



LUANA CAROLINE TEIXEIRA MELO

WYLLEN BELCHIOR LIMA

**DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM
EQUIPAMENTO PARA DESCARACTERIZAÇÃO DE
CIGARROS**

Lavras - MG

2023

LUANA CAROLINE TEIXEIRA MELO

WYLLEN BELCHIOR LIMA

**DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM EQUIPAMENTO PARA
DESCARACTERIZAÇÃO DE CIGARROS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Lavras, para obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

Prof. Dr. Sandro Pereira da Silva

Orientador

Prof. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

Coorientadora

Lavras – MG

2023

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Melo, Luana Caroline Teixeira; Lima, Wyllen Belchior.
DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM
EQUIPAMENTO PARA DESCARACTERIZAÇÃO DE
CIGARROS / Wyllen Belchior Lima. - 2023.
53 p. : il.

Orientador(a): Sandro Pereira Silva.
Coorientador(a): Joelma Rezende Durão Pereira.
TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.
Bibliografia.

1. Descaracterização de cigarros. 2. Sustentabilidade. 3.
Contrabando. I. Silva, Sandro Pereira. II. Pereira, Joelma Rezende
Durão. III. Título.

LUANA CAROLINE TEIXEIRA MELO

WYLLEN BELCHIOR LIMA

**DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE UM EQUIPAMENTO PARA
DESCARACTERIZAÇÃO DE CIGARROS**

**DEVELOPMENT OF THE CONCEPT OF AN EQUIPMENT FOR CIGARETTE
DECHARACTERIZATION**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Lavras, para obtenção do título Bacharel em Engenharia Mecânica.

APROVADA em 27 de março de 2023

Prof. Dr. Sandro Pereira da Silva UFLA

Prof. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira UFLA

Me. Michel Lopes Teodoro

Prof. Dr. Sandro Pereira da Silva

Orientador

Profa. Dra. Joelma Rezende Durão Pereira

Coorientadora

Lavras – MG

2023

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos de Luana:

Agradeço à minha família e amigos por todo apoio. Em especial à minha mãe Dilvane, por tudo que faz por mim. Ao meu pai e irmã. À minha filhinha Pitica, que é onde eu descarrego tudo em forma de apertos e beijos. À minha sobrinha Maria Teresa, que chegou para completar e alegrar nossa família. À Vitória, por sempre estar ao meu lado me apoiando e incentivando. Agradeço também aos meus orientadores, Sandro e Joelma, e ao meu colega Wyllen, vocês foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

Agradecimentos de Wyllen:

Agradeço primeiramente a Deus que em todo instante me sustentou e me deu forças para continuar, sem Ele nada disso seria possível. Aos meus pais João e Simone que sempre zelaram pelo meu bem estar, me educaram e ensinaram a ser a pessoa que sou hoje. À minha noiva Talita, que sempre me deu suporte e em todo momento ficou ao meu lado apoiando as minhas escolhas. Ao meu orientador e amigo Sandro, que ao longo da minha graduação me acompanhou e me ensinou muito sobre ser um profissional de engenharia mecânica. À minha coorientadora e amiga Joelma, que muitas das vezes me mostrou e ensinou a forma correta de executar as atividades acadêmicas. À minha colega Luana, que tive a oportunidade de conhecer durante a minha graduação e trabalhar junto no desenvolvimento de alguns projetos, inclusive, neste trabalho. Ao núcleo de estudos de Biomecânica Aplicada à Reabilitação Humana (BEARH), muito obrigado pelos conhecimentos e experiências adquiridos, com certeza agregou muito em minha vida pessoal e profissional. Aos meus amigos e colegas que estiveram comigo ao longo da minha graduação. Obrigado por fazerem parte da minha história.

“A tua palavra é lâmpada que ilumina os meus
passos e luz que clareia o meu caminho.”

Salmos 119:105

RESUMO

No Brasil há muitos órgãos reguladores encarregados pela fiscalização dos produtos que entram e saem do país, incluindo também a atribuição de tributos. Dentre eles, evidencia-se a Receita Federal do Brasil (RFB) em sua função de órgão fiscalizador e tático no governo brasileiro. Ainda é possível, citar uma série de produtos de diversos segmentos que são confiscados em operações estratégicas da Receita Federal. Os cigarros contrabandeados são um desses produtos, e está em primeiro lugar na lista dos produtos apreendidos, devido este expressivo volume é necessário ser destruído para que as atividades contínuas do contrabando sejam desmanteladas. Apesar do volume de apreensões serem maiores nas fronteiras do Brasil com o Paraguai, principalmente em Foz do Iguaçu, em outras regiões do país há também uma grande quantidade de caixas de cigarros sendo apreendidas. É nesta vertente que este trabalho pretende colaborar, ao produzir a concepção de um equipamento capaz de descaracterizar completamente os maços de cigarros, e que seja economicamente viável para fornecer as zonas de menores apreensões. Podendo assim, proporcionar a sustentabilidade ao realizar a destinação correta dos resíduos gerados. Ao longo de todo o projeto, seguiu-se rigorosamente as etapas de desenvolvimento de produtos através do APQP e PMBOK, separando em etapas de acordo com essas ferramentas e realizando um desenho paramétrico do equipamento, para a sua concepção.

Palavras-chave: Cigarro; Sustentabilidade; Contrabando; Descaracterização de cigarros

ABSTRACT

In Brazil there are many regulatory agencies in charge of the supervision of products that enter and leave the country, also including the attribution of taxes. Among them, we can highlight the Federal Revenue of Brazil (RFB) in its function as a supervisory and tactical body in the Brazilian government. It is still possible to mention a number of products from various segments that are confiscated in strategic operations of the Federal Revenue Service. Smuggled cigarettes are one of these products, and are in first place in the list of seized products, due to this significant volume is necessary to be destroyed so that the continuous smuggling activities are dismantled. Although the volume of seizures are greater on the borders of Brazil with Paraguay, especially in Foz do Iguaçu, in other regions of the country there are also a large number of cigarette boxes being seized. It is in this aspect that this work intends to collaborate, by producing the design of an equipment capable of completely uncharacterizing the cigarette packs, and that is economically viable to supply the areas of smaller seizures. Thus, it can provide sustainability by performing the correct disposal of the waste generated. Throughout the project, the stages of product development through APQP and PMBOK were rigorously followed, separating them into stages according to these tools and performing a parametric design of the equipment, for its conception.

Keywords: Cigarette; Sustainability; Smuggling; Decaracterization of cigarettes

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Consumo de cigarro per capita x Prevalência.....	15
Figura 2.2 - Apreensões de Mercadorias da Receita Federal em 2020	17
Figura 2.3 - Cadeia de destruição dos cigarros apreendidos.	17
Figura 2.4 - Destruição de cigarros no Brasil de 2010 a 2021	18
Figura 2.5 - Incineração de cigarros	19
Figura 2.6 - Destruição de cigarros em aterros.....	19
Figura 2.7 - Transformação do tabaco em adubo	20
Figura 2.8 - Equipamento de destruição de maços de cigarros I.....	21
Figura 2.9 - Equipamento de destruição de maços de cigarros II.....	22
Figura 2.10 - Divisões de um cigarro	23
Figura 2.11 - Atividades genéricas no PDP.....	24
Figura 2.12 - Fluxo de atividades da fase de planejamento estratégico de produtos.	25
Figura 2.13 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional.....	27
Figura 2.14 - Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual.....	28
Figura 2.15 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Detalhado.....	29
Figura 2.16 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de preparação da produção.....	30
Figura 2.17 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de lançamento do produto.....	30
Figura 3.1 - Modelo de Referência da concepção do projeto.....	36
Figura 4.1 - Vista isométrica do equipamento de descaracterização.....	37
Figura 4.2 - Divisões das seções a serem apresentadas	37
Figura 4.3 - Vista isométrica da Seção "A" e seus componentes	38
Figura 4.4 - Relação entre as polias utilizadas nos motores das esteiras.....	39
Figura 4.5 - Faixa de altura indicada para os operadores do equipamento de descaracterização	40
Figura 4.6 - Vista isométrica da Seção "B" e seus componentes	41
Figura 4.7 - Relação entre as polias do disco de corte I	42

Figura 4.8 - Vista isométrica da Seção "C" e seus componentes	43
Figura 4.9 - Dimensões da seção "D" detalhada	44
Figura 4.10 - Relação entre as polias do disco de corte II.....	45
Figura 4.11 - Fluxograma das etapas necessárias para o funcionamento do equipamento.	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Componentes da seção "A"	39
Quadro 2 - Estimativas populacionais das medianas de altura e peso de crianças, adolescentes e adultos, por sexo, situação do domicílio e idade - Brasil e Grandes Regiões	40
Quadro 3 - Componentes da seção "B"	42
Quadro 4 - Componentes da seção "C"	43
Quadro 5 - Componentes da seção "D"	44
Quadro 6 - Orçamento dos componentes utilizados na máquina de descaracterização de cigarros	46

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Objetivo Geral.....	14
1.2	Objetivos específicos	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	O consumo de cigarro e a tributação.....	15
2.2	Os cigarros contrabandeados do Paraguai	16
2.3	Combate ao contrabando de cigarros e sua destruição	16
2.4	Descaracterização e destinação sustentável	18
2.5	Equipamentos de descaracterização de cigarros já existentes	21
2.6	Divisões de um cigarro	22
2.7	Processo de desenvolvimento do produto.....	23
2.7.1	Atividades genéricas do modelo.....	24
2.7.2	Macrofase de pré-desenvolvimento.....	24
2.7.3	Macrofase de Desenvolvimento	26
	● Projeto conceitual	27
	● Projeto Detalhado	28
	● Preparação da Produção do Produto	29
	● Lançamento do produto	30
2.7.4	Macrofase de Pós Desenvolvimento	31
2.8	PMBOK	31
2.9	Normas Regulamentadoras de ergonomia e segurança	31
2.9.1	Segurança relacionada ao trabalho em máquinas e equipamentos	31
2.9.2	Segurança relacionada ao trabalho em máquinas e equipamentos	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS	33
3.1	<i>Brainstorming</i> e idealizações do projeto	33

3.2	Relações de polias e movimento angular/linear.....	34
3.3	Modelo de referência	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1	Primeira seção (Seção A).....	38
4.2	Segunda seção (Seção B).....	40
4.3	Terceira seção (Seção C)	43
4.4	Quarta Seção, Seção D do protótipo.....	44
4.5	Modelagem funcional	45
4.6	Análise de viabilidade econômica	45
5	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A – DIAGRAMA DE FONTES E DISJUNTORES	54

1 INTRODUÇÃO

Com vasto território, o Brasil, de acordo com o Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), possui cerca de 7.367 km de fronteira marítima e também 16.886 km de fronteira terrestre com 9 países, entre eles, Paraguai, Uruguai, Argentina, Bolívia, Peru, Colômbia, Venezuela, Guiana e Suriname, e o departamento Ultramarino Guiana Francesa. Além disso, conta com 213,3 milhões de habitantes, segundo estimativas do IBGE para julho de 2021.

Utilizando a fiscalização das fronteiras como ferramenta de combate ao contrabando e ao descaminho de produtos oriundos de países estrangeiros, a Receita Federal realiza vigilância em postos localizados nas divisas do Brasil com os países vizinhos. Dentre todos os países, há um vínculo comercial particular com o Paraguai, cujos produtos possuem um valor menor em relação aos produtos brasileiros. Portanto, existem grandes centros de distribuição de cigarros contrabandeados, que são enviados ilegalmente para o Brasil

Mesmo com uma enorme variedade de produtos, o contrabando de cigarros e produtos semelhantes, destoa do restante e, embora a fiscalização seja realizada assiduamente, a grande extensão territorial da fronteira à dificulta, permitindo a entrada de uma considerável parcela dos cigarros produzidos no Paraguai, o que proporciona uma renda capaz de sustentar grandes redes criminosas.

A grande quantidade de cigarros apreendidos gera gastos significantes, provenientes da cadeia de destruição destes produtos, aos cofres públicos, cadeia que se inicia com a apreensão durante a fiscalização e se estende até a destruição de todas as unidades apreendidas. Além de um alto custo, riscos à saúde, riscos com o transporte, com o descarte, das substâncias presentes na composição dos cigarros, estão presentes durante o processo de destruição.

Por estes motivos, o desenvolvimento de um equipamento, que auxilie nesta cadeia de destruição, se tornou preciso, um novo sistema que possa ser implantado em locais estratégicos. Então, levando em consideração todos os gastos e riscos com a destruição dos cigarros, o conceito de um equipamento de baixo custo e com a característica de descaracterização dos produtos, para um futuro reaproveitamento sustentável das partes descaracterizadas, é desenvolvido.

1.1 Objetivo Geral

Desenvolvimento da concepção de uma máquina especial para a descaracterização de cigarros apreendidos, que entram ilegalmente no país.

1.2 Objetivos específicos

- a) Desenvolvimento do conceito de um equipamento semiautomatizado, que possa descaracterizar os cigarros.
- b) Avaliar a viabilidade do desenvolvimento de um protótipo, que será analisado quanto ao seu potencial na descaracterização dos cigarros contrabandeados, e apreendidos no estado de Minas Gerais.
- c) Aplicar o estudo de possíveis soluções, de engenharia de controle e automação no equipamento a ser desenvolvido.
- d) Projetar uma descarga automatizada dos maços de cigarro já descaracterizado, proporcionando assim uma melhor interface homem máquina.

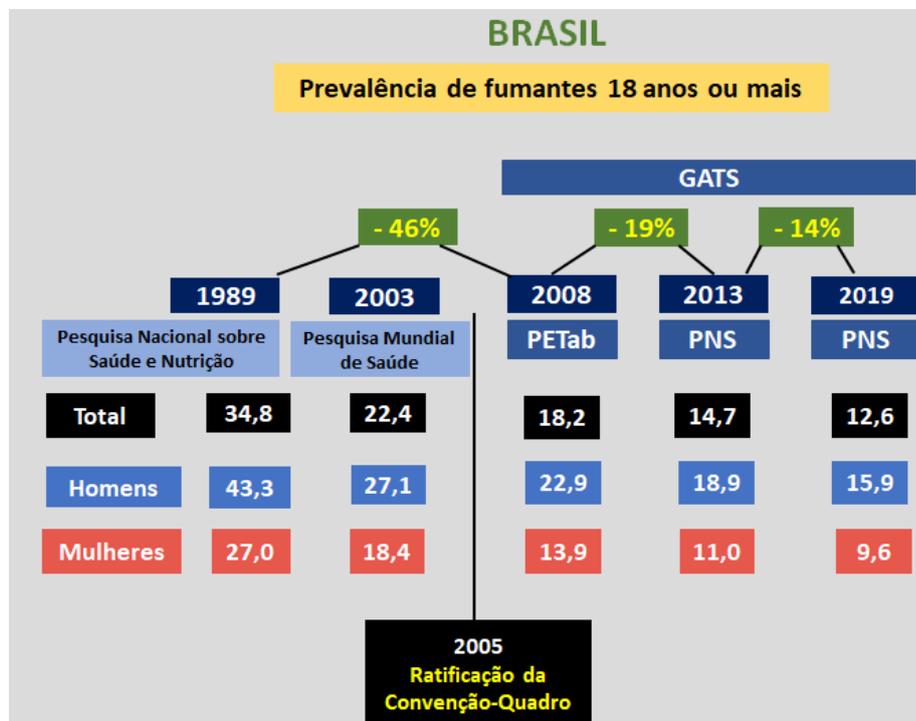
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 O consumo de cigarro e a tributação

Sendo reconhecida como uma doença crônica, causada pela dependência à nicotina, o tabagismo é uma doença que mata mais de 160 000 pessoas anualmente no Brasil, o que representa, em média, 443 vítimas fatais diárias. Se tratando de nível mundial o número de mortes anuais chega a cerca de 8 milhões de vítimas, o que configura o tabagismo como sendo um grande problema enfrentado pela saúde pública mundial. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2021)

Como forma de reduzir o consumo de cigarros, normas legislativas que visam o aumento da tributação vinculada ao produto, são propostas, resultando em uma elevação do preço final. As ações desenvolvidas pela política nacional de controle ao tabaco também contribuem para a diminuição dos fumantes no País. A Figura 2.1 mostra um comparativo entre na porcentagem de adultos fumantes no Brasil, pode-se perceber uma queda significativa entre os anos de 1989, onde a porcentagem era de 34,8%, e 2019, em que a porcentagem reduziu para 12,6%.

Figura 2.1 - Consumo de cigarro per capita x Prevalência



Fonte: Instituto Nacional de Câncer (INCA) (2022)

Como efeito colateral ao aumento do preço dos cigarros, há a tendência da procura de soluções mais baratas, buscando como alternativa os cigarros produzidos no exterior, que muitas vezes são oriundos do contrabando. Como Machado (2011) mostra, o comércio ilícito

de cigarros possibilita o acesso a produtos de menor valor, e isso por sua vez reduz o impacto das políticas de tributação citadas neste tópico, o que favorece a iniciação de novos fumantes e dificulta a saída dos que já praticam o tabagismo.

2.2 Os cigarros contrabandeados do Paraguai

O grande sucesso dos cigarros ilícitos vindos do Paraguai, é diretamente ligado ao menor valor dos produtos, consequência do não pagamento dos impostos, já que os produtos entram, e são comercializados, de forma irregular. Como muitos consumidores buscam o menor preço, há um aumento significativo no consumo de cigarros produzidos no Paraguai. Segundo Paraje (2019), "o comércio ilícito de cigarros aumentou, bem como o percentual do total de vendas no Brasil nos últimos anos".

Conforme estudos apresentados por Iglesias et al. (2018) pg. 2,

"O controle efetivo dos fluxos ilícitos de cigarros, nos termos do artigo 15º da Convenção-Quadro sobre Controle do Tabaco (CQCT) da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Protocolo para Eliminar o Comércio Ilícito de Produtos do Tabaco, requer uma compreensão mais completa da natureza em mudança do comércio ilícito." (IGLESIAS, 2018, pg. 2)

Como efeito da alta demanda, o Paraguai é, atualmente, um país com uma enorme produção de cigarros. De acordo com estudos apresentados por Gomis et al. (2018):

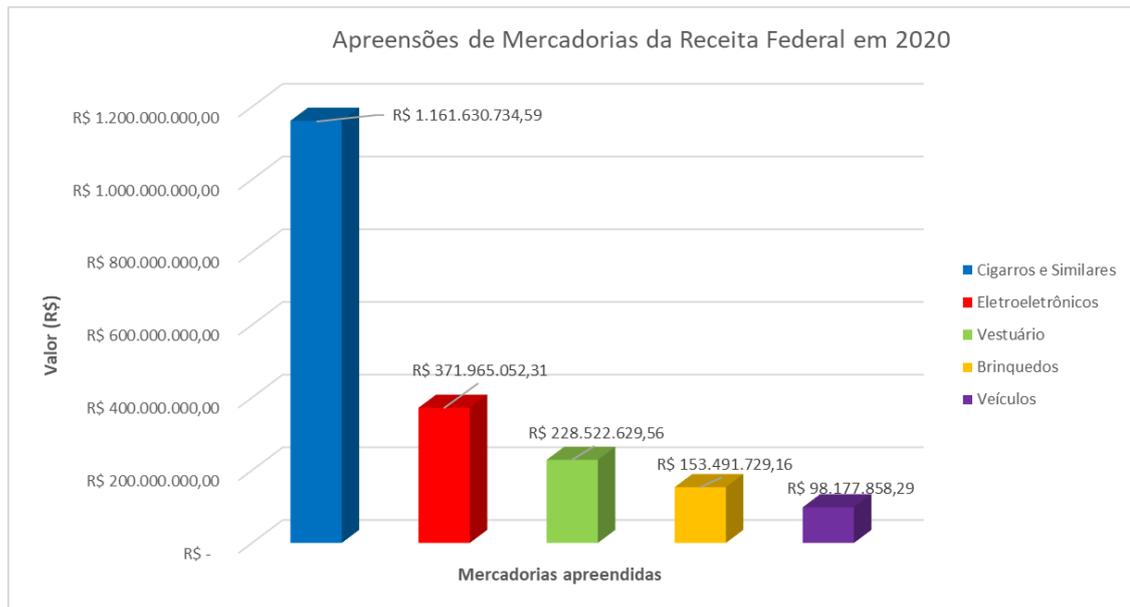
"A empresa Tabesa tornou-se a maior fabricante de cigarros do Paraguai e uma das maiores empresas do país, por meio da cumplicidade no comércio ilícito. Ativada pelas condições de mercado criadas pelos principais e por um ambiente regulatório permissivo no Paraguai, as evidências sugerem que a Tabesa se tornou uma importante fonte de cigarros ilícitos na América Latina. Embora o Brasil continue sendo responsável pela maior parte das receitas da Tabesa, as descobertas sugerem que a empresa busca competir em mercados de todo o mundo por meio de vendas tanto legais quanto ilegais." (GOMIS, 2018)

Por se tratar de um esquema extremamente lucrativo para os contrabandistas e a população continuar buscando soluções mais baratas, a quantidade de cigarros importados irregularmente avança ano a ano.

2.3 Combate ao contrabando de cigarros e sua destruição

Com o crescente aumento do contrabando de cigarros, as medidas de combate também precisam aumentar. As fiscalizações realizadas pela Receita Federal e as Polícias Federal e Rodoviária Federal, são responsáveis por grandes apreensões, retirando de circulação produtos que seriam comercializados irregularmente. De acordo com dados publicados pela Receita Federal, descritos na Figura 2.2, em 2020 foram apreendidos R\$ 3,03 bilhões em mercadorias, que tentaram entrar de maneira ilícita no país, dos quais R\$ 1,13 bilhões vieram de apreensões de cigarros e similares, ou seja, 37% do valor de todas as apreensões.

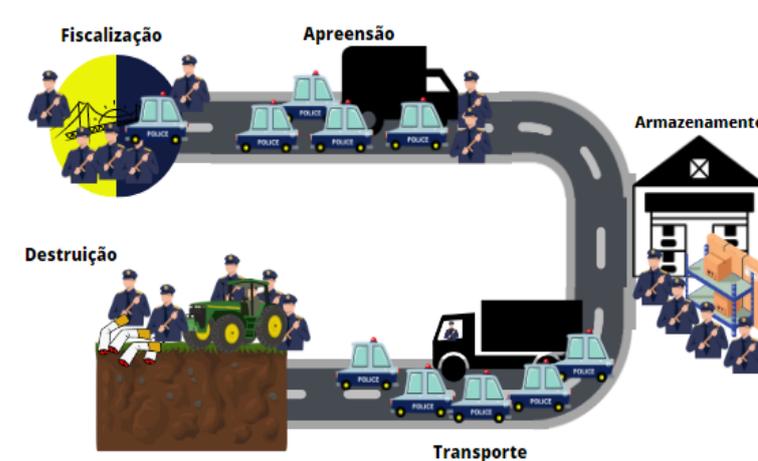
Figura 2.2 - Apreensões de Mercadorias da Receita Federal em 2020



Fonte: Dados fornecidos pela Receita Federal (2021), e tratados pelo autor

O alto número de apreensões de cigarros faz com que um elevado custo, para os cofres público, surja. Já que a cadeia de destruição, que vai desde a apreensão até a destruição propriamente dita, necessita de todo cuidado e uma grande mobilização do órgão responsável. A figura 2.3 serve como uma ilustração da chamada cadeia de destruição de cigarros, a imagem tem o objetivo de chamar atenção para todo recurso que é investido.

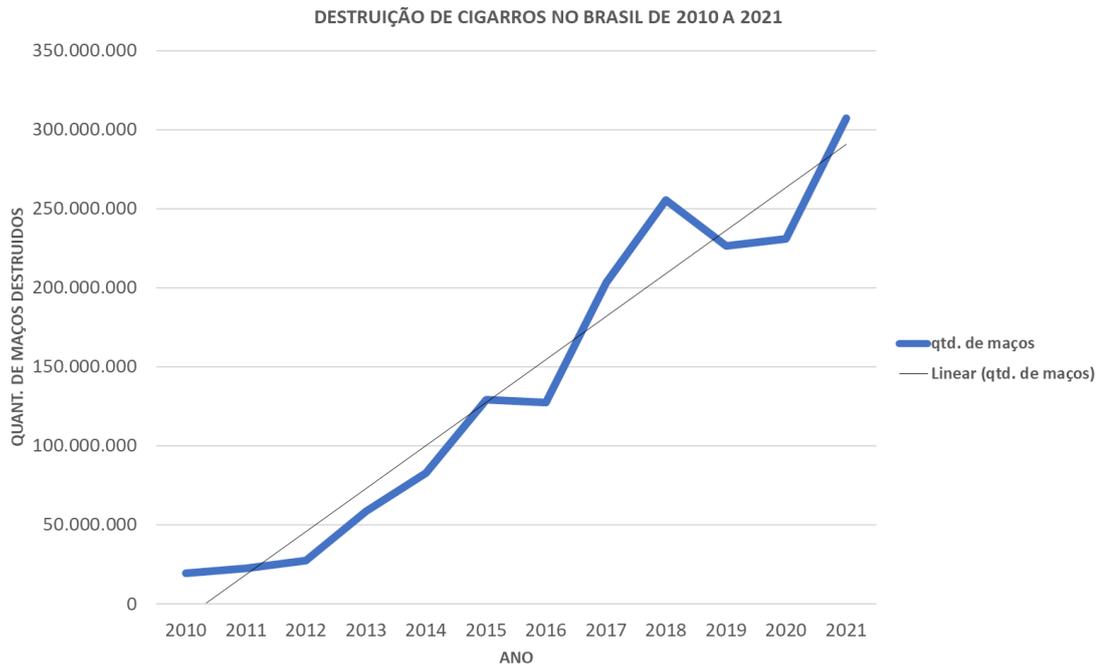
Figura 2.3 - Cadeia de destruição dos cigarros apreendidos.



Fonte: Autores (2022)

A figura 2.4 mostra o crescimento anual no número de maços de cigarros apreendidos, fazendo com os gastos com a destruição do produto cresça. Gastos envolvidos nas fiscalizações diárias, combustível para transporte, gastos com o armazenamento, com servidores e gastos provenientes da ação de destruição.

Figura 2.4 - Destruição de cigarros no Brasil de 2010 a 2021



Fonte: Dados fornecidos pela Receita Federal (2021), e tratados pelo autor

Como forma de amenizar os gastos provenientes da destruição destes produtos, surge uma alternativa que envolve realizar a descaracterização dos cigarros, possibilitando assim um novo destino aos resíduos gerados durante o processo.

2.4 Descaracterização e destinação sustentável

A incineração e o aterramento são, atualmente, os principais meios de destruição das cargas de cigarros apreendidos. Pelo vasto território nacional há diversos depósitos para as cargas, que têm sua destruição realizada por empresas que possuem autorizações ambientais para a realização do procedimento. As figuras 2.5 e 2.6 mostram, respectivamente, o procedimento de incineração e de aterramento.

Figura 2.5 - Incineração de cigarros



Fonte: catve.com - Portal de notícias de Cascavel e Região

Figura 2.6 - Destruição de cigarros em aterros



Fonte: Receita Federal destrói 95 toneladas de cigarros | O Imparcial

O cigarro, em sua composição, possui diversas substâncias que podem tornar inviável algumas formas de descarte, prejudicar uma destinação de maneira sustentável e, devido ao grande volume de apreensão, dificultar sua decomposição.

Até o ano de 2001, de acordo com Barros (2020), a Receita Federal armazenava os cigarros apreendidos, mas por questões de logística, a partir deste ano os cigarros passaram a ser incinerados. O problema do processo de incineração, é que ele é altamente poluente, pois libera gases tóxicos e particulados ao meio ambiente.

A aplicação de operações sustentáveis durante o descarte dos cigarros é um ramo pouco explorado, mas que tem grande potencial. O choque deste produto no meio ambiente é alto, já que, dependendo do resíduo gerado, ele levará dezenas ou centenas de anos para ser decomposto.

A maneira mais comum de reaproveitamento dos cigarros, é a transformação, através do processo de compostagem, em adubo. O processo de compostagem dura cerca de 4 meses e após este período é que a matéria poderá ser utilizada, por exemplo, para a produção de alimentos.

Em 2020, 90 toneladas de tabaco a granel, apreendidos pela Receita Federal e Polícia Rodoviária Federal, foram transformados em, aproximadamente, 200 metros cúbicos de adubo, por meio do processo de compostagem. Como exemplo de desenvolvimento e aplicação deste método de reaproveitamento, o Instituto Federal do Sul de Minas Gerais, utilizou 16 toneladas para a produção de adubo orgânico e que, caso a instituição julgue adequado, serão disponibilizados para pequenos produtores. JORNAL ESTADO DE MINAS, 2020)

A Figura 2.7 mostra um exemplo da mistura do tabaco para produção da compostagem.

Figura 2.7 - Transformação do tabaco em adubo



Fonte: Tabaco apreendido pela Receita Federal será transformado em adubo pelo IF - Poços Já Cidade (pocosja.com.br)

Por se tratar de um produto que pode ser subdividido, e ter a maioria de suas partes reaproveitadas, o cigarro se torna um produto com alto índice de reutilização. Um exemplo é o estudo realizado por Mihajenari et al. (2016), onde ele mostra que, os resíduos encontrados no filtro do cigarro, podem ser empregados em misturas a base de cimento para a fabricação, por exemplo, de telhas, tijolos vermelhos e outros.

Das partes que compõem um maço de cigarro, cada uma pode ser reaproveitada de uma maneira e, por esse motivo, necessitam estar separadas. Pensando nisso é que surge a iniciativa de descaracterizar caixas de cigarro, o que torna o processo de reaproveitamento mais rápido e eficiente.

2.5 Equipamentos de descaracterização de cigarros já existentes

O projeto para a descaracterização em massa de cigarros, começou a ser colocado em prática em 2018, quando a alfândega da Receita Federal do Brasil, de Foz do Iguaçu- PR, iniciou uma solicitação de serviço para este fim. A ideia foi de construir uma máquina que fosse capaz de efetuar a descaracterização de 850 caixas de cigarros por dia, o que resulta em 425 mil maços. Na Figura 2.8 e 2.9 é possível ver algumas fotos destes equipamentos.

Figura 2.8 - Equipamento de destruição de maços de cigarros I



Fonte: Receita Federal do Brasil Foz do Iguaçu

Figura 2.9 - Equipamento de destruição de maços de cigarros II



Fonte: Do autor (2022)

De acordo com a Receita Federal, a capacidade de descaracterização deste equipamento chega a 17000 caixas de cigarro por mês (8,5 milhões de maços), produzindo cerca 100 toneladas de resíduos, em que 90% pode ser reaproveitado. A montagem e a produção da máquina foram realizadas pela empresa Souza Cruz. Os demais serviços, como o manuseio do equipamento, foram executados pela empresa Irmãos Krefta.

Apesar dos resultados alcançados, pela máquina, serem bastante positivos, o custo para sua construção é alto, devido ao projeto mecânico e os diversos subconjuntos existentes, podendo chegar a 750 mil reais, o que torna inviável que mais máquinas como esta sejam distribuídas pelo país. Nesta lacuna, surge o desejo por um equipamento semelhante, porém mais barato e conseqüentemente menor, para que seja fornecido aos demais polos da Receita Federal do Brasil.

2.6 Divisões de um cigarro

É sabido que o cigarro é composto por inúmeras e diversas substâncias, mas com uma visão macro é dito que ele se divide em três partes, são elas: papel, fumo e o filtro. A Figura 2.10 traz a ilustração de como se dá a divisão de um cigarro

Figura 2.10 - Divisões de um cigarro



Fonte: PurePng (2018) - <https://purepng.com/photo/1967/objects-cigarette>

Dentre as três principais partes, é no fumo que se encontram as substâncias mais tóxicas e prejudiciais à saúde humana. Em um estudo, Machado e Tresoldi (2014), relataram que no fumo é misturado cerca de 4700 substâncias tóxicas, como por exemplo a nicotina, o benzeno, a acrílica, níquel, xileno e terebentina.

2.7 Processo de desenvolvimento do produto

A necessidade de desenvolver um produto surge a partir do desejo do mercado, entender estes desejos, necessidades e, claro, suas próprias limitações, é o pré-requisito para que se desenvolva um produto com fins comerciais. Como Rozenfeld et al. (2006) diz:

“Esse mundo de oportunidades é claramente inesgotável. Porém, estamos no mundo real onde não existem apenas oportunidades — nele é preciso considerar as restrições.”

O Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) pode ser descrito, de maneira simplificada, como um conjunto de atividades ordenadas, e estabelecidas, que visam garantir o sucesso de um produto, estas atividades seguem o ciclo iterativo de projetar, construir, testar e otimizar. Destaca-se que a abordagem utilizada neste trabalho será a proposta por ROZENFELD et al. (2006)

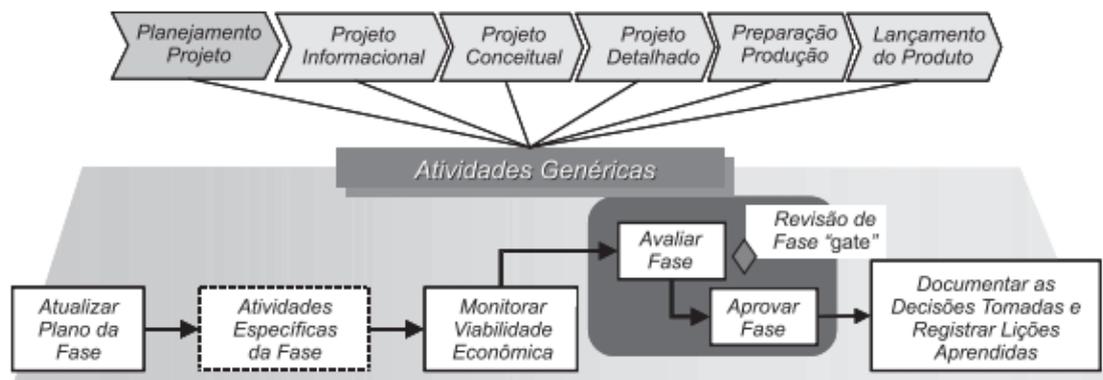
Os subtópicos seguintes tratam das fases do PDP, mas para que estas fases sejam compreendidas, é necessário que atividades genéricas, presentes em todas as etapas do Processo de Desenvolvimento do Produto, sejam cumpridas e bem executadas. Por isso o primeiro subtópico terá o objetivo de trazer uma visão geral sobre estas atividades.

2.7.1 Atividades genéricas do modelo

São chamadas de atividades genéricas aquelas que se repetem em todas as fases do Processo de Desenvolvimento do Produto, são elas: atualizar o plano do projeto, atividades específicas de cada fase, monitorar a viabilidade econômico-financeira, realizar a revisão de fase (gate) e, por fim, documentar e registrar as lições aprendidas e decisões tomadas. Rozenfeld et al. (2006).

A Figura 2.11 traz um esquema de quais as atividades genéricas e de como elas estão presentes no PDP.

Figura 2.11 - Atividades genéricas no PDP



Fonte: Rozenfeld (2006)

2.7.2 Macrofase de pré-desenvolvimento

Rozenfeld et al. (2006) descreve a macrofase de pré-desenvolvimento da seguinte forma:

“A macrofase de pré-desenvolvimento envolve as atividades de definição do projeto de desenvolvimento, realizadas a partir da estratégia da empresa, delimitação das restrições de recursos e conhecimentos e informações sobre os consumidores, e levantamento das tendências tecnológicas e mercadológicas.”

Como qualquer outra fase, ela tem seus objetivos definidos de maneira clara e é definida, por Rozenfeld et al. (2006), como:

“É a ponte entre os objetivos da empresa e os projetos de desenvolvimento.”

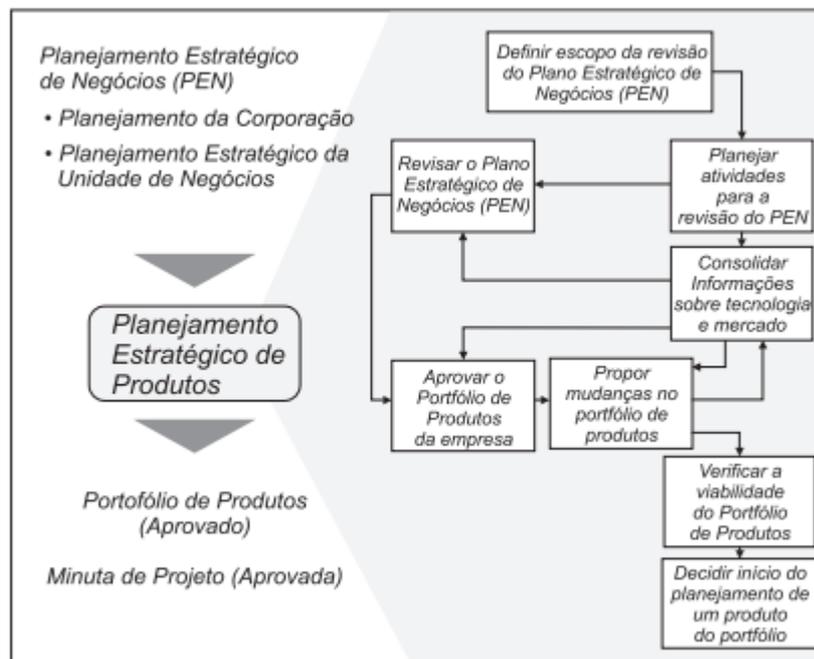
As fases do PDP que compõem a macrofase de pré-desenvolvimento são: o Planejamento Estratégico de Produtos e o Planejamento do Projeto.

- O Planejamento Estratégico de Produtos

A fase de Planejamento Estratégico de Produtos é onde se objetiva obter um plano que contenha uma lista descrevendo a linha de produtos da empresa e os projetos que serão desenvolvidos. Rozenfeld et al. (2006).

A Figura 2.12 mostra o fluxo de atividades a serem desenvolvidas dentro desta fase.

Figura 2.12 - Fluxo de atividades da fase de planejamento estratégico de produtos.



Fonte: Rozenfeld (2006)

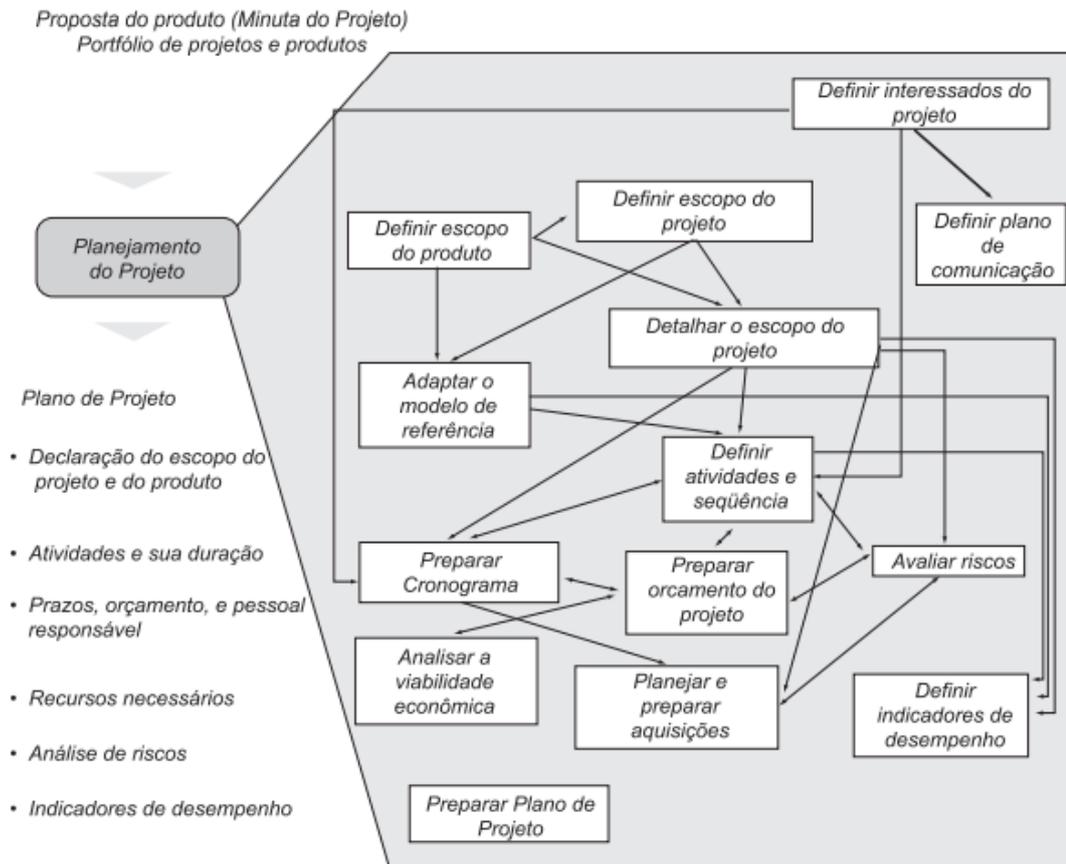
- Planejamento do Projeto

Sendo a fase que fecha a macrofase de pré-desenvolvimento, o Planejamento do Projeto objetiva a elaboração de um documento, onde as informações relevantes para a realização do projeto estão agrupadas, que serve como guia no controle da execução do projeto.

O escopo do projeto, escopo do produto, previsões das atividades e sua duração, prazos, orçamento, definição do pessoal responsável, recursos necessários para realizar o projeto, especificação dos critérios e procedimentos para avaliação da qualidade, análise de riscos e indicadores de desempenho selecionados para o projeto e produto, são as informações que precisam fazer parte do documento elaborado nesta fase. Rozenfeld et al. (2006)

A figura 2.12 traz a ilustração das informações relevantes e suas dependências.

Figura 2.12- Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Planejamento do Projeto.



Fonte: Rozenfeld (2006)

2.7.3 Macrofase de Desenvolvimento

A macrofase de Desenvolvimento é denominada como sendo o “desenvolvimento de produtos ou projeto do produto” (Rozenfeld et al.,2006). As fases iniciais desta macrofase são carregadas com um grande grau de incerteza, mas é nestas fases que as escolhas de solução de projeto (materiais, conceitos, processos de fabricação etc), que determinam aproximadamente 85% do custo final do produto, são realizadas. Nesta macrofase estão incluídas as seguintes fases: Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação Produção e Lançamento do Produto.

- Projeto Informacional

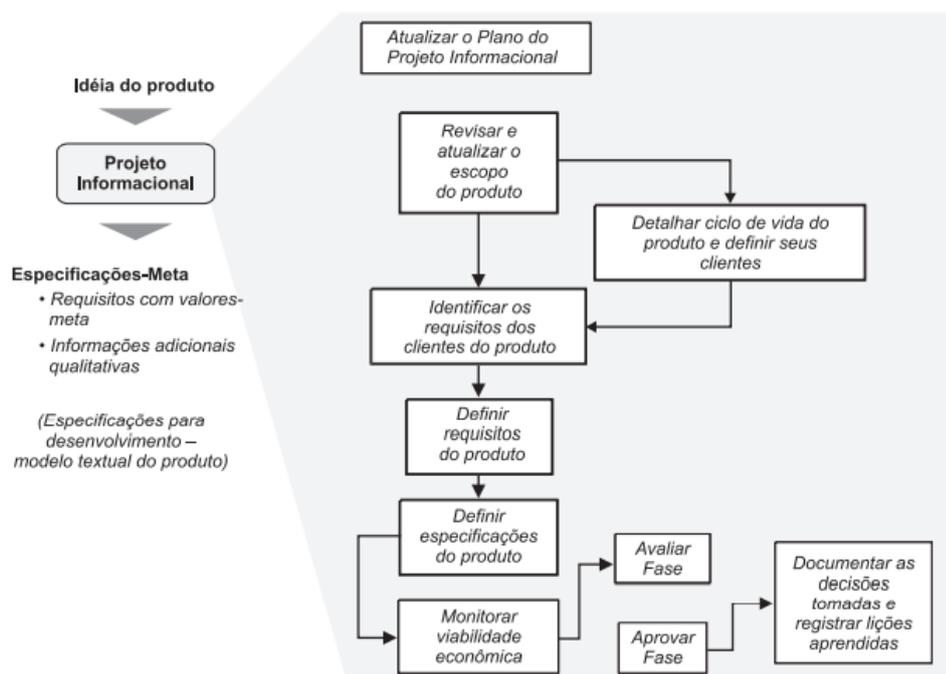
O objetivo desta fase é desenvolver um conjunto de informações mais completo possível, chamado de especificações-meta do produto, o seu desenvolvimento é feito a partir das informações levantadas no planejamento e em outras fontes. Rozenfeld et al. (2006).

Rozenfeld et al. (2006) classifica o objetivo das especificações-meta como sendo:

Essas especificações, além de orientar a geração de soluções, fornecem a base sobre a qual serão montados os critérios de avaliação e de tomada de decisão utilizados nas etapas posteriores do processo de desenvolvimento.”

Então, em resumo, pode-se dizer que o Projeto Informacional trata da aquisição e transformação de informações. As atividades desta fase são mostradas na Figura 2.13.

Figura 2.13 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Informacional.



Fonte: Rozenfeld (2006)

- Projeto conceitual

Nesta fase de Projeto Conceitual, as atividades realizadas, pela equipe, estão relacionadas com a busca, criação, representação e seleção de solução para o problema do projeto.

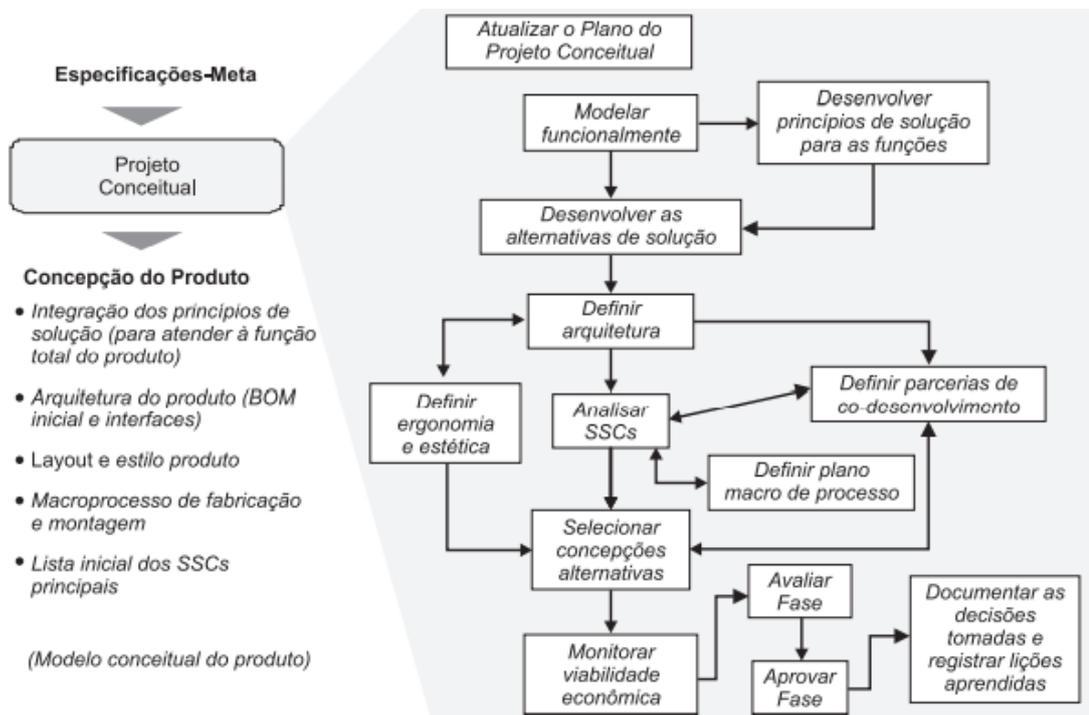
Rozenfeld et al. (2006), explica como desempenhar todas as tarefas atribuídas a esta fase:

“A busca por soluções já existentes pode ser feita pela observação de produtos concorrentes ou similares descritos em livros, artigos, catálogos e bases de dados de patentes, ou até mesmo por benchmarking. O processo de criação de soluções é livre de restrições, porém direcionado pelas necessidades, requisitos e especificações de projeto do produto, e auxiliado por métodos de criatividade. A representação das soluções pode ser feita por meio de esquemas, croquis e desenhos que podem ser

manuais ou computacionais, e é muitas vezes realizada em conjunto com a criação. A seleção de soluções é feita com base em métodos apropriados que se apoiam nas necessidades ou requisitos previamente definidos.”

As atividades desenvolvidas nessa fase estão dispostas na Figura 2.14.

Figura 2.14 - Informações principais e dependências entre as atividades da fase de Projeto Conceitual.



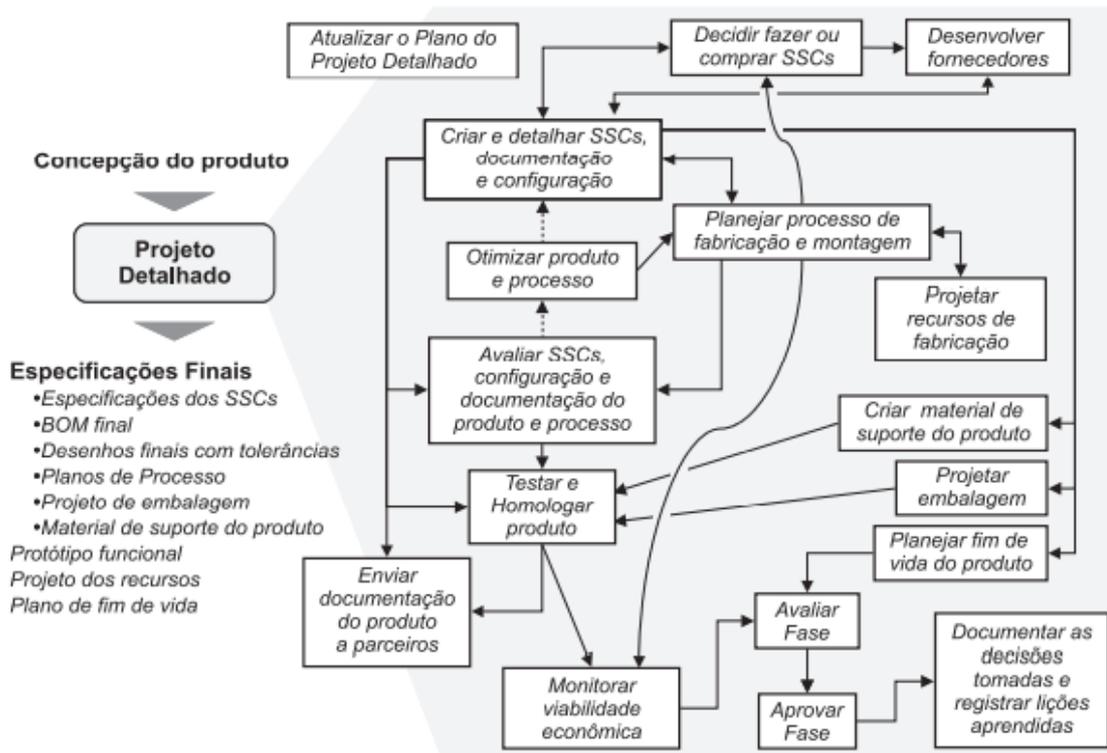
Fonte: Rozenfeld (2006)

- **Projeto Detalhado**

O projeto Detalhado tem o objetivo de desenvolver e finalizar todas as especificações do produto, para que possam ser encaminhados à manufatura e às outras fases do desenvolvimento. Esta fase vem como o prosseguimento do projeto conceitual, mas diferente da fase anterior, o projeto Detalhado não tem como objetivo a reutilização de muitas informações, mas sim se ter uma noção mais precisa do produto. (ROZENFELD, 2006, pg. 294.)

A Figura 2.15, mostra o detalhamento das atividades na fase de projeto detalhado.

Figura 2.15 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de Projeto Detalhado.



Fonte: Rozenfeld (2006)

- **Preparação da Produção do Produto**

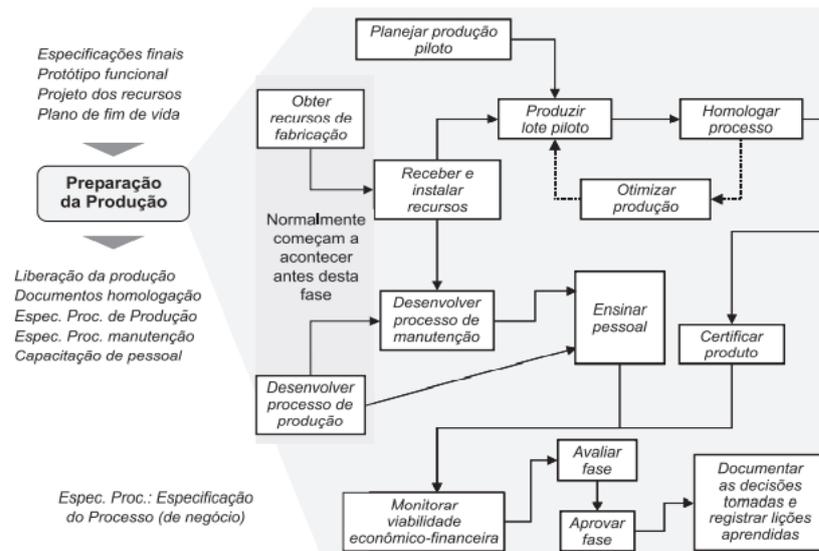
Assim como na próxima fase, as atividades da fase de Preparação da Produção do Produto, tem como objetivo inserir o produto no mercado, produto este que atende aos requisitos dos clientes, levantados na fase de projeto informacional, e cumpre as especificações finais do projeto do produto e processo de fabricação, criadas nas fases de projeto conceitual e projeto detalhado. (ROZENFELD, 2006, pg. 394.).

Rozenfeld et al. (2006) também coloca como objetivo desta fase:

“O objetivo desta fase é garantir que a empresa (...) consiga produzir produtos no volume definido na Declaração de Escopo do Projeto, com as mesmas qualidades do protótipo e que também atendam aos requisitos dos seus clientes durante o ciclo de vida do produto. Toda a estrutura produtiva é colocada em movimento. Grande parte dela já deve ter sido definida nas fases anteriores, quando existirem projetos de novas instalações. Mas é nesta fase que esses planos são realizados e ajustados.”

A Figura 2.16 mostra o processo de atividades que constituem essa fase.

Figura 2.16 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de preparação da produção



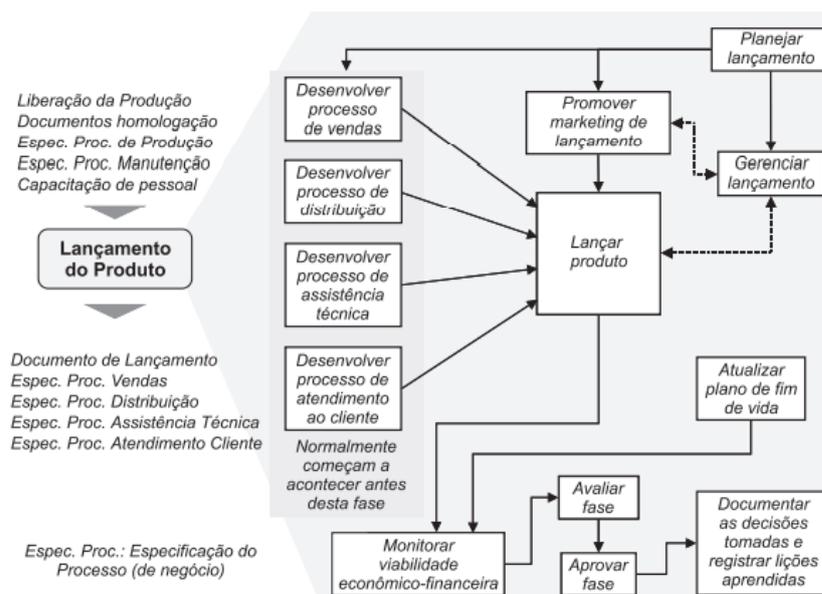
Fonte: Rozenfeld (2006)

- Lançamento do produto

As atividades a serem feitas nessa fase envolvem o desenho dos processos de venda e distribuição, atendimento ao cliente e assistência técnica, e as campanhas de marketing. Como forma de agilizar o processo, a fase de Lançamento do Produto pode ser desenvolvida simultaneamente à fase de preparação da produção.

A Figura 2.17 traz as informações principais e dependências entre as atividades da fase de lançamento do produto.

Figura 2.17 - Informações principais e dependência entre as atividades da fase de lançamento do produto



Fonte: Rozenfeld (2006)

2.7.4 Macrofase de Pós Desenvolvimento

O pós desenvolvimento é a macrofase que permite que os desenvolvedores, do produto, e sua empresa aprendam com os problemas que poderão surgir após o lançamento do produto no mercado. Esta fase tem como atividades centrais o acompanhamento sistemático e a documentação correspondente das melhorias de produto ocorridas durante o seu ciclo de vida. (ROZENFELD, 2006, pg. 67.). O acompanhamento do Produto/Processo e a Descontinuação do produto são as fases que constituem esta macrofase.

2.8 PMBOK

Não sendo considerado uma metodologia, o Project Management Body of Knowledge (PMBOK) é um conjunto de melhores práticas relacionadas à gestão de projetos, sendo assim, aplicável em qualquer negócio. Um exemplo de prática listada no guia é: "Quando possível, o cronograma do projeto detalhado deve permanecer flexível ao longo do projeto para poder ser ajustado de acordo com o conhecimento adquirido, aumento da compreensão dos riscos e atividades de valor agregado."((PMI), 2017).

Construir um plano claro de Processo de Desenvolvimento de Produto, seguindo as diretrizes e práticas listadas no guia, faz com o que a gestão de projetos possa ser melhor executada e o desenvolvimento de produtos tenha mais chances de sucesso.

2.9 Normas Regulamentadoras de ergonomia e segurança

2.9.1 Segurança relacionada ao trabalho em máquinas e equipamentos

Segundo a 12ª Norma Regulamentadora (NR 12), que se refere à segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, as áreas de risco dessas máquinas e equipamentos devem possuir dispositivos de segurança para proteger a saúde e a integridade física dos trabalhadores. (BRASIL, 2022)

Ainda de acordo com a NR 12, para garantir a segurança, é necessário construir barreiras físicas nas partes móveis (motores, roldanas, etc.) dos equipamentos e máquinas, garantindo a preservação da saúde do operador. Essas barreiras são proteções fixas que devem ser mantidas em sua posição de forma permanente, ou por meio de elementos de fixação que só permitem sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas.

Outrossim, a Norma Brasileira 7135 (2018) trata das divisões das cores para alertas de segurança. Segundo a NBR 7135, em máquinas com partes móveis e perigosas, é necessário

pintá-las com cor laranja, com o objetivo de indicar que naquele local há partes que geram perigo ao profissional que opera a máquina.

2.9.2 Segurança relacionada ao trabalho em máquinas e equipamentos

Segundo a 17ª Norma Regulamentadora (NR 17), que se refere à ergonomia durante o período de trabalho, é importante que o espaço seja organizado de forma que as cargas, acessos, espaços de movimentação, altura de pega e deposição, não levem o trabalhador a realizar movimentos de flexão, hiperextensão e rotação do tronco. Além disso, as cargas devem estar o mais próximas possíveis do operador, para facilitar o alcance e reduzir outros riscos. (BRASIL, 2022)

A NR 17 também afirma que, para trabalhos manuais, os planos de trabalho devem proporcionar condições de boa postura, com uma altura da superfície de trabalho adequada às atividades exercidas e dentro da zona de alcance manual. E para trabalhos realizados em pé, como é o caso deste equipamento de descaracterização, é importante permitir que o operador se aproxime o máximo possível do ponto de operação, que neste caso é o ponto de alimentação do sistema.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O conceito do projeto foi realizado nos Laboratórios de Processos de Fabricação da Universidade Federal de Lavras (UFLA), entre os meses de dezembro de 2021 a agosto de 2022. A criação do CAD foi feita no software TopSolid® versão 15, licença cedida pela Missler e para apresentação da concepção o equipamento foi subdividido por seções para facilitar a compreensão do sistema. Na elaboração do conceito do protótipo, foi realizado um *brainstorming* com a finalidade de preparar o time responsável por cada etapa, obter o maior número de possibilidades de processos e organizar as ideias.

3.1 *Brainstorming* e idealizações do projeto

Este projeto surgiu devido um pedido emergencial feito pela Receita Federal. Diante disto, em um prazo de 24 horas foi realizado o *brainstorming* com uma equipe multidisciplinar de engenheiros, discentes e docentes, e técnicos da UFLA idealizaram o primeiro protótipo.

Para dar seguimento foi necessária uma busca e análise de materiais disponíveis no campus universitário da UFLA, como, por exemplo: chapas, polias, lâminas, motores, serras, entre outros. Alguns destes materiais se faz presente na concepção final projeto em prol de tornar o equipamento economicamente mais acessível, estes foram escolhidos através de provas de conceitos realizada pelo time e devidamente selecionado de acordo com as características que melhor se encaixassem nos requisitos de cada processo, sendo isto detalhes que será aprofundado nos próximos tópicos. Vale ressaltar que nesta etapa ainda foi definido o orçamento do para a criação do protótipo.

Os requisitos do produto e definição dos seus componentes seguiu uma ordem de determinação de acordo com o *Brainstroming* do time de engenharia, que foram:

- 1- A necessidade de retirar o plástico que envolve o maço de cigarro, antes da separação do filtro do tabaco. Portanto, para conceituar melhor o corte do plástico externo foi realizado algumas provas de conceito com estiletes, canivetes e facas. Este corte deverá ser realizado com uma certa precisão para que o papel do maço não seja afetado;
- 2- Uma análise da extração do plástico, pois assim que cortado não sairá por si só do maço, sendo necessário passar por uma superfície rugosa o suficiente para gerar o atrito adequado para sua retirada;
- 3- O estudo do caminho necessário para que maço entre no equipamento e saia, com o mínimo de contato humano. E a definição das esteiras com velocidade ótima para transporte do início ao fim do protótipo;

- 4- Para a separação do filtro e do tabaco foi selecionado um tubo com uma saída bifurcada em “Y”. É necessário também um sistema de corte que separa o filtro e o tabaco através de um disco de corte em alta rotação, para que o material consiga se separa por inteiro sem moer parte dele no meio do processo de corte, uma vez que o maço de cigarro é um objeto macio tendo uma certa elasticidade indesejável no momento do corte.
- 5- Definição dos demais componentes como motores, polias, chapas, quadro de controle, entre outros;

3.2 Relações de polias e movimento angular/linear

Em um projeto onde se utiliza associação de polias é necessário saber qual é a relação de transmissão do movimento do motor para as polias, e se há um aumento, redução ou até mesmo a conservação dessa velocidade gerada no motor. A polia motora é aquela que fornece o movimento, ou seja, está associada com um motor, a polia movida é aquela que recebe este movimento e na maior parte das vezes estão interligadas por uma correia. Quando o diâmetro da motora for menor, a rotação resultante será menor, gerando assim uma redução na velocidade. Já quando o diâmetro da motora for maior, a rotação resultante será maior, gerando assim um aumento na velocidade. E quando os diâmetros forem iguais a rotação também será igual, conservando assim a velocidade. A equação 1 descreve essa relação de polias de acordo com o diâmetro das polias.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: n_1 = *velocidade do motor, em rpm*

n_2 = *velocidade resultante, em rpm*

D_1 = *Diâmetro da polia motora*

D_2 = *Diâmetro da polia movida*

Outro fator muito importante é a velocidade das esteiras, embora os motores que serão utilizados para movimentar as esteiras tenham os mesmos parâmetros, é necessário calcular a relação da velocidade angular para linear, pois esses dados serão utilizados para validar a prova de conceito da velocidade ótima para o operador. Portanto relacionando as velocidades, tem-se a seguinte equação:

$$V = RPS \times C \quad (\text{Equação 2})$$

Em que: $V =$ Velocidade linear das esteiras, em mm/s

$RPS =$ Rotação de saída da polia movida, em RPS

$C =$ Comprimento do raio da esteira, em mm ($2 \cdot \pi \cdot r$)

3.3 Modelo de referência

Seguindo as normas descritas no processo de desenvolvimento de produtos, foi elaborado o modelo de referência padrão para este projeto, e seu escopo se dividiu da seguinte maneira:

- Pré desenvolvimento: foi realizado um Brainstorm, o planejamento geral do escopo, o desenvolvimento deste modelo de referência, consolidação das tecnologias que serão inseridas no processo de descaracterização. bem como os itens disponíveis nos laboratórios, e o cronograma macro das etapas de desenvolvimento do conceito do produto;
- O desenvolvimento foi dividido em 3 sub-etapas:
 - Desenvolvimento informacional: nesta fase foi realizado o estudo dos componentes consolidados na etapa anterior, os requisitos do cliente e da descaracterização foram instruídos pela Receita Federal, e os requisitos do produto ficaram incumbidos ao time de engenharia da Universidade Federal de Lavras responsáveis pela elaboração do projeto.
 - Desenvolvimento conceitual: realizou todo o conceito de funcionamento da máquina ao elaborar a modelagem funcional do sistema de descaracterização e planejar todo o caminho percorrido do maço, desde sua entrada no sistema até a saída de seus subprodutos gerados na descaracterização. Em seguida, pode-se fazer o estudo de soluções para cada seção de corte e movimento do maço de cigarro no sistema, bem como a realização do orçamento inicial.
 - Desenvolvimento detalhado: estágio da avaliação da viabilidade econômica do produto. Iniciou também o processo da elaboração do desenho em CAD do equipamento, podendo ter um vislumbre da concepção do produto final.
- Pós desenvolvimento: a fase de compra dos componentes, e finalização do cálculo real de viabilidade econômica do desenvolvimento do produto e a elaboração do planejamento da fabricação e da montagem do equipamento.

Figura 3.1 - Modelo de Referência da concepção do projeto

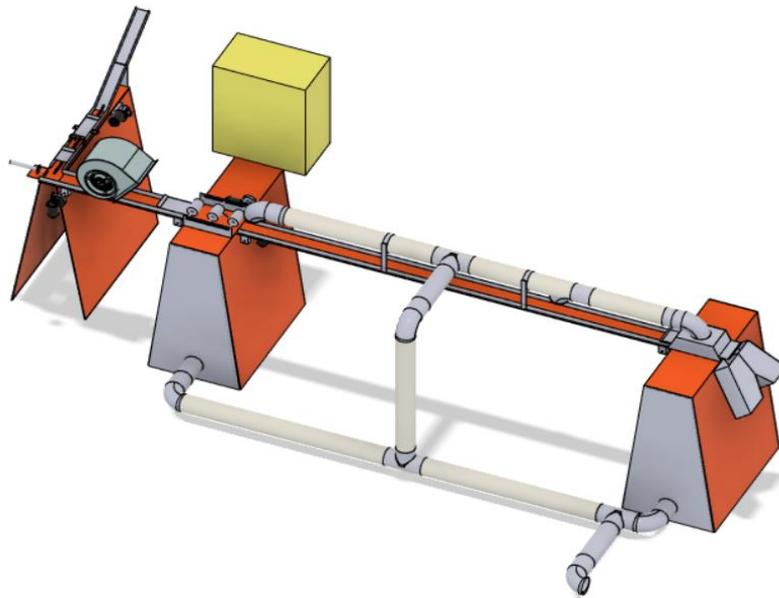


Fonte: do autor (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

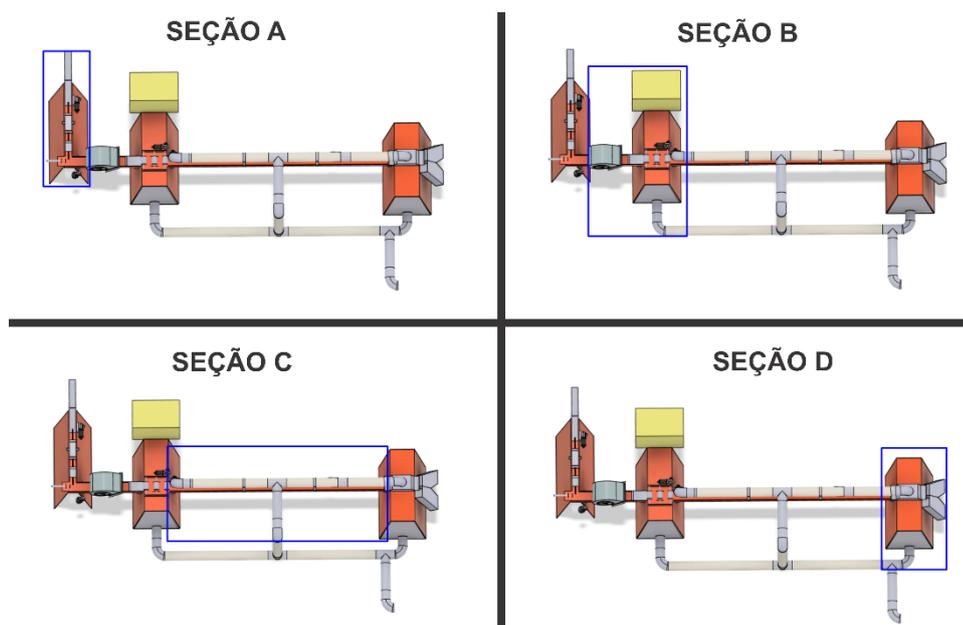
O estudo foi realizado com a finalidade de obter a concepção do equipamento de descaracterização de cigarros, a Figura 4.1 corresponde a vista isométrica do equipamento de descaracterização, e a Figura 4.2 corresponde aos conjuntos em que o equipamento foi distribuído, essa subdivisão em partes é realizada para haver uma melhor visibilidade dos componentes que formam o equipamento.

Figura 4.1 - Vista isométrica do equipamento de descaracterização.



Fonte: Do autor (2022)

Figura 4.2 - Divisões das seções a serem apresentadas



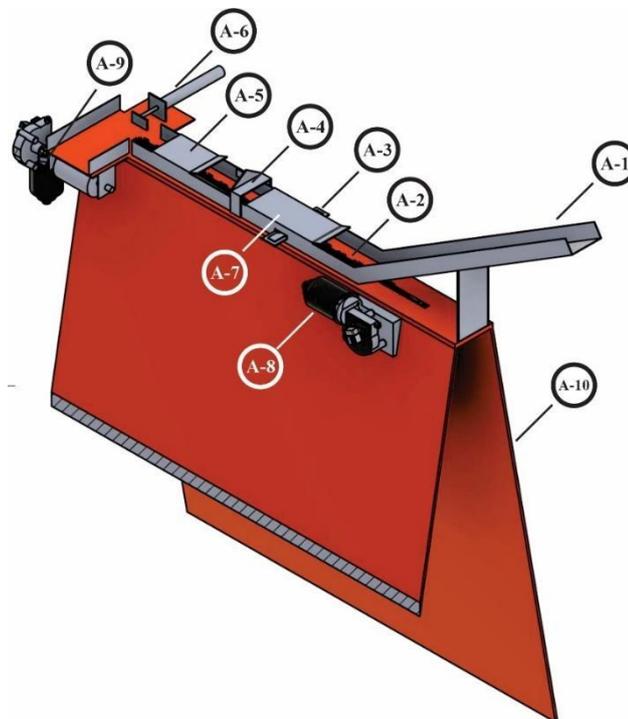
Fonte: Do autor (2022)

Por toda a extensão da estrutura os materiais base de fabricação serão chapas lisas com espessura que variam de 2,5mm a 4,75mm, perfis enrijecidos e cantoneiras. As polias que transmitem o movimento para as esteiras possuem o mesmo diâmetro, uma vez que os motores de 12V utilizados são de 82rpm e pretende-se manter a mesma relação de transmissão de velocidade para as esteiras. A superfície que entrará em contato com o maço para o transporte é composta por lixas de madeira com 60 de granulometria, que através de provas de conceito obteve o melhor o atrito e manteve o maço de cigarro aderido à esteira.

4.1 Primeira seção (Seção A)

O abastecimento ocorre de forma manual na seção “A”, representada na Figura 4.3. Nesta etapa também acontece as primeiras incisões no plástico externo do maço de cigarro, que serão realizadas tanto pela corrente de motosserra (gera o movimento e causa cisalhamento da proteção externa do maço, que é o plástico), quanto pelas lâminas acopladas nas laterais e na parte superior e inferior da canaleta. Ao final desta seção o maço passará por um cilindro pneumático de dupla ação que terá a função de rotacionar o maço 90° e impulsioná-lo para a seção “B”, na esteira II.

Figura 4.3 - Vista isométrica da Seção "A" e seus componentes



Fonte: Do autor (2022)

Quadro 1 - Componentes da seção "A"

Item	Qtd.	Nome	Descrição	Material	Dimensões
A-1	1	Canaleta	Canaleta para alimentação do equipamento (INPUT)	Aço SAE 1020	1500mm x 100mm
A-2	1	Esteira I	Esteira para transporte do cigarro na Seção "A", Sabre e Corrente	Aço 1050	Sabre: 20'' Corrente: 36 dentes
A-3	2	Lâmina laterais	Lâmina para cortes laterais do plástico externo	Aço de alta velocidade (HSS)	35mm x 16mm
A-4	2	Lâmina superiores	Lâmina para cortes superiores do plástico externo	Aço de alta velocidade (HSS)	35mm x 16mm
A-5	1	Placa acrílica	Placa para direcionar o cigarro	Acrílico	150mm x 100mm
A-6	1	Cilindro Pneumático	Cilindro para trasladar o maço para a esteira II	Aço SAE 1045	150mm x 100mm
A-7	1	Placa acrílica	Placa para apoio o maço no corte lateral e superior	Acrílico	800mm x 500mm
A-8	1	Motor I de 12V	Motor de 12V para movimentar a esteira I	-	82rpm
A-9	1	Motor II de 12V	Motor de 12V para movimentar a esteira II	-	82rpm
A-10	1	Estrutura I	Estrutura para alocar os componentes do sistema pneumático e demais itens da seção "A"	Tubo retangular	1500mm x 1000mm

Fonte: Do Autor (2022)

Os motores que serão utilizados pelas esteiras possuirão 82 rpm, pois são estes que estão disponíveis nos laboratórios, a sua redução foi definida através de provas de conceitos, analisando a melhor velocidade para a alimentação e movimentação dos maços no sistema, levando em consideração também a velocidade ideal para o operador. Contudo a princípio mantém-se uma transmissão direta dos 82 RPM, como mostrado na figura 4.4. Não havendo necessidade de realizar a redução, uma vez que será uma velocidade confortável para o operador, a velocidade das esteiras é obtida através da Equação 2.

Figura 4.4 - Relação entre as polias utilizadas nos motores das esteiras



Fonte: Do autor (2022)

$$V = \frac{82 \text{ rpm}}{60} \times 157 \text{ mm} = 214,68 \frac{\text{mm}}{\text{s}} \quad (\text{Equação 2})$$

Sendo essa seção a de alimentação do sistema, será necessário um operador para inserir os maços pela canaleta. Logo, para adequar o sistema à norma de segurança NR-17, utilizou-se a média da altura brasileira para homens adultos, que segundo o censo do IBGE de 2008 é de 1,73 metros. Sendo capaz de padronizar a altura da alimentação do equipamento com base nesses dados.

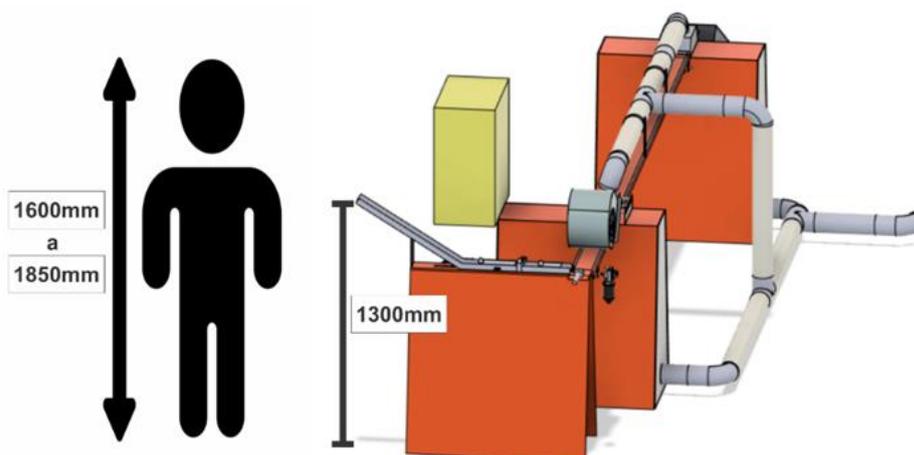
Quadro 2 - Estimativas populacionais das medianas de altura e peso de crianças, adolescentes e adultos, por sexo, situação do domicílio e idade - Brasil e Grandes Regiões

Variável - Mediana de altura (Centímetros)					
Cód.		Ano	Idade	Sexo	Altura (cm)
1	Brasil	2008	20 a 24 anos	Masculino	173
			25 a 29 anos	Masculino	173
			30 a 34 anos	Masculino	171,6
			35 a 44 anos	Masculino	171

Fonte: Sistema IBGE de Recuperação Automática - SIDRA (2008)

Para que não ocorra a hiperextensão dos ombros nem a flexão da região lombar do operador da máquina. A alimentação do equipamento se dá em uma altura de 1,30 metros, que é ergonomicamente adequada para pessoas entre 1,60 metros à 1,85 metros.

Figura 4.5 - Faixa de altura indicada para os operadores do equipamento de descaracterização



Fonte: Do autor (2022)

4.2 Segunda seção (Seção B)

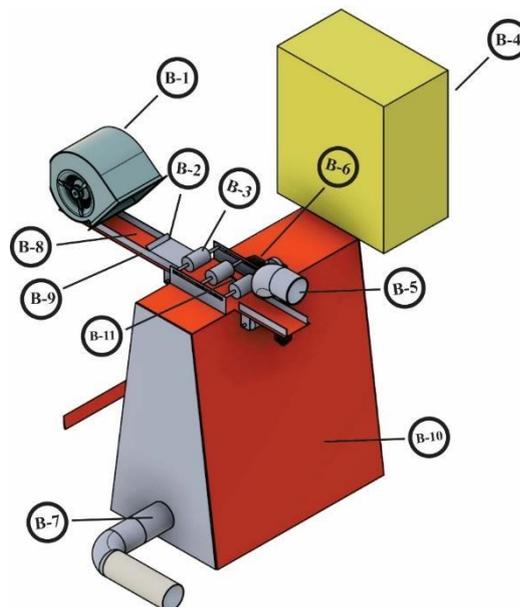
Já na seção B o maço estará rotacionado 90 graus em relação à seção A, e deste modo será possível realizar incisões longitudinais em suas laterais através de discos de cortes, acoplados em ambos os lados da canaleta que direciona o maço.

Ao longo de toda a Seção B haverá um sistema de compressão do maço para mantê-lo na posição correta e realizar a extração do plástico através do atrito gerado pelas esteiras, que terão a sua superfície constituída por lixas de granulometria 60.

Essa compressão será realizada por tarugos de nylon de diferentes diâmetros, que é um material disponível no laboratório, e que além de comprimir ainda auxiliam na movimentação da esteira de lixa na parte superior.

Nesta seção também haverá um painel de controle, apresentado no Apêndice A, com toda a central de comandos elétricos do equipamento, como: fontes 220V, contatores, chaves, disjuntores, botões, entre outros. A Figura 4.4 representa toda a Seção B.

Figura 4.6 - Vista isométrica da Seção "B" e seus componentes



Fonte: Do autor (2022)

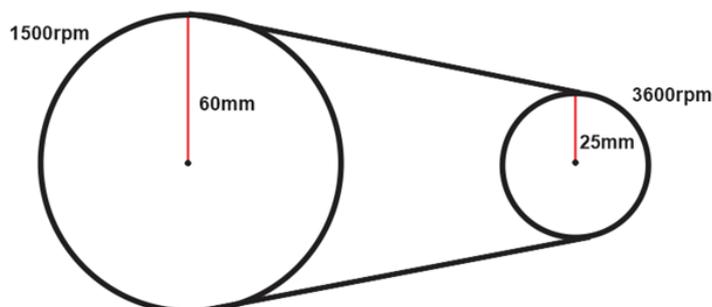
Quadro 3 - Componentes da seção "B"

Item	Qtd.	Nome	Descrição	Material	Dimensões
B-1	1	Motor soprador	Soprador para realizar a extração do plástico cortado	-	1800 rpm
B-2	1	Placa acrílica	Placa acrílica para estabilizar o maço na entrada da seção dos tarugos	Acrílico	150mm x 100mm x 3mm
B-3	3	Tarugos de Nylon	Tarugos de Nylon para compressão do maço e retirada total do plástico	Nylon	50mm x 100mm
B-4	1	Painel de controle	Painel de controle de alimentação e funcionamento	Alumínio	600mm x 500mm x 300mm
B-5	1	Tubo de sucção I	Tubo de sucção do plástico	Policloreto de vinila (PVC)	2000mm x 100mm
B-6	1	Motor III de 12V	Motor de 12V para movimentar os tarugos de nylon	-	82rpm
B-7	1	Tubo de sucção II	Tubo de sucção responsável pela limpeza interna da estrutura II	policloreto de vinila (PVC)	4000mm x 100mm
Item	Qtd.	Nome	Descrição	Material	Dimensões
B-8	1	Esteira II	Esteira responsável pela movimentação do cigarro na Seção "B"	Lixa deerfos ka169 grãos 60	3500mm x 100mm
B-9	1	Canaleta	Canaleta para direcionamento do maço na Seção "B"	Aço 1020	1500mm x 100mm
B-10	1	Estrutura II	Estrutura para alocar o motor do disco de corte I e demais itens da seção "B"	Tubo retangular	1500mm x 1000mm
B-11	1	Disco de corte I	Disco para corte final do plástico e auxílio na remoção	Widea	7''

Fonte: Do Autor (2022)

A rotação do disco de corte I foi estabelecida com base no motor disponível no laboratório, que apresenta uma velocidade de 1500 RPM. No entanto, para determinar a velocidade ideal do disco de corte, serão realizadas provas de conceito variando as relações entre os diâmetros das polias disponíveis, até chegar a uma velocidade ótima para o corte apenas do plástico. A Figura 4.11 apresenta essa relação para uma rotação teórica de 3600 RPM.

Figura 4.7 - Relação entre as polias do disco de corte I



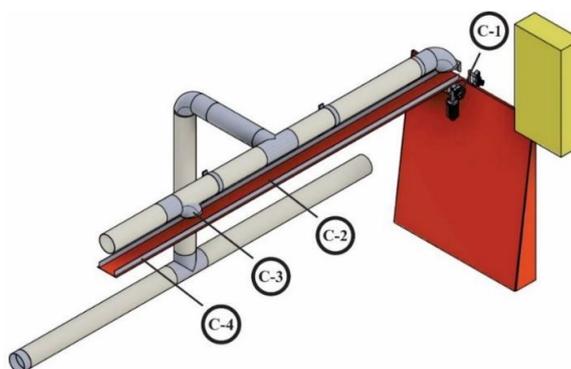
Fonte: Do autor (2022)

Todos os componentes que fazem parte da seção "B", foram instalados em uma base chamada Estrutura II (item B-10), incluindo o motor que é utilizado para girar o disco de corte dessa seção e o painel de controle do sistema. Essa estrutura, diferente da primeira, é fechada para diminuir o contato do motor com os resíduos de plástico cortado, como mostra a Figura 4.16. Além disso, a estrutura II atenderá às normas da NBR 7135, indicando elementos motores através da cor laranja, e por sua vez sinalizando e protegendo os operadores ao manter o motor dentro de uma estrutura fechada.

4.3 Terceira seção (Seção C)

Ao final da seção "B" há um tubo de sucção, esta etapa demarca também o início da seção "C", que tem a função de retirar o plástico que já se encontra cortado pelos processos de cortes das lâminas e discos de cortes. A movimento no maço nesta seção ocorre através do atrito gerado pelas esteiras de lixas. E a remoção do plástico ocorre em primeira instância através do tubo de sucção I, que retira o plástico da parte superior do maço. Em segunda instância passa por um sistema de giro acoplado em um acrílico que translada o maço em 180°, e através do tubo de sucção III ocorre a retirada do plástico da parte inferior e possíveis resíduos de plástico. A Figura 4.5 representa toda essa seção.

Figura 4.8 - Vista isométrica da Seção "C" e seus componentes



Fonte: Do Autor (2022)

Quadro 4 - Componentes da seção "C"

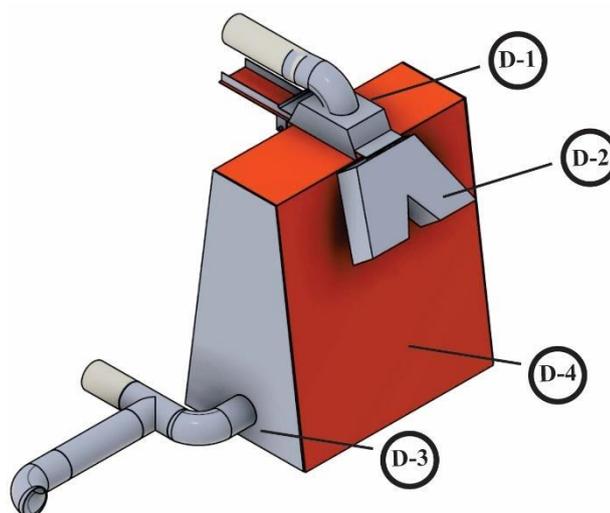
Item	Qtd.	Nome	Descrição	Material	Dimensões
C-1	1	Motor IV de 12V	Motor de 12V para movimentar a esteira III	-	82 rpm
C-2	1	Esteira III	Esteira responsável pela movimentação do cigarro na Seção "C"	Lixa deerfos ka169 grãos 60	6000mm x 100mm
C-3	1	Tubo de sucção III	Segundo tubo de sucção, para possíveis plástico remanescente	policloreto de vinila (PVC)	10000mm x 100mm
C-4	1	Canaleta	Canaleta para direcionamento do maço na Seção "C"	Aço 1020	3500mm x 100mm

Fonte: Do Autor (2022)

4.4 Quarta Seção, Seção D do protótipo

A etapa responsável pelo terceiro e último corte que realiza a separação do filtro e do tabaco, e por intermédio de um tubo em “Y” realiza a sua destinação, ocorre na seção D representada pela Figura 4.6. Ela é composta por um motor de 3600 rpm que movimenta o disco de videa. Através de provas de conceito define-se que será necessário transferir uma rotação de 7500 rpm para o disco, uma vez que o maço é composto por um material macio, e necessita de uma velocidade maior para não triturar o maço durante o seu corte de separação.

Figura 4.9 - Dimensões da seção "D" detalhada



Fonte: Do Autor (2022)

Quadro 5 - Componentes da seção "D"

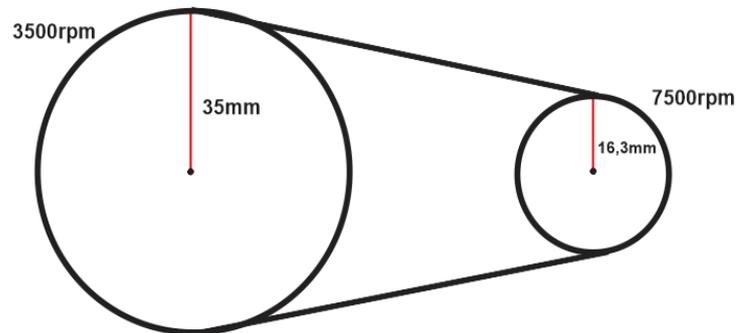
Item	Qtd.	Nome	Descrição	Material	Dimensões
D-1	1	Recipiente de enclausuramento	Recipiente para enclausuramento do disco de corte II	Acrílico	1000mm x 1000mm
D-2	1	Tubo em "Y"	Tubo em "Y" para separação do filtro e fumo	Tubo retangular	2000mm x 1500mm
D-3	1	Tubo de sucção III	Tubo de sucção responsável pela limpeza interna da Estrutura III	policloreto de vinila (PVC)	3000mm x 100mm
D-4	1	Estrutura III	Estrutura para alocar o motor do disco de corte II e demais itens da seção "D"	Tubo retangular	1500mm x 1000mm

Fonte: Do Autor (2022)

Para isso foi estabelecido uma relação entre roldanas, onde uma das roldanas disponíveis no laboratório tinha 70mm de diâmetro e através da Equação 2 foi possível obter o diâmetro da outra roldana para que a transferência se adequasse aos valores pré-estabelecidos pelas provas de conceitos. Esta relação está representada na Figura 4.7.

$$\frac{3500}{7500} = \frac{D_2}{70} \quad D_2 = 32,6mm \rightarrow \text{Raio} = \frac{D_2}{2} = 16,3mm$$

Figura 4.10 - Relação entre as polias do disco de corte II



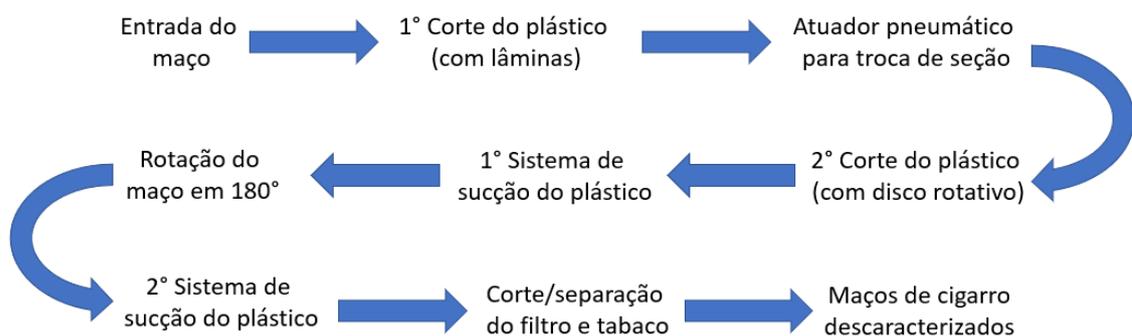
Fonte: Do autor (2022)

Na saída do tubo em “Y”, que se encontra ao final da seção D, há a necessidade de acoplar dois recipientes, para receber e armazenar os subprodutos do maço de cigarro já descaracterizados, ou seja, um para o filtro e outro para o tabaco.

4.5 Modelagem funcional

As diversas etapas presentes em todas as seções podem ser resumidas em um único fluxograma, que descreve o caminho que o cigarro percorre durante o todo processo, desde sua entrada até a sua saída do sistema, já totalmente descaracterizado em forma de resíduos. A modelagem funcional é utilizada para compreender e especificar os requisitos de um sistema, bem como para planejar sua arquitetura, sua estrutura e as relações entre elas.

Figura 4.11 - Fluxograma das etapas necessárias para o funcionamento do equipamento.



Fonte: Do autor (2022)

4.6 Análise de viabilidade econômica

A viabilidade econômica é um aspecto crucial na avaliação de qualquer projeto, pois permite identificar se ele é financeiramente viável e se os benefícios econômicos esperados

superam os custos. Realizar uma análise de viabilidade econômica permite aos empreendedores e investidores tomar decisões informadas sobre se devem ou não continuar com o projeto.

Os critérios para avaliação da viabilidade do projeto foi ele ser tão bom quanto os equipamentos de grande porte já existentes, notoriamente, respeitando a capacidade de descaracterização de acordo com o porte da máquina.

Quadro 6 - Orçamento dos componentes utilizados na máquina de descaracterização de cigarros

ORÇAMENTO MÁQUINA DE DESCARACTERIZAR CIGARROS				
DESCRIÇÃO	UN	QTDE	PREÇO UN	PREÇO TOTAL
Cantoneira L 1.1/2 x 1/4	m	20,00	48,00	960,00
Cantoneira L 1" x 1/8	m	20,00	21,00	420,00
chapa lisa 4,75 mm	cm ²	0,50	300,00	150,00
chapa lisa 2,5mm	m ²	6,00	250,00	1.500,00
chapa lisa 2"x3/16"	m	6,00	140,00	840,00
Tubo retangular 20x20	m	10,00	45,00	450,00
Barra roscada 3/8	m	15,00	39,00	585,00
Perfil irrigecido 150 x 50	m	4,00	340,00	1.360,00
Motor 2cv monofasico	un	1,00	1.050,00	1.050,00
Motor 1cv monofasico	un	1,00	650,00	650,00
Motor Motoredutor 24v DC + Controlador Pwm	un	4,00	530,00	2.120,00
Disco de corte com videa 4.1/2 para serra circular	un	2,00	35,00	70,00
Disco de corte com videa 7" para serra circular	un	1,00	45,00	45,00
Correia automotiva	un	3,00	40,00	120,00
Correia A28	un	1,00	10,00	10,00
cilindro pneumático dupla ação de 20mm x 50mm	un	1,00	312,00	312,00
Sensor Indutivo de Proximidade NF M12 - PNP - NF	un	1,00	34,00	34,00
Válvula 5/2 vias simples solenoide 1/4 24v	un	1,00	550,00	550,00
Sabre de motosserra 20"	un	1,00	350,00	350,00
corrente para motosserra 36 dentes	un	1,00	105,00	105,00
Arame mig 1mm.	kg.	1,00	320,00	320,00
Disco para corte de aço 4.1/2	un	35,00	12,00	420,00
Disco para corte de aço 7"	un	40,00	15,00	600,00
Motocompressor Pratic Air CSI 8,2/25 110V – Schulz	un	1,00	1.300,00	1.300,00
Polia 100 X 1A	un	1,00	30,00	30,00
Polia 70 X 1A	un	1,00	25,00	25,00
Polia 120 X 1A	un	3,00	33,00	99,00
Quadro de comando 60/50/30	un	1,00	395,00	395,00
Disjuntor 1x10	un	2,00	11,00	22,00
Disjuntor 1x20	un	1,00	11,00	11,00
Disjuntor 2x6	un	4,00	26,00	104,00

DESCRIÇÃO	UM	QTDE	PREÇO UN	PREÇO TOTAL
Disjuntor 2x16	un	2,00	26,00	52,00
Disjuntor 2x40	un	1,00	32,00	32,00
Contator 3tf 43	un	3,00	164,00	492,00
Mini contator	un	1,00	49,00	49,00
Chave duas posições	un	9,00	25,00	225,00
Botão de emergência	un	1,00	35,00	35,00
TOTAL	-	-	-	15.892,00

Fonte: Do autor (2022)

O equipamento de descaracterização de cigarros projetado tem a capacidade teórica para descaracterizar aproximadamente de 15 a 23 maços por minuto, descaracterizando cerca de 10 mil maços de cigarros em um dia inteiro de serviço. Quantidade considerável, tendo em vista que o processo será realizado em polos menores que possuem um fluxo reduzido de entrada de cigarros contrabandeados, se comparado com Foz do Iguaçu/PR.

A capacidade de descaracterização de um equipamento de grande porte pode chegar a 3000% a mais do que este projeto. Contudo, analisando o valor de um equipamento de descaracterização mais robusto, que é utilizado nos grandes centros da Receita Federal do Brasil (RFB), é de aproximadamente 750 mil reais, cerca de 4720% a mais que o valor deste projeto.

5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do conceito de um equipamento eficiente e de baixo custo, com características semi-automáticas, para descaracterização de cigarros foi alcançado. A fim de se obter uma visualização do projeto concluído e simular a sua modelagem funcional, utilizou um software de CAD para obter o modelo conceitual. Foi possível listar detalhadamente os componentes e o funcionamento deles, bem como as suas respectivas relações. Trazendo as soluções de engenharia para os sistemas de transmissão através de polias, e para os sistemas de cortes, tanto do plástico externo quanto do maço de cigarro que realiza a separação do filtro e do tabaco. Além disso, foi projetada uma descarga automatizada através de um tubo em "Y", que foi definida pela utilização de uma alta rotação do disco de corte. Isso garantiu uma separação precisa do maço de cigarro sem triturá-lo, mantendo a integridade dos resíduos gerados no processo de descaracterização do produto.

Os resultados mostraram que o desenvolvimento do produto além de possível, será muito promissor para a destinação dos cigarros apreendidos. Uma vez que o equipamento de descaracterização projetado tem a capacidade teórica de descaracterizar uma quantidade considerável de cigarros em um curto período de tempo, cerca de 10 mil maços por dia. Com este volume a sua utilização se torna ideal, pois o seu foco é em polos menores, com fluxo reduzido de entrada de cigarros contrabandeados.

Espera-se o seguimento do trabalho no sentido de realizar a elaboração de um protótipo para validar todo o conceito já desenvolvido, considerando a implantação de sistema de esteira monitorada e uma alimentação automatizada, a fim de aumentar o volume de cigarros destruídos que posteriormente seguirão para o processo de compostagem, dando assim a destinação sustentável.

REFERÊNCIAS

ADESANYA, A. et al. Improving sustainability performance through supplier relationship management in the tobacco industry. *Supply Chain Management: An International Journal*, Emerald Publishing Limited, 2020.

AMIGO, R. C. Modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos: Novas possibilidades de representação. *Escola de Engenharia de São Carlos (USP)*, p. 258, 2013.

ANDREASEN, M. M.; HEIN, L. *Integrated product development*. New York: Springer-Verlag, 1987.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – Norma Brasileira Cores para segurança (NBR 7135), Rio de Janeiro, 2018.

BARROS, L. S. Estudo do impacto da gestão estratégica na criação de valor associado à destruição sustentável de mercadorias apreendidas: caso de estudo. *Universidade Autónoma de Lisboa*, p. 114, 2020.

CARDIN, E.; LIMA, C. F. State devices, illegalisms, and social practices in the Brazil-Paraguay border (1890-2015). *Estudios fronterizos, Universidad Autonoma de Baja California*, v. 19, 2018.

COOPER, R. G. From experience: the invisible success factors in product innovation. *Journal of Product Innovation Management*, New York, v. 16, p.115-133, 1999.

CHENG, L. C. Caracterização da gestão de desenvolvimento do produto: delineando o seu contorno e dimensões básicas. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO**, 2000, São Carlos. *Anais...* São Carlos: Universidade Federal de Carlos, 2000. v. 1. p. 1-10.

ECHEVESTE, Márcia Elisa Soares. **Uma abordagem para estruturação e controle do processo de desenvolvimento de produtos**. 2003. 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4880/000416619.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 mar. 2021.

FERNÁNDEZ, L. F.; AMORETTI, L. T. La incidencia económica del fondo especial del tabaco en misiones (Argentina). estudio de caso, 2010-2018. *Economía Sociedad y Territorio*, v. 20, n. 64, p. 813–841, 2020.

GLUGOSKI, L. P.; CUBAS, P. de J.; FUJIWARA, S. T. Reactive black 5 dye degradation using filters of smuggled cigarette modified with Fe^{3+} . *Environmental Science and Pollution Research*, Springer, v. 24, n. 7, p. 6143–6150, 2017.

GOMIS, B. et al. “we think globally”: the rise of Paraguay’s tabacalera del este as a threat to global tobacco control. *Globalization and health*, BioMed Central, v. 14, n. 1, p. 1–14, 2018.

GONZALEZ-ROZADA, M. et al. Analysis of cigarette tax structure as a requirement for an effective tax policy: Evaluation and simulation for Argentina. Universidad Torcuato Di Tella., p. 5, 2014.

GUINDON, G. E.; BURKHALTER, R.; BROWN, K. S. Levels and trends in cigarette contraband in Canada. *Tobacco control*, BMJ Publishing Group Ltd, v. 26, n. 5, p. 518–525, 2017.

HARIZI, C. et al. Implementation of the WHO Framework Convention on Tobacco Control in Tunisia: Progress and challenges. *Tobacco Prevention & Cessation*, EUEP European Publishing, v. 6, 2020.

IDESF, I. de Desenvolvimento Econômico e Social de F. O custo do contrabando. 2015. Acesso em 16 mar. 2022, às 03:57. Disponível em:

Instituto Federal De Educação, Ciências E Tecnologia; Cálculo técnico - Cálculos de RPM, Campus de Santo Amaro, out. 2012; Disponível em: <<https://fabioferrazdr.files.wordpress.com/2008/08/16-calculando-rpm.pdf>>, acesso em: 31 mar 2022.

IGLESIAS, R. M. et al. From transit hub to major supplier of illicit cigarettes to Argentina and Brazil: the changing role of domestic production and transnational tobacco companies in Paraguay between 1960 and 2003. *Globalization and health*, BioMed Central, v. 14, n. 1, p. 1–16, 2018.

Instituto Nacional de Câncer (INCA). Consumo de cigarros per capita. 2020. Acesso em 03 mar. 2022, às 00:31. Disponível em: <<https://www.inca.gov.br/observatorio-da-politica-nacional-de-controle-do-tabaco/consumo-cigarros-capita>> Acesso em: 16 mar 2022.

KOTLER, P. Administração de marketing: análise, planejamento, implementação e controle. 5 ed. São Paulo: Atlas, 1997.

LIMA, Helena, Sul de Minas: tabaco apreendido pela Receita Federal vai virar adubo. *Jornal Estado De Minas*. Disponível em: <https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2020/11/18/interna_gerais,1207453/sul-de-minas-tabaco-apreendido-pela-receita-federal-vai-virar-adubo.shtml> Acesso em: 16 mar 2022.

LEVY, D. T., et al. Potential health impact of strong tobacco control policies in 11 south eastern who european region countries. *The European Journal of Public Health*, Oxford University Press, v. 28, n. 4, p. 693–701, 2018.

MACHADO, D.R.; TRESOLDI, M.E. Cigarro: mitos x verdades. *Anais da VIII mostra científica do cesuca, Faculdade Inedi – CESUCA*, p. 336-342, 2014.

MACKENZIE, R.; ECKHARDT, J.; PRASTYANI, A. W. Japan tobacco international: To ‘be the most successful and respected tobacco company in the world’. *Global Public Health*, Taylor & Francis, v. 12, n. 3, p. 281–299, 2017.

Ministério do Trabalho e Previdência, Brasil. Norma Regulamentadora NR-12 - SEGURANÇA NO TRABALHO EM MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2022.pdf>. Acesso em: 16 jun 2022.

Ministério do Trabalho e Previdência, Brasil. Norma Regulamentadora NR-17 – ERGONOMIA. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-17-atualizada-2021.pdf>. Acesso em 16 jun 2022.

MIHAJENARI, M. et al. A practical proposal for solving the world’s cigarette butt problem: Recycling in fired clay bricks. *Waste Management*, p. 5, 2016.

Onda Poços. PRF e Receita Federal transportam tabaco entre as cidades de Uberaba e Poços de Caldas. 2020. Acesso em 01 mar. 2022, às 18:38. Disponível em: <https://www.ondapocos.com.br/prf-e-receita-federal-transportam-tabaco-entre-as-cidades-de-uberaba-e-pocos-de-caldas>.

OLSON, E.M., WALKER O. C. JR, RUEKERT R.W. E BONNER, J. M. Patterns of cooperation during new product development among marketing, operations and R&D: implications for Project performance. *Journal of product Innovation Management*, Vol. 8 (4) (2001) pp. 258-271. Elsevier Science Inc., 2001.

PARAJE, G. Illicit cigarette trade in five south american countries: a gap analysis for Argentina, Brazil, chile, colombia, and peru. *Nicotine and Tobacco Research*, Oxford University Press US, v. 21, n. 8, p. 1079–1086, 2019.

PIZARRO, M. E. et al. Avances en impuestos del tabaco: el caso de Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública, SciELO Public Health*, v. 42, p. e46, 2018.

(PMI), P. M. I. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. 6. ed. [S.l.]: Project Management Institute, Inc, 2017. (Guia PMBOOK). ISBN 9781628251920.

PORTES, L. H. et al. Tobacco control policies in Brazil: a 30-year assessment. *Ciencia & saude coletiva, SciELO Public Health*, v. 23, p. 1837–1848, 2018.

Receita Federal. Destruição de Cigarros. 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/receitafederal/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/mercadorias-apreendidas/destruicao/destruicao-anos-anteriores>>. Acesso em 03 mar. 2022.

PUREPNG. Cigarette. This high quality free PNG image without any background is about cigarette, malboro and smoking. 2018. Disponível em: <<https://purepng.com/photo/1967/objects-cigarette>> Acesso em: 17 mar 2022.

ROZENFELD, H. et al. Gestão de Desenvolvimento de Produtos - Uma Referência Para Melhoria do Processo. 5. ed. [S.l.]: Saraiva, 2006. ISBN 9788502054462.

SEREMETA, D. C. H. et al. Pb 2+ adsorption by a compost obtained from the treatment of tobacco from smuggled cigarettes and industrial sewage sludge. *Environmental Science and Pollution Research*, Springer, v. 26, n. 1, p. 797–805, 2019.

STEFONI, C.; MARDONES, P.; VALDEBENITO, F. Dynamics of top-down and bottom-up commercial integration between the free trade zones of ciudad del este (Paraguay) and iquique (chile). *Revista de Estudios Sociales*, Universidad de Los Andes., n. 75, p. 15–29, 2021.

T, e. a. M. A. Contributions of the analysis of discarded cigarette packages in household waste in the brazilian city of rio de janeiro, Brazil, to estimate the illegal market. *Caderno de Saúde Pública - Report in Public Health, Escola Nacional de Saúde Pública - Sergio Arouca*, v. 37, n. 8, 2021.

ZITTEL, R. et al. Composting of smuggled cigarettes tobacco and industrial sewage sludge in reactors: Physicochemical, phytotoxic and spectroscopic study. *Waste Management, Elsevier*, v. 79, p. 537–544, 2018.

ZITTEL, R. et al. Availability of nutrients, removal of nicotine, heavy metals and pathogens in compounds obtained from smuggled cigarette tobacco compost associated with industrial sewage sludge. *Science of the Total Environment, Elsevier*, v. 699, p. 134377, 2020.

APÊNDICE A – DIAGRAMA DE FONTES E DISJUNTORES

DIAGRAMA COMANDO FONTES

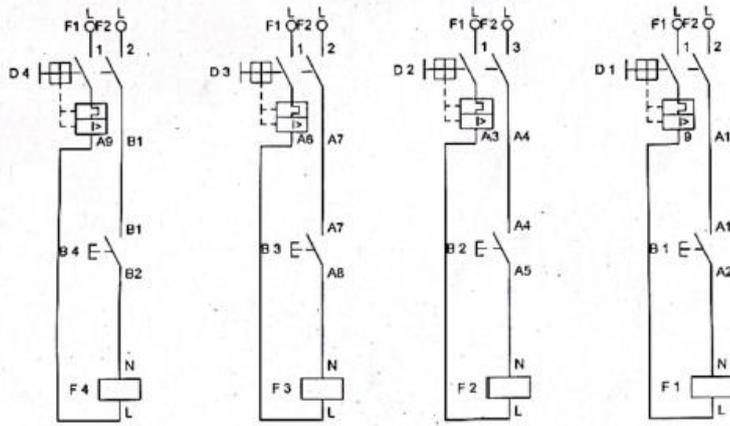
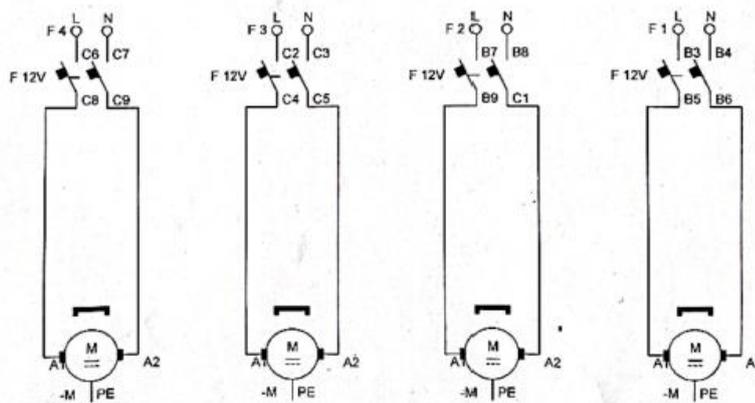


DIAGRAMA CARGA FONTES



	Data	Nome Assinaturas	Entidade
Desenhado			
Verificado			
Data: 12-mai-2021	Título		Num: 1 de 1 Arquivo: CADe_S2

DIAGRAMA DISJUNTORES

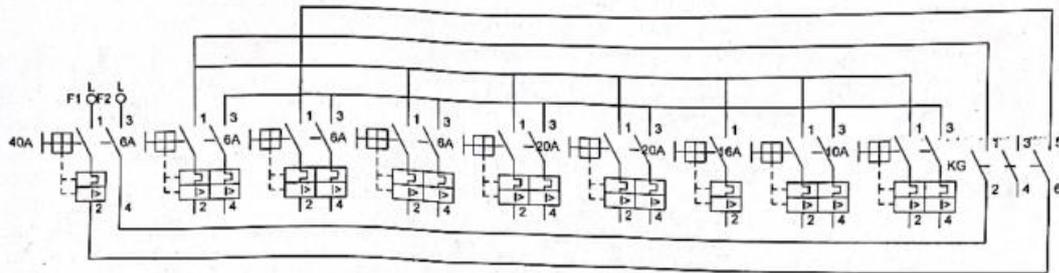
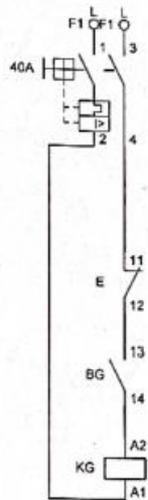


DIAGRAMA CONTACTOR GERAL



	Data	Nome Assinaturas		Entidade
Desenhado				
Verificado				
Data: 12-mai-2021	Titulo			Num: 1 de 1
				Arquivo: CADe_S3