

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

RELATÓRIO FINAL - PRO2715
VESTIMENTA PROTETORA CONTRA
ARCO ELÉTRICO

André Bain (andre.bain1@gmail.com) - NUSP 6847670

Bárbara Bugno Moral (barbara.moral@gmail.com) - NUSP 7207837

Daniel Lembo Schiller (daniel.lschiller@gmail.com) - NUSP 6847691

Gustavo Nemi Castro (gust_adv@hotmail.com) - NUSP 7208157

Raphael Domênico Garcia Alegre (domenico193@uol.com.br) - NUSP 7208310

Professor: Clóvis Alvarenga Netto

São Paulo
28 de junho de 2013

RESUMO EXECUTIVO

Nesse trabalho foi abordado um modelo de PDP (Processo de Desenvolvimento de Produtos) segundo a demanda de uma empresa real, a *Duráveis Equipamentos de Segurança Ltda.*

Como pedido da empresa para o grupo de trabalho, estava o desenvolvimento de uma nova camisa de proteção contra arco elétrico. Essa camisa é parte de um equipamento de proteção individual e segurança do trabalho, e é usada por trabalhadores de diversos segmentos de indústrias que trabalham com instalações elétricas de alta voltagem.

Porém, como percebido pelo grupo em entrevistas e através da utilização de métodos estruturados, diversos fatores de insatisfação apareciam como pontos a serem trabalhados. Do lado dos operários, a falta de conforto e ergonomia da vestimenta atual. Por parte dos engenheiros de segurança do trabalho, o fato de que muitas vezes os trabalhadores deixavam a camisa para fora da calça, resultando em sérios riscos para a saúde destes.

Assim, foi desenvolvida uma camisa que atende a esses requisitos através de alguns aspectos funcionais, dos quais merecem destaque: a adição uma “cueca” que ajuda a prender a camisa ao corpo, evitando que ela saia da calça; a utilização de bolsos, junto com a implementação de gola e punhos mais ergonômicos, contribuindo para um maior conforto do trabalhador - o que também diminui a chance de que ele utilize a camisa de maneira errada, o que colocaria sua própria vida em risco.

Como canal de distribuição, continua como forma única a venda direta para empresas. A aposta é que, com uma maior satisfação de operários e de engenheiros de segurança, o produto tenha seu sucesso no mercado. Porém, esse é um dos desafios da implementação do produto: mostrar aos clientes sua diferenciação. Outro é fazê-los pagar o preço da camisa, de cerca de R\$250, um pouco mais caro do que o atual (o preço pode variar para cima ou para baixo de acordo com os interesses da Duráveis – isso é mostrado na parte de custos e de definição de valor mercadológico).

Mais um fator que merece destaque é a questão da fabricação. Como a camisa não é fabricada internamente à Duráveis, mas, sim, comprada de um fornecedor (Anta Confecções), é vital que esta confecção esteja fortemente ligada ao PDP. Sendo assim, nesse relatório foi descrito em detalhes o

processo de produção (corte e costura) desse tipo de vestimenta na Anta – tanto o atual como o proposto, que inclui tanto a adição das funcionalidades, como a possível aquisição de uma máquina para aumento de escala.

Esse aumento por enquanto não é necessário, visto que a Duráveis comercializa apenas cerca de 160 conjuntos (calça e camisa) desse tipo por ano. Porém, segundo um dos sócios da empresa, a intenção deles é de crescer bastante essa escala – e o mercado oferece boas oportunidades nesse sentido.

Analisando o processo de desenvolvimento do produto em si, podem ser destacados algumas dificuldades e alguns aprendizados.

Entre as dificuldades, nota-se a questão de comunicar e convencer o tomador de decisão (nesse caso, o sócio da Duráveis), das características e benefícios do projeto. Por ser um produto já trabalhado pela empresa (e mesmo pelo setor) há anos, a noção de como ele deve ser já está bastante consolidada. Soma-se a isso o fato de que o produto tem diversos aspectos normatizados, o que restringiu um pouco o escopo do desenvolvimento. Além disso, a questão das entrevistas também foi uma necessidade nem sempre trivialmente resolvida. Por envolver combinações de horários e a necessidade de compartilhamento posterior de informações, as entrevistas foram uma parte difícil, porém muito enriquecedora e interessante, além de ser uma das bases do nosso projeto.

Sobre os aprendizados, foi interessante ver o quanto o desenvolvimento de um produto é um tema complexo e envolvente. O que parece ser muitas vezes fruto de uma ideia genial foi de certa forma “desmistificado”, mostrando que um conjunto de métodos, técnicas e etapas são capazes de gerar um produto com boas possibilidades de sucesso no mercado. Foi interessante, também, a questão da interação com a empresa. Por se tratar de uma necessidade real, foi interessante ver como os representantes da empresa também se envolveram no projeto, o que foi muito gratificante para nós. Por fim, o aprendizado de trabalho em grupo, desenvolvido ao longo de todo o semestre em fases sucessivas, também foi interessante para o grupo.

Conteúdo

RESUMO EXECUTIVO	2
1. Escopo do produto.....	7
1.1. Definição do mercado.....	7
1.1.1. A situação da Duráveis.....	7
1.1.2. Tamanho do mercado brasileiro e sul-americano de vestimentas de proteção contra arco elétrico.....	8
1.1.3. Participação atual (<i>Market Share</i>) da Duráveis nesse mercado.....	11
1.2. Ideia do Produto	11
2. Detalhamento do ciclo de vida e clientes	12
2.1. Ciclo de vida do produto	12
2.2. Clientes	13
3. Sobre o processo proposto de PDP	15
4. Identificação das necessidades dos usuários	16
4.1. Elaboração do Questionário	16
4.2. Resultados do Questionário.....	18
4.2.1. Cliente A – Mercedes Benz	18
4.2.2. Cliente B – Cia Elétrica do RS	19
4.2.3. Cliente C - Usiminas	19
5. Requisitos técnicos e especificações-meta: QFD	20
6. Análise Funcional	26
7. Estudo de Diferenciação.....	34
8. Escala Vertical e Valor Mercadológico.....	36
8.1. Escala Vertical.....	36
8.2. Definição do preço.....	40
9. Estudo de Aproveitamento Técnico	43
9.1. Matéria-prima	44
9.2. Forma	46

9.3.	Tecnologia	47
9.4.	Preço	47
10.	Desenhos Iniciais	48
11.	Delineamento da Comercialização e Distribuição.....	50
11.1.	Os 4 P's do Marketing	51
12.	Definição do conjunto do produto	53
13.	Estrutura do produto e análise dos SSC.....	57
14.	Determinação da constituição do produto	67
15.	Explicitação dos conceitos de DFMA	76
16.	Estudo Macro de fabricação e montagem	79
16.1	Fabricação: Corte	80
16.2	Montagem: Costura	83
16.3	Avaliação dos principais indicadores	87
17.	Elaboração dos desenhos de execução.....	89
18.	Processo de fabricação e montagem	91
18.1	Processo atual.....	91
18.1.1.	Sequência de operações e GFP	91
18.1.2.	Tempos de operação e esquema de Folha Padronizada de GFP	96
18.1.3.	Críticas ao processo atual.....	99
18.2.	Processo proposto	100
18.2.1.	Sequência de operações e GFP	100
18.2.2.	Tempos de operação e esquema de folha padronizada	104
19.	Especificação técnica das máquinas, ferramentas e dispositivos.....	106
19.1.	Computador integrado com programa CAD e plotter (impressora especial) para risco.	106
19.2	Aparelhos de corte.....	108
19.3	Máquinas de costura	111
19.3.1	Máquina de costura do tipo overloque e interloque.....	111

19.3.2	Máquina de costura reta	112
19.3.3	Máquina fechadeira (fecha mangas , ombros)	114
19.3.4	Máquina caseadeira	115
19.3.5	Máquina botoneira (costuradeira de botões).....	116
19.3.6	Máquina travete.....	117
20.	FMEA (Failure Mode and Effects Analysis)	118
21.	Plano de controle e correção.....	129
22.	Embalagem.....	133
23.	Análise econômica da camisa de proteção contra arco elétrico	138
	Bibliografia.....	143
	ANEXOS.....	146
	Respostas dos questionários	146
	Benchmarking	154
	Teoria do Incidente Crítico – Usuários Finais	157
	Levantamento para escala vertical	159
	Estatísticas sobre levantamento da escala vertical.....	163
	Entrevista com perito do trabalho	164

1. ESCOPO DO PRODUTO

1.1. Definição do mercado

1.1.1. A situação da Duráveis

Para a realização do projeto, o grupo buscou trabalhar com uma necessidade concreta de mercado. Para isso, feito o contato com uma empresa do ramo de EPI, a Duráveis Equipamentos de Segurança Ltda.

Ela é uma empresa média, de aproximadamente 300 funcionários e é especializada na fabricação de capacetes, luvas, protetores auditivos ou até mesmo roupas industriais para determinadas atividades industriais.

Logo em um primeiro contato com a empresa, foram apresentadas algumas necessidades ao grupo e a considerada mais adequada ao escopo do projeto da disciplina de Produto foi a proposta **de melhorias nas camisas protetoras de arco-elétrico**, produzidas pela Duráveis. Ela faz parte de uma série de equipamentos de segurança normatizada às empresas que lidam de maneira direta, em alguma fase do processo produtivo, com eletricidade e alta voltagem.



Figura 1 - Ilustração atual da camisa protetora contra arco elétrico

No caso da vestimenta protetora contra arco elétrico, especificamente, não ocorre produção interna à Duráveis, em função, basicamente, da análise do binômio "custo x benefício" de se seguir a normatização fixada com relação às

especificações tanto do processo produtivo quanto do produto final. A direção a Duráveis concluiu, a partir da ponderação dos benefícios e custos que tal alternativa traria, que a produção interna não seria vantajosa à empresa. Assim, o processo que é adotado pela Duráveis é a revenda da vestimenta, sendo, então, dependente de basicamente dois fornecedores: o de tecido e o da confecção.

Apesar de não ser produtora direta, a Duráveis possui forte influência sobre o Design do produto, sendo que é ela a responsável por fornecer o desenho às empresas produtoras. Além disso, tais fornecedores devem ser aprovados pelos clientes finais do produto, isto é, as empresas que empregarão a vestimenta em sua linha de produção, como a Mercedes-Benz e a Eletropaulo. A partir do contato com um diretor da Duráveis, foi percebida a necessidade de mercado de se adaptar o formato hoje adotado pelo produto, de modo a deixá-lo mais eficiente na proteção do funcionário em ocasiões de arco elétrico.

Basicamente, o produto hoje se encontra disponível na versão "camisa e calça" separadas. Isso faz com que, por motivos ergonômicos e de conforto do funcionário, muitos usuários utilizem a vestimenta de modo inadequado, deixando a camisa para fora da calça. Por se tratar de um produto que atua na proteção térmica do usuário, o seu eventual mau uso pode ocasionar queimaduras graves e até mesmo, em casos mais extremos, a morte.

Fica claro, desta forma, que o projeto está enquadrado em solucionar **necessidades mal atendidas**, não exatamente por um produto ultrapassado, mas sim por um produto cujo desenho inicial não atende algumas necessidades dos usuários e compradores.

1.1.2. Tamanho do mercado brasileiro e sul-americano de vestimentas de proteção contra arco elétrico

Segundo dados da Westex, fabricante dos tecidos especializados para a proteção contra acidentes com arco elétrico, o mercado brasileiro desse produto tinha um tamanho aproximado de 400 mil vestimentas (conjunto de calça e camisa) em 2009 e 457 mil vestimentas em 2011. É calculada uma média de 2,5 vestimentas/ano para cada usuário, com base em sua durabilidade.

Vestimentas de Segurança	2009 Valor de Mercado	2011 Valor de Mercado
Térmicos/Calor	121.006.741,57	115.639.500,00
Calor por Contato	6.207.865,17	6.960.000,00
Calor Convectivo	11.235.955,06	12.320.000,00
Calor Irrradiado (Vestimenta)	14.941.573,03	12.512.000,00
Japona para Combate a Incêndio	13.129.213,48	10.200.000,00
Balaclava para Combate a Incêndio	2.440.449,44	1.932.000,00
Calça para Combate a Incêndio	10.130.337,08	7.050.000,00
Arco Elétrico – Fogo Repentino	62.921.348,31	64.665.500,00
Térmicos/Frio	3.747.191,01	4.148.000,00
Pré (Roupa de Baixo)	842.696,63	924.000,00
Japona/Calça/Macacão	2.904.494,38	3.224.000,00
Intempéries	56.179.775,28	62.018.000,00
Químicos	97.769.662,92	109.896.500,00
Agroindústria Descartável	87.640.449,44	96.800.000,00
Agroindústria Reaproveitável	4.449.438,20	2.100.000,00
Industrial	1.466.292,13	6.796.500,00
Gases	4.213.483,15	4.200.000,00
Mecânicos	28.764.044,94	28.547.500,00
Geral	15.168.539,33	15.050.000,00
Motoserrista/Calça	4.044.943,82	4.020.000,00
Motoserrista/Perneira	9.550.561,80	9.477.500,00
Total	307.467.415,73	320.249.500,00
Variação 2009/2011: 4,2%		

Figura 2 - Variação do Valor de Mercado (em dólares) das vestimentas de segurança no Brasil entre 2009 e 2011, com destaque para as vestimentas de proteção contra arco elétrico.

Como cada conjunto desse é vendido por uma média de R\$283,00, o valor do mercado de roupas de proteção contra arco elétrico em 2011 era de pouco mais de R\$129 milhões. Isso representa 20% de todo o mercado de vestimentas de segurança, em que estão incluídos proteção contra calor, agentes químicos, frio e riscos mecânicos.

Vestimentas de Segurança	Quantidade	Preço Médio (R\$)	Valor de Mercado (R\$)	Valor de Mercado (US\$)	%
Têrmicos/Calor			231.279.000,00	115.639.500,00	36,1
Calor por Contato	48.000	290,00	13.920.000,00	6.960.000,00	
Calor Convectivo	6.000	440,00	24.640.000,00	12.320.000,00	
Calor Irrradiado (Vestimenta)	34.000	736,00	25.024.000,00	12.512.000,00	
Japona para Combate a Incêndio	20.000	1.020,00	20.400.000,00	10.200.000,00	
Balaclava para Combate a Incêndio	56.000	69,00	3.864.000,00	1.932.000,00	
Calça para Combate a Incêndio	15.000	940,00	14.100.000,00	7.050.000,00	
Arco Elétrico – Fogo Repentino	457.000	283,00	129.331.000,00	64.665.500,00	
Têrmicos/Frio			8.296.000,00	4.148.000,00	1,3
Pré (Roupa de Baixo)	56.000	33,00	1.848.000,00	924.000,00	
Japona/Calça/Macacão	124.000	52,00	6.448.000,00	3.224.000,00	
Intempéries			124.036.000,00	62.018.000,00	19,4
Água e Umidade	5.638.000	22,00	124.036.000,00	62.018.000,00	
Químicos			219.793.000,00	109.896.500,00	34,3
Agroindústria Descartável	17.600.000	11,00	193.600.000,00	96.800.000,00	
Agroindústria Reaproveitável	100.000	42,00	4.200.000,00	2.100.000,00	
Industrial	985.000	13,80	13.593.000,00	6.796.500,00	
Gases	5.600	1.500,00	8.400.000,00	4.200.000,00	
Mecânicos			57.095.000,00	28.547.500,00	8,9
Geral	602.000	50,00	30.100.000,00	15.050.000,00	
Motoserrista/Calça	67.000	120,00	8.040.000,00	4.020.000,00	
Motoserrista/Perneira	1.115.000	17,00	18.955.000,00	9.477.500,00	
Total			640.499.000,00	320.249.500,00	

*Ano de referência: 2011

Figura 3 - Mercado brasileiro de Vestimentas de Segurança em 2011, com destaque para as roupas de proteção contra arco elétrico. Fonte: Westex.

Sobre o mercado sul-americano (excetuando o Brasil), estima-se uma média anual de 230 mil vestimentas, vendidas a cerca de R\$300 cada uma, gerando um mercado com valor estimado em R\$69 milhões.

Levando em conta a entrevista com a especialista Maria do Carmo, representante da fabricante de tecidos Westex, a proporção entre vestimentas do tipo calça e camisa contra macacões é 30/70, ou seja, há grande predominância de macacões graças a sua aplicação em empresas enormes, como a Petrobras.

Logo, considerando-se 30% de vendas de "calça e camisa", das 230 mil vestimentas demandadas na América do Sul, estima-se um tamanho de mercado de aproximadamente 69 mil conjuntos para essa região, excetuando-se, mais uma vez, o Brasil. Quando se considera, por outro lado, a demanda nacional, mantendo-se os 30% como fatia de mercado do conjunto "calça e camisa", dos 457 mil produtos demandados (tabela 2), aproximadamente 137 mil são relacionados ao conjunto em questão.

Assim, resumidamente, o mercado potencial de conjuntos "calça e camisa" gira em torno de 137 mil unidades no Brasil e 69 mil unidades no resto da América do Sul.

1.1.3. Participação atual (*Market Share*) da Duráveis nesse mercado

Com base em dados conseguidos junto à Duráveis, a empresa vende cerca de 160 conjuntos calça e camisa por ano no Brasil e nenhum conjunto para o resto da América do Sul. Isso representa uma fatia do mercado nacional de praticamente desprezível (cerca de 0,04%, com relação ao valor do mercado total de vestimentas de proteção contra arco elétrico; ou 0,12%, para apenas o mercado total de conjuntos "camisa e calça").

Essa fatia de mercado é pequena pois o produto não é um *core competenceda* Duráveis. A empresa o comercializa como parte de outros contratos maiores, em que a empresa cliente pede para que o equipamento de proteção contra arco elétrico seja incluído. Prova disso é que o produto nem é confeccionado pela Duráveis, mas, sim, comprado de fornecedores.

Por um lado, isso mostra que atualmente o produto não é tão relevante para a empresa. Por outro, segundo um de seus sócios, há o interesse de aumentar essa participação. Dessa forma, esse PDP pode ajudar a *Duráveis* nesse objetivo.

1.2. Ideia do Produto

Considerando os pontos levantados, a necessidade que se encontrou com relação ao formato atual é a de uma possível **unificação entre camisa e calça** sem que, no entanto, recorresse-se a macacões, já que esses são extremamente mal aceitos tanto pelos sindicatos quanto pelos próprios funcionários e poderiam, inclusive, inviabilizar o processo de melhoria em função do boicote por parte do usuário final do produto.

O que se propõe, então, é a criação de um novo produto, em consonância tanto com a normatização já fixada com relação à eletricidade no processo produtivo (principalmente a norma NR-10) quanto com as necessidades latentes de se aumentar a segurança efetiva do produto quando do seu uso.

Tal novo produto consistiria, em um primeiro momento, em uma espécie de acoplamento à camisa de uma cueca de cor extremamente chamativa.

A unificação da cueca à camisa impediria que os funcionários continuassem a utilizar inadequadamente a camisa para fora da calça e significaria um aumento da eficácia do produto e, em última instância, da segurança do processo produtivo e do trabalhador dele participante.

Figura 4 - Proposta inicial de Camisa Protetora



É importante, ainda, ressaltar que a cueca de cor chamativa seria bastante útil para as equipes de segurança fiscalizadoras internas às empresas clientes, uma vez que, nos casos em que o produto estivesse sendo usado de forma inadequada, seria fácil de percebê-lo utilizando-se apenas a visão.

2. DETALHAMENTO DO CICLO DE VIDA E CLIENTES

2.1. Ciclo de vida do produto

Considerando que o produto é obrigatório por lei, acredita-se que o ciclo de vida do mesmo será tão longo enquanto durar a lei, ou seja, provavelmente

sofrerá poucas modificações com o tempo, já que essa legislação é bastante consolidada.

Acredita-se em um período inicial de adaptação dos trabalhadores ao novo design do produto. Contudo, por ser algo determinado por lei e, sendo a Duráveis a fornecedora única, com boas relações com muitos de seus clientes, ocorre a crença de que esse período não será muito longo. As empresas necessitam trocar suas vestimentas protetoras contra arco elétrico e essa necessidade é imposta por lei. Se a Duráveis, fornecedora única e confiável para alguns de seus clientes, estiver propondo um produto novo, eles certamente vão acatá-lo, salvo problemas de qualidade, os quais serão prevenidos ao longo desse Processo de Desenvolvimento.

O ciclo de vida ainda será mais detalhado em momentos posteriores do projeto.

2.2. Clientes

Os clientes desse produto são basicamente três: as empresas produtoras, as empresas clientes e os próprios usuários do produto.

Quanto ao primeiro grupo, acredita-se que, uma vez definidos os atributos do produto, serão necessárias conversas e trocas de informação para alinhar o que é possível de ser produzido com o que está sendo definido pela equipe de projeto do produto.

Quanto às empresas clientes, foram feitas entrevistas para coletar a opinião das principais e potenciais clientes da Duráveis sobre as modificações propostas para as camisas protetoras. Os resultados dessas entrevistas encontram-se na seção de Identificação dos Requisitos do Cliente.

É claro que a sugestão do grupo deve estar de acordo com as necessidades não só das empresas que comprariam o produto desenvolvido, mas também e, talvez, até principalmente, com aqueles requisitos do cliente que, de fato, usará o produto. A negligência desse fator faz com que todo o PDP seja inconsistente e, provavelmente, até invalidado.

Dessa forma, o grupo está levando em consideração um perfil padrão de usuário do produto de acordo com aquilo que a Duráveis e suas empresas clientes entrevistadas manifestaram. Esse perfil se refere, basicamente, a um cliente final do sexo masculino e que trabalha ou em linhas de produção que

envolvem manuseio de equipamentos de alta voltagem ou em situações práticas de contato com elementos elétricos, seja de caráter de manutenção ou de instalação, por exemplo.

Assim, conforme será mais explorado na seção de Identificação dos Requisitos do Cliente, é essencial ao sucesso do produto que ele contemple algumas questões relacionadas à anatomia do homem e ao conforto que a vestimenta proporciona. Portanto, elementos estruturais da vestimenta que propiciem, por exemplo, o funcionamento urinário e possuir conforto térmico devem, impreterivelmente, fazer parte do escopo de projeto do grupo. Além disso, outra preocupação deve existir a respeito da disponibilização da vestimenta acoplada em vários tamanhos padrão, de modo que todos os tipos físicos sejam contemplados pelo projeto do produto.

Os detalhes de como essas partes mais específicas da roupa serão montadas são definidos após a entrevista de fato com as empresas clientes da Duráveis e com os funcionários que usarão o produto em seu cotidiano.

3. SOBRE O PROCESSO PROPOSTO DE PDP

Para o desenvolvimento desse novo produto, é essencial que se tenha em mente um processo de criação integrado e iterativo, atentando-se a aspectos relacionados à complementaridade interfuncional e à coerência do PDP com a estratégia tecnológica e organizacional da empresa em questão, no caso a Duráveis.

A partir dessa gestão integrada do processo e de uma visão sistêmica acerca do produto e de seu mercado, será possível, de forma mais concreta, que se atendam as necessidades dos clientes e que eles fiquem cada vez mais satisfeitos com os resultados do PDP.

Considerando-se que a estratégia da Duráveis recai sobre a qualidade e a credibilidade de seus produtos, as quais, inclusive, funcionam como os maiores fatos geradores de valor da empresa, é essencial que um processo de PDP referente a uma nova configuração de vestimenta contra arco elétrico esteja, também, de acordo com o padrão de qualidade prezado pela empresa e seus clientes.

Dessa forma, ao sugerir as modificações de modelagem do produto, o grupo considera essencial a atenção com relação a aspectos relacionados ao seu ciclo de vida. O acompanhamento por parte da Duráveis do pós-venda e o fornecimento de serviços de manutenção e instrução de uso são essenciais ao sucesso do PDP e, em última instância, do produto como um todo.

O desafio do trabalho é, portanto, adequar a necessidade de tecidos eficientes na proteção térmica a estruturas de maior conforto do usuário, seja de caráter estrutural ou psicológico e, mais que isso, atender também os requisitos do cliente direto da Duráveis, as empresas clientes que compram a vestimenta.

Essa adequação é provinda de um processo de desenvolvimento completo que deverá levar em consideração, quando das próximas etapas do PDP, a manutenção de uma qualidade e credibilidade que possam funcionar como, inclusive, encantamento ao cliente, superando-lhe as expectativas. O atendimento a parâmetros mínimos de qualidade do tecido e de durabilidade da vestimenta, por exemplo, podem representar um alinhamento do produto à estratégia da organização e, portanto, a um atendimento mais completo das necessidades dos clientes.

4. IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DOS USUÁRIOS

4.1. Elaboração do Questionário

Definidos os clientes para os quais o produto está sendo desenvolvido, tornou-se necessário pesquisar a fundo as necessidades desses clientes. Para isso, foi elaborado um questionário, seguindo a lista de verificação proposta no livro Pesquisa de Marketing, de Malhorta, a qual envolve dez estágios a serem verificados durante tal elaboração.

Em um primeiro momento foi feito um levantamento das informações que desejaríamos obter. O resultado são os dez pontos descritos abaixo.

Informação necessária

1. Os requisitos básicos do produto – Aspectos técnicos essenciais ao produto que o grupo de projeto desconhecia, visto que o produto em questão é bastante técnico e desenvolvido para um mercado específico.
2. Usuários finais do produto – Quem são as pessoas que efetivamente vestem a camisa protetora dentro das empresas.
3. Legislação sobre o produto.
4. Funcionamento – Por ser um produto bastante técnico, havia necessidade de compreender melhor o funcionamento do mesmo, mas esse ponto poderia ser resolvido por pesquisa Desktop. Assim, a proposta nas entrevistas seria apenas de buscar algumas informações que nos fossem dadas sobre o assunto.
5. Principais lacunas – Aquilo que falta no produto e que muitas vezes ainda não foi pensado.
6. Principais problemas – Características ou funcionalidades que o produto já tem, mas que deixam a desejar por algum motivo.
7. Características positivas da Duráveis que a diferenciam dos seus concorrentes no momento da venda do produto.
8. Se as camisas são usadas do jeito correto.
9. Se as pessoas envolvidas no processo têm conhecimento da forma correta de uso.
10. Como o uso do produto é monitorado.

Método de entrevista

Era necessário obter respostas de alguns clientes em um prazo apertado. Trabalhando com esses fatores, foi feita a opção por um questionário por telefone buscando obter respostas dos responsáveis pela decisão de compra da vestimenta contra arco elétrico nos principais e potenciais clientes da Duráveis. Caso o questionário não fosse eficaz, seriam realizadas visitas rápidas às empresas, mas estas não se mostraram necessárias, visto que os clientes responderam às perguntas feitas de forma bastante clara e interessada.

As perguntas seriam abertas, mas caso fosse detectada dificuldade dos entrevistados ao responder de forma coerente com o que era esperado de resposta, o entrevistador poderia fazer interferências pontuais, como forma de nortear a resposta.

Conteúdo das perguntas

Foi estabelecida uma lista de perguntas para nortear as entrevistas. Mesmo com as perguntas previamente determinadas, os entrevistadores buscaram absorver ao máximo os comentários dos entrevistados que, ainda que não se encaixassem em nenhuma das perguntas, poderiam ajudar a definir necessidades do usuário. Esse foi um dos motivos pelos quais foi feita a opção de questionário aberto.

As perguntas estão divididas em três categorias: perguntas que se referem à utilização do produto, depois à decisão de compra e, por fim, um questionamento sobre possíveis sugestões de melhoria.

Segue a lista de perguntas.

Perguntas sobre o Uso

1. Qual a finalidade do produto na sua empresa?
2. Quem são e quantos são os funcionários que usam diretamente o produto?
3. Eles sabem usar o produto da forma correta? Ou são feitas correções constantes?
4. O que mais causa essas correções?
 - a. Eles usam fora da calça? – Pergunta direcionadora depois que o entrevistado já tiver falado espontaneamente das correções, para garantir que ele pense sobre a hipótese levantada na fase de investigação de problemas.

5. Você acha que se houvesse um “manual” ilustrativo na “etiqueta” do produto isso ajudaria a melhorar o uso? – Pergunta investigativa para explorar uma das hipóteses levantadas na fase de investigação.
6. Quem monitora os usuários do produto?

Perguntas sobre a Decisão de Compra

7. O que você busca ao comprar esse produto?

Consideramos que uma das respostas iria se referir a Segurança e elaboramos a próxima pergunta procurando buscar mais atributos de encantamento para o cliente.

8. O que está embutido no conceito de segurança para a sua empresa? Confiabilidade? Durabilidade? – Opções direcionadoras de resposta, caso o entrevistado encontra dificuldades.
9. Além da segurança, o que mais você busca?
10. Existe algum tipo de fiscalização normativa aplicada ao produto na sua empresa?
11. Você compra só da Duráveis?
12. Por quê? – Buscando saber o porquê, tanto de comprar somente da Duráveis, quanto de procurar concorrentes.
13. Quais seriam suas principais reclamações sobre o produto, vindo ele da Duráveis, ou mesmo das concorrentes?

Outras sugestões

14. Existe alguma sugestão de melhoria que você daria ao produto. – Nessa pergunta, foi pedido ao entrevistador que buscasse aprofundar a resposta do entrevistado, questionando-o especificamente sobre os problemas levantados anteriormente.

4.2. Resultados do Questionário

4.2.1. Cliente A – Mercedes Benz

Um dos principais clientes da Duráveis é a Mercedes Benz e a entrevista nessa empresa foi feita com o Engenheiro de Segurança da Mercedes, o Sr. Leonardo Mota.

Os principais pontos por ele levantados foram a necessidade do produto se tornar mais confortável ao usuário final, sem que com isso sejam perdidos os aspectos de segurança necessários, definidos por normas. O principal desconforto é o térmico.

Na Mercedes, por ser uma empresa bastante grande, há muitos usuários do produto, cujas funções vão de engenheiros a técnicos e, em geral, eles são conhecedores da forma correta de utilização do produto, mas nem sempre obedecem aquilo que são instruídos a fazer, seja por hábitos errados ou pelo desconforto que a roupa causa.

O controle que a empresa faz quanto à higienização do produto é muito forte e há preocupação com a durabilidade do tecido, mesmo após as lavagens. Além disso, há diversas legislações e fiscalização atuando na empresa com relação a esse produto.

4.2.2. Cliente B – Cia Elétrica do RS

Um dos clientes potenciais da Duráveis é a Cia Elétrica do RS. A Duráveis está passando pelo processo de compra da empresa. A entrevista foi realizada pelo responsável da área de Segurança do Trabalho, o Sr. Everton.

O principal ponto por ele levantado é a necessidade do produto atender a todas as especificações técnicas de proteção encontradas na norma NR-10. Entretanto, a última fase do processo de compra da companhia é orientada pela opinião dos usuários, sendo de extrema importância o atendimento às necessidades destes.

Os usuários finais da companhia são integrantes de equipes de campo que trabalham nas linhas de transmissão da empresa. Logo, esses funcionários usam a camiseta protetora contra arco elétrico diariamente, porém não continuamente. O seu uso só é feito na realização efetiva do trabalho deles. Eles não usam a vestimenta durante o deslocamento para se chegar a um determinado ponto da linha. Portanto, é levantada a necessidade de um produto flexível que seja de fácil troca.

Além disso, ficou evidente a importância do conforto ao usuário final (o principal desconforto é o térmico). Recentemente, houve troca de fornecedores da vestimenta justamente por causa desse motivo.

4.2.3. Cliente C - Usiminas

Um cliente já antigo da Duráveis é a Companhia Siderúrgica Paulista (Cosipa), que atualmente funciona sob o comando e o nome da Usiminas. O contato lá

foi feito com o engenheiro Américo, responsável pela área de segurança do trabalho.

Segundo o sr. Américo, os funcionários da Usiminas sabem como a camisa deve ser usada e entendem isso como parte do seu uniforme de trabalho. Portanto, na maioria do tempo, os operários trabalham com a camisa para dentro da calça. Ainda assim, há algumas eventualidades nas quais ela acaba saindo, como a quando há necessidade do funcionário se abaixar, por exemplo.

Segundo ele, mesmo quando há esse tipo de eventualidade, ela é rapidamente corrigida. Isso porque a Usiminas tem uma política bastante rígida de inspeção de segurança com seus trabalhadores, já que acidentes com arco elétrico já ocorreram no passado e foram agravados pelo mau uso dos EPIs.

As principais reclamações sobre o produto, segundo o entrevistado, são por causa do desconforto térmico causado por ele. Ainda assim, há uma noção de que “é o jeito”, ou seja, não há alternativa para essa proteção: mesmo sendo ela desconfortável, sua utilização é absolutamente necessária por questões normativas e de segurança.

Sobre a decisão de compra, o sr. Américo ainda comentou que buscam sempre o produto que vai amenizar o risco envolvido, sendo ainda confortável para seus operários e minimizando o número de reclamações ligadas àquele equipamento.

5. REQUISITOS TÉCNICOS E ESPECIFICAÇÕES-META: QFD

Para que um novo produto desenvolvido seja bem sucedido, é fundamental que o mesmo atenda determinados parâmetros de qualidade. Entretanto, a definição e estudo destes parâmetros, antes de mais nada, não é trivial. Para isso, foram desenvolvidas várias metodologias, entre as quais se encontra o QualityFunction Deployment (QFD).

A concepção do QFD gira em torno da ideia de que as características do produto devem atender um certo nível de qualidade em busca da satisfação do consumidor. Para isso, o QFD proporciona um arcabouço para estruturar, racionalizar e quantificar os desejos do consumidor, traduzindo-os em requisitos técnicos mensuráveis e adequados.

Para isso, era necessário buscar a Voz do Cliente (VoC). Com esse objetivo, o grupo desenvolveu um questionário, conforme descrito anteriormente neste relatório, que foi em seguida aplicado a clientes e potenciais clientes: a Mercedes Benz, Usiminas e Cia de Energia Elétrica do RS. Feito isso, as respostas dadas pelos entrevistados foram interpretadas e reescritas, visando a traduzi-las em parâmetros objetivos.

Feito isso, o grupo partiu para a aplicação da metodologia QFD, conforme descrita nas disciplinas PRO2713 – Gestão da Qualidade de Produtos e Processos, e PRO2715 – Projeto do Produto e do Processo.

Com relação ao benchmarking técnico do produto frente aos concorrentes, é importante ressaltar que a comparação foi feita contra dois produtos disponíveis no mercado: a Camiseta de Malha da Leal Indústria e Comércio, e a Vestimenta Antichama Ideal Work, que são descritas na seção "Benchmarking" deste relatório, na parte "Anexos". Nem todas as informações desejadas pelo grupo sobre os produtos concorrentes estavam publicamente acessíveis. Entretanto, o grupo se utilizou dos dados técnicos disponíveis, bem como das imagens dos produtos concorrentes, como proxies das reais especificações técnicas.

Com isso, o grupo desenvolveu a matriz QFD, que está exposta a seguir.

Primeira Matriz da Qualidade (casa da qualidade)

		Direcionador de melhoria >>>>										Benchmarking de Mercado									
		▲	○	▼	▼	▲	○	○	▲	▲	▲	Grau de importância (geral)	Nosso Produto	Camiseta de Malha da Leal Indústria e Comércio	Vestimenta Antichama Ideal Work	Plano	Índice de melhoria	Argumento de vendas	Peso absoluto	Peso relativo	
Capacidade de proteção contra calor																					
Dispositivo que force a utilização correta da camisa		+																			
Densidade do produto		-	-																		
Quantidade de calor retido e percebido pelo usuário		++		+																	
Resistência à lavagem																					
Dispositivo que indique mau uso		+	++																		
Dispositivo que contenha informações úteis		+	+					+													
Dimensões da gola		+																			
Bolsos novos																					
Aplicação em diversas situações											+										
Capacidade de proteção contra calor																					
Dispositivo que force a utilização correta da camisa																					
Densidade do produto																					
Quantidade de calor retido e percebido pelo usuário																					
Resistência à lavagem																					
Dispositivo que indique mau uso																					
Dispositivo que contenha informações úteis																					
Dimensões da gola																					
Bolsos novos																					
Aplicação em diversas situações																					
Segurança												5,0	5	5	5	5	1,0	1	5,00	0,06	
Atendimento à norma		9	9	3		9	3														
Ficar dentro da calça		9	9			9	3														
Características do tecido												1,7	3	3	4	3	1,0	1,5	2,55	0,03	
Leveza			9																		
Manutenção da temperatura		3		9																	
Durabilidade					9																
Controle												5,0	5	5	5	5	1,0	1,2	6,00	0,07	
Supervisão			9			9	3														
Informação		3	3			3	9														
Funcionalidades												3,3	3	3	3	4	1,3	1	4,40	0,05	
Gola		1					9														
Bolsos								9													
Flexibilidade									1												
Grau de importância (req. produto)		0,98	4,57	0,27	0,96	0,63	4,57	1,93	0,4	1,71	0,65	16,7									
Percentual		6	27	2	6	4	27	12	2	10	4	100									
Unidade																					
Energia incidente no corpo do usuário durante 1 segundo em cal/cm2																					
Porcentagem de vezes em que a camisa ficará fora da calça																					
Gramatura em g/m2																					
Reclamações de calor (porcentagem de variação)																					
Número de lavagens por vida útil do produto																					
Porcentagem de detecção de mau uso																					
Porcentagem de aprovação por parte de engenheiros de segurança																					
Altura da gola em cm																					
Número de bolsos																					
Reclamações por pouca praticidade no uso (porcentagem de variação)																					
Bechmarking Técnico de Produto												8	75%	190	40%	150	50%	30%	2	1	40%
Nosso Produto (se existente)												8	70%	190	15%	150	50%	10%	1	0	15%
Camiseta de Malha da Leal Indústria e Comércio												8	65%	165	10%	150	45%	15%	4	1	20%
Vestimenta Antichama Ideal Work												8	0%	190	25%	150	85%	70%	6	3	20%
Plano (valor meta)												8	0%	190	25%	150	85%	70%	6	3	20%
Dificuldade Técnica / Reutilização		1	3	1	5	1	3	1	2	1	4										

Tendo-se em mente a interpretação da voz do cliente, foi possível que se utilizasse a ferramenta da QFD para definir quais as características e especificações mais relevantes que o produto sendo concebido deveria possuir. Nesse sentido, foram-se determinadas, de acordo com as entrevistas realizadas com as empresas clientes e potenciais clientes da Duráveis, as necessidades, os requisitos de cliente e de produto.

Como parte da estruturação desses requisitos, foi elencado para cada um deles um argumento de vendas. Esse é um valor a ser escolhido dentre três possíveis (1,0 ; 1,2 ; 1,5) e que representa o quanto determinada propriedade do produto influenciará no seu potencial de fazer sucesso no mercado. Assim, os maiores argumentos de venda são aqueles que representam um potencial forte de marketing. Uma melhoria nesses fatores preencheria uma necessidade latente de mercado e, por isso, eles são valorizados na matriz da casa da qualidade do QFD.

Esses valores foram determinados com base na classificação de Kano, que divide os requisitos do produto em 3 classes: obrigatórios, sem os quais haveria insatisfação mas que não motivam um aumento de vendas (argumento de vendas 1,0); requisitos explícitos, cujo apelo de vendas aumenta com sua existência (argumento 1,2); e requisitos de encantamento, que são inesperados e geram bom crescimento do sucesso do produto no mercado (argumento 1,5).

Para o caso dos requisitos do produto em questão, os que são considerados obrigatórios são atendimento à norma e existência de informações sobre o produto; os que foram avaliados como de satisfação (explícitos) foram os bolsos, a gola, a durabilidade e a flexibilidade; e os vistos como de encantamento são ficar dentro da calça, leveza, manutenção da temperatura e facilidade de supervisão.

Avaliando-se os demais pontos da matriz da QFD e as correlações entre eles chegou-se, em última instância, às especificações-meta do produto a ser desenvolvido.

Essas especificações, conforme o próprio nome sugere, dizem respeito a quantificações, de acordo com os métodos de avaliação e acompanhamento sugeridos na própria QFD, com relação às características do produto final, levando-se sempre em consideração os graus de importância que cada uma

delas representa na factibilidade do sucesso econômico, mercadológico e prático do projeto.

Dessa forma, no que se refere à vestimenta contra arco elétrico sendo projetada, pode-se depreender da QFD que as características mais essenciais à aceitação do cliente e aplicação do produto são aquelas relacionadas à segurança. A meta com maior prioridade na casa da qualidade foi a diminuição da porcentagem de vezes em que a camisa fica para fora da calça, sendo, inclusive, a especificação-meta do grupo para o produto final que esse tipo de situação seja impossibilitada pelas próprias configurações de modelagem da vestimenta acoplada.

Com a mesma prioridade, está outro aspecto relacionado à utilização da vestimenta como equipamento de prevenção e garantia da segurança do funcionário: a detecção do mau uso. Esse fator teve um percentual de 27%, assim como o caso das vezes em que a camisa fica para fora da calça, significando, portanto, que o preenchimento dessa lacuna traria grandes benefícios à configuração do produto final, principalmente quando se considera a interpretação da voz do cliente, a qual deu origem a todo o processo de análise na QFD, por definição.

Outros pontos que constituem potenciais deficiências do produto em seu modelo atual dizem respeito ao caráter ergonômico de sua utilização. São recorrentes reclamações, como pôde ser analisado nas entrevistas, sobre excessiva retenção de calor da roupa, assim como desconforto relacionado ao contato direto entre a pele e o tecido de proteção, muitas vezes não agradável do ponto de vista tátil. Além disso, embora com menores prioridades, a colocação de bolsos e de novas formas de instruções de uso aos funcionários se mostraram relativamente interessantes à modelagem desejada tanto pelas empresas clientes quanto pelos usuários finais do produto.

De forma geral, então, a QFD funcionou em prol de uma análise mais completa das lacunas hoje existentes no que se refere ao atendimento às necessidades dos clientes, considerando-se possíveis princípios de solução a partir de um benchmarking, por meio do qual foram pesquisados comportamentos e características dos concorrentes que devem funcionar como parâmetro de qualidade ao desenvolvimento do produto pelo grupo, e de estabelecimento de prioridades quantitativas às ideias de solução propostas ao

longo do desenvolvimento da QFD, as quais, em última instância, deram origem às especificações-meta. Essas, por sua vez, constituem o ponto de partida das próximas etapas do PDP, o qual, mais uma vez, deve ocorrer sempre de maneira alinhada à estratégia e à cultura organizacional da Duráveis.

Vale mencionar que a especificação-meta 'Energia incidente no corpo do usuário durante 1 segundo em cal/cm²', cujo valor é 8, está baseada na norma NR-10. O resumo sobre as classes de risco da norma se encontra abaixo.

Classe de Risco	Energia incidente (cal/cm ²)
0	Não aplicável
1	5
2	8
3	25
4	40

As camisetas de proteção contra arco elétrico devem poder ser aplicadas às classes de risco I e II.

Uma vez que o projeto do produto envolve a confecção de uma vestimenta, o produto também deve apresentar as especificações-padrão de tamanho de manequim das indústrias têxteis. Assim, o produto também possui como especificações-meta os valores padrão que serão apresentados mais a frente no relatório.

Uma falha averiguada no QFD, tal qual apresentado acima, foi a falta de contato com os usuários finais das camisas protetoras contra arco elétrico. Os questionários foram feitos com funcionários responsáveis pelas compras do produto, que procuraram reproduzir as reclamações e dificuldades dos usuários finais, mas não diretamente com estes.

Sendo assim, na tentativa de amenizar os efeitos dessa falha, buscou-se validar o resultado do Projeto Informacional com os usuários finais do produto. Foi feita uma visita a um dos clientes da Duráveis, em que foram ouvidos 10 usuários finais das camisas protetoras. Foi mostrado o desenho obtido ao final

da etapa de Projeto Informacional (vide anexo) e foram dadas explicações sobre os objetivos e os resultados dessa etapa.

A seguir, foi pedido que os funcionários comentassem as modificações propostas e dessem quaisquer sugestões. Esses comentários foram reunidos em grupos, de acordo com a dimensão da qualidade que foi identificada em cada um deles, tal qual determina a **Teoria do Incidente Crítico**. A transcrição dos principais comentários encontra-se no Anexo desse relatório.

O que se observou foi que, de maneira geral, os funcionários gostaram do propósito do projeto, mas tem muito receio com relação ao novo design, principalmente em termos de conforto. Foram identificados alguns aspectos de conforto questionados por eles.

- Facilidade de usar o toalete;
- Calor gerado no corpo;
- Botões para fechar a roupa foram vistos como desconfortáveis;
- Tamanhos variados são necessários;
- Bolsos e fechamento dos punhos (citado por um funcionário) são elementos desejados.

Esses aspectos foram avaliados e foi possível melhorar o produto acrescentando alguns deles ao design, como será visto ao longo desse relatório.

6. ANÁLISE FUNCIONAL

A modelagem funcional é utilizada para descrever o produto em um nível mais abstrato, possibilitando a obtenção, de modo geral, de uma estrutura do produto sem se restringir o espaço de pesquisa a soluções específicas, que podem, eventualmente, não atender de modo completo as necessidades de cliente detectadas pelas técnicas de VOC utilizadas.

A ideia é que o modelo possibilite que o produto seja representado por meio das suas **funcionalidades**, tanto aquelas realizadas externamente a ele (relação com o ambiente, sociedade, etc) quanto aquelas funções internas, realizadas pelas suas partes.

Nesse sentido, de maneira geral, funções representam as capacidades desejadas ou necessárias ao produto para que seja capaz de desempenhar seus objetivos e especificações, isto é, seus propósitos. Aqui, então, serão consideradas para a delimitação das funções da camisa protetora contra arco elétrico as relações entre as entradas e correspondentes saídas do sistema formado pelo produto e o ambiente em seu entorno.

Utilizando-se as especificações-meta obtidas anteriormente no processo de desenvolvimento da vestimenta por meio da QFD, estrutura-se uma árvore de funções ou estrutura de funções, cujo ponto principal é a elaboração de uma função global, que resuma a razão de ser do produto, posteriormente fragmentada em subfunções, cada vez mais específicas e que definem de modo mais concreto a expectativa do escopo de atuação do produto final.

O modelo genérico da estrutura funcional é dado de acordo com a figura a seguir, em que o sinal é considerado como a forma física na qual a informação é transportada no uso do produto e o material, como relacionado à forma, massa, cor etc. A energia, por fim, é a responsável pela transformação do material e sinal, sendo caracterizado normalmente a partir de um fluxo.



Figura 5 - Ilustração genérica da definição da função global

A função global deve ser obtida a partir da análise das especificações-meta e dos respectivos requisitos funcionais nelas contidos. Dessa forma, faz-se necessário retomar a matriz da qualidade elaborada anteriormente no projeto. A primeira parte para confecção da árvore de funções é a definição da função global da camisa contra arco elétrico, considerando o fluxo de energia, da

mesma forma que os sinais e os materiais envolvidos em sua atuação. O diagrama que mostra essas características do produto se encontra abaixo.



Figura 6 - Definição da Função Global para camisa protetora

A próxima parte da elaboração da árvore de estruturas é justamente o desmembramento da função global delimitada acima em subfunções, mais específicas, e que contemplem as especificações meta e os requisitos de produto nelas incluídos. Dessa forma, procedendo tal decomposição, obtém-se a estrutura de funções a seguir.

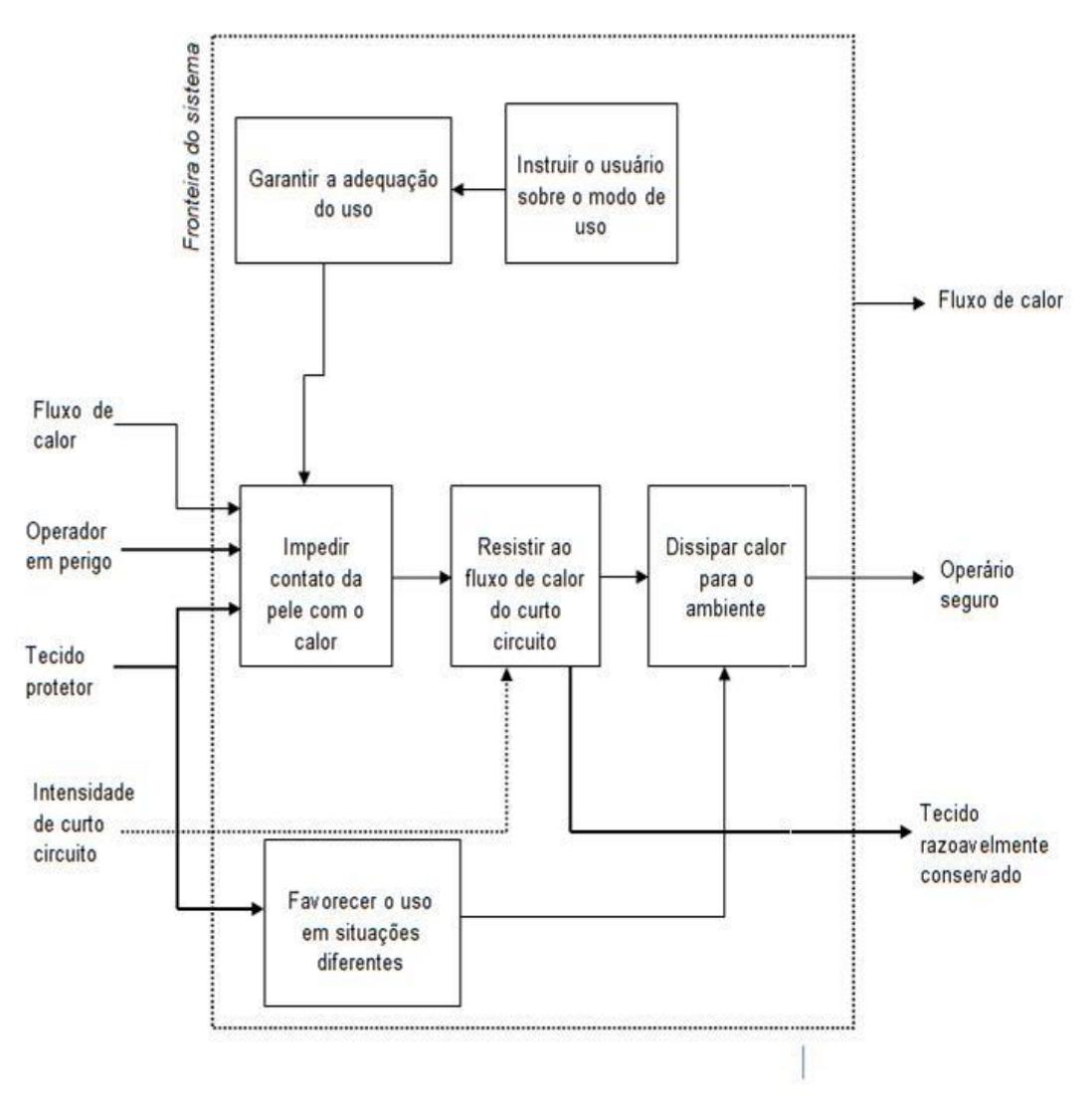


Figura 7 - Decomposição da função global para camisa protetora

Vale destacar que a decomposição do função global com a utilização das árvores de funções permite que sejam propostas diferentes estruturas funcionais que a satisfaçam. Por essa razão, é aconselhável o uso do método FAST (*FunctionAnalysis System Technique*), que possibilita uma decomposição hierárquica das funções. Com essa disposição hierárquica do método FAST (tomada da direita, maior nível hierárquico, para a esquerda, menor nível), torna-se possível a representação das interações e relações de dependência entre as funções decompostas além de possibilitar a visualização de efeitos indesejados e funções de caráter secundário.

O método FAST elaborado a partir da árvore de funções para a vestimenta de proteção contra arco elétrico é exposto a seguir.

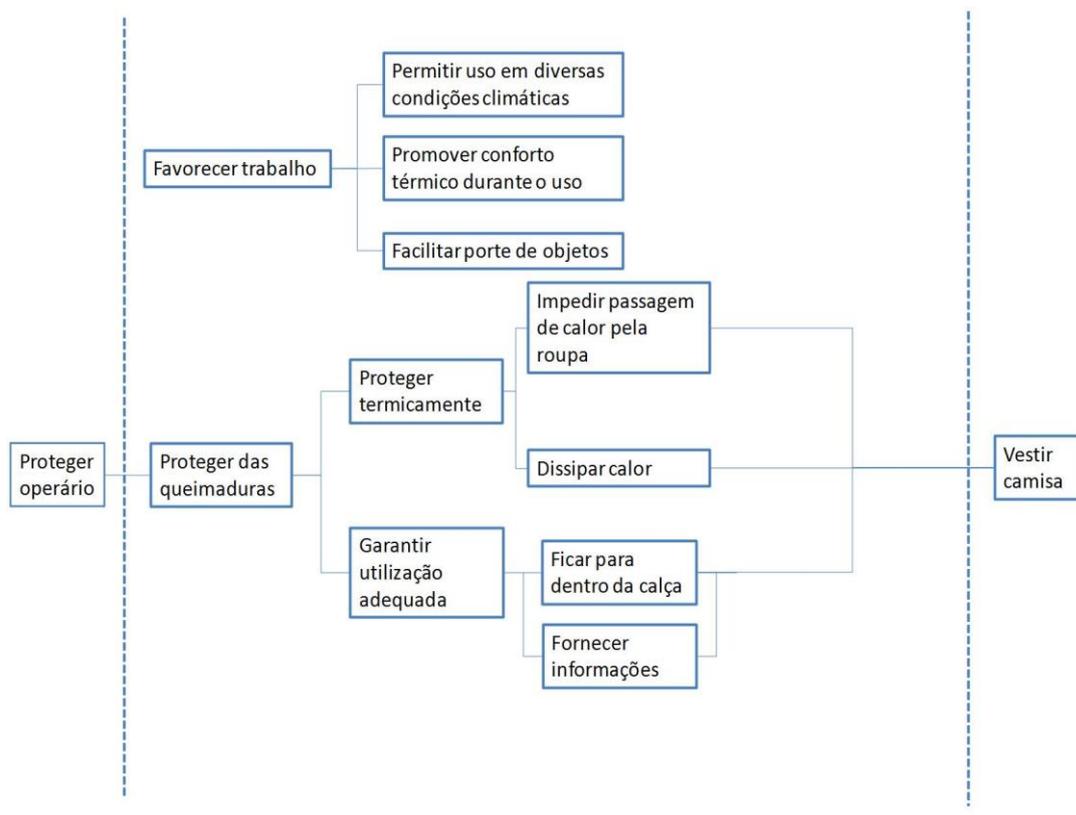


Figura 8 - Método FAST - Camisa protetora contra arco elétrico

A lista de funções do produto obtida é colocada abaixo.

Lista da Funções: Vestimenta de proteção contra arco elétrico		
Funções primárias	Ordem alta	Impedir passagem de calor pela roupa
		Dissipar calor
		Ficar para dentro da calça
	Ordem baixa	Fornecer informações
Funções secundárias		Permitir uso em diversas condições climáticas
		Promover conforto térmico durante o uso
		Facilitar porte de objeto

Figura 9 - Lista de funções da Camisa Protetora

Com a modelagem funcional do produto concluída, é iniciado o desenvolvimento dos princípios de soluções para cada funcionalidade do produto. Nessa atividade, partindo-se das funções do produto, deve-se buscar um efeito físico e um portador de efeito físico que realizem uma das funções do produto. Ao conjunto efeito físico mais portador do efeito é definido um princípio de solução a ser utilizado, o qual se relaciona com uma função do produto. Abaixo, encontram-se os princípios de soluções que foram desenvolvidos no projeto da camisa de proteção contra arco-elétrico. Nesse ponto, vale colocar algumas ressalvas:

- Os princípios de solução das funções de Impedir passagem de calor pela roupa e Dissipar calor embarram com aspectos legais e normativos (em especial, com a norma NR-010). Por essa razão, o projeto opta por não propor mudanças nesses aspectos do produto (como pode ser observado no QFD elaborado, o plano meta para os requisitos de produtos almeja a manutenção desses fatores).
- O único problema inventivo observado no telhado do QFD foi entre elementos do produtos normatizados. Uma vez que o projeto opta por não propor mudanças em aspectos normativos do produto, a abrangência do uso do método orientado da TRIZ foi restringida.
- Os princípios de solução das demais funções foram obtidos com base no método intuitivo de *brainstorming* e com base em um catálogos de princípios de solução levantado pelo grupo com o uso de *benchmarking*.

A TRIZ desenvolvida é exposta a seguir.

TRIZ – Teoria da Solução de problemas Inventivos		
Problema inventivo	Densidade do produto X Capacidade de Proteção contra calor	
Elementos do projeto conflitantes	Capacidade de proteção contra calor	Densidade do produto
Parâmetros de engenharia da TRIZ	17. Temperatura	1. Peso de objeto móvel

Importância entre parâmetros	Parâmetro a ser otimizado	Parâmetro que se encontra em contradição
Princípios inventivos propostos pela Matriz de Contradição da TRIZ	36. Mudança de paradigma	Use fenômenos que ocorram durante transição ou mudança
	22. Transformar prejuízo em lucro - transformar limões em limonada	Use aspectos, características ou situações negativas para obter resultados positivos
		Elimine as ações negativas primárias adicionando mais ações negativas para resolver o problema
		Aumente os fatores negativos até um ponto onde ele deixe de ser negativo
	6. Universalidade	Faça com que um objeto ou sistema ou estrutura execute múltiplas funções; elimine a necessidade de outros componentes
	38. Atmosfera Enriquecida	Substitua uma atmosfera normal por uma enriquecida
Exponha uma atmosfera altamente enriquecida com outra contendo elementos potencialmente instáveis		

Figura 10 - TRIZ - Camisa contra arco elétrico

Abaixo, os princípios de solução para cada funcionalidade do produto.

Função	Princípio de solução	
	Efeito físico	Portador do efeito
Impedir passagem de calor pela roupa	Resistividade da superfície do tecido	Tecido capaz de atingir ATPV (valor de desempenho térmico do arco elétrico) mínimo de 8 calorias/cm ²
Dissipar calor	Calor específico do tecido	
Ficar dentro da calça	Dispositivo que force o uso da camiseta para dentro da calça. Para isso, o dispositivo deve estar associado com a camisa. Além de possuir praticidade e possibilitar idas ao toalete.	Cueca com fechamentos laterais e fechamento inferior
Fornecer informações	Dispositivo que forneça informações de uso	Etiqueta
Permitir uso em diversas condições climáticas	Gola alta que permita o seu uso também como se fosse gola baixa. Adequando-se a condições frias e quentes de trabalho.	Gola tipo padre com fechamento
Promover conforto térmico durante o uso	Favorecer a ventilação Diminuir a condensação de umidade Absorver umidade condensada	Forro interno, em tela, feito com um material de boa capacidade de absorção de umidade
Facilitar porte de objeto	Dispositivo que possibilite o porte de objetos junto ao corpo	Bolsos

Figura 11 - Princípios de solução encontrados para Problemas Inventivos da camisa protetora

7. ESTUDO DE DIFERENCIAÇÃO

Atualmente, o produto da *Duráveis* tem muito pouca diferenciação de seus concorrentes no mercado. Por ser um produto normatizado, sua confecção acaba sendo de certa forma padronizada, com prioridade quase total para o atendimento à norma e pouca atenção a outros possíveis requisitos de seus usuários, como aqueles que se pretende implementar. A maior variação entre as vestimentas está mesmo no **tecido** com o qual elas são confeccionadas, que acaba por determinar grande parte dos custos do produto. Isso será mais bem explicado na parte da escala vertical de preços.

A escolha por produtos da *Duráveis* e outros fornecedores, portanto, se dá em base de sua credibilidade no mercado, isto é, a garantia para seus compradores de que aquele produto atende à norma, utilizando o tecido e a confecção corretos, prevenindo problemas futuros como lesões em acidentes ou mesmo processos jurídicos.

Nesse ambiente, acredita-se que inserir algumas inovações no produto já pode ser um elemento de grande diferenciação. Ao adicionar bolsos, uma gola mais adaptável a diferentes situações (temperaturas) de trabalho, um dispositivo que ajude a calça a ficar para dentro da camisa e algo que ajude a facilitar a inspeção, um bom nível de diferenciação já será alcançado.

Naturalmente, em um primeiro momento as empresas compradoras provavelmente ainda manterão suas ligações com seus fornecedores atuais de confiança. Porém, se esse produto estiver fazendo sucesso entre seus usuários e for efetivo com relação aos seus objetivos, a tendência é que isso se espalhe e mais potenciais compradores também se interessem.

Com relação ao novo produto, espera-se que suas características de diferenciação com relação às opções do mercado atual recaiam justamente sobre aspectos de segurança da estrutura do produto. Por meio da análise funcional realizada anteriormente no relatório, por exemplo, identificam-se quais são as funções mais significativas ao resultado satisfatório do produto final, de modo que se possa, durante a elaboração da arquitetura e de protótipos, garantir que esses aspectos sejam de fato valorados e contemplados no resultado final obtido.

Logo, considerando-se um aspecto de diferenciação de mercado da vestimenta proposta, entende-se que seja essencial enfatizar o valor que o produto propõe pela sua própria natureza: a segurança. Daí vêm todas as sugestões, levantadas por meio da VoC, de se aprimorar os atributos do produto e de se propor, cada vez mais, ambientes e situações de trabalho mais seguras ao funcionário e à organização cliente como um todo.

A maioria dos produtos no mercado atualmente, embora ofereçam muitas vezes segurança aos usuários, carece de mecanismos que permitam uma maior flexibilidade de utilização no cotidiano dos operários e técnicos que usarão as vestimentas. Nesse sentido, uma das principais propostas de diferenciação do grupo é a adoção de alguns simples atributos que possam significar uma maior adaptabilidade do produto.

Tais atributos são, inicialmente, a inserção de bolsos na própria camisa, a qual hoje não os possui e a adoção de golas distintas dependendo da temperatura. Os bolsos fariam com que os usuários pudessem armazenar objetos pequenos junto à roupa e agregariam valor ao cliente, uma vez que o mesmo produto seria capaz de realizar mais uma função, além de garantir sua segurança, que é, claramente, a função mais convergente do produto como um todo.

Além dos bolsos, a diferenciação das golas permitiria uma maior adaptação da vestimenta às condições climáticas externas ou do próprio ambiente de trabalho e significaria, mais uma vez, a inserção de mais uma função à árvore de estruturas do produto em sua arquitetura atual e recorrente.

Há, ainda, outro elemento potencial diferenciador do produto: a cueca de acoplamento da camisa. Por ser confeccionada com tecido de cor chamativa, facilita o processo de inspeção e, portanto, atua como um elemento do produto ausente no mercado atual. A possibilidade de garantir mais segurança ao usuário por meio do controle do mau uso do produto é certamente um elemento de diferenciação, uma vez que enfatiza ainda mais o valor que o produto já possui ao usuário final e à empresa consumidora: a segurança.

8. ESCALA VERTICAL E VALOR MERCADOLÓGICO

8.1. Escala Vertical

Produto: Tênis Bracol Amarrar S/B BTC

Preço: R\$58,50

Descrição: calçado de segurança, tipo tênis modelo blatt. Fechamento com atacador, confeccionado em couro hidrofugado curtido ao cromo, sem biqueira de aço, palmilha de montagem em não tecido. Proteção dos pés do usuário em locais onde haja risco de natureza leve e contra umidade proveniente de operações com uso de água.



Figura 12- Tênis Bracol Amarrar S/B BTC

Produto: calça lona anti-chamas

Preço: R\$86,00

Descrição: calça de segurança confeccionada em lona com tratamento retardante anti-chama. Fechamento por meio de botões de pressão metálicos.



Figura 13- Calça lona anti-chamas

Produto: blusão Lona Anti-Chama

Preço: R\$106,00

Descrição: blusa de segurança confeccionada em lona com tratamento retardante anti-chama. Fechamento por meio de botões de pressão metálicos.



Figura 14- Blusão Lona anti-chama

Preço: tênis Bracol Amarrar S/B BTP

Preço: R\$140,00

Descrição: Calçado de segurança tipo tênis. Fechamento por atacador, confeccionado em couro curtido ao cromo, sem biqueira de aço, palmilha de montagem em não tecido, solado de poliuretano bidensidade injetado diretamente no cabedal, para uso eletricitista.



Figura 15- Tênis Bracol Amarrar S/B BTP

Produto: avental em Termic

Preço: R\$209,00

Descrição: avental frontal em couro Termic com tratamento retardante às chamas. Avental para trabalho com risco térmico, manuseio de peças quentes, trabalho com fundições. Maior resistência a radiações não ionizantes (solda), boa resistência para trabalhos em que exista abrasão. Resistente a temperaturas de contato até 300 graus Celsius.



Figura 16- Avental em Termic

Produto: calça e camisa anti-chamas com refletivo

Preço: R\$272,86

Descrição: camisa anti-chamas no tecido Carolina 200 com frente aberta e gola do tipo social. Vista embutida com fechamento por meio de botões em toda a sua extensão: um bolso superior chapado no lado esquerdo com cantos chanfrados com fechamento por meio de portinhola e velcro. Mangas longas, com punhos fechados por velcro, costas folha única.



Figura 17- Calça e camisa anti-chamas com refletivo

Produto: macacão anti-chamas e arco elétrico - risco 2 com refletivo

Preço: R\$376,67

Descrição: macacão anti-chamas no tecido Carolina Forte 200, com gola esporte, abertura frontal com fechamento por meio do zíper ao longo do macacão. Fechamento frontal com zíper sobreposto por velcro, vista embutida, 02 bolsos superiores chapados com fechamento por meio de portinhola e velcro. Mangas cumpridas com punho tipo social e fechamento por velcro. Cintura 1/2 elástico, costas folha única, dois bolsos traseiros chapados com fechamento por portinhola e velcro com refletivo.



Figura 18- Macacão anti-chamas e arco elétrico

Produto: avental em KCA

Preço: R\$750,50

Descrição: tecido leve (512g/m2). Resistente a metal fundido a 1600 graus Celsius. Reflete até 90% do calor irradiado. Forração em tecido antichama, costurado em linha de para-aramida. Avental para trabalhos em fundições, manutenção, indústrias metalúrgicas, montadoras e soldadores, como isolantes térmicos.



Figura 19- Avental em KCA

8.2. Definição do preço

A partir da análise das respostas ao questionário de levantamento da escala vertical (Anexos), em que as empresas contatadas assinalaram, em uma lista pré-selecionada pelo grupo uma faixa de preço que seria, ao seu ver, mais adequada para o produto proposto pelo grupo. Das nove empresas que assinalaram uma das faixas, cinco escolheram a faixa F (de R\$230,00 a R\$280,00), duas a faixa E (R\$180,00 a R\$230,00) e duas a faixa G (de R\$350,00 a R\$450,00). Dessa forma, por meio de uma ponderação com as médias entre os limites inferior e superior de cada faixa, foi possível determinar uma estimativa do valor mercadológico do produto proposto: aproximadamente R\$276,00 por unidade (camisa acoplada à cueca).

Para verificar, ainda, a viabilidade do valor obtido, foi realizada entrevista com a representante dos Tecidos de Proteção Westex no Brasil, sra. Maria do Carmo, a partir da qual ficou claro que existem basicamente três grupos de produtos no mercado de camisas de proteção contra arco elétrico, que serão apresentados em ordem crescente de preços. Cada uma dessas faixas é determinada pelo tecido com o qual os equipamentos de segurança são confeccionados. Dentro dessas faixas, a variação de preços é mínima, pelos motivos apresentados no estudo de diferenciação.

Faixa 1

Produtos com tecido “de combate”. Nesse nível, o preço médio praticado é de R\$100 a R\$120 para o conjunto calça e camisa. Os tecidos são de origem duvidosa, pois têm baixa rastreabilidade. Muitos desses tecidos vêm de países como China e Índia, e as roupas fabricadas com esse material são vendidas por empresas menores de segurança que tentam ganhar espaço no mercado nacional. Não é o caso da Duráveis, que preza por equipamentos que garantam a segurança de seus usuários, ainda que sejam mais caros.

Faixa 2

Produtos fabricados com os tecidos WestexUltraSoft e UltraSoft AC. Essas camisas são feitas com tecidos com 88% de algodão e 12% de nylon. Em seu processo de fabricação, as fibras de algodão do tecido recebem uma “cobertura” (*coating*) de polímero que se integra a elas e as torna antichama –

isto é, a roupa se carboniza em vez de pegar fogo, como uma roupa comum de algodão. O nylon é adicionado para aumentar a resistência mecânica, já que essas vestimentas são usadas muitas vezes em aplicações mais gerais, e não só nas instalações elétricas.

Nessa faixa de preço, o conjunto sai em torno de R\$400 – R\$430, com a camisa sendo vendida em torno de R\$230.



Figura 20 - Tecido WestexUltraSoft AC.

Faixa 3

Nessa faixa de preços estão as camisas fabricadas com os tecidos DuPontProtera. Esse tecido é diferente do anterior pois é feito com as fibras sintéticas Nomex e Kevlar, chamadas de inerentemente resistentes a chamas e altas temperaturas. Segundo o site da DuPont, as vantagens desse tipo de tecido em relação ao feito com nylon e algodão incluem: maior durabilidade, maior resistência mecânica e maior conforto.

As camisas fabricadas com esse tecido são vendidas por cerca de R\$270, sendo que o conjunto pode chegar a valer cerca de R\$470 - R\$500.



Figura 21 - Tecido DuPontProtera.

Antes de comparar o preço obtido ao esperado, é bom destacar que, atualmente, a Duráveis utiliza o tecido da DuPont em suas vestimentas contra arco elétrico. Os motivos disso têm a ver com questões de fornecedores (seu fornecedor atual fabrica utilizando esse tecido), e com questões mercadológicas, já que, segundo Leo Bain, sócio da Duráveis, a marca DuPont tem maior reconhecimento e participação no mercado.

Assim, para atender as expectativas de mercado e o desempenho esperado do produto, é interessante que a camisa continue a ser produzida com o tecido Protera, da DuPont. Como citado anteriormente, o tecido escolhido tem grande influência nos custos e no preço a ser praticado. É essencial ressaltar, também, que a escolha do tecido que assegura maior segurança ao funcionário está de acordo com a própria estratégia competitiva da Duráveis, que prioriza a credibilidade e qualidade dos produtos com que trabalha. Assim, a proposta de melhoria considera o *core competenceda* organização e, conseqüentemente, a manutenção da sua imagem no mercado.

Dessa forma, o esperado é que produto desenvolvido fosse vendido por um preço similar àqueles da faixa 3 (cerca de R\$270 pela camisa e R\$470 pelo conjunto), o que é compatível ao valor obtido a partir da escala vertical.

O argumento de vendas se baseará no fato de que é um produto superior, isto é, com mesma tecnologia mas com mais funcionalidades, sendo vendido por preço similar aos seus concorrentes na mesma faixa. A faixa de preço proposta ao produto, por haver um dispêndio maior que o de uma camisa normal, em função do acoplamento da cueca, é, portanto, de R\$250 a R\$300.

9. ESTUDO DE APROVEITAMENTO TÉCNICO

A função principal do estudo de aproveitamento técnico é levantar, a partir de um *benchmarking* frente a produtos similares, relacionados ou concorrentes, características interessantes a eventualmente incorporar no produto sendo desenvolvido. Em outras palavras, o objetivo é incorporar características interessantes ao produto sendo desenvolvido, com base no levantamento de produtos que detenham alguma linha de similaridade com a camisa de proteção contra arco elétrico.

Por se tratar de um produto bastante específico, com situação de uso e função bem delineados, o grupo buscou, além de estudar concorrentes diretos, avaliar produtos um pouco mais distantes do que está sendo desenvolvido, de modo a facilitar o processo de “pensar fora da caixa” e trazer características interessantes para o produto.

O grupo realizou um estudo quanto às características abaixo, levantando produtos relevantes em cada uma das categorias:

- Matéria-prima: consiste nos materiais utilizados para confecção do produto estudado.
- Forma: consiste no *design*, ou formato, do produto sendo estudado, o que tem relação direta com a função que desempenha.
- Tecnologia: consiste nas tecnologias usadas para tornar possível o produto.
- Preço: consiste no preço médio pelo qual o produto está disponível no mercado.

Segue abaixo a relação de produtos similares analisados.

9.1. Matéria-prima

Camiseta de Malha da Comércio Leal



Figura 22- Camisera de malha da Comércio Leal

Conforme já explorado anteriormente, um dos concorrentes diretos do produto em desenvolvimento é a camiseta de malha, no caso do fabricante Comércio Leal. Esta camiseta consiste em um equipamento de proteção antichama, atendendo às classes de risco I e II.

Quanto à matéria prima, é fabricada em material 100% algodão, o que lhe confere maior conforto. Além disso, o material em algodão é bem tolerado pela pele, evitando irritações, o que também melhora o conforto para o usuário. Entretanto, este material só poderia ser utilizado no produto sendo desenvolvido no caso de ser possível manipulá-lo de forma a garantir um excelente nível de proteção ao usuário.

Conjunto impermeável da Comércio Leal



Figura 23- Conjunto impermeável da Comércio Leal

Também já apresentado, o conjunto impermeável da Comércio Leal é fabricado em algodão, poliuretano e aviamentos antichama, nas cores amarela e laranja Fluorescentes, com aplicação de faixa refletiva 3M, e oferece proteção contra arco voltaico e fogo repentino nas classes de risco I e II.

Quanto ao material, o conjunto apresenta um mix interessante de algodão na parte interna, aumentando o conforto para o usuário, e materiais sintéticos na parte externa, aumentando o grau de proteção e tornando-o impermeável, o que possibilita seu uso em ambientes externos, mesmo que sob chuva. Dessa forma, o produto apresenta uma relação interessante de proteção/conforto, aliando o conforto do algodão com a proteção extra conferida pelos materiais sintéticos.

Vestimentas de Proteção da Ideal Work



Figura 24- Vestimentas de proteção da Ideal Work

Quanto ao material, as vestimentas de proteção da Ideal Work utilizam o tecido Westex Ultra Soft, compost por 88% de algodão e de 12% de fibras, desenvolvidos de modo a proporcionar alto grau de proteção e conforto. Este tecido talvez seja o ideal para o desenvolvimento do produto em questão. Entretanto, uma vez que a Ideal Work é distribuidora exclusiva do tecido no Brasil, sua utilização no desenvolvimento do produto pode se mostrar inviável, ou excessivamente onerosa.

9.2. Forma

Jaqueta de Esgrima AllstarAtene FIE 800N



Figura 25- Jaqueta de Esgrima AllstarAtene FIE 800N

Apesar de apresentar finalidade pouco relacionada com o produto em desenvolvimento, o grupo considerou a forma da jaqueta de esgrima Allstar como sendo uma possibilidade interessante. A jaqueta apresenta o formato “normal” de uma malha, mas com uma extensão triangular na parte da frente, acoplada à “cinta”, que passa por entre as pernas do usuário e se acopla a uma favela na parte de trás da malha. Com isso, quando o usuário veste uma calça por cima da malha, a mesma fica necessariamente para dentro da calça, garantindo sua proteção. Apesar de não ser tão eficaz quanto o projeto atualmente desenvolvido pelo grupo, a forma desta jaqueta pode se mostrar uma alternativa interessante caso os sindicatos se mostrem avessos ao produto atualmente em desenvolvimento.

Camiseta de Malha da Comércio Leal

Quanto à forma, o grupo considera este o principal problema da camiseta de malha, uma vez que permite que o trabalhador a utilize para fora da calça, minimizando muito a sua capacidade de proteção. Ainda assim, é mais confortável do que a alternativa disponível no mercado: o macacão.

Conjunto impermeável da Comércio Leal

Quanto à forma, esta também apresenta um problema. Apesar de oferecer melhor proteção do que a camisa de malha, o problema do conjunto é

que não atende as demandas sindicais, que se recusam a utilizar este formato rotineiramente.

9.3. Tecnologia

Conjunto impermeável da Comércio Leal

Quanto à tecnologia, o principal ponto de interesse do conjunto impermeável da Comércio Leal é o uso de faixas refletivas 3M, aumentando a visibilidade do produto. De acordo com a análise do grupo, à exceção do custo, não há qualquer desvantagem no uso das faixas refletivas. A tecnologia é baseada em uma fonte de luz passiva, que emite luz como reflexo de fontes de luz externas, aumentando a visibilidade do usuário sem qualquer perda de conforto ou nível de proteção.

9.4. Preço

Nesta seção, quanto ao preço, o grupo baseou seu estudo de aproveitamento técnico em produtos concorrentes diretos do que está sendo desenvolvido pelo grupo.

Camiseta de Malha da Comércio Leal

Por ser um produto relativamente simples, tanto do ponto de vista tecnológico quanto da forma, a camiseta de malha é vendida a um preço relativamente moderado, girando em torno dos R\$100-150. Uma vez que o produto sendo desenvolvido pelo grupo é consideravelmente mais sofisticado, esta faixa de preço foi considerada como sendo um “piso” para o produto em desenvolvimento.

Conjunto impermeável da Comércio Leal

Trata-se de um produto de maior sofisticação, apresentando bons níveis de proteção, conforto e visibilidade. Seu preço gira em torno dos R\$370, o que constitui uma boa referência para o grupo, dado que o projeto em desenvolvimento apresenta características semelhantes, com algumas vantagens importantes quanto à forma.

Vestimentas de Proteção da Ideal Work

Por serem desenvolvidas com o material Westex Ultra Soft, que é bastante sofisticado se comparado com a média do mercado, estas

vestimentas apresentam preço relativamente elevado, apesar de sua maior simplicidade em termos de forma. Sendo assim, são vendidos por valores que giram em torno de R\$230 para uma camisa, sendo que o conjunto completo pode custar até R\$430.

10. DESENHOS INICIAIS

Com a definição dos princípios de solução, busca-se a representação dos elementos dos princípios de solução. Nessa representação, devem estar contidas informações tais como quantidade, forma, posição e movimento. A representação não visa a uma definição fixa dos elementos do produto, porém auxilia na compreensão da dinâmica entre os componentes, tendo em vista o produto como um todo.

A seguir, estão colocadas as representações do produto contendo as informações sobre a dinâmica dos princípios de solução diante a totalidade do produto.

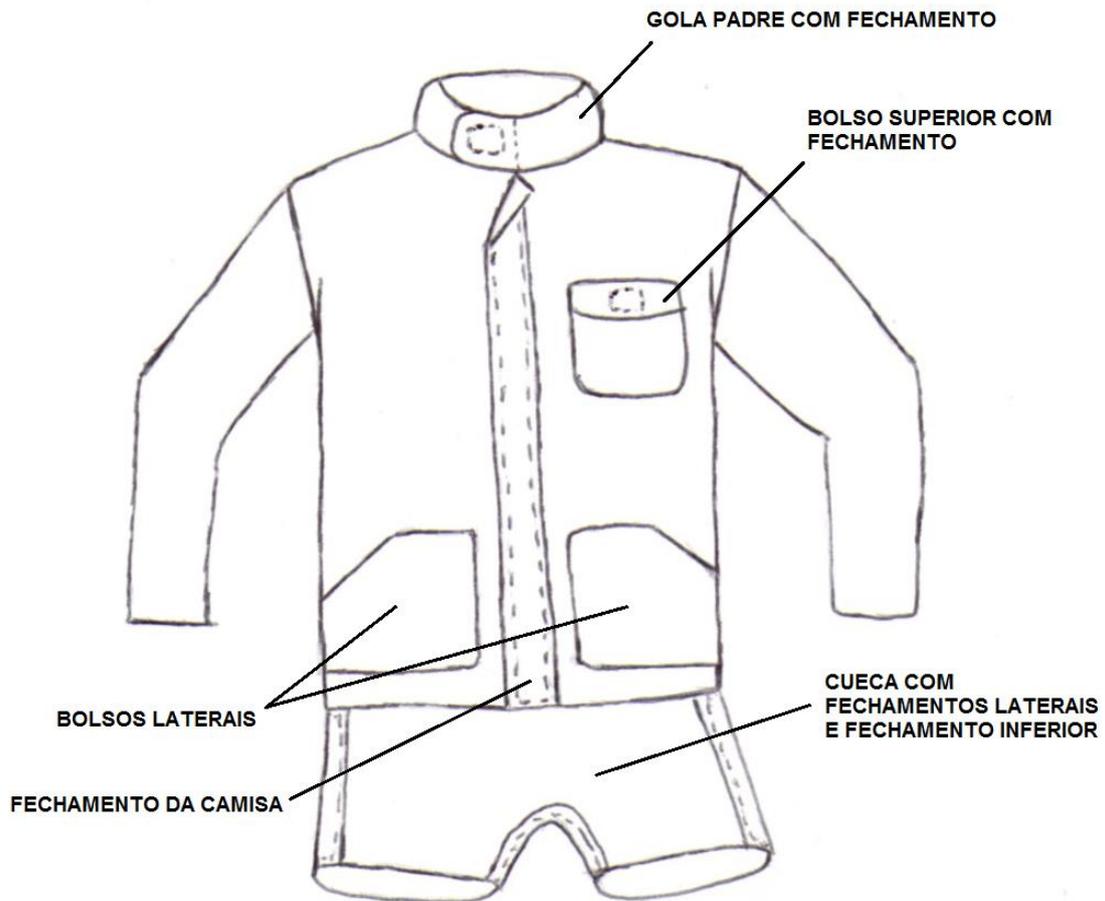


Figura 26 - Vista frontal da Camisa Protetora contra Arco Elétrico

Vale observar que os dispositivos de fechamento da vestimenta, de acordo com a norma NR-010, devem realizados por botões, velcro ou cordões. A análise detalhada desses dispositivos será feita em testes de avaliação futuros.

11. DELINEAMENTO DA COMERCIALIZAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO

A sugestão dos sócios da Duráveis, em conversas de alinhamento com a equipe do projeto da Camisa contra Arco Elétrico foi a de determinar etapas para a comercialização da camisa.

Em uma primeira etapa, a sugestão é de ingressar o produto no mercado contando com os próprios clientes atuais da empresa. Inicialmente, a Duráveis poderia fornecer sem custos adicionais apenas algumas camisas modificadas para os seus clientes, de forma a permitir a avaliação do produto por parte dos mesmos e também a dar aos usuários a chance de se acostumarem com novo design.

Em um segundo momento, a proposta seria de vender o produto novo. Sendo a camisa protetora um **bem de capital** a ser comprado por pessoas jurídicas, e não um bem de consumo para pessoas físicas, o produto deve ser vendido ressaltando seus **atributos técnicos**, os ganhos de segurança e o número de acidentes que poderiam ser evitados apenas com a utilização correta das camisas protetoras.

Ou seja, a comercialização desse produto deve ser pautada em atributos diferenciais técnicos, seja para venda para clientes atuais da Duráveis, seja para clientes novos, como uma forma de ampliar o *Market Share* da empresa. Essa propaganda do produto segundo seus recursos técnicos diferenciais é essencial para justificar a posição do produto na escala vertical, já discutida anteriormente nesse relatório.

Em uma etapa subsequente, pode-se iniciar uma parceria da Duráveis com os sindicatos, que podem ser fortes promotores da segurança envolvida na camisa protetora contra arco elétrico modificada. Segundo a escala de Kano, é esperado que requisitos revelados venham a se tornar obrigatórios em determinado momento. A obtenção do apoio dos sindicatos para a camisa integrada é um passo essencial para que o requisito de uma camisa que impossibilite ao usuário a utilização incorreta passe por tal transição, de revelado para obrigatório. Ao tornar a inovação do produto um requisito obrigatório, a venda dele para empresas clientes e ainda não clientes da Duráveis, seria bastante provável.

11.1. Os 4 P's do Marketing

Segundo os principais autores de Marketing, para a definição e inserção de um produto no mercado, é essencial que sejam definidos os 4 P's do Marketing, representados na ilustração abaixo.



Figura 27 - Os 4 P's do Marketing

Para a camisa protetora contra arco elétrico, temos, ao final dessa fase, definidos os 4P's.

- **Product**

Camisa, com a parte inferior integrada, com gola padre com opção de fechamento, com bolsos, tal qual descrito no desenho desse relatório. O produto proporcionará segurança e conforto aos usuários, além de considerar as questões de usabilidade exigidas em depoimentos (possibilidade de ir ao banheiro devido aos fechamentos diversos presentes na cueca e bolsos).

- **Price**

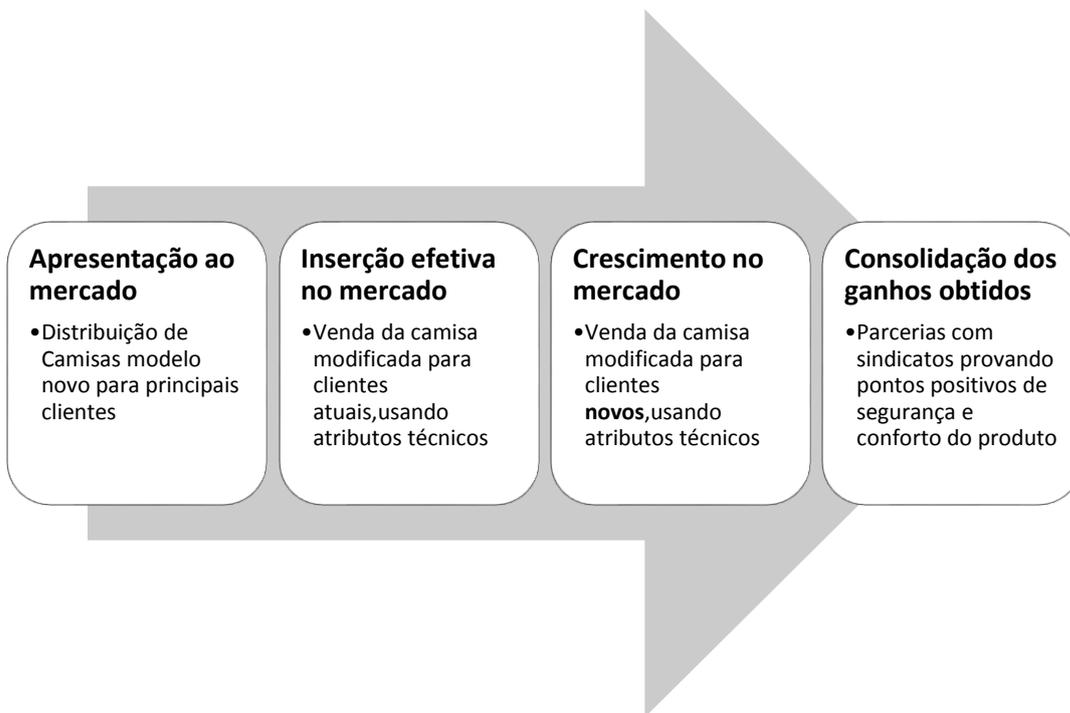
Tal qual definido na escala vertical, o preço recomendado ficará na faixa de R\$250,00 a R\$300,00.

- **Place**

Para pontos de venda, será mantida a estrutura da Duráveis, que tem pontos de venda próprios dentro dos clientes maiores – como a Mercedes Benz – e venda por promotores de vendas ou vendedores que divulgam o produto nos demais clientes.

- **Promotion**

Tal qual descrito acima, as etapas de promoção do produto seguem o seguinte fluxo.



12. DEFINIÇÃO DO CONJUNTO DO PRODUTO

A definição do conjunto do produto constitui-se do desenho esquemático do produto com a fixação das suas principais dimensões. Sendo que o desenho conjunto deve ser elaborado com o máximo possível de detalhamento, a fim de permitir o direcionamento e o desenvolvimento posterior do projeto do produto e de seu processo de manufatura em termos de funcionalidade, incorporação de tecnologia e resolução de pontos críticos de representação e de fabricação. Primeiramente, o projeto do produto em questão é desenvolvido dentro dos limites da norma NR-10 que diz respeito às especificações técnicas de proteção contra arco elétrico. Dessa forma, o primeiro conjunto de detalhes a ser trabalhado deve envolver as imposições legais que recaem sobre o produto.

O levantamento dos detalhes legais baseou-se, principalmente, na norma NR-10. Contudo, também fez-se uso de laudos técnicos que os compradores das vestimentas devem emitir publicamente. Esses laudos técnicos devem ser apresentados devido a disposições legais e devem concernir como foi realizado o processo de compra no que tange a aspectos de segurança do trabalho. A importância dada a esses laudos técnicos se justifica pelo fato de que se torna possível a percepção de algumas das necessidades dos compradores, isto é, dos clientes do produto a ser desenvolvido. Os laudos técnicos avaliados foram o laudo n.1054 da COPEL (organização geradora e distribuidora de energia elétrica) e a minuta da Fundação COGE (organização de consultoria no setor energético).

Em suma, as dimensões que beiram aspectos legais a serem implementadas no desenho conjunto são:

- As bainhas e barras devem ser em costura dupla;
- As barras e bainhas devem ser de 2 cm;
- As costuras da camisa devem ser feitas com pontos *overlock* (3,5 a 4,0 pontos por centímetro);
- A manga deve ser do tipo *raglan* ou com cava reta, permitindo amplo movimento dos braços;
- Os dispositivos de fechamento podem ser feitos com botões, velcro e cordão, desde que o material também seja inerentemente resistente à chama.

Sob o prisma da Engenharia Simultânea, vale destacar que a Duráveis prefere manter os seus fornecedores atuais, DuPont e Confecção Anta. Assim, o envolvimento desses fornecedores no processo de desenvolvimento do produto deve ser levado em conta.

A DuPont – fornecedor secundário da vestimenta, responsável pelo fornecimento do tecido – tem grande reconhecimento e participação no mercado e a Confecção Anta – fornecedor primário do conjunto pronto da vestimenta – possui o desempenho exigido pela Duráveis em termos de qualidade e precisão de entrega.

No caso do tipo de manga, a Confecção Anta foi consultada. A fornecedora, pensando na montagem (*assembly*) do produto, colocou que o tipo de cava reta é de mais fácil processamento, o que reduz o seu tempo de produção e os custos inerentes. Portanto, esse é o tipo de manga a ser adotado no produto.

Em segundo lugar, o projeto do produto está imerso no setor têxtil. Em consequência disso, as dimensões do desenho esquemáticos devem ser fundamentadas com base nos tamanhos de manequim utilizados pelo setor.

Nesse, contexto, atenta-se também à prática da indústria de confecção de vestimentas de proteção. O punho desse tipo de vestimenta geralmente possui fechamento com velcro para ajuste, garantindo, deste modo, maior comodidade na execução das tarefas dos trabalhadores.

Por último, observou-se se o desenho conjunto também continha todas as especificações-meta assim como os portadores de efeito dos princípios de solução, ambos elaborados na análise funcional do produto.

Como mencionado anteriormente, as atividades contidas deste relatório foram desenvolvidas paralelamente umas com as outras. Portanto, observou-se também se o desenho conjunto estava coerente com as decisões de montagem e manufaturabilidade analisadas pelo DFMA e discutidas com a Confecção Anta (fornecedor primário).

Abaixo, encontram-se a tabela com as dimensões dos manequins juntamente com o desenho de conjunto. A tabela exposta abaixo contém as dimensões padrão dos manequins usados nos setor têxtil em centímetros. Tais medidas são obtidas em uma vista planificada frontal. Vale mencionar que, nas medidas, a barra já está feita, sendo que ela deve ser de 2 cm conforme a norma NR-10.

Manequim		Legenda no desenho conjunto	Pequeno (P)	Médio (M)	Grande (G)	E. Grande (XG)	EE. Grande (XXG)
Camisa	Largura	Wc	45	50	55	60	65
	Comprimento (desconsidera o dispositivo)	Lc	68	70	72	74	76
	Largura do fechamento central	Lf1	5	5	5	5	5
Ombro	Largura	Wo	15	16	18	20	22
Manga Reta	Comprimento	Lm	63	65	67	69	71
	Largura	Wm	13	14	15	16	18
	Comprimento do Fechamento	Lf2	14	15	16	17	19
	Altura do fechamento	Wf2	3	3	3	3	3
Gola	Altura	Hg	5	5,3	5,5	5,7	6
	Largura do fechamento	Lf3	6	6	6	6	6
Cueca	Largura (é a mesma largura da camisa)	Wd1	45	50	55	60	65
	<i>Inseam</i>	Ld1	5	6	7	7	8
	<i>Outseam</i>	Ld2	14	15	16	17	19
	Largura da aba de fechamento	Wd2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Bolso Superior	Altura da base	Hs	40	42	44	46	48
	Tamanho do lado	Ls	10	10	10	10	10

	(quadrado)						
	Grossura da lingueta	Ws	3	3	3	3	3
	Distância horizontal	Ds	5	6,25	7,5	8,75	10

Bolso Lateral	Altura da base	HI1	8	8	8	8	8
	Altura maior do bolso	HI2	18	20	22	24	26
	Altura menor do bolso	HI3	9	10	11	12	13
	Comprimento da base menor	LI1	9	10	11	12	13
	Comprimento da base maior	LI2	18	20	22	24	26
	Distância horizontal	DI	1	1,25	1,5	1,75	2
Barras	Comprimento	Lb	2	2	2	2	2

Tabela 1- Dimensões para tamanhos diferentes da camisa, em centímetros

Observação: os botões usados cueca são de dois furos com diâmetro de 12 mm.

Abaixo, encontra-se o desenho de conjunto do produto em questão. A codificação utilizada encontra-se na tabela apresentada acima.

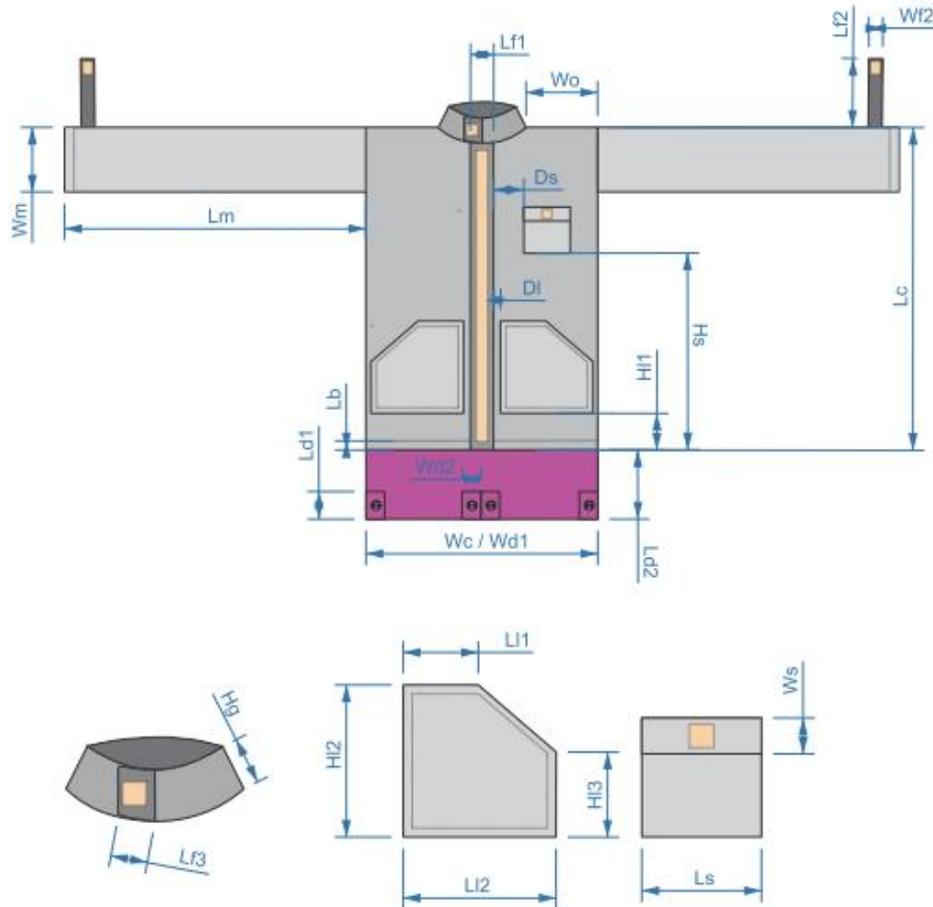


Figura 28- Desenho de conjunto da vestimenta contra arco elétrico

13. ESTRUTURA DO PRODUTO E ANÁLISE DOS SSC

Essa fase se refere à estruturação propriamente dita do produto e à análise dos componentes portadores das funções explicitadas durante a análise funcional. A partir da construção da árvore de funções e da interpretação do modelo Fast elaborado, será possível que se determine de maneira mais assertiva como as funções determinadas na análise funcional e baseadas nos requisitos de produto obtidos no QFD serão, de fato, implementadas.

Inicialmente, vale ressaltar que, segundo a teoria de PDP, seria necessário que, a partir dessas funções, propusessem-se diversas alternativas de soluções parciais para que, por meio de uma matriz morfológica, por exemplo, pudessem ser escolhidas aquelas opções mais adequadas ao funcionamento técnico do produto final. Isso, no entanto, não foi necessário ao projeto da camisa protetora contra arco elétrico, em decorrência, principalmente de dois fatores.

O primeiro diz respeito à própria natureza do produto: em função de se tratar de um equipamento de segurança, altamente regularizado e normatizado, é difícil que características funcionais básicas do produto sejam alteradas pelo projeto. Dessa forma, a estrutura mãe é apresentada ao grupo de uma forma relativamente rígida, sendo a área de atuação do PDP em questão justamente a melhoria das condições já existentes no mercado com respeito às dimensões da qualidade "segurança do usuário" e "flexibilidade de uso" para o produto. O segundo fator a ser considerado é que, ao longo dos dois primeiros relatórios, à medida em que o grupo realizava o estudo de aproveitamento técnico e o *benchmarking* dentro da área de EPI, foi possível detectar quais as opções que se fariam inviáveis ao funcionamento esperado do produto final, seja por aspectos relacionados a custos de manufaturas e aquisição da matéria prima ou pela própria manufaturabilidade. Adotando-se o modelo de ROZENFELD, H., pode-se analisar a figura a seguir, que diz respeito aos tipos de testes de um PDP.

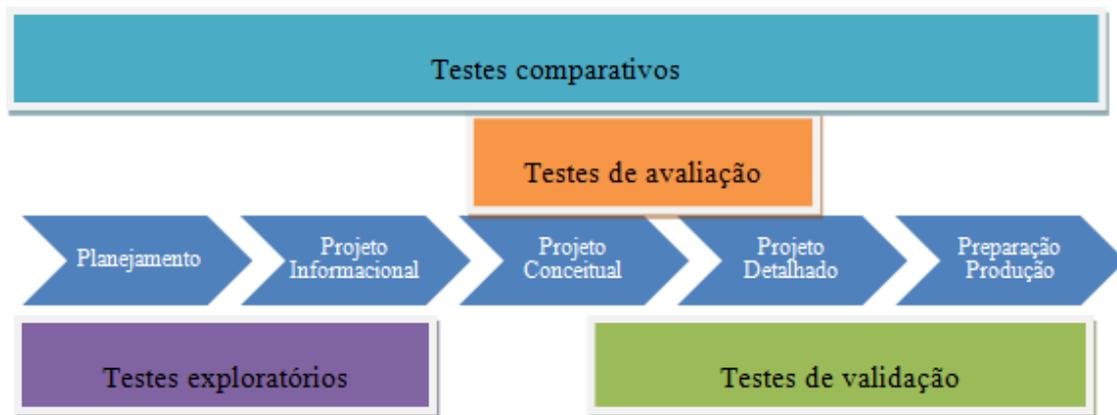


Figura 29- Tipos de testes para o PDP

Assim, conforme pode ser percebido no esquema anterior, os testes exploratórios e parte dos de avaliação para a camisa protetora contra arco elétrico já foram realizados pelo grupo. Dessa forma, a análise do mercado, baseada em entrevistas e discussões, já foi delimitada nos relatórios anteriores. A partir do levantamento da VoC, nessa etapa inicial do PDP, foram obtidos os requisitos dos clientes e dos produtos, de forma que, de acordo com as especificações meta fixadas, foi possível eliminar algumas possibilidades de soluções totais para a implementação das melhorias idealizadas, uma vez que

tais possíveis arquiteturas não se mostraram rentáveis ou interessantes às características esperadas do produto final.

Assim, principalmente com base nos testes de avaliação realizados (comparação com outros EPI's no mercado, estudo de aproveitamento técnico e, de acordo com a escala vertical, adaptação das funcionalidades do produto e de suas possíveis arquiteturas ao preço determinado pelo valor que o cliente enxerga na ideia sendo desenvolvida), determinou-se que a estrutura do produto a ser adotada para o prosseguimento do PDP seria, de fato, o acoplamento de uma espécie de "samba canção" à camisa protetora.

Outra opção que apareceu, com relação à forma do produto, durante a análise das especificações meta e aproveitamento técnico, foi o design da "jaqueta estilo esgrima", mostrado a seguir.

Jaqueta de Esgrima Allstar Atene FIE 800N



Figura 30- Jaqueta de esgrima AllstarAtene FIE 800N

O grupo chegou a considerar a possibilidade de seguir o projeto a partir do esquema acima, pelo qual o operário, a partir de um mecanismo de acoplamento (fita com feixe de fixação), prenderia, por cima da calça, a parte saliente triangular da frente da vestimenta ao dispositivo da parte traseira, por entre as pernas. Essa opção alternativa de forma, no entanto, foi descartada em decorrência de uma perda razoável da segurança que o mecanismo acarretaria ao usuário, já que o desacoplamento da jaqueta, por cima da calça, seria facilmente realizável e, dessa forma, o cerne das necessidades dos clientes seria apenas parcialmente atendido pelo produto sendo projetado.

Assim, mantém-se a ideia do acoplamento da cueca samba canção à camisa, já que esse mecanismo constitui uma proteção efetiva do usuário e certeza do uso da vestimenta por dentro da calça.

De acordo com o novo desenho elaborado nesse relatório, pode-se ver que, em termos de estruturação do produto em si, poucos elementos foram modificados de fato nessa etapa do PDP, sendo que, na realidade, o que ocorreu foi uma maior delimitação do escopo do produto e um detalhamento mais profundo com relação a dimensões e portadores das funções.

Dessa forma, para se analisar a estrutura e arquitetura desejada para o produto final em níveis e módulos, foi utilizada a Matriz Indicadora de Módulos (MIM); a partir de suas diretrizes, foi possível que se determinasse a junção ou não de funções distintas em módulos comuns. Além disso, cabe ressaltar que, sendo o produto em questão bastante específico e muito dificilmente intercambiável, não é necessário que uma arquitetura excessivamente modular seja desenvolvida, uma vez que essa seria vantajosa no caso de um produto que permitisse maior permutação e cujos módulos fossem mais flexíveis, de tal forma que pudessem ser utilizados por outros produtos correlacionados. Mais uma vez, aqui, em função da normatização bastante rígida outorgada ao produto e de seu caráter bastante particular, a possível existência da predominância de uma arquitetura integral não é uma grande preocupação ao grupo.

<i>Fraca relação (1 ponto)</i>	○
<i>Média relação (3 pontos)</i>	◐
<i>Forte relação (5 pontos)</i>	●

		Módulos							
		Impedir passagem de calor pela roupa	Dissipar calor	Ficar para dentro da calça	Fornecer informações	Permitir uso em diversas situações climáticas	Promover conforto térmico durante o uso	Facilitar porte de objeto	
Diretrizes de Modularização	Desenvolvimento de Produtos	<i>Multi aplicativo (Carry-over)</i>	◐ 3	◐ 3					
		<i>Evolução Tecnológica</i>			◐ 3		◐ 3	◐ 3	
		<i>Alteração do Projeto</i>			● 5			◐ 3	
	Variação	<i>Especificação Técnica</i>	◐ 3	◐ 3				○ 1	
		<i>Estilo</i>			● 5	◐ 3	● 5	● 5	
	Fabricação	<i>Unidade Comum</i>			◐ 3	○ 1		○ 1	
		<i>Processo e Organização</i>	◐ 3	◐ 3	○ 1	◐ 3			
	Qualidade	<i>Testes em separado</i>	○ 1	○ 1	● 5		○ 1	◐ 3	
	Aquisição	<i>Compra de Produtos Prontos</i>						● 5	
	Após estar no mercado	<i>Manutenção e Manutenibilidade</i>			○ 1				
		<i>Atualização</i>			◐ 3	◐ 3		◐ 3	
		<i>Reciclagem</i>							
	SOMA		10	10	26	10	9	9	18
	Classificação		4	3	1	5	6	7	2

Figura 31- MIM para camisa protetora contra arco elétrico

Conforme pode ser percebido a partir da tabela da MIM acima, as duas funções passíveis de modulação para a camisa protetora contra arco elétrico são "ficar para dentro da calça" e "facilitar porte de objeto", o que é razoável quando se considera a estrutura do produto e os seus portadores de funções, descritos mais detalhadamente ao longo do relatório e, principalmente, no desenho elaborado.

No que se refere aos módulos que conterão as funções de maior somatória na MIM acima, propõe-se, para a função "ficar para dentro da calça", um sistema de acoplamento da camisa a uma espécie de samba canção de cor chamativa (facilitação da identificação do mau uso do produto). Assim, o módulo correspondente a essa função engloba o subsistema composto pela samba canção, uma vez que essa parte do sistema total que a vestimenta representa é facilmente separável e passível de análise individual.

No caso de necessidade de mudança no mecanismo de acoplamento para proteção do usuário, bastaria que o projeto dessa parte do produto fosse

refeito, sem que houvesse necessidade de um replanejamento de toda a estrutura do produto em questão (o que é própria das arquiteturas integrais). Isso é uma vantagem quando se considera a flexibilidade do produto enquanto projeto, além de envolver menores custos quando de possíveis reestruturações.

Outro ponto a ser levantado com relação a esse portador modular é o material menos custoso do que aquele que constitui a camisa propriamente dita. Em função dessa parte da estrutura do produto ficar para dentro da calça, seu tecido não precisa ser submetido ao tratamento indispensável para o tecido da camisa protetora. A função desse subsistema (cueca samba canção) é apenas garantir o cumprimento da função "ficar para dentro da calça"; dessa forma, aqui não são necessárias ponderações com relação a calor específico e dispersão de calor, desde a ergonomia e usabilidade do produto sejam mantidas, garantindo bem estar e eficiência para o usuário.

O outro módulo proposto a partir da MIM diz respeito à função "facilitar porte de objeto". Aqui, por exemplo, quando se consideram os bolsos como portadores e, portanto, como módulos funcionais, pode-se perceber alguma analogia à situação da samba canção, uma vez que o reprojeto dos bolsos é bastante simples e, embora eles estejam necessariamente acoplados à camisa, atuam de maneira própria e possuem função bastante específica dentro do sistema total (possibilidade de transporte e armazenagem de pequenos objetos junto ao corpo).

Cabe ressaltar, ainda, os casos da gola e da rede interna, propostas pelo desenho para maior adaptação do produto ao uso em diferentes condições climáticas e maior conforto térmico ao usuário. À primeira vista, poderia parecer que esses portadores também deveriam constituir módulos diferenciados por, de maneira análoga aos bolsos, serem facilmente reprojutados no caso de necessidade de modificação do escopo do produto. No entanto, uma vez que a adequação do produto a diferentes temperaturas e o fornecimento de conforto térmico também envolvem aspectos relacionados a características do tecido, não modificadas pelo PDP do grupo em função da normatização rígida, é preferível que se mantenham todos esses elementos como parte de uma arquitetura integral, uma vez que estão diretamente relacionados entre si,

sendo uma modificação de um deles provavelmente um fato gerador de mudanças nos demais.

Dessa forma, conclui-se que, excluindo-se as duas que serão organizadas em módulos próprios, o restante das funções será parte de uma arquitetura integral, de modo que, como já mencionado no início da análise modular da vestimenta, torna-se difícil a flexibilização e intercambialidade do produto mesmo com outros de EPI, da mesma família.

Isso é, sob certo ponto de vista, interessante aos funcionários que farão uso dessa vestimenta e às empresas clientes da Duráveis, uma vez que um evento bastante específico como o arco elétrico está sendo tratado, de fato, de acordo com suas implicações físicas próprias, estando sendo consideradas características relacionadas à dispersão de calor, calor específico do tecido utilizado na manufatura, incidência de calor por unidade de área etc. Essa análise conjunta e, mais que isso, sistêmica dos componentes do produto, assim como cada comportamento específico desses itens na ocasião de arco elétrico, são as principais razões pelas quais o número de potenciais módulos no produto é pequeno.

Arranjar os subsistemas da vestimenta em vários módulos distintos pode significar uma consideração das partes do produto, de forma que se busque a otimização de cada uma delas isoladamente. No entanto, para um equipamento de segurança altamente regularizado como o produto em questão, é inviável que não se levem em conta as interações que cada um dos subsistemas possuem com os demais. Aqui, é fundamental ter em mente que o ótimo das partes não constitui, necessariamente, o ótimo global, sendo este segundo, em última análise, o objetivo do PDP que está sendo realizado pelo grupo, devendo ser preconizada a principal fonte de valor do produto aos clientes da Duráveis (a dimensão da segurança), de modo que o ótimo global represente, justamente, a melhor possibilidade de proteção ao usuário frente às limitações técnicas, científicas e ergonômicas consideradas para as melhorias propostas.

Uma análise mais aprofundada a respeito dessas interações entre os SSC pode mostrar o que já havia sido apontado no telhado do QFD: há componentes do sistema que se comportam de forma antagônica a outros, de modo que uma melhoria em um deles pode representar piora no outro.

Considerando, dessa vez, os portadores funcionais em si e não apenas aspectos físicos teóricos como no QFD, é possível que se realize um refinamento da arquitetura já determinada (vide desenho ilustrativo da seção anterior do relatório), a partir de aspectos não só técnicos, mas também de funcionamento, fabricação, desempenho, qualidade, custos, uso e outros. Essa análise pode ser iniciada a partir da definição das interações que os subsistemas e componentes possuem entre si. Além das questões levantadas com relação à TRIZ, ressalta-se que muitas das contradições verificadas no telhado do QFD dizem respeito a parâmetros altamente regulados, especialmente pela norma NR-10, de modo que a atuação de melhoria com relação a eles não é viável ao projeto. A tabela dos portadores de efeito elaborada anteriormente, de acordo com as contradições da TRIZ, está transcrita abaixo.

Função	Princípio de solução	
	Efeito físico	Portador do efeito
Impedir passagem de calor pela roupa	Resistividade da superfície do tecido	Tecido capaz de atingir ATPV (valor de desempenho térmico do arco elétrico) mínimo de 8 calorias/cm ²
Dissipar calor	Calor específico do tecido	
Ficar dentro da calça	Dispositivo que force o uso da camiseta para dentro da calça. Para isso, o dispositivo deve estar associado com a camisa. Além de possuir praticidade e possibilitar idas ao toalete.	Cueca com fechamentos laterais e fechamento inferior
Fornecer informações	Dispositivo que forneça informações de uso	Etiqueta
Permitir uso em diversas condições climáticas	Gola alta que permita o seu uso também como se fosse gola baixa. Adequando-se a condições frias e quentes de trabalho.	Gola tipo padre com fechamento
Promover conforto térmico durante o uso	Favorecer a ventilação Diminuir a condensação de umidade Absorver umidade condensada	Forro interno, em tela, feito com um material de boa capacidade de absorção de umidade
Facilitar porte de objeto	Dispositivo que possibilite o porte de objetos junto ao corpo	Bolsos

Figura 32- Tabela da TRIZ para camisa protetora contra arco elétrico

A tabela acima mostra os portadores de efeito para cada função da análise funcional. Assim, por meio dela, obtêm-se os SSC da vestimenta protetora.

A interface entre o tecido protetor que constitui a camisa e o tecido da cueca samba canção, o qual não precisa sofrer o mesmo tratamento do restante da vestimenta ou mesmo ser o mesmo da camisa em si, uma vez que ficará por debaixo da calça em uma situação de arco elétrico, deve ser extremamente precisa. É fundamental que não sobre tecido, uma vez que isso acarretaria custos aos fabricantes e revendedores, assim como é essencial que não existam espaços do corpo desprotegidos, de modo que o usuário não seja atingido diretamente pelo calor incidente no evento do arco elétrico. Isso será tratado de modo mais detalhado na apresentação do modelo de manufatura do produto, mais à frente no relatório.

Outra questão passível de análise é a referente à rede interna da vestimenta, destinada para fornecer conforto térmico e um caráter mais ergonômico ao projeto. Se, por um lado, essa rede agrega valor ao produto em decorrência de ser portadora funcional de maior conforto, por outro, pode representar dificuldades com relação a possíveis idas ao toalete, não sendo prática para esse tipo de atividade. Assim, um dos critérios levados em consideração quando da elaboração do desenho e da distribuição funcional dos elementos foi a necessidade de flexibilidade com relação a esses tipos de situações.

Dessa forma, foi determinado que essa rede seria interna somente à camisa, não existindo, portanto, dentro da samba canção. Assim, ao mesmo tempo que ela provém o usuário com maior conforto térmico, não o atrapalha quando for ao toalete. Além disso, essa configuração torna possível o uso de uma cueca por baixo da samba canção caso o operário prefira, o que aumenta a flexibilidade, o conforto e, em última análise, a aplicabilidade e usabilidade do produto.

Também vale a pena ressaltar o valor que a informação atrelada ao produto possui durante todo o seu ciclo de vida. Em casos de eventos com arcos elétricos, é essencial que o serviço de informação ao usuário esteja em vigência (seja esse um SAC ou apenas uma etiqueta com instruções de uso), de modo que as responsabilidades das empresas clientes e fabricantes para com os usuários do produto sejam exercidas devidamente.

Com relação ao descarte da vestimenta, é importante salientar que após uma média de 150 lavagens, a proteção não é mais efetiva, de acordo com um nível de segurança adotado durante o projeto. Dessa forma, um processo de

logística inversa poderia ser bastante proveitoso às empresas relacionadas do ponto de vista econômico e financeiro e, além disso, agregar valor sob o ponto de vista de uma dimensão da qualidade relacionada a "sustentabilidade". Uma ideia relacionada a esse aspecto seria uma espécie de reciclagem da vestimenta, cujo tecido seria submetido a um novo tratamento, de forma a poder ser reutilizado pelos funcionários da empresa.

Essa "reciclagem" permitiria à empresa a recompra da vestimenta por um preço mais baixo, desde que fosse, para esse tipo de situação, determinado um mínimo de qualidade do produto para que a proteção do funcionário continuasse a ser prioridade dentro do processo produtivo e, portanto, a dimensão da "segurança" se mantivesse como ponto central do trabalho dos operários, não sendo ofuscada por uma falsa ideia de sustentabilidade.

De modo geral, a estrutura do produto em forma esquemática é apresentada abaixo.

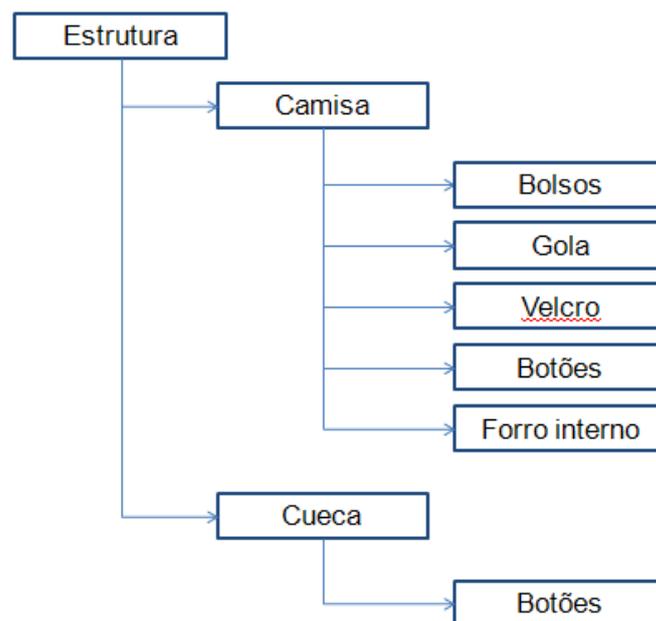


Figura 33- Estrutura esquemática do produto

14. DETERMINAÇÃO DA CONSTITUIÇÃO DO PRODUTO

A seleção de materiais é um problema de múltiplas variáveis e de múltiplas restrições. A decisão pertinente a essa atividade é de difícil execução, pois a escolha do produto se baseia em uma ponderação das alternativas de constituição do produto com base em seu desempenho, custo, fabricabilidade e disponibilidade e, muitas vezes, até em relações de *trade-off* entre possíveis requisitos de produto. A fim de deixar o processo decisório mais rígido e minucioso, foi utilizado a sistemática representada abaixo.

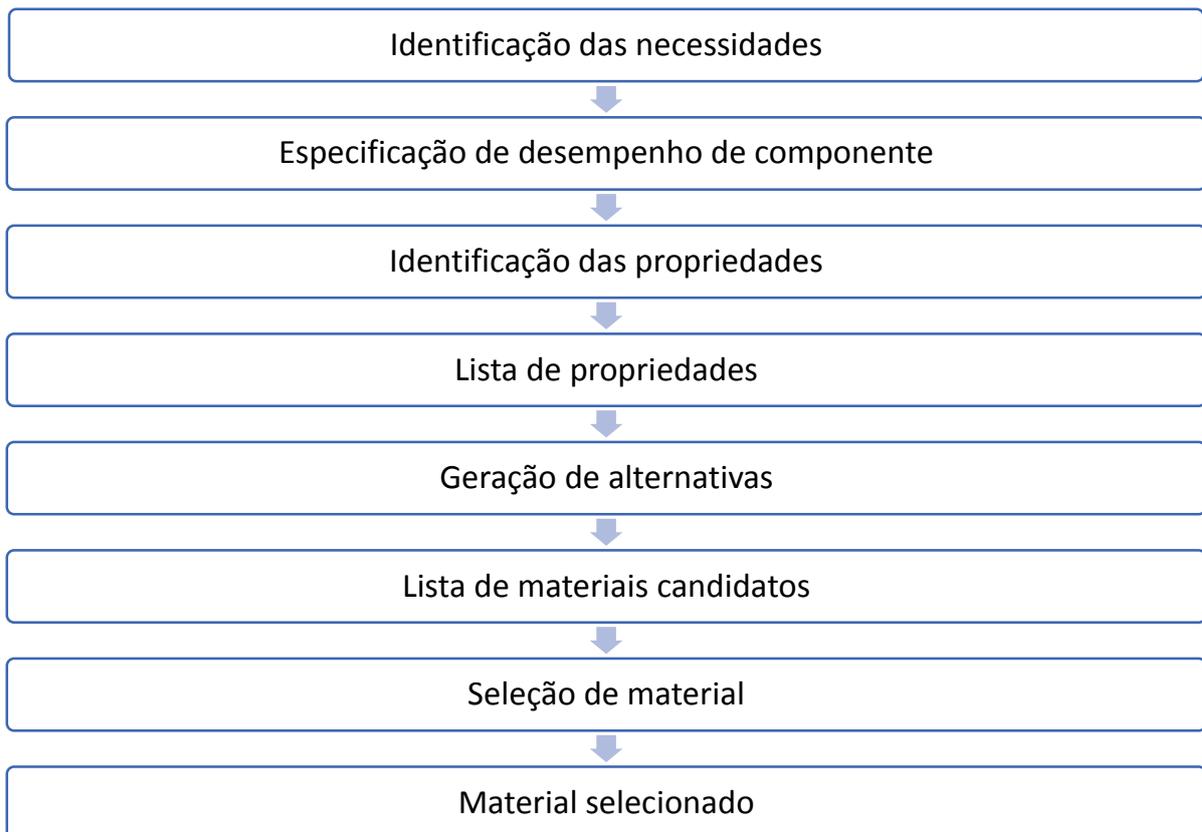


Figura 34- Sistemática para decisão acerca do material da vestimenta

Como pode ser observado na representação sistemática, o ponto primordial de partida para a seleção da composição são as necessidades e os requisitos relativos ao produto, levantados anteriormente no projeto informacional e nas atividades iniciais do projeto conceitual. Com o levantamento das alternativas que atendem a essas necessidades, o processo seletivo é fundamentado na ponderação do custo, da fabricabilidade e da disponibilidade das alternativas encontradas e, principalmente, no seu desempenho em relação ao atendimento dos requisitos do produto.

Determinação dos materiais resistentes a arco elétrico e à chama

Conforme a norma NR-10, qualquer parte da vestimenta que estiver exposta ao risco de arco elétrico deve seguir as suas especificações. Dessa forma, não apenas o material da camisa deve apresentar características de resistência à chama, mas também todos os seus aviamentos expostos.

A seleção de matéria-prima que abrange tais características de resistência envolve os seguintes itens:

- Camisa propriamente dita;
- Bolsos;
- Gola;
- Linhas de costura;
- Botões da camisa;
- Velcro.

De acordo com a minuta sobre segurança no trabalho da Fundação COGE (organização de consultoria no setor energético), a matéria-prima da vestimenta deve atender a uma grande lista de propriedades exigidas pela legislação federal e por normas técnicas.

A lista de propriedades resumida a ser atendida está colocada abaixo.

Lista de Propriedades
Não permitir a propagação da chama depois de cessada a fonte de calor;
Não provocar a emissão de gases tóxicos;
Atingir ATPV (valor de desempenho térmico do arco elétrico) mínimo de 8 calorias/cm ² ;
Atingir HAF (fator de atenuação de calor) mínimo de 70%;
Cobrir a classe de risco 2 da norma NR-10;
Características de conforto similares às do tecido de algodão não resistente à chama;
Resistência mínima à tração na trama e no urdume de 26 kgf e 38 kgf, respectivamente, conforme ASTM 5034;
Não causar dermatoses de contato na pele do usuário;
Manter a característica ignífuga após ser submetido a, no mínimo, 100 (cem) lavagens;
Estabilidade dimensional, conforme NBR 10320: urdume – alteração \pm 2%, no máximo e trama – alteração \pm 2%, no máximo;

Resistência a abrasão, conforme ASTM D 3886: 200 ciclos, no mínimo;
Solidez de cor a fricção, conforme NBR 8432: úmido – transferência 4, seco - transferência 4/5, no mínimo;
Solidez de cor a luz (40h), conforme NBR 12997: escala cinza 4, escala azul 4/5, no mínimo;
Solidez de cor a lavagem (método acelerado), conforme NBR 10597: C1 - alteração 4, transferência 4; C3 - alteração 4, transferência 4, no mínimo;
Solidez de cor a ferro quente, conforme NBR 10188: úmido – alteração 4/5, transferência 4/5, seco - alteração 4/5, transferência 4/5, no mínimo;
Solidez de cor ao suor ácido e alcalino, conforme NBR 8431: ácido - alteração 4/5, transferência 4, alcalino - alteração 4/5, transferência 4, no mínimo.

Tabela 2- Propriedades a serem atendidas pelo produto segundo a minuta sobre segurança no trabalho da Fundação COGE

Tais propriedades podem ser encontradas em tecidos tipo PVC – poliamida, algodão e poliuretano – quando estes são devidamente tratados.

Sob a perspectiva de Engenharia Simultânea, vale destacar que a DuPont é que fornece todas as matérias-primas referentes a materiais de proteção para a Duráveis. A escolha desse fornecedor se baseia no seu maior reconhecimento e participação no mercado.

O tecido para a confecção da camisa, bolsos e gola é o tecido Protera, patenteado pela DuPont. As vantagens desse tipo de tecido em relação ao tecidos PVC tratados incluem maior durabilidade, maior resistência mecânica e maior conforto.

Typical Physical Properties

Weight (± 5%) (oz/sq yd) (g/sq meter)	6.5 220	7.5 255	8.0 270
Weave	2 x 1 Twill	2 x 1 Twill	2 x 1 Twill
Standard Colors	 Medium Blue  Khaki	 Dark Blue	 Navy
Construction (ends/inch x picks/inch)	77 x 47	76 x 63	77 x 70
Vertical Flammability ASTM D6413			
Char Length (inches W x F)	3.5 x 2.9	3.7 x 3.3	3.1 x 3.1
After Flame (seconds W x F)	0 x 0	0 x 0	0 x 0
Thermal Protective Performance (cal/cm ²) NFPA 2112	12	12	13
Flash Fire Exposure (Manikin Test) ASTM F1930 (% body burn [2.0 cal/cm ² sec] at 3 seconds)	passing NFPA 2112 requirements		
Arc Thermal Performance ATPV (cal/cm ²) ASTM F1959	8.5	9.5	12.3
Tensile Strength (lb _f W x F) ASTM D5034	175 x 115	170 x 140	180 x 155
Elmendorf Tear (lb _f W x F) ASTM D1424	13 x 12	12 x 10	9 x 7
Dimensional Stability (% at 5x) 140°F, AATCC 135	2 x 1	2 x 1	2 x 1
Air Permeability (ft ³ /ft ² /min) ASTM D737	68	23	16
Washing Colorfastness (rating*) AATCC 61	4	4	3
Wicking (inches at 15 min W x F)	5	5	4
Pilling Resistance (rating*) ASTM D3512, 60 min	3	3	4
Heat Resistance (500°F, 5 min) NFPA 2112	no burning, melting, separation or ignition		
Thermal Shrinkage Resistance (%) [500°F, 5 min] NFPA 2112)	3.5 x 2	3 x 0	3 x 2

* Ratings: 5 – Best, 3 – Acceptable, 1 – Poor

Protera® fabrics meet the requirements of ASTM - F 1506

33% NOMEX® and KEVLAR®, 65% Modacrylic; 2% Antistatic

Tabela 3- Propriedades físicas do tecido Protera

Já para os aviamentos da vestimenta – linhas de costura, botões e velcro – a DuPont fornece a poliamida (resina de nylon) tratada para resistir termicamente o arco elétrico: a DuPont™ Zytel® PLUS.

Determinação do forro interno

O forro interno, conforme o levantamento da Voz do Cliente e a análise funcional do produto, deve atender a necessidade do conforto térmico durante o uso da vestimenta. Para isso, o desempenho da matéria-prima deve ser avaliado de acordo com o favorecimento da ventilação, a diminuição da condensação de umidade e a absorção da umidade condensada.

Tais características do tecido estão relacionadas com o tipo de fibra têxtil utilizado no tecido e o tipo da formação da superfície têxtil.

As fibras mais utilizadas pela indústria têxtil são a lã, o algodão, o acrílico, a viscose, o nylon (poliamida) e o poliéster. Pelo grande volume comercializado desses tipos de fibras e um número de concorrentes relativamente grande (média de 15 indústrias químicas de grande porte de acordo com o relatório

do BNDES), essas fibras têm preços menores do que outras fibras naturais, tais como seda, as quais são utilizadas em artigos de luxo de vestuário e outras fibras artificiais com aplicações especiais a fenômenos restritos de aplicação. Os preços dessas fibras mais comercializadas não apresentam grande variação entre si como pode ser observado na tabela seguinte.

Fibra	Preço (em R\$) por quilo de tecido plano confeccionado
Lã	14,00
Algodão	12,50
Nylon	15,00
Viscose	13,80
Poliéster	13,30
Acrílico	15,00

Tabela 4- Preço (em R\$) por quilo de tecido

A capacidade de absorção de umidade de uma fibra têxtil é dada por sua higroscopicidade. Por causa das características higroscópicas de uma fibra, ela pode apresentar a sensação de não estar úmida ou mesmo molhada. As fibras com elevada capacidade de absorção de umidade são a lã, o algodão e viscose. A seguinte tabela mostra a proporção de umidade que as fibras conseguem absorver relativa à sua massa própria.

Fibra	Percentagem legal de umidade
Lã	18,25
Viscose	13,00
Algodão	10,50
Nylon	5,75
Acrílico	2,00
Poliéster	1,50

Tabela 5- Absorção de umidade de cada tecido, em porcentagem

Um aspecto que também influencia o conforto térmico é a condutividade térmica das fibras, isto é, a velocidade com a qual o calor flui através de uma dada espessura de material, sob a ação de um diferencial determinado de temperatura. Uma condutividade térmica elevada significa que o calor é

transferido à unidade de massa adjacente mais rapidamente do que no caso de materiais de baixa condutividade térmica.

As fibras naturais (nesse caso, a lã e o algodão) são as que apresentam condutividade térmica mais baixa, contribuindo para a retenção de calor.

O favorecimento da ventilação, por sua vez, é influenciado principalmente pelo tipo da superfície têxtil utilizada, isto é, o tipo de tecelagem da trama das fibras. As superfícies possíveis são as planas, de malha, enlaçadas e as especiais, sendo que as planas, apesar da estética (aspecto visual) mais simples, são as que proporcionam tecidos mais abertos que favorecem a ventilação. Uma vez que o forro é interno, esse aspecto negativo dos tecidos planos simples é desconsiderado.

Para a seleção do material da fibra têxtil, foi utilizada a Matriz de Decisão que levou em consideração as características citadas anteriormente, os pesos de cada tópico e o desempenho de cada material nos tópicos relacionados. Os pesos dos atributos vão variar de 1 a 3 (respectivamente, pequena, média e grande importância frente às necessidades dos clientes), enquanto as notas para cada material irão variar de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima).

	Peso	3	3	1	
	Notas	Higroscopicidade	Condutividade térmica	Preço	Total
Soluções	Lã	5	1	2	20
	Algodão	4	2	4	22
	Nylon	2	4	3	21
	Viscose	3	4	3	24
	Poliéster	1	4	3	18
	Acrílico	1	4	2	17

Tabela 6- Matriz de decisão para definição do material da fibra têxtil

Vale observar que a viscose possui uma vida útil de aproximadamente 100 a 150 lavagens, quando são respeitadas as condições indicadas de lavagem. Assim, a escolha dessa matéria-prima para o forro não irá afetar o requisito do produto de Número de lavagens por vida útil do produto, pois apresenta a mesma vida útil do tecido DuPont™ Protera®, usado na camisa propriamente dita.

Determinação da cueca

A seleção de matéria-prima para a cueca deve atender aos itens abaixo.

- O tecido do dispositivo propriamente dito;
- Os botões de fechamento do dispositivo.

A cueca possui como premissa fundamental ser um dispositivo que force a utilização correta da camisa, ou seja, para dentro da calça. Logo, se apenas isso fosse atentado, a escolha da matéria-prima seria baseada no menor custo para produzir esse dispositivo. Entretanto, por ser um dispositivo adicional que pode afetar o conforto do operário, ele deve promover o conforto térmico ambicionado no forro interno.

Para a seleção do material da fibra têxtil, foi utilizada a Matriz de Decisão que levou em consideração as mesmas características citadas anteriormente para a Matriz de Decisão do forro interno. Contudo, uma mudança foi feita para acomodar uma nova informação acerca da higroscopicidade. Essa característica, considerada vital pelo setor têxtil para roupas de baixo, favorece o processo de tingimento do tecido. Assim sendo, tecidos com alta higroscopicidade não sofrem grandes aumentos de preço devido à coloração usada. Isso colabora com a ideia do projeto de utilizar cores chamativas na cueca para a facilitação do processo de supervisão da utilização da vestimenta. Desse modo, os pesos dos atributos na Matriz de Decisão variar de 1 (nota mínima) a 5 (nota máxima) assim como as notas para cada material.

	Peso	5	4	2	
	Nota	Higroscopicidade	Condutividade térmica	Preço	Total
Soluções	Lã	5	1	2	33
	Algodão	4	2	4	36
	Nylon	2	4	3	32
	Viscose	3	4	3	37
	Poliéster	1	4	3	27
	Acrílico	1	4	2	25

Tabela 7- Matriz de decisão para o tecido da cueca

Pensando também na proximidade das características do forro interno e do dispositivo da cueca, a utilização de apenas um material na fabricação deles é vantajosa, pois é possível adquirir a matéria-prima com preços mais vantajosos e as máquinas utilizadas para a fabricação de cada componente não precisam ser personalizadas, o que acarretaria em maiores custos.

A respeito dos botões de fechamento do dispositivo, a seleção deles deve atender quanto ao seu material e ao seu tipo de fixação. Os principais tipos de materiais botões comercializados são o ferro, o latão e o poliéster, enquanto as principais formas de fixação são pressão, 2 furos e 4 furos. Abaixo está exposta uma tabela com os preços unitários desses botões (valores em R\$, consultados com a empresa Oeste Aviamentos).

		Tipo de botão segundo fixação		
		Pressão	2 furos	4 furos
Tipo de botão segundo material	Ferro	0,143	0,062	0,070
	Latão	0,090	0,044	0,053
	Poliéster	0,040	0,013	0,015

Tabela 8- Preços, em R\$, dos botões de acordo com o material e mecanismo de fixação

Uma vez que as três formas de fixação – pressão, 2 furos e 4 furos – aguentam uma vida útil de 150 lavagens (igual ao tecido da camisa), a forma de fixação se mostra apenas como um requisito obrigatório, o qual não será valorizado com valores acima do obrigatório, ele apenas deve atender esse valor obrigatório. Logo, a seleção por esse critério se mostra irrelevante.

Partindo desse ponto, o botão do dispositivo foi selecionado com base no preço unitário. Sendo assim, o botão de poliéster com 2 furos foi selecionado.

O BOM resultante da atividade da determinação da constituição do produto é exposto abaixo.

Bill ofMaterials	
Item	Matéria-prima
Camisa	DuPont™ Protera®
Bolsos	DuPont™ Protera®
Gola	DuPont™ Protera®
Linhas de costura	DuPont™ Zytel® PLUS - Resina de nylon
Botões da camisa	DuPont™ Zytel® PLUS - Resina de nylon
Velcro	DuPont™ Zytel® PLUS - Resina de nylon
Forro interno	Tecido plano simples de viscose
Cueca	Tecido plano simples de viscose
Botões da cueca	Botão de poliester com 2 furos

Tabela 9- BOM resultante para o produto

15. EXPLICITAÇÃO DOS CONCEITOS DE DFMA

Ao longo de todo o desenvolvimento do produto, o grupo sempre teve em mente buscar a maior facilidade possível de fabricação, dado que este é um parâmetro determinante na estrutura de custos do produto e, portanto na sua viabilidade mercadológica. Além disso, o grupo baseou boa parte do processo de manufatura nos procedimentos já utilizados pelos atuais fabricantes de camisas protetoras contra arco-elétrico.

Ainda assim, o grupo lançou mão da técnica do DFMA, que busca, a partir de um conjunto de princípios, tornar mais eficiente o processo global de fabricação de uma maneira estruturada e consistente.

Os princípios considerados, bem como o resultado de sua observação, estão listados abaixo.

a) Projetar para um número mínimo de peças e integrar os componentes

Por ser uma peça de roupa de caráter essencialmente prático, sem grandes preocupações com o visual, mas sim com a funcionalidade, há por natureza uma economia no número de peças. Ainda assim, o grupo buscou minimizar ao máximo os componentes do produto. Dessa forma, a manga é constituída de uma peça única de tecido, bem como o “tronco” e a cueca. Os componentes menores a serem costurados no conjunto também são em uma peça só, como os velcros nos punhos.

Além disso, o forro foi eliminado do conjunto da camisa, por ser desnecessário, já que os funcionários utilizam a camisa com uma camiseta por baixo. Por fim, os botões podem ser substituídos por velcro, reduzindo o número de componentes.

b) Minimizar as variações de peças e componentes

Em uma peça de roupa, há necessariamente uma variação dos componentes entre os vários tamanhos disponíveis do conjunto. Entretanto, peças como os velcros das mangas, bolsos e botões são únicos, não variando com os vários tamanhos de conjuntos. Isto acaba por reduzir as variações dos componentes, simplificando o processo de manufatura, aumentando sua eficiência e reduzindo custos.

c) Projetar as peças para usos múltiplos

O objetivo de ampliar o escopo de uso dos componentes é diminuir variações e ganhar escala em sua produção, novamente aumentando a eficiência e

reduzindo os custos do processo. No caso do produto em desenvolvimento, o isso se deu no caso dos velcros de fechamento da gola, dos punhos e do bolso, que são iguais. Vale igualmente para os botões do conjunto, que seguem as mesmas especificações.

d) Projetar para fácil fabricação por meio da seleção de processos compatíveis com os materiais

Neste caso, o grupo lançou mão de diversas técnicas de produção já consagradas no mercado de camisas de proteção. Por exemplo, usa-se o recurso do risco para servir de “*blueprint*” no processo de corte, aumentando a precisão e a eficiência no uso de materiais. Além disso, na hora de cortar os tecidos de acordo com os parâmetros do risco, usa-se a técnica de enfesto, em que várias camadas de tecido são sobrepostas e cortadas com uma só passagem da máquina.

Além disso, utiliza-se uma máquina específica no trabalho de overloque, de modo a proporcionar um bom acabamento e evitar que o tecido desfie. Também efetua-se uma etapa de interloque, ou fechamento lateral, que resulta na união de pontos críticos.

Em suma, todo o processo produtivo foi concebido de modo a adequar-se às características bastante específicas dos materiais, aos padrões e normas que o produto final deve atender, e a aumentar a eficiência e reduzir os custos do processo produtivo, resultando em um produto de bom acabamento e funcionalidade a um preço competitivo.

e) Projetar para facilitar o manuseio

Uma vez que sua finalidade é primariamente funcional, é essencial que o produto seja projetado de modo a facilitar o manuseio, melhorando seu uso. Sendo assim, o velcro e botões utilizados no fechamento das partes específicas do produto foram projetados de modo a facilitar sua manipulação, sendo fáceis de abrir e fechar, mas não abrindo acidentalmente durante o uso.

Resumo dos princípios utilizados

De modo a facilitar a visualização dos princípios do DFMA considerados no projeto da camisa protetora contra arco elétrico, o grupo os resumiu na tabela a seguir.

Mudança	Benefício
Minimização do número de componentes para construção da camisa.	Reduzir custos, melhorar a qualidade e eficiência.
Usar mesmos botões, velcros e bolsos nos vários tamanhos.	Ganho de escala, qualidade e eficiência na produção e simplificação da manufatura do produto final.
Usar os mesmos botões e velcros em todo o conjunto.	Melhoria na fabricação e aproveitamento de peças já existentes.
Utilizar processos produtivos adequados aos materiais.	Melhorar a qualidade e eficiência na produção.
Projetar os botões e velcros facilitando a manipulação e evitando aberturas acidentais.	Melhorar usabilidade e segurança.

Tabela 10- Princípios do DFMA para a vestimenta

16. ESTUDO MACRO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

Para a produção e montagem da camisa de proteção contra arco elétrico da Duráveis, são necessárias algumas etapas. Antes de mais nada, é importante levar em conta que todo esse processo será feito, a princípio, não na Duráveis, que funciona apenas como revendedora da camisa, mas, sim, na Confecções Anta, fornecedora da Duráveis localizada em São Bernardo do Campo.



Figura 35 - Logotipo da Confecções Anta

Isso resulta em um custo maior por item produzido. Ainda assim, no curto prazo, levando em conta que a Duráveis ainda não vende esse tipo de vestimenta em grande escala, é um negócio vantajoso. Isso porque a Duráveis não pode fabricá-las para vender com sua marca própria enquanto não tiver uma certificação, o que demora meses e é relativamente caro.

O que a Duráveis poderia fazer é fabricar como terceirizado para alguém que já possui certificação (por exemplo, Ideal Work ou Anta). Mas geralmente quem possui a certificação já é fabricante de roupas e uniformes, então dificilmente esse tipo de acordo seria feito.

Dessa forma, o desenvolvimento do produto tem que ser feito em parceria com seu fornecedor principal. Assim, todo o processo aqui descrito foi delineado em conjunto com o Sr. Nilson Barros, representante da Confecções Anta, que forneceu informações importantes sobre os diferentes passos da fabricação e montagem, e ajudou a validar as ideias que o grupo tinha sobre como produzir essa camisa de proteção contra arco elétrico.

Como se trata de um processo têxtil, suas características são um pouco diferentes em relação aos procedimentos geralmente tratados no modelo de PDP estudado na disciplina. Parte dos materiais é considerada como insumos, isto é, são comprados prontos de fornecedores. Aplicando a esses insumos operações de corte e costura, chega-se ao produto final desejado.

Portanto, em primeiro lugar, há de se considerar os insumos da fabricação. São eles:

- Tecido de proteção contra calor e chamas DuPontProtera para confecção da camisa em si, dos bolsos e da gola;
- VelcroDuPont™ Zytel® PLUS - Resina de nylon;
- Tecido plano simples de viscose para a confecção da “cueca” que funciona como dispositivo para manter a camisa para dentro da calça;
- Linha de costura à prova de chamas DuPont™ Zytel® PLUS - Resina de nylon;
- Forro interno da camisa, feito à base de tecido plano simples de viscose;
- Botões da camisa em DuPont™ Zytel® PLUS - Resina de nylon.
- Botões da Cueca em poliéster com 2 furos.

Com esses materiais em mãos, pode-se começar o processo em si. Para a parte de fabricação, nesse caso, serão consideradas todas as operações de corte. Para a montagem, toda a costura. Esses processos serão avaliados e prescritos em termos de métodos, ferramental, e custo de mão de obra *versus* custo de automação.

Entrando em mais detalhes: métodos determinarão como devem ser conduzidos os procedimentos de maneira geral; ferramental funcionará como uma prescrição das máquinas e ferramentas a serem utilizadas em cada uma das partes do processo; e a questão de mão de obra ou automação será julgada em cada parte do processo levando em consideração se ela deve ser feita por um operador ou se o mais lucrativo é automatizar o processo, analisando os *trade-off* em cada um dos casos.

Esse plano macro, portanto, mostra no geral como são feitas as operações de corte e costura na Anta Confecções. Na etapa seguinte do relatório, será detalhado como é feito o processo para o produto que se está desenvolvendo.

16.1 Fabricação: Corte

A operação industrial de corte de tecidos é feita da seguinte maneira na Anta Confecções: quando um cliente faz um pedido de peça, é desenvolvida uma

peça piloto, que servirá como molde para posteriores ajustes. Essa peça-piloto é então regulada às medidas padrão, e isso é incluído em um sistema de CAD, que pode fazer ampliação e redução das vestimentas conforme o tamanho desejado.

A função principal desse programa CAD é gerar o risco, isto é, a impressão em papel

especial, próprio para fins da indústria têxtil, que serve como molde para o processo de corte. A camisa é composta de duas partes da frente (duas metades), costas, mangas, gola, bolsos, punhos. Nessa fase do processo (desenho do risco) é feito o encaixe, para aproveitar as diferenças nas proporções dos tamanhos para um melhor aproveitamento de material. Isto é, o encaixe é feito geralmente com um modelo grande junto com um pequeno em cada parte de tecido, buscando economia do tecido cortado.



Figura 36 - Exemplo de risco saindo pronto de uma máquina impressora específica, indicando integração com programa CAD

Com a folha com o risco devidamente impressa, parte-se para o processo de corte em si: os rolos de tecido chegam à empresa com 1,6 m de largura e 100m de comprimento. Cada um deles é disposto em uma mesa de corte, com 13m de comprimento por 2m de largura. É habitual empilhar algumas camadas de tecido, formando uma pilha chamada de enfeito.



Figura 37 - Exemplo de diferentes camadas de tecido enfestadas

O enfesto é a operação de sobrepor várias folhas de tecido com medidas determinadas respeitando suas larguras, comprimento estabelecido pelo risco e encaixe e principalmente a capacidade de corte da máquina utilizada, não comprometendo a qualidade da operação. No caso do produto em desenvolvimento, podem ser sobrepostos também os tecidos da parte externa e do forro da camisa, já que muitas de suas partes têm formatos similares.

Depois de ter enfestado o tecido, coloca-se por cima dele o risco, o molde de papel com as linhas de corte. O passo seguinte é utilizar uma máquina de corte e cortar todas as peças. No caso estudado, essa máquina de corte é uma faca de 8 polegadas, mostrada na figura abaixo. Essa faca consegue cortar diversas camadas de tecido, sempre com o cuidado de seguir as linhas do risco, respeitando o que foi determinado pelos desenhistas da confecção.



Figura 38 - Faca de 8 polegadas, a máquina responsável pela operação de corte.

O processo de corte é feito por um trabalhador, que opera a faca de 8 polegadas em si, e dois ajudantes. Esses ajudantes são responsáveis, antes do corte, por ajudar na disposição dos tecidos na bancada e pela montagem do enfeito. Depois da operação em si, eles se encarregam da separação das peças em partes similares, examinando as peças para ver se nenhuma delas teve grandes erros em seu processo de corte (a inspeção mais rígida será feita na parte de costura); e fazem a preparação do próximo corte, desenrolando novas camadas de tecido. Cada grupo de peças é agrupado em um pacote, que será posteriormente levado à parte de costura, onde cada peça será “montada” (costurada) no produto final em si.

Nesse ponto do processo, algumas peças podem ser desviadas para uma empresa terceirizada que imprime os logotipos nelas. Quando voltam dessa impressão, cada peça vai diretamente para o ponto onde as partes similares a ela são costuradas.

Ficha de fabricação – Processo industrial de Corte de tecidos.

Peça: Camisa de proteção contra arco elétrico (incluindo cueca)		Materiais: DuPontProtera e tecido plano simples de viscose	
Sequência	Operação	Máquina / ferramenta	Local
1	Desenho do risco	Computador / impressora especial	Central de informática
2	Montagem do enfeito	Manualmente	Mesa de corte de 13m x 2m
3	Corte das peças	Faca de 8 polegadas	Mesa de corte de 13m x 2m
4	Separação por peças similares	Manualmente	Mesa de corte e adjacências
5	Impressão de logotipos	(terceirizado)	Fora da empresa

Tabela 11 - Ficha de fabricação (corte do tecido)

16.2 Montagem: Costura

A operação industrial de costura de tecidos e componentes (botões, velcro) é composta de diferentes tipos de costura, de acordo com o ponto dado, a máquina utilizada e as partes que são trabalhadas. Cada uma dessas etapas é feita em uma bancada separada de 1,5m por 1m e por uma costureira, cada

costureira com uma máquina de costura (de um dos quatro tipos citados abaixo), em um grande galpão com cerca de 60 costureiras ao total.

Primeiro é feito um trabalho de overloque – ou seja, um tipo especial de costura em máquina específica que faz um acabamento para que o tecido não desfie – nas peças que terão seu acabamento exposto. Isso vale para a parte interna do tecido DuPont, e para todas as partes de forro da camisa.



Figura 39 - Máquina de costura tipo overloque

A próxima parte é o interloque, tipo de costura responsável pela união de pontos críticos como as mangas e o fechamento lateral. Junto a isso são unidas partes que precisam de um ponto mais reforçado, como bolsos e outros.



Figura 40 - Máquina de costura do tipo interloque

Depois disso, é feita a costura reta. Ela é útil na parte de barras e outras uniões que não precisam de um ponto tão forte, como na costura do punho e na união do velcro ao tecido DuPont.



Figura 41 - Máquina de costura reta industrial

Por fim, é feito o Acabamento. É nessa parte que são pregados os botões, em máquina específica, e é feito um reforço nos pontos mais vulneráveis, principalmente em locais como bolsos, passante da calça (quando se aplica), entre outros sujeitos a maiores esforços. Esse reforço é normalmente feito por uma máquina de costura reta.



Figura 42 - Máquina botoneira (pregadeira de botões)

Na tabela abaixo, é tratada com mais detalhes a operação de montagem, indicando qual operação é feita e quais partes da camisa são unidas em cada ponto do processo. Naturalmente, esse é apenas um plano macro da montagem, sendo que uma análise e revisão mais detalhados são necessários

antes que se possa iniciar a produção do produto em si. Ainda assim, é possível ter uma visão já bastante abrangente de como essa montagem será feita.

Sequência	Tipo de costura / etapa do processo	Atividades secundárias (partes que serão trabalhadas)	Local / operador
1	Overloque		Costureira em bancada de 1,5 m x 1m com máquina de overloque.
		Forro interno da camisa como um todo.	
		Partes do tecido que ficarão expostas internamente.	
2	Interloque		Costureira em bancada de 1,5 m x 1m com máquina de interloque.
		União do forro da camisa com as respectivas partes de tecido	
		União das costas com as duas metades da frente do corpo da camisa	
		União dos bolsos às partes da frente da camisa.	
		União das partes da cueca	
		União da cueca à camisa	
3	Costura reta		Costureira em bancada de 1,5 m x 1m com máquina de costura reta.
		União das duas metades das mangas.	
		União dos punhos e sua tira de regulagem.	
		União das mangas ao corpo da camisa.	
		União da gola ao corpo da camisa.	

		Costura do velcro em todos os locais em que ele é aplicado à camisa.	Auxiliada por uma tesoura para corte do velcro nas medidas certas.
		Costura da barra da camisa, barras das mangas, da gola	
		Costura da etiqueta	
		Costura de eventuais partes com logotipos.	
4	Acabamento		
		Costura dos botões à cueca e à camisa	Costureira em bancada de 1,5 m x 1m com máquina botoneira.
		Reforço de pontos sensíveis, como bolsos	Costureira em bancada de 1,5 m x 1m com máquina de costura reta.

Tabela 12 - Ficha de Montagem (costura) da camisa de proteção contra arco elétrico

16.3 Avaliação dos principais indicadores

Na operação de corte e costura, os fatores mais importantes a se medir são:

- a produtividade, isto é, o número de camisas que se consegue produzir por unidade de tempo;
- a quantidade de material usado, medida que pode ser otimizada por uma boa distribuição dos moldes ao longo do tecido, proporcionando uma relativa economia de material;
- o custo do processo em si, em função dos custos fixos e variáveis.

Para melhorar esses indicadores, algumas medidas são tomadas:

1- Para melhorar a produtividade, é necessário contar com mão de obra capacitada, experiente, e com máquinas e ferramentas adequadas, de forma que o tempo empregado na operação seja o menor possível, naturalmente sem comprometer a qualidade do produto final.

2- Para diminuir a quantidade de material utilizado, o ponto mais sensível é o processo de risco. É vital que haja integração com programas de CAD, e desenhistas capacitados operando-os. Esses programas de CAD permitem o desenho de riscos mais precisos, diminuindo a necessidade de espaços grandes entre os diferentes componentes a serem cortados. Além disso, nessa

parte é interessante fazer um encaixe preciso entre os diferentes tipos e tamanhos de peças. Para tanto, demanda-se também um desenhista capacitado e focado na economia de material.

Para otimizar a economia de material, é importante também ter operadores capacitados, máquinas e ferramentas em bom estado de conservação, e boas condições de trabalho, diminuindo a frequência de falhas de produção.

3- Para ter uma boa estrutura de custos, é necessário avaliar o custo de mão de obra *versus* o de capital. Em um país como o Brasil, onde a mão de obra não é tão cara, vale a pena ter um processo menos automatizado, ainda que haja máquinas que façam o corte e o acabamento de forma automática. Isso, naturalmente, supondo como condição necessária o fato de que a mão de obra possa atender aos critérios acima também.

Tudo isso será levado em conta no plano detalhado de fabricação (corte) e montagem (costura) apresentado a seguir.

17. ELABORAÇÃO DOS DESENHOS DE EXECUÇÃO

Antes de iniciar o projeto de corte e costura, é necessário saber exatamente como as peças da camisa devem ser cortadas. Para isso foi feito um estudo, conversando com pessoas que têm experiência em costura, em tutoriais no site cortandocosturando.com, devidamente citado na bibliografia desse relatório e, por fim, os desenhos foram validados com a empresa produtora da Camisa, garantindo que eles sejam viáveis à produção.

Na próxima página, estão os desenhos de fabricação, no formato de corte adequado e na escala de 1:10. Os desenhos são feitos em CAD, vetorizados, portanto preparados para serem colocados no software que faz o risco para o corte do tecido, como será explicado mais a frente no presente relatório.

É necessário comentar que, nesse desenho, não este considerado o posicionamento de cada peça no tecido disponível. Isso porque, como será apresentado também neste relatório, essa alocação é mais eficiente se feita por meio de softwares especializados. Com o software, realmente ficam minimizadas as distâncias entre as peças, de forma a economizar ao máximo o tecido a ser comprado para o processo, reduzindo, também as sobras.

Esses softwares usam desenhos feitos em CAD, tais quais os que serão apresentados na próxima página.

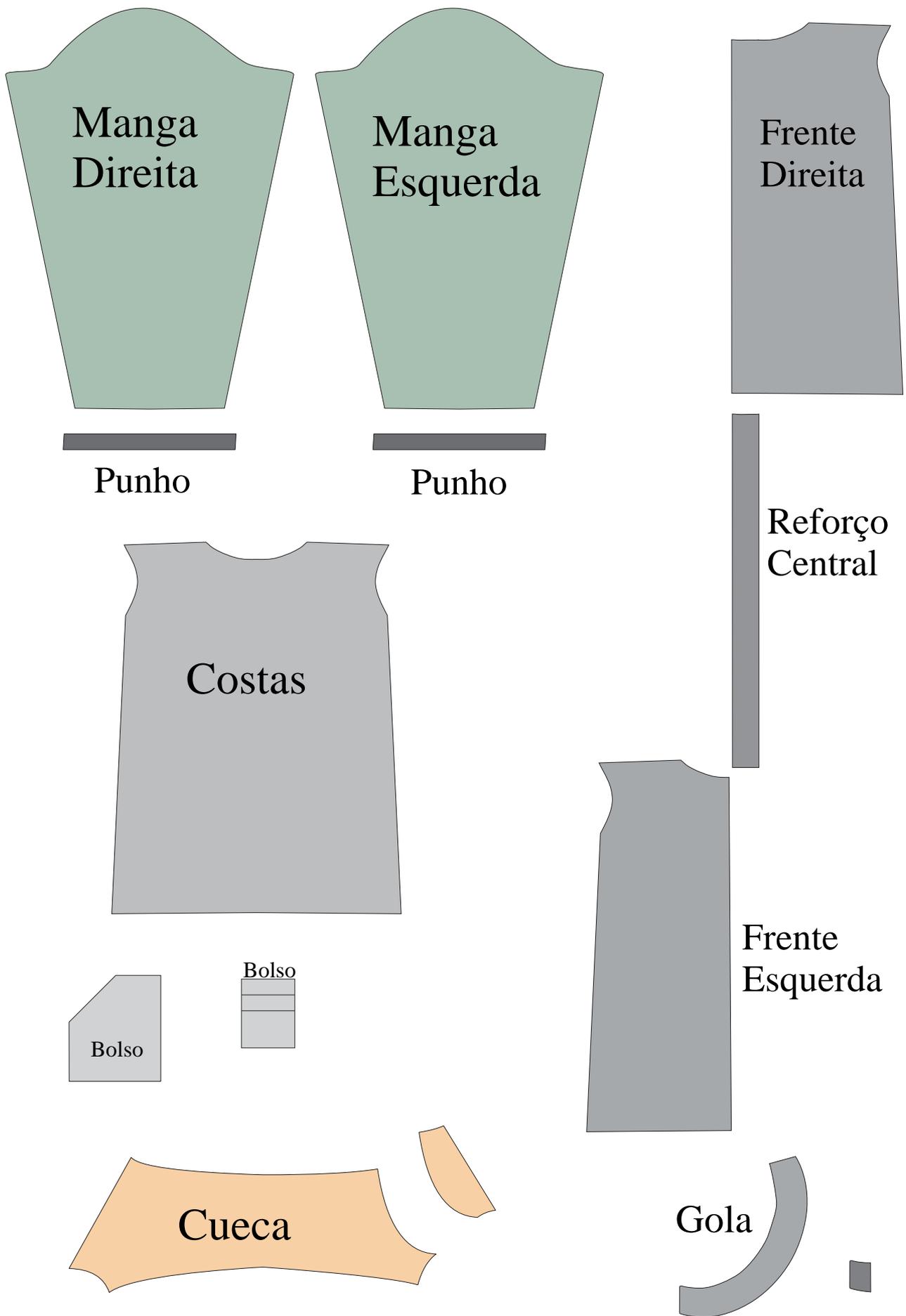


Figura 43 - Desenhos de fabricação da camisa e da cueca, escala 1:10

18. PROCESSO DE FABRICAÇÃO E MONTAGEM

18.1 Processo atual

Na etapa anterior, foi descrito de forma macro o processo de fabricação e montagem. Suas fichas de processo foram escritas, e foi determinada uma sequência geral de operações para que se confeccione uma camisa de proteção contra arco elétrico.

Nessa etapa, o processo será analisado com mais detalhes. Sua sequência foi determinada de forma **efetiva** (e não apenas macro) e as fichas anteriores foram desdobradas para Gráficos de Fluxo de Processo e esquemas de Folhas Padronizadas, que incluem incluindo o tempo necessário para cada etapa, além de operações de armazenagem, transporte, espera, e controle de qualidade. Naturalmente, nem todas as etapas descritas anteriormente foram incluídas no processo final. Por outro lado, algumas etapas ganharam detalhe em termos de máquinas necessárias, procedimentos, etc.

Foi feita também uma pequena discussão sobre distâncias, mas, por não haver dados muito precisos sobre o assunto, ela não foi tomada como foco para a prescrição do processo de fabricação e montagem. Outro ponto mencionado foi o tamanho dos lotes geralmente produzidos.

Posteriormente, será criticado o processo atual, isto é, serão analisados pontos onde podem ser feitas melhorias, e um novo fluxograma será delineado.

18.1.1. Sequência de operações e GFP

Para essa etapa do estudo, será dado destaque aos detalhamentos em relação à fase anterior do projeto, na qual foram definidas as fichas de processo. A determinação dessas alterações foi feita através de entrevista com a Sra. Maria Lúcia Amado, gerente de produção na Anta Confecções.

Antes de mais nada, um detalhe que faltava nas fichas de processo: os métodos de fixação utilizados na Anta Confecções para a montagem do enfiesto e junção do risco ao enfiesto são alfinetes e fitas adesivas. Todo o processo de enfiestagem é feito de forma manual, e esses materiais são utilizados para facilitá-lo. Nesse caso, considera-se a fita como um material consumível e os alfinetes não, ainda que alguns alfinetes se percam durante o processo produtivo.

Na parte de enfiagem e corte, foram fornecidas poucas informações sobre distâncias. O que se sabe é que os tecidos são retirados do estoque de matéria prima, e, enquanto isso, o risco é impresso em um *plotter* específico de forma que eles cheguem quase que simultaneamente à mesa de corte.

O enfiado, então, é montado de acordo com as necessidades da empresa: podem ser diversas camadas do mesmo tecido dobradas, ou misturar diferentes tecidos na mesma pilha. Os enfiados chegam a uma altura normalmente de 5 cm a 7 cm, dependendo dos tipos de tecidos enfiados.

A parte de corte ocorre como descrito na seção anterior. Informações adicionais foram obtidas sobre o espaço necessário e sobre a capacidade de se fazer o processo de forma contínua. O corte é uma operação que requer, em si, muito espaço. Na Anta, por exemplo, há doze mesas de corte, cada uma delas de 10m x 2m (e não 13m x 2m, como informado anteriormente). Além disso, o estoque em si está no mesmo galpão das mesas: nas paredes do galpão há grandes prateleiras, de 1,8m de largura e grande extensão, onde são depositados os tecidos que chegam.

Até por essa grande necessidade de espaço, as operações de risco e corte são feitas em uma planta, ao passo que a costura, a inspeção de qualidade são feitas em plantas separadas. Uma das funções do agrupamento por peças similares, feito ao final do processo de corte, é justamente essa: facilitar o transporte para a fábrica onde será feito o processo de costura.

Nessas partes do processo (ou seja, nessa planta de corte como um todo), todas as peças são processadas em grandes lotes. Foi averiguado, conforme conversa com a Sra. Maria Lúcia, gerente de produção, que um lote típico nessa fase do processo conta com cerca de 100 peças. Já na planta de costura, cada peça é trabalhada individualmente. Essas considerações serão úteis principalmente na parte seguinte do relatório, em que são considerados os tempos para fabricação do produto como um todo.

As principais diferenças descobertas através dessa entrevista estão, porém, na parte das operações de costura. Foi concluído que, na verdade, as máquinas envolvidas e a sequência de operações são um pouco distintas do que se tinha escrito no plano macro. Elas serão descritas nos parágrafos abaixo.

Antes de começar a operação de costura em si, há um setor que prepara os pedaços de peças a serem trabalhados. Esses funcionários recebem as peças que vieram da costura e separam-nas por tamanho, tipo, preparam também etiquetas, e levam cada peça para a máquina onde ela será agregada ao produto final. Essas máquinas são ditas pesadas (maquinário pesado), pois o próprio tecido a ser trabalhado é em si pesado, por causa das exigências normativas que ele tem que atender. As operações e respectivas máquinas em si são:

- A primeira operação é a de costura reta. Nessa etapa são feitos processos de preparação para as peças como costas, bolsos, gola, carcela (reforço na manga antes dos punhos) e punhos.

- Depois, a camisa vai para a máquina fechadeira, que fecha ombros, manga e laterais. Em alguns casos, quando as máquinas fechadeiras estão todas ocupadas, essas camisas podem ser fechadas nas máquinas de interloque / overloque (a mesma máquina faz ambos os tipos de costura).

- Com as principais partes já unidas, a camisa volta para a máquina de costura reta, que prega gola, colarinho, etiquetas e faz a barra da camisa.

- O último passo é passar pelo setor de acabamento, que conta com as máquinas caseadeira – que faz as casas para os botões; botoneira – que prega os botões; e travete – que faz os reforços em bolsos e passadeiras e calças, principalmente.

- A parte de overloque e interloque, que havia ganhado destaque no relatório anterior, não foi incluída no roteiro pela Sra. Maria Lúcia. Segundo o apurado, são operações mais gerais de costura, mas não tão necessárias na confecção de vestimentas de trabalho. Isso porque o próprio tecido a ser trabalhado já tem características de tecido “pesado”, que dispensa esse tratamento. Além disso, o acabamento interno é mais importante em roupas a serem vendidas em varejo, por isso o overloque não é tão importante nesse caso. O interloque só é usado, como citado, para fazer o fechamento de algumas peças.

Naturalmente, a escolha de processos de costura varia de confecção para confecção. Nesse caso específico, o importante é obedecer à norma, em suas exigências ignífugas (resistência a chamas) e de resistência a calor.

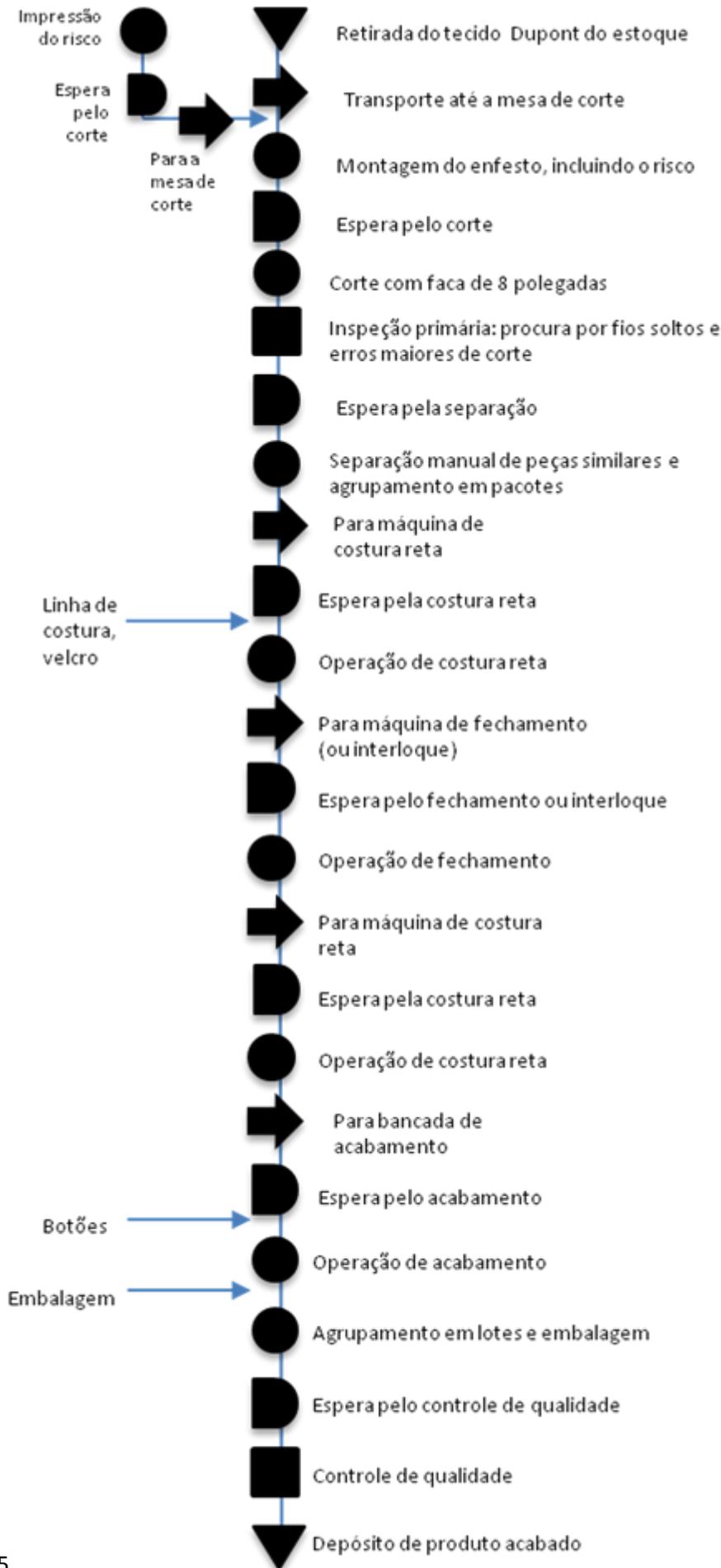
Todas essas operações de costura são feitas em um grande galpão, dividido em grandes áreas funcionais, cada uma com máquinas do mesmo tipo. As costureiras ficam geralmente cada uma em uma bancada separada de 1,5m por 1m.

Pelo trabalho ser feito em grande velocidade por cada uma das costureiras, não é tão raro que ocorram erros de costura. Para corrigir esses erros, duas supervisoras circulam pelo galpão em busca de erros de costura, e oferecendo também suporte às costureiras em eventuais dificuldades. O objetivo é prevenir erros de acontecerem e, caso eles aconteçam, tentar corrigi-los o mais próximo de sua fonte possível, para diminuir o custo com retrabalhos e rejeitos posteriormente.

Quando as peças estão prontas, elas são agrupadas em lotes, e cada lote é submetido ao controle de qualidade, que pode aprovar ou impedir sua expedição. Esse processo é detalhado melhor na parte do relatório que especifica o plano de controle e correção.

Abaixo é mostrado, portanto, o Gráfico de Fluxo de Processo em Ramos para o produto atual, incluindo todas as operações, transportes, esperas, inspeções e atrasos presentes nesse fluxo. Todas as matérias-primas utilizadas nesse processo estão incluídas na BOM (*Bill of Materials*) apresentada na seção anterior deste relatório.

Fluxograma de ramos para o processo atual de corte e costura da camisa de proteção contra arco elétrico.



18.1.2. Tempos de operação e esquema de Folha Padronizada de GFP

Além da sequência das operações em si, foi determinado o tempo para as diferentes etapas produtivas. Estes tempos foram obtidos, também, através de entrevista com a Sra. Maria Lúcia Amado, gerente de produção da Anta Confecções.

É importante notar que, como descrito acima, as unidades a serem trabalhadas em cada uma das etapas são distintas. Isto é, para as operações de Risco, Enfesto, Corte e Separação por peças similares (agrupamento para transporte), feitas em uma planta, considera-se um lote de 100 peças (em geral). A título de curiosidade, foi feita uma divisão dos tempos das 100 peças para obter uma média para uma peça. Esse número serve apenas para ter-se uma noção do consumo de tempo, mas tem pouco significado na prática.

Tabela 13 - Tempo de Operação para lotes de 100 peças na planta de corte

OPERAÇÃO	TEMPO PARA 100 PEÇAS	NÚMERO DE OPERADORES	TEMPO PARA UMA PEÇA
Risco	20 minutos	1 pessoa	12 segundos
Enfesto	30 minutos	2 pessoas	18 segundos
Corte	20 minutos	1 pessoa	12 segundos
Agrupamento de peças similares	5 minutos	2 pessoas	3 segundos
TOTAL	1 hora e 15 minutos		45 segundos

Quando as peças chegam na planta de costura, elas passam a ser tratadas individualmente – exceto na parte de agrupamento em lotes para embalagem, expedição e controle de qualidade. Como citado anteriormente, nessa fábrica as camisas vão passando pelas diferentes estações de costura com máquinas similares: costura reta, fechadeira (ou interloque) e acabamento (caseadeira, botoneira, travete).

Abaixo vamos passar todo o processo para confeccionar uma camisa, em tempo para uma peça. É destacado também o “centro” (máquina) no qual cada parte do processo é desempenhada. Algumas terminologias podem não

ser tão óbvias por serem parte do jargão da área têxtil, mas o mais importante nesse caso é ter uma visão da sequência de operações e o tempo que elas consomem, e não se aprofundar demais em cada operação de costura em si.

Tabela 14 - Tempo de operações de costura para uma camisa, feitas na planta de costura.

Máquina	Operação	Tempo de Operação
Reta	Embainhar o pé de gola	12
Reta	Fechar gola	28
Reta	Rebater gola	27
Reta	Pregar pala dupla costas	20
Reta	Rebater pala nas costas	15
Reta	Fazer frente bolso	23
Reta	Fazer tampa bolso	23
Reta	Pregar velcro bolso	17
Reta	Pregar bolso	47
Reta	Pregar tampa de bolso	48
Reta	Embainhar punho	18
Reta	Fechar punho	95
Reta	Rebater punho	47
Reta	Embainhar carcela	19
Reta	Pregar carcela	37
Reta	Travar costas	14
Fechadeira ou interloque	Fechar ombro	28
Fechadeira ou interloque	Pregar manga	27
Fechadeira ou interloque	Fechar lateral	66
Reta	Montar etiqueta	07
Reta	Pregar gola	38
Reta	Fazer barra da camisa	40
Reta	Unir colarinho	34
Reta	Rebater meio colarinho	14
Caseadeira	Fazer casas dos botões	35
Botoneira	Unir botões à camisa	56
Travete	Reforçar bolsos	27
	TOTAL	14 minutos, 22 segundos

Assim, para o conjunto de operações, foi feito um esquema de ficha em folha padronizada, conforme é mostrado na página abaixo. Ela já inclui os tempos de operação, com a indicação do tamanho do lote em cada caso.

Esquema de GFP do processo atual em folha padronizada, dando destaque ao fluxo principal, incluindo tempos de

Tempo	Símbolo	Operação
		Retirada do tecidos DuPont do estoque
20 ' (100 peças)		Transporte até a mesa de corte . Enquanto isso há a operação de risco.
30 ' (100 peças)		Montagem do enfiesto, incluindo o risco
		Espera pelo corte
20 ' (100 peças)		Corte com faca de 8 polegadas
		Inspeção primária: procura por fios soltos e erros maiores de corte
		Espera pela separação
5 ' (100 peças)		Separação manual de peças similares e agrupamento em pacotes
		Para máquina de costura reta
		Espera pela costura reta
8'10" (1 peça)		Operação de costura reta
		Para máquina fechadeira (ou interloque)
		Espera pela máquina fechadeira (ou interloque)
2' 01" (1 peça)		Operação de fechamento de mangas, laterais e ombros
		Para máquina de costura reta
		Espera pela costura reta
2'13" (1 peça)		Operação de costura reta
		Para bancada de acabamento
		Espera pelo acabamento
1' 58" (1 peça)		Operação de acabamento (máquinas caseadeira, botoneira e travete)
10 ' (100 peças)		Agrupamento em lotes e embalagem
		Espera pelo controle de qualidade
20 ' (100 peças)		Controle de qualidade
		Depósito de produto acabado
1h45min (100 peças) + 14min22seg (1 peça)	24 passos	TOTAL

18.1.3. Críticas ao processo atual

Com o processo atual já bem descrito, parte-se às críticas dele e análise de possíveis melhorias para o processo que será utilizado para o novo produto. Somando todas as etapas do GFP desenhado anteriormente, chegamos ao seguinte total por tipo de fase. Note-se que somando os números dessa tabela temos 25 etapas (e não 24, como mostrado na tabela), pois a operação de transporte de tecidos simultânea à operação de impressão do risco foi considerada como uma etapa na Folha Padronizada e como duas para a análise a seguir.

Tabela 15 - Total de etapas no GFP da camisa de proteção contra arco elétrico

TOTAL DE ETAPAS					
	9	5	2	7	2

Como se conhece do projeto de processos, para minimizar os tempos e distâncias percorridos, busca-se diminuir os números de etapas de transporte, inspeção, *delay*, e estoques. Analisando cada um deles em si:

- O número de estoques já pode ser considerado mínimo. Não há estoques intermediários, pelo menos não de maneira formalizada. Isto é, todos os produtos em processo estão em etapas de *delay*. Assim, os únicos estoques são o inicial e o final.

Eliminá-los, segundo análise do grupo, é inviável, pois demandaria esquemas produtivos e logísticos avançadíssimos. Assim, nosso foco estará em outras partes do processo.

- O número de controles de qualidade, 2, também parece adequado. Um deles fica ao final da etapa de corte, e outro ao final de todo o processo. Nessa análise, a inspeção simultânea ao processo de costura não foi contabilizada, pois não é um processo que em si consuma algum tempo da linha de produção, e, portanto, pode ser visto mais como uma função de suporte do que de controle de qualidade em si.

A decisão pelos dois controles existentes (e pelo suporte à costura) parece inteligente, pois demanda menores esforços de retrabalho. Isso porque, se uma peça teve algum problema de corte ou costura, ela já será retrabalhada em sua própria área, sem “aumentar” o problema através da fabricação de um produto defeituoso.

Portanto, nossos esforços se focarão na minimização de dois passos: transportes e esperas.

Verifica-se que, atualmente, há 5 operações de transporte e 7 de espera. Isso causa grande aumento de *lead time* para o produto, portanto são etapas que devem ser minimizadas.

Naturalmente, otimizar esse conjunto de operações requer um estudo mais aprofundado, relacionado à organização do trabalho, máquinas e ferramental, projeto de fábrica, prioridades e restrições de custos, estratégia da Anta Confeções, entre outros. Porém, para fins prescritivos, pode-se delinear um novo processo que, ao menos para a camisa de proteção contra arco elétrico, seja mais eficiente e tente enfrentar esse excesso de operações de transporte e espera existentes.

18.2. Processo proposto

18.2.1. Sequência de operações e GFP

Duas partes principais podem ser mudadas no processo: a primeira se refere a um avanço técnico, e a segunda está envolvida com as críticas acima e uma mudança mais direta no processo em si.

- Sobre o avanço técnico: a proposta é mudar o processo de corte, substituindo a forma manual por máquinas de corte automático. Esse tipo de máquina já existe e está disponível para compra. Vamos usar como exemplo a máquina AudacesNeocut, que será mais bem descrita em termos técnicos na parte seguinte do relatório.

Ela tem diversas vantagens em relação ao corte manual: maior precisão e velocidade, o processo de impressão do risco deixa de ser necessário, economia de espaço, maior produtividade, etc.

É possível ainda associá-la a uma máquina que monta o enfiado também de forma automática, mas não nos aprofundaremos demais nessa máquina enfiadeira por acreditarmos que a máquina de corte automático traz mais benefícios para o processo, e investir em ambas requereria grande dispêndio de capital.

Sobre a máquina de corte em si: há um terminal de computador instalado nela, que recebe como *inputs* o programa em CAD com o risco (por

CD, *pen drive*, *wireless*...), a quantidade de peças necessárias e o tipo de tecido a ser cortado.

Quando o enfiado é montado nessa nova mesa de corte (manualmente ou com a máquina enfiadeira), essa máquina de corte coloca o tecido sob tensão, de forma a deixar o corte ainda mais preciso.

Essa tecnologia não é exclusiva de países onde a mão de obra é muito cara – no Brasil já há várias confecções têxteis grandes que a utilizam, além de fábricas que confeccionam bichos de pelúcia, bancos de carro, entre outros. Na Anta mesmo já está sendo estudada a possibilidade de compra dessa máquina, pois a demanda da confecção como um todo tem sido grande e eles não têm dado conta. Porém, há diversos fatores a serem considerados.

O tamanho dos lotes é um deles. A máquina corta cerca de 500 a 1000 unidades de uma numeração. Considerando que os lotes atuais são de cerca de 100 peças, seria necessário fazer um estudo de replanejamento de produção. Para cortar um número de peças pequeno, não vale a pena utilizar a máquina. Assim, há de se ponderar questões de espaço, estoques, etc.

A título de exemplo, foi-nos informado pela sra. Maria Lúcia que, para cortar 1000 calças, manualmente, leva-se duas horas. Com a máquina, esse tempo cai para 30 minutos. Por um lado isso mostra um grande potencial de aumento de produtividade. Por outro, pensando que cada máquina custa cerca de R\$600 mil (informação também obtida com a Sra. Maria Lúcia), fica clara a necessidade de se planejar uma boa utilização desse recurso.

- Sobre o avanço do processo em si / metodológico: como citado, o objetivo é reduzir a necessidade de operações de transporte e espera desnecessários. Para tanto, a ideia é reconfigurar o esquema de produção na planta de costura.

O plano seria, então, mudar a configuração física as operações de costura. Uma ideia possível seria organizar as máquinas de costura em células de manufatura, segundo linhas (famílias) de produtos.

Para o processo de manufatura da camisa de proteção contra arco elétrico, isso seria muito benéfico: uma célula ou mesa integrada de costura, se bem planejada e coordenada, poderia eliminar as operações de transporte e espera entre as máquinas de costura. Apesar de as distâncias desses transportes e os tempos dessas esperas não terem sido quantificados

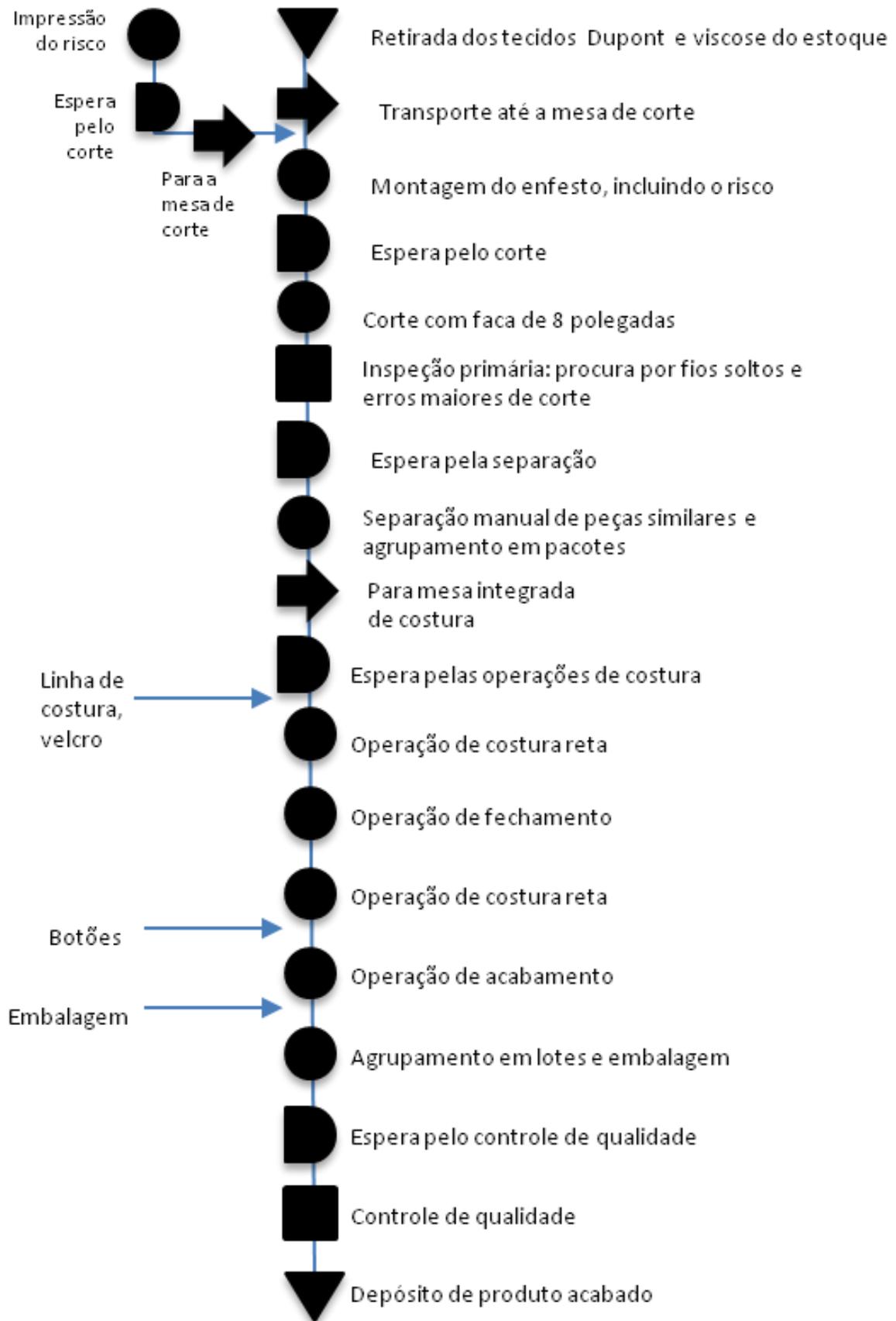
exatamente, pois são relativamente variáveis – a espera depende da programação da produção; as distâncias, de qual máquina dentro da área funcional receberá as peças – ficou claro nas conversas com os funcionários da empresa que são pontos que prejudicam bastante o processo.

Assim, três operações de transporte e três de espera podem ser eliminadas. Novamente, é importante destacar que essa alteração deve passar por um estudo mais detalhado, levando em conta curvas ABC (Diagrama de Pareto) com os principais produtos costurados pela empresa, estrutura de custos da Anta, ambições estratégicas, entre outros fatores importantes.

É importante ressaltar que, na área de costura, não foi avaliada como necessária a compra de novas máquinas, pois o processo já é julgado como eficiente, e, além disso, as operações de costura de forma geral são feitas manualmente nas confecções brasileiras.

Abaixo está um Gráfico de Fluxo do Processo (GFP) em ramos com a sequência de etapas para o novo processo proposto.

Fluxograma de ramos para o processo proposto de corte e costura da camisa de proteção contra arco



18.2.2. Tempos de operação e esquema de folha padronizada

Para determinar os tempos de operação para esse novo processo, foram tomados como referência alguns parâmetros: primeiro, o tempo de corte caiu para $\frac{1}{4}$ do que se tinha antes, pelas características da máquina de corte. Já os outros processos tiveram seus tempos acrescidos, pela necessidade de se trabalhar com o tecido da cueca, botões da cueca, forro da camisa, entre outros.

Nesse novo esquema de GFP, os tempos para operação foram estimados, sempre tomando como base o que se tinha estabelecido na parte anterior do relatório (ou seja, no processo atual).

Como se pode notar através da análise do esquema de GFP em folha padronizada representado abaixo, o tempo de produção aumentou como um todo. A parte feita na planta de corte demora o mesmo. Isso porque a maior velocidade da máquina é compensada com um aumento da demora para enfestar, já que mais tecido terá que ser adicionado ao enfesto. Já a parte de risco demora aproximadamente o mesmo tempo, já que sua operação agora dispensa a parte da impressão, mas envolve o desenho em CAD de mais peças, programação da máquina, etc.

Já a parte de costura, apesar de precisar de mais tempo em operações, conforme se nota abaixo, deve ficar mais rápida no cômputo geral. Isso porque a eliminação de tempos de espera e transporte consegue compensar o período maior de manufatura, necessário pelo fato de o novo produto ser mais complexo que o anterior.

A seguir é apresentado, portanto, o esquema de GFP em folha padronizada para o novo processo.

Esquema de GFP do processo proposto em folha padronizada, dando destaque ao fluxo principal, incluindo tempos de operação.

Tempo	Símbolo	Operação
		Retirada dos tecidos Dupont e viscoso do estoque
20 '(100 peças)		Transporte até a mesa de corte . Enquanto isso há operação de risco.
45 '(100 peças)		Montagem do enfiesto, incluindo o risco
		Espera pelo corte
5 '(100 peças)		Corte com máquina de corte
		Inspeção primária: procura por fios soltos e erros maiores de corte
		Espera pela separação
5 '(100 peças)		Separação manual de peças similares e agrupamento em pacotes
		Para mesa integrada de costura
		Espera pelas operações de costura
9' (1 peça)		Operação de costura reta
2' 30" (1 peça)		Operação de fechamento
2' 30" (1 peça)		Operação de costura reta
3' (1 peça)		Operação de acabamento
10' (100 peças)		Agrupamento em lotes e embalagem
		Espera pelo controle de qualidade
20' (100 peças)		Controle de qualidade
		Depósito de produto acabado
1h45min (100 peças) + 17 min (1 peça)	18 passos	TOTAL

19.ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA DAS MÁQUINAS, FERRAMENTAS E DISPOSITIVOS

Usando como base o plano do processo de fabricação e montagem, foram elencadas as máquinas e equipamentos que serão utilizadas em diferentes pontos da manufatura. Ao passo em que naquela etapa foram apenas listados quais seriam os tipos de equipamentos, agora serão delineadas as especificações técnicas de cada um deles.

Naturalmente, nem todos foram descritos com grande detalhamento. O nível de detalhes está relacionado às informações disponíveis; ao quão estratégico é determinado item (nesse caso máquina ou ferramenta) para a empresa; e a quão detalhada precisa ser essa especificação.

19.1. Computador integrado com programa CAD e plotter (impressora especial) para risco.

O computador não chega a ser um item em si estratégico. Sua única necessidade especial é ter capacidade de processamento suficiente para rodar o programa CAD que gerará o desenho do risco.

Já o programa e o *plotter* podem ser de tipo comum ou específico para aplicação em confecções têxteis. Recomenda-se, porém, que se use software e plotter dedicados a tal finalidade. No caso do software, aplicações específicas podem ajudar no encaixe do risco, se utilizando da ferramenta de encaixe inteligente ou automático. Isso significa que, entrando no programa dados sobre as dimensões e quantidades das peças que se quer cortar, o próprio software gera o risco, pronto para ser impresso. Esse risco pode ser um pouco mais folgado, como mostra a figura abaixo, indicando um processo de corte manual, que requer mais tolerância nos espaços entre as peças; ou mais apertado, como mostra a segunda figura, indicando o uso de máquina de corte automática.

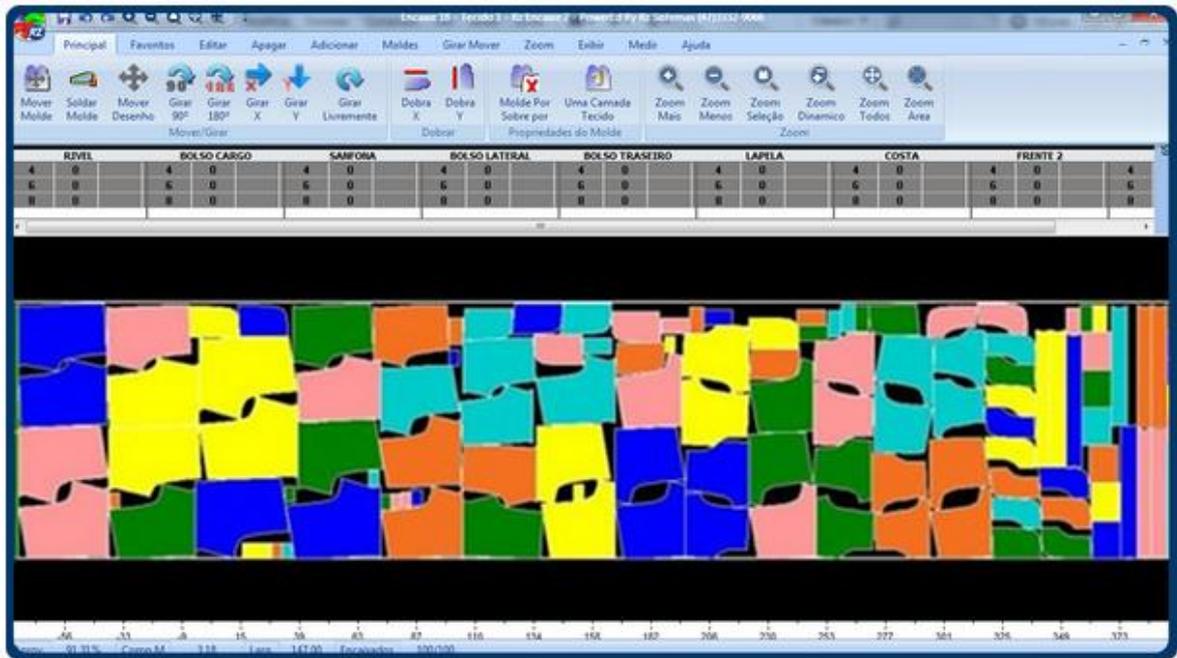


Figura 44 - Exemplo de encaixe automático mais “folgado” feito em software de CAD especializado

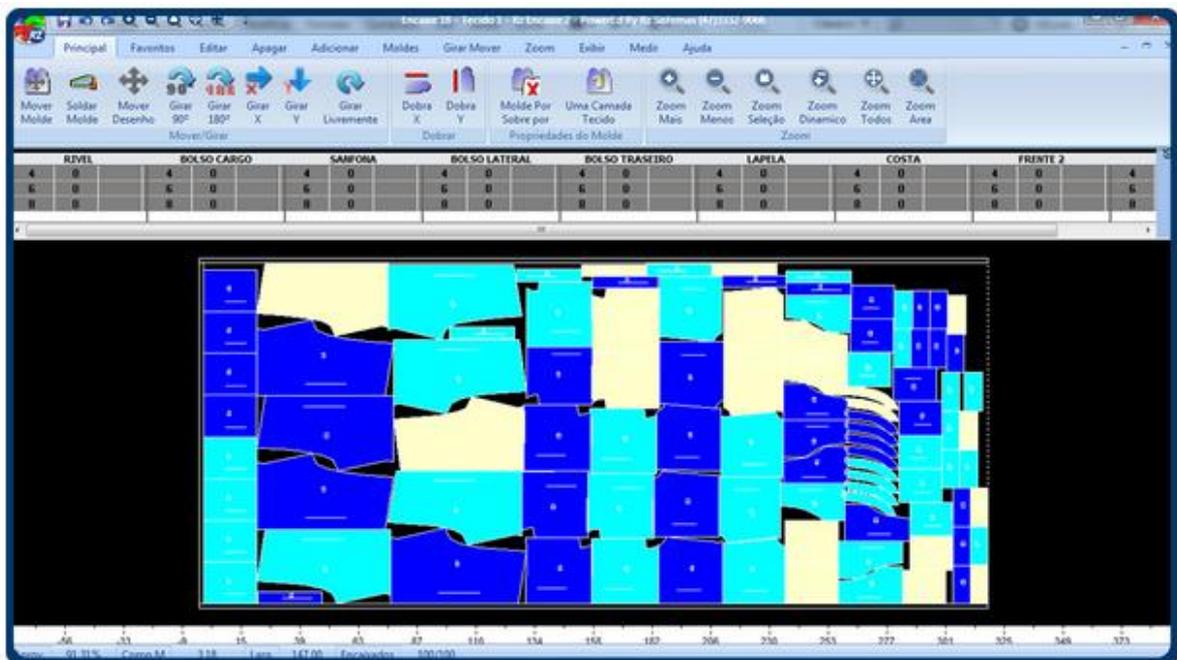


Figura 45 - Exemplo de encaixe automático mais "apertado" feito em software de CAD especializado

O plotter apresentado abaixo também tem finalidade têxtil. A vantagem disso é poder oferecer maior área (largura) de impressão. Ao passo que plotters comuns, de engenharia ou arquitetura, imprimem em larguras de no máximo aproximadamente 1 metro, os plotters têxteis chegam a mais de dois metros de

largura. Como, no caso da Anta Confecções, os rolos de tecido chegam com largura de 1,6 m, o ideal é que a impressora possa se adequar a essa realidade, podendo imprimir o risco com o tamanho adequado.



Figura 46 - Plotter RzTextil Jet 185 para impressão de risco

19.2 Aparelhos de corte

Como citado na parte anterior, o processo de corte é feito em uma mesa de corte de 13 m de comprimento por 2 m de largura.

Para a montagem do enfesto, utiliza-se a sobreposição de camadas de tecido, que são agrupados entre si e ligados ao risco através de duas formas de fixação principais: alfinetes e fita adesiva. Esses itens não merecem grande atenção por serem secundários e de fácil reposição no mercado.

O que precisa de mais detalhamento é a ferramenta de corte utilizada atualmente: faca de 8 polegadas (medida de tamanho vertical da faca), geralmente utilizada em 220V, com afiador automático, 3400 rpm, consumo de 4.4 Amperes, com peso de cerca de 15kg.



Figura 47 - Exemplo de faca de 8 polegadas, marca Zoje modelo ZJ-3

O processo de corte pode ser muito aprimorado com a utilização de uma máquina de corte automática. Um aparelho como a AudacesNeocut A20, mostrado abaixo, pode diminuir o tempo e aumentar a precisão do corte, graças à automatização de suas ferramentas. Ela funciona com integração com diferentes programas CAD, que a fazem operar de forma análoga a uma máquina de controle numérico. Também, graças a esse controle, é necessário apenas fazer o projeto do risco, porém não há a necessidade de efetivamente imprimi-lo, pois essas linhas serão o que guiará a máquina.

Abaixo é indicada a especificação técnica apenas da máquina de corte. Para empresas maiores, é possível fazer integração com mesas e máquinas específicas para o processo de enfiesto, trazendo ainda mais velocidade para a produção.

Especificações técnicas: AudacesNeocut A20

Altura de corte: Versões para até 5 e 7 cm de enfiesto comprimido;

Especificação elétrica: Trifásico 380v 50/60 Hz;

Especificação pneumática: 150 l/min (6 bar);

Comunicação: Ethernet / Wireless;

Velocidade máxima de corte: 60 m/min;

Ruído: menor que 80 dbA;

Consumo médio de energia: 10 kW;
Peso aproximado: 3.500 kg;
Medidas (em metros): até 2,10 X 2,10.

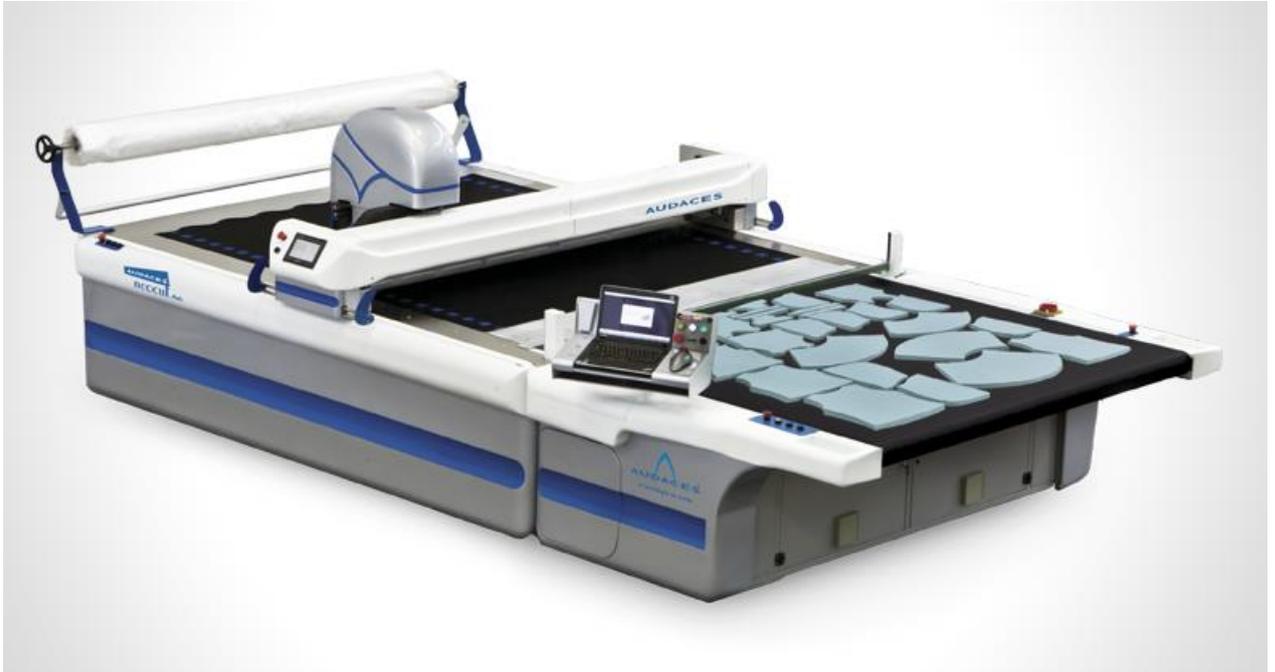


Figura 48 - Máquina de corte automático AudacesNeocut A20

19.3 Máquinas de costura

As máquinas de costura escolhidas também são de importância crucial para o processo, uma vez que delas dependem toda a qualidade do acabamento final, bem como o nível de confiabilidade e produtividade do processo como um todo.

Abaixo, detalhamos as principais máquinas de costura necessárias para cada etapa da produção.

19.3.1 Máquina de costura do tipo overloque e interloque



Figura 49 - Máquina de InterloqueKansai - UK - 1116H

Para as necessidades gerais de costura ao longo do processo, o grupo selecionou a máquina de costura overloque e interloqueKansai - UK - 1116H. Bastante moderno, o modelo permite costuras precisas e com grande

segurança, uma vez que apresenta o mecanismo da agulha completamente fechado.

As principais especificações técnicas da máquina estão relacionadas abaixo:

Mecanismo: tipo fechado

Agulhas: 2

Mecanismo de baixo ruído e baixa vibração

Refrigerador de agulhas embutido

19.3.2 Máquina de costura reta

O outro tipo básico de máquina de costura a ser utilizada no processo de fabricação é o de costura reta. Neste caso, o grupo selecionou o modelo DDL8700 da marca Juki, especificamente a versão H, voltada para tecidos grossos e pesados. As principais especificações técnicas do modelo estão relacionadas na Tabela 16.



Figura 50: Máquina de costura reta Juki DDL8700H

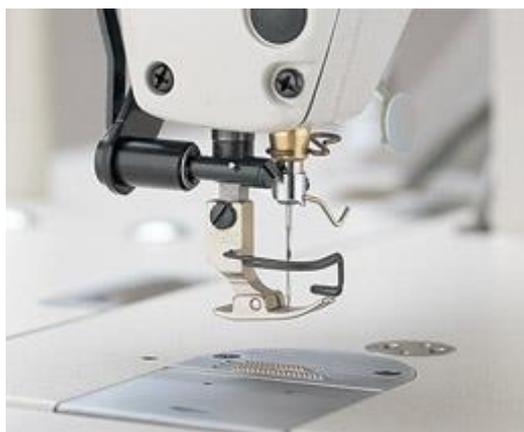


Figura 51: Detalhe da agulha

Tabela 16 - Especificações técnicas da máquina de costura reta

Modelo	DDL-8700-7	DDL-8700A-7	DDL-8700H-7
Aplicações	Peso médio		Peso pesado
Velocidade máxima de costura	5,000pontos/min	4,000pontos/min	
Comprimento máximo de costura	4mm	4mm	5mm
Acionamento da máquina	Com Joelho: 13mm		Com Joelho: 13mm
Agulha	DBx1 (#14) #9~#18,134 (Nm90)		DBx1 (#21) #19~#23, 134 (Nm130)

19.3.3 Máquina fechadeira (fecha mangas , ombros)

Para o trabalho de fecho de mangas e ombros, é necessário um tipo específico de máquina de costura. Neste caso, o grupo selecionou o modelo Juki MS1261-7, projetado especificamente para esta finalidade.



Figura 52 - Máquina de costura Juki MS1261-7



Figura 53: Detalhe da agulha

Tabela 17 - Especificações técnicas

Modelo	MS-1261M/(with V045)	MS-1261/(with V045)
Aplicações	Peso médio a pesado	Peso extra-pesado
Velocidade máxima de costura	3,600pontos/min	
Comprimento máximo de costura	5.6mm (7/32")~9.6mm (3/8")	
Acionamento da máquina	1.4~4.2mm	
Agulha	UY128GAS-NY (#19) #16~#22 UY128GAS (Nm120) Nm100~Nm140	UY128GAS-NY (#21) #16~#22 UY128GAS (Nm130) Nm100~Nm140

19.3.4 Máquina caseadeira

Para a confecção de casas para botões nas peças, o grupo selecionou a máquina caseadeira Juki LBH780, cujas especificações técnicas estão abaixo detalhadas.



Figura 54 - Máquina caseadeira Juki LBH780



Figura 55 - Detalhe da agulha

Tabela 18 - Especificações técnicas

Modelo	LBH-780
Velocidade máxima de costura	3,600sti/min
Altura maxima da agulha	Max. 12mm
Número de pontos	54~345 (by gear-change method)
Comprimento da casa do botão	6.4~38.1mm
Agulha	DPx5 #11J, 134 Nm75

19.3.5 Máquina botoneira (costuradeira de botões)

Para a costura dos botões, o grupo levantou a máquina Botoneira modelo Juki MB1377, cujas especificações técnicas estão abaixo descritas.



Figura 56 - Máquina botoneira Juki MB1377



Figura 57 - Detalhe da agulha

Tabela 19 - Especificações técnicas

Modelo	MB-1373	MB-1377
Velocidade máxima de costura	1,500 pontos/min	
Número de pontos	8, 16, e 32 pontos	
Tamanho de alimentação (alimentação transversal)	2.5~6.5mm	
Tamanho de alimentação (alimentação longitudinal)	0~6.5mm	0~4.5mm
Formato da costura	コ、X、-	
Tamanho do botão	φ10~28mm (profundidade do botão: 1.8~3.5mm)	
Agulha	TQx1 (#16) #14~20	

19.3.6 Máquina travete

Finalmente, para reforços gerais na costura, o grupo selecionou a máquina travete modelo Juki LK 1900, voltada exclusivamente para esta finalidade. Suas principais especificações técnicas estão listadas abaixo.



Figura 58 - Máquina travete modelo Juki LK 1900



Figura 59 - Detalhe da agulha

Modelo	LK-1900AHS	LK-1900AWS
Aplicação	Peso pesado	Peso extra-pesado
Área de costura	30mm (L)x40mm (P)	
Velocidade máxima de costura	3,000pontos/min	
Comprimento máximo de costura	0.1mm~10mm (passo de 0.1)	
Agulha	DPx17 (#21)	
Número de padrões básicos	50 padrões	
Número de padrões que podem ser configurados	200 padrões (podem ser acrescentados até 150 padrões novos)	

20. FMEA (FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS)

Abaixo é apresentado o FMEA para o processo de fabricação da camisa de proteção contra arco elétrico. Depois dele é apresentado o FMEA feito para o produto em si. Alguns comentários são válidos para essa etapa do desenvolvimento do produto:

- Quanto ao FMEA do processo: o FMEA foi feito com relação ao processo atual de produção da camisa de proteção contra arco elétrico. Entre as sugestões de melhorias, encontram-se a compra de equipamentos que podem ajudar nas etapas de montagem do enfiado e de corte das camisas. Essas alternativas foram descritas melhor na seção *Processo Proposto* desse relatório.

Naturalmente o processo feito com esses novos equipamentos também mereceria um FMEA em si. Porém, como ainda não se conhece de fato sua operação, um possível FMEA do novo processo teria pouca base em fatos e mais em suposições. Por isso, o FMEA foi feito somente com base no processo atual.

- Quanto ao FMEA do produto: pode-se considerar esse produto como sendo de operação relativamente simples. Por ser um produto têxtil, não há muitos Sistemas, Subsistemas e Componentes cuja atuação seja dependente de outros SSCs, isto é, o funcionamento da camisa não depende de interações complexas.

Essa “falta de complexidade”, no entanto, não impede que seja feito um FMEA do produto. Suas falhas, nesse caso, serão analisadas como possíveis defeitos em seus componentes. Isso ajudou o grupo a pensar de forma mais detalhada sobre o projeto da camisa em si, buscando soluções que talvez alterem a forma final do produto. Um exemplo é a utilização de velcro como forma de fechamento da camisa como um todo, porque uma descostura de um pedaço de velcro tende a expor menos um operário do que a perda de um botão.

Todas essas possíveis falhas e sugestões são apresentadas nos FMEAs abaixo. É interessante notar que, ao final de cada FMEA, foi calculada a possível melhora da soma dos NPRs (números de prioridade risco) se tomadas todas as ações recomendadas. Claro que a adoção dessas medidas depende de um estudo mais aprofundado sobre sua viabilidade e sobre os interesses da empresa.

FMEA - Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos

<input type="checkbox"/> Produto		Produto		Cliente	Duráveis				Número do estudo: 1						
<input type="checkbox"/> Processo		Processo	Camisa de proteção contra arco elétrico	Elaboração	jun/13				Elaborado por: Equipe abaixo						
		Ano/ modelo	2013	Próxima revisão	jun/13				Estudo anterior: Inexistente						
Equipe: André Bain, Barbara Moral, Daniel Schiller, Gustavo Castro, Raphael Domenico															
Item	Componente / processo		Falha potencial		Gravidade	Causa (s) da falha	Ocorrência	Controles atuais	Detecção	NPR	RESULTADOS DA AÇÃO				
	Nome	Função	Modo	Efeito (s)							Ações desenvolvidas	Gravidade	Ocorrência	Detecção	NPR
1	Montagem e impressão	Servir como molde para o corte	Falha nos computadores	Atraso na impressão Aumento do	5	Falta de energia Outros	4	Nenhum	3	60	Comprar no-breaks / manutenção	2	3	3	18

	o do risco			lead time		problemas técnicos					preventiva nos Computadores				
			Falha no plotter	Atraso na impressão Aumento do lead time	5	Falta de energia Falta de tinta ou papel Outros problemas técnicos	6	Nível de papel e tinta: informados pela impressora	4	120	Manter estoques atualizados Manutenção preventiva	5	4	4	80
			Risco mal montado	Desperdício de material	8	Falta de programa CAD	4	Revisão visual do risco	4	128	Comprar e atualizar programa CAD	4	1	6	24
			Risco mal montado	Peças serão cortadas em formato errado	8	Falta de habilidade do operador	2	Revisão visual do risco	7	112	Capacitar operadpres e revisores	6	2	5	60
2	Montagem do enfesto	Montar pilha de tecidos a serem cortados	Tecidos ficam instáveis	Imprecisões no corte	7	Má utilização de métodos de montagem e fixação	3	Inspeção visual	7	147	Usar máquina de enfestar	3	2	5	30

			Tecidos ficam instáveis	Imprecisões no corte	7	Má utilização de métodos de montagem e fixação	3	Inspeção visual	7	147	Revisão mais rigorosa	7	2	5	70
			Utilização do tecido errado	Desperdício do corte	10	Erro humano: escolha errada de matéria prima	1	Nenhum	2	20	Nenhuma	10	1	2	20
			Fixação errada do risco	Desperdício de partes do material / atraso na produção / necessidade de retrabalho	6	Métodos de fixação ruins / má utilização dos mesmos	5	Inspeção visual	6	180	Aprimorar métodos e dispositivos de fixação	4	3	6	72
3	Corte do tecido	Separar os componentes do produto em partes a serem costuradas	Corte fora do risco	Desperdício de partes do material / atraso na produção / necessidade de retrabalho	6	Desatenção do operador	2	Inspeção visual	4	48	Nenhuma	6	2	4	48

			Corte fora do risco	Desperdício de partes do material / atraso na produção / necessidade de retrabalho	6	Desatenção do operador	2	Inspeção visual	4	48	Comprar máquina de corte	1	2	4	8
			Corte ineficiente	Demora no corte / tecidos mal acabados	4	Ferramentas mal afiadas	3	Nenhum	7	84	Manutenção preventiva frequente	4	2	5	40
			Corte ineficiente	Demora no corte / tecidos mal acabados	4	Ferramentas mal afiadas	3	Nenhum	7	84	Comprar máquina de corte	1	3	6	18
4	Costura dos tecidos e partes extras (velcros, botões)	Unir as diferentes partes da camisa. Montar o produto	Costura mal acabada (espec. overloque e interloque)	Peças desfiam: ruim para a imagem da empresa	5	Erro de costura na parte de overloque	3	Supervisoras observando os produtos da costura + inspeção por amostragem	3	45	Nenhuma	5	3	3	45

Buracos na costura	Usuário fica exposto aos riscos do arco elétrico	8	Erro na parte de costura reta, fechadeira	2	Supervisoras observando os produtos da costura + inspeção por amostragem	3	48	Nenhuma	8	2	3	48
Problemas com os botões	Perda de propriedades da cueca	5	Erro na parte das máquinas caseadeira e botoneira	2	Supervisoras observando os produtos da costura + inspeção por amostragem	3	30	Nenhuma	5	2	3	30
Problemas com os reforços	Insatisfação dos usuários, impressão de produto mal acabado	4	Erro no reforço feito na máquina travete	2	Supervisoras observando os produtos da costura + inspeção por amostragem	3	24	Nenhuma	4	2	3	24

5	Inspeção final do produto	Garantir a qualidade das peças produzidas	Falha na inspeção de qualidade	Peças não saem conformes com as necessidades dos cliente; lotes devolvidos	7	Desatenção aos métodos de CQ	3	Nenhum	4	84	Treinamento de operadores	7	2	3	42
			Falha na inspeção de qualidade	Peças não saem conformes com as necessidades dos cliente; lotes devolvidos	7	Equipamentos de inspeção descalibrados	5	Conferência pelo Inmetro	2	70	Nenhuma	7	5	2	70
Total antes da tomada de ação										1479	Total após tomada de ação				747
											Resultado (novo / antigo) (%)				50.5

FMEA - Análise dos Modos de Falhas e seus Efeitos

☐☐ Produto		Produto	Camisa de proteção contra arco elétrico	Cliente	Duráveis
☐ Processo		Processo		Elaboração	jun/13
		Ano/ modelo	2013	Próxima revisão	jun/13

Número do estudo:	1		
Elaborado por:	Equipe abaixo		
Estudo anterior:	Inexistente		

Equipe: André Bain, Barbara Moral, Daniel Schiller, Gustavo Castro, Raphael Domenico

Item	Componente / processo		Falha potencial		Gravidade	Causa (s) da falha	Ocorrência	Controles atuais	Detecção	NP R	RESULTADOS DA AÇÃO				
	Nome	Função	Modo	Efeito (s)							Ações desenvolvidas	Gravidade	Ocorrência	Detecção	NP R
1	Botões da camisa	Fechar a camisa e a gola	Soltar costura	Usuário fica exposto em uma grande área	7	Desgaste / pressão	6	Inspeção visual	3	126	Usar velcro	3	5	5	75
			Soltar costura	Usuário fica exposto em uma grande área	7	Desgaste / pressão	6	Inspeção visual	3	126	Reforçar costura	7	3	5	105

2	Bolsos	Carregar objetos	Rasgar bolsos	Queda / perda de objetos	2	Desgaste / pressão	3	Inspeção visual Tato	5	30	Reforçar costura	2	2	5	20
			Carregar objetos metálicos	Transmissão de calor	10	Falta de informação	5	Informação na embalagem	4	200	Melhorar informação	10	2	3	60
3	Cueca	Manter a camisa para dentro da calça / chamar atenção para má utilização	Não chamar atenção	Dificulta supervisão sobre má utilização	7	Má escolha de cores	3	Projeto adequado	5	105	Revisar projeto - escolha melhor de cores	4	2	4	32
			Não manter a camisa para dentro da calça	Camisa fica potencialment e para fora da calça	8	Descostura cueca-camisa	2	Inspeção visual	6	96	Reforçar costura e inspeção	8	1	3	24
			Rasgo da cueca	Inutilização do dispositivo	6	Pressão excessiva, tamanho inadequado	2	Informação na embalagem	1	12	Nenhuma	6	2	1	12
					8	Negligência do usuário	4	Supervisor controla/ Informação na embalagem	6	192	Orientação ao usuário sobre a utilização correta e riscos	8	2	6	96

4	Botões da Cueca	Fechar a cueca	Soltar a costura	Dispositivo para manter a camisa dentro da calça fica inefetivo	6	Desgaste / pressão	3	Inspeção visual	4	72	Reforçar costura / usar cores chamativas nos botões	6	2	3	36	
	5	Forro da camisa	Dar conforto ao usuário	Soltar-se da parte externa da camisa	Diminui conforto, usuário pode enganchar no tecido	3	Costura ruim	3	Inspeção visual	4	36	Nenhuma	3	3	4	36
				Desgaste / rasgo do forro	Diminui conforto, usuário pode enganchar no tecido	3	Acúmulo de desgaste / pressão ao longo do tempo	6	Tato Inspeção visual	4	72	Orientação ao usuário para substituição da peça no momento certo	3	4	4	48
6	Corpo da camisa	Proteger usuário contra o risco térmico	Perda de propriedade do tecido após diversas	Usuário fica mais exposto aos riscos térmicos associados ao	9	Demora para substituição nas peças	2	Nenhum	4	72	Nenhuma	9	2	4	72	

	utilizações / lavagens	arco elétrico											
	Rasgo na camisa	Usuário fica exposto em parte do corpo aos riscos do arco elétrico	10	Cortes, incisões na camisa	2	Inspeção visual	2	40	Nenhuma	10	2	2	40
	Dimensões erradas das peças	Falta de conforto ao usuário. Potencial falta de segurança. Possível impedimento do usuário trabalhar	7	Inspeção inadequada	2	Inspeção por amostragem	2	28	Nenhuma	7	2	2	28
Total antes da tomada de ação							1207	Total após tomada de ação					684
								Resultado (novo / antigo) (%)					56.7

21. PLANO DE CONTROLE E CORREÇÃO

O plano de controle e correção aplicado pela Anta na confecção de camisas de proteção contra arco elétrico é composto por três etapas, sendo que a última delas é mais “formal”, com métodos específicos e padronizados; e as duas primeiras são mais informais, baseadas na supervisão do trabalho realizado e inspeção visual simples.

Assim, pode-se dizer que o objetivo das primeiras etapas é antecipar erros, buscando identificar o problema em sua origem e evitar custos maiores de retrabalho; e a finalidade da etapa final é a aprovação de lotes para serem vendidos e expedidos pela empresa para seus clientes – no caso, para a *Duráveis*.

Entrando em mais detalhes:

- A primeira inspeção é feita após o processo de corte. Ela é apenas visual (não são usados instrumentos de medição). O que se busca identificar são erros grosseiros de corte e fios soltos. Por ser ainda mais simples, o único instrumento utilizado por essa etapa é uma tesoura comum para tecidos – naturalmente, ela é utilizada como instrumento de correção e não de averiguação. Quando identificados erros, podem acontecer três processos: se forem simples, eles são corrigidos com a própria tesoura; se mais complexos, os tecidos podem ser sujeitos a retrabalhos mais elaborados (por exemplo, um novo processo de corte) ou mesmo serem refugados. Isso depende da análise desses inspetores sobre a recuperabilidade do erro e sobre o valor do tecido envolvido.

- A segunda inspeção é feita durante os processos de costura. Entre as mesas das costureiras, circulam duas inspetoras, que buscam erros de costura. Novamente, o controle nesse caso é apenas visual, sendo que são buscados erros grosseiros de costura. Não é utilizado nenhum instrumento para essa avaliação, sendo que ela depende apenas da percepção e da experiência das inspetoras com relação àquilo que deve ser costurado. Quando encontrados erros de costura, também avalia-se a viabilidade de consertá-los no próprio local. Quando isso é impossível, a peça é refugada. Ainda assim, o refugo de uma peça não implica na perda de toda a camisa: parte dela, se não foi afetada, ainda pode ser recuperada.

- A terceira inspeção é feita por dois inspetores segundo um procedimento padronizado para a área, com base nos fundamentos de Controle da Qualidade

aplicados para essa indústria. Conforme consultado com a gerente de produção da Anta, Maria Lúcia Amado, o processo é feito da maneira descrita abaixo:

Os lotes em si têm tamanhos variados, mas pode-se considerar 100 peças como um número médio para um lote a ser examinado. É comum no ramo têxtil que cada cliente tenha suas exigências específicas com relação a tolerâncias e outras falhas na confecção, portanto esse ponto específico não será detalhado a fundo.

Cada lote passa por uma inspeção dupla: na primeira rodada, são inspecionados 10% das peças do lote. Se não forem encontrados erros, o lote é aprovado. Se forem encontrados 1 ou 2 erros, passa-se para a segunda parte da amostragem. Nesse ponto são inspecionados mais 20% do lote. Nesse caso são aceitos lotes cujas amostras contenham até 3 erros (nos 30% inspecionados). Se passar disso, cada peça daquele lote é inspecionada individualmente. Nesse caso, as peças aprovadas podem ser vendidas, e aquelas com defeito são retrabalhadas ou rejeitadas, segundo avaliação dos inspetores responsáveis.

Os erros mencionados nessa terceira parte se referem a:

- 1) Medidas erradas, ou seja, fora das tolerâncias estabelecidas no acordo com os clientes. Apesar de variarem, essas tolerâncias são da ordem de 2 mm para as medidas menores – tamanho da gola, dos punhos – e da ordem de 1 cm para medidas maiores, como circunferência do tórax, ombro, mangas, comprimento da camisa.

Os instrumentos utilizados para essa parte são fitas métricas calibradas pelo Inmetro.

- 2) Erros em costuras, manchas, logotipo, rasgos. Todos esses elementos são inspecionados de forma simultânea à análise de medidas. Sua análise é feita de forma visual, buscando esses tipos de erros na confecção. Novamente, a critério dos inspetores, quando se julga que é possível retrabalhar, a peça é recuperada. Caso contrário, ela é descartada.

A título de curiosidade, foram buscadas referências sobre inspeção de qualidade em vestimentas desse tipo. Segundo a norma NBR 5426, aplicada a essa área, chegou-se a seguinte tabela como referência para a inspeção dupla.

Tabela 20 - Plano de amostragem padrão para a camisa contra arco elétrico, segundo a norma NBR 5426.

Tamanho do Lote	- Inspeção visual			
	- Verificação dimensional			
	- Resistência à tração			
	Amostragem dupla			
	Nível de inspeção			
	NQA 2,5%			
	Amostra			
	Seqüência	Tamanho	Ac	Re
Até 90	--	5	0	1
91 a 500	1a	13	0	2
	2a	13	1	3
501 a 1200	1a	20	0	3
	2a	20	3	4
1201 a 3200	1a	32	1	4
	2a	32	4	5

A análise dessa tabela mostra que a inspeção feita pela Anta é um pouco diferente daquela proposta pela norma, mas não tanto assim. É possível que, para um lote de cerca de 130 peças, seu plano de inspeção seja quase igual ao da norma em sua primeira rodada.

Ainda assim, fica claro que as tolerâncias a erros da Anta, em termos de números de erros em si, são maiores do que aquelas da norma. Mesmo assim, isso não garante que um processo ou outro seja mais rigoroso: a Anta em geral inspeciona um número maior de peças em suas análises. Além disso, não fica claro o que é erro para a norma, ao passo que na confecção há acordos com os clientes que explicitam quais as tolerâncias envolvidas.

Abaixo, o plano de correção e controle praticado pela Anta Confecções:

Tabela 21 - Plano de Controle de Qualidade e Correção praticado pela Anta Confeccões para a camisa de proteção contra Arco Elétrico

Etapa	Peça a ser inspecionada	Parâmetros Inspeccionados	Parâmetros de referência	Método de controle	Ferramental	Plano de reação ou correção
1	Peças saídas do processo de corte	Precisão de corte, fios soltos	Peças conforme o risco e sem fios soltos	Dois operadores fazendo inspeção visual	Tesoura	Fios soltos: cortar com tesoura. Peças erradas: retrabalhar ou descartar.
2	Camisas sendo costuradas	Precisão das costuras.	Cada costura tem sua referência. No geral, sem falhas grosseiras de costura.	Duas inspetoras fazendo inspeção visual enquanto as costureiras trabalham.	Nenhum	Se possível, corrigir a falha no próprio local de ocorrência. Caso não seja possível recuperar a peça, descartá-la.
3-A	Camisas prontas	Medidas padrão da peça em cada tamanho	Acordo firmado com o cliente. (Em geral, algo como 1cm para medidas grandes e 2mm para pequenas)	Dois operadores fazem plano de 10% (Ac = 0; Re=3); 30% (Ac=2; Re=3); 100%.	Fita métrica calibrada pelo Inmetro.	Analisar possibilidade de retrabalho. Caso possível, devolver para corte ou costura. Se impossível, descartar.
3-B	Camisas prontas	Defeitos como manchas, erros em logotipos, descosturas, rasgos.	Acordos estabelecidos com os clientes fornecem as referências.	Dois operadores fazem plano inspeção de 10% (Ac = 0; Re=3); 30% (Ac=2; Re=3); 100%.	Nenhum.	Analisar possibilidade de retrabalho. Caso possível, devolver para corte ou costura. Se impossível, descartar.

22. EMBALAGEM

A embalagem é um componente muito importante de qualquer produto. No caso da camisa de proteção contra arco elétrico em desenvolvimento, algumas características especiais merecem ser destacadas:

- Esse produto, como uma variação de um produto já vendido pela Duráveis, deve ter em sua embalagem destaque para tal fato. Por isso, no protótipo de embalagem mostrado a seguir, isso aparece de diversas maneiras. Em primeiro lugar, o produto será vendido, durante sua fase de implantação, com o nome de “Nova Vestimenta de Proteção Contra Arco Elétrico”.

Além disso, tanto na parte da frente da embalagem quanto no verso da mesma, haverá destaque às principais mudanças implementadas em relação ao produto antigo: na frente, listando o dispositivo que garante a utilização correta da vestimenta, os bolsos, a melhor ergonomia e a gola com velcro; nas costas, detalhando melhor cada um desses recursos e suas vantagens, e explicando o modo correto de se utilizar essa camisa durante o trabalho.

- Por não ser um bem que será vendido em lojas, pode-se pensar que a embalagem não deveria ser tão bem trabalhada. Afinal, seus consumidores só vão utilizá-lo como instrumento de trabalho.

Porém, nosso grupo discorda dessa visão. A embalagem merece, sim, ser bem acabada, já que o produto é novo, precisa conquistar seus utilizadores, e boa parte da identificação do usuário com a camisa de proteção contra arco elétrico pode vir dessa primeira impressão passada pela embalagem.

Assim, foram desenhadas duas embalagens. Ambas serão explicadas nas próximas linhas, mas podem ser mais facilmente visualizadas nas imagens presentes nas páginas seguintes.

- A primeira é uma embalagem individual, feita para cada camisa, que contém todas as informações relevantes do produto, além do contato da empresa. Ela será feita em polietileno de baixa densidade (PEBD), matéria prima típica para embalagens desse tipo de bem. Essa embalagem precisa ser bem trabalhada, pois é ela que entrará em contato com o usuário final, ficando sujeita à sua aprovação.

Sua estrutura é simples: dois retângulos de filme de PEBD, um de 36 cm por 46 cm (frente) e outro de 36 cm por 41 cm (verso). Ambos são unidos, e formam um pequeno saco plástico. Os 5 cm extra na frente são utilizados para fechar o saco:

uma fina tira de cola (de cerca de 1 cm de altura por 36 cm de comprimento) é colocada na parte de trás desse retângulo (onde não há nada impresso). Essa cola se une com o retângulo do verso da embalagem, fechando-a.

Quando aberta a embalagem, o que é feito descolando essa pequena tira adesiva, o saco, por ser bastante flexível, pode chegar a ficar com cerca de 30 cm de altura (deformando outras dimensões). Foi averiguado que é mais vantajoso para a empresa usar a mesma embalagem para todos os tamanhos de camisa, e que o tamanho e outras informações específicas (se a camisa é masculina ou feminina, seu número de série e número do lote) podem ser incluídos em uma etiqueta de papel.

- O segundo tipo de embalagem é menos importante para nosso produto especificamente, mas está relacionada à sua logística, por isso também foi destacada. Essa embalagem é uma caixa de papelão, usada para expedição e recebimento dos produtos. Ela apenas contém o logo da empresa e suas informações de contato.

Essa caixa, na verdade, é padronizada pela própria Duráveis, e utilizada para sua logística. No caso da camisa, portanto, não receberia nenhuma personalização especial, por não ter contato com o usuário final, mas, sim, provavelmente com o setor de recebimentos da empresa-cliente. O importante é que essas caixas, que medem 50 cm de largura por 50 cm de profundidade por 50 cm ou 70 cm de altura, sejam padronizadas e resistentes, favorecendo a movimentação e armazenagem do material.

Mais um ponto que conta a favor da escolha desses materiais é que ambos são recicláveis. É verdade que a Duráveis não tem interesse em escolher seus clientes com base no critério de avaliação “reciclagem”. Porém, supondo que seus clientes tenham um programa de reciclagem dentro de suas empresas, essas embalagens facilitam o processo.

Figura 60 - Frente da embalagem de plástico

Faixa com cola (na parte de trás dessa peça) para fechar a embalagem de cada vestimenta

NOVA VESTIMENTA DE PROTEÇÃO
CONTRA ARCO ELÉTRICO
DURÁVEIS

WWW.DURAVEIS.COM.BR

AGORA COM:

- DISPOSITIVO À PROVA DE FALHAS DE VESTIMENTA
- MAIS BOLSOS, AUMENTANDO A PRATICIDADE
- GOLA COM VELCRO, AUMENTANDO A SEGURANÇA
- MELHOR ERGONOMIA E MAIOR CONFORTO

DURÁVEIS EQUIPAMENTOS DE SEGURANÇA LTDA
Rua Silva Bueno, 1800 - 2º andar – Ipiranga
(11) 2066 6700 – www.duraveis.com.br
vestimentas@duraveis.com.br

ETIQUETA COM:
- TAMANHO DA VESTIMENTA
- MODELO MASC / FEM
- NÚM DO LOTE / NÚM DE SÉRIE

5cm

41
cm

36 cm

Figura 61 - Verso da embalagem de plástico

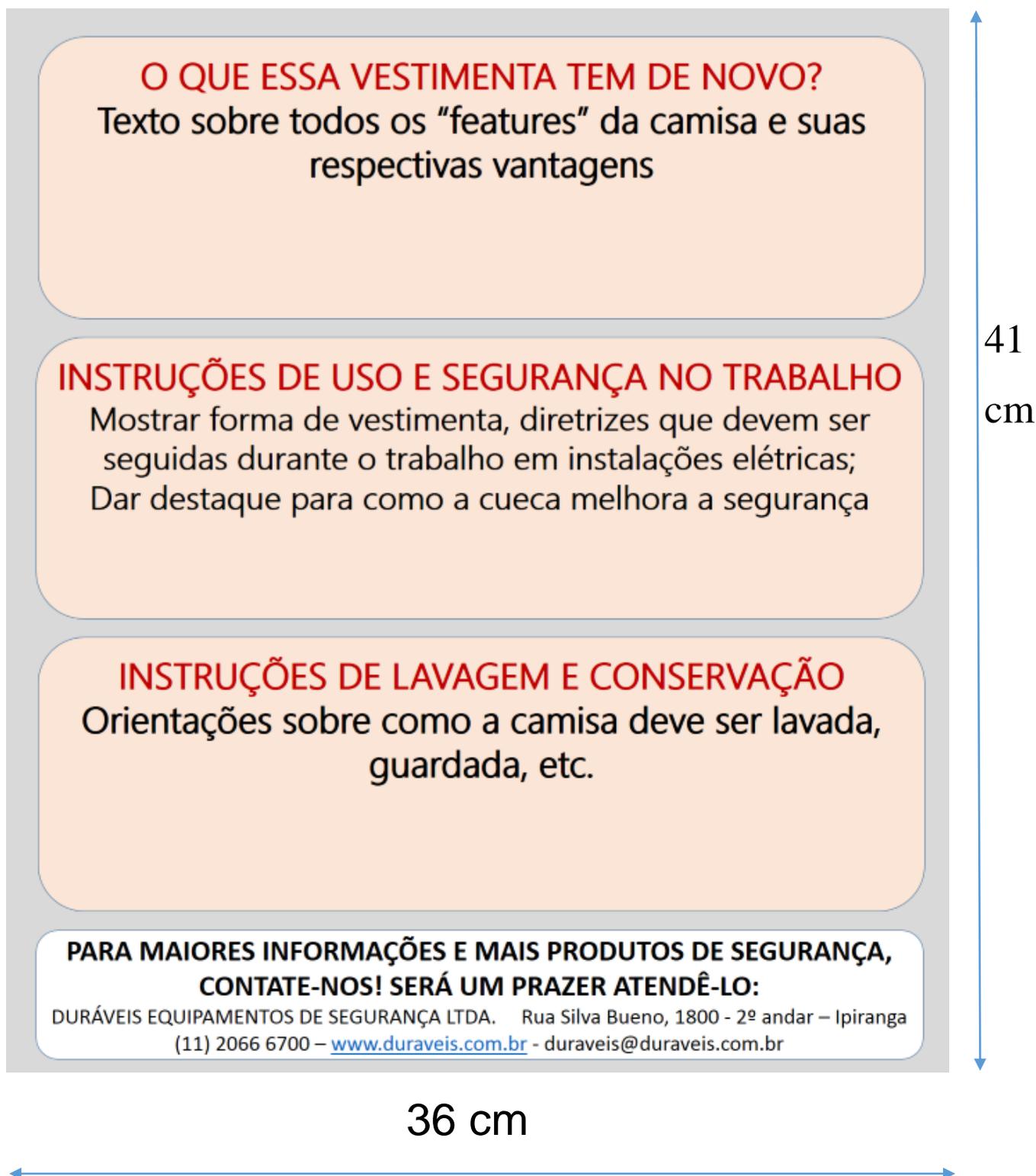
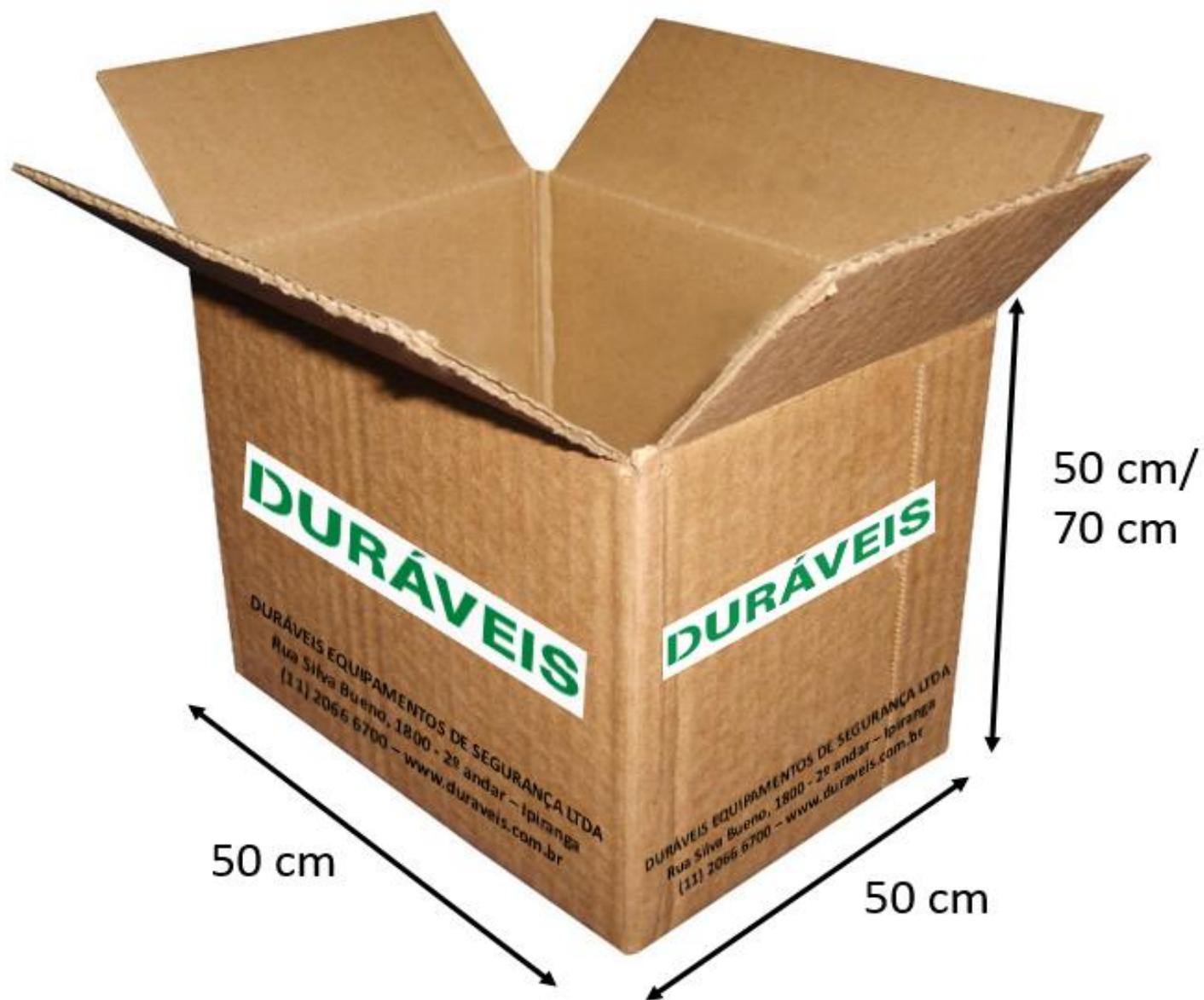


Figura 62 - Caixa de Papelão Utilizada para expedição



23. ANÁLISE ECONÔMICA DA CAMISA DE PROTEÇÃO CONTRA ARCO ELÉTRICO

Nessa fase final da análise do produto sugerido pelo grupo, será realizado um modelo econômico para a definição da estrutura de custos associada à produção e comercialização da camisa contra arco elétrico.

Os principais fatores a serem considerados dizem respeito à BOM do produto, já definida em seções anteriores do relatório, assim como questões referentes a impostos, encargos e processo de manufatura relacionados ao produto em questão.

Custo do tecido da camisa

Considera-se o preço típico do tecido antichamas da camisa (tecido PROTERA) **R\$43,00/metro**. É importante notar, ainda, que a largura do rolo de tecido em questão é de 1,6m.

Para fabricar uma camisa, faz-se necessário 1,3m de tecido, incluindo-se já os acessórios é como os bolsos. Dessa forma, o custo de tecido por camisa é dado por aproximadamente **R\$56,00**.

Custo do tecido da cueca

Conforme já abordado no relatório, o tecido da cueca será a viscose, porém sem que haja a necessidade do tratamento químico imprescindível para o tecido constituinte da camisa em si. Isso faz com que o custo do tecido para a Duráveis seja consideravelmente menor nesse caso. Em comparação com os R\$56,00 por metro apresentados anteriormente, aqui o preço médio é de **R\$15,00/kg**.

Sabendo-se que cada quilo de tecido tem, normalmente, cerca de 2,3m de comprimento por 1,60m de largura, pode-se calcular uma necessidade de apenas 300 gramas de tecido para a confecção de uma cueca. Dessa forma, o custo unitário de viscose não tratada para a cueca é de aproximadamente **R\$4,50**.

Custo da linha de costura

Seria utilizada linha de algodão para a cueca e linha de Kevlar (mais resistente e segundo a normatização externa) para a camisa. Como as estimativas são de um custo menor que R\$1,00 para cada peça, pelo princípio da materialidade, será adotado como custo unitário o valor de **R\$1,00**.

Custo do velcro

O preço médio do metro de velcro é R\$1,70. Considerando que, para cada peça fabricada, será necessário uma quantidade razoável desse material, em função da necessidade de aberturas laterais para aumentar a flexibilidade e ergonomia do produto, estima-se uma utilização de 1,80m de velcro por camisa produzida.

Dessa forma, o custo unitário referente ao velcro seria da ordem de **R\$3,00**.

Custo de mão de obra direta

O salário mensal típico de uma costureira industrial em São Paulo é cerca de R\$1.350,00. Adicionando-se os encargos, que constituem aproximadamente 80% do valor do salário, o custo da empresa por costureira é da ordem de R\$2.430,00 mensais. Com relação à produtividade de cada costureira, é estimado que cada uma produza o equivalente a 250 peças por mês. Portanto, o custo unitário da mão de obra direta é cerca de **R\$10,00**.

Custo da embalagem

Considerando-se que os custos unitários das embalagens dizem respeito, basicamente, ao plástico, colas ou outros métodos de fixação e impressão das instruções de uso, que se fazem necessárias nos pacotes. Assim, adotando-se o princípio do conservadorismo, estima-se um custo de **R\$2,00 por unidade**.

Custo direto dos materiais

O custo total dos materiais por unidade fabricada é dado pela soma dos valores apresentados anteriormente. Assim, pode-se ver que tal custo equivale, excetuando-se a mão de obra direta, a R\$66,50.

Considera-se, agora, a incidência dos impostos sobre valor agregado a seguir.

- ICMS: 18% (tarifa de São Paulo)
- PIS: 1,65%
- Cofins: 7,6%

Total sobre o valor agregado dos produtos: 27,25%

Assim, sendo 27,25% dos preços de matéria prima pagos na forma de imposto pelos fornecedores, o custo direto líquido das matérias primas para a Duráveis por peça fabricada é dado por $R\$66,50 \times 0,7275 = \mathbf{R\$48,40}$.

Levando-se em conta, ainda, o custo da mão de obra direto estimado anteriormente, tem-se o custo direto total líquido: **R\$58,40 por unidade**.

Formação do preço de venda e margem de lucro

O preço de venda deve ser fixado a partir dos custos variáveis calculados anteriormente, assim como a partir da estrutura de custos fixos da empresa. Dessa forma, será considerado que cerca de **20% do preço fixado será relativo aos custos fixos**. Além dessa porcentagem de custo fixo, devem ser considerados os impostos sobre valor agregado mostrados acima, dessa vez incidentes sobre o preço final do produto.

Logo:

$$\mathbf{CTu = CFu + CVu}$$

$CVu = R\$58,40$ (matéria prima e mão de obra)

$CFu = 0,2 * (\text{Preço de venda})$

Assim, a constituição do preço mínimo de venda da camisa é dada por:

- CVu
- CFu
- ICMS sobre o preço de venda (18%)
- PIS sobre preço de venda (1,65%)
- Cofins (7,6%)
- Margem de lucro do produto

Considerando que o modelo de *mark-up* sobre custos será utilizado para a definição do preço mínimo de venda, a equação a seguir garante que um preço P cubra todos os custos, fixos e variáveis, incorridos na produção de uma unidade da vestimenta, assim como os impostos externos (ICMS, PIS, Cofins) incidentes no produto.

$$P = CV_u + CF_u + ICMS + PIS + Cofins + Margem\ de\ lucro$$

A margem, por sua vez, é definida de acordo com o modelo de *mark-up* de custos totais, conforme mencionado acima. A taxa referente a essa margem pode ser bastante elevada para o produto considerado, uma vez que não há concorrentes diretos da vestimenta projetada. Há, sim, produtos substitutos, os quais, por sua vez, não garantem a proteção integral do operário nas ocasiões de arco elétrico, em função justamente do uso "para fora da calça", já bastante explorado no relatório.

Nesse sentido, tendo o mercado previsto para esse produto características oligopolistas, o *mark-up* definido é de **60%**. Vale lembrar que as despesas de frete já se encontram inseridas nesse valor, assim como a margem de lucro da fornecedora da Duráveis, a Anta Confecções (*mark-up* na faixa de 20%).

Assim, a resolução da equação acima retorna um preço mínimo de venda de **R\$229,30**.

Esse valor é bastante razoável quando se considera que o preço praticado para a venda das camisas normais da Iceberg atualmente gira em torno de R\$220,00. Assim, uma grande melhoria nas propriedades de segurança do produto não acarretaria grande acréscimo do preço final ao consumidor, e representaria potencialmente ganhos financeiros à empresa em função do alto *mark-up* fixado.

Outro ponto interessante a ser considerado é que esse preço é mais baixo que aquele estimado na elaboração da escala de valor (entre R\$250,00 e R\$300,00). Isso é bastante interessante, principalmente aos clientes, já que o preço viável do produto a ser adquirido é mais baixo que o valor que este representa e, dessa forma, os seus ganhos se maximizam.

Portanto, o grupo considera, do ponto de vista econômico, que o projeto é **viável** tanto à fornecedora (Duráveis) quanto aos clientes, compradores da vestimenta.

Abaixo, todo o raciocínio utilizado para a elaboração dessa análise econômica se encontra apresentado na forma de tabelas, para facilitação do entendimento.

Estrutura de custos variáveis	Referência	Custo
Tecido da camisa	R\$43,00/m	R\$ 56,00
Tecido da cueca	R\$15,00/kg	R\$ 4,50
Linha de costura		R\$ 1,00
Velcro	R\$1,70/m	R\$ 3,00
Mão de obra direta	250 peças/mês	R\$ 10,00
Embalagem		R\$ 2,00
Custo total unitário		R\$ 76,50
Custo unitário de matéria prima		R\$ 66,50
Tributos proporcionais ao volume de vendas	ICMS: 18%	R\$ 11,97
	PIS: 1,65%	R\$ 1,10
	Cofins: 7,6%	R\$ 5,05
Total de tributos incidentes pagos pelos fornecedores por unidade	27,25%	R\$ 18,12
Custo unitário de matéria prima para a Duráveis		R\$ 48,40
Custo variável unitário		R\$ 58,40

Tabela 22- Estrutura de custos variáveis unitários

Formação de preço de venda	Raciocínio
Preço de venda pretendido	P
Custo variável unitário (Cvu)	R\$ 58,40
Custo fixo unitário (CFu)	0,2*P
Custo total unitário (CTu)	58,4 +0,2*P
ICMS	0,18*P
PIS	0,0165*P
Cofins	0,076*P
Total tributado do consumidor final	0,2725*P
Mark-up de custos totais	60%
Margem de lucro	0,6*CTu
Preço mínimo de venda determinado	R\$ 229,30

Tabela 23- Definição do preço mínimo de vendas

BIBLIOGRAFIA

Duráveis Equipamentos de Segurança <www.duraveis.com.br> Acesso em 23 de abril de 2013.

M&M Protek <www.mmprotek.pt> Acesso em 23 de abril de 2013.

Proteção Antichama e arco elétrico <www.leal.com.br> Acesso em 22 de abril de 2013.

Leal - NR10 <www.leal.com.br> Acesso em 23 de abril de 2013.

Dupont

<http://www2.dupont.com/Personal_Protection/pt_BR/products/protera/> Acesso em 20 de abril de 2013.

Westex <<http://www.westex.com/>> Acesso em 20 de abril de 2013.

ROZENFELD, H. et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo, Saraiva, 2006

MARIANO, Maria Luiza Veloso; RODRIGUES, Joveli Ribeiro. **Tipos de Pontos de Costura**. São Paulo, 2009.

<<http://www.portaisdamoda.com.br/glossario-moda-~risco.html>> Acesso em 15/05/2013

<<http://www.blogdoplotter.com/2011/11/cad-para-costura-ou-enfesto-plotter-hp.html>> Acesso em 15/05/2013

<<http://www.portaisdamoda.com.br/noticiaInt~id~17872~n~etapas+da+confeccao+corte+enfesto+modelagem+risco+costura+e+acabamento.html>> Acesso em 16/05/2013

<http://bimg1.mlstatic.com/maquina-botoneira-industrial-mod-bss-373-sewstrong_MLB-F-3492841023_122012.jpg> Acesso em 16/05/2013

<<http://image.made-in-china.com/2f0j00jSZTCcqmrtkU/Flatbed-Interlock-Sewing-Machine-Ds-500-01CB.jpg>> Acesso em 16/05/2013

Descrição dos vários tipos de máquinas de costura.

Disponível em <<http://peculiarizar.com/2011/02/alguns-tipos-de-maquina-de-costura.html>>. Acesso em 05 de junho de 2013.

Especificações técnicas da máquina de costura tipo travete.

Disponível em <<http://www.lantextil.com.br/produtos/0-0-1837/-Maquina-de-costura-travete-eletronica.html>>. Acesso em 3 de junho de 2013.

Detalhamento do processo produtivo de uma camisa masculina.

Disponível em <<http://designsampa.com/processo-produtivo-camisa-masculina/4905/>>. Acesso em 5 de junho de 2013.

Passo-a-passo de costura de uma camisa.

Disponível em <http://realizandosonhosideais.blogspot.com.br/2010/10/costurando-minha-primeira-camisa-parte_19.html>. Acesso em 5 de julho de 2013.

Especificações técnicas do DuPontProtera.

Disponível em <http://www2.dupont.com/Personal_Protection/en_GB/assets/downloads/techinfo/k16450proteraspecsheet.pdf>. Acesso em 6 de junho de 2013.

Detalhamento da técnica de encaixe automático.

Disponível em <<http://www.rzcadtextil.com.br/inc/rzencaixeauto.php>>. Acesso em 05 de junho de 2013.

Especificações técnicas do Plotter para Confecção Textil Jet 185.

Disponível em <http://www.plotterparaconfeccao.com.br/sub/plotters/plotter_185.htm>. Acesso em 7 de junho de 2013.

Especificações técnicas da KansaiSpecial UK1116H.

Disponível em <<http://www.thesewinggroup.com/products/overlock-safety-stitch-machine/kansai-special-uk1116h-03x5x6>>, Acesso em 7 de junho de 2013.

Especificações técnicas de vários modelos de máquina de costura da marca Juki.
Disponível em <<http://www.caproncarter.com.au/default.asp?id=19>>. Acesso em 6 de junho de 2013.

Especificações técnicas de vários modelos de máquina de costura da marca Juki.
Disponível em <http://www.juki.co.jp/industrial_e/products_e/all.html>. Acesso em 4 de junho de 2013.

Especificações técnicas da Máquina de Corte de Faca 8 polegadas.
Disponível em <http://www.magsulvirtual.com.br/ecommerce_site/produto_1162_8357_Maquina-de-Corte-de-Faca-8-polegadas->. Acesso em 6 de junho de 2013.

Especificações técnicas da máquina de corte ZJ-3.
Disponível em <<http://world.zoje.com/en/cloth-cutting-machine/cloth-cutting-machine-with-blade-auto-sharpening-zoje-zj3-series>>. Acesso em 5 de junho de 2013.

Minuta de Especificação Técnica Vestimenta Resistente a Arco Elétrico e Chama.
Disponível em <http://www.funcoge.org.br/csst/html/body_espec_tecnica.html>. Acesso em 04 de junho de 2013.

Tipos de plástico. Disponível em <http://www.plastivida.org.br/2009/Plasticos_Tipos.aspx>. Acesso em 27 de junho de 2013.

ANEXOS

Respostas dos questionários

A. Mercedes Benz

B. Cia de Energia Elétrica do RS

C. Usiminas

1. Qual a finalidade do produto na sua empresa?

A. Em primeiro lugar, compra-se o produto em decorrência de uma exigência legal do Ministério do Trabalho. Tal exigência diz respeito à norma NR-10 do Ministério do Trabalho (Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade).

Além da questão normativa, há necessidade do produto na linha da Mercedes, já que ele faz parte de um conjunto de equipamentos de segurança essencial ao trabalho realizado. A vestimenta contra arco elétrico, de forma específica, constitui uma proteção do funcionário termicamente.

B. A finalidade do produto, como o próprio nome revela, é a proteção do usuário contra arco elétrico. Nesse contexto, pode ser mencionado o respeito da empresa à norma NR-10 de segurança para serviços de eletricidade do Ministério do Trabalho.

C. Compro esse produto pois é obrigatório pra todo eletricista que se expõe ao risco. Isso inclui desde inspetor elétrico até eletricista. Todos que trabalham com instalações elétricas energizadas são obrigados a usar.

2. Quem são e quantos funcionários que usam diretamente o produto?

A. Na planta de São Bernardo do Campo, são cerca de 350 funcionários aqueles que utilizam o produto diariamente. Dentre eles, encontram-se eletricistas de manutenção, técnicos eletrônicos, mecatrônicos e engenheiros eletricistas.

B. Há cerca de 400 funcionários que utilizam o produto diariamente. A grande parte deles é constituída de técnicos que realizam trabalho junto às linhas de distribuição da companhia.

O uso da vestimenta é diário, porém não é contínuo, ao longo do dia inteiro. Os técnicos só a usam quando estão trabalhando efetivamente nas linhas de distribuição (os trabalhos podem variar de 15 minutos a 2 ou mais horas). Durante

o deslocamento para os pontos de trabalho, os funcionários não são obrigados e, conseqüentemente, não usam a vestimenta.

C. Mais de mil funcionários utilizam o produto. A enorme maioria são homens mas tem algumas poucas mulheres também.

3. Eles sabem usar o produto da forma correta? Ou são feitas correções constantes?

A. Os funcionários têm conhecimento e orientação com relação ao modo de uso da vestimenta protetora contra arco elétrico. O grande problema é que nem sempre seguem as instruções, mesmo conhecendo-as.

Um imperativo para o controle da qualidade desses produtos dentro da Mercedes é a higienização. Esta é realizada inteiramente dentro da empresa, por meio de uma lavanderia industrial. Isso ocorre, principalmente, em função de o material ser caro e de fácil danificação no caso de lavagens e passagens inadequadas.

Para efeito de controle e segurança dos funcionários, portanto, a higienização é realizada internamente à empresa, de acordo com as orientações tanto do fabricante do tecido (US Techs - fornecedor americano) quanto das empresas brasileiras que confeccionam o produto.

B. Os funcionários têm conhecimento da forma correta de utilização da vestimenta, visto que eles passam por um período de treinamento antes de iniciarem as suas atividades. Nesse treinamento são passadas orientações a respeito de como vestir a camiseta corretamente.

Correções são eventos raros. O treinamento se mostra suficiente para a utilização correta por parte dos funcionários.

C. A Usiminas é muito dura com essas inspeções, por isso, no geral os funcionários sabem usar de forma correta sim.

4. O que mais causa essas correções?

a. Eles usam fora da calça?

A. Os funcionários não utilizam a camisa por dentro da calça atualmente em decorrência da própria cultura da empresa: os funcionários estão acostumados a ir trabalhar com uma camisa pólo e calça jeans, o que torna difícil uma alteração do seu comportamento, embora se conheça a necessidade da utilização da camisa por dentro da calça.

É importante ressaltar que, para casos de alta tensão e de alta performance de arco elétrico (ATPV - ArcThermal Performance Value, em cal/cm²), existe macacão próprio para eletricitistas, que é constituído por duas camadas de tecido. A vestimenta normal, constituída por uma calça e uma camisa, por sua vez, é feita por apenas uma camada de tecido

B. Não há o problema de usar a camiseta fora da calça.

C. A cultura da Usiminas se reflete bastante no empregado, inclusive na parte do uniforme. Por isso é vital que ele mantenha a camisa para dentro da calça, como parte de sua segurança pessoal e como parte de nosso uniforme. Já houve acidentes pelo fato de a camisa estar para fora da calça, mas esse histórico obriga que o funcionário use a camisa pra dentro da calça.

5. Você acha que se houvesse um “manual” ilustrativo na “etiqueta” do produto isso ajudaria a melhorar o uso?

A. Toda instrução é importante para eximir o fabricante e a própria equipe de segurança da empresa de maiores responsabilidades nos casos de acidentes graves ou fatais.

A instrução em manual na própria etiqueta poderia ser acatada mais por questões de responsabilidade social e contratual que por efetividade prática quanto à melhor utilização do produto, uma vez que os funcionários já conhecem as recomendações de uso.

"A instrução é uma sinalização, mas não impede a desobediência às recomendações".

B. Um manual ilustrativo já vem na embalagem do produto. Porém, acredito que um manual na etiqueta seja importante para reforçar a importância do uso correto da camiseta.

C. Acho que não é necessário. A camisa e a calça fazem parte do uniforme, e os funcionários já sabem como utilizá-los. Às vezes, por alguma eventualidade pode haver quebra de regra e a camisa sair da calça, mas rapidamente isso é corrigido.

6. Quem monitora os usuários do produto?

A. O monitoramento da utilização do produto é um processo constante e conjunto entre a equipe de segurança da empresa e os gestores. É de fácil verificação, já que se baseia em questões visuais.

Há, ainda, divisão de cores do uniforme entre os funcionários para que se consiga verificar cada "cargo" individualmente: os eletricitas, usam calça azul e camisa cinza, enquanto os técnicos, a mesma calça azul com uma camisa bege. Cada calça e cada camisa possuem um código de barra, de modo que se saiba quantas vezes cada peça foi higienizada.

Isso faz parte da cultura dessas áreas, que assim são desde a adoção do produto, no final de 2009.

B. Há um esforço conjunto e contínuo por parte dos usuários no monitoramento da utilização do produto. Isso se deve ao fato de que recai sobre os próprios integrantes das equipes de campo a responsabilidade de monitoramento dos outros integrantes da equipe (não há supervisores nas equipes de campo).

C. O supervisor imediato deles, e, além disso, a segurança do trabalho também. Quando há um erro de segurança, o que se espera é que o supervisor corrija seu funcionário. Se um inspetor de segurança do trabalho percebe uma falha, tanto o funcionário quanto seu supervisor são repreendidos.

Decisão de Compra

7. O que você busca ao comprar esse produto?

A. Em primeiro lugar, prioriza-se a durabilidade. "Quantos meses o tecido vai durar?". Como referência, foram coletadas 3 peças (conjunto de calça e camisa) com aproximadamente 2 anos de uso e enviadas novamente ao fabricante para que ele pudesse entregá-las a laboratórios de avaliação técnica no Canadá, na Universidade de Alberta. Lá, segundo a norma americana NSPA, foram realizados ensaios em manequins para que se determinasse a durabilidade do produto, medida em "durabilidade" após x lavagens.

Além da durabilidade, procura-se a eficiência e eficácia com relação à proteção ao calor do arco elétrico, que são medidas a partir do número de resistências do tecido.

- B. O processo de compra prioriza o atendimento às especificações de proteção provenientes das normas técnicas. Dessa forma, a empresa vendedora deve enviar amostras do tecido da camiseta para testes de verificação de conformidade.

Uma vez que o tecido respeita a norma técnica, a empresa deve enviar um lote das vestimentas. Esse lote é submetido a uma análise que busca verificar as especificações gerais do produto, tais como tamanho da roupa, entre outras. Depois, a opinião dos usuários é consultada por meio de testes-piloto e questionários.

C. O melhor, nesse caso, é aquele produto que vai controlar o risco, dar o conforto para o empregado, amenizar reclamações por parte dos funcionários. Em resumo, buscamos sempre o conforto do operário, com a segurança devida. Com isso, buscamos fornecedores com essas características, e passamos para compras. Aí é que são negociados os preços.

Também são mantidas amostras para garantir a qualidade, para garantir que os preços baixos são acompanhados de qualidade no produto que compramos.

8. O que está embutido no conceito de segurança para a sua empresa?

- A. Já respondido na questão anterior.
- B. Já respondido na questão anterior.
- C. Já respondido na questão anterior.

9. Além da segurança, o que mais você busca?

A. As prioridades de compra dizem respeito, principalmente, à durabilidade do produto, medida em duração do tecido após x lavagens.

B. Atualmente, busca-se, cada vez mais, maior conforto para os usuários, já que essa é uma das reclamações levantadas por eles. Talvez assim, eles usassem o produto de uma forma mais indicada e estivessem mais protegidos.

A opinião do funcionário-usuário é de grande importância para a empresa. Sendo que ela é levada em conta na última etapa do processo de compra.

Um exemplo disso, foi que trocamos de fornecedor recentemente: antes o fornecimento era feito pela Leal e, atualmente, é feito pela Ideal Work. O motivo dessa troca foi o tecido da Ideal Work, que é mais fino e leve que o da Leal, proporcionando maior conforto ao usuário.

C. Já respondido na questão 7.

10. Existe algum tipo de fiscalização normativa aplicada ao produto na sua empresa?

A. Sim, a GRT (Gerência Regional do Trabalho) trata da fiscalização de segurança e saúde no ambiente de trabalho. A sua fiscalização, no entanto, não é muito recorrente, ocorrendo apenas mediante a acidentes graves ou fatais (normalmente fatais); além disso, ela pode ocorrer também quando de denúncias feitas por funcionários, sindicatos ou quaisquer outras partes interessadas.

Mais uma vez, a fiscalização mais rígida e constante é aquela realizada pela própria equipe de segurança da empresa.

Há, ainda, organismos internacionais de que a Mercedes faz parte, os quais fiscalizam, basicamente, os sistemas gerenciais integrados da empresa. Essa fiscalização ocorre anualmente e é feita por meio do DRTUV, a partir do qual se decide se o certificado internacional da empresa será ou não mantido.

Nessas situações, questões referentes a equipamentos podem ser levantadas para que se verifique maior segurança dos funcionários no ambiente de trabalho.

B. A empresa realiza, como foi dito anteriormente, um processo de fiscalização de conformidade normativa no processo de compra do produto.

C. Ela é feita pelos supervisores de cada área e, acima deles, pelos responsáveis pela segurança do trabalho.

11. Você compra só da Duráveis?

A. Atualmente, o único fornecedor desse produto é a Duráveis. Ela possui uma loja dentro da própria Mercedes. Está em processo, ainda, o desenvolvimento de uma nova modelagem, que seja mais ergonômica e satisfaça mais as necessidades dos operários.

B. Atualmente, o único fornecedor desse produto é a Ideal Work. Ainda estamos na fase de testes dos produtos da Duráveis.

C. Compramos de mais de um fornecedor. Confesso que não sei exatamente quanto compramos de cada.

12. Por quê?

- A. A Duráveis, sendo apenas uma revendedora do produto e não o fabricante, depende de fornecedores tanto de tecido quanto de confecção. Esses fornecedores foram pré aprovados pela Mercedes. Além disso, a boa relação cliente-fornecedor entre Duráveis e Mercedes faz com que não seja necessária, ainda que existam outros fornecedores no mercado, a sua homologação.
- B. A Ideal Work passou por todos os testes de especificações e apresentou o tecido mais leve e fino, tendo a aprovação dos funcionários-usuários.
- C. A ideia é manter uma base de alguns fornecedores para não ter exclusividade e não depender de um fornecedor único.

13. Quais seriam suas principais reclamações sobre o produto da Duráveis, ou mesmo das concorrentes?

- A. As reclamações não dizem respeito ao serviço da Duráveis, mas ao próprio formato do produto. A primeira diz respeito ao desconforto térmico, ocasionado tanto pela alta gramatura do tecido quanto pelas mangas longas da camisa, o que é norma e, portanto, não pode ser alterado em uma nova modelagem do produto.
Além disso, o engenheiro levantou que o formato calça e camisa separados é mais confortável ao funcionário e que o esquema macacão não é bem visto pela empresa, pelos funcionários e pelo sindicato, principalmente, em decorrência da dificuldade de se ir ao banheiro.
- B. Por parte do usuários, as reclamações iniciais são a respeito do conforto térmico. Para os usuários, o calor causa mais desconforto que o peso da vestimenta. Entretanto, essas reclamações só são apresentadas pelos usuários que nunca vestiram a camiseta. Depois de um tempo, eles se acostumam. Como os funcionários atuais já trabalham, em média, mais de 5 anos com a roupa. Não apresentam mais tais reclamações.
Uma outra questão levantada por parte dos funcionários, foi o tamanho do bolsa, que era pequeno demais para carregar instrumentos pessoais e de trabalho. Porém, tal questão já foi resolvida pelo fornecedor.

C. Não tem uma reclamação específica, mas o pessoal reclama do calor. Mas é característica do produto, para dar proteção. Aqui buscamos sempre utilizar os produtos com tecidos mais leves, para dar mais conforto aos operadores, mas sabemos que a camisa em si é quente.

14. Existe alguma sugestão de melhoria que você daria ao produto. (retomar problemas que ele levantou para responder a essa pergunta)

A. As sugestões levantadas foram:

- Redução da gramatura do tecido (massa/m²), o que melhoraria tanto o atual desconforto térmico quanto o peso da roupa
- Alterações na modelagem (já está sendo analisada pela Mercedes) quanto à introdução de bolsos (hoje, só há um bolso na camisa e não há nenhum na calça). Embora haja muitas reclamações acerca da manga longa, por ser um assunto normatizado, não é passível de mudança de modelagem.

B. As sugestões levantadas foram:

- Redução da gramatura do tecido (massa/m²), o que melhoraria o desconforto térmico
- Alterações na modelagem quanto à introdução de bolsos. Atualmente, na calça, há um bolso frontal e um traseiro, mas os funcionários dizem que preferem que o bolso seja lateral. A ideia de bolso lateral poderia ser aplicada também à camiseta.
- Alterações na modelagem quanto à gola. Atualmente, a gola usada é um modelo de gola alta tipo "Fórmula 1". Tal gola poderia ser um pouco mais alta, para proteger a região da nuca do usuário contra arco elétrico e frio (RS apresenta um clima mais frio).

C. Sem sugestões.

15. Você acredita que um modelo de camiseta tipo collant seria bem recebido por parte de seus funcionários. (pergunta adicional)

B. Acho que não. Os funcionários que usam a camiseta são parte de equipes de campos que atuam nas linhas de transmissão da companhia. No deslocamento para o ponto de trabalho, eles não são obrigados a usarem a vestimenta e, por

questão de conforto, não a usam. Essa vestimenta obrigaria o seu uso também no deslocamento.

Benchmarking

O estudo de *benchmarking* é realizado para comparar as forças e as fraquezas de uma organização em relação aos seus concorrentes. Assim, esse estudo compara as práticas organizacionais com as melhores práticas que existem nas empresas concorrentes, a fim de usar essa informação para auxiliar a elaboração de projetos.

Quando o *benchmarking* é focado no desenvolvimento de um projeto de produto, ele deve ser realizado entre os produtos existentes no mercado e aqueles que concorreriam com o produto em desenvolvimento.

A ferramenta do benchmarking é utilizada na Matriz da Casa de Qualidade do QFD, oferecendo um procedimento analítico para a avaliação da atuação concorrencial no mercado consumidor (*benchmarking* de mercado) e de atendimento e importância dada a requisitos técnicos (*benchmarking* técnico de produto).

O produto trabalhado por este projeto – a camisa protetora contra arco elétrico – é o caso de um produto que não tem produtos substitutos (produtos que concorreriam indiretamente com o produto em desenvolvimento), devido a barreiras legais. Deste modo, o *benchmarking* se foca nos produtos do mercado desenvolvidos para atender às exigências legais de proteção elétrica e que, conseqüentemente, irão concorrer diretamente com a camisa a ser desenvolvida.

A respeito dos resultados do levantamento realizado no *benchmarking*, repara-se que a preocupação principal no desenvolvimento do uniforme Antichamas (nome comumente dado a camisa de proteção contra arco elétrico) é o atendimento da norma americana NFPA 70E (NR10), que define as características de proteção dos uniformes em atividades que oferecem risco de arco elétrico. A conformidade com a norma é de grande importância, pois é o primeiro fator a ser observado pelos clientes.

Para a utilização do *benchmarking* no QFD, ele deve ser centralizado nos dois principais concorrentes do produto. A Duráveis apresenta como seus maiores concorrentes no ramo de vestimentas contra arco elétrico a Indústria e Comércio Leal e a Ideal Work.

Ambos os concorrentes apresentam um *market-share* representativo no ramo de proteção elétrica por oferecerem diferentes designs de vestimentas protetoras. Assim, o cliente ganha liberdade na escolha do tipo de design que mais se adequa às suas necessidades (classes de risco I e II ou classes de risco I, II, III e IV).

Os designs das vestimentas são bem semelhantes entre os dois concorrentes. Para as classes de risco I e II, eles apresentam a versão "camisa e calça" separadas em

diversas opções de cores. Como mencionado anteriormente, essa versão, por motivos ergonômicos e de conforto, faz com que muitos usuários utilizem a vestimenta de modo inadequado, deixando a camisa para fora da calça (modo de utilização incorreto).



Camiseta
de malha



Calça
Jeans

Para abranger todas as classes de risco (I, II, III e IV), as empresas apresentam designs que impedem a utilização da vestimenta de modo inadequado: capa e macacão. Entretanto, esses designs são feitos para casos especiais e não para uso diário. Conforme visto nas entrevistas, há pressão sindical para que o uso diário de vestimenta de proteção contra arco elétrico só se restrinja ao uso da camiseta.



Capa



Macacão

A Indústria e Comércio Leal utiliza a opção de aplicação de faixa refletiva 3M e impermeabilização como um diferencial nos seus produtos oferecidos.



Conjunto
Impermeável

Já a diferenciação da Ideal Work vem de sua parceria com a Westex Ultra Soft ®, fabricante de tecidos de proteção de reconhecimento internacional, sendo a distribuidora exclusiva no Brasil de seus tecidos. Essa parceira procura trazer como vantagem a satisfação dos usuários das vestimentas em relação ao conforto, uma vez que a Westex Ultra Soft ® a possibilidade de escolha do nível de conforto do tecido antichama a ser utilizado na roupa (Ultra Soft, Ultra Soft AC ou Indura).

Teoria do Incidente Crítico – Usuários Finais

Foi feita uma análise de validação do Projeto Informacional por meio de levantamento de opiniões dos usuários finais do produto utilizando o método da Teoria do Incidente Crítico.

Foi apresentado o desenho do produto, tal qual definido ao final do projeto informacional, aos usuários finais de uma empresa cliente da Duráveis e foi dada uma explicação sobre as intenções do projeto.

Após a demonstração foi pedido que eles comentassem a proposta. Dez usuários foram ouvidos e os *quotes* abaixo são uma compilação dos comentários transcritos sobre o produto novo e sobre as camisas protetoras de maneira geral.



Figura 63 - Proposta anterior de Camisa Protetora - final do Projeto Informativo

Os comentários estão agrupados na tabela a seguir, já de acordo com as Dimensões da Qualidade identificadas a partir deles.

Dimensão da Qualidade	Comentário
Permitir a ida ao toailete	<ul style="list-style-type: none"> • Gostei da solução, mas acho que vai ser difícil ir ao banheiro. Vou ter que tirar a roupa inteira? • Vai demorar muito para eu conseguir ir ao banheiro. • E pra ir ao banheiro? Tenho que tirar a roupa toda?
Não deixar com calor	<ul style="list-style-type: none"> • A camisa atual já me deixa com muito calor, acho que essa só vai piorar. • Não tem espaço para a pele respirar na barriga.

Fechamento adequado	<ul style="list-style-type: none"> • Vai ser ruim ter que desabotoar todos esses botões. • Esses botões são mesmo confortáveis? Não fica espetando por dentro da roupa?
Presença de bolsos	<ul style="list-style-type: none"> • E se eu precisar ter alguns objetos comigo no trabalho? Só tem um bolso? • Bom que tem bolso! Podia ter até mais!
Tamanho	<ul style="list-style-type: none"> • Como vocês vão fazer para caber em todo mundo? • Eu sou grande, a camisa normal já me aperta, essa vai apertar na perna também. • Não é muito justa essa camisa, né? Senão não vamos conseguir nem trabalhar direito com ela.
Segurança/Proteção	<ul style="list-style-type: none"> • Acho bom que os empregadores estejam se preocupando com a gente. • Acho que isso vai evitar acidentes.
Punhos fechados	<ul style="list-style-type: none"> • Como funciona o punho da camisa? A gente precisa dele bem fechado pra não atrapalhar no trabalho.

De maneira geral, é possível perceber que a reclamação mais constante se dá pelas diferentes formas de conforto, como calor, possibilidade de ir ao banheiro e fechamento inadequado.

Esses pontos devem ser levados em conta para a continuação do projeto.

Levantamento para escala vertical

Apresentação

O levantamento contido neste arquivo é parte integrante de um projeto realizado por um grupo de pesquisas do Departamento de Engenharia de Produção da Escola Politécnica da USP em parceria com a Duráveis Equipamentos de Segurança Ltda.

O objetivo desse projeto é o estudo, o desenvolvimento e a proposta de melhorias para o atual modelo de camisa de proteção contra arco elétrico. Por essa razão, este levantamento está sendo enviado aos principais e potenciais compradores da Duráveis.

Desde já, a atenção despendida é agradecida.

Introdução ao levantamento

O levantamento em questão diz respeito ao valor mercadológico do produto que está sendo desenvolvido.

Desta forma, deve-se escolher uma faixa de preço que o senhor/senhora estaria disposto a pagar.

Para facilitar a escolha da faixa de preço, foram associados às faixas, outros equipamentos de proteção individual.



O nosso produto

O nosso produto visa atender as classes de risco I e II.

Ele dispõe de três bolsos para facilitar o porte de objetos por parte do usuário: dois bolsos laterais e um bolso superior com fechamento (para objetos de maior valor). Também de uma gola tipo padre, permitindo o uso da camisa

tanto em condições de trabalho quentes e frias.

Além disso, o projeto estuda uso de um dispositivo junto à camisa de forma a forçar o uso correto desta, isto é, o uso da camisa dentro da calça. Este dispositivo seria de uma cor chamativa para facilitar a supervisão.

Levantamento: Escala Vertical

Levantamento respondido por:

Função/cargo:

Empresa:

Opção escolhida:

Escala das faixas de preço		
Opção	Produto	Faixa de Preço
A	<p>Calçados em couro para situações de risco de natureza leve</p> 	R\$50,00 até R\$100,00
B	<p>Calça de segurança com tratamento retardanteanti-chama para classes de risco I</p> 	R\$75,00 até R\$110,00
C	<p>Blusas ou camisas com tratamento retardanteanti-chama para classes de risco I</p> 	R\$100,00 até R\$150,00
D	<p>Calçado de segurança tipo tênis. para uso eletrícista</p> 	R\$130,00 até R\$170,00

E	<p>Avental frontal com tratamento retardante anti-chama para classes de risco I</p> 	R\$180,00 até 230,00
F	<p>Camisa contra arco elétrico para classes de risco até II</p> 	R\$230,00 até 280,00
G	<p>Macacão para classes de risco até II</p> 	R\$350,00 até 450,00
H	<p>Avental em KCA para classes de risco até IV</p> 	R\$700,00 até 800,00

Estatísticas sobre levantamento da escala vertical

Foram enviados os questionários de levantamento da escala vertical para nove empresas que utilizam vestimentas de segurança em seu cotidiano. Elas assinalaram a faixa de preço que pagaria pelo produto proposto pelo grupo. Essas empresas estão listadas a seguir.

- a) Mercedes-Benz;
- b) Cia de Energia Elétrica do RS;
- c) Usiminas;
- d) ER-BR Geradores;
- e) Jibrasil;
- f) LCM Offshore;
- g) SIFC;
- h) Chrismar;
- i) GT Brasil.

Os resultados dos questionários encontram-se na tabela abaixo.

	A	B	C	D	E	F	G	H
Valor mínimo	50	75	100	130	180	230	350	700
Valor máximo	100	110	150	170	230	280	450	800
Média da faixa	75	92,5	125	150	205	255	400	750
Número de menções	0	0	0	0	2	5	2	0
Valor mercadológico	276,1111							

Figura 64- Estatísticas da escala vertical

Entrevista com perito do trabalho

Com a consolidação da idéia e o desenvolvimento de desenhos do nosso produto, considerou-se oportuno mostrá-lo a um perito do trabalho, uma vez que o produto se situa no contexto da segurança do trabalho.

Conforme a indicação do professor Clóvis Alvarenga Netto, foi entrevistado o perito Arduíno Morando, que realizou diversas perícias acerca da segurança do trabalho em relação a situações de trabalho expostas a perigos elétricos. Ele até prestou serviços para a Ideal Work, uma das empresas concorrentes da Duráveis, a qual foi objeto de análise de *benchmarking* em algumas etapas do desenvolvimento do projeto do produto.

Primeiramente, vale mencionar que a idéia do produto foi elogiada pelo perito. Segundo ele, a camisa contra arco elétrico do presente projeto se mostra viável no atual mercado de EPIs, pois é uma necessidade presente em diversas empresas, visto que, em suas perícias, ele identificou de fato que não se usa a vestimenta de modo correto.

Durante a entrevista, alguns pontos foram mencionadas como possíveis aspectos que podem contribuir para o sucesso do produto no mercado, sendo eles:

- A abertura frontal da camisa por velcro;
- O tempo de retirada da vestimenta;
- A presença de balaclava.

A respeito da abertura frontal, argumentou-se que o produto se mostraria contraditório caso a abertura fosse feita com botões, pois os espaços entre eles são regiões de risco assim como a abertura inferior da camisa, quando ela é usada de maneira incorreta/fora da calça. É importante colocar que esse aspecto do produto já foi considerado no seu desenvolvimento: há uma abertura frontal com velcro de ponta a ponta na vestimenta.

Sobre o tempo de retirada da vestimenta, foi mencionado que a vestimenta da Ideal Work não era resistente à chama, sendo que, com a ocorrência de um arco elétrico, a camisa começaria a pegar fogo, protegendo o operário durante cinco segundos, tempo necessário para a retirada da vestimenta. Assim, foi levantada a preocupação em relação ao dispositivo da cueca da vestimenta, uma vez que ele atrapalharia uma rápida retirada da camisa, caso esta começasse a pegar fogo. Entretanto, de acordo

com as pesquisas mercadológicas realizadas anteriormente no projeto, a Ideal Work não trabalha com o mesmo tipo de tecido da Duráveis. O tecido da Duráveis, fornecido pela DuPont, possui propriedade anti-chama. Logo, a preocupação foi sanada.

A balaclava, por sua vez, é um dispositivo de segurança mandatório para todas as situações de trabalho, enquadrando-se, logo, na classe de risco II da norma NR-10. Esse dispositivo é uma espécie de capuz responsável pela proteção facial do operário. Um modelo padrão de balaclava é mostrado a seguir.



Figura 65 - Modelo padrão de balaclava

Conforme o perito Arduíno Morando, as suas perícias detectaram, juntamente com o problema do uso incorreto da camisa contra arco elétrico, a falta do uso da balaclava. Segundo relatos de operários obtidos em suas perícias, a razão disso é que a balaclava é muito desconfortável. Assim, ela seria usada apenas quando fosse necessária. Contudo, os operadores não conseguem carregá-la consigo para somente vesti-la nas ocasiões propícias, logo optam por não usá-la e por deixá-la em seus armários.

Há alguns produtos que almejam solucionar o problema do operador não conseguir carregar consigo a balaclava, tais como capacetes com visores de proteção, como o mostrado abaixo.



Figura 66 - Capacete com visor de proteção

Porém, tais capacetes só conseguem resistir energia incidente até 2 cal/cm^2 , sendo enquadrados em algumas poucas situações de risco de classe I - NR10. E, mesmo que conseguissem resistir energia incidente até 8 cal/cm^2 (classe II - NR10), eles não poderiam ser usados nessas situações de classe II, pois, segundo orientação normativa, acima de $4,0 \text{ cal/cm}^2$, só se pode utilizar proteção facial fechada.

Assim, a idéia da balaclava foi apresentada para a diretoria da Duráveis. Caso ela fosse aprovada, seria adicionada ao projeto da vestimenta de proteção contra arco-elétrico.

Na apresentação, descobriu-se que a Duráveis ainda não trabalha com a venda de balaclavas. Deste modo, a diretoria aconselhou a continuação do projeto sem a adição da balaclava. Segundo Leo Bain, sócio da Duráveis, a inclusão da balaclava ao portfólio de produtos da empresa já está planejada e, conseqüentemente, haverá um amadurecimento dos processos produtivos que a envolvem. Assim sendo, uma futura adição da balaclava à vestimenta se mostra mais fácil do que uma no momento atual.