

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

Escola de Belas Artes

Departamento de Desenho Industrial

Curso de Desenho Industrial - Projeto de Produto

Relatório de Projeto de Graduação

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro



Ana Clara Ramos de Freitas

Rio de Janeiro – 2016

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro

Ana Clara Ramos de Freitas

Projeto submetido ao corpo docente do Departamento de Desenho Industrial da Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial / Habilitação em Projeto de Produto.

Aprovado por:

Prof^a. Patricia March

Prof^a. Beany Monteiro

Prof. Valdir Soares

FREITAS, Ana.

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro [Rio de Janeiro] 2016.

83 (p.º) 21 x 29, 7cm. (EBA/UFRJ, Bacharelado em Desenho Industrial –
Habilitação em Projeto de Produto, 2016)

Relatório Técnico - Universidade Federal do Rio de Janeiro, EBA.

1. Blindagem.

I. D.I. EBA/UFRJ. II. Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro.

“A evolução da forma começa com a percepção da falha”

Henry Petroski

Para a minha mãe Sandra, meu irmão Allan e em memória de meu pai Joel.

À Deus,
À minha família, pelo apoio incondicional em todos os momentos da minha vida.
Aos que caminharam comigo até aqui.
À minha orientadora Patricia March, por acreditar que seria possível.

Resumo do Projeto submetido ao Departamento de Desenho Industrial da EBA/UFRJ como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Bacharel em Desenho Industrial.

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro

Ana Clara Ramos de Freitas

Rio de Janeiro – 2016

Orientadora: Patricia March

Departamento de Desenho Industrial / Projeto de Produto

Este documento apresenta o desenvolvimento do redesign de um colete balístico nível III, para o gênero masculino, de uso exclusivo do Exército Brasileiro.

Após pesquisa sobre como se dá a atividade militar em situações reais identificou-se a carência de um equipamento que seja pensado além da funcionalidade, que tenha uma boa interação com o usuário e que não influencie negativamente na atividade exercida.

O objetivo do projeto é alcançar um equipamento compatível com as necessidades dos militares por meio do estudo de fatores posturais, simbólicos e psicológicos.

Palavras-Chave: Colete balístico, Ergonomia, Tecido esportivo, EPI, Segurança.

Abstract of the graduation project presented to Industrial Design Department of the EBA/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Bachelor in Industrial Design.

Redesign - bulletproof vest level 3 for the Brazilian Army

Ana Clara Ramos de Freitas

Rio de Janeiro – 2016

Advisors: Patricia March

Department: Industrial Design / Project of Product

This paper presents the development of the redesign of a bulletproof vest level 3, for males, exclusive of the Brazilian Army use.

After research on how to give military activity in real situations identified the lack of equipment that is thought beyond functionality, you have a good interaction with the user and which does not adversely influence the activity performed.

The project's goal is to achieve a compatible device with the needs of the military through the study of posture, symbolic and psychological factors.

Keywords: ballistic vest, ergonomics, sports fabric, EPI Security.

Lista de siglas

EPI- Equipamento de proteção Individual

DFPC- Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados.

NIJ- National Institute of Justice

MM- milímetro

FMJ -*Full Metal Jacket*

EB- Exército Brasileiro

INC- Incorporation

LCP- poliéster aromático de cristal líquido

UV- Ultravioleta

PEUAPM- Polietileno de Ultra-Alto peso molecular

U.S- Estados Unidos

STF (Shear Thinckening Fluid)

Kg – quilograma

MINUSTAH- Missão das Nações Unidas para a Estabilização no Haiti

USP - Universidade de são Paulo

GUT- Gravidade, Urgência, Tendência.

UHMwPE- Ultra-High Molecular Weight Polyethylene

M²- metro quadrado

Kg- quilograma

Dtex- Decitex

Índice de tabelas

Tabela 1-Dimensões do painel balístico dorsal.	34
Tabela 2- Dimensões do painel balístico frontal direito esquerdo, respectivamente.	35
Tabela 3- Medidas limites das áreas dos modelos PP, P, M, G e GG.	39
Tabela 4- Apresenta a discriminação dos sintomas físicos dos participantes da pesquisa realizada pela Escola de Enfermagem da USP em uma equipe de pronto atendimento.	41
Tabela 5- Taxonomia dos problemas encontrados. Tabela GUT.	46

Índice de figuras

Figura 1- Munição 7.62 X 51 mm FMJ.	22
Figura 2- Componentes de um colete balístico, com a ausência da placa balística.	22
Figura 3 - Tecido balístico sendo preparado para corte.	23
Figura 4- Tecido balístico sendo cortado na Fábrica da Dupont.....	23
Figura 5- Posicionamento da placa balística.	24
Figura 6 Placas balísticas frontais e dorsais.	24
Figura 7- Informações da etiqueta de uma placa balística.	25
Figura 8- Colete balístico, preso a um bloco de argila, sendo testado.....	26
Figura 9- Deformação do bloco de argila causada pelo impacto do projétil.....	26
Figura 10- Colete balístico sendo testado na fábrica da Dupont.	28
Figura 11- Vista Frontal e da do colete balístico.	30
Figura 12 - Disposição das correias utilitárias na parte frontal esquerda e direita (de quem veste).....	31
Figura 13- Vista Frontal e dorsal do colete balístico, respectivamente.	32
Figura 14- Disposição das correias utilitárias na parte dorsal da capa.....	33
Figura 15 - Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo PP.	36
Figura 16- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo P.	37
Figura 17- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo M.....	37
Figura 18- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo PP.....	38
Figura 19- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo GG.	38
Figura 20- Militares na posição de joelhos, abrigados e em pé, respectivamente.	43
Figura 21 - Militares em coluna de progressão tática.	43
Figura 22- Militares em Treinamento de tiro e em coluna de marcha com blindados, respectivamente.	43
Figura 23- Similar I: Colete de uso exclusivo do Exército Brasileiro. Vista frontal, Placa balística e colete aberto.	48
Figura 24- Similar II: Colete Dissimulado – Frente, lateral direita, detalhe do saionete e vista dorsal, respectivamente.	49
Figura 25- Colete balístico nível IIIA Blintec.....	50
Figura 26- Colete Balístico Taurus IIIA.....	51
Figura 27 - Colete balístico Galls, nível III-A com saionete. Foto da parte frontal e dorsal, respectivamente.	52
Figura 28- Placa balística utilizada pelo EB.	53
Figura 29- Placa balística rígida PES 520.....	54
Figura 30- Placa balística rígida Protech Tactical, Nível IV.	55

Figura 31- Protetor de coluna para motociclistas Tutto Moto.	56
Figura 32- Protetor de coluna e peito para motociclistas ICON.	57
Figura 33- Conceito I.	60
Figura 34- Conceito II.	61
Figura 35- Conceito III.	62
Figura 36 - Conceito IV (parte frontal e colete aberto, respectivamente).	63
Figura 37 - vistas da alternativa escolhida (alternativa IV).	64
Figura 38 - Dimensões gerais do painel balístico flexível (medidas em mm).	65
Figura 39- Especificação do Dyneema escolhido.	65
Figura 40 - Dimensões gerais do colete aberto.	66
Figura 41 - Detalhe: Alças e material.	67
Figura 42- - Detalhe: faixa elástica lateral e material.	67
Figura 43 - Detalhe do material do painel frontal, dorsal, abas de fechamento e alça de salvamento.	68
Figura 44 - Dimensões gerais – passador.	69
Figura 45 - Especificações da placa balística a ser utilizada.	70
Figura 46 - Dimensões das placas balísticas (medidas em mm).	70
Figura 47- Molde de papel do painel balístico e espuma já cortada nas dimensões corretas.	71
Figura 48- Invólucro impermeável cortado e painel flexível já pronto.	71
Figura 49- Forro e capa já cortados. Parte dorsal da capa com bolso e alça de salvamento.	72
Figura 50- Forro costurado vazio e com o painel balístico.	72
Figura 51- Parte dorsal da capa costurada e a união das duas partes.	73
Figura 52- Cabide já cortado e dobrado.	73
Figura 53- passadores prontos.	73
Figura 54- Detalhe das abas de fechamento.	75
Figura 55- Abertura lateral do bolso da placa balística frontal.	75
Figura 56- Detalhe da alça de salvamento na parte dorsal do EPI.	76
Figura 57- Detalhe do fechamento do bolso dorsal.	76
Figura 58 - Detalhe da inserção do painel flexível na capa.	77
Figura 59- Modelo vestindo o colete (visão frontal e lateral).	77
Figura 60- Posições, comumente, utilizadas pelos militares em campo.	78
Figura 61 - Posições de tiro. De joelhos, em pé e deitado, respectivamente.	79

Sumário

CAPÍTULO 1- ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO	15
1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA PROJETUAL	15
1.2 OBJETIVOS.....	15
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.3 PÚBLICO ALVO.....	16
1.4 JUSTIFICATIVA	16
1.5 METODOLOGIA	16
1.6 RESULTADOS ESPERADOS.....	17
CAPÍTULO 2- LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS.	18
2.1 A ATIVIDADE MILITAR EM CAMPO	18
2.2 O COLETE BALÍSTICO	19
2.3 COMO É FEITO E COMO FUNCIONA O COLETE BALÍSTICO	22
2.4. MATERIAIS UTILIZADOS.....	27
2.4.1 FUNCIONAMENTO	28
2.4.2 NOVAS TECNOLOGIAS E MATERIAIS	28
2.5 NORMAS.....	29
2.5.1 NORMAS DO EXÉRCITO - Análise crítica e proposição de novas soluções	30
2.5.2 PAINEL BALÍSTICO FLEXÍVEL – Norma NIJ e observações importantes	36
2.6 INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM CAMPO	39
2.7 A ERGONOMIA E O COLETE BALÍSTICO- APRECIÇÃO E DIAGNOSE ERGONOMICA.....	40
2.8 CATEGORIZAÇÃO DOS PROBLEMAS ERGONOMICOS ENCONTRADOS E CONSTRUÇÃO DA TABELA GUT	45
SIMILARES DE MESMA FUNCIONALIDADE – COLETES BALÍSTICOS.....	48
2.10 ATRIBUTOS	58
2.10.1 Requisitos funcionais:	58
2.10.2 Requisitos simbólicos:.....	58

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS.....	59
3.1 PROCESSO CRIATIVO.....	59
3.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS	60
CAPÍTULO 4- DETALHAMENTO TÉCNICO.....	64
4.1 Detalhamento da alternativa escolhida	64
4.1.2 Subistemas - Capa.....	66
4.1.3 Subistemas – Placas balísticas	69
4.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO.....	71
4.3 ANÁLISE ERGONÔMICA.....	74
4.4 USABILIDADE.....	75
4.5 CONCLUSÃO	80
O EPI desenvolvido solucionou os problemas detectados anteriormente:	80
REFERÊNCIAS	81
ANEXOS.....	83
Especificações técnicas Dyneema HB26	83

Introdução

Introduzido pelo exército americano, na década de 50, nas guerras da Coreia e do Vietnã o colete balístico era constituído por placas de aço fixadas em cima de tecidos, o que fazia do colete um equipamento extremamente pesado e desconfortável. Essa realidade começou a ser modificada com a criação do kevlar em 1965 a partir daí outras tecnologias foram e são desenvolvidas até hoje para oferecer segurança e conforto.

Atualmente o colete a prova de balas utilizado pelos militares do Exército Brasileiro segue uma série de normas ultrapassadas, para que seja aceito pela instituição, o que acabou engessando o EPI (Equipamento de Proteção Individual) em uma forma alheia a ergonomia. Por ser um EPI de uso indispensável e vital, muitas vezes de uso prolongado, sua má interação com o utilizador pode causar danos e influenciar na qualidade do trabalho.

Este projeto se focou em propor uma nova solução para os coletes utilizados pelos militares do Exército Brasileiro baseada nas normas, porém apresentando novas possibilidades para as mesmas.

Para que as atividades do militar em campo sejam da fácil visualização e entendimento foi utilizado como exemplo de situação real a atuação das tropas brasileiras em missão de paz no Haiti.

CAPÍTULO 1- ELEMENTOS DA PROPOSIÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA PROJETUAL

O colete balístico foi regulamentado como EPI pela portaria 191 do Ministério do Trabalho e Emprego de 6 de Dezembro de 2006. Sendo assim, todos os trabalhadores ligados à segurança pública deverão possuir tal equipamento. O colete deverá ser de uso individual e estar adequado as medidas do seu usuário.

O profissional de segurança a ser aqui abordado será o militar do Exército brasileiro. Esse profissional, apesar de receber treinamento para atuar em guerras, está a cada dia mais atuando nas grandes cidades. Trabalham em um ambiente de tensão física e emocional, onde são obrigados a identificar possíveis ameaças, além dos fatores climáticos de zona tropical caracterizando-se assim, uma situação de estresse.

“As pessoas estressadas apresentam algumas mudanças visíveis de comportamento. Em primeiro lugar, há uma perda da auto-estima e da auto confiança, que as levam a se relaxarem dos cuidados com a higiene pessoal. Ao mesmo tempo, sofrem de insônias, tornam-se agressivas e passam a beber ou fumar exageradamente. Em segundo lugar, as transformações neuro-endocrinológicas interferem nas funções fisiológicas e inibem as defesas naturais do organismo, tornando-as mais vulneráveis a doenças, como dores musculares, problemas gastro-intestinais e doenças cardiovasculares.” (IIDA 2005, p. 380)

Logo, desconfortos desnecessários devem ser eliminados visando o bem estar do profissional e conseqüentemente a melhora da qualidade de trabalho. Cabe ao design por meio de estudos antropométricos oferecer soluções aos problemas detectados no EPI em questão

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver o redesign, sanando problemas relacionados à usabilidade, de um colete balístico nível III para o Exército brasileiro.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Propor modificações nas atuais normas para o colete balístico utilizado pelo EB.
- Apontar o uso de novos materiais a serem usados na fabricação do EPI.
- Diminuir sensivelmente o peso do colete balístico utilizado pelo Exército Brasileiro.

- Melhorar o ajuste do equipamento com o corpo do utilizador;
- Diminuir o desconforto térmico causado pelo equipamento;
- Diminuir o estresse causado pelo uso do EPI por meio do uso de materiais mais leves;
- Agregar a sensação de proteção e conforto aos fatores simbólicos por meio da utilização de novos materiais e melhor ajuste ao corpo do usuário;
- Retirar o excesso de material em pontos estratégicos do colete.

1.3 PÚBLICO ALVO

O equipamento desenvolvido ao longo do projeto servirá especificamente para atender aos militares do Exército Brasileiro do gênero masculino, independente da função, Armas, Quadros e Serviços, que se encontrarem em situações de risco ou estejam em missão.

1.4 JUSTIFICATIVA

Os coletes balísticos atuais disponíveis no mercado nacional e aqueles que se encontram em uso apresentam algumas carências em relação ao seu uso do ponto de vista ergonômico tais como:

- O uso prolongado e inadequado dos coletes atrapalha a movimentação causando fadiga comprometendo não só a atividade desempenhada, mas também o bem estar do militar.
- As medidas dos coletes disponíveis não correspondem a realidade, precisando assim serem redimensionadas.
- Questões relacionadas ao peso e a temperatura.
- Questões psicológicas.

1.5 METODOLOGIA

A metodologia escolhida para nortear o desenvolvimento do projeto será a de LÖBACH, 2001. Basicamente essa metodologia compõe-se de quatro etapas que serão descritas a seguir.

Fase1: Análise do problema - Definição do problema e coleta de dados sobre:

- A atividade militar em campo
- O colete balístico e seus níveis de proteção

- Como é feito e como funciona o colete balístico
- Materiais normalmente utilizados para a fabricação do colete balístico
- Funcionamento
- Principais normas impostas pelo Exército Brasileiro ao EPI utilizado
- Novas tecnologias empregadas para a fabricação do colete
- Inventário dos equipamentos utilizados em campo
- A relação ergonômica do colete balístico e o militar em campo
- Avaliação de similares do EPI disponíveis no mercado e modelo do colete em uso.

Fase2: Alternativas do problema- produção e geração de alternativas com base nas informações recolhidas na etapa anterior:

- Proposição de novas soluções para as normas antigas impostas pelo Exército.
- Estudo de formas e esboços iniciais do EPI
- Estudo de materiais
- Desenvolvimento de moldes
- Escolha de materiais

Fase3: Avaliação das alternativas do problema- Análise das alternativas para seleção da definitiva e construção de modelo:

- Haverá uma avaliação das alternativas do problema e escolha da que mais se adéqua aos requisitos determinados para que um modelo seja construído. Determinação de formas, materiais e processos de fabricação.

Fase4: Realização da solução do problema

- Desenvolvimento técnico da solução final: Desenvolvimento técnico da solução final por meio de relatório, desenho técnico e pranchas virtuais.

1.6 RESULTADOS ESPERADOS

Por meio deste projeto espera-se:

- Contribuir com a qualidade do trabalho do militar em campo, tendo em vista que o colete balístico é um equipamento de segurança vital.
- Diminuir os desconfortos causados pelo uso prolongado do colete balístico.
- Minimizar a interferência do colete balístico na atividade exercida.

CAPÍTULO 2- LEVANTAMENTO, ANÁLISE E SÍNTESE DE DADOS.

2.1 A ATIVIDADE MILITAR EM CAMPO

Antes de tudo é importante explicar, brevemente, que existe uma ampla rede de especializações dentro do Exército Brasileiro e que essas especializações definem o tipo de atividade que o militar irá desempenhar dentro da força. Essa divisão de especializações se dá da seguinte forma: **Armas, Quadros e Serviços.**

Armas: Se subdivide em Armas-Base e Armas de apoio ao combate.

Armas-Base: Infantaria e Cavalaria.

A Infantaria caracteriza-se pelo combatente “a pé”, utilizando-se de meios de transporte ou não, que se desloca em qualquer tipo de terreno conquistando-o e mantendo-o em operações ofensivas e defensivas. Dentro da infantaria ainda existem outras especializações como, por exemplo: Paraquedista, Blindado, Polícia do Exército, entre outras.

A Cavalaria age de forma semelhante à Infantaria, porém se utiliza obrigatoriamente de algum meio de transporte. Seu poder de fogo é maior, pois sua capacidade em carregar armamentos é maior devido ao meio de transporte utilizado. Proporciona segurança as demais armas.

Armas de Apoio ao Combate: Artilharia, Engenharia e Comunicações.

As Armas de apoio complementam a missão das armas-base, cada uma dentro de suas especialidades.

A Artilharia tem como objetivo dar apoio de fogo a arma-base, suas unidades podem ser atribuídas de mísseis, foguetes, canhões, entre outros. Tem como propriedades a precisão e a agilidade para que possa eliminar e neutralizar equipamentos e tropas inimigas que venham a afetar o sucesso da missão.

A Engenharia se subdivide em “de combate” e “de construção”. A de combate tem como missão apoiar as armas-base. Auxiliando no deslocamento das tropas, eliminando obstáculos, reparando vias e dificultando a progressão das tropas inimigas.

A de construção, principalmente em tempos de paz, assistem no desenvolvimento do país construindo pontes, barragens, ferrovias entre outros.

Comunicações possibilitam a comunicação entre o comando e os elementos subordinados, antes, durante e depois das operações. Também atuam na chamada Guerra Eletrônica, impedindo ou dificultando a comunicação do inimigo. Favorecendo a própria comunicação ou obtendo informações de importância para o sucesso da missão.

Quadros e Serviços.

Atualmente os quadros presentes no EB (Exército Brasileiro) são: Quadro de Engenheiros Militares, Quadro de Material Bélico, Quadro Complementar de Oficiais. Dão suporte logístico às armas anteriormente citadas. Geralmente, são profissionais não combatentes.

Os serviços de Saúde (médicos, dentistas e farmacêuticos) e de Intendência atuam em tempos de paz e de guerra dando suporte à vida e à manutenção do homem. Cada arma, quadros e serviços agem dentro de suas especificidades para que a missão seja cumprida.

A Guerra, como conhecemos dos livros de história, não é uma realidade do nosso país. Porém, os militares do Exército Brasileiro atuam em diversas situações reais. Fazem a segurança das fronteiras, executam missões de paz no exterior, agem em conjunto com as forças auxiliares para a pacificação de comunidades, e atuam na garantia da lei e da ordem quando solicitada por intermédio constitucional.

Estes empregos operacionais, nos quais o EB é empregado, envolvem perigo e riscos iminentes à integridade física do profissional, logo é importante destacar que todo e qualquer militar, independente da função ou especialização, deve utilizar o colete a prova de balas quando se encontrar em campo e/ou área de risco.

2.2 O COLETE BALÍSTICO

O colete balístico ou colete a prova de balas é um EPI de uso obrigatório e vital a todos os trabalhadores ligados à segurança. Seu objetivo principal é proteger o tronco contra choques mecânicos, como tiros, facadas (armas brancas) e estilhaços, evitando traumas que sejam incapacitantes ou fatais.

Possuem seis níveis de proteção I, II-A, II, III-A, III e IV, sendo os dois últimos os mais resistentes e tem uso/ comercialização restritos no Brasil. Sendo assim, para adquiri-los é necessária autorização do DFPC (Diretoria de Fiscalização de Produtos Controlados).

Cada nível de proteção suporta calibres específicos, temos:

- **Nível I:** É o mais básico dos coletes balísticos. Suporta projéteis com velocidades entre 259 a 320 metros por segundo, resiste então a armas com calibres 22 a 38.

- **Nível II-A:** Suporta velocidade entre 332 a 381 metros por segundo. Estão enquadradas nessas características as pistolas 9 mm e a Magnum.357.

- **Nível II:** Com características semelhantes ao nível II-A, suporta armas de mesmo calibre, os coletes de nível II são mais resistentes, pois aguentam velocidades entre 358 a 425 metros por segundo. Geralmente, essa mudança de velocidade ocorre devido a quantidade de pólvora utilizado na fabricação do projétil.

- **Nível III-A:** Suporta impactos com velocidades de 427 metros por segundo. Estão nessa categoria as pistolas 9 mm e a Magnum.44. Veja que a variação de velocidade também está atrelada a quantidade de pólvora utilizada na fabricação do projétil.

- **Nível III:** Abrange a categoria de “armas longas”, resistem a impactos de até 838 metros por segundo. São representantes dessa categoria o Fuzil e o Rifle Winchester. 308. É de uso restrito.

- Nível IV:** Suporta armas de grosso calibre, resistindo a impactos de até 869 metros por segundo. Também é de uso restrito.

É importante destacar que vários fatores devem ser levados em consideração e que afetam a proteção que o colete oferece com a distância do disparo, a posição em que o projétil atinge o traje e o número de vezes que o colete é alvejado, por exemplo.

Os níveis de proteção tem ligação direta ao tipo de armamento e munições utilizados, ou seja, primeiramente o colete deve proteger contra o armamento que o próprio profissional utiliza.

Os coletes devem ser confeccionados em material impermeável para que ao entrarem em contato com fluidos sua proteção balística não seja alterada. Para garantir sua eficácia devem seguir as rigorosas normas internacionais e serem testados periodicamente.

São divididos em dois grupos: coletes macios e coletes rígidos. Os coletes rígidos possuem além do painel de tecido balístico uma placa balística, fabricada em cerâmica, metal ou até mesmo Polietileno, que dificulta/ impede a penetração do projétil no colete. São mais resistentes que os coletes macios, porém são também mais pesados.

Os coletes macios são constituídos por várias camadas de tecido balístico (Spectra, Fibras de aramida (Kevlar), Vectran, Twaron, Zylon, Dyneema) e não apresentam a placa

balística de material rígido, por esse motivo são mais leves e mais flexíveis. É importante elucidar que independentemente do material os coletes, em média, possuem o prazo de validade de cinco anos, porém, caso o colete sofra impacto deve ser descartado e substituído por um novo.

Os coletes balísticos podem ser classificados também quanto ao modelo e área de proteção: social, ostensivo, tático, tático camuflado e dissimulado.

Algumas características mudam de acordo com o fabricante, porém normalmente vemos os seguintes modelos:

Social: Costuma ser um modelo mais discreto para ser usado sem aparecer.

Área de proteção: Frontal, dorsal e lateral.

Indicado para: executivos, profissionais liberais e policiais.

Ostensivo: Cobre uma área mais do torso e é de uso aparente.

Área de proteção: frontal, dorsal e lateral.

Indicado para: policiais, escolta e segurança privada.

Tático: Assim como o ostensivo, é um pouco maior além de possuir bolsos.

Área de proteção: frontal, dorsal, lateral, a capa pode conter bolsos.

Indicado para: ações táticas policiais ou militares.

Tático camuflado: Possui placa balística, protege uma área maior e seu uso é aparente.

Área de proteção: frontal, dorsal, lateral, podendo ter proteção pélvica, de ombro e de pescoço.

Indicado para: uso exclusivo das forças armadas.

Dissimulado: É discreto e compacto. É comumente utilizado sob as roupas.

Área de proteção: frontal, dorsal e lateral.

Indicado para: Executivos, profissionais liberais e policiais.

O objeto de estudo e análise do presente projeto é o colete utilizado pelas forças armadas no Brasil, colete balístico Nível III- tático camuflado, resistente à munição 7.62 X 51 mm FMJ (*Full Metal Jacket*) (. 308 Winchester).

Abaixo, podemos ver a munição 7.62 X51 mm citada no parágrafo anterior.



Figura 1- Munição 7.62 X 51 mm FMJ.
 Fonte: <http://goo.gl/1kyEoL>

2.3 COMO É FEITO E COMO FUNCIONA O COLETE BALÍSTICO

Para que a montagem do colete seja de fácil entendimento é necessário elucidar quais são as partes componentes do mesmo.

Um colete balístico de nível III é composto por uma capa externa, um painel balístico flexível frontal e um dorsal que recebem um invólucro. A capa externa do painel balístico flexível possui dois bolsões onde são inseridas duas placas balísticas, frontal e dorsal.



Figura 2- Componentes de um colete balístico, com a ausência da placa balística.
 Fonte: culturamix.com

- **Capa externa** - pode ser de cordura, Terbrim, Nylon 600 ou qualquer tecido que receba tratamento impermeabilizante, que envolve os dois painéis balísticos, frontal e dorsal. Possui fechamento em velcro e regulagem nas laterais e nos ombros. Normalmente recebe a padronização da instituição a que pertence. Ex: Camuflagem do exército, Marinha entre outros.

- **Painel balístico flexível** - O painel balístico flexível de um colete a prova de balas é confeccionado com a sobreposição de sucessivas camadas – de 15 a 35 camadas- de tecido balístico, que são costuradas nas extremidades umas as outras e recebem uma capa não removível de material impermeável ao final.



Figura 3 - Tecido balístico sendo preparado para corte.

Fonte: www.youtube.com/watch?v=7Tbh__kMwPo&index=2&list=PL63B01534E47A6581



Figura 4- Tecido balístico sendo cortado na Fábrica da Dupont.

Fonte: www.youtube.com/watch?v=7Tbh__kMwPo&index=2&list=PL63B01534E47A6581

- **Placas balísticas** - Para que o colete tenha eficiência para calibres de grandes capacidades é necessário que receba um reforço e é essa a função das placas balísticas. Normalmente são fabricadas cerâmica/aramida ou polietileno. Um colete de nível III possui duas placas balísticas, frontal e dorsal, que se sobrepõem. Coletes de nível III e IV podem chegar a pesar até 15 kg.



Figura 5- Posicionamento da placa balística.
Fonte: usarmor.com



Figura 6 Placas balísticas frontais e dorsais.
Fonte: www.brotherprice.com/ebphoto/eb%20dummy%20platre%20set.jpg

Tanto a capa externa quanto o painel balístico devem conter obrigatoriamente, para que estejam de acordo com as normas da NIJ (National Institute of Justice), uma etiqueta com informações legíveis e indelévels, no idioma do país em que será usado, com a identificação do fabricante, se é de uso masculino ou feminino, modelo, tamanho, nível de proteção, número de série, data de fabricação, data de validade, instruções de uso/conservação e certificado de que está de acordo com a norma NIJ Standard 0101.04/ NIJ-Standard 0101.06.

CBC Companhia Brasileira de Cartuchos

Matriz:
Av. Humberto de Campos, 3220 - 09400-00 Ribeirão Pires/SP
CNPJ/MF 57.494.031/0001-63 - Fone: (11) 2139-8200 - Fax (11) 2139-8346

Filial:
Av. Buarque de Macedo, 3133 - 95780-000 Montenegro/RS
CNPJ/MF 57.494.031/0010-54 - Fone: (51) 3883-8000 - Fax (51) 3632-5615

PLACA BALÍSTICA

Nº de série: SSA1075117	Lote: 0000090556	Modelo: CBC-02833
Data Fabricação: 18/05/2011	Validade: 18/05/2016	NÍVEL: III

Tamanho: 25 x 30 cm

ATENÇÃO

- O NÍVEL DE PROTEÇÃO ACIMA INDICADO, SOMENTE É OFERECIDO QUANDO UTILIZADO COM O PAINEL BALÍSTICO MODELO CBC-02833

Instruções de Uso e Conservação

- Não lavar em máquinas ou utilizar produtos químicos ou solventes;
- Limpar com pano umedecido com água e sabão neutro
- Não utilizar cloro
- Não martelar, pregar ou arrastar os painéis

Em conformidade com a norma NIJ 0101.04

Figura 7- Informações da etiqueta de uma placa balística.
Fonte: Autor.

Para testar sua eficiência o colete passa por testes rigorosos. Um deles consiste em colocar o colete, preso em uma placa de argila, em um túnel de tiro onde será alvejado por projéteis de vários calibres. A tolerância de deformação, para que o colete seja considerado seguro, é de 44 mm.



Figura 8- Colete balístico, preso a um bloco de argila, sendo testado.

Fonte: www.youtube.com/watch?v=kgBzqzSLdIY&list=PL12CB5C332883D97A&index=27



Figura 9- Deformação do bloco de argila causada pelo impacto do projétil.

Fonte: www.youtube.com/watch?v=kgBzqzSLdIY&list=PL12CB5C332883D97A&index=27

2.4. MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais comumente utilizados para a fabricação dos coletes balísticos são fibras de aramida (Kevlar), Spectra Gold Flex, Vectran, Twaron, Dyneema e Polietileno de Ultra-Alto peso molecular.

- **Aramida:** Também conhecida pelo seu nome comercial – Kevlar, da fabricante Dupont, é uma fibra orgânica da família das poliamidas aromáticas. Possui elevada resistência mecânica, é até sete vezes mais forte do que o aço, flexível, apresenta módulo de elasticidade alto e baixa densidade se comparado às fibras de carbono e vidro além de possuir alta estabilidade térmica. A fibra de aramida está presente na forma de fios compondo o tecido balístico utilizado na fabricação dos painéis flexíveis dos coletes balísticos.

- **Spectra Gold Flex:** É um material resultante da união de fibras sintéticas de aramida com revestimento de polietileno, fabricada pela empresa Honeywell International Inc. É flexível, tem excelente desempenho na absorção de impacto, é resistente a abrasão e a temperaturas elevadas e tem baixa inflamabilidade.

- **Vectran:** é um fio multifilamento produzido a partir do poliéster aromático de cristal líquido (LCP) produzido pela empresa japonesa Kuraray. Possui estabilidade química e térmica, mantém suas propriedades mesmo em temperaturas altas e baixas, além de alta resistência, sendo cinco vezes mais resistente que o aço.

- **Twaron:** Produzida pela Teijin é uma fibra sintética para-aramida. Possui alto desempenho e resistência a tração, duas vezes maior do que a do poliéster. Pode ser exposto a temperaturas extremas, a curto período de tempo, sem que haja perda significativa de eficiência. É de baixa inflamabilidade e não deforma com o calor além de ser um material não condutor.

- **Dyneema:** Produzida pela DSM Dyneema, é uma fibra altamente versátil. Segundo o fabricante é 15 vezes mais forte que o aço, possui baixa densidade o que confere leveza e flexibilidade, cerca de 40% mais leve se comparado ao Kevlar, aos produtos fabricados com esse material. É quimicamente inerte, hidrofóbico e se adapta a qualquer clima. Apresenta resistência UV.

As placas balísticas rígidas, em sua maioria, são fabricadas com PEUAPM (Polietileno de Ultra-Alto peso molecular) que apresenta excelente resistência ao impacto e ao desgaste. Também podem ser produzidas a partir de fibras de aramida e Dyneema.

2.4.1 FUNCIONAMENTO

Os coletes, mesmo que de níveis diferentes, funcionam basicamente com o mesmo princípio. Quando ocorre o choque de um projétil contra a superfície do colete as tramas de tecido balístico o desaceleram fazendo-o se deformar. Além de distribuir a força de impacto por todo o corpo do colete diminuindo o blunt trauma, lesão causada por impacto de um objeto sem corte.

No caso do colete balístico nível III, que suporta calibres de grandes velocidades, é necessário o uso de um reforço, placa balística rígida, para aumentar a distribuição da força de impacto e para achatá-lo, impedindo que o mesmo chegue ao tórax do usuário.



Figura 10- Colete balístico sendo testado na fábrica da Dupont.

Fonte: www.youtube.com/watch?v=7Tbh__kMwPo&index=2&list=PL63B01534E47A6581

2.4.2 NOVAS TECNOLOGIAS E MATERIAIS

Com o avanço da tecnologia é natural que surjam novos materiais possibilitando coletes balísticos cada vez mais seguros. É o caso da empresa polonesa Moratex que está desenvolvendo a “armadura líquida”. Trata-se de um fluido espesso não newtoniano que quando é atingido endurece, quanto maior a pressão exercida sobre o fluido maior a resistência do mesmo. De acordo com a fabricante a deformação, deflexão, do colete ao ser atingido passa de quatro centímetros para um centímetro. É mais leve e mais flexível.

No U.S. Army Research Laboratory um material semelhante está sendo estudado. Chamado de STF (Shear Thinning Fluid) também se trata de um “fluido espessante ao corte” composto de nano partículas de sílica suspensas em meio líquido, Polietileno Glicol.

Assim como o material desenvolvido pela fabricante Moratex, o STF quando impactado sofre uma transição passando do líquido para um material rígido prevenindo a penetração do projétil. Neste caso, as camadas de Kevlar são embebidas neste fluido e podem ser costuradas e dobradas normalmente.

Outro material em estudo é o Grafeno, formado por uma camada única de átomos de carbono ligados entre si dando forma a uma cadeia de hexágonos. Tal camada é um milhão de vezes mais fina que uma folha de papel e assemelha-se a favos de mel.

Este pode aumentar a resistência dos coletes à prova de balas, pois é dez vezes mais resistente que o aço e duas vezes mais efetivo do que o Kevlar quando o assunto é absorver impactos.

2.5 NORMAS

É importante destacar que todo o processo de produção, distribuição e descarte do colete balístico é regido por normas que devem ser respeitadas para que o EPI possa ser comercializado.

Segundo a portaria nº 18 - D LOG, DE 19 DE DEZEMBRO DE 2006 do Ministério da Defesa, que trata sobre as normas reguladoras da avaliação técnica, fabricação, aquisição, importação e destruição de coletes à prova de balas, os coletes balísticos devem ser testados e classificados quanto ao nível de proteção segundo a norma NIJ- Standard 0101.04/ NIJ- Standard 0101.06, do Instituto Nacional de Justiça dos Estados Unidos da América.

Tal norma especifica requisitos mínimos de desempenho e métodos de ensaio para a resistência balística para equipamento de blindagem pessoal, coletes balísticos. As normas NIJ- Standard 0101.04/ NIJ- Standard 0101.04 se restringem apenas ao que diz respeito à resistência balística não incluindo ameaças de facas e objetos pontiagudos.

No Brasil, as avaliações técnicas são de responsabilidade do Centro de Avaliação do Exército e cabe a ele remeter o relatório técnico onde consta se o equipamento está em conformidade com os requisitos avaliados.

Além de seguir a norma NIJ o colete balístico nível III para ser utilizado pelo EB deve seguir uma série de especificações técnicas estabelecidas pelo próprio Exército. Porém, estas especificações encontram-se defasadas, uma vez que foram expedidas em 2009. No decorrer de seis anos outras tecnologias foram desenvolvidas e não há motivos para não

propor mudanças que façam do colete balístico usado pelo Exército brasileiro um equipamento melhor.

No decorrer do capítulo uma crítica às normas será apresentada e novas soluções serão propostas a fim de se obter um equipamento adequado às atuais necessidades dos profissionais que o utilizam.

2.5.1 NORMAS DO EXÉRCITO - Análise crítica e proposição de novas soluções

Como dito anteriormente, para que um colete seja aceito para uso do Exército brasileiro o fabricante deve seguir uma série de normas e especificações técnicas. Porém, esta lista de normas foi publicada em 2009 e no decorrer de seis anos novas tecnologias foram desenvolvidas permitindo o desenvolvimento de um colete melhor. Além de estarem defasadas as normas engessam um formato arcaico para um equipamento tão importante.

O objetivo é transcrever as normas do Exército mais pertinentes, que precisam ser revistas, ao desenvolvimento do projeto e propor novas soluções logo abaixo. É importante destacar que a transcrição dos trechos da norma foram grifadas propositalmente para melhor visualização e entendimento do relatório.

Quanto à forma:

-Capa frontal



Figura 11- Vista Frontal e da do colete balístico.
Fonte: <http://goo.gl/sB6XVw>

“O colete de proteção balística descrito nesta norma é um colete de uso operacional do tipo com abertura frontal transpassada”

“A parte frontal da capa é dividida em frontal esquerdo e frontal direito (de quem veste). As duas partes unem-se na parte média, com sobreposição, fechando o colete, com uso de um sistema de fechos de contato e, à parte dorsal da capa, por costura na altura dos ombros e por correias de poliamida que se unem aos passadores/ajustadores (da parte dorsal) [...]”.

- A forma escolhida para o colete em uso não permite uma boa regulagem do equipamento em relação ao corpo do usuário. Apresenta excesso de material em pontos específicos que podem prejudicar seu desempenho.

-Capa frontal direito (de quem veste)

“Na face externa, são aplicados: seis correias utilitárias, fixadas no sentido da largura, confeccionadas em correia de poliamida de 25 mm de largura, sendo a inferior colocada a 70 mm da borda inferior, medidos na parte mais baixa e as demais a 25 mm das antecedentes, costuradas de modo a formar passantes de 38 mm de largura; a segunda e a quarta correias, de baixo para cima, são prolongadas por 220 mm além da borda externa (lateral) [...]”.

-Capa Frontal Esquerdo (de quem veste)

“Na face externa, são aplicados: [...] seis correias utilitárias, fixadas no sentido da largura, confeccionadas em correia de poliamida de 25 mm de largura, sendo a inferior colocada a 70 mm da borda inferior, medidos na parte mais baixa e as demais a 25 mm das antecedentes, costuradas de modo a formar passantes de 38 mm de largura a segunda e a quarta correias, de baixo para cima, são prolongadas por 220 mm além da borda externa (lateral) [...]”.

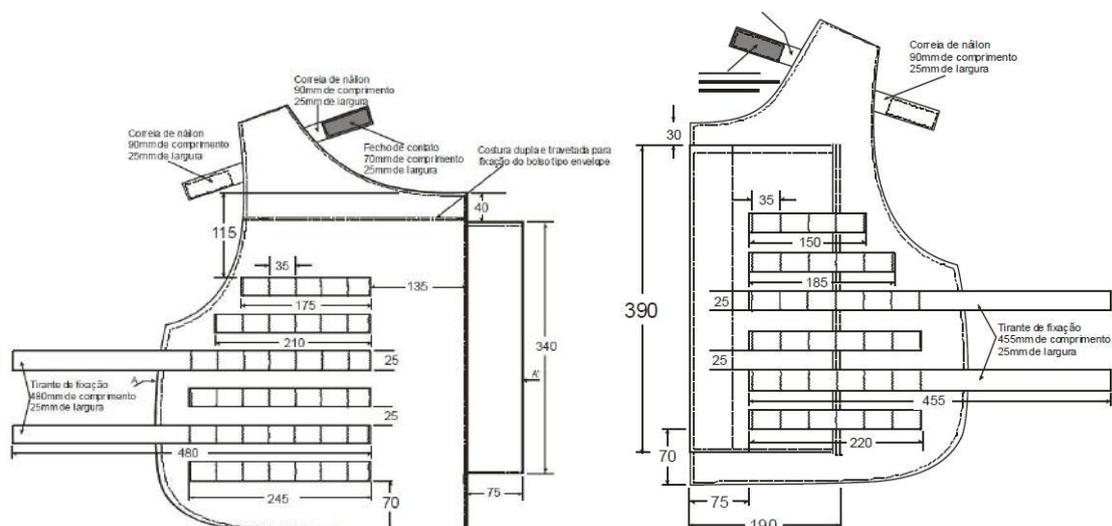


Figura 12 - Disposição das correias utilitárias na parte frontal esquerda e direita (de quem veste).

Fonte: www.dabst.eb.mil.br/_upados/_biblioteca/_antigas/27_colete_de_protecao_balistica_nivel_III.pdf

- As correias utilitárias servem para que outros equipamentos sejam acoplados ao colete balístico, porém tal prática não é indicada, pois com o impacto do projétil os objetos que forem agregados ao EPI podem diminuir a eficácia do mesmo ou se tornarem projéteis secundários. Existem outros meios de se acoplar os equipamentos necessários. Logo, a presença das correias torna-se desnecessária.

-Capa dorsal



Figura 13- Vista Frontal e dorsal do colete balístico, respectivamente.
Fonte: <http://goo.gl/sB6XVw>

“A parte dorsal é integral e ligada à frontal na altura dos ombros, onde forma um túnel podendo ou não possuir regulagem, e nas laterais, onde a regulagem é realizada por meio de correias de poliamida e passadores/ajustadores de poliamida injetada”.

“[...] na face interna serão aplicadas duas correias elásticas (que se ligam às laterais da parte frontal), uma em cada lateral, para limitar a ajustagem da largura do colete.”

- A regulagem nas laterais feita pelas correias de poliamida e os elásticos internos não possibilitam uma regulagem adequada do colete ao corpo, fazendo com que o mesmo fique embolado. A solução seria utilizar um tecido elástico, com dobra dupla, nas laterais composto por 85% Poliamida e 15% Elastano com gramatura de 330 g +- 5%. Com o uso do tecido elástico o colete ficará bem ajustado eliminando folgas e excessos de material. O

tecido escolhido para tal possui proteção UV e proteção bactericida além de apresentar uma boa absorção de umidade, ser leve e secar facilmente.

“Na face externa [...] cinco correias utilitárias, confeccionadas em poliamida, com 25 mm de largura, fixadas no sentido da largura, a inferior a 60 mm da borda inferior e as demais a 25 mm de distancia das antecedentes, costuradas de modo a oferecer passantes de 35 mm de largura [...]”.

A disposição das correias utilitárias na parte dorsal da capa pode ser vista no desenho abaixo.

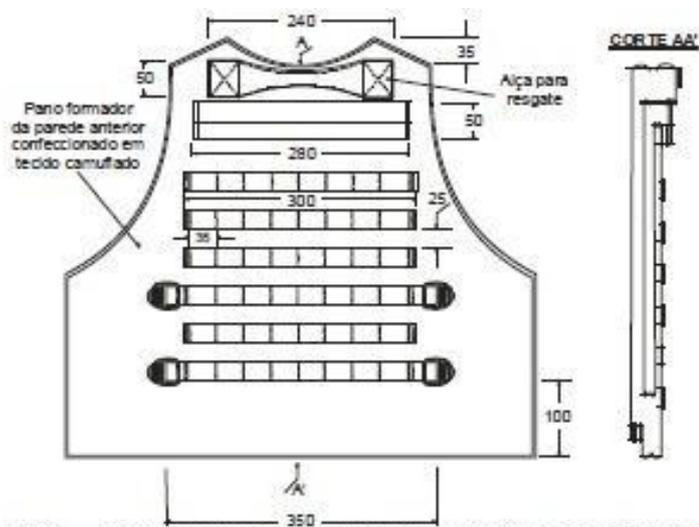


Fig 6 - Parte dorsal do colete parede anterior (medidas em milímetros)

Figura 14- Disposição das correias utilitárias na parte dorsal da capa.
Fonte: <http://goo.gl/sB6XVw>

- As correias utilitárias são utilizadas para que outros equipamentos sejam acoplados ao colete balístico como um cartucho de munição, por exemplo. Segundo o Dr. Jorge Lordello¹, especialista em segurança pública e privada, não é indicado o uso de objetos rígidos concomitantemente com o colete balístico, pois com o impacto do projétil com o colete os objetos rígidos acoplados podem ser transformados em projéteis secundários diminuindo a eficiência do EPI e conseqüentemente aumentando a possibilidade de lesões sérias. Existem outros meios de se transportar os equipamentos necessários à atividade em campo, como os coldres, por exemplo. Isso torna desnecessário o uso excessivo das correias utilitárias.

¹ Disponível em: <http://www.doutorseguranca.com.br>

Painéis Balísticos:

-Painel dorsal

“O painel dorsal possui na altura dos ombros, em cada lado, uma peça de fecho de contato, face pelo, para conexão aos painéis frontais, os quais apresentam peças oponentes de fecho de contato, faces gancho, costuradas sobre peças de correias de poliamida. Assim os três painéis podem se conectar na altura dos ombros através das uniões da capa na altura dos ombros.”

“O painel dorsal deverá apresentar formato e dimensões em conformidade com a Fig 3 e tabela 2, respectivamente.”

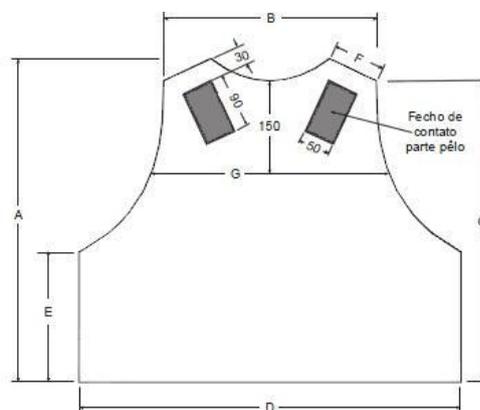


Fig 3 - Painel dorsal

Tabela 2 - Medidas dos painéis – parte dorsal (medidas em mm)

MEDIDAS	TAMANHOS				
	P	M	G	GG	EGG
A	500	520	540	555	570
B	325	335	345	355	365
C	475	490	505	515	530
D	565	585	605	625	645
E	200	210	220	230	240
F	75	80	85	90	95
G	350	360	370	380	390

Tabela 1-Dimensões do painel balístico dorsal.
Fonte: <http://goo.gl/sB6XVw>

- O painel dorsal se liga aos painéis frontais direito e esquerdo por meio de fecho de contato totalizando três peças a serem reguladas. A regulagem pode ficar desigual causando desvios na coluna. Além disso, a capa que reveste os painéis não possui regulagem nos ombros não permitindo expansão, sendo assim, não faz sentido os painéis terem

regulagem. Algumas medidas do painel dorsal serão ajustadas, sem causar interferência na sua proteção, para fins ergonômicos.

-Painel Frontal direito e esquerdo

“O painel frontal direito (ou parte frontal direita de quem veste), deverá apresentar o formato e as dimensões em conformidade com a Fig 4 e Tabela 3, respectivamente.”

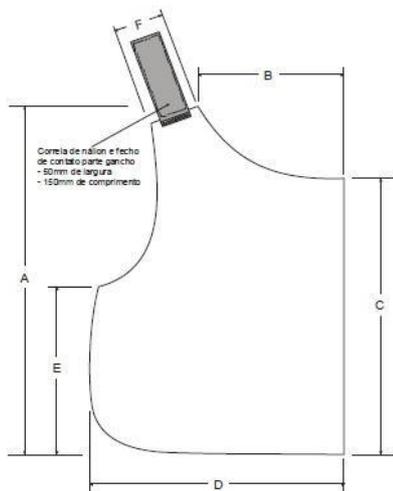


Fig 4 - Painel frontal lateral direito

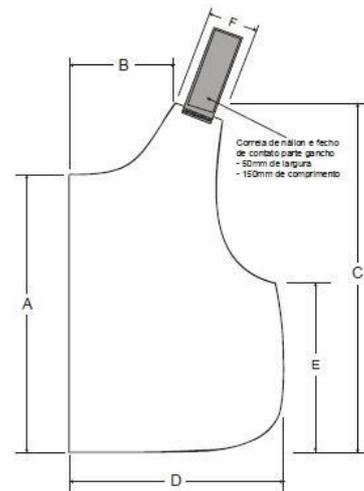


Fig 5 - Painel frontal lateral esquerdo

Tabela 3 - Medidas dos painéis – parte frontal lateral direita (medidas em mm)

MEDIDAS	TAMANHOS				
	P	M	G	GG	EGG
A	540	560	580	595	615
B	220	230	240	250	260
C	425	440	455	465	480
D	380	400	420	440	460
E	230	240	250	260	270
F	75	80	85	90	95

Tabela 4 - Medidas dos painéis – parte frontal lateral esquerda (medidas em mm)

MEDIDAS	TAMANHOS				
	P	M	G	GG	EGG
A	425	440	455	465	480
B	160	170	180	190	200
C	540	560	580	595	615
D	310	330	350	370	390
E	230	240	250	260	270
F	75	80	85	90	95

Tabela 2- Dimensões do painel balístico frontal direito esquerdo, respectivamente.

Fonte: www.dabst.eb.mil.br/_upados/_biblioteca/_antigas/27_colete_de_protecao_balistica_nivel_III.pdf

- Como dito anteriormente, as medidas dos painéis frontais (direito e esquerdo) serão ajustadas, sem causar interferência na sua proteção, para fins ergonômicos. Essa modificação será feita de acordo com as normas da NIJ Standard-0101.06.

Quanto ao material:

- Capa:

De acordo com a norma do Exército Brasileiro a capa do colete balístico, de uma maneira geral, deverá ser produzida em tecido de poliamida.

“A face externa será confeccionada em tecido de poliamida, conforme especificado na seção “6.1” e, na face interna, será aplicada uma malha, destinada à dessorção do suor, conforme

especificada na seção “6.2”, exceto nas barras inferiores internas das diversas partes da capa, em que será aplicado o mesmo tecido da face externa, podendo ser usada cor singela.”

Optou-se por manter esse material apenas em pontos estratégicos visando a diminuição de peso, ajuste adequado e conforto térmico. Não foram feitas menções restritivas aos materiais dos demais subsistemas do colete balístico.

2.5.2 PAINEL BALÍSTICO FLEXÍVEL – Norma NIJ e observações importantes

A norma NIJ Standard- 0101.04/ 0101.06 apresenta cinco modelos de painéis flexíveis destinados para o uso em armaduras, jaquetas e coletes táticos. Cada desenho apresentado a seguir tem tamanhos máximos e mínimos toleráveis para cada modelo bem como as medidas de suas áreas. É importante elucidar que como a norma é mundial os tamanhos indicados aqui serão tomados como base para o desenvolvimento do presente projeto. Os cinco modelos são: Smallest, Small, Medium, Large, Largest o que corresponderia ao PP, P, M, G e GG.

Smallest (PP):

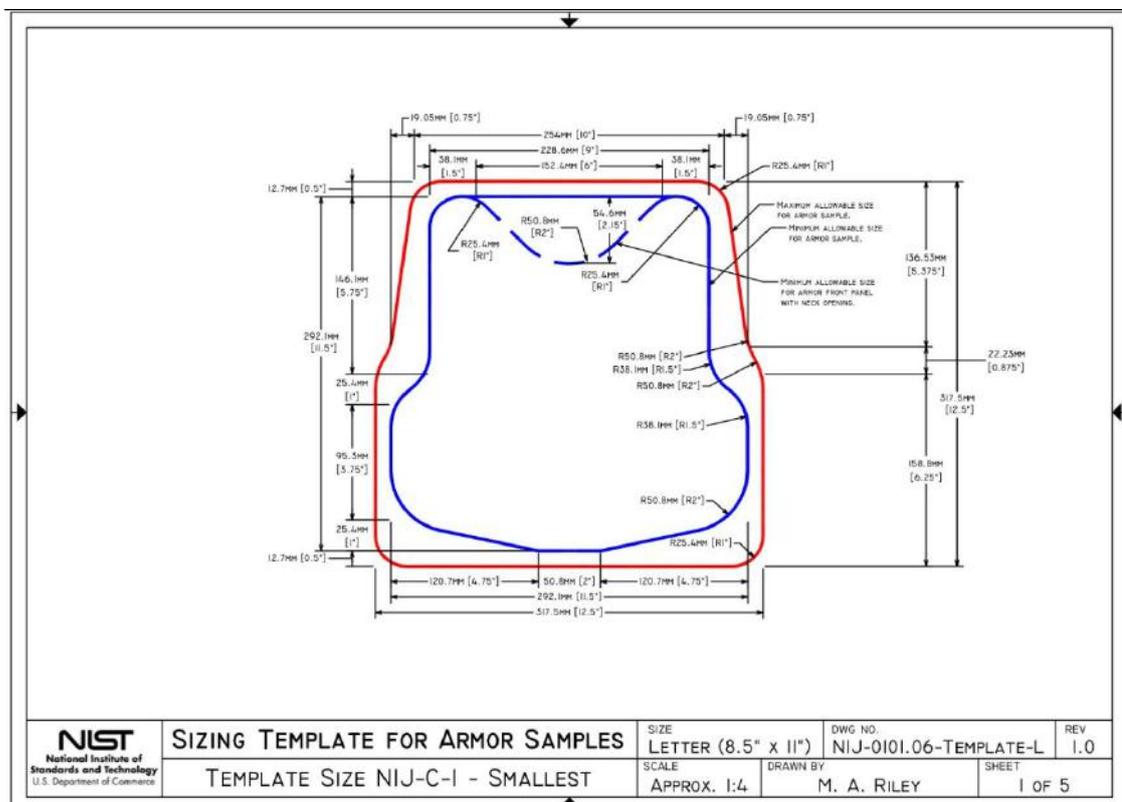


Figura 15 - Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo PP.
Fonte: <https://goo.gl/EXITSY>

Small (P):

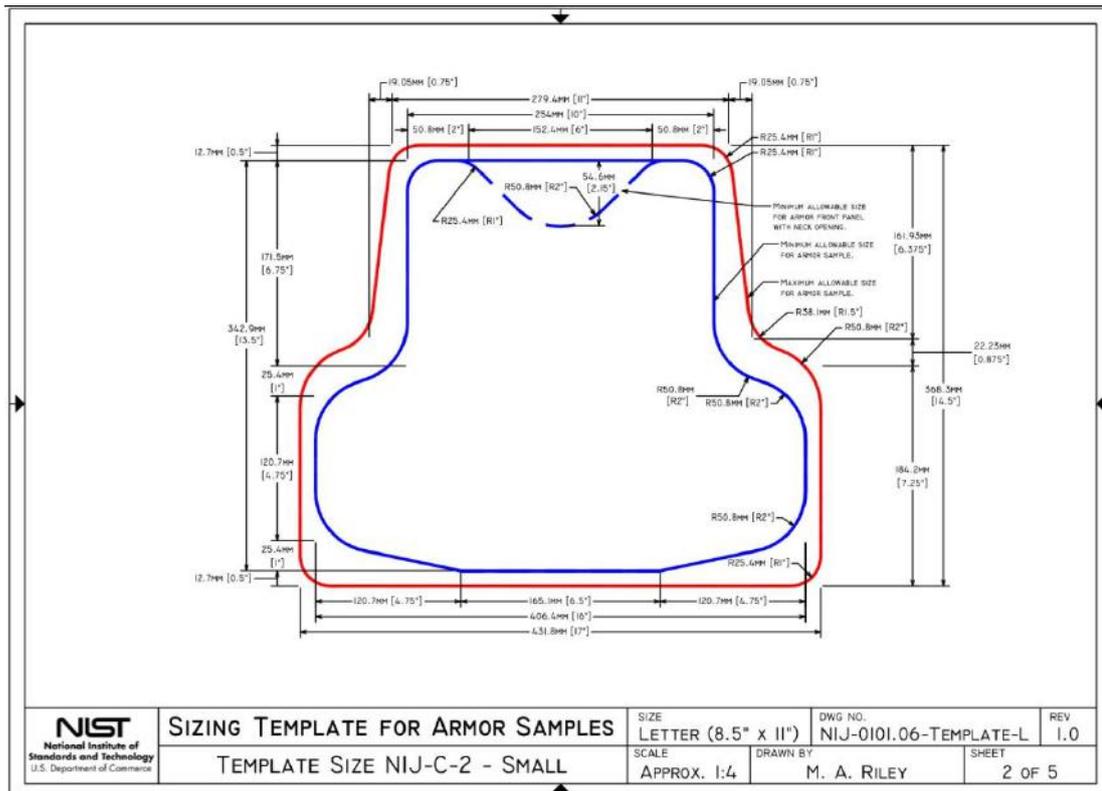


Figura 16- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo P.
 Fonte: <https://goo.gl/EXITSY>

Medium (M):

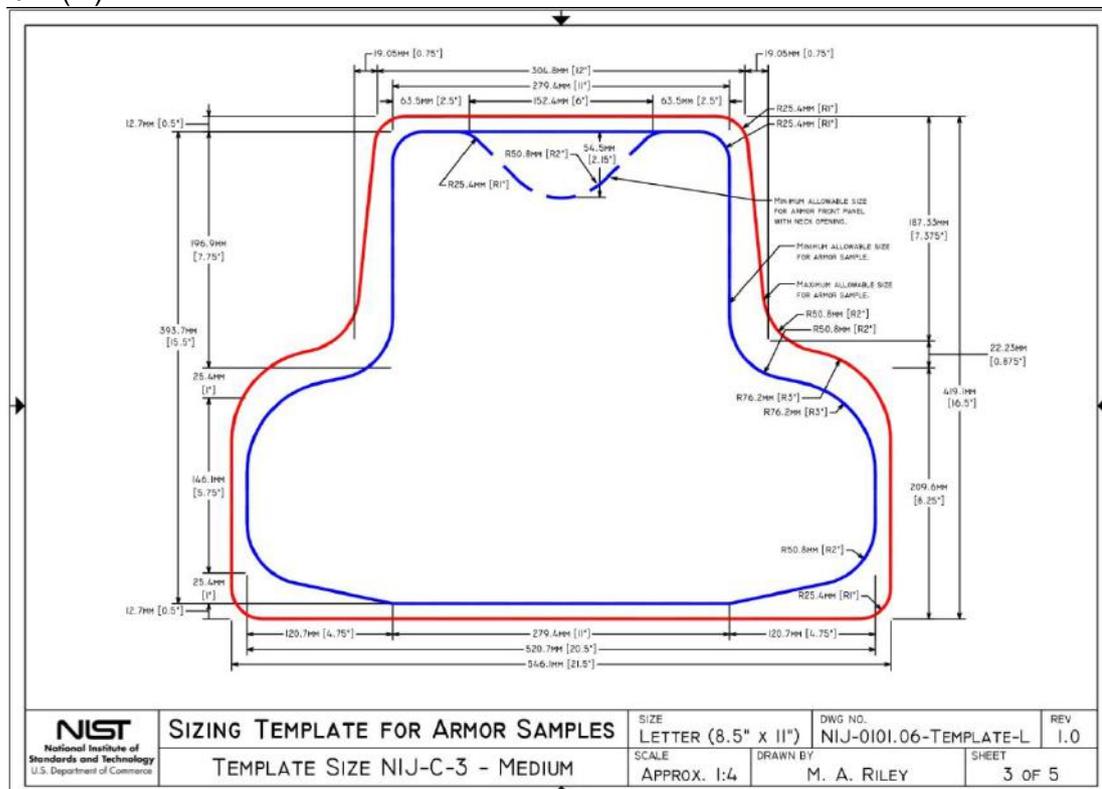


Figura 17- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo M.
 Fonte: <https://goo.gl/EXITSY>

Large (G):

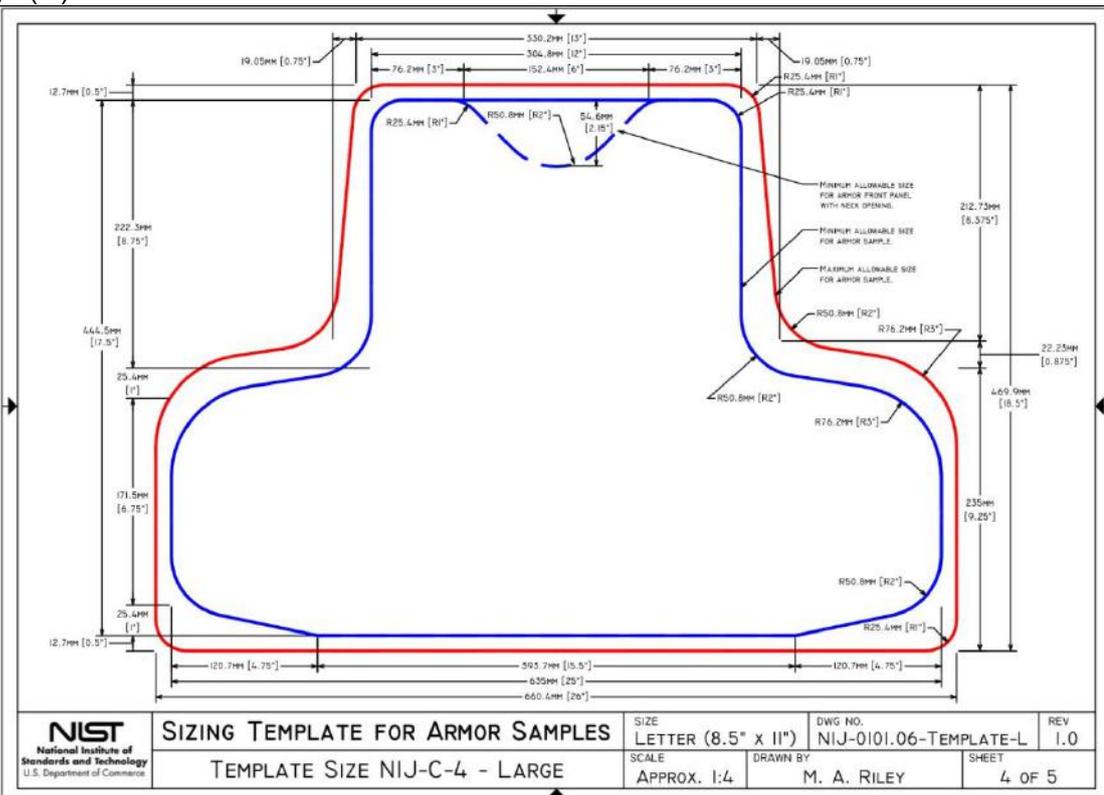


Figura 18- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo PP.

Fonte: <https://goo.gl/EXITSY>

Largest (GG):

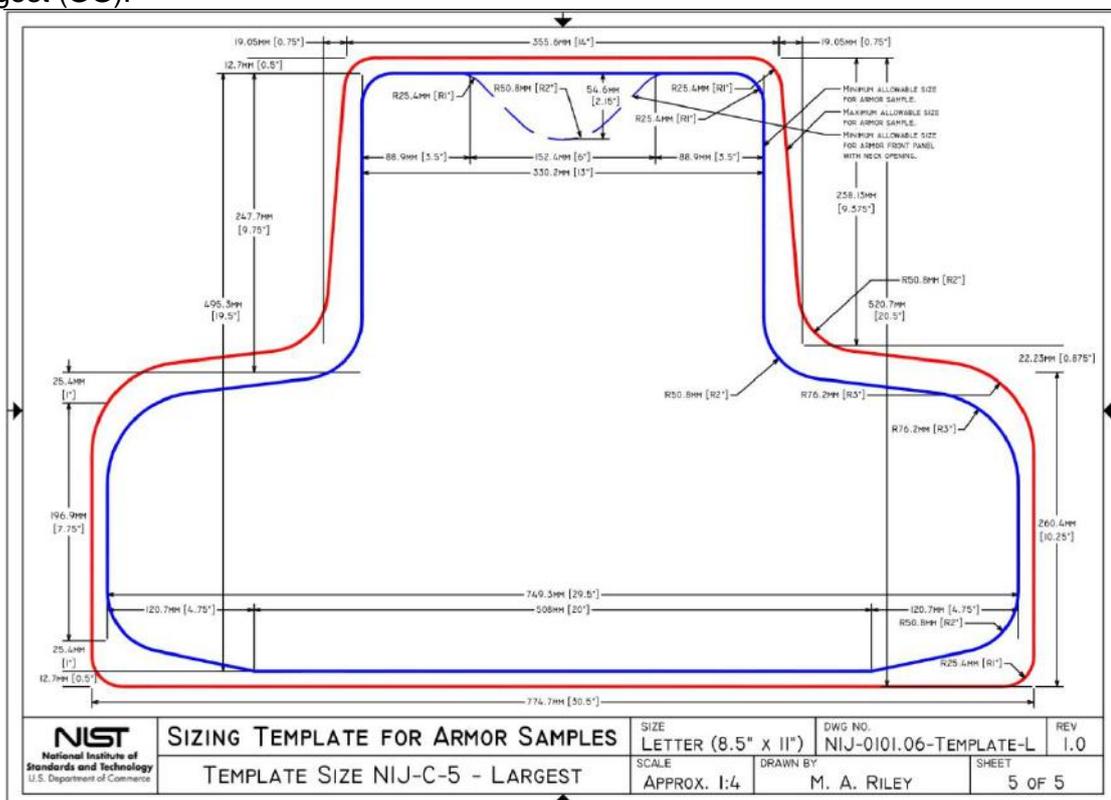


Figura 19- Tolerância mínima e máxima das medidas do modelo GG.

Fonte: <https://goo.gl/EXITSY>

As áreas máxima/ mínima que os painéis balísticos devem atingir podem ser vistas na tabela abaixo.

Template	Maximum Area (Largest Rear Panel)	Minimum Area (Smallest Front Panel)
NIJ-C-1	0.0939 m ² (146 in ²)	0.0659 m ² (102 in ²)
NIJ-C-2	0.1354 m ² (210 in ²)	0.1020 m ² (158 in ²)
NIJ-C-3	0.1835 m ² (284 in ²)	0.1443 m ² (224 in ²)
NIJ-C-4	0.2393 m ² (371 in ²)	0.1945 m ² (301 in ²)
NIJ-C-5	0.3022 m ² (468 in ²)	0.2517 m ² (390 in ²)

Tabela 3- Medidas limites das áreas dos modelos PP, P, M, G e GG.
Fonte: <https://goo.gl/EXITSY>

2.6 INVENTÁRIO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM CAMPO

Antes de começar a analisar o colete balístico, do ponto de vista ergonômico e sua relação com o profissional militar, é necessário que um levantamento dos equipamentos utilizados concomitantemente com o EPI em estudo seja feito. Tal levantamento é relevante para que se entenda a importância de uma interação adequada dele com o usuário, bem como com todos os outros equipamentos utilizados por ele.

Sabe-se que além do colete, e do fardamento, vários outros equipamentos são utilizados pelo militar em campo. Numa situação real, como na participação das tropas brasileiras no Haiti, por exemplo, vemos militares usando:

- Coturno
- Calça camuflada
- Cinto NA
- Camisa camuflada
- Gandola
- Capacete
- Coletes táticos ou acessórios modulares, módulos que são fixados diretamente nos velcros do colete balístico (porta carregador, porta granada e afins).
- Colete balístico
- Mochila de assalto
- Camel back ou cantil
- Joelheiras, cotoveleiras, luvas e óculos.

- Armamento e bandoleira (Fuzil, pistola, calibre 12, entre outros).
- 4 carregadores com 20 munições cada
- 2 litros de água
- Spray de dispersão
- Em alguns casos, podem possuir algemas, rádios, granadas não letais, munições não letais, entre outros.

Todos esses itens caracterizam o fardo de combate.

2.7 A ERGONOMIA E O COLETE BALÍSTICO- APRECIÇÃO E DIAGNOSE ERGONOMICA

Para analisar ergonomicamente a interação colete X usuário optou-se por utilizar como exemplo as tropas brasileiras no Haiti, uma vez que é uma situação real onde pode-se ver claramente o tipo de atividade realizada pelos militares nos tempos atuais.

De maneira geral, sabe-se que cerca de 1170 militares brasileiros integram a MINUSTAH, Missão das Nações Unidas para a Estabilização no Haiti, sendo 888 militares do Exército Brasileiro. A missão, criada pelo Conselho de segurança das Nações Unidas em 2004, com finalidade de restaurar a ordem no Haiti após a deposição do presidente Jean-Bertrand Aristide, tem como objetivo restabelecer a ordem institucional e econômica do país, além de combater grupos de guerrilha.

O ambiente em que trabalham esses militares, independentemente de trabalharem dentro ou fora da base militar, é tenso. Os que trabalham fora da base (os militares das Armas-base) devem, obrigatoriamente, usar o fardo de combate completo, pois se encontram em áreas denominadas “áreas amarelas” e “áreas vermelhas”, nomenclaturas diretamente ligadas ao nível de perigo da região.

Para compreender a importância de uma boa interação do EPI com o utilizador será abordado nesse tópico fatores humanos, passando brevemente por fatores **psicológicos**, aprofundando-se nos **fatores posturais** além de outros fatores relevantes a serem considerados, que estão ligados diretamente ao desenvolvimento da função dos militares em campo.

Fatores psicológicos

Sabe-se que trabalhar em um ambiente adverso e violento como o descrito anteriormente pode desencadear estresse e conseqüentemente ansiedade e depressão. Estresse é a resposta do corpo a exposição contínua de situações de desconforto fazendo

com que uma quantidade maior de adrenalina seja liberada, fazendo com que o corpo esteja sempre em estado de alerta, causando assim o desequilíbrio homeostático.

Segundo IIDA (2005, p.381) “O estresse também afeta o sistema nervoso central, reduzindo a capacidade do organismo em responder a estímulos, diminuindo a vigilância e provocando distúrbios emocionais. Também são frequentes os sintomas de ansiedade e depressão”.

É em um cenário repleto de estressores que trabalham os militares da MINUSTAH, e qualquer outro militar designado a trabalhar em situações reais de conflito. O estresse não só afeta a vigilância e a capacidade do corpo a responder a estímulos, mas também pode provocar dores musculares interferindo na qualidade do trabalho de um profissional.

Na seguinte tabela, retirada de um artigo da Revista da Escola de Enfermagem da USP que aborda dos sintomas físicos de estresse na equipe de pronto atendimento, aponta e quantifica os principais sintomas físicos de uma rotina de estresse no trabalho do profissional de saúde e permite que seja feito um paralelo com o tema abordado neste projeto.

Distribuição dos sintomas físicos apresentados pela equipe de enfermagem do Pronto Atendimento - Lorena, SP - 2008

Sintomas Físicos	Frequência	%
Sensação de fadiga	14	66,67
Dor de cabeça por tensão ou dor muscular (pescoço e ombros)	18	85,71
Diminuição do interesse sexual	5	23,8
Sensação de desânimo pela manhã ao se levantar	12	57,14
Dificuldades para dormir ou sono muito entrecortado	10	47,62
Indisposição gástrica ou dores no estômago	10	47,62
Sensação de tremores musculares	8	38,1
Sensação de fôlego curto ou falta de ar	6	28,57
Redução do apetite	7	33,33
Sob pressão sente taquicardia	9	42,86
Sensação de sudorese	2	9,52
Rubor facial	2	9,52
Sensação de agulhadas pelo corpo	1	4,76

Tabela 4- Apresenta a discriminação dos sintomas físicos dos participantes da pesquisa realizada pela Escola de Enfermagem da USP em uma equipe de pronto atendimento.

Fonte: www.scielo.br/pdf/reeusp/v45n3/v45n3a25.pdf

Nota-se que a frequência de dor de cabeça por tensão ou dor muscular, pescoço e ombros, é de 85,71%. Pode-se ligar, então, uma rotina estressante ao aparecimento de fadiga e dores pelo corpo.

A intenção ao incluir os fatores psicológicos na análise ergonômica é que se faça entender a importância de se projetar um equipamento, colete balístico, que não seja mais um fator estressor e gerador de desconforto que possa vir a interferir na atividade do profissional.

Além dos fatores psicológicos citados anteriormente há a questão da função simbólica do EPI. O colete utilizado pelo exército brasileiro é um produto essencialmente funcional, ou seja, foi pensado sem levar em consideração a função simbólica adequada a esse tipo de equipamento. O colete balístico não passa aos usuários a imagem de proteção muito menos de conforto.

Segundo LÖBACK (2001, p.62) “[...] a aparência do produto atua positiva ou negativamente sobre o usuário ou sobre o observador, ele provoca um sentimento de aceitação ou rejeição do produto”.

Fato esse que influencia na atuação do profissional uma vez que o produto não inspira segurança/conforto.

Fatores posturais

Além do fator psicológico também há o desgaste físico do trabalho realizado pelos militares em missão. Muitas vezes esses profissionais assumem posturas inadequadas devido às exigências das tarefas a serem realizadas além de carregarem consigo equipamentos que acrescentam peso extra. Sabe-se que além dos riscos referentes a realização da missão os militares também estão expostos aos danos causados tanto por esforços excessivos quanto a traumas por impacto.

Para a análise ergonômica dos fatores posturais optou-se por utilizar imagens de situações reais e/ou do treinamento das tropas brasileiras no Haiti para que a observação dos problemas ergonômicos da interação colete balístico X usuário seja de fácil compreensão.

Na atividade do militar em campo pode-se identificar as três posições básicas **deitada, sentada e em pé** além de variações das mesmas, ajoelhada ou ajoelhada sobre um joelho por exemplo.

Observa-se com mais frequência as posturas sentada (motoristas de blindados e viaturas), em pé e de joelhos (demais militares que se deslocam a pé no terreno), porém quem dita as posturas a serem tomadas e o tempo de duração das mesmas é o terreno e a situação em que se encontra o militar.

Nas fotos a baixo pode-se identificar algumas das posições utilizadas pelos militares para se deslocarem ou se defenderem no terreno.



Figura 20- Militares na posição de joelhos, abrigados e em pé, respectivamente.
Fonte: fotolog.com/forcas_armadas2/29619060/



Figura 21 - Militares em coluna de progressão tática.
Fonte: www.youtube.com/watch?v=tHFq8iy-ARM
Fonte: www.fotolog.com/forcas_armadas2/29619060/



Figura 22- Militares em Treinamento de tiro e em coluna de marcha com blindados, respectivamente.
Fonte: <http://goo.gl/qDdLpD>
Fonte: <http://goo.gl/l19pAj>

Pode-se notar também nas fotos acima a presença dos trabalhos estático e dinâmico, onde o trabalho estático é aquele que exige contrações contínuas para manter o corpo em determinada posição e o trabalho dinâmico é aquele que alterna contrações e relaxamentos sendo menos fatigante e dolorosa do que o anterior.

Segundo IIDA (2005, p. 163) “A dor é causada pela acumulação dos subprodutos do metabolismo no interior dos músculos. Isso decorre das contrações musculares acima da capacidade circulatória em remover os subprodutos do metabolismo [...] ocorre, sobretudo, nos trabalhos estáticos [...]”.

O trabalho estático é usado com frequência, uma vez que determinadas posições devem ser mantidas durante todo o percurso (posição de tiro e na posição abrigada, por exemplo) esse fator somado a carga extra carregada pelos militares, colete balístico e demais equipamentos, resulta em fadiga e dores musculares.

Em entrevista ao Jornal da gazeta², O Coronel Armando Lemos, diretor da Associação Brasileira das Indústrias de Materiais de Defesa e Segurança, afirma que o colete balístico usados pelos militares é extremamente pesado e que seu uso a longo prazo é extenuante.

Demais fatores a serem considerados

Além dos fatores psicológicos e posturais existem outras questões que são de extrema relevância para o caminhar do projeto.

Em um estudo de caso presente em MORAES e MONT'ALVÃO (2010, p. 236) sobre a ergonomia do colete à prova de balas para atividades militares concluiu-se, por meio das respostas aos questionários apresentados a um grupo de policiais do quadro de segurança pública do estado de São Paulo, que as medidas dos coletes utilizados bem como o seu design devem ser repensados (altura frontal, decote e cavas).

Ainda se tratando do estudo de caso citado no parágrafo anterior, numa população amostral de 761 indivíduos, 20% dos policiais indicaram que o uso do EPI é causa determinante de problemas de saúde. É importante destacar que o colete utilizado por estes policiais é o colete balístico, modelo dissimulado, de nível II sendo esse consideravelmente mais leve do que os utilizados pelo Exército Brasileiro.

O conforto térmico é outro fator importante. Sabe-se que o profissional militar pode trabalhar em diversos tipos de clima e que isso depende da missão a qual ele for escalado. Em ambientes quentes o uso do colete balístico pode ser sofrível uma vez que ele é utilizado entre tantos outros equipamentos e vestimentas e é, obrigatoriamente, impermeável e evita que haja a evaporação do suor do corpo para o ambiente.

Segundo IIDA (2005, p. 502) “Um trabalhador pode sofrer desidratação pelo excesso de suor e a reposição insuficiente dos sais minerais. Quando isso acontece, a produção do suor diminui e a temperatura interna do corpo tende a subir”.

² Disponível em: www.youtube.com/watch?v=wGaPsu5bzFg

2.8 CATEGORIZAÇÃO DOS PROBLEMAS ERGONOMICOS ENCONTRADOS E CONSTRUÇÃO DA TABELA GUT

Taxonomia dos problemas encontrados no colete balístico nível III utilizado pelo Exército Brasileiro.

- **Movimentacionais:** Excesso de peso que interfere na boa realização das atividades relacionadas ao trabalho o que pode levar a danos ao sistema muscular e esquelético. Além da forma em si do colete dificultar a movimentação do usuário.
- **Biológicos:** O colete utilizado pelos militares não é individual. Facilitando assim a proliferação de germes, fungos e a contaminação entre os utilizadores.
- **Físico- ambientais:** O material utilizado em sua fabricação não oferece conforto térmico favorecendo o abafamento e a elevação da temperatura corporal.
- **Psicológicos:** Por ser um EPI pesado, e somado a outros fatores, torna-se um mais um fator gerador de estresse.
- **Simbólicos:** O equipamento de proteção não transmite a sensação de proteção ao usuário. Fato que pode aumentar a ansiedade e a falta de confiança ao profissional que o utiliza. Além de não inspirar conforto o que pode elevar o sentimento de rejeição ao colete.

Após a detecção dos problemas foi necessário montar uma tabela GUT para auxiliar na priorização da resolução dos mesmos.

A tabela é utilizada para classificar cada problema detectado pela ótica da sua gravidade, da urgência de resolução e pela tendência do problema piorar, com rapidez ou de forma lenta.

Com base nos problemas classificados temos:

Problemas	G	U	T	GxUxT
Excesso de peso (movimentacional)	5	5	5	125
A forma do EPI dificulta a movimentação (movimentacional)	5	4	4	80
O EPI não transmite confiança (simbólico)	4	4	5	80
Gerador de estresse (psicológico)	4	4	4	64
Desconforto térmico (Físico- ambientais)	4	3	4	48

O EPI não transmite a sensação mínima de conforto (simbólico)	3	3	4	36
Facilita a proliferação de germes, fungos e a contaminação entre os utilizadores (biológicos)	3	3	2	18

Tabela 5- Taxonomia dos problemas encontrados. Tabela GUT.

Fonte: Elaborada pela autora.

2.9 ANÁLISE DE SIMILARES

Para a análise de similares optou-se por dividir em dois grupos de produtos existentes no mercado: **Similares de mesma funcionalidade**, coletes e placas balísticas, e **outros**, composto por produtos de funcionalidades diferentes, mas de mesma interação ergonômica.

Ao final da ficha de cada similar optou-se por fazer uma avaliação pessoal dos principais aspectos dos similares apresentados, onde uma estrela corresponde a ruim e cinco estrelas a muito bom, e que serão de grande importância no desenvolvimento do futuro colete balístico. Os itens avaliados foram: Peso, nível de proteção, fator simbólico-proteção, fator simbólico-conforto, possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros), tamanhos disponíveis e nível de dificuldade para colocar/retirar.

Similares de mesma funcionalidade, coletes balísticos.

Para a análise de similares de mesma funcionalidade foi necessário estabelecer uma lista de informações para que facilitasse a comparação dos diversos modelos de **coletes balísticos**.

Os dados utilizados para similares de mesma funcionalidade, coletes balísticos, foram:

- **Nome:** Nome de mercado do produto
- **Fabricante:** Identificação do fabricante.
- **Modelo:** Indicação do modelo, social, ostensivo, tático/ tático camuflado e dissimulado, área de proteção e indicação de uso conforme função do profissional.
- **Nível de proteção:** Indicação de qual dos seis níveis de proteção o colete pertence, I, II-A, II, III-A, III e IV.
- **Materiais utilizados na fabricação:** O material predominante em cada subsistema do colete balístico.
- **Peso**
- **Tamanhos disponíveis**
- **Outras informações:** Quaisquer outras informações que sejam relevantes para a análise de similares.

Similares de mesma funcionalidade - placas balísticas

Assim como o item anterior, análise de similares de mesma funcionalidade foi necessário estabelecer uma lista de informações para que facilitasse a comparação dos diversos modelos de **placas balísticas**.

Os dados utilizados para similares de mesma funcionalidade, placas balísticas, foram:

- **Nome:** Nome de mercado do produto
- **Fabricante:** Identificação do fabricante.
- **Nível de proteção:** Indicação de qual dos dois níveis de proteção a placa balística pertence III ou IV.
- **Materiais utilizados na fabricação:** O material predominante na fabricação da placa balística.
- **Peso**
- **Tamanho**
- **Outras informações:** Outras informações relevantes para o projeto.

Outros

Informações de produtos de funcionalidades diferentes, mas de mesma interação ergonômica que são relevantes para o desenvolvimento do projeto.

Os dados utilizados para outros foram:

- **Nome:** Nome de mercado do produto
- **Fabricante:** Identificação do fabricante.
- **Função:** Função a que se propõe o produto em questão.
- **Materiais utilizados na fabricação:** O material predominante na fabricação do produto.
- **Peso**
- **Tamanho**
- **Outras informações:** Outras informações relevantes para o projeto

SIMILARES DE MESMA FUNCIONALIDADE – COLETES BALÍSTICOS

SIMILAR I



Figura 23- Similar I: Colete de uso exclusivo do Exército Brasileiro. Vista frontal, Placa balística e colete aberto.
Fonte: Fotos da autora

- **Nome:** O colete em questão não possui nome de mercado específico.
- **Fabricante:** Companhia Brasileira de Cartuchos.
- **Modelo:** Tático/ operacional camuflado
- **Nível de proteção:** III
- **Materiais utilizados na fabricação:** Painel balístico flexível fabricado em Aramida Kevlar e capa externa em Terbrim. Fechamento em Velcro.
- **Peso:** (Peso total do colete painel flexível + placas balísticas)
Tamanho P = 5,200 kg.
Tamanho M = 5,600 kg.
Tamanho G = 5,800 kg.
Tamanho GG = 6,100 kg.
Tamanho EGG = 6,380 kg
- **Tamanhos disponíveis:** P, M, G, GG e XGG.
- **Outras informações:** Para uso exclusivo das forças armadas. Disponível apenas em tecido camuflado.

Avaliação:

Peso: ☆

Nível de proteção: ☆☆☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆

Fator simbólico-conforto: ☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): ☆

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆

SIMILAR II

Figura 24- Similar II: Colete Dissimulado – Frente, lateral direita, detalhe do saionete e vista dorsal, respectivamente.

Fonte: tamtexcoletes.com.br/produtos/coletes-balisticos/colete-dissimulado

- **Nome:** O colete em questão não possui nome de mercado específico, sendo conhecido pelo nome do fabricante e modelo, colete Dissimulado Tamtex.

- **Fabricante:** TAMTEX TÊXTIL.

-**Modelo:** Dissimulado

-**Nível de proteção:** II e II-A

-**Materiais utilizados na fabricação:** Painel balístico flexível fabricado em Aramida Kevlar e capa externa em Terbrim. Fechamento em Velcro.

-**Peso:** Não informado

-**Tamanhos disponíveis:** P, M, G, GG e XG

-**Outras informações:** Para uso discreto, pode ser vestido sob camisas e camisetas.

Possui saioete para melhor fixação sob a calça. Cores disponíveis: preta.

Avaliação:

Peso: Não consta

Nível de proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆

Fator simbólico-conforto: ☆☆☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): ☆☆☆

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆

SIMILAR III

Figura 25- Colete balístico nível IIIA Blintec
 Fonte: safestore.com.br/coletes-balisticos/colete-balistico-blintec-nivel-iii-a.html

- **Nome:** O colete em questão não possui nome de mercado específico, sendo conhecido pelo nome do fabricante e nível de proteção, Colete Balístico Blintec - Nível III-A.

- **Fabricante:** Blintec.

-**Modelo:** Não informado

-**Nível de proteção:** III-A

-**Materiais utilizados na fabricação:** Capa externa em tecido Rip Stop, muito utilizado em uniformes militares, pois evita que caso o tecido rasgue o mesmo não se desfie ou continue rasgando.

Painéis balísticos flexíveis fabricados em Kevlar com aplicação de hidrorrepelente e costuras também em Kevlar.

-**Peso:** Não Informado

-**Tamanhos disponíveis:** P, M, G, GG e XG

-**Outras informações:** Cor disponível: Preta e azul. Validade da placa Balística: 5 Anos

Avaliação:

Peso: Não consta

Nível de proteção: ☆☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆☆☆☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): ☆

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆☆

SIMILAR IV



Figura 26- Colete Balístico Taurus IIIA.

Fonte: paveishop.com.br/marcas/taurus/coletes-balisticos#content

- **Nome:** O colete em questão não possui nome de mercado específico, sendo conhecido pelo nome do fabricante e nível de proteção, Colete Balístico Taurus - Nível III-A.

- **Fabricante:** Taurus

-**Modelo:** Não informado

-**Nível de proteção:** III-A

-**Materiais utilizados na fabricação:** Painéis balísticos flexíveis confeccionados em tecido Spectra Goldflex. Fechamento em Velcro. Capa interna em Nylon e capa externa em Terbrim ou Nylon Resinado.

-**Peso:** Tamanho P = 1,994 kg.

Tamanho M = 2,292 kg.

Tamanho G = 2,625 kg.

Tamanho GG = 2,969 kg.

Tamanho EXG = 3,314 kg

-**Tamanhos disponíveis:** P, M, G, GG e XG

-**Outras informações:** Cor disponível: Preta e azul. Capa externa com proteção UV.

Avaliação:

Peso: ☆☆☆☆☆

Nível de proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆☆☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): ☆

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆

SIMILARES DE MESMA FUNCIONALIDADE – PLACAS BALÍSTICAS

SIMILAR VI



Figura 28- Placa balística utilizada pelo EB.
Fonte: Foto da autora

- **Nome:** Modelo não identificado

- **Fabricante:** MKU

- **Nível de proteção:** III

- **Materiais utilizados na fabricação:** Aramida e fibras de reforço polimérico (material Compósito).

- **Peso:** Dependendo do modelo, o peso varia entre 1.4 kg a 3.3 kg.

- **Tamanho:** 25 X 30 +/- 3 (medidas em centímetros).

- **Outras informações:** Não possui.

Avaliação:

Peso: ☆

Nível de proteção: ☆☆☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆☆☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): Não se aplica.

Tamanhos disponíveis: Não se aplica (tamanho padrão).

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆

SIMILAR VII

Figura 29- Placa balística rígida PES 520.
Fonte: glagio.com.br/portfolio/placas-pes-520/

- **Nome:** Placa PES 520
- **Fabricante:** Glágio do Brasil
- **Nível de proteção:** III
- **Materiais utilizados na fabricação:** Não informado.
- **Peso:** 1.6 kg
- **Tamanho:** 25 X 30 +/- 3 (medidas em centímetros). Espessura: 30 MM
- **Outras informações:** Possui proteção UV, são resistentes à água, luz e mudanças de temperatura e a ácidos e óleos.

Avaliação:

Peso: ☆

Nível de proteção: ☆☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): Não se aplica.

Tamanhos disponíveis: Não se aplica (tamanho padrão).

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆

SIMILAR VIII

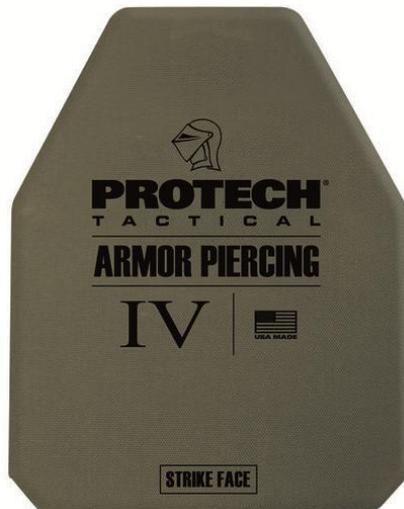


Figura 30- Placa balística rígida Protech Tactical, Nível IV.
 Fonte: safariland.com/certified-plates/2230-type-iv-rifle-plate-10in-x-12in-multi-curve-PT_2230_IV_RP.html#start=1

- **Nome:** A placa balística em questão não possui nome de mercado específico, sendo conhecida pelo nome do fabricante e nível de proteção, Placa balística Protech Tactical-nível IV.
- **Fabricante:** Protech Tactical
- **Nível de proteção:** IV
- **Materiais utilizados na fabricação:** Cerâmica/ aramida e envoltório em cordura verde militar.
- **Peso:** 3.4 kg
- **Tamanho:** 25 X 30 +/- 3 (medidas em centímetros). Espessura: 30 MM
- **Outras informações:** Possui proteção UV, são resistentes à água, luz e mudanças de temperatura, a ácidos e óleos.

Avaliação:

Peso: ☆

Nível de proteção: ☆☆☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): Não se aplica.

Tamanhos disponíveis: Não se aplica (tamanho padrão).

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆

OUTROS

SIMILAR IX



Figura 31- Protetor de coluna para motociclistas Tutto Moto.
Fonte: tuttomoto.com.br/produtos.php?cod_prod=77

- **Nome:** O produto em questão não possui nome de mercado específico, sendo conhecido pela função e nome do fabricante, protetor de coluna Tutto moto.
- **Fabricante:** Tutto Moto
- **Função:** Protege a coluna vertebral de motociclistas, evitando possíveis traumas provenientes de quedas e choques.
- **Materiais utilizados na fabricação:** segundo o fabricante o protetor de coluna em questão é fabricado em Poliuretano e possui fechamento e ajustes em Velcro.
- **Peso:** Não informado
- **Tamanho:** P, M e G
- **Outras informações:** Possui cinta abdominal e ajustes nos ombros.

Avaliação:

Peso: Não consta

Nível de proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆☆☆☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): Não se aplica.

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆

SIMILAR X

Figura 32- Protetor de coluna e peito para motociclistas ICON.
 Fonte: cafespeedshop.com/COLETE-ICON-STRYKER-VEST-COLUNA-PEITO/prod-1418820/

- **Nome:** Protetor de coluna e peito Stryker vest.
- **Fabricante:** Icon
- **Função:** Protege a coluna e peito vertebral de motociclistas, evitando possíveis traumas provenientes de quedas e choques.
- **Materiais utilizados na fabricação:** Não informado
- **Peso:** Não informado
- **Tamanho:** P, M, G, GG e XGG.

Avaliação:

Peso: Não consta

Nível de proteção: ☆☆☆

Fator simbólico-proteção: ☆☆☆☆☆

Fator simbólico-conforto: ☆☆☆

Possibilidade de uso de protetores extras (pescoço, pélvis e ombros): Não se aplica.

Tamanhos disponíveis: ☆☆☆☆☆

Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆

2.10 ATRIBUTOS

2.10.1 Requisitos funcionais:

- O colete deve ser mais leve do que o usado atualmente;
- Deve ser de fácil colocação/ retirada;
- Deve ser de fácil higienização
- Dever oferecer conforto térmico, evitando o abafamento.

2.10.2 Requisitos simbólicos:

- O colete deve transmitir a sensação de segurança ao usuário;
- Deve inspirar conforto e confiança, evitando assim o sentimento de rejeição por parte do utilizador.

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DE CONCEITOS

3.1 PROCESSO CRIATIVO

“A criatividade é o coração do design, em todos os estágios do projeto. [...] Atualmente, com a concorrência acirrada, há pouca margem para a redução dos preços. [...] Resta então a outra arma: o uso do design para promover diferenciações de produtos”. (BAXTER, 2000 apud PLENTZ, 2011).

De modo geral, o processo criativo deste projeto se deu tomando como base toda a análise e levantamento de dados presentes nos capítulos anteriores. As alternativas foram modificadas e evoluíram de acordo com o domínio progressivo do tema escolhido, seus objetivos e restrições. Tal processo está fundamentado em quatro pilares:

- **Identificação da oportunidade:** Escolha do tema.
- **Exploração e definição do universo do projeto:** Para quem e em qual ambiente o produto atuará
- **Geração de ideias:** geração de alternativas baseadas em pesquisas, nos requisitos e restrições do projeto.
- **Avaliação das alternativas geradas:** verificação dos parâmetros necessários para o preenchimento dos requisitos do projeto.

Assim como na análise de similares, para analisar as alternativas apresentadas se fez necessário o desenvolvimento de um método para avaliação. Foram escolhidos aspectos importantes que o conceito precisa apresentar para que satisfaça os objetivos do projeto. Tal avaliação encontra-se no final de cada apresentação de conceito.

Os aspectos importantes a serem pontuados de 1 a 5 estrelas, sendo 1 para ruim e 5 para muito bom, são:

- **Peso:** A proposta apresentada ameniza o excesso de peso?
- **Regulagem equipamento X usuário:** O quanto o sistema de regulagem da proposta é eficiente?
- **Fator simbólico-proteção:** O conceito apresentado transmite confiança?
- **Fator simbólico-conforto:** O Conceito transmite a sensação de conforto?
- **Nível de dificuldade para colocar/retirar:** A alternativa apresentada é de fácil colocação/retirada?

3.2 GERAÇÃO DE ALTERNATIVAS

CONCEITO I

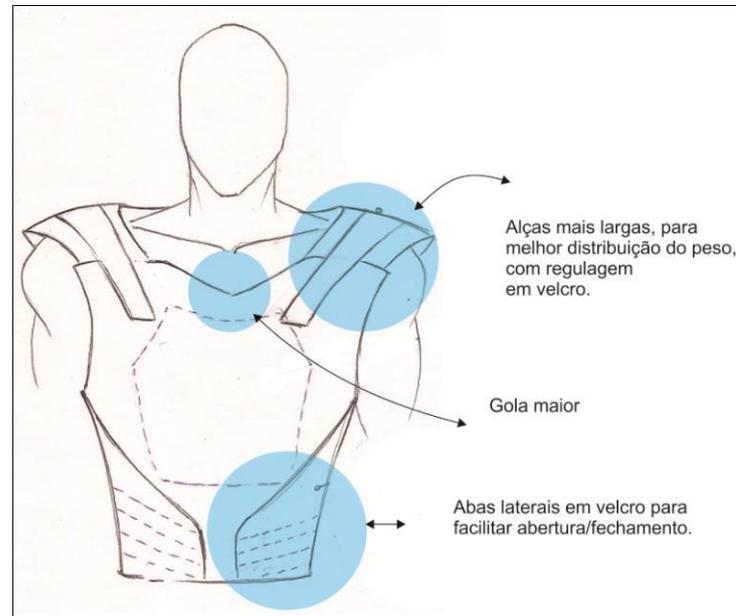


Figura 33- Conceito I.
Fonte: Autor

Configuração:

- Colete com fechamento em Velcro e regulagem nas laterais e nos ombros.
- Apresenta ombros mais largos acolchoados com o mesmo material dos painéis balísticos flexíveis.
- Possui uma gola maior do que o colete original.
- Bolsão para placa balística na parte interna do painel frontal e dorsal.
- Não apresenta correias utilitárias.

O conceito foi descartado, pois optou-se por restringir a regulagem apenas às laterais e colocar uma medida padrão para os ombros a fim de tornar o ajuste do equipamento mais ágil. Outro fator decisivo foi o fato dos ombros serem acolchoados. Tal fato acarreta no excesso de material e o abafamento causado por ele.

Avaliação:

- Peso: ☆
- Regulagem equipamento X usuário: ☆
- Fator simbólico-proteção: ☆☆☆
- Fator simbólico-conforto: ☆☆
- Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆

CONCEITO II

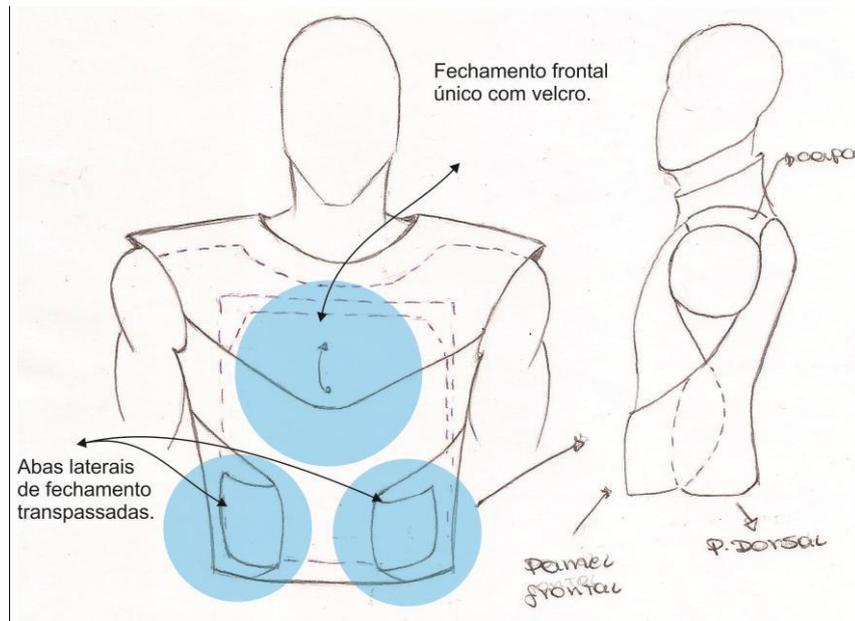


Figura 34- Conceito II.
Fonte: Autor

Configuração:

- Colete com fechamento frontal em Velcro e regulagens nas laterais. Fechamento transpassado por meio de passadores nas laterais.
- Bolsões internos para placas balísticas.
- Não apresenta correias utilitárias.

O conceito não foi escolhido, pois o fechamento frontal não é adequado devido à dificuldade de colocação/retirada. Outro ponto são as alças largas, excesso de material, acarreta em um peso maior e abafamento.

Avaliação:

- Peso: ☆
- Regulagem equipamento X usuário: ☆☆
- Fator simbólico-proteção: ☆☆☆
- Fator simbólico-conforto: ☆☆
- Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆

CONCEITO III

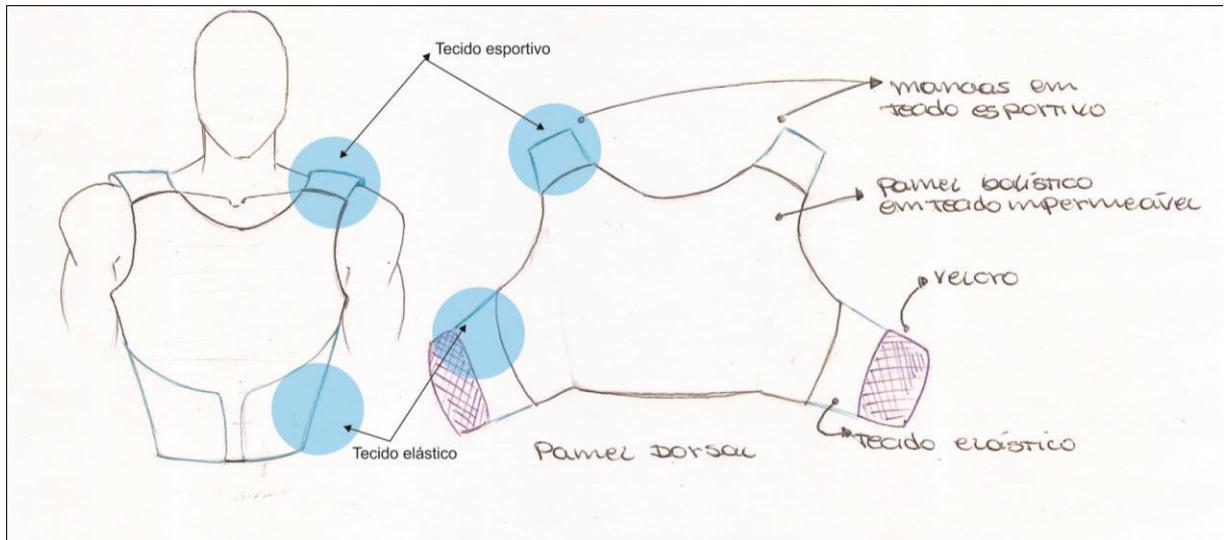


Figura 35- Conceito III.
Fonte: Autor

Configuração:

- Alças em tecido esportivo, sem regulagem.
- Fechamento, em Velcro, e regulagem, em tecido elástico, nas laterais.
- Bolsões internos para as placas balísticas.
- Não apresenta correias utilitárias.

O conceito apresentado não foi escolhido, pois o fechamento lateral em velcro não é transpassado e não passa a devida confiança ao utilizador além de não possuir a alça de salvamento na parte dorsal.

Avaliação:

- Peso:☆☆☆
- Regulagem equipamento X usuário:☆☆☆
- Fator simbólico-proteção:☆☆☆
- Fator simbólico-conforto:☆☆☆☆
- Nível de dificuldade para colocar/retirar:☆☆☆☆

CONCEITO IV

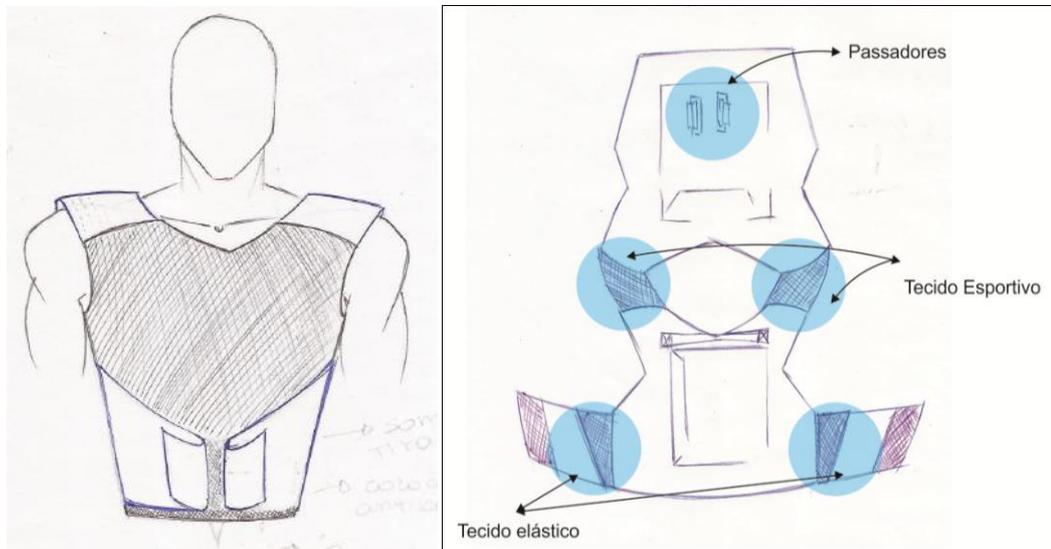


Figura 36 - Conceito IV (parte frontal e colete aberto, respectivamente).
Fonte: Autor

Configuração: O conceito IV é uma variação do conceito anterior.

- Possui alças e forro em tecido esportivo a fim de dissipar o suor e eliminar excesso de material, uma vez que só os painéis balísticos devem ter uma capa de tecido impermeável.
- Possui fechamento transpassado por meio de passador e ajuste por meio de faixas de tecido elásticos laterais.
- Possui uma alça para salvamento na parte dorsal. Interior forrado em tecido bactericida.
- Não apresenta correias utilitárias

O conceito IV foi o que mais se aproximou da solução final, pois soluciona a questão do excesso de material, do calor, do peso, o fechamento lateral transpassado com tecido elástico soluciona o ajuste inadequado da correia de poliamida. Tal conceito será desenvolvido no capítulo que se segue.

Avaliação:

- Peso: ☆☆☆☆
- Regulagem equipamento X usuário: ☆☆☆☆
- Fator simbólico-proteção: ☆☆☆☆
- Fator simbólico-conforto: ☆☆☆☆☆
- Nível de dificuldade para colocar/retirar: ☆☆☆☆☆

CAPÍTULO 4- DETALHAMENTO TÉCNICO

4.1 Detalhamento da alternativa escolhida

A alternativa que atendeu aos requisitos propostos no projeto e que será detalhada neste capítulo será a alternativa IV. No presente capítulo será apresentado o desenvolvimento técnico da alternativa até se tornar a solução final.

Como mostrado anteriormente, o colete balístico é composto por três subsistemas: painel balístico flexível, capa, e placa balística.

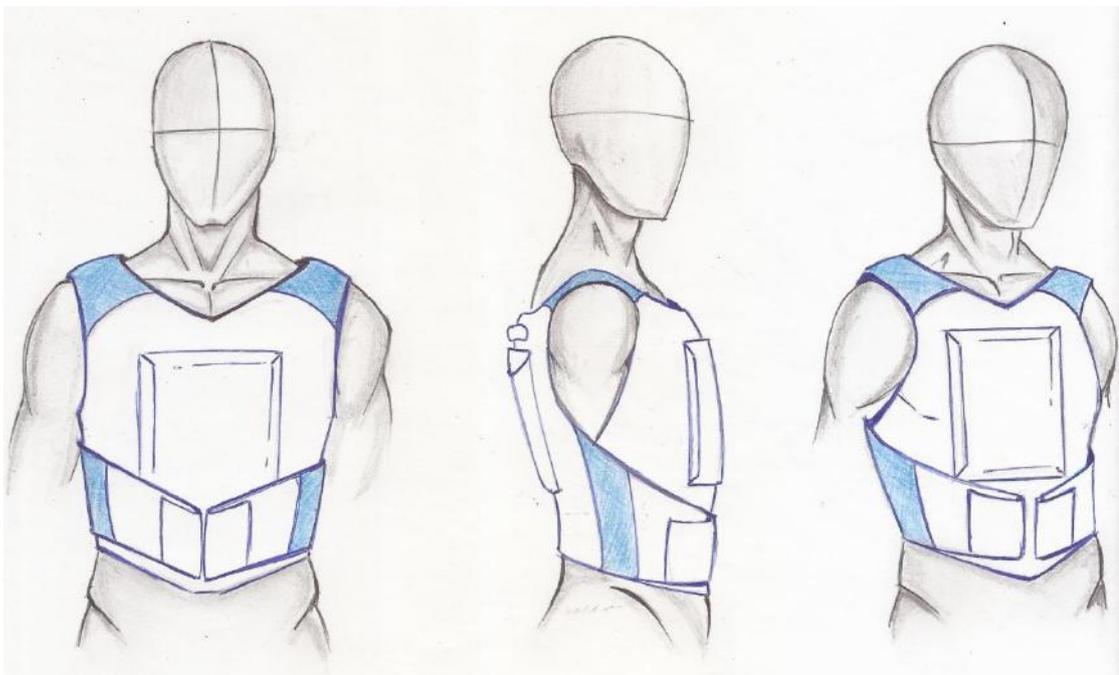


Figura 37 - vistas da alternativa escolhida (alternativa IV).
Fonte: Autor

Para que seja de fácil entendimento e visualização o detalhamento será dado da seguinte maneira: Será apresentado o subsistema, suas principais dimensões, material escolhido, peso estimado, método de fabricação e acabamento.

4.1.1 Subsistemas - Painel balístico flexível (frontal e dorsal)

- **Dimensões gerais**

O ponto de partida para o dimensionamento do colete foi o painel balístico flexível, como o painel é o “miolo” do colete todas as outras medidas estão condicionadas a ele. De uma forma geral, o painel aberto possui 40 centímetros de altura por 53 centímetros de largura.

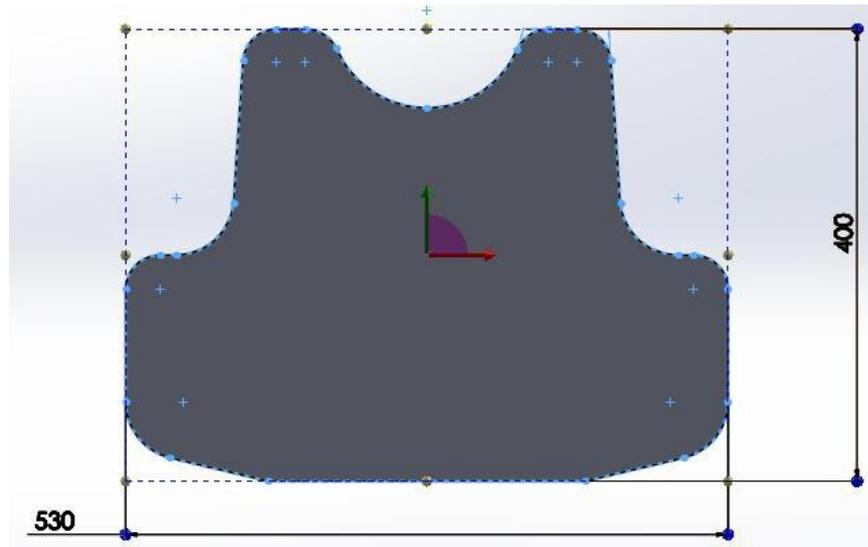


Figura 38 - Dimensões gerais do painel balístico flexível (medidas em mm).
Fonte: Autor

• Material

O material escolhido para o painel balístico foi o Dyneema, como já dito anteriormente o Dyneema é composto por Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular (UHMwPE). Segundo a fabricante DSM sua cadeia molecular é longa possibilitando a transferência e distribuição de carga de forma mais eficaz tal propriedade é capaz de conferir as fibras de Dyneema força e leveza, sendo 15 vezes mais forte que o aço e até 40 % mais forte do que as fibras de aramida. É resistente à umidade, luz UV e produtos químicos além de flutuar. Tais propriedades possibilitam seu uso em luvas anticortes, na fabricação de velas marítimas, coletes balísticos entre outros.

Para cada aplicação há um tipo específico do material. Para o colete balístico será utilizado o Dyneema HB26 (especificações em anexo).

HB26

Product specification (SI units are leading throughout this specification document)

- Length* full roll** $\geq 100\text{m}$ (≥ 109 yards)
- Width full roll** $\geq 1,60\text{m}$ (≥ 63 inch)
- Areal density $257 - 271 \text{ g/m}^2$ ($7,58 - 7,99 \text{ oz/yd}^2$)
- Visual defects ≤ 15 per roll

* Gross length excluding the visual defect spot compensation.

** In case of a non full roll length or width, the dimensions are specified in the box information sheet, supplied with every box.

Figura 39- Especificação do Dyneema escolhido.
Fonte: www.dsm.com

Cada painel balístico possui um invólucro, em concordância ao seu formato, confeccionado em tecido de poliamida 6.6 impermeabilizado de 64 g/m². Em verde oliva/preto (Fabricante: Equinox).

- **Peso estimado**

De acordo com as especificações do fabricante o Dyneema HB26 possui gramatura entre 257- 271 g/m². Ao calcular a área do painel balístico obtemos 0.15 m². Logo, 0.15m² de tecido balístico feito com Dyneema HB26 possui 40,65 gramas. Como cada painel balístico, frontal e dorsal, é composto por 17 camadas de tecido balístico obtemos um peso de aproximadamente 1,38 Kg.

Seguindo o mesmo raciocínio temos 38,4 gramas de invólucro impermeável dos painéis alcançando assim **1,42 Kg**.

- **Método de fabricação e acabamento**

O tecido impermeável que envolve as lâminas de tecido balístico deve ser resistente, o acabamento das bordas deve ser industrial (debruado) para evitar rasgos e desfiamentos. Sua costura deve ter de 8 a 10 pontos por 25 mm. Em conformidade à norma do Exército, a linha utilizada para a costura do colete balístico deverá ser do tipo Multifilamento torcido e retorcido, 100% poliamida, nº 40- 750/3 dtex na cor verde oliva.

4.1.2 Subsistemas - Capa

- **Dimensões gerais**

As dimensões gerais do colete aberto são:

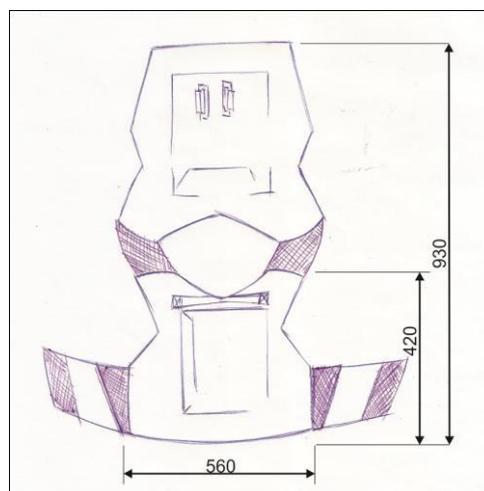


Figura 40 - Dimensões gerais do colete aberto.
Fonte: Autor

- **Material**

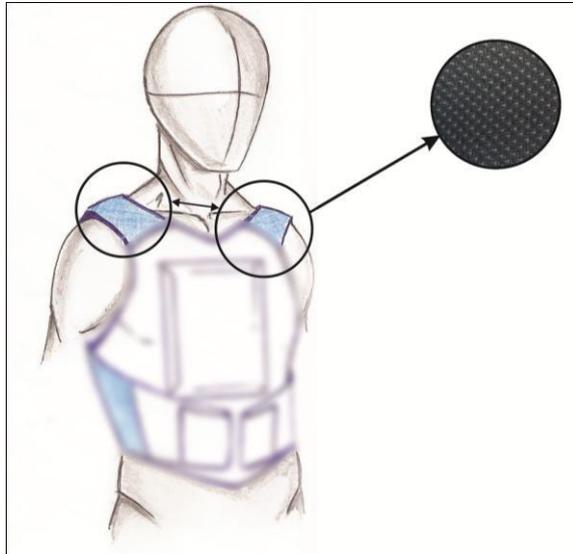
Alças e forro interno:

Figura 41 - Detalhe: Alças e material.
Fonte: Autor

Foi escolhido o tecido telado esportivo, FC260 Tela Soft- do fabricante Falcon têxtil, composto por 100% Poliéster. Além de ser leve e secar rápido o tecido possui proteção contra raios UV e proteção bactericida. Deverá ser utilizado na cor verde oliva.

Dados técnicos: Largura: 1,85 m, Gramatura: 117 g/m², Rendimento: 4,60 m/kg.

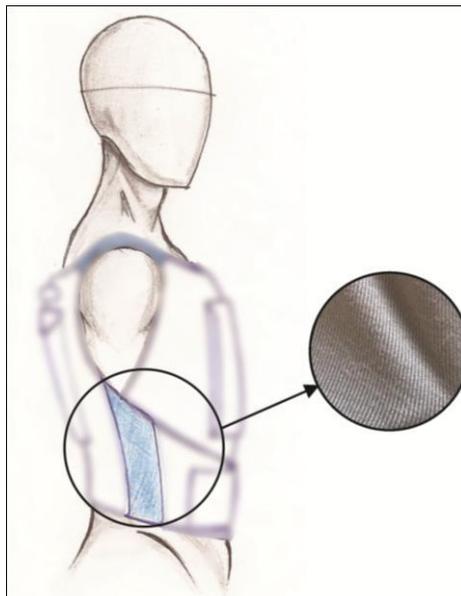
Faixas elásticas laterais:

Figura 42- - Detalhe: faixa elástica lateral e material.
Fonte: Autor

Foi escolhido o tecido elástico ,FC1060 Compress plus- do fabricante Falcon têxtil, composto por 85% Poliamida e 15% Elastano. O tecido possui proteção contra raios UV e proteção bactericida. Deverá ser utilizado na cor verde oliva.

Dados técnicos: largura: 1,65 m, gramatura: 330 g/m², rendimento: 1,84 m/kg.

Painel frontal, dorsal, abas de fechamento e alça de salvamento:

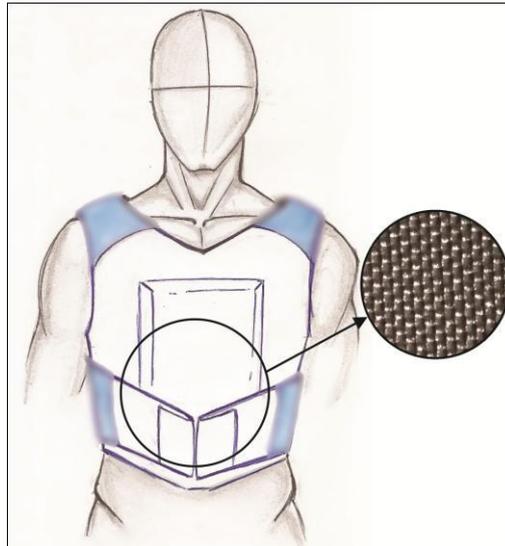


Figura 43 - Detalhe do material do painel frontal, dorsal, abas de fechamento e alça de salvamento.
Fonte: Autor

Para tais foi escolhido o tecido de Poliamida 6.6, fabricante Equinox, de alta tenacidade com fios texturizados a ar, Cordura. Deverá ser usado na padronagem camuflada utilizada pelo Exército Brasileiro. Esse tipo de tecido apresenta alta resistência a abrasão, rasgos e perfurações. Não forma pilling ,bolinhas, seca rapidamente e é leve.

Dados técnicos: largura: 1,50 m, gramatura: 235 g/m², rendimento: 1,84 m/kg.

- **Peso estimado**

Seguindo o mesmo raciocínio para a obtenção do peso estimado dos painéis balísticos, obtemos como peso aproximado 550 gramas para a capa.

- **Método de fabricação e acabamento**

Todos os tecidos devem receber costura industrial, de 8 a 10 pontos por 25 mm. O acabamento das bordas deve ser chuleado e em seguida debruado, com exceção do tecido elástico das laterais que deverá ser apenas chuleado, para evitar rasgos e desfiamentos.

Seguindo os padrões do Exército brasileiro, o tingimento deverá ser à base de anilinas ácidas, não metaméricas.

O tecido da capa, face externa, deve ser tinto com a padronagem camuflada adotada pelo Exército Brasileiro e resinado. Todos os tecidos devem receber proteção contra raios UV e proteção bactericida.

Deverá ser utilizado velcro de 5 cm para o fechamento lateral e de 3 cm para fechamento da capa, na cor preta.

Passadores:

A capa do colete balístico possui dois passadores frontais fabricados em aço inoxidável.

- **Dimensões gerais**

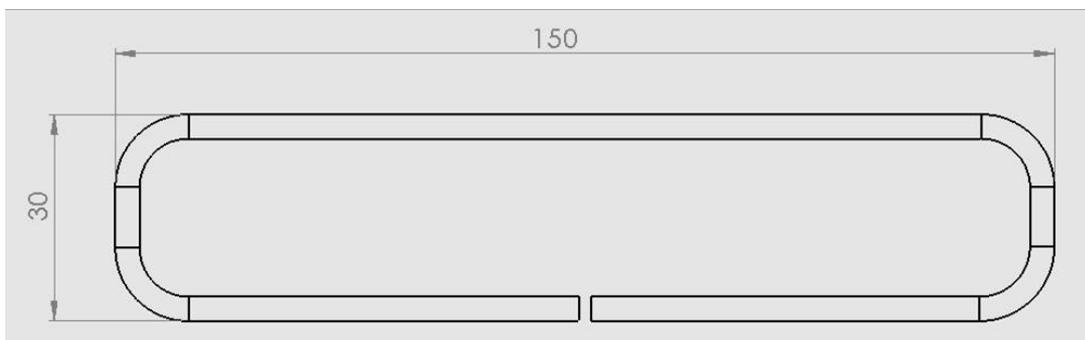


Figura 44 - Dimensões gerais – passador
Fonte: Autor

- **Material**

Aço inoxidável com pintura eletrostática em preto.

- **Peso aproximado**

Os dois passadores juntos pesam, aproximadamente, 75 gramas.

- **Processo de fabricação**

Trefilação e dobra.

4.1.3 Subsistemas – Placas balísticas

O que faz um colete balístico nível IIIA se tornar um colete nível III, utilizado pelas forças armadas brasileiras, é o uso da placa balística. Neste caso, a placa balística se caracteriza como item de série.

O modelo escolhido foi o P11011 do mesmo fabricante, MKU, das placas balísticas em uso pelo Exército Brasileiro. Ela atende ao nível de proteção necessário e possui peso

reduzido. Serão utilizadas duas placas balísticas (frontal e dorsal). As placas escolhidas para uso são resistentes a raios UV, água, mudanças bruscas de temperatura, ácidos e óleos.

POLYSHIELD 

Enhanced trauma absorption, Extra-light configurations

Polyshied+ armour Inserts are manufactured using advanced materials and technology. They offer better trauma absorption and are up to 10% lighter than regular Polyshield armour inserts for similar protection levels.

Level III & III+ (NIJ 0101.04):

Model No.	Weight (Kg.)	Thickness (mm)	Nature of Plates	Bullet Construction	Bullet Type
P 1101 L	1.00	15	Vest Dependant*	7.62 x 51 mm Lead Core	NATO Ball, M80, SLR, L2A2
P 1101	1.20	17	Vest Dependant*- High Performance	7.62 x 39 mm Lead Core 5.56 x 45 mm Lead Core	CJLC M193, L2A1
P 1103	1.60	30	Stand-alone		
P 1102	1.30	18	Vest Dependant*	7.62 x 39 mm Mild Steel Core 7.62 x 51 mm Lead Core 7.62 x 39 mm Lead Core 5.56 x 45 mm Lead Core	Kalashnikov, AK-47 MSC NATO Ball, M80, SLR, L2A2 CJLC M193, L2A1

*Vest-Dependant armour inserts offer the mentioned protection level when used in conjunction with Level IIIA vests. The above specifications are for standard 25 cm x 30 cm (±3 mm) Armour Inserts in single curve geometry. Tolerance: Weight ± 50 g, Thickness ±2 mm

Figura 45 - Especificações da placa balística a ser utilizada.
Fonte: <http://www.mku.com/ArmourTechnology.aspx>

- **Dimensões gerais**

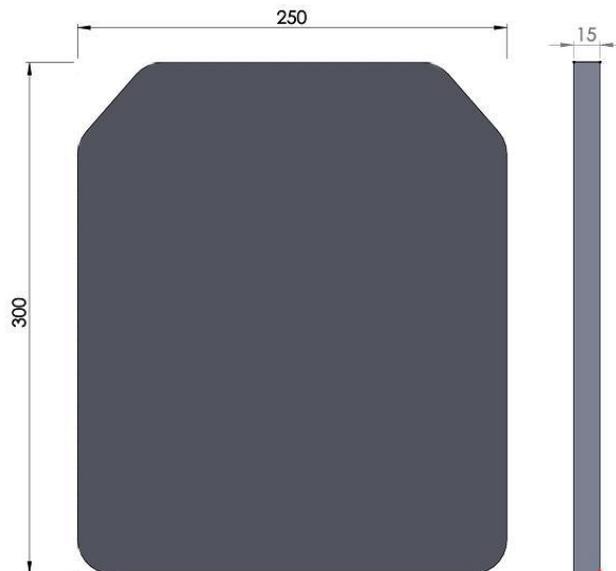


Figura 46 - Dimensões das placas balísticas (medidas em mm).
Fonte: Autor.

- **Material**

As placas balísticas MKU da linha Polyshield+ são fabricadas em polietileno.

- **Peso estimado**

Cada placa balística (frontal e dorsal) pesa 1 kg.

4.2 CONSTRUÇÃO DO MODELO

O tamanho do painel balístico flexível norteia todas as demais medidas, então optou-se por começar a construção do modelo por ele, importante destacar que para a construção do modelo foi escolhido o tamanho M.

Com as medidas do painel flexível definidas foi feito um molde de papel, para que facilitasse o corte da espuma que simulará o painel de tecido balístico e do seu invólucro impermeável.

Nas fotos abaixo pode-se ver o molde de papel com as medidas do painel balístico flexível, a espuma que simulará o tecido balístico já cortada nas dimensões corretas, o tecido impermeável do invólucro do painel e o painel pronto.



Figura 47- Molde de papel do painel balístico e espuma já cortada nas dimensões corretas.
Fonte: Autor



Figura 48- Invólucro impermeável cortado e painel flexível já pronto.
Fonte: Autor.

Capa

A capa possui uma sobra de 1 cm em todas as medidas para que possa acomodar o painel flexível em seu interior. O tamanho dos bolsos, frontal e dorsal, é ditado pelo tamanho da placa balística e também possui uma sobra de 1 cm em todas as dimensões.



Figura 49- Forro e capa já cortados. Parte dorsal da capa com bolso e alça de salvamento.
Fonte: Autor.

A cima, a parte frontal da capa e o forro cortados e a parte dorsal da capa com a alça de salvamento e o bolso cortados, respectivamente. Abaixo, o forro já costurado no interior da capa.



Figura 50- Forro costurado vazio e com o painel balístico.
Fonte: Autor

Nas fotos abaixo, a parte dorsal da capa já costurada e em seguida as duas partes unidas pelas alças em tecido esportivo, respectivamente. Posteriormente as abas laterais de fechamento foram costuradas. Nota-se na segunda foto o acabamento debruado para evitar rasgos e desfiamentos.



Figura 51- Parte dorsal da capa costurada e a união das duas partes.
Fonte: Autor

Passadores

Não foram encontrados para compra passadores nas medidas necessárias. Sendo assim, optou-se por fazê-los. Para tal, foi utilizado um cabide em aço inoxidável, cortado e dobrado nas medidas especificadas.

Nas fotos abaixo, pode-se ver o cabide já cortado, sendo dobrados, os passadores prontos e uma simulação de como ficaria em cima do bolso frontal.



Figura 52- Cabide já cortado e dobrado.
Fonte: Autor



Figura 53- passadores prontos.
Fonte: Autor

4.3 ANÁLISE ERGONÔMICA

No capítulo 2 foram identificados os principais problemas ergonômicos do colete balístico utilizado pelos militares do EB, são eles: movimentacionais, biológicos, físico-ambientais psicológicos e simbólicos. O desenvolvimento do colete proposto levou em consideração todos esses fatores.

Movimentacionais: O peso excessivo foi diminuído cortando-se o excesso de materiais em pontos específicos do colete, que não interferem na proteção do EPI, e colocando-se tecidos mais leves em pontos estratégicos. Além de propor o uso de uma placa balística mais moderna, do mesmo fabricante da usada atualmente pelo Exército. Algumas medidas foram redimensionadas, levando em consideração a norma NIJ Standard 0101.06.

- **Biológicos:** Indica-se o uso pessoal do colete balístico, mas sabe-se que não é uma realidade da instituição. Os tecidos que compõem o EPI foram escolhidos levando-se em consideração este fator. O tecido do forro interno e das alças é um material telado esportivo que facilita a transpiração e a secagem do suor, além de receber proteção bactericida.

- **Físico- ambientais:** O tecido do forro e das alças é microfilamentado, com a tecnologia Dry, e transporta o suor do corpo para a camada mais superficial facilitando a evaporação e a troca de temperatura evitando assim o abafamento e a elevação da temperatura corporal.

- **Psicológicos:** Todo o colete foi repensado visando a diminuição do peso final para que o desconforto causado pelo excesso de carga fosse diminuído. Uma vez que o equipamento deixa de ser mais um estressor na rotina do militar a qualidade da sua atuação em campo tende a melhorar.

- **Simbólicos:** O desenho do EPI utilizado pelo EB não inspira conforto, nem confiança. A utilização de tecidos esportivos agradáveis ao toque tem o objetivo de transmitir leveza e conforto e a tecnologia dos materiais utilizados, o desenho e o ajuste adequado do colete ao corpo transmitem segurança. Fato que pode diminuir a ansiedade do utilizador e aumentar sua confiança.

4.4 USABILIDADE

Durante o desenvolvimento e construção do relatório o colete foi dividido em subsistemas. Fez-se necessário elucidar a interação desses subsistemas para que haja uma melhor compreensão do funcionamento do todo.

Abaixo pode se ver o funcionamento das abas de fechamento laterais.



Figura 54- Detalhe das abas de fechamento.
Fonte: Autor.

Na parte frontal do colete balístico encontra-se um bolso destinado a acomodar uma placa balística frontal de nível III. Tal bolso tem abertura lateral que fica protegida pela aba de fechamento do lado direito do usuário. Optou-se por essa solução para facilitar a retirada da placa com o colete no corpo do usuário. Não existe a necessidade da retirada constante da placa. Uma vez colocada ela só precisará ser retirada para a higienização da capa ou para ser trocada, caso se faça necessário.



Figura 55- Abertura lateral do bolso da placa balística frontal.
Fonte: Autor.

Na parte dorsal do colete há uma alça de salvamento. Como o próprio nome diz, essa alça serve para auxiliar o deslocamento do usuário por terceiros em casos de acidentes.



Figura 56- Detalhe da alça de salvamento na parte dorsal do EPI.
Fonte: Autor.

Assim como na parte frontal, na parte dorsal do colete também há um bolso destinado a uma placa balística. Esse, por sua vez, com fechamento na parte superior do bolso.



Figura 57- Detalhe do fechamento do bolso dorsal.
Fonte: Autor.

Na parte inferior do forro há uma abertura com fechamento em velcro para que o painel flexível, tanto dorsal quanto frontal, seja inserido. Assim como as placas balísticas, os

painéis flexíveis também não necessitam ser retirados com frequência. Só sendo indicada sua retirada para a higienização.



Figura 58 - Detalhe da inserção do painel flexível na capa.
Fonte: Autor.

Para os testes de usabilidade foi escolhido um modelo que se adequasse ao tamanho M. Nota-se nas fotos abaixo que há uma boa cobertura da caixa torácica.



Figura 59- Modelo vestindo o colete (visão frontal e lateral).
Fonte: Autor.

Como se pode observar nas fotos abaixo, o colete fica a cima da linha do quadril possibilitando o usuário a movimentar-se sem impedimentos. Com a diminuição do peso do

equipamento diminui também a sobrecarga nas articulações solicitadas e consequentemente há uma diminuição da fadiga e das dores musculares.



Figura 60- Posições, comumente, utilizadas pelos militares em campo.
Fonte: Autor.

O equipamento permite a boa movimentação nas posições táticas de tiro, como se pode ver nas fotos abaixo.

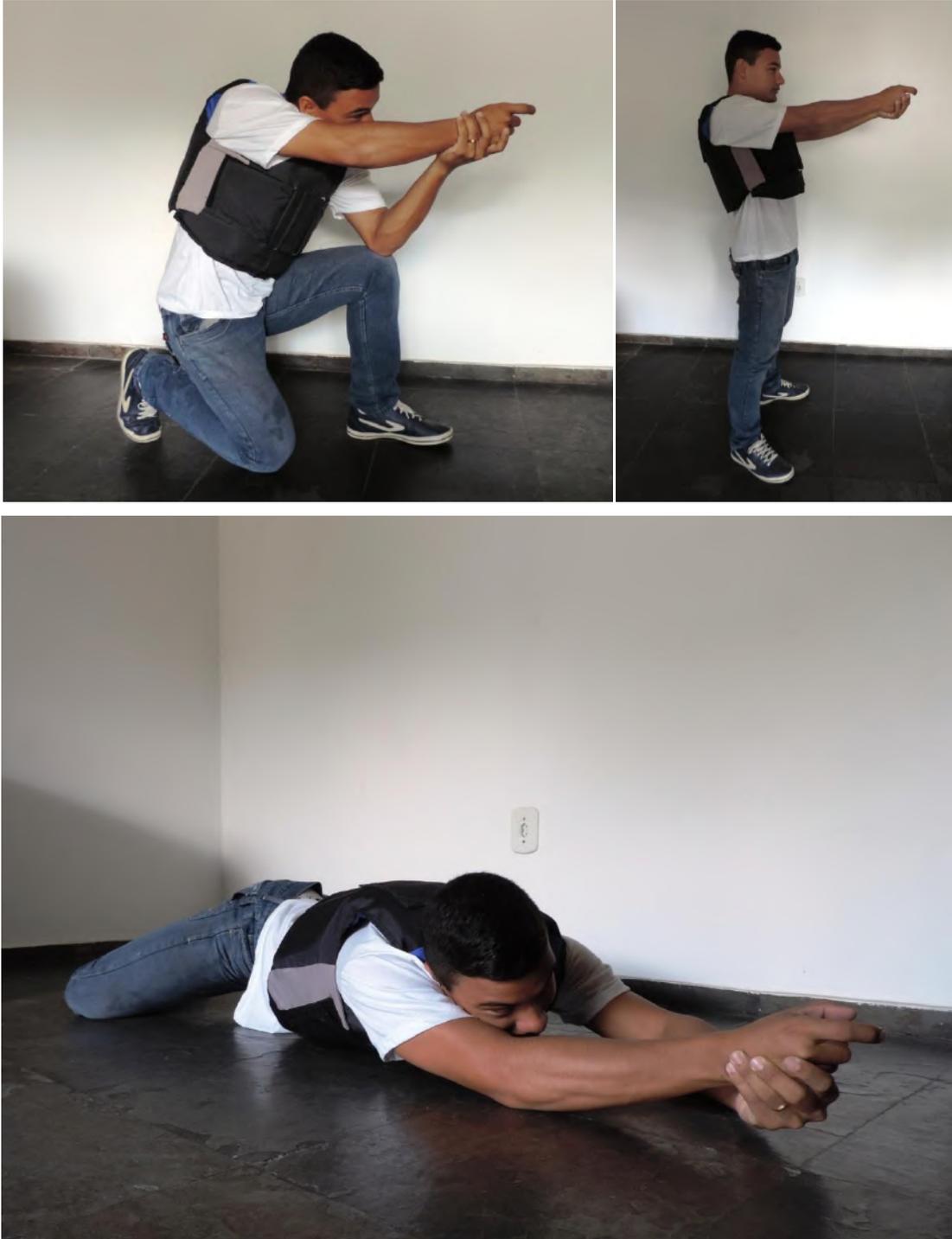


Figura 61 - Posições de tiro. De joelhos, em pé e deitado, respectivamente.
Fonte: Autor.

4.5 CONCLUSÃO

Desenvolver um projeto envolvendo segurança pessoal e uma instituição militar é um grande desafio. Durante todo o desenvolvimento do EPI o projeto esbarrou com normas, muitas vezes defasadas, que engessavam sua forma. O objetivo era apresentar novas soluções, que sanassem os problemas detectados, sem fugir totalmente do que é pedido pelo Exército.

O colete balístico desenvolvido aqui é um equipamento de segurança que vai além da funcionalidade, se preocupando também com o psicológico do usuário e sua interferência no trabalho exercido.

O EPI desenvolvido solucionou os problemas detectados anteriormente:

- movimentacionais: O peso foi reduzido cortando-se o excesso de materiais em pontos específicos do colete e colocando-se tecidos mais leves em pontos estratégicos.

- Biológicos: O tecido do forro interno e das alças é um material telado esportivo que facilita a troca de temperatura e a secagem do suor, além de receber proteção bactericida.

- Físico – ambientais: O tecido do forro e das alças é microfilamentado, com a tecnologia “Dry”, e transporta o suor do corpo para a camada mais superficial facilitando a evaporação e a troca de temperatura evitando assim o abafamento e a elevação da temperatura corporal.

- Psicológicos: Todo o colete foi repensado visando a diminuição do peso final para que o desconforto causado pelo excesso de carga fosse diminuído. Uma vez que o equipamento deixa de ser mais um estressor na rotina militar a qualidade da sua atuação em campo tende a melhorar.

- Simbólicos: A utilização de tecidos esportivos agradáveis ao toque tem o objetivo de transmitir leveza/conforto. O desenho e o ajuste adequado do colete ao corpo transmitem segurança. Fatos que podem diminuir a ansiedade do utilizador e aumentar sua confiança.

REFERÊNCIAS

BAXTER, Mike. **PROCESSO CRIATIVO EM DESIGN: DENTRO E FORA DOS LIMITES**. São Paulo: Blucher, 2000.

BRASIL à prova de balas. Produção de Dupont Brasil. [s.l]: Dupont, 2013. Color. Legendado. Disponível em: < <https://goo.gl/xLKzsr>>. Acesso em: 17 maio 2015.

COLETE à prova de balas. Direção de Jornal da Gazeta. São Paulo: Tv Gazeta, 2011. Color. Disponível em: < <https://goo.gl/XTc4c4> >. Acesso em: 17 maio 2015.

COLETE à prova de balas. São Paulo: Jornal da Gazeta, 2011. P&B. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=wGaPsu5bzFg>>. Acesso em: 07 out. 2015.

DSM. **Ballistic Vests for Military, Law Enforcement and Civilian Use**. Disponível em: <http://www.dsm.com/products/dyneema/en_GB/industries/military-law-enforcement/personal-armor/armor-v>. Acesso em: 04 fev. 2016.

DUPONT. **Melhor, mais resistente e mais seguro com a fibra Kevlar®**. Disponível em: <<http://www.dupont.com.br/produtos-e-servicos/tecidos-fibras-e-nao-tecidos/fibras/marcas/kevlar.html>>. Acesso em: 10 maio 2015.

DYNEEMA, Dsm. **Dyneema® Fiber**. Disponível em: <http://www.dsm.com/products/dyneema/en_US/home.html>. Acesso em: 10 maio 2015.

EUROFIBERS. **Properties of Twaron®**. Disponível em: <<http://eurofibers.com/fibers/twaron/>>. Acesso em: 10 maio 2015.

EUROFIBERS. **Proprietà di Vectran**. Disponível em: <<http://eurofibers.com/fibers/vectran/?lang=it>>. Acesso em: 10 maio 2015.

Exército Brasileiro (Org.). **Armas, Quadros e Serviços**. Disponível em: <<http://www.eb.mil.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2015.

FARIAS, Sílvia Maria de Carvalho et al. Caracterização dos sintomas físicos de estresse na equipe de pronto atendimento. **Revista da Escola de Enfermagem da Usp**, São Paulo, v. 45, n. 3, p.722-729, jun. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/reeusp/v45n3/v45n3a25.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2015.

GALILEU; BUMBEERS, Fernando. **Armadura líquida funciona como colete à prova de balas**: Tecnologia de defesa é mais leve e flexível - sem deixar a proteção de lado. Disponível em: <<http://revistagalileu.globo.com/Tecnologia/noticia/2015/04/armadura-liquida-funciona-como-colete-prova-de-balas.html>>. Acesso em: 25 maio 2015.

GROUP, Kuraray. **About Vectran**. Disponível em: <<http://www.vectranfiber.com/>>. Acesso em: 10 maio 2015.

IIDA, Itiro. **Ergonomia Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2005. 614 p.

INC, Honeywell International. **Honeywell Gold Flex® ballistic composite material.** Disponível em: <<http://www.honeywell-advancedfibersandcomposites.com/?document=gold-shield-and-gold-flex-ballistic-composite-materials-overview&download=1>>. Acesso em: 10 maio 2015.

LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais.** 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2001. 206 p.

MARCONI, Instituto. **Como Funciona o colete a prova de balas.** Disponível em: <<http://www.institutomarconi.com.br/colete.htm>>. Acesso em: 21 abr. 2015.

MARTINEZ, André Ayres. **Grafeno pode dobrar a resistência de Coletes à prova de bala.** 2014. Disponível em: <<http://www.showmetech.com.br/grafenp-pode-dobrar-resistencia-coletes-a-prova-de-bala/>>. Acesso em: 20 maio 2015.

MORAES, Anamaria de; MONT'ALVÃO, Cláudia. **Ergonomia: Conceitos e aplicações.** 4. ed. [s.l]: 2ab, 2010. 232 p.

PASCHOARELLI, Luis Carlos; MENEZES, Marizilda dos Santos. **Design e Ergonomia: Aspectos Tecnológicos.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 289 p.

PLENTZ, Samuel Sebben. **Taxonomia para técnicas criativas aplicadas ao processo ao processo de projeto.** 2011. 130 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Design, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

U.S DEPARTMENT OF JUSTICE- NATIONAL INSTITUTE OF JUSTICE. **NIJ STANDARD-0101.04: Ballistic Resistance of Personal Body Armor.** Washington: National Institute Of Justice Office Of Science And Technology, 2000. 67 p. Disponível em: <<https://www.ncjrs.gov/pdffiles1/nij/183651.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015.

ZERO HORA. **Estresse e depressão aumentam a sensação de dor muscular: Fatores neurológicos intensificam a interpretação de estímulos dolorosos.** 2011. Disponível em: <<http://zh.clicrbs.com.br/rs/noticia/2011/10/estresse-e-depressao-aumentam-a-sensacao-de-dor-muscular-3541879.html>>. Acesso em: 26 set. 2015.

ANEXOS

Especificações técnicas Dyneema HB26



Document classification: Free for use

HB26

HB26 is expected to preserve its quality for a period of at least 10 years during storage*** from the date of delivery, provided that the material:

- is stored under dry conditions at normal ambient temperature;
- has not been subjected to peak temperatures exceeding 90°C;
- is protected against long-term direct exposure to sunlight;
- is not exposed to unusual wear and tear.

***Storage means the period of time during which the material leaves the DSM facility until any subsequent processing applied by the converter.

The lifetime expectation is derived from accelerated aging data, using acceleration factors typical to the material and assuming no wear or tear. If the material is exposed to more extreme conditions and unusual wear and tear, it may have shorter life time expectancy.

Most of the actual longer term accelerated and prolonged storage evaluation have been performed on a specific fiber/matrix UD construction. There are no reasons to assume a different long-term behavior for other Dyneema® UD materials for soft ballistic applications. The relation between aging and the ballistic performance has been assessed using the 9 mm Parabellum Full Metal Steel Jacket bullet in a STANAG 2920, V50 rating. Other threats and different target constructions might give deviating results.

DSM Dyneema Reference Documents

- The areal density is measured according DSM Dyneema Test Method, LP152;
- The visual defects are determined according to the DSM Dyneema Inspection Method, LP180;
- The length is measured according to the DSM Dyneema Test Method, LP60;
- The width is measured according to the DSM Dyneema Test Method, LP199;
- The V50 value is measured according DSM Dyneema Energy Absorption Test Method, LP127;
- The handling risks of the material are explained in the Safety Data Sheet, LP242.

www.dyneemamatters.com

Dyneema® and Dyneema®, the world's strongest fiber™ are trademark(s) (applications) owned by Royal DSM N.V.

Dyneema® UD is suitable for use in anti ballistic/ protective applications.

All information supplied by or on behalf of DSM Dyneema LLC and/or DSM Dyneema B.V. ("DSM") in relation to its products, whether in the nature of data, recommendations or otherwise, is supported by research and/or experience and believed reliable, but DSM gives no warranties of any kind, expressed or implied, including, but not limited to, those of correctness, completeness, merchantability or fitness for a particular purpose and DSM assumes no liability whatsoever in respect of application, processing or use of, or reliance on, the aforementioned information or products, or any consequence thereof, including but not limited to any infringement of the rights owned or controlled by a third party regarding intellectual, industrial or other property. Any information provided by DSM does not release the user from the obligation to verify such information and to perform its own testing and analysis to determine the suitability and life expectancy of the product for the intended process, use or specific application. The user accepts all liability in respect of or resulting from the application, processing, use of, or reliance on, the aforementioned information or products or any consequences thereof.

Issued: 01-10-2006
Re-issued: June 2011
Page: 2 of 2
Ref.: LP125

a **DSMBrand**

 **Dyneema®**
With you when it matters



Document Classification: Free for use

HB26

Product specification(SI units are leading throughout this specification document)

Length* full roll**	100m (109 yards)
Width full roll**	1,60m (63 inch)
Areal density	257 - 271 g/m ² (7,58 – 7,99 oz/yd ²)
Visual defects	15 per roll

* Gross length excluding the visual defect spot compensation.

** In case of a non full roll length or width, the dimensions are specified in the box information sheet, supplied with every box.

Visual Defects

Visual defects, or also called spot faults, are defects of a certain size that can be e.g. a gap, weld, stain or foreign material.

When the size of the defect is smaller than the dimensions listed below, it will not be removed from the product during production. These defects can be present up to the maximum number mentioned under the product specification in this document.

The exact number of visual defects is mentioned on the roll information sheet, supplied with each roll.

When the size of the defect is greater than the dimensions listed below, it will be clearly marked with a bright colored sticker and compensated by adding 20 cm (7,87 inch) additional material per spot fault.

A defect counts as a visual defect when it exceeds both the width and the length dimensions mentioned below, where the Width and Length are defined in reference to the direction of the roll length:

Width > 6,0 cm (2,4 inch)	Length > 0,6 cm (0,24 inch), or
Width > 2,5 cm (1,0 inch)	Length > 2,5 cm (1,0 inch), or
Width > 0,2 cm (0,08 inch)	Length > 6,0 cm (2,4 inch).

For large defects (exceeding 20 cm in length) 40 cm (15,7 inch) extra material as a compensation is given. The maximum size of a visual defect in the length direction is 42 cm (16,6 inch).

Ballistic performance

DSM Dyneema carries out a ballistic test on a representative test sample. Although it is not a specified or guaranteed value, only product of which a representative sample has been tested and have shown a specific V50 value will be shipped.

V50: 360 m/s (1181 ft/s) against 9 mm Parabellum Full Metal Steel Jacket

However, please note that this number should under no circumstances be interpreted to imply that similar tests carried out subsequently on a ballistic test sample made out of the Dyneema[®] product supplied should or will give the same results; nor should any conclusion be drawn as to the ballistic performance of any end-product made with the Dyneema[®] product supplied. Similarly, the effect of visual defects on ballistic performance of a specific end-product can and should be exclusively assessed by the customer.

www.dyneemamatters.com

Dyneema[®] and Dyneema[®], the world's strongest fiber™ are trademark(s) (applications) owned by Royal DSM N.V.

Dyneema[®] UD is suitable for use in anti ballistic/ protective applications.

All information supplied by or on behalf of DSM Dyneema LLC and/or DSM Dyneema B.V. ("DSM") in relation to its products, whether in the nature of data, recommendations or otherwise, is supported by research and/ or experience and believed reliable, but DSM gives no warranties of any kind, expressed or implied, including, but not limited to, those of correctness, completeness, merchantability or fitness for a particular purpose and DSM assumes no liability whatsoever in respect of application, processing or use of, or reliance on, the aforementioned information or products, or any consequence thereof, including but not limited to any infringement of the rights owned or controlled by a third party regarding intellectual, industrial or other property. Any information provided by DSM does not release the user from the obligation to verify such information and to perform its own testing and analysis to determine the suitability and life expectancy of the product for the intended process, use or specific application. The user accepts all liability in respect of or resulting from the application, processing, use of, or reliance on, the aforementioned information or products or any consequences thereof.

Issued: 01-10-2006
Re-issued: June 2011
Page: 1 of 2
Ref.: LP125

a **DSM**Brand



Dyneema[®]
With you when it matters

Pranchas de apresentação

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro

Problematização

Atualmente, o colete a prova de balas utilizado pelos militares do Exército Brasileiro segue uma série de normas ultrapassadas, para que seja aceito pela instituição, o que acabou engessando o EPI em uma forma alheia a ergonomia. Por ser um equipamento de uso indispensável e vital, muitas vezes de uso prolongado, sua má interação com o utilizador pode causar danos e influenciar na qualidade do trabalho.



Público Alvo

O equipamento desenvolvido ao longo do projeto servirá especificamente para atender aos militares do Exército Brasileiro do gênero masculino, independente da função, Armas, Quadros e Serviços, que se encontrarem em situações de risco ou estejam em missão.

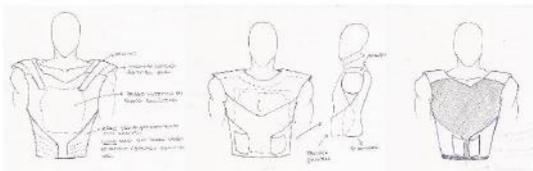
Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Design Industrial - Projeto de produto
 Projeto de conclusão de curso
 Ana Cláudia Ramos
 DRE: 112125655
 Orientadora: Patrícia March

1

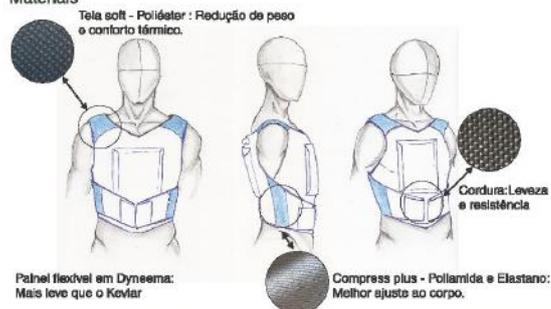
Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro

Desenvolvimento do projeto

Alternativas



Materiais



Construção



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Design Industrial - Projeto de produto
 Projeto de conclusão de curso
 Ana Cláudia Ramos
 DRE: 112125655
 Orientadora: Patrícia March

2

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro

Ergonomia

Posições comumente utilizadas pelos militares em missão.



Estudo das posições acima e suas variações com o modelo pronto.



Dimensionamento



3,970 Kg, redução de 1,630 kg.

Medidas em mm.

Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Desenho Industrial - Projeto de produto
 Projeto de conclusão de curso
 Ana Clara Ramos
 DRE: 112125655
 Orientadora: Patrícia March

3

Redesign - Colete balístico nível III para o Exército Brasileiro

Usabilidade



Fechamento com abas laterais.



Alça de salvamento

Bolsos para inserção das placas balísticas nível III.

Forro com fechamento em velcro para a inserção dos painéis balísticos flexíveis (frontal e dorsal).



Universidade Federal do Rio de Janeiro
 Desenho Industrial - Projeto de produto
 Projeto de conclusão de curso
 Ana Clara Ramos
 DRE: 112125655
 Orientadora: Patrícia March

4