. A Figura 38 apresenta uma visão técnica explodida dos elementos principais do produto.

Figura 38 - Vista explodida



FONTE: Autor (2013)

O equipamento deve ser instalado preferivelmente em paredes ou colunas que constituam rotas de fuga, porém assim como ocorre com extintores, os locais de instalação ficam a carga do projetista do sistema e do seu bom senso para maximizar o funcionamento do equipamento. Para que a instalação seja sempre efetiva no que diz respeito à altura em relação ao solo, uma marcação interna sobre forma de adesivo informa que aquele ponto deve estar a 110 cm do solo. Este ponto coincide com o bocal de ejeção das máscaras e está visível em detalhe na Figura 40.

Instalado e devidamente lacrado o produto entra em modo de espera. Uma vez que os sensores de fumaça externos detectam situação de emergência, o dispensador muda de modo de operação. Internamente pequenos motores de um quarto de volta disparam: um deles articula a tampa de fechamento do bocal de forma a desobstruir o seu caminho e o outro ejeta a primeira máscara. A partir deste ponto a ejeção destas se faz de forma manual, onde o usuário puxa uma máscara envelopa-

da, processo este que ejeta a próxima máscara e assim sucessivamente. Para que o dispensador volte ao estado de espera é necessário que se rompa o lacre, abra o equipamento e substitua o rolo de máscaras. Este processo evita que um dispensador seja colocado em operação com menos máscaras que sua capacidade máxima. Para substituição do refil das máscaras, basta romper o lacre, abrir a carenagem, encaixar o refil no trilho do berço e ajustar a furação lateral do envelope das máscaras ao mecanismo interno de engrenagens. As Figuras 39 e 40 ilustram uma vista do mecanismo interno e também do processo de manutenção.

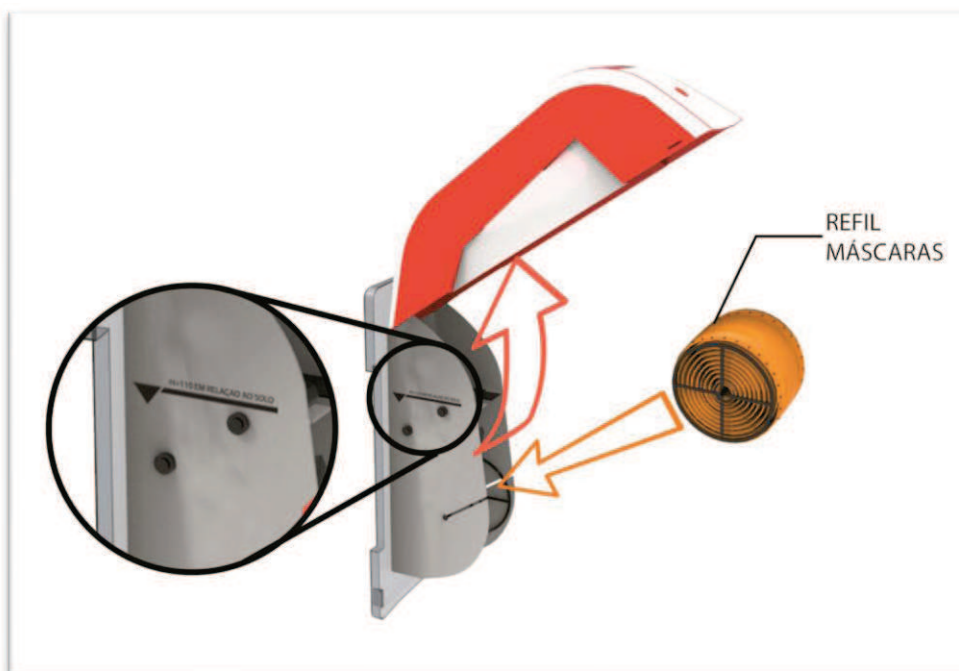
Figura 39 - Vista mecanismo interno das máscaras



FONTE: Autor (2013)

A manutenção periódica dos dispensadores possui um tempo definido pela estaria atrelado ao tempo de vida útil das máscaras que permeia três anos. Porém, para assegurar o efetivo funcionamento do dispensador, sugere-se a manutenção a cada doze meses verificando não apenas a validade das máscaras, mas também a integridade do sistema elétrico e a capacidade efetiva das baterias. A Figura 40 apresenta um detalhe da indicação de altura de instalação e do processo de troca do refil das máscaras.

Figura 40 - Manutenção e detalhe indicação de altura de instalação



FONTE: Autor (2013)

8.2 IDENTIDADE VISUAL E OPORTUNIDADES DE MERCADO

Em uma sociedade guiada por cifras, de forma que para argumentar sobre algum assunto parece indispensável convertê-lo em valores monetários. Porém precificar uma vida humana é um assunto delicado, difícil, que gera uma discussão infindável e não encontra uma resposta que possa satisfazer os anseios da grande maioria.

Apesar disso, não se deve deixar que eventos catastróficos sejam a força motriz para investimentos e ações sobre este tipo de assunto, a destacar aqui a questão dos incêndios no Brasil. O ano de 2013 se mostrou infeliz e atipicamente um ano no qual incêndios consumiram muitos locais e muitas vidas. Somente no estado do Rio Grande do Sul, a citar, mesmo após a tragédia da boate Kiss, mais dois incêndios de grandes proporções (ainda que sem vítimas) consumiram o Mercado Público e a boate *Cabaret*, ambos em Porto Alegre. Este é um sinal que algo precisa mudar.

Ao estruturar um raciocínio para a questão pode-se fazer uso da certeza que investir em prevenção é potencialmente mais eficaz do que arcar com custos pós-

sinistro. Isso é mais evidente quando se pensa em preservar vidas e não apenas patrimônios. Os capítulos anteriores chamaram a atenção a vários pontos interessantes como a fatia de responsabilidade dos óbitos creditada à fumaça, à ineficiência dos sistemas de iluminação (que colocados próximos ao teto acabam perdendo funcionalidade devido à cortina de fumaça) e à instrução (repassada por profissional de combate a incêndios) de que em caso de sinistro é imprescindível improvisar máscaras com roupas embebidas em água. Estes três argumentos já são suficientes para comprovar o nicho de mercado para qual o produto por este desenvolvido pode se inserir. É imprescindível inovar ao trabalhar a questão dos efeitos de gases de incêndio ou a lista de vítimas da fumaça continuará a aumentar.

Desta forma, em um primeiro momento a estratégia de vendas se apoia na pró-atividade de donos de casas noturnas ou estabelecimentos que tenham fluxo de público e queiram fortalecer e ressaltar o laço de preocupação para com seus clientes.

Dentro deste contexto elaborou-se uma identidade visual baseada em um conceito com apelo emotivo, onde o ideal da vida prevalece sobre conceitos financeiros. *Naming* e logo foram criados buscando demonstrar estes conceitos e atrair a atenção para o objetivo do produto, que se pensando em um contexto minimalista, é permitir que o usuário respire, inspirando e expirando. Assim nasce o nome INSPAIR, um trocadilho em inglês para a palavra inspire. O slogan explora a palavra inspiração com duplo significado. INSPAIR, inspire uma nova chance, inspire um novo dia. A Figura 41 traz os resultados desta proposta.

Figura 41 - Proposta de campanha, nome e logotipo



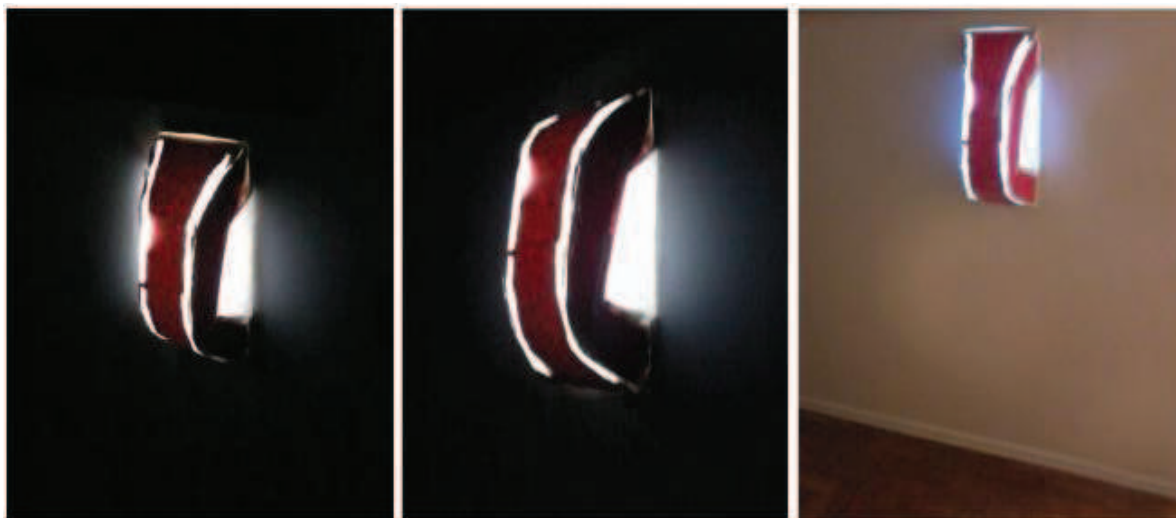
FONTE: Autor (2013)

Um segundo momento de mercado permearia a inclusão do conceito do produto dentro de exigências em âmbito legislativo e operaria para solidificar a venda do produto. Para projetos cuja adaptação arquitetônica não permita efetivas medidas de escoamento e controle de fumaça o produto viria como uma alternativa. Para locais de afluxo de público como hotéis, condomínios, teatros, cinemas, o produto operaria como um complemento às medidas instaladas.

8.3 PROTÓTIPO E VALIDAÇÃO

A fim de validar os conceitos de volumetria e de iluminação, executou-se um modelo em papel com as dimensões reais do dispensador. Para simular a iluminação fez-se uso de uma luminária de emergência comum, com trinta *leds*. A Figura 42 apresenta o resultado deste exercício.

Figura 42 - Demonstração iluminação



FONTE: Autor (2013)

Para validar outro ponto importante do produto, o laser linha interagindo com a fumaça e gerando uma cortina de luz e demarcando a presença do produto, fez-se uso de equipamento nivelador com emissão de um feixe de luz em linha. Simulando a fumaça por meio de um fino particulado. A Figura 43 vem corroborar para validação do conceito de cortina de luz gerada pelo laser.

Figura 43 - Simulação laser versus fumaça

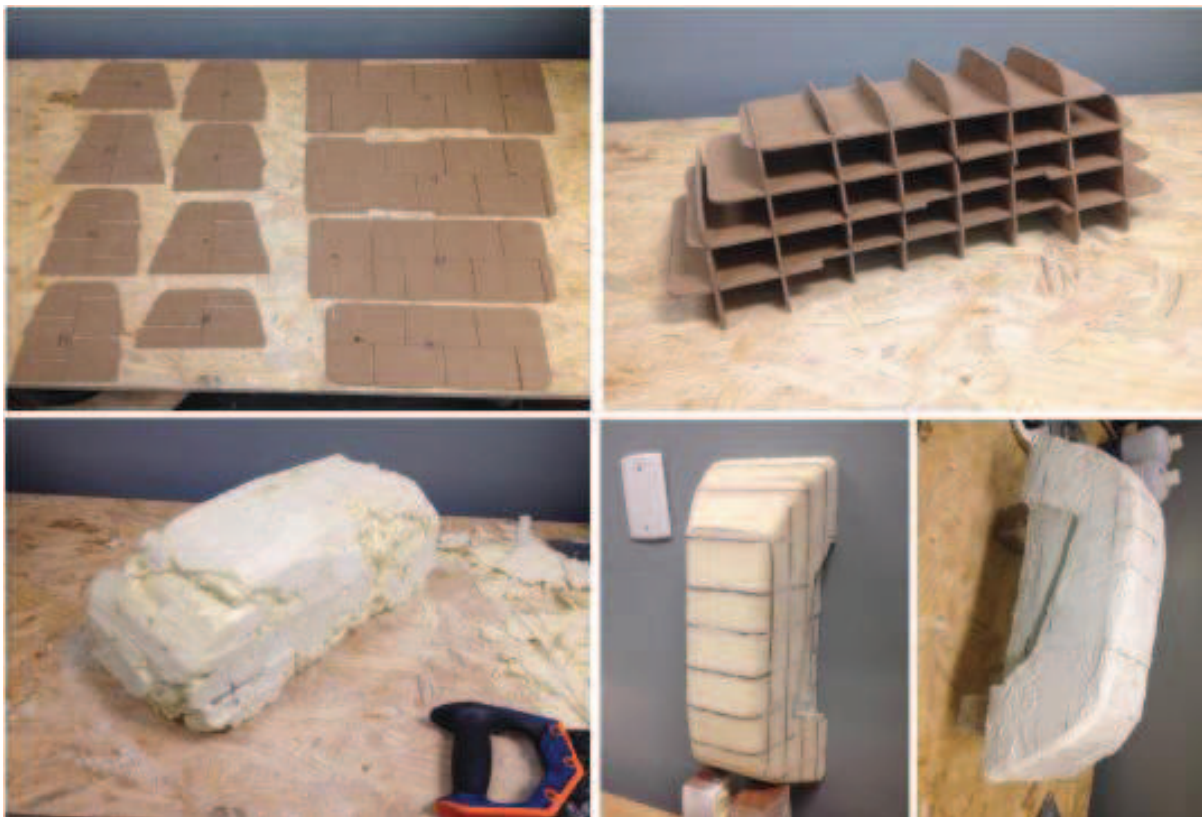


FONTE: Autor (2013)

Além deste protótipo inicial, executou-se um segundo utilizando-se polipropileno expandido com gabarito dimensional recortado em lâmina de madeira de 2mm

de espessura. O processo de produção encontra-se ilustrado na sequência de imagens da Figura 44, enquanto o resultado final na Figura 45.

Figura 44 - Produção do protótipo



FONTE: Autor (2013)

Figura 45 - Resultado final do protótipo



FONTE: Autor (2013)

Para demonstrar as alturas de operações utilizou-se do protótipo em poliuretano expandido simulando o produto instalado e como aconteceria o acesso às máscaras por usuários de diferentes alturas. Este exercício pode ser visualizado na sequência de imagens da Figura 46.

Figura 46 - Simulação uso do dispensador



FONTE: Autor (2013)

Por fim, em vista de todas as peculiaridades técnicas que envolvem o projeto, apresentaram-se os resultados deste para um renomado profissional da área de combates de incêndio, que colaborou durante o processo de desenvolvimento agregando sua vasta experiência sobre o assunto. No que diz respeito a seleção de cores, ressalta que as normas acabam por vezes contradizendo-se ou não sendo absolutamente claras quanto ao seu uso, porém defende que ao se assumir um padrão cromático para um produto com estas características o sucesso do seu funcionamento está atrelado a um prévio conhecimento das características e funções deste. Por fim, defende as cores do produto por virem ao encontro das utilizadas em equipamentos de segurança, o que gera uma correlação que implica em uma leitura distinta do equipamento. Outras de suas impressões e avaliações sobre o projeto, redigidas em forma de carta, encontram-se no Anexo I.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Goleman (1998) traz a empatia como a habilidade de se colocar no lugar do outro, de entender esse outro e de perceber sentimentos não verbalizados em um grupo. A importância da imersão do projetista dentro do universo do usuário é o que faz a diferença entre um bom projeto e um projeto inovador. É desta imersão que surge a empatia para com a situação e para com as carências enfrentadas pelo usuário potencial. Suplantar estas carências verbaliza-se com o termo inovar, como defendido por Doug Bazuin:

"Nós acreditamos que a empatia é uma chave para a inovação."
Doug Bazuin, pesquisador sênior da Herman Miller, 2011.

Desta forma, durante o desenvolvimento deste projeto o foco principal residiu não apenas em apontar soluções técnicas, mas de conceber como estas soluções se relacionariam com o usuário, dada a peculiaridade que envolve um sinistro. Problemas que envolvem os projetos e a execução dos sistemas que objetivam a segurança contra incêndios também se mostraram como um desafio, sempre levantando a questão de como evitar que a funcionalidade do sistema seja prejudicada por fatores alheios ao projeto, tais como falhas de instalação e de dimensionamento provocados por falta de instrução ou até mesmo má fé por parte de responsáveis técnicos ou donos de estabelecimentos. Uma realidade que precisa ser revista e reestruturada em âmbito nacional, para que se minimizem as perdas e o sofrimento por estas ocasionadas.

No que diz respeito aos objetivos deste projeto e das necessidades elencadas inicialmente, pode-se inferir que o elemento desenvolvido, por ser considerado de maior importância ao agregar maior número de funções, cumpre os requisitos de usuários de forma praticamente integral. Como parte das limitações técnicas ineren-

tes a qualquer profissão, elementos como sistema elétrico e mecanismos de acionamento mais específicos acabaram não obtendo o grau de detalhamento desejado e prejudicando a execução de protótipo funcional. Se levados para um cenário industrial, este tipo de percalço facilmente seria solucionado por equipes multidisciplinares, que colaborariam explorando e melhorando os resultados obtidos pelo designer.

Por fim, muito além de um produto, este projeto focou-se em valores intangíveis que não podem ser dimensionados ou definidos, como o direito de frequentar espaços onde a segurança não é preterida por grandezas financeiras e onde cada vida humana é respeitada como sendo singular e inestimável. O projeto se apresentou algumas vezes como um exercício doloroso ao encarar a fragilidade da nossa natureza e também a inércia que domina uma área tão importante e que tem sido ignorada a um custo elevado de vidas. Espera-se que este produto ou mesmo as conclusões oriundas deste projeto possam servir de complemento a ações que diminuam o número de vítimas em incêndios que possam vir a acontecer.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRADORES, PORTAL DA ADMISTRAÇÃO. Disponível em:
<<http://www.administradores.com.br/noticias/marketing/empatia-e-design-na-evolucao-humana/51506/>>

Acesso em 20 novembro 2013

AMBROSE, Gavin. HARRIS, Paul. Basics Design: Colours. AVA Book Production. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9077: **Saídas de emergência em edifícios**. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10898: **Sistema de Iluminação de emergência**. Rio de Janeiro, 1998.

BACK, Nelson. Et al. **Projeto Integrado de Produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de Produto: guia pratico para o design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blucher, 1998.

BRENTANO, Telmo. **A proteção conta incêndios no Projeto de Edificações**. Porto Alegre, 2007.

COLTON, C.E., WEBER, R.A. **Respirator Filter Collection Efficiency and US Respirator Recommendations for Biological Aerosols: A Review**. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR RESPIRATORY PROTECTION CONFERENCE, 12th., Yokohama, Japão, 2004.

ENGESUL EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA. Disponível em:

<<http://www.engesul.com/produtos/iluminacao-de-emergencia/luminarias-blocos/bloco-autonomo-30-leds> >

Acesso em 12 junho 2013

ENGESUL EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA. Disponível em:

<<http://www.engesul.com/produtos/iluminacao-de-emergencia/placas-de-saida/base-para-placa-de-saida-autonoma-acrilica-led-psl> >

Acesso em 12 junho 2013

FREIRE, Carlos Darci da Rocha. **Projeto de Proteção contra incêndios de um prédio residencial no centro de Porto Alegre**. Porto Alegre: 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Emocional**. Recife, PE: Objetiva, 1996.

HANSEN, Moisés Reinaldo. **Equipamento de Prevenção e Proteção contra Incêndio**. Porto Alegre: 2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

INFOESCOLA. Disponível em:

<<http://www.infoescola.com/empresas/metodo-de-pugh/>>

Acesso em 30 novembro 2013

LUZ NETTO, Manoel Altivo da. **Condições de segurança contra incêndio**. Brasília: Ministério da Saúde, 1995.

MSA. Catálogo de Produtos. Disponível em:

<http://www.msanet.com/brazilcatalog/product15913_pt_BR.html>

Acesso em 15 junho 2013

MONCADA, Jaime A. **Caos o pánico...Qué pasa durante el proceso de evacuación em um incendio?** NFPA Journal latinoamericano, jun. 2005.

OLIVEIRA, Marcos de. **Estudo sobre incêndios de progresso rápido**. Florianópolis, SC: UFSC, 2005.

PANERO e ZELNICK. **Las dimensiones humanas em lós espacios interiores**. México, 1984.

PROTESHOP. Catálogo de Produtos. Disponível em:

<http://www.proteshop.com.br/mostra_produto.asp?produto=86>

Acesso em 15 junho 2013

ROZENFELD, Henrique, Et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SEITO, Alexandre Itiu. **A segurança contra incêndio no Brasil**. São Paulo: Projeto, 2008.

YANKO DESIGN. Disponível em:

<http://www.yankodesign.com/2008/10/16/a-halo-of-light-to-save-you/>>

Acesso em 15 junho 2013

YANKO DESIGN. Disponível em:

<<http://www.yankodesign.com/2010/12/29/the-red-cross-needs-this/>>

Acesso em 15 junho 2013

YANKO DESIGN. Disponível em:

< <http://www.yankodesign.com/2010/02/breathe-fresh-even-in-smoke-emergency> >

Acesso em 15 junho 2013

YANKO DESIGN. Disponível em:

<http://loja.tray.com.br/luminaria_led_base_placa_de_sinaliz_branca_6_leds>

Acesso em 20 junho 2013

ANEXO I

Prezado Sr Acad. Evandro Perondi

MD Formando em Designer da UFRGS

Ao saudar cordialmente V. Sa., em atenção à apresentação de vosso TCC na Escola de Bombeiros, no dia 24 de dezembro próximo passado, desejo cumprimentar-lhe pela iniciativa, e diria, até pela ousadia da pesquisa.

O Equipamento ora desenvolvido por V. Sa. com Metodologia Científica que lhe dá a necessária validação acadêmica, trará benefícios relevantes à salvaguarda da vida humana em incêndios estruturais, onde a maior parte dos óbitos se dá por asfixia.

Desde recentes anos é conhecida pelos Bombeiros e Prevencionistas da utilidade de Máscaras de Fuga na fase inicial dos sinistros, mas até então este Oficial somente teve contato com equipamentos de uso individual, já sendo portados por eventuais usuários, na cintura em pequenos estojos, ou em embalagens individuais no respectivo local de trabalho, como vimos no Japão por ocasião de estudos.

Assim, a disponibilização de tal item para todos os ocupantes eventuais de um dado prédio, permitindo-lhes a chance de salvamento ao longo das áreas de risco e no trecho das rotas de fuga proporcionará condições para o público usuário atravessar zonas já comprometidas pela fumaça quente e tóxica, permitindo-lhes alcançar as Áreas de Refúgio, partes seguras das Rotas de Saída, e até mesmo a Descarga das Rotas.

Muito mais que o cumprimento de uma etapa da vida acadêmica, Vossa Senhoria nos faz ter alento que a Ciência realmente está a concretizar medidas factí-

veis para a Prevenção de Incêndios, mormente após tantos episódios terríveis que têm atingido a Comunidade em incêndios, especialmente em prédios de reunião de público.

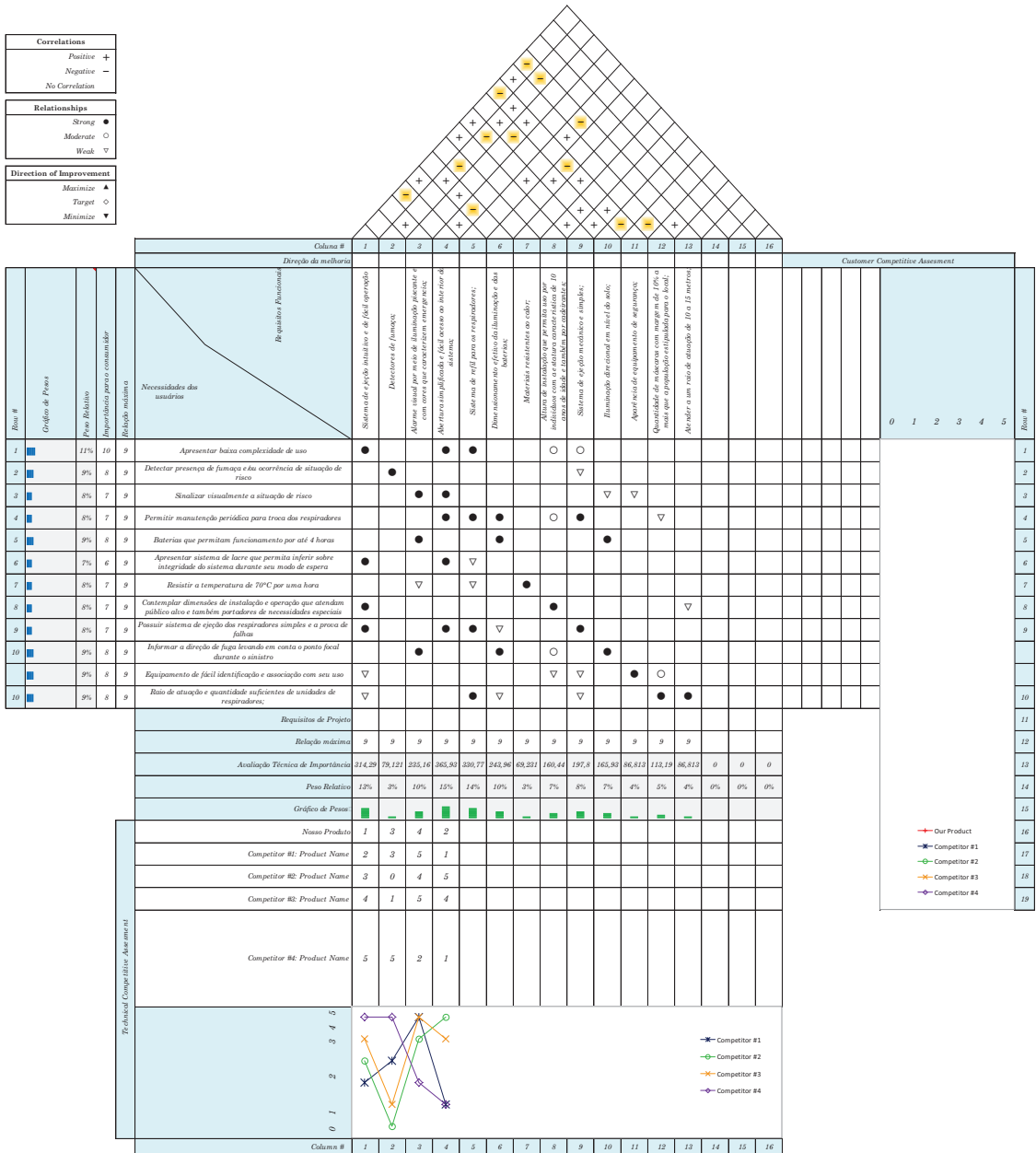
No afã de estar sendo testemunha de grandes avanços tecnológicos congratulo-me convosco, augurando que continueis vossa brilhante trajetória de pesquisa, consolidando o equipamento em tela, encontrando parceiros que o industrializem, e auguro que persistas no rumo do desenvolvimento de novas invenções, pois a vida humana não tem preço.

Colho o ensejo para renovar meus protestos de elevada consideração e apreço, permanecendo no aguardo de oportunidade de, quando julgares oportuno, divulgar vossos feitos junto aos colegas do Corpo de Bombeiros e Comunidade Preventivista.

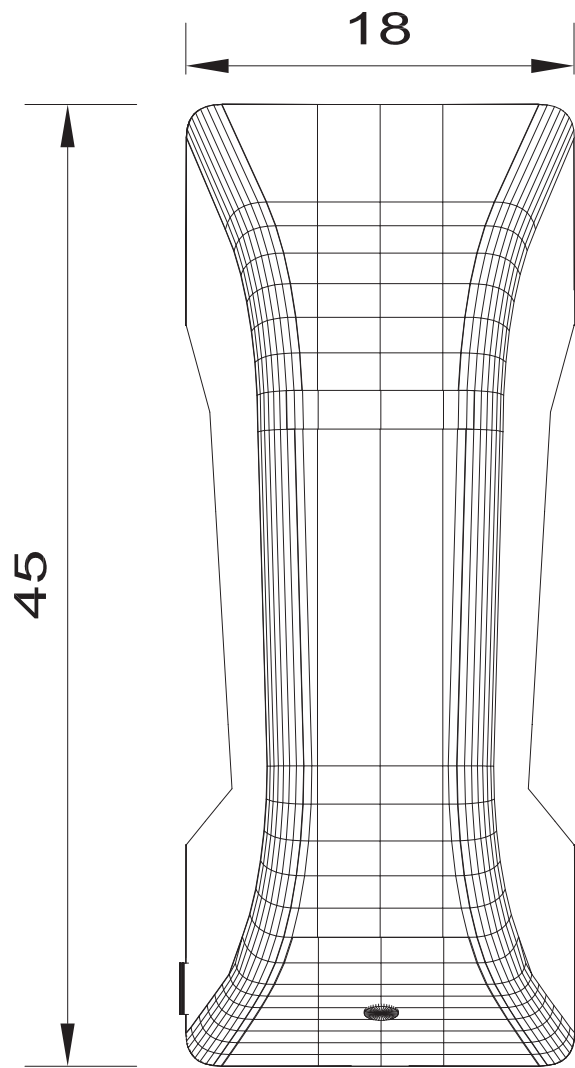
APÊNDICE A

QFD: House of Quality

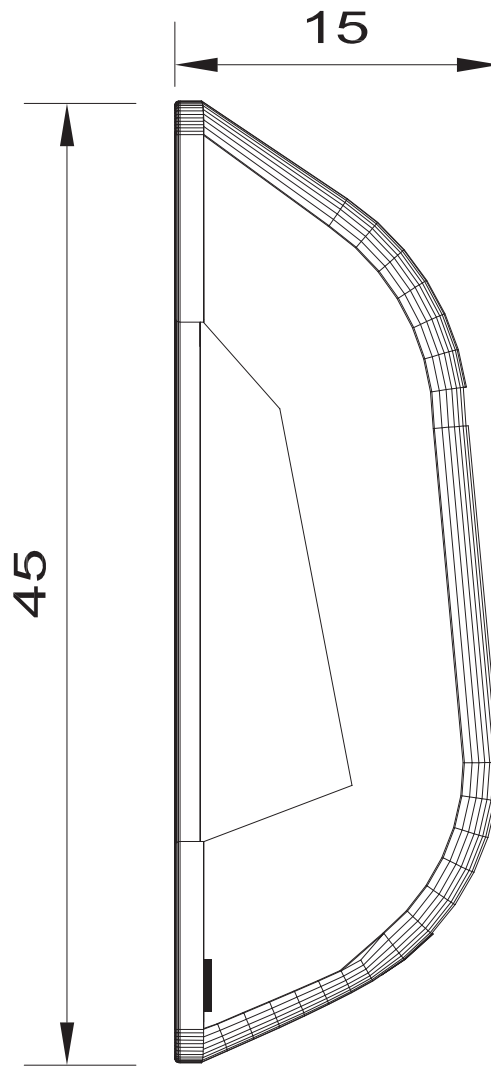
Correlations	
Positive	+
Negative	-
No Correlation	
Relationships	
Strong	●
Moderate	○
Weak	▽
Direction of Improvement	
Maximize	▲
Target	○
Minimize	▼



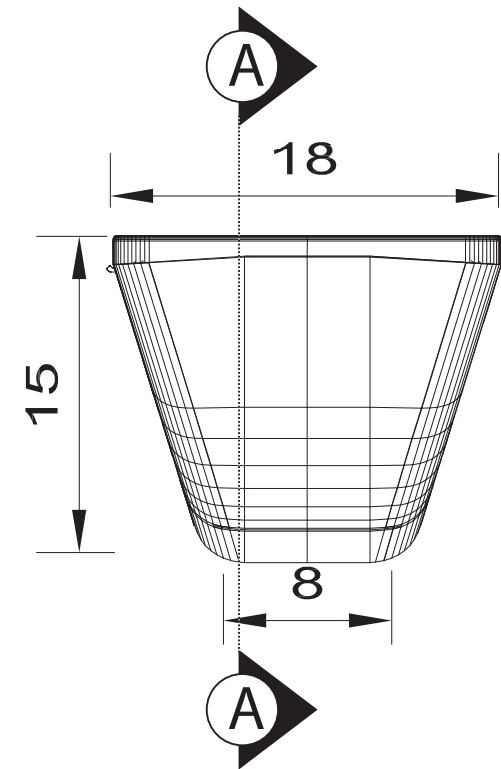
APÊNDICE B



VISTA FRONTAL

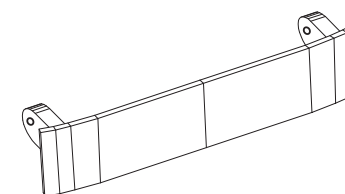
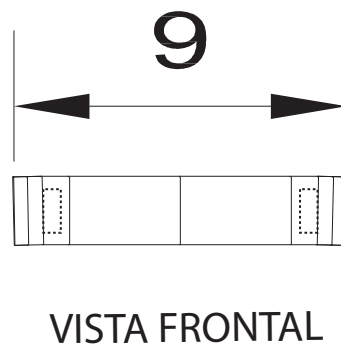
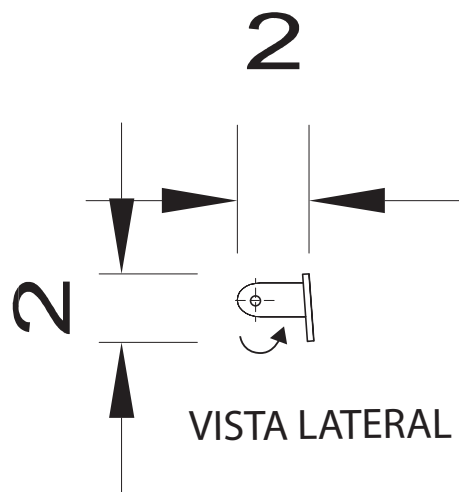


VISTA LATERAL




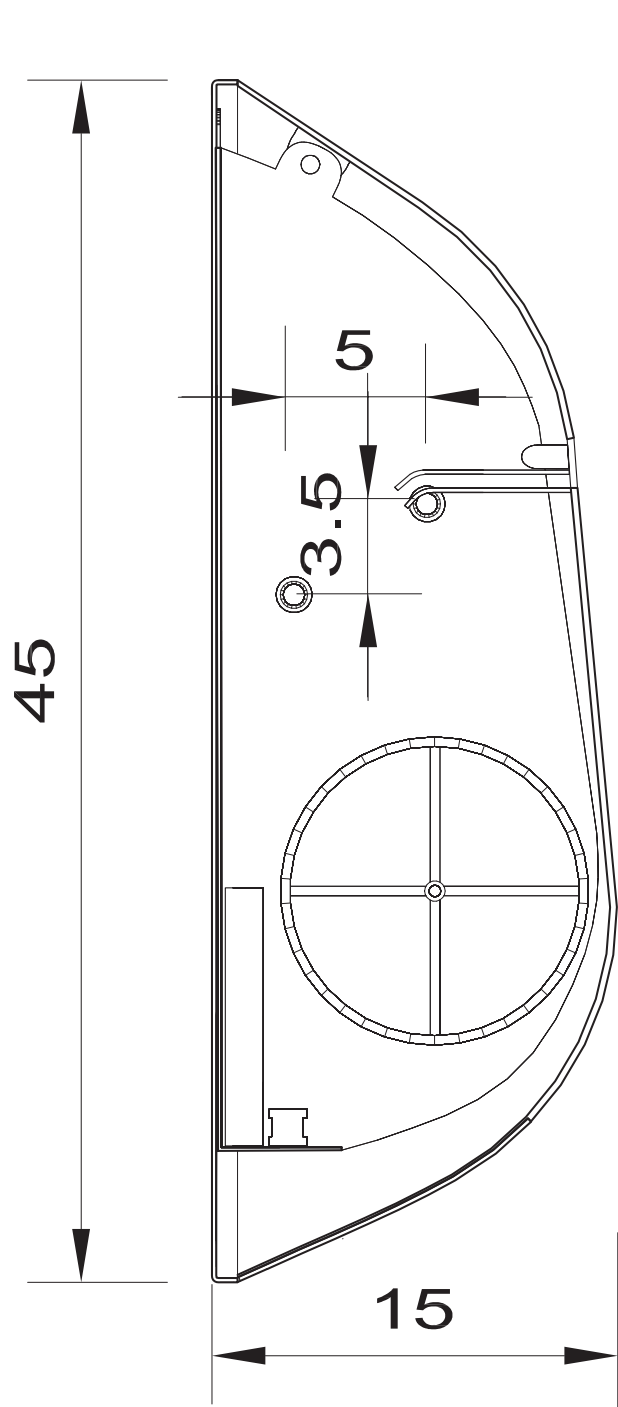
VISTA SUPERIOR

<small>DESCRIÇÃO</small> INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS			
<small>FACULDADE DE ARQUITETURA</small> <small>DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA</small> UFRGS <small>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</small>	<small>CURSO DESIGN DE PRODUTO</small> <small>ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CÂNDIDO</small>	<small>REFERÊNCIA</small> VISTAS <small>AUTOR</small> EVANDRO PERONDI	<small>UNIDADE</small> CM <small>FRANCHA</small> 01/13
		<small>ESCALA</small> 1/25 <small>DATA</small> 12/2013	

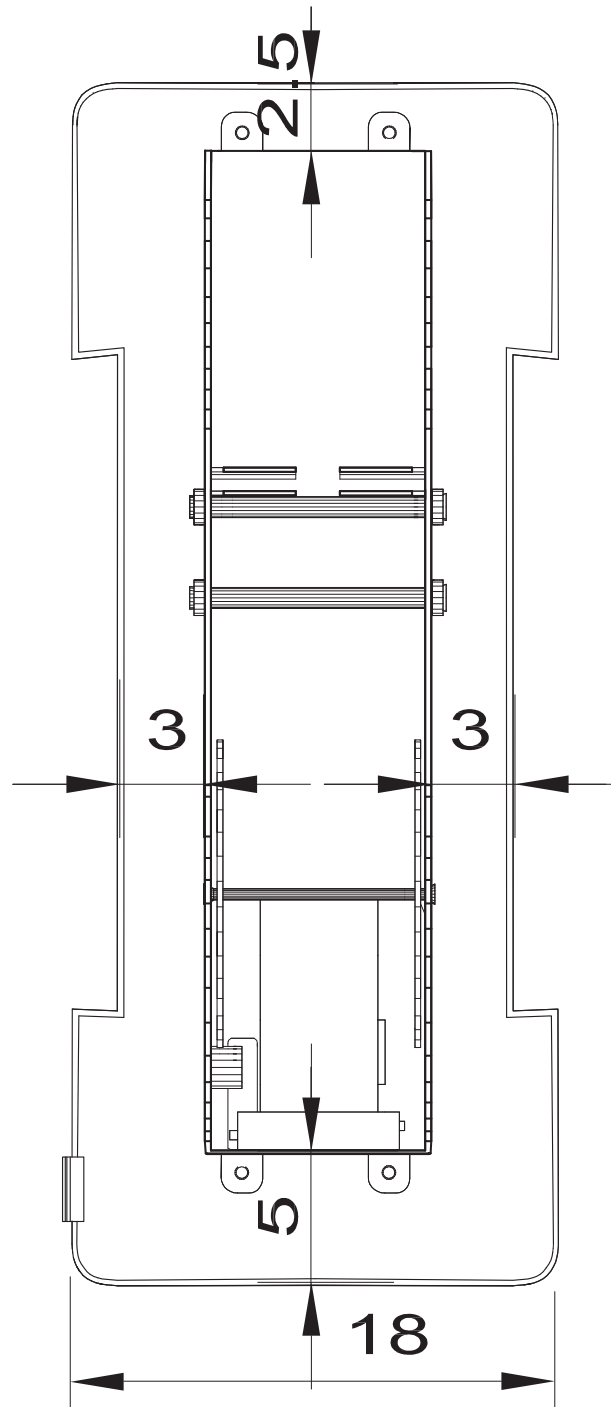


VISTA ISOMÉTRICA

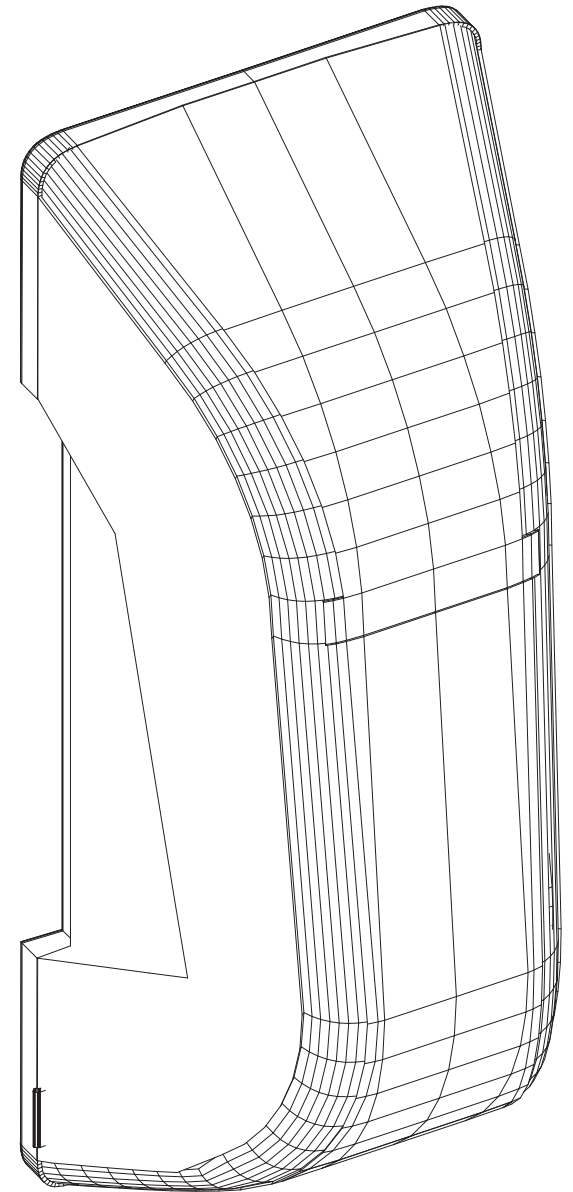
DESCRÇÃO			
INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
 FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA CURSO DESIGN DE PRODUTO	REFERENCIA	UNIDADE	ESCALA
	MÁSCARA BOCAL	CM	1/20
AUTOR	REFERENCIA	PRANCHA	DATA
EVANDRO PERONDI	MÁSCARA BOCAL	12/13	12/2013
ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CANDIDO			



CORTE AA

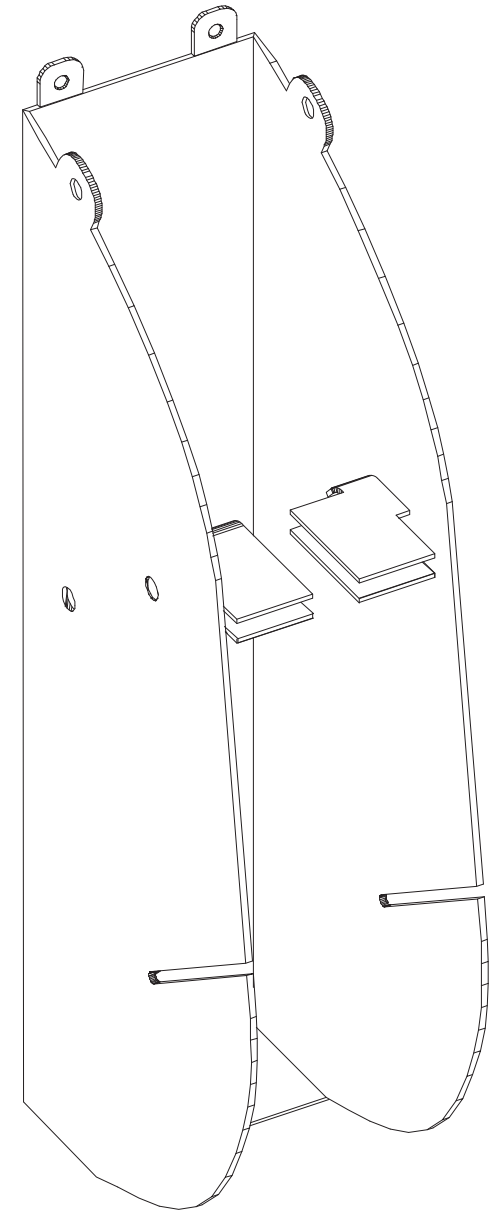
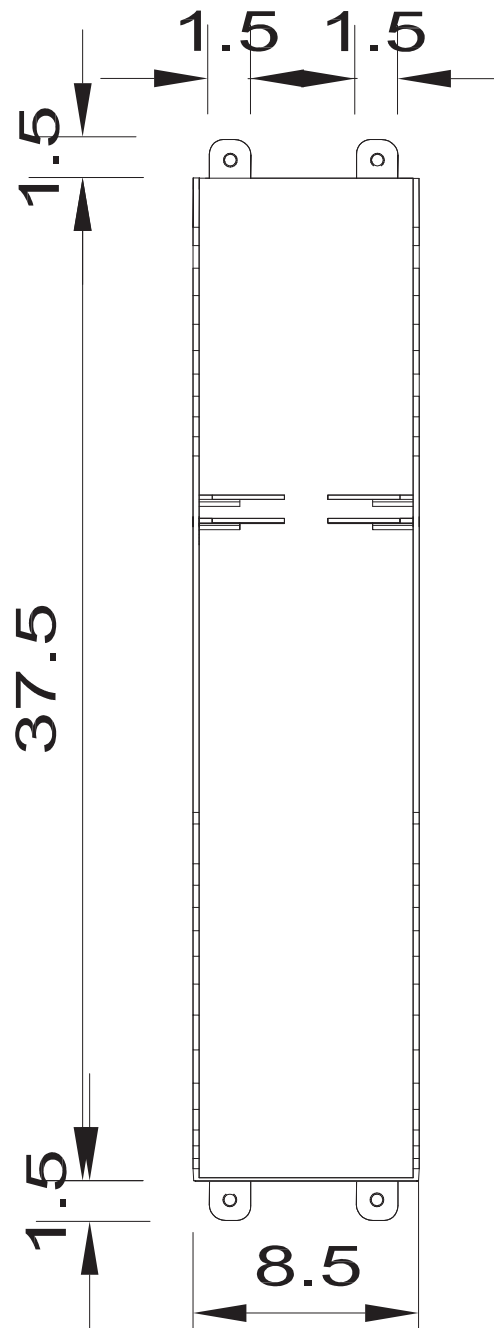
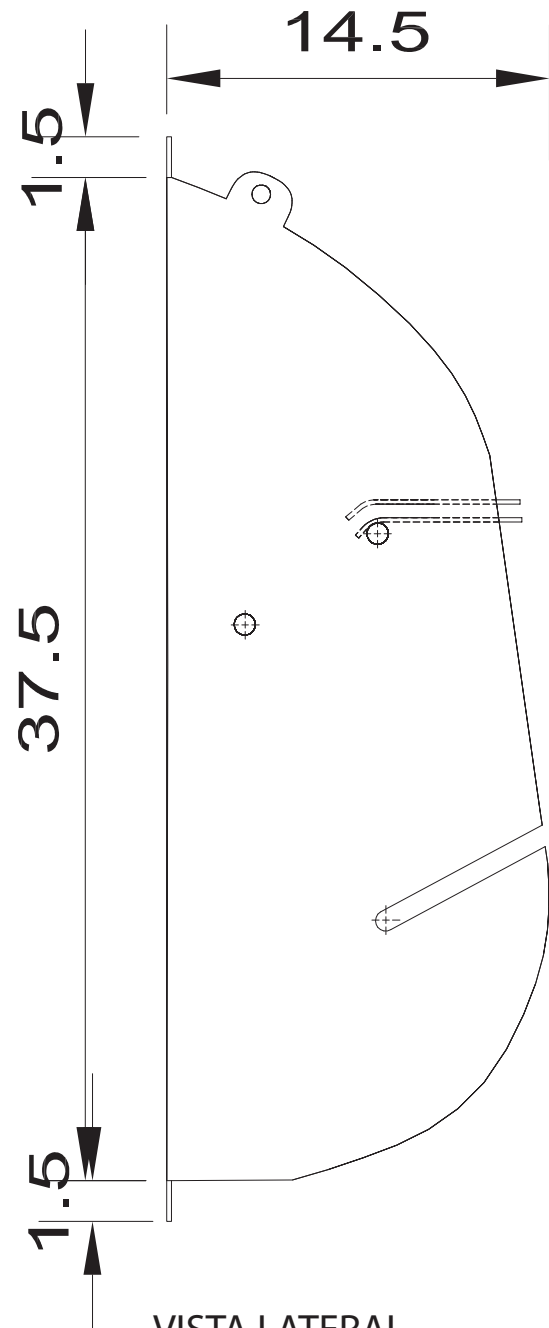


VISTA FRONTAL (SEM CARENAGEM)

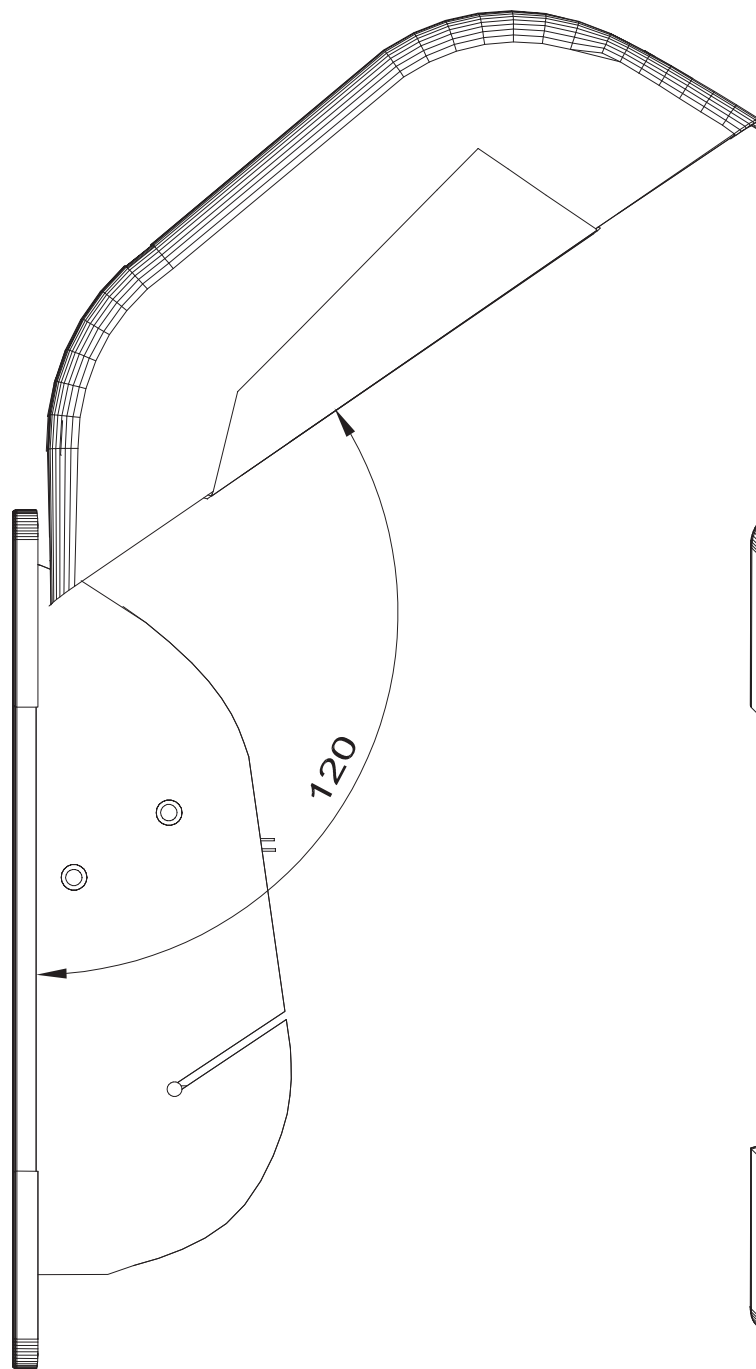


VISTA ISOMÉTRICA

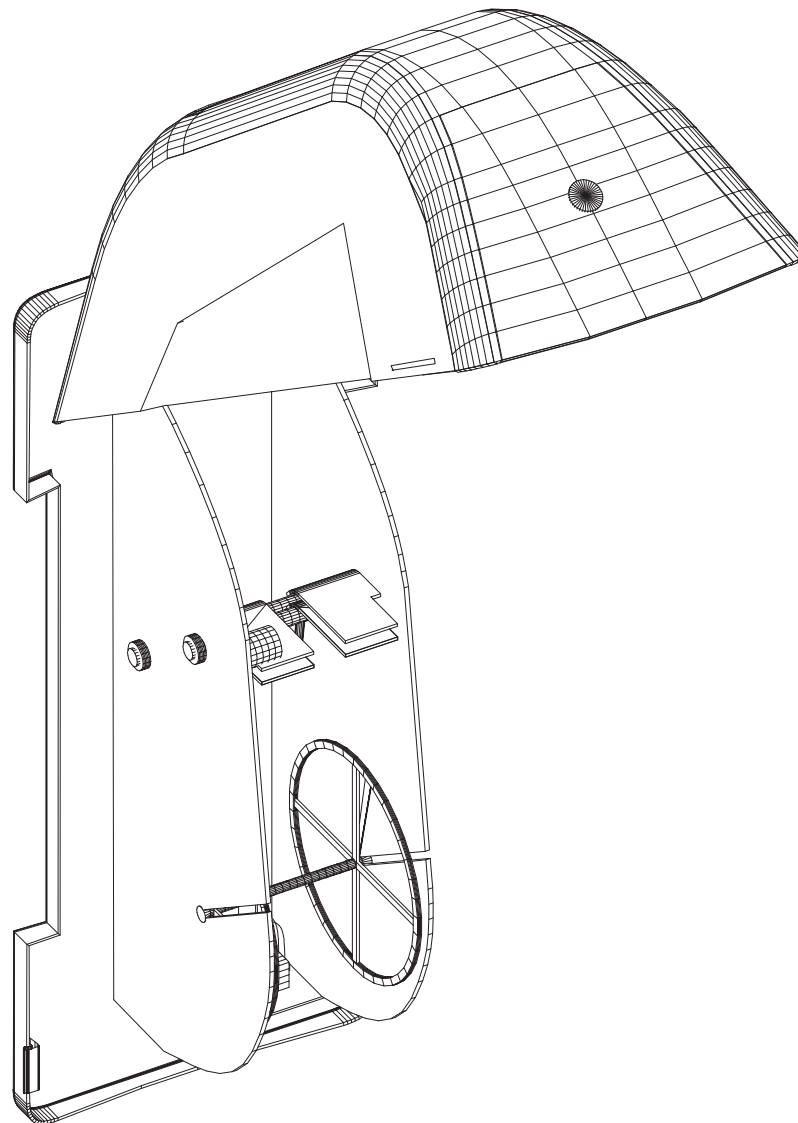
DESCRIÇÃO INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS		UNIDADE CM	ESCALA 1/20
FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA	REFERÊNCIA VISTAS	PRANCHA 02/13	DATA 12/2013
UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	CURSO DESIGN DE PRODUTO ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CÂNDIDO	AUTOR EVANDRO PERONDI	



DESCRIÇÃO INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS		REFERÊNCIA VISTAS BERÇO	UNIDADE CM	ESCALA 1/20
FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA UFRGS		CURSO DESIGN DE PRODUTO ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CÂNDIDO	PRANCHA 05/13	DATA 12/2013
		AUTOR EVANDRO PERONDI		

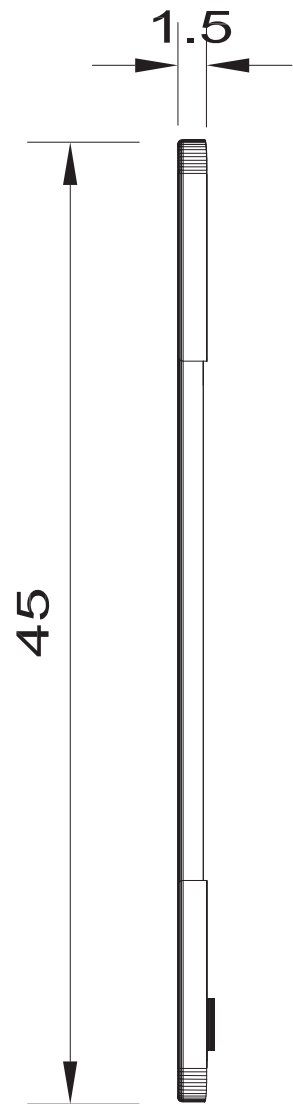


VISTA LATERAL

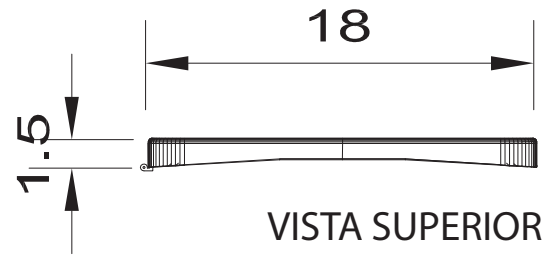


VISTA ISOMÉTRICA

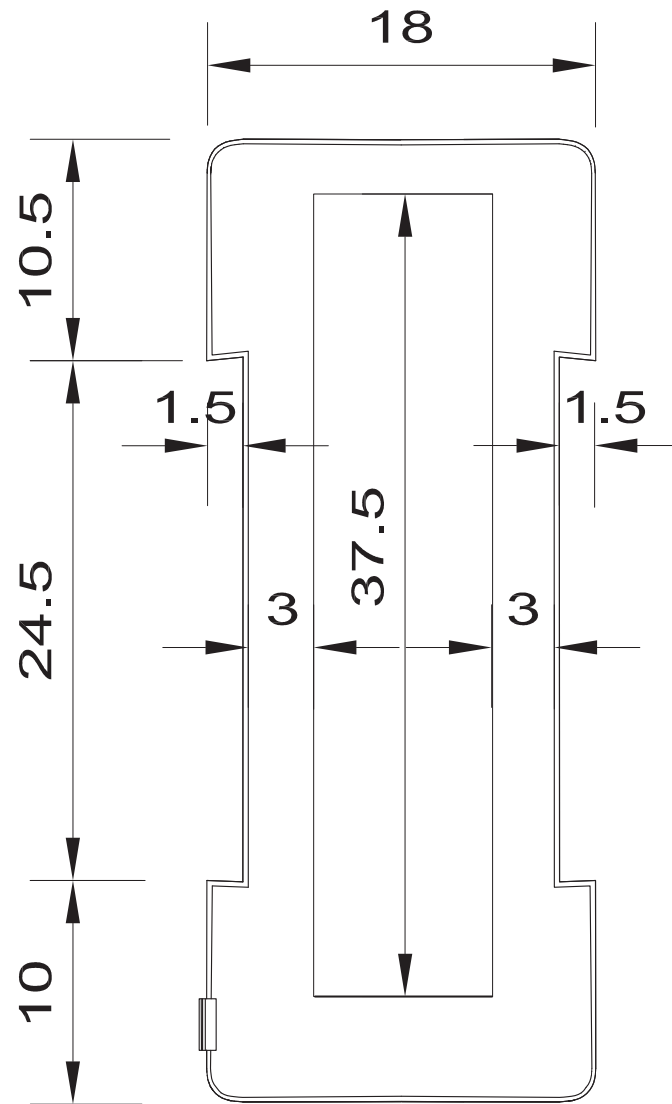
<small>DESCRIÇÃO</small> INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS		<small>UNIDADE</small> CM	<small>ESCALA</small> 1/35
<small>FACULDADE DE ARQUITETURA</small> <small>DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA</small> UFRGS	<small>REFERÊNCIA</small> TAMPA ABERTA	<small>FRANCHA</small> 03/13	<small>DATA</small> 12/2013
<small>CURSO DESIGN DE PRODUTO</small> <small>ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CÂNDIDO</small>	<small>AUTOR</small> EVANDRO PERONDI		



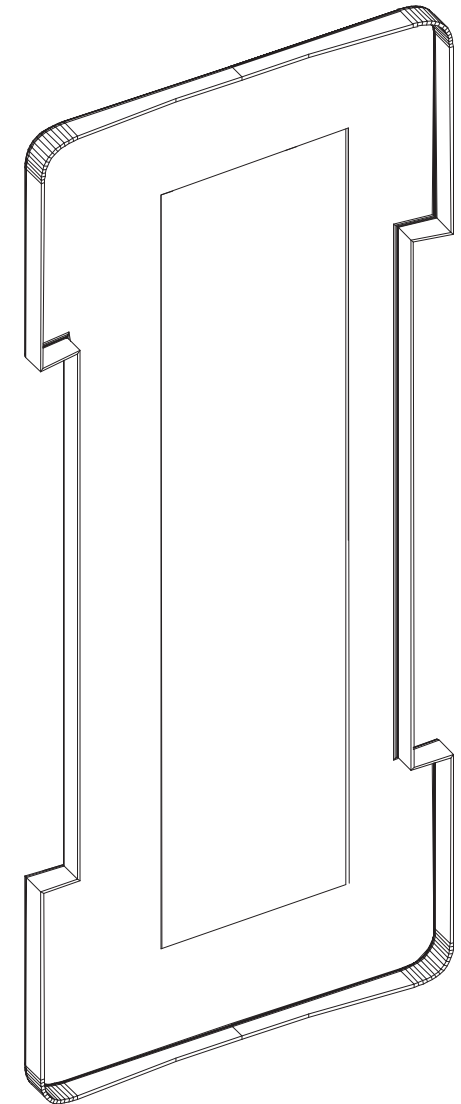
VISTA LATERAL



VISTA SUPERIOR

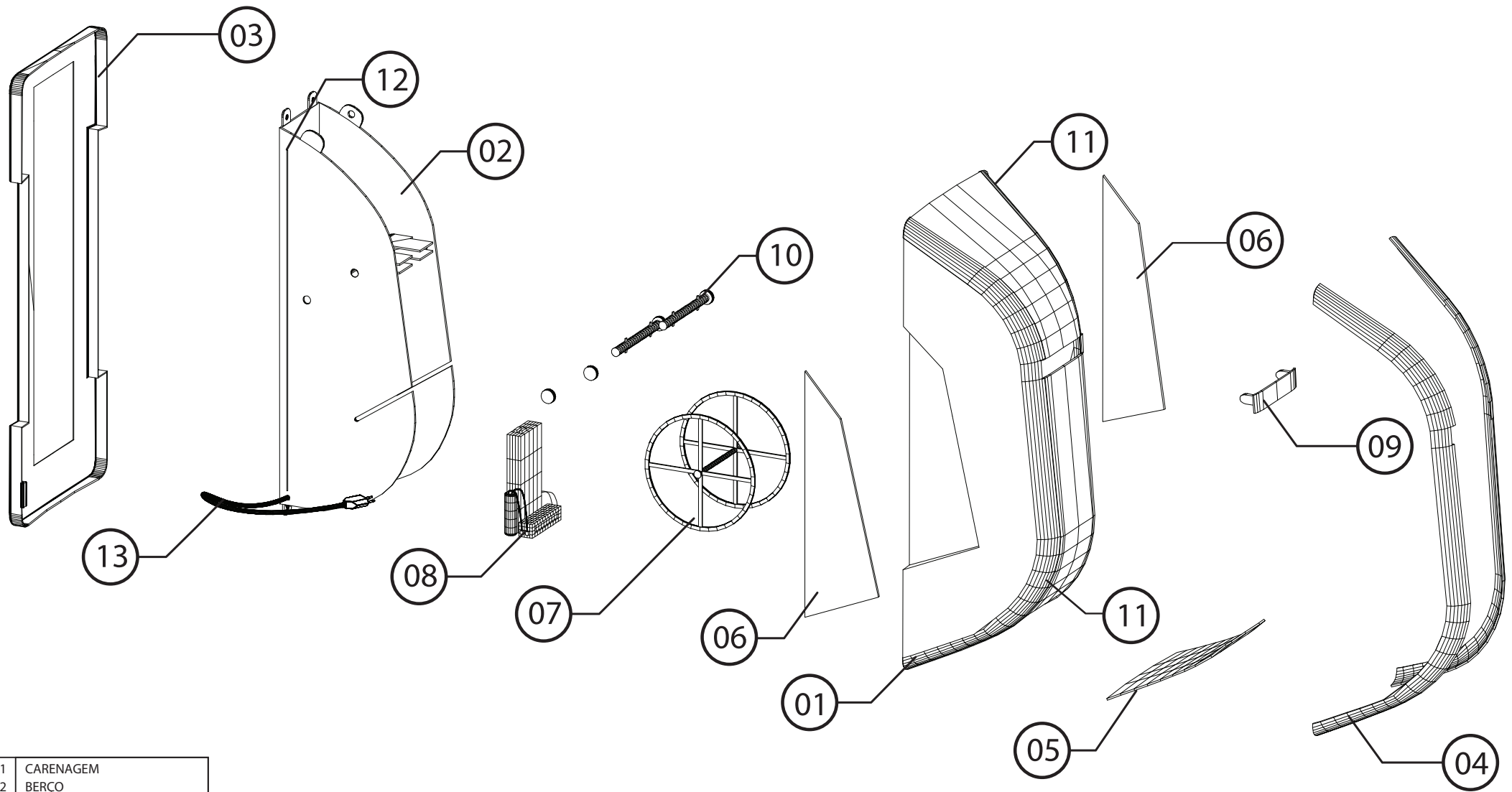


VISTA FRONTAL



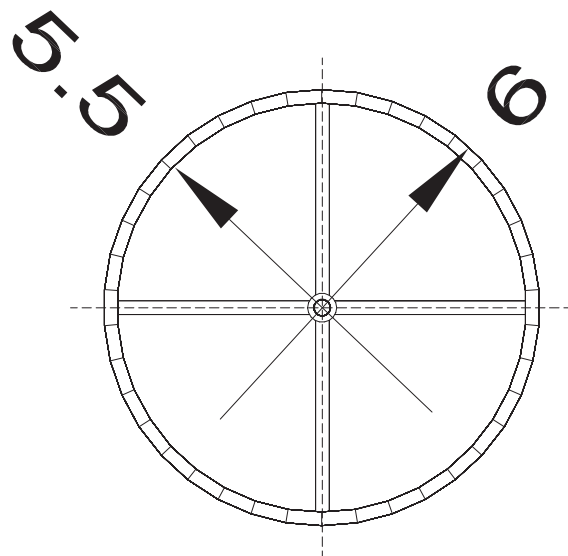
VISTA ISOMÉTRICA

DESCRIÇÃO INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS		UNIDADE	ESCALA
FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA	REFERÊNCIA FECHAMENTO TRASEIRO	CM	1/20
UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	CURSO DESIGN DE PRODUTO ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CÂNDIDO	PRANCHA 06/13	DATA 12/2013
AUTOR EVANDRO PERONDI			

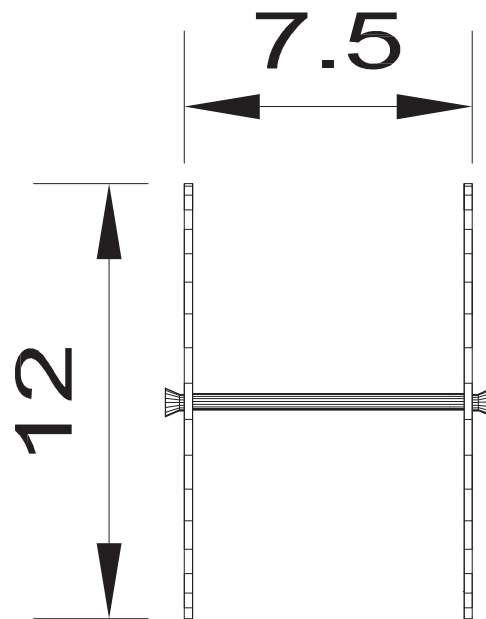


01	CARENAGEM
02	BERÇO
03	TAMPA TRASEIRA
04	MÁSCARA LUZ FRONTAL
05	MÁSCARA LUZ INFERIOR
06	MÁSCARA LUZ LATERAL
07	CILINDRO MÁSCARAS
08	SISTEMAS ELETRÔNICOS
09	TAMPO BOCAL
10	GUIAS/ENGRENAGENS
11	LEDS FRONTAIS
12	FITA LED RETROILUMINAÇÃO
13	CABO LUZ/COMUNICAÇÃO

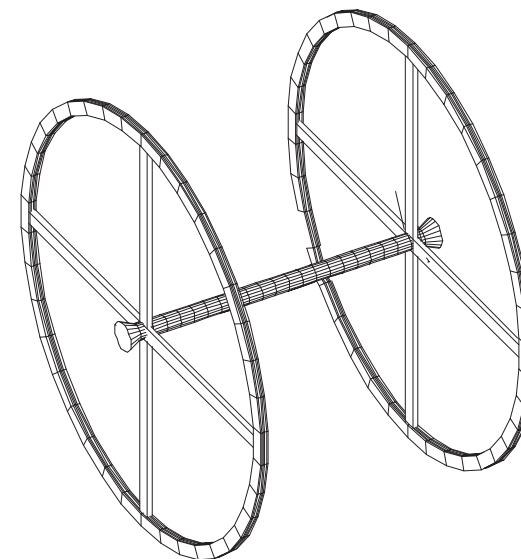
<small>DESCRIÇÃO</small> INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS			
<small>FACULDADE DE ARQUITETURA</small> <small>DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA</small> UFRGS <small>UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL</small>	<small>REFERÊNCIA</small> VISTA EXPLODIDA	<small>UNIDADE</small> CM	<small>ESCALA</small> SEM ESCALA
<small>AUTOR</small> EVANDRO PERONDI	<small>FRANCHA</small> 04/13	<small>DATA</small> 12/2013	




VISTA LATERAL

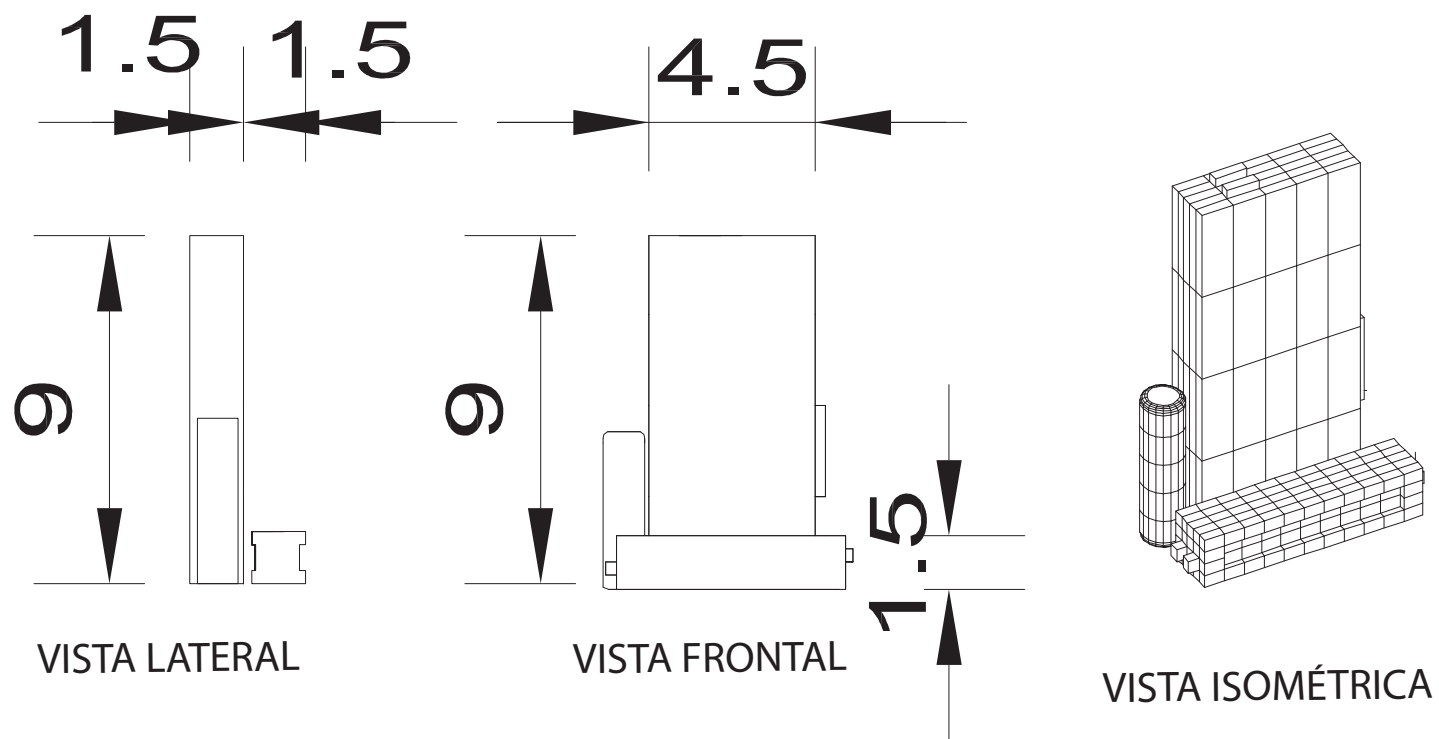



VISTA FRONTAL

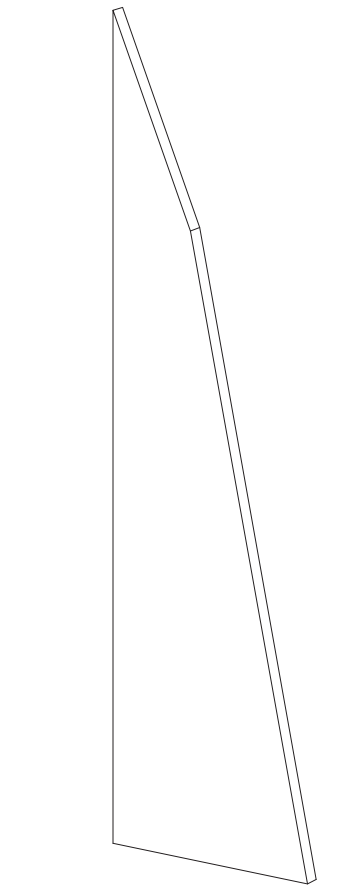
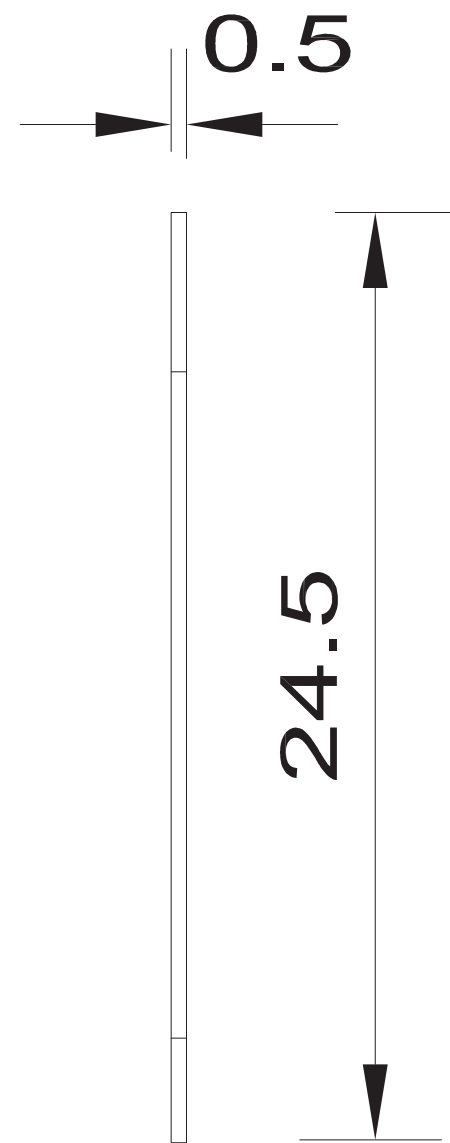
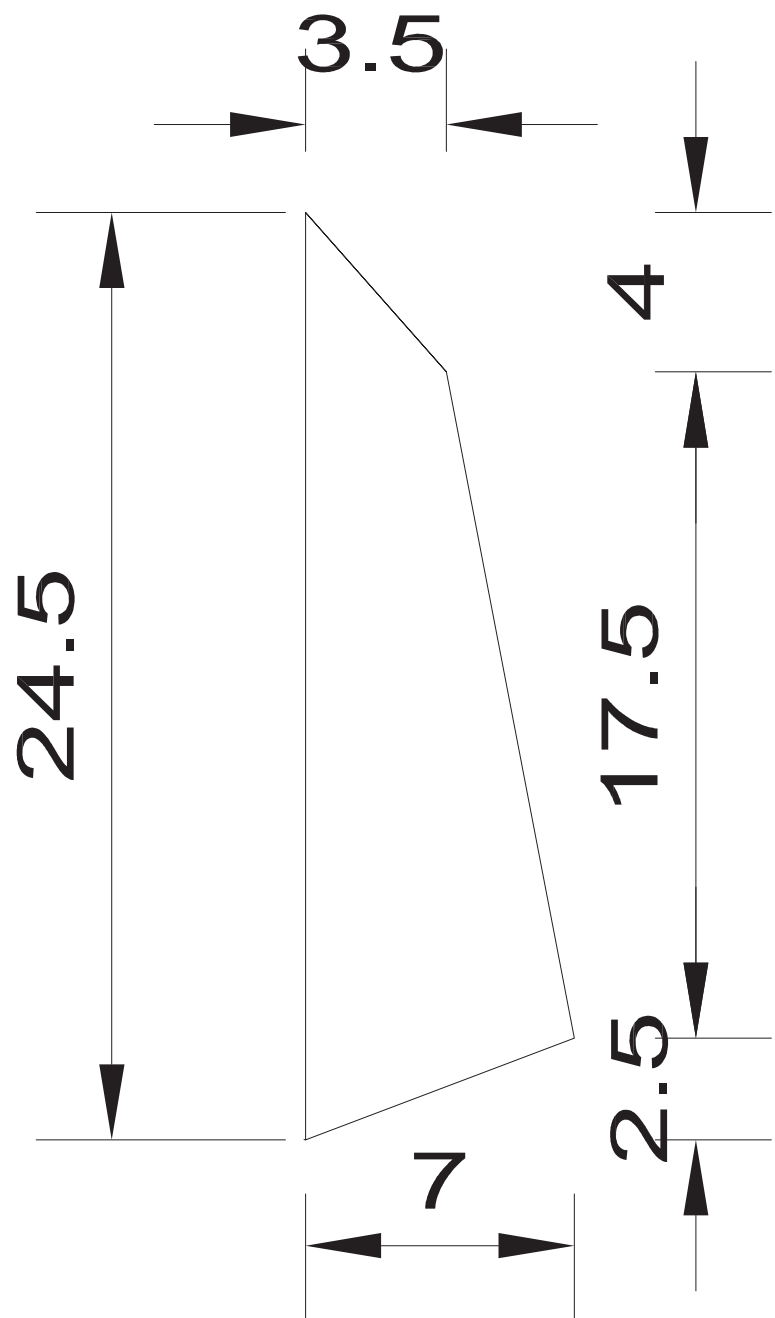



VISTA ISOMÉTRICA

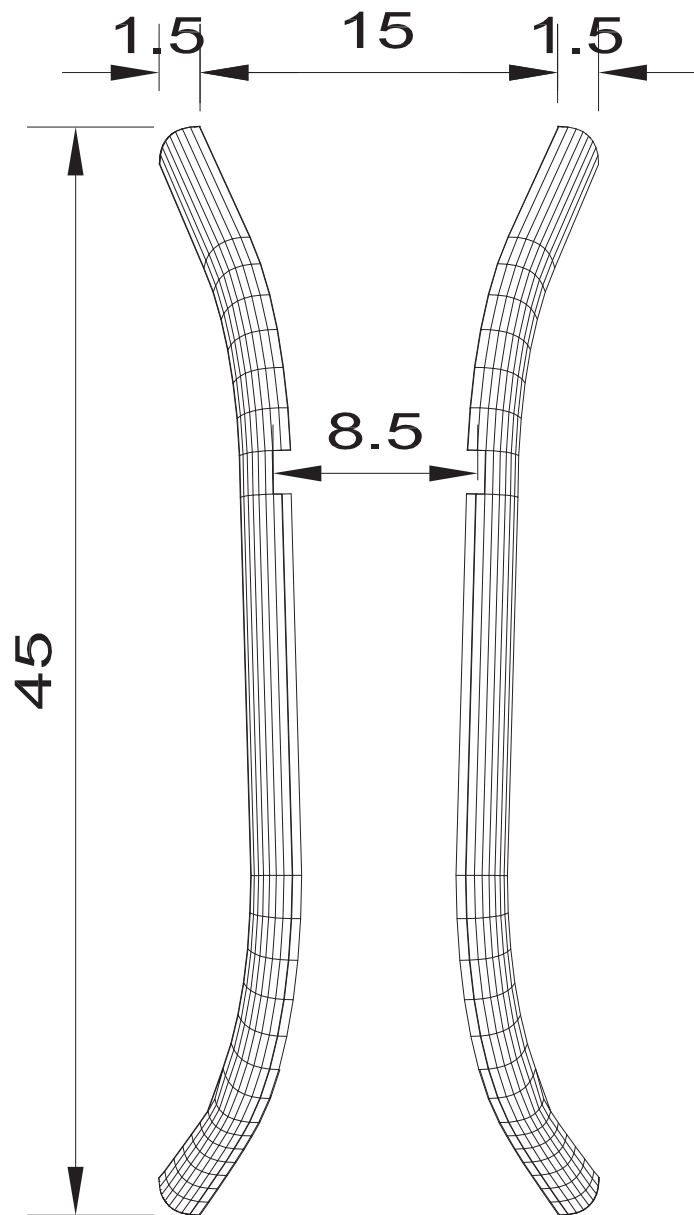
DESCRÇÃO			
INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
 FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA CURSO DESIGN DE PRODUTO	REFERENCIA	UNIDADE	ESCALA
	REFIL MÁSCARAS	CM	1/20
AUTOR ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CANDIDO	AUTOR	PRANCHA	DATA
EVANDRO PERONDI	EVANDRO PERONDI	10/13	12/2013



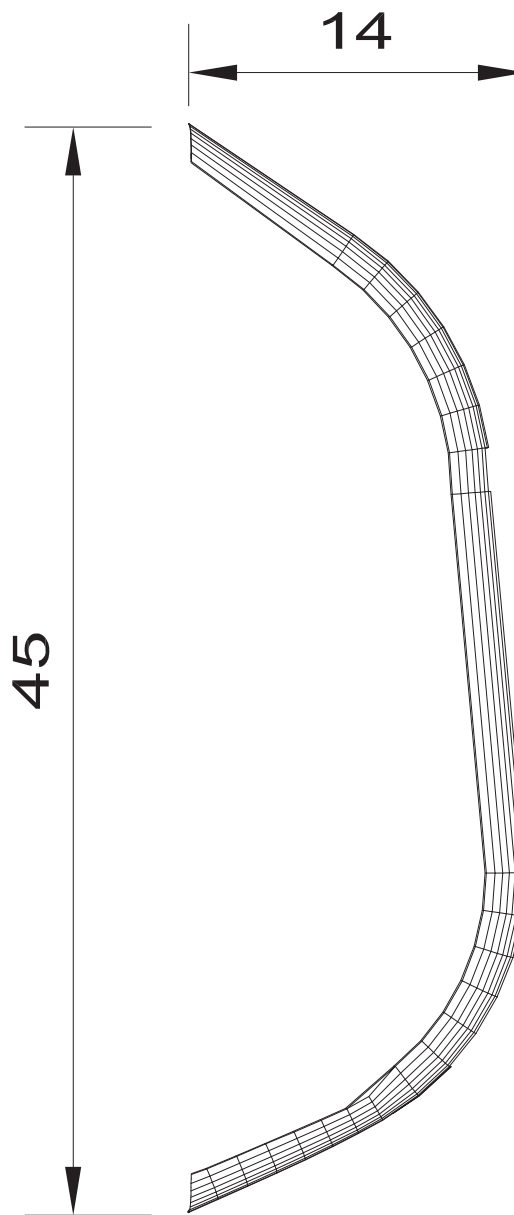
DESCRÇÃO			
INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
 FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA CURSO DESIGN DE PRODUTO	REFERENCIA	UNIDADE	ESCALA
	SISTEMA ELÉTRICO	CM	1/20
AUTOR ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CANDIDO	AUTOR	PRANCHA	DATA
EVANDRO PERONDI	11/13	12/2013	



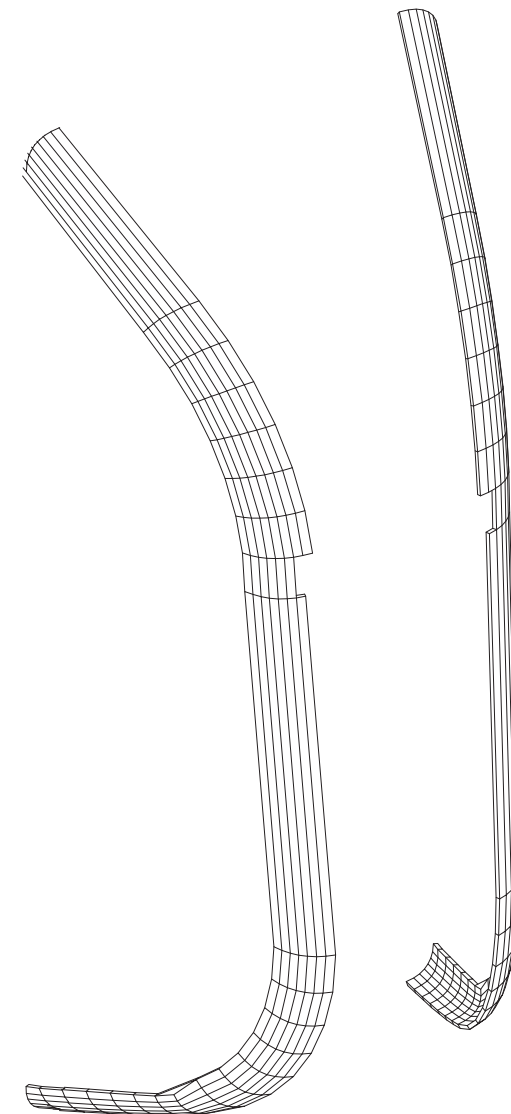
<small>DESCRIÇÃO</small> INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
 <small>FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA CURSO DESIGN DE PRODUTO</small>	<small>REFERENCIA</small> MÁSCARA LUZ LATERAL	<small>UNIDADE</small> CM	<small>ESCALA</small> 1/20
	<small>AUTOR</small> EVANDRO PERONDI	<small>PRANCHA</small> 08/13	<small>DATA</small> 12/2013



VISTA FRONTAL

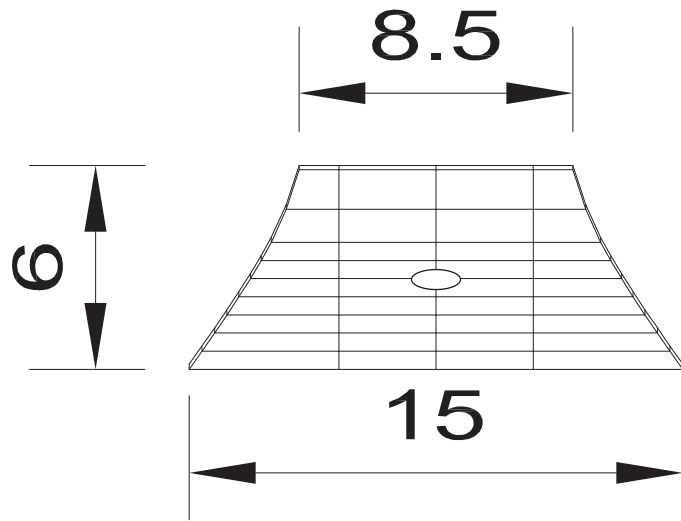


VISTA LATERAL

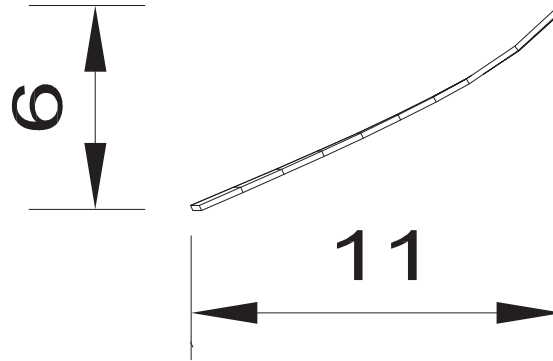


VISTA ISOMÉTRICA

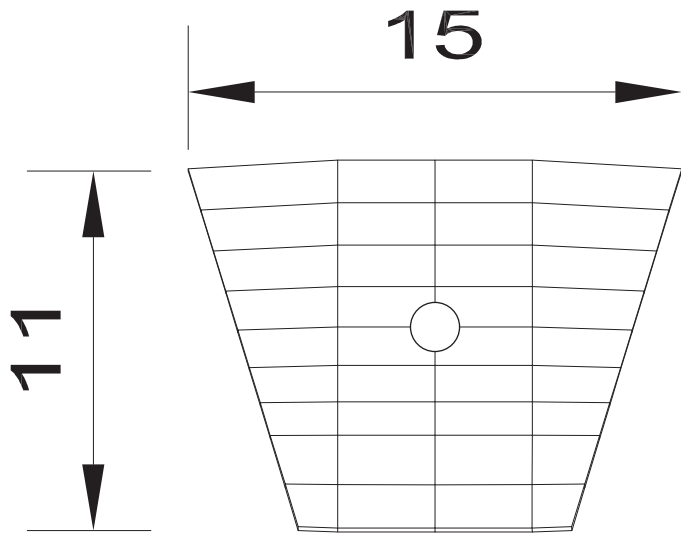
DESCRIÇÃO INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA UFRGS UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL	REFERÊNCIA MÁSCARA LUZ FRONTAL	UNIDADE CM	ESCALA 1/25
	AUTOR EVANDRO PERONDI	PRANCHA 07/13	DATA 12/2013
CURSO DESIGN DE PRODUTO ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CANDIDO			



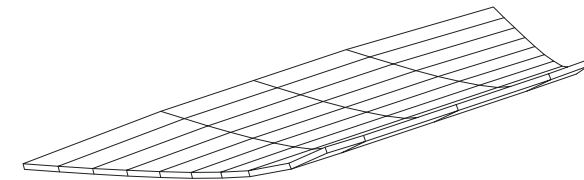
VISTA FRONTAL




VISTA LATERAL

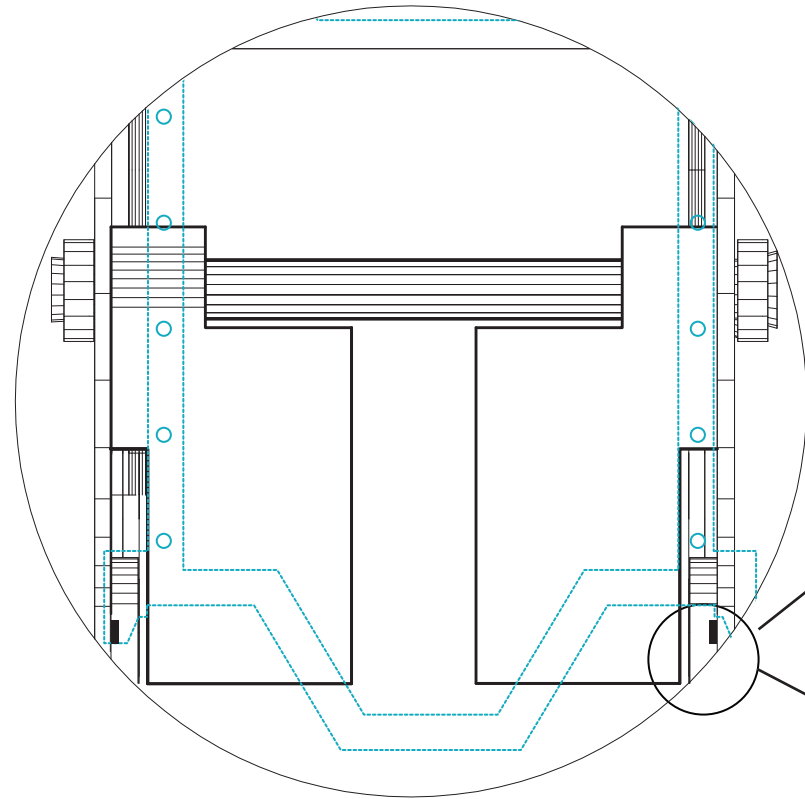


VISTA SUPERIOR



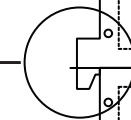
VISTA ISOMÉTRICA

DESCRIÇÃO INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
 FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA CURSO DESIGN DE PRODUTO	REFERÊNCIA MÁSCARA LUZ EMERGÊNCIA	UNIDADE CM	ESCALA 1/25
	AUTOR EVANDRO PERONDI	PRANCHA 09/13	DATA 12/2013
ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CANDIDO			

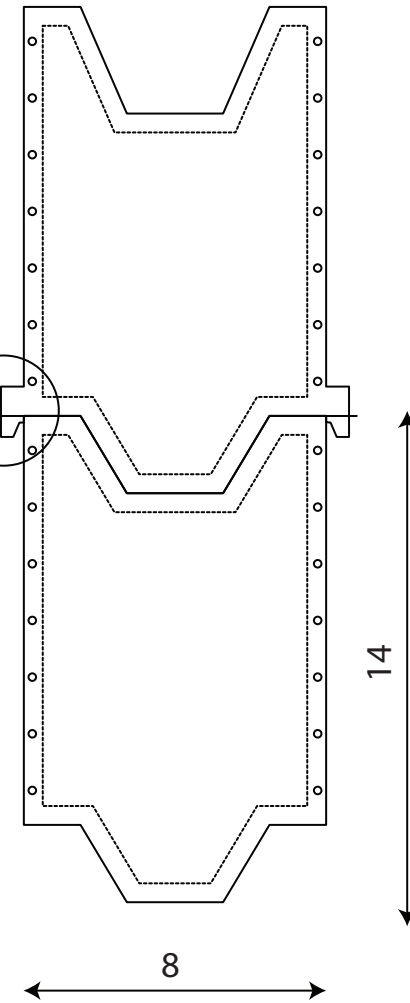


DETALHE SISTEMA EJEÇÃO
ESCALA 1/10


PONTO DE UNIÃO



LÂMINAS CORTE
EMBUTIDAS CARENAGEM



DETALHE EMBALAGENS RESPIRADOR
ESCALA 1/20

DESCRIÇÃO			
INSPAIR - DISPENSADOR DE MÁSCARAS P/ SINISTROS COM FUMAÇA			
 FACULDADE DE ARQUITETURA DEPARTAMENTO DE DESIGN E EXPRESSÃO GRÁFICA CURSO DESIGN DE PRODUTO	REFERENCIA	UNIDADE	ESCALA
	EMBALAGEM RESPIRADOR	CM	INDICADA
AUTOR	PRANCHA	DATA	
ORIENTADOR LUIZ HENRIQUE ALVES CANDIDO	EVANDRO PERONDI	13/13	12/2013