



DESENVOLVIMENTO DE UMA LUVA ELETRÔNICA PARA CONTROLE DE VELOCIDADE DE MÁQUINAS DE COSTURA INDUSTRIAIS ADAPTADAS PARA CADEIRANTES

Luciana Magno de Almeida¹, Anderson Alves²

Resumo: Este artigo apresenta o desenvolvimento de um produto para o controle eletrônico de velocidade de máquinas de costura industriais de forma a permitir a substituição o sistema original, com pedal mecânico, por um sistema controlado por uma luva eletrônica e, assim, permitir a inclusão social de cadeirantes e pessoas com deficiências dos membros inferiores no setor têxtil. Este artigo é composto por sete seções: introdução, *marketing* SAP, pesquisa de conceitos, definição de requisitos, conceito proposto, projeto preliminar e testes e análise dos resultados. Na introdução são apresentados os dados do setor têxtil e a contextualização do problema. A seção de *marketing* SAP (Segmentação, Alvo e Posicionamento) mostra a segmentação do mercado têxtil, mercado alvo e posicionamento de produto, com a finalidade de focar os esforços no segmento determinado por esse método. A pesquisa de conceitos e definição de requisitos visa reunir uma base de dados para o desenvolvimento do projeto. No conceito proposto foram utilizados os mapas de produto e processos para apresentar o conceito do produto de acordo com os requisitos e análises de conceitos. Também, é apresentado o projeto preliminar com lista de componentes, diagrama elétrico e custos relacionados. Por fim, os testes e resultados são detalhados e validados.

Palavras-chave: Produto eletrônico. Máquina de costura. Luva Eletrônica. Adaptação para cadeirantes.

Abstract: *This article presents the development of a product for the electronic speed control of industrial sewing machines in order to allow the original system, by mechanical pedal, to be replaced by a system controlled by an electronic glove and thus to allow the social inclusion of wheelchair users and people with disabilities of the lower limbs in the Textile Sector. This article is composed of seven sections: introduction, STP marketing, concept research, requirements definition, proposed concept, preliminary design and testing and results analysis. In the introduction are presented the data of the Textile Sector and the contextualization of the problem. The STP (segmentation, targeting e positioning) marketing section shows the segmentation of the textile market, target market and product positioning, in order to focus efforts in the segment determined by this method. The concepts research and requirements definition aim to gather a database for the development of the project. In the proposed concept, product and process maps were used to present the concept of the product according to the requirements and analysis of concepts. In addition, the preliminary design with list of components, electrical diagram and related costs is presented. Lastly, the tests and results are detailed and validated.*

Keywords: *Electronic product. Sewing machine. Electronic glove. Adaptation for wheelchair users.*

¹ Especialista em Desenvolvimento de Produtos Eletrônicos, IFSC/Florianópolis <lucianamagnoalmeida@gmail.com>.

² Professor do Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN), IFSC/Florianópolis <anderson.alves@ifsc.edu.br>.

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados de 2017 da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), o Setor Têxtil é o segundo maior empregador nacional da indústria de transformação, ficando aquém apenas do setor de alimentos e bebidas (somados). Além de possuir 1,479 milhão de empregados diretos. Somente no ano de 2017, o Faturamento da Cadeia Têxtil e de Confecção foi de US\$ 45 bilhões, com investimentos de R\$1,9 bilhão em 2017 no setor.

Em Santa Catarina, segundo dados da FIESC/2017, é um dos setores mais expressivos, responsável por 162.845 empregos e 9.243 estabelecimentos, além de R\$ 20,4 bilhões de Valor Bruto da Produção Industrial e 10 bilhões de Valor da Transformação Industrial no estado (FIESC, 2017).

De acordo com o artigo 93 do capítulo II, seção VI, subseção II da Lei 8.213/91: “Art. 93. A empresa com 100 (cem) ou mais empregados está obrigada a preencher de 2% (dois por cento) a 5% (cinco por cento) dos seus cargos com beneficiários reabilitados ou pessoas portadoras de deficiência, habilitadas, [...]” (BRASIL, 1991).

Por isso, com viés de inclusão social, o controle manual de máquinas de costura industriais, em substituição ao original por pedal, tornaria acessível a cadeirantes e pessoas com deficiências dos membros inferiores a operação delas, assim os inserindo na indústria têxtil.

Além disso, segundo dados da FIESC (2017), a principal causa de concessão de benefícios acidentários é por doenças osteomuscular e do tecido conjuntivo, somando 369 afastamentos por um período superior a 15 dias. As costureiras ficam sujeitas a essas doenças pela postura inadequada decorrentes do trabalho muscular estático e movimentos repetitivos. A postura, no exercício da função, é predominantemente sentada com os membros superiores elevados e com o tronco flexionado sobre a máquina de costura. Também, necessita de acionamento do pedal da máquina exigindo movimentos repetitivos do quadril e do pé. Um dos métodos empregados em outros setores fabris têxteis é revezar as posições sentadas e em pé, saindo da posição estática, permitindo também o relaxamento dos quadris, pés e membros superiores.

Tendo como base a visão descrita acima, esse projeto almeja, através da pesquisa e aplicação de métodos, desenvolver um conceito de produto industrializável que permita a adaptação do controle original, com pedal mecânico, por um controle manual.

O trabalho busca, como resultado, garantir o controle da velocidade da máquina de forma segura e dentro das especificações, destacando e enumerando as normas cabíveis. Além disso, deve ser capaz de controlar a velocidade de costura com sistema de entrada e saída originais, removendo apenas o pedal, resguardando os princípios de funcionamento dela.

Em vista desse conhecimento, será construído e operado um novo sistema capaz de realizar esse controle de forma manual.

2 MARKETING SAP

De acordo com Kotler (2000), mercado é o conjunto dos compradores, efetivos e potenciais, de uma oferta ao mercado, seu tamanho depende do número de compradores dessa oferta. A segmentação do mercado é uma necessidade pois é raro que uma empresa consiga satisfazer a todos.

As etapas a seguir baseiam-se no conceito de *marketing* estratégico conhecido como *Marketing SAP* – Segmentação, Alvo e Posicionamento. A ideia central consiste em identificar um determinado segmento e focar esforços para que o produto desenvolvido atenda a esse de forma eficiente e lucrativa.

Três etapas essenciais são necessárias para esse estudo: Segmentação de Mercado, Alvo (Mercado-Alvo) e Posicionamento de Produto.

2.1 Segmentação de Mercado

Esse item visa determinar as variáveis de segmentação, realizar a segmentação em si do mercado e desenvolver os perfis desse segmento.

As empresas consumidoras podem ser classificadas nas seguintes variáveis:

- **Geográficas (tamanho potencial do mercado a ser explorado):** países, regiões, cidades, bairros, entre outros;
- **Características Gerais:** produtos oferecidos, porte da empresa e tipo de máquina de costura, tempo de atuação no mercado etc.;
- **Comportamentais:** benefícios procurados, hábitos de consumo, taxas de uso, padrão de qualidade e segurança exigidos.

Relacionando as variáveis acima com o projeto retornam-se as segmentações:

- **Geográfica:** devido à necessidade de controle de investimento inicial (tamanho da fábrica, quantidade de funcionários, insumos etc.), custos com *marketing* e distribuição do produto, optou-se pela segmentação por estados brasileiros;
- **De Características Gerais:** o tipo de máquina de costura é item essencial pois influencia diretamente no desenvolvimento, características, custo e implementação do projeto. Além disso, o porte da

empresa tem grande peso no preço disposto a pagar, quantidade e aceitação do produto. Por sua vez, a segmentação por produtos oferecidos, tempo de atuação entre outros fatores, percebe-se não haver padrão com o tipo de máquinas de costura empregado e do porte da empresa, logo, não há como associá-los de forma eficiente e optou-se por desconsiderá-los;

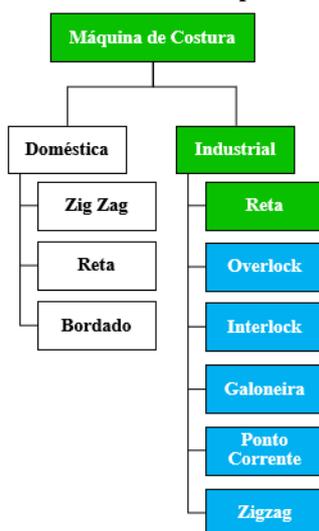
- **Comportamental:** os benefícios procurados são o foco principal desse projeto, procura-se fornecer produto capaz de atender a um benefício específico, como por exemplo, a inclusão social. Além disso, o padrão de qualidade e segurança exigidos deverá ser respeitado, sendo o produto enquadrado nos mesmos.

De acordo com as segmentações acima determinadas foram traçados os perfis dos consumidores desse projeto.

A Segmentação Geográfica tem como alvo as empresas da área têxtil presentes no estado de Santa Catarina, justificando-se com dados do “Santa Catarina em Dados – 2018” (FIESC, 2018) pela sua maior participação dos empregos industriais do Brasil com 33,90% em Santa Catarina contra 20,30% da média brasileira e índice de 26,30% do segundo lugar (RS). Além disso, desta participação a Indústria Têxtil e de Confecção representa o 1º lugar em empregos de SC, com 162.845 empregos (21,8% da indústria de SC).

Com relação a Segmentação de Características Gerais dos Tipos de Máquinas de Costura (Figura 1) diferenciam-se em dois grandes grupos, a máquina de costura doméstica e a máquina de costura industrial. O foco dessa pesquisa é em máquinas de costuras industriais. Dentre essas optou-se pela Máquina de Costura Industrial do Tipo Reta pela sua grande utilização em Confecções Gerais. Além disso, destacam-se em azul na Figura 1, possíveis outros tipos de máquinas que trabalham com sistemas de controle de velocidade similares ao abordado nesse projeto (Pedal Mecânico/Sensor).

Figura 1 – Segmento Alvo Posicionado para Máquina de Costura.



Considerando a Segmentação de Características Gerais quanto ao Porte da Empresa é necessário, primeiramente, classificar o porte das empresas e a análise do Art. 93 em relação ao porte das empresas e o percentual de contratação determinado.

Para o projeto optou-se pelo critério de classificação do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que utiliza como base o número de funcionários, para fins bancários, ações de tecnologia entre outros. Por sua vez, o art. 93 do capítulo II, seção VI, subseção II da Lei 8.213/91 determina que empresas com 100 ou mais empregados está obrigada a preencher com 2% se empregar até 200, 3% se possuir de 201 a 500 empregados, 4% de 501 a 1.000 e 5% para quantidade maior de 1.001 empregados. Logo, os beneficiários, reabilitados ou pessoas portadoras de deficiência, habilitadas a serem empregados de acordo com o porte está descrito na Tabela 1.

Tabela 1 –Porte de Empresas Industriais e número de beneficiários.

Porte	Nº de Funcionários	Beneficiários
Micro	até 19	Não se aplica – 0%
Pequena	20 a 99	Não se aplica – 0%
Média	100 a 499	2% a 3%
Grande	Mais de 500	4% a 5%

Portanto, de acordo com o art. 93 e o porte da empresa, o público-alvo para a Segmentação Características Gerais serão Média e Grande Empresas.

Finalmente, considerando a segmentação comportamental busca-se por empresas que possuam como benefícios a inclusão social e a inovação, e, que o produto desenvolvido nesse projeto esteja de acordo com o nível adequado do padrão de qualidade e segurança exigidos por essas empresas.

2.2 Mercado-Alvo

Nessa etapa, o objetivo é avaliar as vantagens de cada segmento e selecionar um ou mais segmentos alvo. Com base nas etapas anteriores e nos segmentos definidos, o Mercado-Alvo desse trabalho serão empresas com sede em SC, de médio e grande portes e que se preocupem com a inclusão social e inovação tecnológica.

2.3 Posicionamento de Produto.

A última etapa consiste em identificar os possíveis posicionamentos para cada segmento, determinar e desenvolver o posicionamento escolhido.

A resposta ao mercado-alvo definido será a de desenvolver um produto que atenda aos padrões definidos pelo interesse do consumidor, empresas catarinenses de médio e grande portes. Além de permitir a inclusão de deficientes à indústria têxtil, ao mesmo tempo que garante sua segurança e qualidade do produto.

Pretende-se instaurar sede no Vale do Itajaí para melhor e mais eficiente atendimento e manutenção do produto nas fábricas, uma vez que se trata da região de maior concentração do ramo têxtil em SC.

3 PESQUISA DE CONCEITOS

A pesquisa de conceitos é formada pelas análises em propriedades intelectuais, análise de produtos concorrentes no mercado (*benchmarking*) e novas tecnologias como base de novos conceitos, de forma a obter, além da análise de conceitos em si, também as características funcionais, construtivas, *design*, interface de usuário e preço, quando cabíveis, compilando, assim, a base para o desenvolvimento da proposta de trabalho.

3.1 Propriedades Intelectuais

Esse item reúne resultados de pesquisa nos bancos de patentes nacional e internacionais, com as características, meio de controle e desvantagens de cada dispositivo encontrado.

Os dados obtidos foram enumerados a seguir. Cada subitem contém dados da patente, tabela com análise das desvantagens (realizada pela autora desse projeto), informações pertinentes do produto da analisado e figura expositiva contida no documento da patente.

- Patente PI 0923940-5 A2 (Figura 2);
- **Título:** “Dispositivo Mecânico de Acionamento de Máquina de Costura Utilizando Movimento do Tronco para Portador de Necessidades Especiais: Membros Inferiores” (Tabela 2);
- Banco de Patentes Nacional;
- **Depositante:** SENAI-CETIQT (BR/RJ).

Figura 2 – Dispositivo da Patente 0923940-5 (SENAI-CETIQT, 2009).

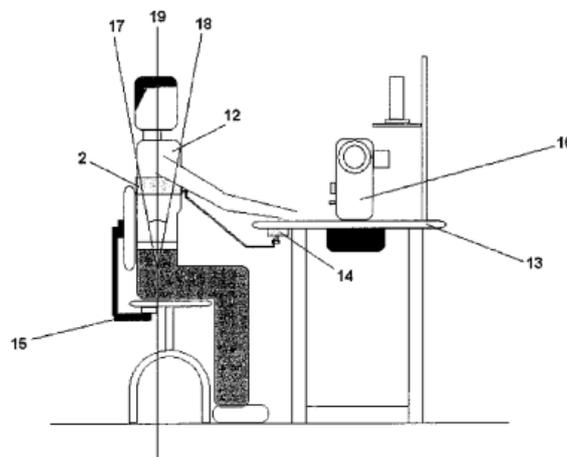


Tabela 2 – Análise da Patente 0923940-5.

Características	Meio de Controle	Desvantagens*
Dispositivo mecânico	Por variação da posição do tronco do usuário	Movimentação do tronco de forma inadequada
Armadura anatômica vestível pelo usuário		Risco à integridade física do usuário, principalmente de seus membros superiores, coluna e visão.
Fixação do dispositivo no usuário através de cinta elástica com velcro		

(*) Determinadas pela autora com base no documento da patente analisada.

- Patente 4.728.812 (Figura 3);
- **Título:** “*Oral Machine Controller*” (Tabela 3);
- Banco de Patentes dos EUA;
- **Autores:** Sheriff *et al.*

Figura 3 – Aparato da Patente 4.728.812 (Sheriff *et al.*, 1986)

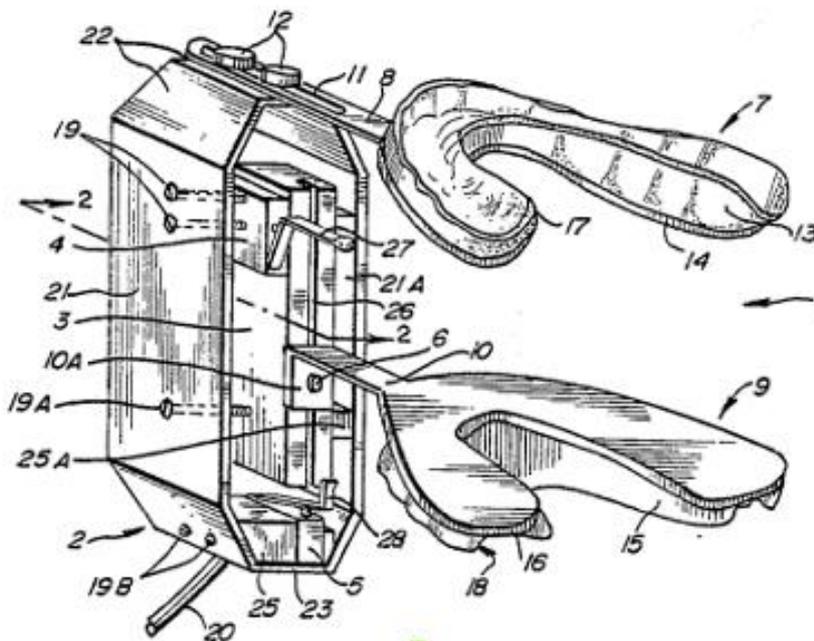


Tabela 3 – Análise da Patente 4.728.812.

Características	Meio de Controle	Desvantagens*
Dispositivo mecânico	Por movimentação de mandíbula e língua	Movimentação da mandíbula de forma constante e exaustiva
Potenciômetro linear gera sinal de tensão para o controle da velocidade de costura		Por falta de informação da Patente, supõem-se que a posição do aparato é fixa, forçando então, a posição inadequada do pescoço e cabeça do usuário
A mordedura do aparato pelo usuário movimenta o potenciômetro linear		

(*) Determinadas pela autora com base no documento da patente analisada.

- Patente MU8701328-2 U2 (Figura 4);
- **Título:** “*Acionador e Controlador Manual de Máquina de Costura Reta Industrial para Cadeirante*” (Tabela 4);
- Banco de Patentes Nacional;
- **Titular:** SENAI-CETIQT.

Figura 4 – Dispositivo da Patente MU8701328-2 (SENAI-CETIQT, 2007).

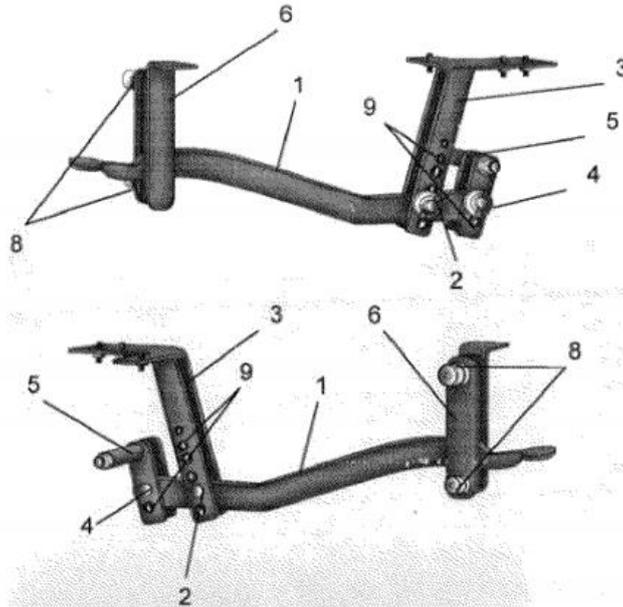


Tabela 4 – Análise da Patente MU8701328-2.

Características	Meio de Controle	Desvantagens*
Dispositivo mecânico	Por posição manual de alavanca	Necessidade do uso de uma das mãos somente para acionamento e controle da alavanca
Alavanca de acionamento		Dificuldade no manuseio de peça durante o ato da costura, especialmente, em operações que exijam o manejo com ambas as mãos
Aciona o mecanismo de formação do ponto de costura		

(*) Determinadas pela autora com base no documento da patente analisada.

- Patente 5,375,063 (Figura 5);
- **Título:** “Apparatus and Method for Voice Controlled Apparel Machine” (Tabela 5);
- Banco de Patentes dos EUA;
- **Depositante:** Clemson University, Clemson, S.C., USA.

Figura 5 – Dispositivo da Patente 5,375,063 (CLEMSON UNIVERSITY, 1993).

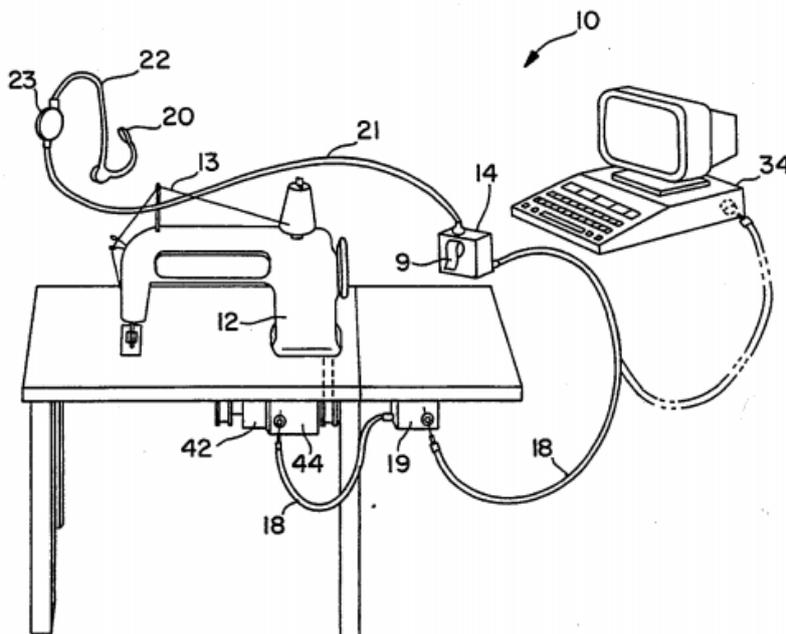


Tabela 5 – Análise da Patente 4.728.812.

Características	Meio de Controle	Desvantagens*
Dispositivo mecânico	Por comando de voz	Em ambiente industrial, devido à presença de ruídos, por questão de segurança não é viável a utilização dessa tecnologia
Captura de voz por Microfone		De acordo com a patente, necessita de computador próximo e dedicado para seu funcionamento
Processamento de Dados		

(*) Determinadas pela autora com base no documento da patente analisada.

3.2 Benchmarking

A pesquisa quanto aos produtos de marcas concorrentes demonstrou um nicho pouco explorado, com adaptações caseiras para uso próprio.

Percebe-se que tais adaptações, assim como no caso da maioria das patentes, são totalmente mecânicas e de forma geral não atende às exigências nacionais de ergonomia no uso do produto pelo usuário. Além disso, pela necessidade e falta de oferta de tais adaptações, apesar de serem soluções simples, permitem ao usuário utilizar a máquina de costura e tirar dela seu sustento.

Analisando os exemplos a seguir, ambas são adaptações mecânicas por movimentação de alavanca e não respeitam a movimentação natural do corpo durante o processo de costura. No primeiro caso (Figura 6), para a adaptação da máquina foi retirado o módulo da alavanca/pedal do lugar original e o mesmo foi fixado na lateral, acima da mesa (Figura 6, destaque 1), a haste original do pedal (Figura 6, destaque 2) foi presa à haste branca (Figura 6, destaque 3) e essa é movimentada pelo movimento do rosto por apoio à base do nariz do usuário.

Figura 6 – Frame do Vídeo: “Tapetes de Fru Fru Feito por um Cadeirante Máquina de Costura Adaptada para Deficiente” (MIRANDA, 2018).



No exemplo da Figura 7, a adaptação ocorre de forma manual, dependendo do uso constante da mão esquerda do costureiro. O controle adaptado do pedal foi feito pelo uso de um cabo de vassoura preso ao pedal da máquina (figura à direita) e chega à mão do usuário através de um furo na mesa (figura superior esquerda), foi colocado, então, um cano de PVC para melhor apoio da mão (figura inferior esquerda).

Figura 7 – Frame do Vídeo: “Como adaptar uma máquina de costura para cadeirante” (CILINHOBB, 2018).



3.3 Novos conceitos

Por meio do estudo de novas tecnologias aplicáveis foi possível compilar ideias ainda não concretizadas, pesquisas não desenvolvidas em produtos comercializáveis e novas abordagens para a operação não convencional de máquinas de costura. As principais serão abordadas nos tópicos a seguir.

3.3.1 Comando por voz

Um dos conceitos encontrados na pesquisa foi o comando por voz e, apesar de ser uma tecnologia relativamente recente, foi encontrada uma pesquisa datada de 1992 que utilizava esse método para o controle de máquinas de costuras adaptadas, chama-se *Voice-Activated Sewing Machine –VAST* (Máquina de Costura Ativada por Voz), desenvolvida por pesquisadores da *Clemson University* (Carolina do Sul – EUA) porém sem indícios de produção comercial.

A pretensão dos pesquisadores era disponibilizar a tecnologia VAST para máquinas caseiras ou comerciais. Através de pesquisa não foi possível determinar o porquê deste método não ter sido implementado de fato. Uma suposição do possível motivo seria a de impossibilidade a utilização desse método em ambientes com ruídos sonoros, como é o caso de ambientes industriais, comerciais e até mesmo domésticos.

3.3.2 Comando por Botão Analógico

A invenção intitulada "Acesse Kit de Adaptação para Máquinas de Costura" ganhou o primeiro lugar na categoria "Inclusão de Pessoas com Deficiências" na final do Desafio Senai 2016.

Desenvolvida por alunos de Friburgo-RJ visava o controle analógico, no estilo de *joystick* utilizado em controles para jogos eletrônicos, o dispositivo é acoplado à máquina de costura e o controle realizado pela movimentação constate e manual, de acordo com a Figura 8.

Figura 8 – Adaptação “Acesse Kit de Adaptação para Máquinas de Costura” (G1 REGIÃO SERRANA, 2016)



Apesar de vencedora da competição de 2016, não se encontrou o *kit* disponível no mercado. Uma vantagem desse método em comparação aos outros mencionados é a possibilidade de movimentação natural do tronco e cabeça. Uma desvantagem a destacar é o fato de a utilização desse método depender da mão do usuário estar na mesa e exatamente em cima do *joystick*, o que impede a realização de operações de costura onde são necessárias ambas as mãos do usuário, por exemplo, união de peças, pregar zíper e entre outras.

4 DEFINIÇÃO DOS REQUISITOS E ESPECIFICAÇÕES

Os requisitos do projeto definidos nesse tópico servirão de base, limitando as possíveis soluções para o objetivo proposto nesse artigo. Ademais, eles equivalem às condições impostas ao produto pelas necessidades técnicas, operacionais, de segurança e funcionalidade, além de quesitos econômicos, mercadológicos, decorrentes da utilização e de necessidade dos clientes e os previstos por normas.

Entende-se por requisitos tudo o que é esperado pelo consumidor/usuário, considerando, também, sua segurança e qualidade de vida. Além disso, tem por base as qualidades que o produto deve possuir, descritas nos subtópicos a seguir.

Para o dispositivo desenvolvido nesse projeto, foi aplicado o método de Carpes Jr. (2014) e seus conceitos. Esse método visa a resposta de uma série de perguntas dividida em categorias com base nas qualidades que o produto deve possuir, os requisitos resultantes do método acima descrito encontram-se a seguir em subtópicos.

É importante ressaltar que os aspectos econômico-financeiro serão discutidos em outro tópico, juntamente com a análise financeira de viabilidade do produto.

4.1 Requisitos de Segurança

É comum que a segurança de um projeto seja confundida com a confiabilidade e, por isso, não incluídas corretamente ou não valorizadas durante o desenvolvimento. O questionamento aplicado de acordo com o método resultou nos seguintes requisitos, adaptados a esse projeto:

- Projetado para operar em ambiente industrial têxtil/confecção (poeira, vibrações etc.);
- Tempo de pressionamento do botão de 500 ms para proteger o sistema contra o efeito repique (*bounce*) dos botões;
- Sistema de controle de velocidade deve oferecer segurança para a manutenção da qualidade de vida do usuário;
- Deve possuir proteção contra ruídos e interferências eletromagnéticas;
- O produto deve possuir *feedback* visual que indique a conexão entre dispositivos, indicação “ON/OFF”, velocidade de costura e nível de bateria.

4.2 Requisitos de Funcionalidade

Os requisitos de funcionalidade são essenciais para um projeto pois determinam as utilidades e funções de um dado produto, ou seja, seu motivo de existência. A seguir estão os requisitos obtidos para esse subitem:

- O produto deve ser capaz de acelerar, desacelerar e parar o processo de costura;
- O produto deve funcionar por pelo menos 12 horas sem necessidade de interrupções;
- O produto deve ser controlado a uma distância mínima de até 1 metro.

4.3 Requisitos de Ergonomia

A ergonomia em ambiente industrial é cada vez mais importante para a manutenção e prevenção da saúde, produtividade e qualidade de vida do usuário, com o passar dos anos tem ganhado destaque no projeto de produtos e na decisão de adquiri-los. Por isso, aplicando o método, os requisitos para a ergonomia do produto são:

- Leve;
- A operação do produto não deve sobrecarregar, física e psicologicamente, o usuário;

4.4 Requisitos de Sustentabilidade

As pessoas estão cada vez mais consciente quanto a escassez de matérias primas e recursos ambientais, por isso, a sustentabilidade tem ganhado cada vez mais enfoque. Esse projeto visa reconhecer essa necessidade através dos seguintes requisitos:

- Evitar o uso desnecessário de materiais tóxicos, além disso, o descarte correto deve ser indicado;
- Reciclar materiais e componentes no descarte do produto.

4.5 Requisitos de Operacionalidade

Os requisitos de operacionalidade descritos buscam considerar as características dos usuários, do ambiente e da usabilidade do produto.

- Cadeirantes, pessoas com total mobilidade sentadas ou eretas devem ser capazes de utilizar o produto sem qualquer dificuldade ou incômodo;
- Deve ser de fácil entendimento e treinamento;
- Não deve conter escritas e sim símbolos, para melhor atender pessoas com o mínimo nível de instrução, quanto a leitura;
- Deve conter interface visual comunicando o funcionamento e sinalizações necessárias;
- Deve ser protegido quanto aos erros de utilização;
- Se houver falha crítica, ocorrerá a parada imediata da costura.

4.6 Especificações do Produto

Neste item, são definidos, na Tabela 6, as especificações do produto após levantamento dos requisitos e pesquisa de conceitos.

Tabela 6 – Especificações do Produto.

Requisitos	Especificações	Unidade	Valor Alvo ou Máximo
Leve	Massa	g	30
Antirrepique	Tempo	ms	500
Comandos de entrada	Funções	u	3
Autonomia	Tempo	h	12
Alcance mínimo	Distância	m	1
Feedback visual	Informações	u	4

4.7 Normas Pertinentes

Em pesquisa ao banco de dados de normas da ABNT e da IEC, foi possível reunir as seguintes normas pertinentes ao projeto. As principais normas são citadas a seguir, outras normas são referenciadas por essas, completando as normas pertinentes.

- ABNT NBR ISO 12100:2013 – Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de riscos;
- IEC 60204-31:2013 – *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems.*

A Norma ABNT NBR 12100 (ABNT, 2013) é importante para esse projeto pois especifica a metodologia para a obtenção da segurança em projetos de máquinas, sendo possível através do seu uso a identificação, avaliação e redução de riscos do produto.

Por sua vez, a Norma IEC 60204-31 (IEC, 2013) apesar de não possuir correspondente no Brasil, é importante pois se trata de norma da Comissão Eletrotécnica Internacional aplicada a equipamentos eletrônicos e elétricos, máquinas de costura, unidades e sistemas desenvolvidos especialmente para o uso profissional na indústria de costura.

5 CONCEITO PROPOSTO

O conceito proposto para esse projeto tem por objetivo permitir o controle da velocidade de costura da máquina do tipo reta, por meio de acréscimo e decréscimo dessa velocidade, com a substituição do controle original por pedal por novo controle manual. Assim, permitindo a utilização da máquina de costura por pessoas com deficiência nos membros inferiores e evitar a fadiga nas pernas dos usuários causada pela permanência em posição sentada por longos períodos. Além disso, deve atender aos requisitos descritos na Seção 4.

De acordo com os requisitos definidos e análise da pesquisa de conceitos existentes e propostos na literatura definiu-se novo conceito para a utilização da máquina de costura. Logo, o foco desse novo conceito é o de permitir sua utilização sem comprometimento da postura do usuário, não limitando o uso das mãos para as operações de costura e não deve impedir o movimento natural do corpo. Além disso, deve ser capaz de reproduzir o controle de velocidade original, por pedal, com segurança.

Para melhor adequar os requisitos ao projeto, o mesmo foi subdividido em dois subsistemas, o dispositivo acoplado à mão do usuário e o dispositivo fixado à máquina de costura. A funcionalidade do primeiro é de receber o comando do usuário para variar a velocidade de costura da máquina e o segundo dispositivo serve para receber os comandos do primeiro e executar a mudança de velocidade de costura em si.

Na escolha do dispositivo manual, com relação à ergonomia e segurança, decidiu-se utilizar luva ou dedeiras, de tecido leve e respirável, com material composto parcialmente por elastano para melhor fixação sem compressão da mão/dedos do usuário. Ademais de escolher os componentes de acordo com seu peso, buscando um produto leve. A fixação dos componentes será no pulso, com uma munhequeira presa por velcro, permitindo o total movimento do pulso e não sobrecarregando a mão do usuário.

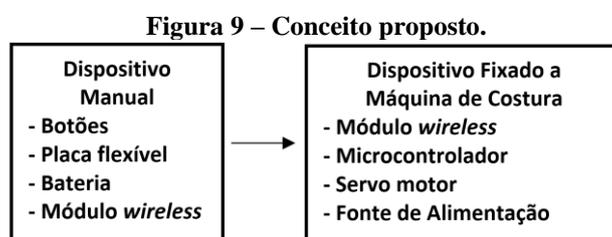
Considerando a segurança, funcionalidade e operacionalidade para a luva/dedeiras, foi escolhido o uso de dois botões de variação de velocidade, o dedo indicador aumenta a velocidade para o nível acima da velocidade atual de costura, até um valor desejado ou máximo de costura e o dedo médio diminui a velocidade até o valor almejado ou atingir a velocidade zero de parada da costura. Para comandar a velocidade é necessário pressionar por tempo maior ou igual a 500 ms, de forma a eliminar acidentes com ruídos ou toques acidentais. O uso da luva/dedeiras, visa também não atrapalhar o procedimento normal de costura. Métodos e operações podem ser aplicados como no sistema da máquina de costura original, por pedal, uma vez que não exige mudança de postura para acionamento da costura, como foi observado no estudo da seção 3 sobre pesquisa de conceitos.

Com um viés de funcionalidade, a luva/dedeiras procurou utilizar bateria com os parâmetros necessários para permitir a funcionalidade do produto por 12 horas ininterruptas e módulo Bluetooth com regulagem de potência e irradiada pelo módulo, sendo capaz de operar a mudança de velocidade em uma distância máxima de um (1) metro sem gasto excessivo da bateria, economizando assim, a energia utilizada para sua utilização e atendendo ainda aos requisitos de funcionalidade.

No desenvolvimento do dispositivo fixo a máquina, considerando os requisitos da Seção 4, destacam-se as considerações a seguir. Decidiu-se colocar no dispositivo fixo a máquina o módulo Bluetooth e o microprocessador, interface visual de usuário e alimentação do servomotor, economizando também a capacidade e quantidade de baterias utilizadas pelo produto, uma vez que ocorrem por alimentação direta na rede elétrica. O módulo Bluetooth utilizado deve ser de baixo consumo e, por isso, considerando os componentes disponíveis no mercado, optou-se por utilizar módulos *Bluetooth Low Energy*, ideal para comunicação de dados com períodos de transferência de dados e baixo consumo, esse tipo de módulo também é capaz de parear e impedir o pareamento com outros dispositivos que não o programado, sendo uma vantagem se comparado com o uso de módulos Wi-Fi. A seguir descreve-se em detalhes o conceito discutido nesse item.

5.1 Descrição do Conceito

O conceito proposto prevê a utilização de um dispositivo manual, acoplado por botões e placa flexível aos dedos e bateria e módulo *wireless* à mão do usuário. Fixado à máquina de costura há outro módulo receptor *wireless*, microcontrolador, servomotor e fonte de alimentação (Figura 9).



Portanto, com a utilização dos módulos *wireless* deseja-se a liberdade de movimento e a segurança do sistema, uma vez que a presença de fios entre o dispositivo manual e a máquina de costura deixaria o sistema exposto a acidentes. A bateria permite autonomia do sistema e os botões indicam as entradas, ou seja, comando de alteração da velocidade de costura pelo usuário.

Por sua vez, o microcontrolador recebe os sinais de comando de alteração de velocidade e os transmite para o servomotor em forma de sinal PWM, permitindo a alteração do ângulo da alavanca do pedal (sistema original), controlando assim a velocidade de costura na máquina de costura. Além disso, outro papel do microcontrolador é o de operar o funcionamento dos LEDs presentes em interface visual de usuário, indicando quando o produto está ligado, quando há conexão entre os dispositivos contidos no produto e indicador de bateria fraca.

5.2 Mapa de Produto

A Figura 10 apresenta os mapas de produto do conceito proposto, respectivamente, do dispositivo de comando manual e do sistema acoplado à máquina de costura. Com estes mapas busca-se documentar o conceito primário, direcionar possíveis melhorias e comunicar de forma clara o funcionamento do produto.

São mostrados nos mapas de produto os componentes de forma genérica, sem especificações ou marcas, sendo que estes serão definidos na seção 6 deste trabalho.

Analisando o mapa de produto, os dois botões de entrada são fixos nos dedos do operador, logo a fixação dos mesmos é uma variável crítica e, portanto, optou-se por treinar o usuário para torná-la controlável. A conexão da bateria adequadamente também é um fator crítico.

No mapa de produto da Figura 10, são variáveis críticas do sistema proposto a programação do receptor e do microcontrolador.

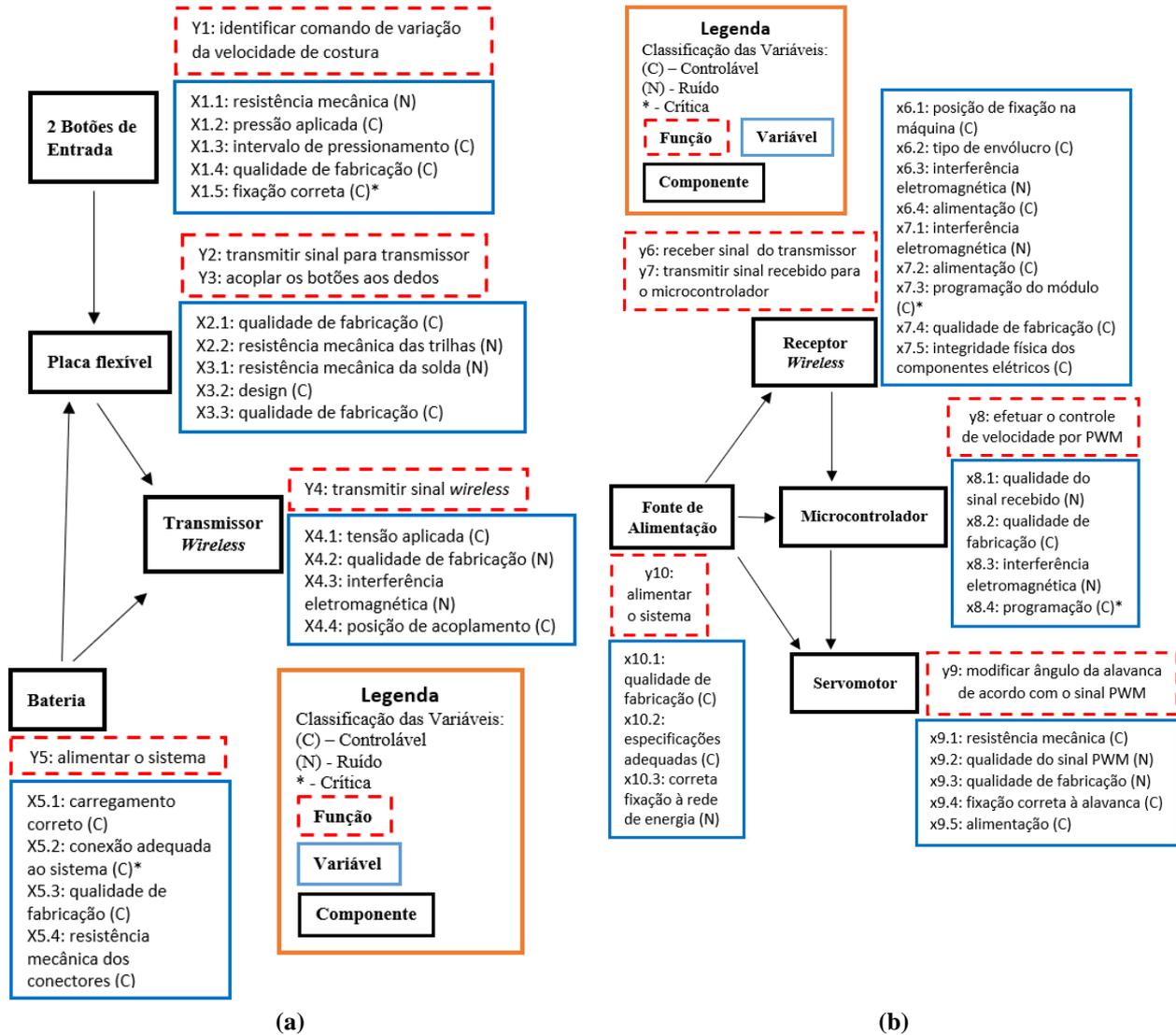
5.3 Mapa de Processo de Uso do Produto

Com o mapa de processo de uso do produto (Figura 11(a)) deseja-se documentar, apontar as variáveis de cada etapa do processo, destacar as variáveis críticas e mostrar com mais clareza o fluxo de utilização do produto pelo usuário.

No produto desenvolvido, o objetivo é o de permitir o controle de velocidade da máquina de costura, o que pode ser percebido no mapa de processo de uso do produto abaixo. Sendo as variáveis críticas: intervalo de pressionamento dos botões de entrada, a correta fixação da luva à mão e a escolha adequada da velocidade

de costura. Todos esses fatores influenciam de forma negativa quando não realizados corretamente, além de serem sensíveis a pequenos erros, logo devem ser operações padrão controláveis.

Figura 10 – Mapa de Produto do Conceito Proposto: (a) Dispositivo Manual, e (b) Sistema de Acoplado à Máquina de Costura.



5.4 Mapa de Processo de Alteração do Sistema

Para a adaptação da máquina de costura é necessário alterar alguns aspectos do sistema original e adicionar os mecanismos descritos anteriormente nesta seção.

O Mapa de Processo de Alteração do Sistema (Figura 11(b) visa destacar as etapas necessárias para a adaptação da máquina de costura para o novo sistema de controle de velocidade de costura.

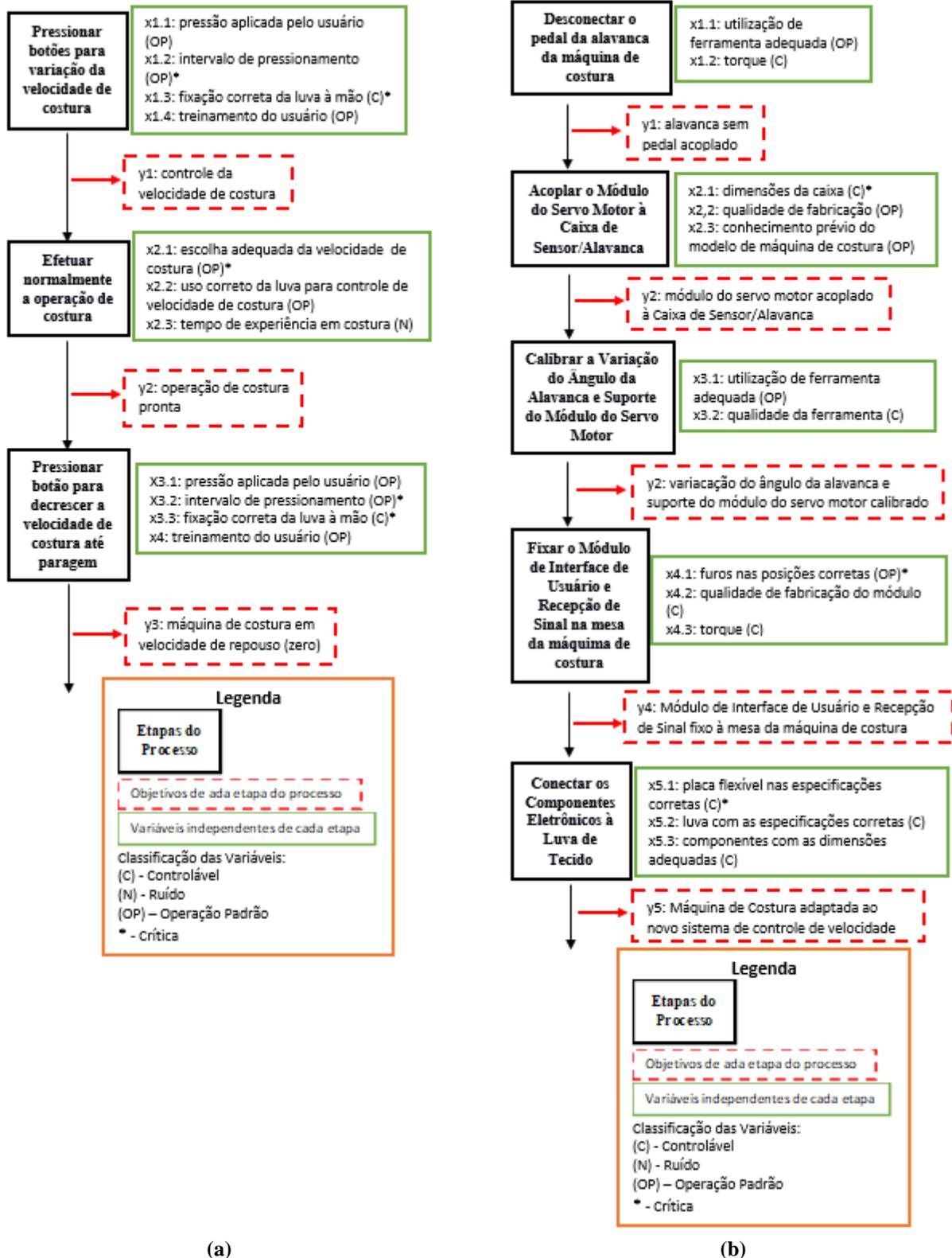
Para realizar a troca de sistemas, do original por pedal e do novo conceito por controle manual, é necessário seguir os passos descritos no mapa de processo da Figura 11(b). Optou-se por não alterar de forma permanente, sendo possível a retirada do produto adaptativo para o original com o uso de ferramentas encontradas facilmente em confecções têxteis, chave de fenda/Philips e alicate.

Além disso, destacam-se as seguintes variáveis críticas: dimensão da caixa de acoplamento do módulo servomotor, furos do módulo de interface do usuário e recepção de sinal nas posições corretas para fixação na mesa da máquina de costura e placa flexível nas especificações corretas para sua fixação na luva eletrônica e soldagem dos componentes (botões, bateria e módulo wireless).

5.5 Justificativa da Tecnologia a ser adotada

No conceito proposto nesta seção, o uso de luva eletrônica permite o uso por usuários deficientes dos membros inferiores sem o comprometimento de sua postura, posição artificial do corpo durante a rotina diária de trabalho e liberdade do uso de ambas as mãos para as operações realizadas. Sendo assim, possível a utilização da máquina de costura sem afetar a saúde do usuário.

Figura 11 – Mapa (a) de Processo do Uso Produto, e (b) de Processo de Alteração do Sistema.



Além disso, o sistema de controle do ângulo da alavanca/sensor permite a adaptação de diversos modelos sem a necessidade de estudo do funcionamento interno da máquina de costura, sendo necessário somente calibração da variação do ângulo da alavanca e suporte de fixação do módulo de servomotor.

A ausência de fios na comunicação entre a luva eletrônica e o módulo de interface e recepção de sinal permite liberdade de movimento nas operações de costura e de serviço.

6 PROJETO PRELIMINAR

Nesta seção será destacado o projeto, de forma preliminar, após análise dos mapas de produto e processo da seção anterior. Além da avaliação financeira do produto e projeto, volume de vendas, viabilidade do produto pelo seu preço alvo e *payback*.

6.1 Produto final

Com o estudo do mapa de produto do conceito proposto e os mapas de processos foi percebida a necessidade de alteração de software para o produto, a adição da possibilidade de aperto de ambos os botões permitindo a parada direta da costura. Essa necessidade foi observada na etapa de parada da costura no mapa de processo do uso do produto. Na utilização da máquina em seu sistema original, a parada em alguns tipos de operação deve ser rápida e contínua, o que não seria possível replicar ao utilizar somente o botão de decréscimo.

6.2 Definição dos componentes do produto.

Reunindo todo o conteúdo e determinando o produto do conceito proposto é possível, neste item, descrever os componentes do produto com mais confiança. O foco desse tópico e dos seguintes será no dispositivo fixado à mão do usuário, uma vez que se trata da interface de usuário mais importante nesse estudo, tendo consequências diretas no atendimento dos requisitos do projeto. Esse também é o dispositivo mais crítico pois possui mais limitações, por exemplo de peso, dimensão e autonomia de funcionamento. Por isso, foi necessário definir o módulo *wireless* e capacidade adequada da bateria.

6.2.1 Módulo Bluetooth

A decisão pelo uso do Módulo BLE 1010 ocorreu por se tratar de um componente homologado pela ANATEL, o que permite sua utilização em produtos com comunicação Bluetooth. Além disso, o módulo é produzido nacionalmente pela Soft Eletrônica (2018) o que traz economia com trâmites de importação de componentes eletrônicos.

6.2.2 Bateria

O cálculo realizado para o dimensionamento da bateria foi baseado no principal componente da luva/dedeiras, o módulo BLE 1010. Abaixo estão descritos os valores de consumo de cada perfil (c_{perfil}) do módulo BLE-1010, com alimentação de 3,6 V. Para cálculo da média do consumo médio foi considerado o intervalo de tempo médio de 1 s e o intervalo de tempo de cada perfil de consumo (Δt_{perfil}) previsto para um (1) segundo.

- Em 0 dBm:
 - $c_0 = 17 \text{ mA}$;
 - $\Delta t_0 = 1,5 \text{ ms}$.
- Modo *sleep*:
 - $c_s = 0,9 \mu\text{A}$;
 - $\Delta t_s = 998,5 \text{ ms}$.
- Comunicação TX:
 - $c_{TX} = 25 \text{ mA}$;
 - $\Delta t_{TX} = 0,5 \text{ ms}$.
- Comunicação RX:
 - $c_{RX} = 17 \text{ mA}$;
 - $\Delta t_{RX} = 0,5 \text{ ms}$.

O consumo médio ($C_{médio}$) do módulo, calculado segundo a Equação 1, é de 47 μA .

$$C_{médio} = c_0 \cdot \Delta t_0 + c_s \cdot \Delta t_s + c_{TX} \cdot \Delta t_{TX} + c_{RX} \cdot \Delta t_{RX} \quad (1)$$

$$C_{médio} = (17 \cdot 1,5 + 0,0009 \cdot 998,5 + 25 \cdot 0,5 + 17 \cdot 0,5) \cdot 10^{-3}$$

$$C_{médio} \cong 0,047 \text{ mA}$$

O cálculo da capacidade da bateria (B), foi realizado de acordo com a Equação 2, considerando o uso de 70% da bateria e duração de bateria (D) igual a 12 horas, requisito determinado na Seção 4.2.

$$B = \frac{D \cdot C_{\text{médio}}}{0,7} \quad (2)$$

$$B = \frac{12 \cdot 0,047}{0,7}$$

$$B \cong 0,8 \text{ mAh}$$

Logo, o valor mínimo da capacidade da bateria para esse projeto deve ser de 0,8 mAh. Comparativamente, uma bateria de 200 mAh, utilizando a Equação 2, seria capaz de prover energia para o sistema por aproximadamente 4 meses (2.978 horas), conforme Equação 3.

$$D = \frac{B \cdot 0,7}{C_{\text{médio}}} \quad (3)$$

$$D = \frac{200 \cdot 0,7}{0,047}$$

$$D \cong 2.978 \text{ h}$$

A escolha da bateria de lítio do tipo moeda ocorreu pela maior segurança fornecida ao usuário, uma vez que esse tipo de bateria é menos propensa ao estufamento e ao super aquecimento. Somente o ato de inversão dos polos de uma bateria recarregável do tipo lítio-polímero pode causar acidentes ao usuário e até incêndios no local. A seguir constam em detalhes os componentes do produto e análises financeiras.

6.2.3 Servomotor

O servomotor escolhido para esse projeto foi o modelo TD-8120MG da marca ReadyTosky, essa escolha baseou-se na durabilidade, precisão e alto torque. As características desse servomotor são descritas na Tabela 7.

Tabela 7 – Principais características Servomotor TD-8129MG.

Característica	Valor
Tensão de operação	4,8 a 6,0 V
Sistema de controle	Controle PWM
Torque (4,8 V / 6,0 V)	17,2 / 20,3 kg.cm
Temperatura de operação	-20 °C a +60 °C
<i>Central point</i>	1.500 μs
Frequência de operação	330 Hz
Engrenagens	Alta precisão de alumínio com anodização dura
Vida útil	> 150.000 (sem carga)
Dimensões (C x L x A)	40,5 x 20,2 x 40,3 mm
Peso	62 g

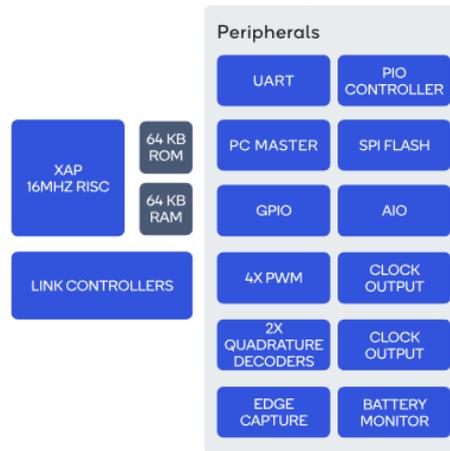
6.2.4 Microcontrolador

O microcontrolador definido para esse projeto foi o CSR1010 (QUALCOM TECHNOLOGIES INTERNATIONAL, 2018) presente no módulo BLE 1010. O CSR1010 possui quatro módulos PWM para padrões de LED e controle de motores (Figura 12). Além disso, a frequência de operação do controle PWM neste módulo é de 64,3 a 16.320 Hz, permitindo o controle do servomotor descrito no item anterior (TD-8120MG).

6.3 Diagramas elétricos funcionais

O diagrama funcional mostra como são as conexões entre o Módulo BLE-1010, a bateria e os botões. As portas de alimentação são 23 e 22, VBAT e GND, respectivamente, e devem ser ligadas à bateria. É recomendado pelo fabricante a conexão do VBAT diretamente à porta VPAD de alimentação das portas do módulo. As portas 9 (PIO5) e 10 (PIO6) do módulo, representam as portas I/O programáveis, alteração nas entradas PIO5 a PIO9 quando em modo “AT+MODE1” (*slave*) provoca o envio de resposta automática para o dispositivo remoto (“AT+MODE2”). Para melhor entendimento foi utilizado representações dos componentes fora de escala, mas com indicação da posição na mão do usuário.

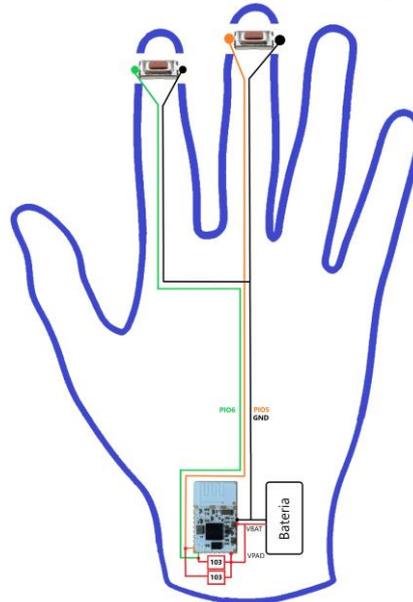
Figura 12 – Diagrama de Blocos Família CSR101x (QUALCOM TECHNOLOGIES INTERNATIONAL, 2018).



6.3.1 Dispositivo Manual

As conexões entre os componentes da Figura 13 será realizada através de placa flexível, pois apresenta melhor moldagem à mão e flexibilidade. Cada botão foi conectado ao GND e ao VPAD do módulo, para isso, foi utilizado um resistor *pull-up* SMD de 10 kΩ em VPAD, como mostra a figura. Dessa forma, quando acionado o botão o estado da porta irá para BAIXO e no estado original permanece em ALTO. Além disso, para leitura do *push-button*, as portas digitais utilizadas, nesse caso PIO5 e PIO6, devem ser configuradas para tensão baixa (*default*), com as conexões adequadas mostradas na Figura 13.

Figura 13 – Diagrama Elétrico Funcional: Dispositivo Manual.

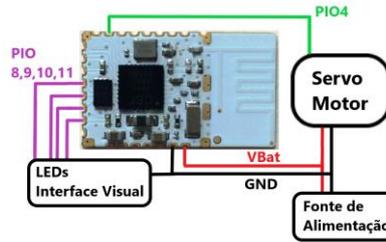


Outra observação importante é a de escolha de conexão direta entre o módulo e a bateria, o que é permitido pois o microcontrolador CSR1010 (utilizado no Módulo BLE-1010) possui regulador interno de tensão, permitindo o uso de baterias com tensão de 1,8 V a 3,6 V.

6.3.2 Dispositivo Acoplado à Máquina de Costura

Na Figura 14 é mostrada por meio de um diagrama funcional as conexões entre os componentes do dispositivo acoplado à máquina de costura. O módulo BLE 1010 é conectado à entrada do servomotor para controle por sinal PWM e esse é alimentado por fonte externa. O módulo é responsável também pela interface visual através do uso de LEDs, como mostrado no diagrama.

Figura 14 – Diagrama Elétrico Funcional: Dispositivo Acoplado à Máquina de Costura.



6.4 Lista de componentes

A Tabela 8 lista os componentes principais necessários para o desenvolvimento desse produto e a quantidade utilizada de cada componente para esse produto.

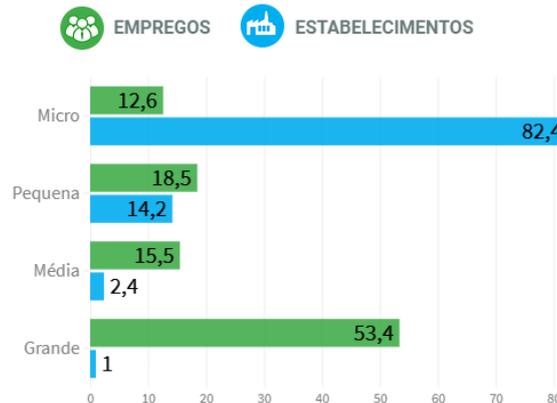
Tabela 8 – Lista de Componentes.

Componentes	Quantidade
Placa flexível	1
Botão micro <i>push-button</i>	2
Servomotor TD8120MG – 20 kg	1
Módulo BLE-1010	2
Bateria de lítio 3 V / 225 mAh (CR2032)	1
Luva de bilhar	1
Suporte para bateria CR2032	1
Resistor 10 kΩ 1/4W SMD	2
Fonte de alimentação	1
Caixa para montagem	2

6.5 Volume de venda

De acordo com os dados coletados nesse projeto e com base na Figura 15 (FIESC, 2017). A indústria têxtil em SC emprega no total 162.845 funcionários (E_{total}). Sendo que empresas de médio e grandes portes (mercado alvo definido para esse projeto) empregam 15,5% e 53,4%, respectivamente, desse valor.

Figura 15 – Estabelecimentos e Empregos segundo o porte (FIESC, 2019).



Com base no conteúdo do art. 93, do capítulo II, seção VI, subseção II da Lei 8.213/91, 2 a 3% para empresas de médio porte e 4 a 5% para empresas de grande porte, considerando os valores mínimos da lei, têm-se a possibilidade dos seguintes volumes de venda.

- Quantidade total de empregos:
 - $E_{total} = 162.845$;
- Porcentagem de empregados em empresas de médio porte:
 - $\%E_{médio} = 15,5$;
- Porcentagem de empregados em empresas de grande porte:
 - $\%E_{grande} = 53,4$;
- Porcentagem mínima de contratação prevista pelo art. 93 para empresas de médio porte:

- $\%C_{m\u00e9dio} = 2;$
- Porcentagem m\u00ednima de contrata\u00e7\u00e3o prevista pelo art. 93 para empresas de grande porte:
 - $\%C_{grande} = 4;$

$$V_{venda\ total} = E_{total} \cdot (\%E_{m\u00e9dio} \cdot \%C_{m\u00e9dio} + \%E_{grande} \cdot \%C_{grande}) \quad (4)$$

Utilizando a Equa\u00e7\u00e3o 4 para o c\u00e1lculo dos volumes de venda total, h\u00e1 a possibilidade de venda de 3.982 unidades de acordo com os valores acima descritos.

6.6 Custos do Produto

Os custos dos componentes do produto desenvolvimento nesse trabalho encontra-se descrito na Tabela 9 juntamente com o valor total do produto e a fonte utilizada para a cota\u00e7\u00e3o dos lotes de cada componente analisado. Logo, o custo do produto, analisando os componentes, ser\u00e1 de R\$ 178,62.

Tabela 9 – Custos do Produto.

Componente (<i>fonte</i>)	Valor por Lote / Qde (R\$)	Valor por Produto (R\$)
Placa flex\u00edvel (<i>PCBWay</i>)	37,90 / 10	3,79
Bot\u00e3o micro <i>push-button</i> (<i>Huaxinxiang Technology</i>)	56,96 / 500	0,23
Servomotor TD8120MG – 20 kg (<i>Sky RC Hobby</i>)	171,53 / 4	42,88
M\u00f3dulo BLE-1010 (<i>Loja Sotudo</i>)	467,81 / 5	93,56
Bateria de l\u00edtio CR2032 (<i>Loja Filipeflop</i>)	29,90 / 10	2,99
Luva de bilhar (<i>Tacol\u00e2ndia</i>)	15,00 / 1	15,00
Suporte para bateria CR2032 (<i>Hondark Electronics</i>)	32,33 / 20	1,62
Resistor 10k\u03a9 1/4W SMD (<i>Ba\u00fa da Eletr\u00f4nica</i>)	39,12 / 1000	0,08
Fonte de alimenta\u00e7\u00e3o (<i>SmartCoco Store</i>)	67,55 / 10	6,75
Caixa para montagem (<i>Ba\u00fa da Eletr\u00f4nica</i>)	11,00 / 2	11,00
Total		178,62

6.7 Custos do Projeto

Al\u00e9m do custo do produto, h\u00e1 o custo inicial do projeto respons\u00e1vel pelo desenvolvimento do produto. Logo, neste item ser\u00e3o enumerados os custos previstos nesse aspecto.

Para os testes realizadas e descritos na se\u00e7\u00e3o de testes e resultados desse projeto foi necess\u00e1rio adquirir: 2 M\u00f3dulos BLE 1010 5 Pinos (R\$ 45,00 cada), Bateria L\u00edtio 3,7 V 600 mAh Modelo HJ-802540 (R\$ 45,00), Tecido e Velcro (R\$ 15,00), Bot\u00f5es Micro *Push-Button* (R\$ 14,00 / 100 p\u00e7s), 2 Adaptadores USB/TTL (R\$ 8,90 cada) e 10 metros de Fio 30 AWG (R\$ 15,00). Sendo o custo total dessas aquisi\u00e7\u00f5es igual a R\$ 196,80.

Al\u00e9m dos custos acima, o projeto teve o de Recursos Humanos, apenas da autora, Engenheira de Controle e Automa\u00e7\u00e3o, o que gerou custos por horas trabalhadas durante a execu\u00e7\u00e3o desse projeto, sendo uma tarefa subjetiva de mensurar.

Logo, considerando duas (2) horas di\u00e1rias de dedica\u00e7\u00e3o durante 10 meses, t\u00eam-se um total de 400 horas. Se considerado o s\u00e1l\u00e1rio-m\u00ednimo vigente R\$ 4,54/h, um Engenheiro Formado recebe 8,5 s\u00e1l\u00e1rios-m\u00ednimos, logo R\$ 36,32/h. Sendo o custo de RH igual a R\$ 14.528,00 (400 horas a R\$ 36,32/h) mais 30% de encargos, totalizando R\$ 18.886,40.

Com a decis\u00e3o do uso do M\u00f3dulo BLE 1010 foi poss\u00edvel reduzir o custo de *timed to market*, uma vez que se trata de um M\u00f3dulo BLE homologado pela ANATEL, economizando assim, custos de homologa\u00e7\u00e3o, testes, certifica\u00e7\u00f5es e tantos mais. Al\u00e9m disso, o m\u00f3dulo \u00e9 produzido nacionalmente pela Soft Eletr\u00f4nica o que traz economia com tr\u00e2mites de importa\u00e7\u00e3o de componentes eletr\u00f4nicos.

Uma observa\u00e7\u00e3o importante a ressaltar \u00e9 da exist\u00eancia de custos al\u00e9m do calculado acima e que para comercializa\u00e7\u00e3o futura devem ser determinados, s\u00e3o eles: Normas ABNT NBR ISO 12100:2013 e IEC 60204-31:2013, custos de certifica\u00e7\u00f5es, testes, Recursos Humanos da segunda etapa de desenvolvimento do produto, entre outros a serem explorados.

6.8 Avalia\u00e7\u00e3o de Pre\u00e7o-Alvo

O custo do produto alcan\u00e7ado por esse projeto foi de R\$ 178,62, um valor aceit\u00e1vel por se tratar de um produto industrial automatizado. Produtos desse tipo na Ind\u00fas\u00e9ria T\u00eaxtil tem grande valor agregado, por exemplo, Ilhoseira Autom\u00e1tica R\$ 6.000,00, M\u00e1quina de Costura Industrial Reta R\$ 6.985,00 e Caseadeira

Industrial Eletrônica R\$ 39.000,00. Sendo razoável, o preço de venda igual a R\$ 893,10, sendo esse valor 500% do custo do produto.

6.9 Payback

O *payback* simples para esse produto, considera um investimento inicial de R\$ 100.000,00, valor aproximado considerando os custos do projeto, investimento com normas e certificações e capital inicial da empresa. Além disso, considerando o volume de venda mensal igual a 0,5% do volume de venda total, (3.982 unidades), será de 20 unidades.

Para o cálculo do *payback*, têm-se o custo do produto igual a R\$ 178,62 e preço de venda, R\$ 893,10, valores determinados anteriormente.

$$Payback = \frac{Investimento_{inicial}}{[(preço - custo) \cdot Volume_{venda\ mensal}]} \quad (5)$$

Logo, aplicado a Equação 5 com os valores acima, o *payback* é igual a 5,6 meses. Sendo o retorno do investimento, com venda mensal de 20 unidades a R\$ 893,10/unidade, ocorrerá em 168 dias.

7 TESTES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os testes realizados nesse estudo visaram a validação do projeto, além da decisão entre o uso de luva ou dedeiras para o dispositivo acoplado a mão do usuário.

7.1 Teste 1: Luva versus Dedeiras

Nesse teste foi costurada uma dedeira (Figura 16) para teste de fixação, conforto e segurança quando comparados ao uso de uma luva de mesmo material. O material escolhido para ambas foi tecido preto sintético com elastano e fechamento a velcro.

Figura 16 – Dedeira – Teste 1.



Ao simular o uso com movimentos naturais em uma situação de trabalho, (Figura 16), constatou-se que no caso da dedeira a fixação da placa flexível seria exposta e não segura para o que se busca no projeto, sendo possível a desconexão da mesma por acidental enroscamento. A situação crítica citada é evidenciada na figura superior direita da figura abaixo.

No caso da luva, é possível embutir a placa flexível através de costura de canaleta, com o mesmo material da luva e com elastano. Dessa forma, eliminando o problema citado, sendo considerada a melhor opção para esse projeto. Na Figura 17 é mostrado um dos formatos possíveis para a costura da canaleta, à direita da figura, nota-se como ficaria a luva com fios sem esse embutimento, também sujeita a acidentes.

Figura 17 – Luva de Bilhar Teste 1.



Uma observação final importante para esse teste, para simulação do comportamento dos componentes da luva com a movimentação do pulso foram utilizados fios em vez da placa flexível pois apresentam o mesmo comportamento não elástico nesses movimentos. Há também a necessidade de material excedente para a movimentação do pulso.

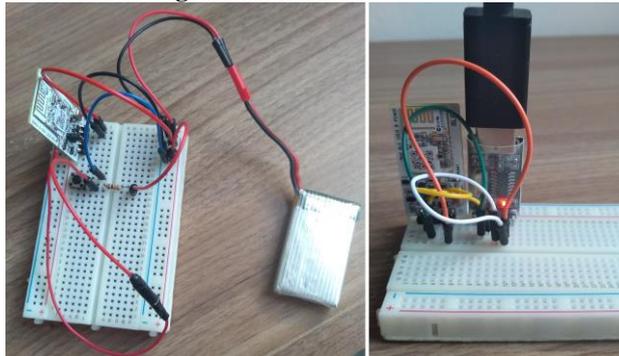
7.1.1 Análise dos Resultados

Com a realização deste teste foi possível determinar que o uso da luva eletrônica é melhor alternativa quando comparada ao uso de dedeiras, pois expõe o produto e o usuário a menores riscos, uma vez que é capaz de embutir a placa flexível.

7.2 Teste 2: Validação de Comunicação entre os Subsistemas

O material utilizado para esse teste foi: 2 módulos BLE-1010, 1 Adaptadores USB/TTL, Bateria 3,7 V/600 mAh, matriz de contatos, *jumpers*, PC e software *Advanced Serial Port Terminal* (Figura 18).

Figura 18 – Material Teste 2.



O adaptador USB/TTL foi conectado a um dos Módulos BLE-1010 (Rx-Tx / Tx-Rx / VCC-VCC / GND-GND) com o uso de jumpers e protoboard. Depois conectado ao PC pela porta USB para configuração prévia do módulo utilizado como escravo (*slave*), (Figura 19). Os comandos utilizados foram:

- **AT+NAME=Slave** – define *Slave* como nome do módulo;
- **AT+MODE=1** – estabelece modo de aquisição como modo do módulo;
- **AT+ROLE=0** – define papel do módulo como **ROLE=0** (escravo/*slave*);
- **AT+CYC=01** – determina a taxa de aquisição para 1 s, quando alterado o estado do PIO, o módulo envia **OK+Col:[xx]** ao lado remoto.

Figura 19 – Configuração Módulo *Slave*.

```
AT+NAME?OK+Get:Soft ATm
AT+NAMESlaveOK+Set:Slave
AT+MODE?OK+Get:2
AT+MODE1OK+Set:1
AT+ROLE0OK+Set:0
AT+RESETOK+RESET
.
AT+CYC01OK+Set:1
```

Após configuração do Módulo *Slave*, o mesmo foi desconectado do adaptador USB e conectado à matriz de contatos, bateria, botão ligado a porta PIO5 e um pino da barra de LED. O LED serviu como indicador do uso do *push-button*.

O adaptador USB/TTL foi conectado ao outro Módulo BLE-1010. Depois conectado ao PC para o uso do módulo utilizado como *master* (mestre), (Figura 20). Os comandos de configuração foram similares ao do módulo anterior, diferenciando-se somente na definição do papel do módulo para **ROLE=1** (*master*). Para a conexão entre *master-slave*, foram utilizados os seguintes comandos AT:

- **AT+DISC?** – inicia uma varredura de busca, listando os endereços descobertos;
- **AT+CONN=0** – utilizado para conectar no primeiro item da lista de endereços descobertos por **AT+DISC?**;
- **AT+BATT?** – indica o nível da bateria do dispositivo remoto, 1,8 V = 0% ; $\geq 3,0$ V = 100%.

Figura 20 – Relatório Módulo Master.

```

AT+NAME?OK+Get:Soft ATm
AT+MODE?OK+Get:2
AT+MODE10K+Set:1
AT+ROLE10K+Set:1
AT+RESETOK+RESET
.
AT+DISC?
OK+DISCS
OK+DIS:0:786873630125
OK+DISCE
AT+CONN0
OK+CONN0
OK+Co1:0x184
OK+Co1:0x180
OK+Co1:0x184
OK+Co1:0x180
OK+Co1:0x184
AT+BATT?OK+Get:100

```

Na Figura 20, “OK+Col:0x180” / “OK+Col:0x184” indica a resposta automática do módulo *slave* ao módulo *master* ao perceber mudança na porta PIO5 (0100 - 0000 / PIO 6 5 4 3). Nota-se que não foi necessário o envio de comando pelo master para coleta desses dados. Além disso, ao perceber a alteração, o sinal é enviado no tempo definido por **AT+CYC=01**, ou seja, 1 s. Também, foram testadas três distâncias entre os módulos, 20 cm, 60 cm, 100 cm, obtendo êxito em todas. Observou-se também que em distâncias de até 2,0 metros a conexão ocorreu sem perdas.

Vale ressaltar que, por limitações físicas do espaço disponível para teste, não foi possível atestar a eficácia de comunicação do módulo BLE 1010 em distâncias maiores do que 2,0 metros e tampouco a influência de ruídos eletromagnéticos sobre a comunicação.

7.2.1 Análise dos Resultados

No Teste 2, foi comprovado o cumprimento do requisito, no qual deve operar com usuário a distância mínima de até um metro de distância entre os dispositivos manual e fixado à máquina de costura.

8 CONCLUSÃO

Este projeto teve como objetivo a proposta e desenvolvimento de um novo produto e mostrar na prática a aplicação dos métodos de *marketing* SAP, mapeamento de produtos e processos aplicados ao desenvolvimento de produtos eletrônicos.

Além disso, este trabalho busca validar a ideia de um produto até sua concepção, em forma de projeto preliminar. Por meio de aplicação dos mapeamentos de produto e processos, a segmentação de mercado foi possível analisar de forma objetiva o setor têxtil. Outro importante destaque foi o uso de definição de requisitos e pesquisa de conceitos que serviu como base para o desenvolvimento do produto.

E logo, o novo conceito proposto demonstrou a viabilidade do produto pois teve forte embasamento em pesquisa, aplicação dos principais métodos da área de desenvolvimento de produtos e foram sujeitos a testes de validação e análise de resultados.

Conforme os requisitos definidos neste projeto, a luva eletrônica proposta é capaz de operar em distância de até 1 m por meio de conexão sem fio, possui autonomia de bateria superior a 4 meses de uso constante, superando o requisito de 12 horas de funcionamento ininterrupto. Ademais, o módulo BLE 1010 permite a comunicação *wireless* (Bluetooth) de forma satisfatória ao mesmo tempo que possibilita a programação do microcontrolador, contido no próprio módulo, para o controle do servomotor e de interface visual (LEDs).

O conceito proposto também permite a liberdade de movimento do usuário, uma vez que o controle da operação de costura é realizado somente com o uso das mãos, sem necessidade de controle em local fixo. Sendo possível operar máquina industrial por luva eletrônica em posição sentada ou ereta.

Logo, este produto permite o uso de máquinas de costura industrial por cadeirantes ou pessoas com deficiências nos membros inferiores e incluindo-os no setor têxtil. Além de possibilitar a melhora da qualidade de vida de usuários normais ao permitir o revezamento de posição de trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12100: resumos**. Rio de Janeiro, 2013. 7p.

- BRASIL. Lei n. 8213, de 24 de julho de 1991. **Da finalidade e dos princípios básicos da Previdência Social**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213compilado.htm>. Acesso em: 20. jul. 2018.
- CARPES JR, W.P. **Introdução ao Projeto de Produtos**. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- CILINHOB. **Como adaptar uma máquina de costura para cadeirante**. Disponível em: <<https://youtu.be/OIAguc98aI>>. Acesso em: 4. mai. 2018.
- CLEMSON UNIVERSITY. **Apparatus and Method for Voice Controlled Apparel Machine**. Int CI4 H01H 35/00 U.S. 5,375,063. 07 jul. 1986, 1. mar. 1988. USP.
- FIESC. **Santa Catarina em Dados 2017**. Disponível em: <<https://www.observatoriofiesc.com.br/>> Acesso em: 5. dez. 2018.
- FIESC. **Santa Catarina em Dados**. Disponível em: <<http://fiesc.com.br/pt-br/economia/santa-catarina-dados>> Acesso em: 10. dez. 2018.
- G1 REGIÃO SERRANA. **Acesse Kit de Adaptação para Máquinas de Costura**. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rj/regiao-serrana/noticia/2016/09/alunos-criam-kit-para-que-deficientes-possam-usar-maquinas-de-costura.html>> Acesso em: 5. mai. 2018.
- IEC – INTERNATIONAL ELECTROTECH-NICAL COMMISSION. **IEC 60204-31: resumos**. Europa, 2013. 27 p.
- KOTLER, P. A. **Administração de Marketing**. 10 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2000.
- MIRANDA, Gelso. **Tapetes de Fru Fru Feito por um Cadeirante Máquina de Costura Adaptada para Deficiente**. Disponível em: <<https://youtu.be/kcL4qAicdY0>> Acesso em: 4. mai. 2018.
- QUALCOMM TECHNOLOGIES INTERNATIONAL. **CSR101x Product Brief CS-232604-DC**. United Kingdom, 2015.
- SENAI-CETIQT (BR/RJ). Rio de Janeiro, RJ. **Acionador e controlador manual de máquina de costura reta industrial para cadeirante**. MU8701328-2 U2. 30 mai. 2007, 09 nov. 2010. Banco de Patentes Nacional.
- SENAI-CETIQT (BR/RJ). Rio de Janeiro, RJ. **Dispositivo mecânico de acionamento de máquina de costura utilizando movimento do tronco para portador de necessidades especiais: membros inferiores**. PI 0923940-5 A2. 30 jun. 2009, 18 dez. 2012. Banco de Patentes Nacional.
- SHERIFF *et al.* **Oral Machine Controller**. U.S. 4.728.812. Honolulu, Hi., Plymouth, Minnesota. 19. nov. 1993. 20. dez. 1994. USA.
- SOFT ELETRÔNICA. **Módulo BLE-1010: Módulo Transceiver Integrado Bluetooth para aplicações de baixo consumo**. Paraná, 2018.