REDESIGN ERGONÔMICO
DA PRANCHA DE
RESGATE UTILIZADA PELO
CORPO DE BOMBEIROS.

UNIVERSIDADE POSITIVO
JULIANO CEZAR SKOREI WISNIEWSKI | LUCAS GARCIA LOPES | VICTOR ZANIN

**REDESIGN ERGONÔMICO DA PRANCHA DE
RESGATE UTILIZADA PELO CORPO DE BOMBEIROS.**

**Trabalho de conclusão de curso apresentado
ao curso de graduação em Design Projeto de
Produto da Universidade Positivo como
requisito parcial para a obtenção do título de
Bacharel em Design Projeto de Produto.**

BANCA EXAMINADORA

Érika Cristina Gonçalves Fiorillo (Mestre-Orientador)
Universidade Positivo - Curitiba

Jorge Yoshio Tamura (Mestre-Relator)
Universidade Positivo - Curitiba

2° Tenente QOBM Douglas de Araujo Trevisan (Convidado Técnico)
2° Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo

Cidade, 25 de outubro de 2017.

RESUMO

Se trata do redesign da prancha de resgate e do headblock utilizados pelo 2º Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo.

Além do redesign dos equipamentos citados acima, foi identificada a necessidade de uma solução para o sistema de imobilização da vítima durante o atendimento.

O trabalho tem como meta a melhora de equipamentos que são de uso diário dos socorristas, pois estes equipamentos atualmente apresentam uma série de problemas que geram desgastes físicos aos socorristas, e diminuem a sensação de segurança da vítima.

Em coleta de dados realizado junto ao corpo de bombeiros, foram identificadas necessidades de melhorias nos equipamentos para aumentar a eficiência dos atendimentos.

Através de análise comparativa dos atendimentos prestados ficou definido como foco do projeto a prancha de resgate. Realizando a análise da tarefa durante atendimentos prestados pelo corpo de bombeiros, foram identificadas necessidades de melhorias como: a postura do socorrista, o peso da prancha, a imobilização da vítima, falhas na estrutura ergonômica.

Como decorrência dos problemas encontrados na montagem dos acessórios na prancha, mostrou-se necessária uma nova solução para o headblock e para o sistema de imobilização da vítima. Embasando-se no resultado das etapas anteriores, foi constituída uma lista de exigências com requisitos a serem atendidos na solução do projeto.

Com a lista de exigências, mais uma prévia pesquisa de mercado, foi definida uma alternativa final que atendia ao objetivo do projeto

ABSTRACT

This is the redesign of the rescue board and the headblock used by the 2nd Group of Firemen of Campo Largo.

In addition to the redesign of the equipment mentioned above, a need was identified for a solution to the victim's immobilization system during care.

The aim of the work is to improve equipment that is used daily by first responders, as this equipment currently present a series of problems that generate physical wear to rescuers, and decrease the sensation of safety of the victim.

In data collection performed with the fire department, needs were identified for improvements in equipment to increase the efficiency of care.

Through a comparative analysis of the services rendered, the rescue plan was defined as the focus of the project.

Performing the analysis of the task during care provided by the fire brigade, needs were identified for improvements such as: the position of the rescuer, the weight of the board, the immobilization of the victim, failures in the ergonomic structure. As a result of the problems encountered in assembling the accessories on the board, a new solution was necessary for the headblock and the immobilization system of the victim.

Based on the results of the previous steps, a list of requirements with requirements to be met in the project solution was established.

With the list of requirements, plus a previous market research, a final alternative was defined that met the project objective.

INTRODUÇÃO

Este projeto visa melhorar o atendimento prestado pelos membros do Corpo de Bombeiros.

Com acompanhamentos realizados junto ao 2º Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo em processo de pesquisa primária e secundária, foram identificados problemas no caminhão e na ambulância, estando presente na ambulância o item que apresentou maiores problemas, tanto na forma de uso quanto na integridade física da vítima e do atendente. Sendo assim o projeto terá como objetivo o redesign da prancha de resgate usada pelos socorristas do corpo de bombeiro.

1- OBJETIVO GERAL

Redesign da prancha de resgate objetivando a melhora na eficiência dos bombeiros durante o atendimento das vítimas, diminuindo a fadiga física decorrente de esforço excessivo e/ou dificuldade ao uso do equipamento.

1.1 - OBJETIVO ESPECÍFICO

- **Melhorar a segurança física do atendente: o projeto visa um estudo da prancha de resgate com intuito de reduzir lesões causadas pelo uso incorreto, consequentemente reduzindo o índice de afastamento.**
- **Prever suportes ou soluções de design que facilite a montagem e desmontagem de acessórios utilizados junto à prancha durante o atendimento da vítima.**
- **Melhorar o transporte da prancha em dois momentos: deslocamento do bombeiro até a vítima e transporte com a vítima até a ambulância.**
- **Propor armazenamento mais eficaz da prancha dentro da ambulância.**
- **Estudar melhorias na higienização e possíveis manutenções da prancha para aumentar a vida útil da mesma.**
- **Melhorar o atendimento prestado à população: com a melhora da condição de trabalho na utilização da prancha resulta em um atendimento mais eficaz.**

2 - JUSTIFICATIVA

Em pesquisa realizada em conjunto com 2ª Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo foi possível identificar que muitos desses problemas de saúde são ocasionados pelo uso constante de equipamentos que podem se classificar como ergonomicamente incorretos, muitas vezes esses equipamentos acabam exigindo um esforço além do normal tanto no joelho quanto na coluna, consequentemente as lesões vão surgindo com o passar do tempo.

Em coleta de dados nos atendimentos realizados junto ao corpo de bombeiros de Campo Largo, é visível que existem vários problemas, sendo eles no caminhão de bombeiros ou na ambulância. Com base no relatório de atendimentos disponível no site do Corpo de Bombeiros do Paraná, foi identificado que o número de atendimentos realizados pela ambulância supera aos realizados pelo caminhão (ver anexo 5.2.1 – ANEXO 1 – Relatório de atendimentos 2016 e 5.2.2 - ANEXO 2 – Relatório de atendimentos primeiro quadrimestre de 2017). Com base nesses relatórios ficou decidido que o foco do projeto é na ambulância.

Um dos principais fatores responsáveis pelas lesões citadas no primeiro parágrafo é a dificuldade de uso da prancha de resgate. Pode se separar em duas vertentes de problemas

2.1 - Problema 1- Transporte:

Dentro dessa vertente existem variáveis que podem dificultar o atendimento, tais como: o peso da vítima, o local do atendimento, a distância do deslocamento da prancha, o número de atendentes e/ou a necessidade de ajuda de terceiros. Na prancha foi identificado que os locais disponíveis de encaixe das mãos para o levantamento e transporte são ergonomicamente inapropriados, a postura dos bombeiros no levantamento e transporte da vítima pode ocasionar lesões, porém existem

Procedimentos para a realização dos resgates que minimizam essas lesões, procedimentos que muitas vezes não são aplicados devido a urgência do atendimento.

2.2 - Problema 2 - Imobilização:

No processo de imobilização, foram encontrados os respectivos problemas: a utilização da fita que deve ser passada por baixo da prancha de resgate onde um dos atendentes deve fazer a elevação da prancha para a passagem da fita para a imobilização do paciente. Segundo relatos dos socorristas do 2ª Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo, as fitas de fixação quando são pré-montadas na prancha não podem ser retiradas na entrega da vítima ao hospital e dificilmente conseguem recuperá-las depois do atendimento.

O head block que é utilizado para imobilização da cabeça em resgate, tem problemas de fixação na prancha e problemas na durabilidade em seu sistema de fixação, uma vez que o velcro não tenha vida útil extensa.

3 - LISTA DE ATENDIMENTOS PRESTADOS

4 - RANKING DE ATENDIMENTOS PRESTADOS

- Levantamento de dados disposto no site dos Bombeiros do Paraná - www.bombeiros.pr.gov.br, referente aos períodos: ano base 2016 e primeiro quadrimestre de 2017

* Os dados são referentes ao número real de atendimentos prestados.

ANO BASE 2016

ACIDENTE EM MEIO DE TRANSPORTE

Colisão Auto x Moto

COMBATE A INCÊNDIO

Incêndio ambiental

ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR

Queda de pessoas de mesmo nível

ACIDENTE EM MEIO DE TRANSPORTE

Queda de moto

ANO BASE 2017

ATENDIMENTO PRÉ-HOSPITALAR

Queda de pessoas de mesmo nível

ACIDENTE EM MEIO DE TRANSPORTE

Colisão Auto x Moto

ACIDENTE EM MEIO DE TRANSPORTE

Queda de pessoas de mesmo nível

ACIDENTE EM MEIO DE TRANSPORTE

Queda de moto

5 - RELATÓRIOS DE ATENDIMENTOS

Relatório dos atendimentos prestados pelo 2º Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo, nos quais foram feitos acompanhamentos, com o objetivo de identificar as principais dificuldades em cada atendimento.

5.1 - Atendimento 01

Local: Campo Largo – Bairro Aparecida - Data: 01/04/2017

Atendimento: Incêndio a residência

Veículo usado: Caminhão

Equipe: 3 pessoas

início: 15:30 - Término: 16:00

Ao chegar no local o caminhão foi posicionado em frente à residência já em situação crítica de incêndio. Os soldados já trajados com seus equipamentos de combate a incêndio desceram, abriram o compartimento do caminhão que abrigava todo o equipamento necessário para a realização desse atendimento retirando quatro mangueiras e um divisor. Elas foram emendadas uma a outra devido a distância entre a residência e o caminhão (figura 1) através de um sistema de encaixe rotativo simples (figura 2), e em sua ponta anexado o esguicho.

Figura 1 – Atendimento a ocorrência de incêndio - Fonte: Autores 2017

Dois bombeiros começaram a combater o incêndio pela janela, pelo lado de fora, em seguida um dos bombeiros usando máscara de oxigênio adentrou a casa com a ponta da mangueira, o segundo bombeiro permaneceu auxiliando-o. O terceiro bombeiro se encarregou de supri-los com equipamentos, tais como, enxadas e ganchos. Em alguns minutos, outro caminhão do grupamento de Santa Felicidade compareceu para prestar auxílio, assumindo o combate ao incêndio em sequência (questão hierárquica). Controlado o incêndio iniciou-se a limpeza do local (telhas, entulhos, roupas, móveis). Finalizando, o equipamento foi limpo e guardado.

Figura 2 - Emenda de encaixe entre duas mangueiras - Fonte: Autores 2017

Dificuldades:

- O sistema de encaixe das mangueiras embora simples, apresentou dificuldade na conexão necessitando do uso de uma chave específica (possíveis causas dessa dificuldade: limpeza da conexão, conexão amassada, danificada ou gasta)
- Durante o atendimento os bombeiros constantemente tinham que parar o que estavam fazendo e tirar sua máscara de oxigênio para se hidratar (figura 3 e 4).

Figura 3 – Bombeiro se hidratando - Fonte: Autores 2017

Figura 4 – Retirada da máscara de hidratação - Fonte: Autores 2017

5.2- Atendimento 02

Local: Campo Largo – Vila de Lurdes

Data: 02/04/2017

Atendimento: Queda de moto

Veículo usado: Ambulância

Equipe: 3 pessoas

Início: 17:06 - **Término:** 18:00

Os bombeiros foram até a vítima e constataram uma fratura no braço direito que foi imobilizada com talas de papelão. A vítima estava em mesmo nível o que facilitou colocá-la na maca e para tal procedimento foi usada a técnica de levantamento cavaleira. Eles o levantaram e o colocaram na prancha, sem mais problemas. No momento de levantar a prancha utilizou-se outra técnica, uma de elevação em dois níveis, primeiro agachado até os joelhos e depois Flexionando as pernas e ficando em pé. A vítima foi posta na ambulância e seguiu ao hospital.

Dificuldades:

- Uma socorrista no momento de levantar a vítima com a prancha (figura 5), teve dificuldades e visivelmente dores na lombar.

Figura 5 - Socorrista com dificuldades para levantar a prancha - Fonte: Autores 2017

5.3- Atendimento 03

Local: Campo Largo – Bairro Ouro Verde

Data: 08/04/2017

Atendimento: Queda de mesmo nível

Veículo usado: Ambulância

Equipe: 2 pessoas

Início: 11:20 - **Término:** 11:45

A vítima, uma idosa, encontrava-se sentada em uma cadeira com fortes dores na perna, na região do fêmur e bacia. A transferência da vítima da cadeira para a prancha foi complicada, pois a mesma sentia muita dor, limitando o atendimento e movimentação. Foi por viade improvisto que a transferiram, colocando a maca embaixo da senhora e a deslizando da cadeira para a maca. A vítima já deitada foi imobilizada, colocaram sua perna, com suspeita de fratura no colo do fêmur, sob um cobertor e amarraram utilizando fitas. Para levantar a maca com a idosa contaram com o apoio de três civis.

Dificuldades:

- **A transferência da vítima da cadeira para a maca e depois para a ambulância, sendo necessária a ajuda de 3 civis presentes no local devido ao peso da vítima.**

Na amarração um operador teve que manter a maca inclinada (figura 7) enquanto o outro envolvia a vítima e a maca com as fitas. Devido a essa inclinação a vítima se segurou na parte superior da maca para não escorregar e acabou tendo seus dedos prensados entre a maca e o chão.

Figura 7 - Inclinação para passagem da fita de imobilização - Fonte: Autores

Figura 6 - Ajuda de civis para levantar a prancha com a vítima - Fonte: Autores 2017

6 - PRANCHA DE ANÁLISE

Prancha indicativa dos diversos problemas encontrados nos acompanhamentos das ocorrências atendidas pela equipe de bombeiros de Campo Largo.

POSTURA INCORRETA

A estrutura muscular e física da atendente faz com que ela sofra um sobrepeso nos joelhos.

ESTRUTURA DA PRANCHA

Devido a estrutura é necessário a elevação da prancha com a vítima para a passagem da fita de mobilização.

POSTURA DA VITIMA

Ao chegar no local a vítima se encontrava sentada com suspeita de fatura no colo do fêmur. Dificultando a colocação da mesma sobre a prancha

IMOBILIZAÇÃO DA VITIMA

Levantamento da prancha para a passagem da fita de imobilização

LEVANTAMENTO DA PRANCHA

Devido ao levantamento da prancha a vítima com medo de escorregar, colocou os dedos abaixo da prancha prensando os dedos no chão

POSTURA INCORRETA

O sobre peso direcionado a coluna da atendente pode causar lesões

POSTURA INCORRETA

O levantamento do peso acima da linha dos cotovelos, faz com que a força do atendente será reduzida

PESO DA VITIMA

Devido ao sobre peso da vítima, foi necessário a ajuda de 3 civis para o transporte até a ambulância

7 - ANÁLISE DO PROBLEMA ENCONTRADO

- Análise em forma de mapa mental do problema encontrado em pesquisa realizada junto ao 2º Subgrupamento de bombeiros de Campo Largo.

- Dados coletados em acompanhamento aos atendimentos prestados pelos profissionais do corpo de bombeiros de Campo Largo.

8 - ANÁLISE DA NECESSIDADE DE USO

Existem dois tipos de usuários da prancha de resgate: o direto, bombeiro socorrista e o indireto vítima, sabendo disto foi necessário identificar as necessidades físicas e cognitivas de cada.

9 - SISTEMA DE AMARRAÇÃO

Para realizar a imobilização da vítima existem algumas técnicas a serem usadas assim como diferentes tipos de fitas, sendo assim uma análise desses sistemas é necessário para o entendimento de como a prancha deve ser.

CINTO DE FIXAÇÃO EM X

Usada para realizar o transporte de vítima nas pranchas que necessitam ser elevadas ou inclinadas. Essa técnica é indicada em vítimas que apresentam sintomas de náuseas ou vômitos, pois permite que a prancha com a vítima possa ser inclinada em 90° ou 180°.

CINTO DE IMOBILIZAÇÃO ARANHA

O cinto de imobilização aranha foi projetado para fixar a vítima da melhor forma possível, possui três tirantes transversais reguláveis por altura em velcro e regulador plástico, podendo se adequar a todo tipo de vítima

CINTO DE FIXAÇÃO PADRÃO

Método de fixação usada em atendimentos comuns onde a vítima não se encontra em um lugar de difícil acesso ou apresente necessidade específica. A vítima é fixada na prancha com no mínimo três tirantes: sendo um na altura das axilas, cruzando o tórax da vítima, sem envolver os membros superiores; outro na altura das cristas ilíacas; e o terceiro, na altura dos joelhos.

10 - LISTA DE PRÉ-REQUISITOS

lista de pré-requisitos elaborada para o produto a ser desenvolvido em forma de mapa mental.

• Lista de pré-requisitos.

11 - VALIDAÇÃO DA TAREFA

Com objetivo de validar os dados dos acompanhamentos realizados com os socorristas do 2º Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo, foi realizada validação através de conversas e simulações de uso da prancha de resgate com os mesmos, onde toda a atenção ficou no uso da prancha de resgate, analisando as formas de uso nas situações mais comuns do dia-a-dia desses socorristas e também as principais características das diferentes pranchas disponíveis para a realização desses atendimentos.

12 - ANÁLISE COMPARATIVA

Tabela comparativa dos diferentes tipos de prancha de resgate disponíveis no 2º Subgrupamento de Bombeiros de Campo Largo, com o objetivo de identificar quais são os pontos fortes e pontos fracos de cada modelo de prancha, foi realizada uma entrevista com os soldados Marcos e Fernando, socorristas presentes no grupamento no dia 03 de junho de 2017.

PRANCHA DE FIBRA DE VIDRO

PONTOS POSITIVOS

- Leveza
- Pega com bordas suavizadas
- Estrutura plana

PONTOS NEGATIVOS

- Estreitamento na área dos pés, dificultando a pega
- Maior altura se comparada as outras
- Baixa resistência

PRANCHA DE COMPENSADO NAVAL

PONTOS POSITIVOS

- Leveza
- Estrutura plana
- Dimensional adequado

PONTOS NEGATIVOS

- Pega com cantos pontiagudos
- Pegas mais afastadas

PRANCHA DE POLIETILENO

PONTOS POSITIVOS

- Pega com bordas suavizadas
- Diversidade de pegas
- Dimensional adequado

PONTOS NEGATIVOS

- Base concava
- Peso

13 - ANÁLISE DA ATIVIDADE

Para validação dos dados coletados nos atendimentos acompanhados, foi realizada uma simulação de atendimento. Nela foram analisadas as questões de pega, peso e dimensional da prancha, amarrações e inclusive questões ergonômicas. Esses dados coletados foram confrontados com os dados dos atendimentos, explicitando vários possíveis problemas com a prancha de resgate.

13.1- Passo1:

Ao chegar até o local o socorrista realiza os primeiros atendimentos, averiguando em que estado a vítima está a imobilização com colar cervical, é feita por ser um procedimento padrão (figura 8) e dependendo do estado da vítima, a utilização ou não do Head Block, item que está previamente montado em uma das pranchas de resgate disponíveis na ambulância.

Figura 8 - Colocação colar cervical - Fonte: Autores 2017

13.2- Passo2:

Retirada da maca da ambulância conforme necessidade da vítima, nessa situação com Head Block (figura 9). O terreno determina se o socorrista leva a maca para próximo da vítima ou não. Na simulação optou-se por fazer a pré-montagem da prancha com as fitas e Head Block e deixar a maca longe do local de atendimento para análise de transporte.

Figura 9 - Retirada da maca - Fonte: Autores 2017

13.3- Passo3:

Levantamento da vítima e posicionamento na prancha. Para levantar a vítima necessitou do auxílio de uma terceira pessoa (figura 10), geralmente quem presta esse auxílio é um civil presente no local do atendimento.

Figura 10 - Levantamento vítima - Fonte: Autores 2017

13.4- Passo4:

Nessa situação as fitas já estavam instaladas e não foi necessário inclinar a prancha para posiciona-las. A técnica de amarração usada nessa situação foi a padrão (figura 11). Nessa etapa também houve a imobilização da vítima usando o Head Block (figura 12).

Figura 11 - Imobilização padrão - Fonte: Autores 2017

Figura 12 - Head Block - Fonte: Autores 2017

13.5 - Passo 5:

Imobilização em X e sem as fitas instaladas: Foi solicitado para realizar o atendimento sem que as fitas já estivessem montadas, que é o que geralmente é feito em situações reais, pois a montagem da prancha com as fitas e Head Block é demorada. Foi solicitado também a realização da imobilização em X (figura 13), técnica utilizada quando se tem necessidade de transportar a prancha com a vítima em longas distancias ou em caso de a vítima precisar ser inclinada em 90° ou 180° (figura 14).

Figura 13 - Inclinação 90° - Fonte: Autores 2017

Figura 14 - Amarração em X - Fonte: Autores 2017

13.6- Passo 6:
A vítima devidamente imobilizada é levantada num procedimento que conta com 3 passos (figura 15,16,17).

Figura 15 - Levantamento passo 1 - Fonte: Autores 2017

Figura 16 - Levantamento passo 2 - Fonte: Autores 2017

Figura 17 - Levantamento passo 3 - Fonte: Autores 2017

**13.7- Passo 7:
Transporte da vítima até a maca (figura 18,19).**

Figura 18- Transporte vítima na prancha - Fonte: Autores 2017

Figura 19- Transporte vítima até a maca - Fonte: Autores 2017

**13.8- Passo 8:
Colocação da vítima na maca dentro da ambulância, foi solicitado uma demonstração de como seria o transporte de duas vítimas em pranchas dentro da ambulância, no caso a segunda vítima é levada na prancha que é amarrada por cintos próprios do veículo (figura 20).**

Figura 20 - Colocação de duas pranchas no veículo - Fonte: Autores 2017

**13.9- Passo 9:
A higienização da maca é feita com um pano e álcool 70%, não houve registro fotográfico desse processo, entretanto houve o registro verbal dos socorristas que estavam de plantão.**

14 - PROBLEMAS ENCONTRADOS NA SIMULAÇÃO DE USO

Durante os atendimentos simulados foram identificados problemas em todas as etapas de uso.

LEVANTAMENTO DA PRANCHA

Para a passagem da fita de fixação, foi necessário o levantamento da prancha

PREPARAÇÃO DA FITA

Para preparação das fitas para o atendimento leva-se entre 3 a 5 minutos

PREPARAÇÃO DO HEAD BLOCK

Para a preparação do head block para o atendimento leva-se entre 3 a 5 minutos

AJUDA DE CIVIS

Para o deslocamento da vítima até a prancha foi necessário a ajuda de um civil

PEGA

Devido ao dimensional da prancha na região dos pés ser menor que o restante da prancha, gerou dificuldade da pega

DESGASTE

Devido ao uso excessivo da prancha foi identificado desgaste nas extremidades

15 - CONCEITO

Redesign da prancha de resgate do corpo de bombeiros visando a melhora na EFICIÊNCIA durante o atendimento, objetivando como consequência diminuir a fadiga do socorrista, bem como aumentar a SEGURANÇA minimizando os riscos de afastamentos.

Após análise de tarefa, constatou-se como características físicas essenciais para o projeto a redução de PESO, a adequação do dimensional e formas, RESISTÊNCIA, DURABILIDADE e soluções de IMOBILIZAÇÃO. Para as características cognitivas focou-se em trabalhar com a ERGONOMIA para tornar a percepção de segurança tanto do usuário direto (socorrista) quanto do usuário indireto (vítima), mais evidentes.

16 - LISTA DE EXIGÊNCIAS

Após todo o processo de pesquisa, análise de tarefa e validação de dados a equipe definiu uma lista refinada de exigências que o produto a ser desenvolvido deve conter.

DIMENSIONAL

- Largura adequada que proporcione o atendimento a diversas proporções de tamanhos. Adequada ao tamanho da maca

PEGA "IDEAL"

- Adequado para o dimensional variado dos diversos atendentes

QUANTIDADE DE PEGAS

- Possibilita diversas formas de amarração e levantamento da vítima

RESISTÊNCIA

- Resistência a carga de trabalho e a intempéries

LEVEZA

- Facilita o transporte e diminui o peso na hora do atendimento

MATÉRIA PRIMA

- A matéria deve ser de higienização simples e eficaz. A impermeabilização evita o acúmulo de resíduos na prancha

SOLUÇÃO DE IMOBILIZAÇÃO

- A possível acoplagem das fitas devem ser de fácil aplicação

ESTRUTURA PLANA

- A estrutura plana da prancha se adequa de forma mais eficaz a cada vítima no atendimento

- Lista de exigências.

17- MATERIAIS E PROCESSOS

Com base nos itens de pré-requisitos e na lista de exigências, a equipe optou por utilizar o polietileno como material da prancha e que o processo de fabricação fosse o de rotomoldagem, ambos garantem que o produto final atinja alguns itens da lista de exigências e de pré-requisitos tais como: leveza, resistência, fácil higienização, impermeabilidade e ser translúcida ao raio X.

17.1 - POLIETILENO

O polietileno (PE) é um dos principais entre os termoplásticos, que são aqueles que se deformam com o calor. No caso do polietileno, a temperatura de deformação e fusão é entre 110 e 115°C. O polietileno pode existir em cinco diferentes variações, que são: PEAD (polietileno de alta densidade), PEBD (polietileno de baixa densidade), PELBD (polietileno linear de baixa densidade ou PEBDL), PEUAPM (polietileno de ultra alto peso molecular) e PEUBD (polietileno de ultra baixa densidade), todos podem ser reciclados e comercializados como material recuperado. O polietileno em suas variadas formas possui propriedades únicas, tais como resistência ao impacto, alta flexibilidade, boa trabalhabilidade e estabilidade térmica e química (em determinadas condições).

Para a produção da prancha de resgate vai ser utilizado o PEAD (polietileno de alta densidade), pois o mesmo apresenta as seguintes características:

- Resistência à tensão, compressão, tração e temperaturas;
- Baixa densidade em comparação com metais e outros materiais;
- Impermeável, atóxico
- Inerte (ao conteúdo), baixa reatividade;
- Pouca estabilidade dimensional

Figura 21 - PEAD (Polietileno alta densidade)

Fonte: <http://www.nitaplast.com.br/produtos/nitalen/polietileno-altadensidade-pead>

17.2- ROTOMOLDAGEM

A rotomoldagem é um processo relativamente simples, onde um molde abastecido com resina em pó, gira em dois movimentos distintos e com baixas rotações dentro de uma câmara aquecida.

Neste processo obtêm-se peças técnicas simples ou com alto nível de complexidade a baixo custo se comparadas aos processos de injeção e sopro.

Obtêm-se também peças ocas, uma das características próprias a este processo, essas peças podem ser pequenas como uma moeda ou de enormes proporções como tanques ou silos de mais de 25.000lts de capacidade.

Diferente de outros processos, a ausência de aplicação de esforço sobre o material plástico proporciona peças sem tensões residuais. Neste processo pode-se obter peças em polietileno, náilon, PVC, policarbonato ou qualquer outro tipo de termoplástico e alguns termo fixos com limitações.

A matéria-prima, normalmente adquirida em grãos, deve ser micronizada, ou seja, reduzida a pó através de um moinho.

Vantagens da rotomoldagem:

- **Produção de peças de grande volume ou complexidade;**
- **Viabilidade para pequenas demandas em função do baixo custo dos moldes;**
- **Peças originadas sem tensões internas, com maior resistência ao impacto;**
- **Facilidade de introdução de insertos metálicos;**
- **Flexibilidade da diversificação de peças.**

A escolha da rotomoldagem deu-se justamente por permitir que a peça tenha um certo nível de complexidade e por esse processo deixar a peça oca, o que garante uma certa leveza ao produto. O custo desse processo também influenciou muito na escolha, pois isso torna o produto final um pouco mais acessível no mercado.

Figura 22 - Processo de rotomoldagem

Fonte: <http://www.rototherm.com.br/news>

18 - PROPOSTA HEADBLOCK

Através de apontamentos obtidos com a validação da primeira proposta de *headblock* foi gerado uma nova alternativa que atendesse aos apontamentos feitos pelos socorristas durante a validação. A parte inferior do *headblock* deve estar fixada na prancha para que a limitação de movimentos dos pacientes seja eficaz, sabendo disso a equipe focou em desenvolver um novo *headblock* que atendesse esse quesito e que excluísse o uso da base de velcro dos modelos tradicionais presentes no mercado.

Modelo de *headblock* apresentado (figura 23).

Figura 24 - Proposta headblock

O novo modelo funciona com um sistema similar a um clipe de papel exercendo pressão na prancha quando encaixado nela (figura 25 e 26).

Confeccionado em polietileno de alta densidade o *headblock* possui uma “alma” metálica de aço responsável por exercer a pressão na prancha.

Figura 25 - Proposta headblock

Figura 26 - Proposta headblock

19- PROPOSTA FITA DE IMOBILIZAÇÃO

O processo de imobilização da vítima através de cintos é um dos principais problemas apontados através de acompanhamentos, no sistema atual de imobilização os socorristas devem inclinar a prancha com a vítima em cima para a passagem dos cintos. Foi pensado em extinguir a necessidade dessa inclinação da prancha que a equipe propôs um novo modelo para a amarração, a prancha deve conter um trilho para a passagem dessa fita (figuras 29 e 30).

Figura 27 - Plugues de fixação

Figura 28 - Sistema de encaixe cinto

Figura 29 - Funcionamento encaixe cinto

Figura 30 - Funcionamento encaixe cinto

20- PROPOSTA PRANCHA DE REGASTE

Após duas validações e diversos refinamentos foi definido o **desenho final da prancha de resgate**, o modelo final tem o **dimensional de 500 mm x 1900 mm x 60mm (30mm de prancha + 30mm dos “pés”)**, e com o trilho embutido para uso do sistema de **fixação do cinto**.

Figura 31 - Vista da Prancha 01

Figura 32 - Vista da Prancha 02

21- RENDERING PROPOSTA FINAL - PRANCHA MONTADA

22 - OPORTUNIDADE DE MERCADO

Pensando na realização de um protótipo real para que a validação junto a corpo de bombeiros seja mais efetiva, e também pensando na oportunidade de entrar com o modelo desenvolvido no mercado, a equipe procurou dados importantes referentes ao mercado de negócios das pranchas de resgate para apresentar a empresas que trabalham com o processo de rotomoldagem com o intuito de realizar uma parceria para a fabricação de um protótipo funcional. A prancha apresenta dados do número médio de pranchas usadas somente nos grupamentos de bombeiros de alguns estados.

Além dos dados de mercado a equipe apresentou os dados coletados nas pesquisas e acompanhamentos junto ao corpo de Bombeiros de Campo Largo, explicando todo o processo e apontando os erros encontrados e as soluções propostas, junto a essa apresentação foi entregue uma carta declarando a parceria com o Corpo de Bombeiros.

22.1- OPORTUNIDADE DE MERCADO

23- REFERÊNCIA

- **ARBO, Processo de rotomoldagem, (201?). Disponível em:** <http://www.arboplasticos.com.br>. Acesso em 28 de agosto de 2017.
- **BIOTECMED, Prancha dobrável em compensado naval, (201?). Disponível em:** www.biotecmed.com.br. Acesso em 21 de abril de 2017.
- **BIOTECMED, Prancha longa em polietileno, (201?). Disponível em:** www.biotecmed.com.br. Acesso em 21 de abril de 2017.
- **BOMBEIRO CIVIL BTE, Treinamento 26 de julho de 2012, (2012) Disponível em:** <http://bombeirocivilbte.blogspot.com.br/2012/07/>. Acesso em 02 de junho de 2017.
- **CLIMBCLEAN, Maca Cascade, (201?). Disponível em:** <http://www.climbclean.com.br/>. Acesso em 21 de abril de 2017.
- **CLIMBCLEAN, Maca Mamute modelo envelope, (201?). Disponível em:** <http://www.climbclean.com.br/>. Acesso em 21 de abril de 2017.
- **CONEXÃO BOMBEIRO, Cinto de imobilização aranha, (2016). Disponível em:** <http://www.conexaobombeiro.com.br/noticias>. Acesso em 02 de junho de 2017.
- **DE ALMEIDA, Luis Antonio. Bombeiros sofrem com doenças relacionados ao trabalho, (2011). Disponível em:** http://www.proteca.com.br/noticias/doencas_ocupacionais. Acesso em 21 de abril de 2017.
- **DORMED HOSPITALAR, Maca tipo concha em alumínio, (201?). Disponível em:** www.dormed.com.br. Acesso em 21 de abril de 2017.
- **NITAPLAST, Polietileno – PEAD – P.S.A – Aplicações e Propriedades, (201?). Disponível em:** <http://www.nitaplast.com.br/produtos/nitalen/polietileno->. Acesso em: 25 de Julho de 2017
- **PADILHA TREINAMENTOS, Resgate em locais remotos e de difícil acesso, (2017). Disponível em:** www.padilhatreinamentos.com.br. Acesso em 29 de maio de 2017.
- **PARANÁ. Corpo de Bombeiros do Paraná. Relatório periódico geral de ocorrências – Ocorrências atendidas. Disponível em:** <http://www.bombeiros.pr.gov.br/>. Acesso em 25 de abril de 2017.
- **RESO, Polietileno, o que é, onde é utilizado? (2015). Disponível em:** <http://resoambiental.com/2015/07/polietileno-o-que-e- onde-e-utilizado>. Acesso em 25 de julho de 2017
- **ROTOTHERM, Processo de rotomoldagem, (201?). Disponível em:** <http://www.rototherm.com.br/news>. Acesso em 25 de julho de 2017
- **SOSSUL, Prancha de compensado naval, (201?). Disponível em:** <http://www.sossul.com.br>. Acesso em 21 de abril de 2017.