

## DESENVOLVIMENTO DE UM MECANISMO PARA AUMENTAR A EFICIÊNCIA NO CORTE DE CARRÉ SUÍNO EM MÁQUINAS FRIGORÍFICAS<sup>1</sup>

Leonardo Jair Cenci<sup>2</sup>  
Bruno Turmina Guedes<sup>3</sup>  
Igor Schmidt<sup>4</sup>

### RESUMO

O presente estudo apresenta o desenvolvimento de um mecanismo via *Software* 3D para ser utilizado em máquinas frigoríficas para aumentar a eficiência no corte de carcaça suína, mais especificamente o carré. Sendo que o corte do carré não é efetuado adequadamente devido ao uso do dispositivo utilizado no equipamento. Aplicaram-se algumas ferramentas de desenvolvimento de produto para analisar o problema, sendo analisado de forma simples e objetiva juntamente com a ferramenta de combinação, ficando mais fácil e amplo para assim encontrar soluções para chegar ao mecanismo adequado e assim realizar a prototipagem virtual. Com a implantação das ferramentas de processo e desenvolvimento de produtos, realizamos a modelagem de um mecanismo que se adapta ao equipamento e realiza o corte da carcaça corretamente. Ao fim analisando a modelagem e o conteúdo abordado, notaram-se possíveis adições futuras no mecanismo, como a utilização da realidade virtual para melhorar ainda mais o aproveitamento desta parte suína.

**Palavras-chave:** Carré suíno. Desenvolvimento de produto. Prototipagem virtual.

### 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo o Brasil o quarto maior produtor com 3,73 milhões de toneladas e o quarto maior exportador de carne suína com 732,9 mil toneladas de acordo com o relatório anual da Associação Brasileira de proteína animal, (ABPA, 2017). A suinocultura engloba uma grande diversidade de produtores, sendo familiares, patronais e empresariais. Contribuindo para a produção de empregos e divisas, e se torna um importante marco na balança comercial do país, como ponto principal sua exportação para vários países.

Para Costa, Ludtke e Araújo (2005), os consumidores de carne suína estão cada vez mais exigentes, aumentando a demanda para animais que sejam criados, manejados, transportados e abatidos por meio do uso de práticas mais humanitárias.

O aumento no consumo da carne de suínos ocorreu a partir da adoção de novas tecnologias, sendo o emprego da seleção genética, o uso de rações balanceadas, o

<sup>1</sup> Artigo Científico apresentado com requisito para obtenção do título de Engenheiro Mecânico, pela UCEFF.

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Engenharia Mecânica. E-mail: leonardo100ci12@gmail.com.

<sup>3</sup> Docente da Uceff. Me em Engenharia de Produção e Sistemas. E-mail: brunoguedes@uceff.edu.br.

<sup>4</sup> UCEFF Faculdades. Mestre em Engenharia de Materiais. E-mail: igor@uceff.edu.br

processamento e conservação da carne segundo preceitos técnicos e sanitários, automatização do processo industrial e o estabelecimento do profissionalismo dos suinocultores (WEDEKIN; MELLO, 1995).

Para Kawabata (2008), é necessário inovar os processos e produtos nas áreas frigoríficas, por meio de aquisições de novos equipamentos e adequação das estruturas, acelerando o processo produtivo e a qualidade de seus produtos, de modo a tornar a carne suína competitiva nos mercados.

Para Costa, Ludtke e Araújo (2005), o manejo pré-abate é uma das etapas de maior importância da produção, pois pode comprometer o resultado de meses de trabalho, resultando em carcaças com problemas de qualidade, apresentando como características aspectos de textura pálida, flácida e exsudativa.

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral gerar um novo conceito de mecanismo que busca o aprimoramento no corte do carré suíno, parte central do dorso do suíno, incluindo as costeletas, lombo e o filé mignon, este realizado por máquinas frigoríficas, o conjunto de cortes primários. Assim, a questão problema é a seguinte: **Como melhorar a eficiência no corte de carré suíno no conjunto de cortes primários?**

Assim, o objetivo geral é aprimorar o corte do carré, usando a máquina do Conjunto de cortes primários, a partir de um mecanismo para a realização deste corte, com o intuito de aproveitar corretamente a carcaça suína. Neste aspecto, os objetivos específicos desta pesquisa, respectivamente, consistem em: primeiro, avaliar o processo de corte realizado atualmente no conjunto de cortes primários, em seguida desenvolver uma nova solução de corte, baseando-se na experiência de operadores, patentes e na literatura técnica. A partir disso, refinar o conceito por meio dos seguintes métodos: árvore de classificação e tabela de combinação. Por fim, validar o conceito usando a prototipagem virtual, via desenho auxiliado por computador (CAD) 3D.

Aumentando a eficiência do corte na carcaça, utilizando o equipamento conjunto de cortes primários, o carré suíno é mais bem aproveitado. Deixando o corte de carré mais eficiente, os operadores não precisam de muito trabalho para realizar a retirada de outras partes cárneas que ficam juntamente com o carré.

Por outro lado, esta pesquisa possui valor acadêmico, uma vez que estuda aspectos referentes à teoria de desenvolvimento de produtos. Por exemplo, ao desenvolver o mecanismo no conjunto de cortes primários, usaram-se as ferramentas da árvore de classificação e geração de conceito. Assim, a partir dos objetivos e das justificativas práticas e acadêmicas demonstradas anteriormente, a próxima seção aborda uma breve revisão de literatura sobre o

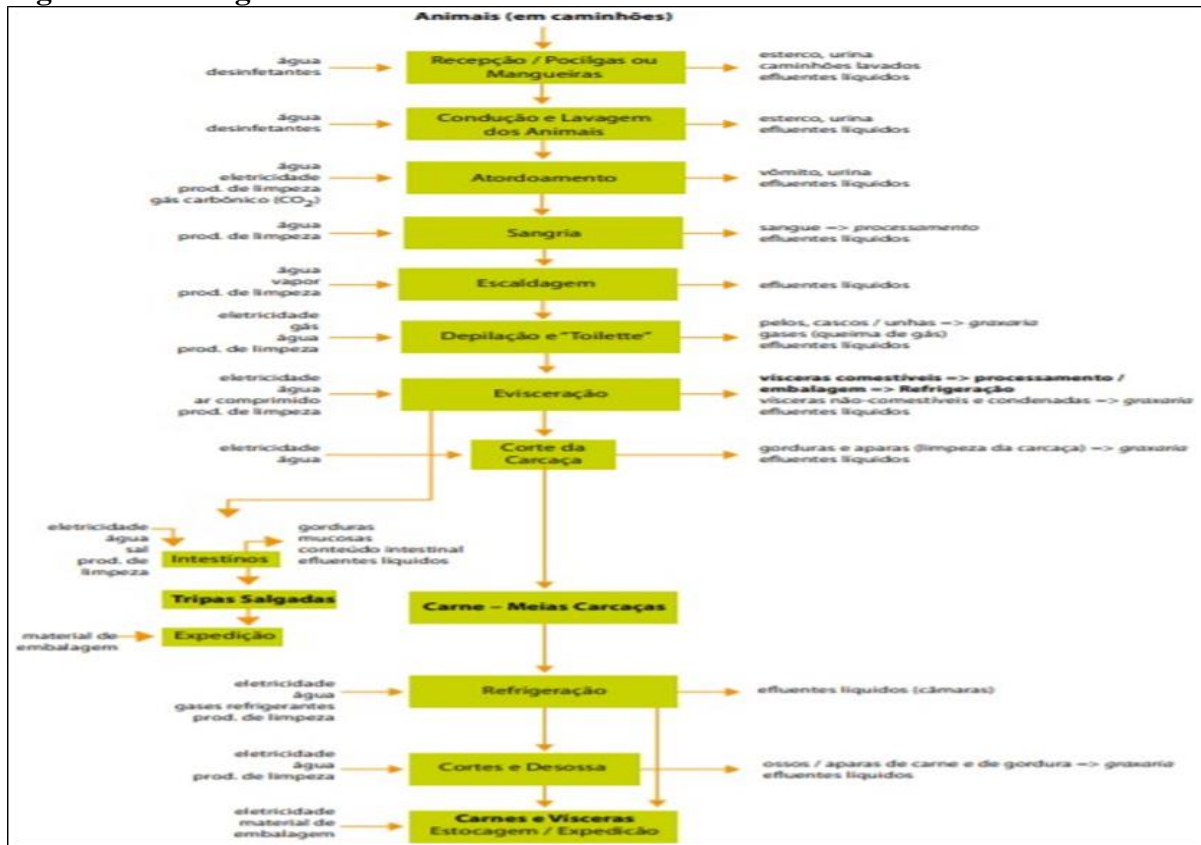
objeto final do dispositivo a ser desenvolvido: o corte de partes de carne suína. Em seguida, a terceira seção deste artigo apresenta os aspectos metodológicos. A quarta seção relata o desenvolvimento do dispositivo, e por fim, na última seção as conclusões são apresentadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 CORTES SUÍNOS

De acordo com o Guia Técnico Ambiental de Abate de Bovinos e Suínos, elaborado por Pacheco e Yamanaka (2006), o abate de suínos, assim como de outras espécies animais, é realizado para obtenção de carne e de seus derivados, destinados ao consumo humano. Esta operação, bem como os demais processamentos industriais da carne, é regulamentada por uma série de normas sanitárias destinadas a dar segurança alimentar aos consumidores destes produtos. Na Figura 1 podemos verificar o fluxograma e descrições gerais das principais etapas de processos de abate em suínos.

**Figura 1 – Fluxograma de abate em suínos**



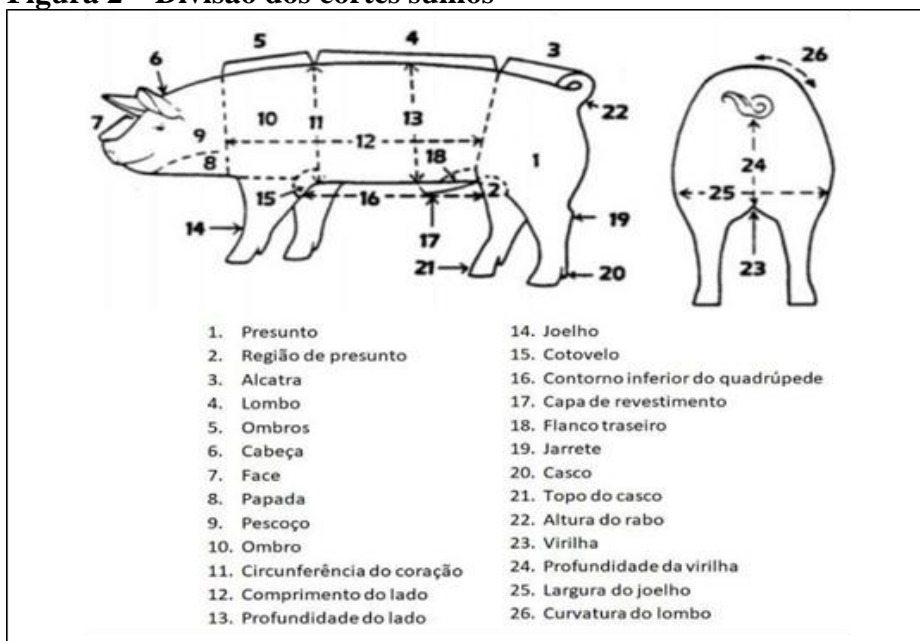
Fonte: Pacheco e Yamanaka, (2006).

Assim, entende-se como carcaça suína o animal abatido, escaldado, depilado, eviscerado, desprovido de pênis (nos machos), gordura abdominal e gordura perirrenal, sem a medula espinhal, podendo ter ou não o rabo na meia carcaça direita. Vale ressaltar que pode ser comercializado com a cabeça, e sem cabeça. Pode ainda ser encontrado sem papada e patas dianteiras, em que a separação é feita no ponto da articulação carpo-metacárpica, e sem os rabos, conforme define a Associação Brasileira de Criadores Suínos - ABCS, (2014).

Por outro lado, observando as operações realizadas no frigorífico, este entendido como uma fábrica de industrialização das partes suínas, a meia carcaça é conduzida por trilhos para a esteira com serra de corte, onde é dividida em grandes cortes, ou seja, cortes primários, os quais são: dianteiro, inclui paleta e sobre paleta (copa-lombo), parte central do corpo do animal (carré e barriga com costela), o pernil e os pés (ABCS, 2010).

Na Figura 2, pode-se observar as subdivisões da carcaça suína. Como o Carré é objeto de trabalho do dispositivo a ser desenvolvido, vamos observar mais afundo sobre esta parte suína, nas Figuras 3 e 4.

**Figura 2 – Divisão dos cortes suínos**



Fonte: Adaptado de Cornell University (2006).

De acordo com Sarcinelli, Venturini e Silva (2007), a composição geral da carne suína consiste em 72% água, 20% proteínas, 7% gordura, 1% de minerais e menos de 1% de carboidratos. Quando comparamos com outros alimentos confirma-se a afirmação de que a carne suína é um alimento rico em proteínas e escassa em carboidratos, fato que auxilia na redução calórica do produto, 100 g de carne suína possui aproximadamente 147 kcal. Como o

carré é objeto de trabalho do dispositivo desenvolvido neste artigo. Assim, a seguir, observaremos aspectos específicos desta parte da carne suína.

### 2.1.1 Carré

O Carré é a parte remanescente após a remoção da sobrepaleta, paleta, pernil, costelas e toucinho. É o corte obtido após a separação da pele e gordura de cobertura (toucinho). Ele é constituído das massas musculares e bases ósseas do dorso da meia carcaça suína. O corte inclui a primeira vértebra torácica e se estende até a sexta vértebra lombar (ABCS, 2014).

O corte limita-se na parte anterior com o pescoço, na parte posterior com o pernil e na parte inferior com a costela e barriga. As bases ósseas (vértebras torácicas lombares já seccionadas longitudinalmente, seguimento dorsal das costelas), definem atômica esse corte (ABCS, 2014). Conforme Torres et al. (2000), Taco (2011) e USDA (2017), entende-se que os valores da carne suína, em específico o carré sendo relacionado com outros tipos de carnes, possui nutrientes variados, sendo eles em energia, carboidratos, proteínas, lipídios, cálcio, ferro, magnésio, fósforo, potássio, zinco, cobre e vitaminas gerais.

Como caráter ilustrativo, na Figura 3 podemos visualizar um corte de carré suíno extraído da carcaça, esta parte suína de acordo com o Manual de industrialização de criadores de suínos (ABCS, 2014), é uma peça em forma de prisma alongado, sendo as porções torácicas de coloração mais escura, com gordura entre as massas musculares. As porções mais lombares possuem coloração rosa clara, não apresentam gordura entre as massas musculares e são identificadas duas massas musculares divididas por um osso. A maciez é variável, a cobertura de gordura varia de acordo com o preparo da peça e das características do animal.

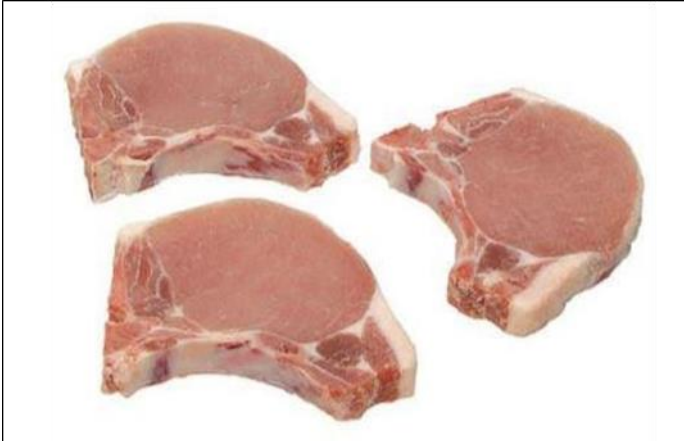
**Figura 3 – Carré suíno**



Fonte: ABCS, 2010.

Sua apresentação comercial é muito diversificada, ou seja, com a presença de osso, pele e filé; carré com osso sem pele e com filé; carré com osso sem pele e sem filé; carré com vértebra da costela; fatiado na forma de bisteca sem pele e com pele ou com filé (ABCS, 2014). Na Figura 4 podemos observar a bisteca, um corte cárneo suíno especial derivado do carré, com o intuito de representar o aspecto visual comum da carne suína.

**Figura 4 – Corte suíno derivado do carré**



Fonte: ABIPECS, 2013.

Pode-se observar que o Carré é um corte derivado da carcaça suína. Com ele podemos realizar vários cortes, sendo eles com pele ou sem pele. E também podemos realizar subdivisões no mesmo. Com isso, quanto melhor for o aproveitamento do carré extraído na carcaça, mais padronizados seus cortes serão efetuados e separados corretamente, sendo assim seguir vamos entrar no conceito de desenvolvimento de produtos, com a finalidade de realizar o conceito do mecanismo a ser desenvolvido.

## 2.2 DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS

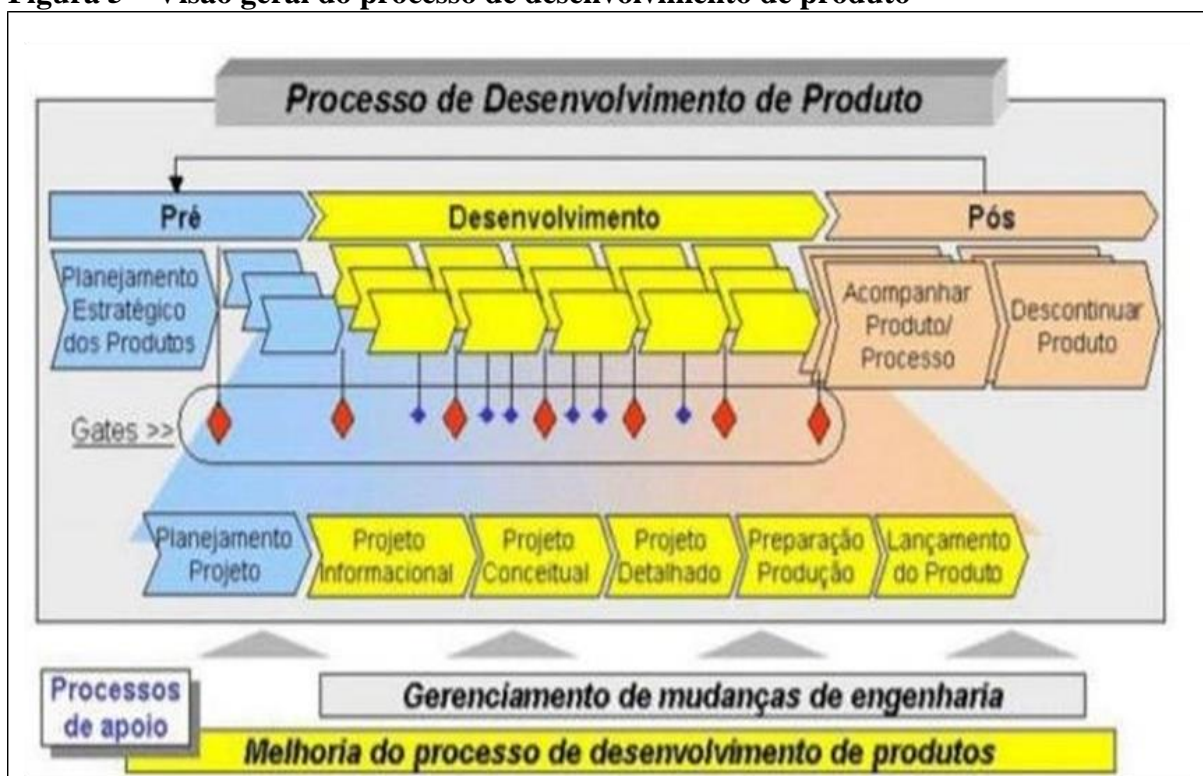
O desenvolvimento de produtos é considerado um processo de negócio cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, conforme Rozenfeld *et al.* (2006), principalmente com a crescente internacionalização dos mercados, aumento da diversidade e variedade de produtos e também a redução do ciclo de vida dos produtos no mercado.

Segundo Machado e Toledo (2006), desenvolver um produto significa fazer com que uma ideia possa ser materializada na forma de um bem físico ou um serviço a ser prestado. Dessa forma, o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) compõe-se de atividades

planejadas, coordenadas e controladas que visam fazer com que o objetivo de criação de uns três novos produtos possa ser alcançado.

Para Rozenfeld *et al.* (2006), o processo de desenvolvimento de produtos, comparado a outros negócios, tem diversas especificidades. Na Figura 5, podemos verificar fases gerais de um processo de desenvolvimento de produto, onde Rozenfeld *et al.* (2006) relata cinco subfases: Projeto informacional, Projeto Conceitual; Projeto Detalhado; Preparação da Produção e lançamento do produto.

**Figura 5 – Visão geral do processo de desenvolvimento de produto**



Fonte: Rozenfeld *et al.* (2006).

Conforme Rozenfeld *et al.* (2006), a primeira macro fase deve garantir que o direcionamento estratégico do produto a ser concebido esteja em consonância com as oportunidades, restrições e estratégias da empresa e seu portfólio.

Contudo, a macro fase em estado final compreende o pós-desenvolvimento, tendo assim uma avaliação do ciclo geral de vida do produto, para que as experiências contraditórias que foi planejado sirvam como referência para novos desenvolvimentos de produtos no futuro.

Como o objetivo deste trabalho está direcionado para a macro fase específico do projeto conceitual, a seguir, exploraremos algumas ferramentas comuns desta etapa de projeto. Em específico, a árvore de classificação e tabela de combinação.

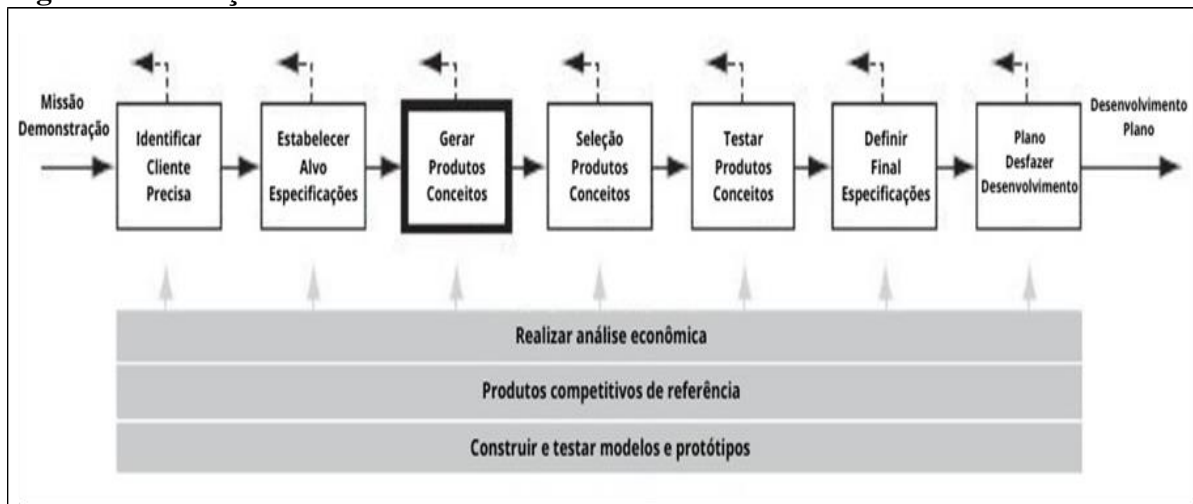
### 2.2.1 Árvore de classificação

Um conceito de produto é uma descrição aproximada da tecnologia, princípios de fundamento, e forma do produto. É uma descrição concisa de como o produto irá satisfazer as necessidades do cliente. Um conceito é geralmente expresso como um esboço ou um modelo tridimensional e geralmente é acompanhado por uma breve descrição textual (ULRICH; EPPINGER, 2020).

O processo de geração de conceito começa com um conjunto de necessidades do cliente e especificações alvos e resulta em um conjunto de conceitos de produto a partir do qual a equipe fará uma final seleção (ULRICH; EPPINGER, 2020).

Na Figura 6, podemos observar a relação da geração de conceito com as outras atividades de desenvolvimento de conceito.

**Figura 6 – Geração de conceito**



Fonte: Adaptado de Ulrich e Eppinger, (2020).

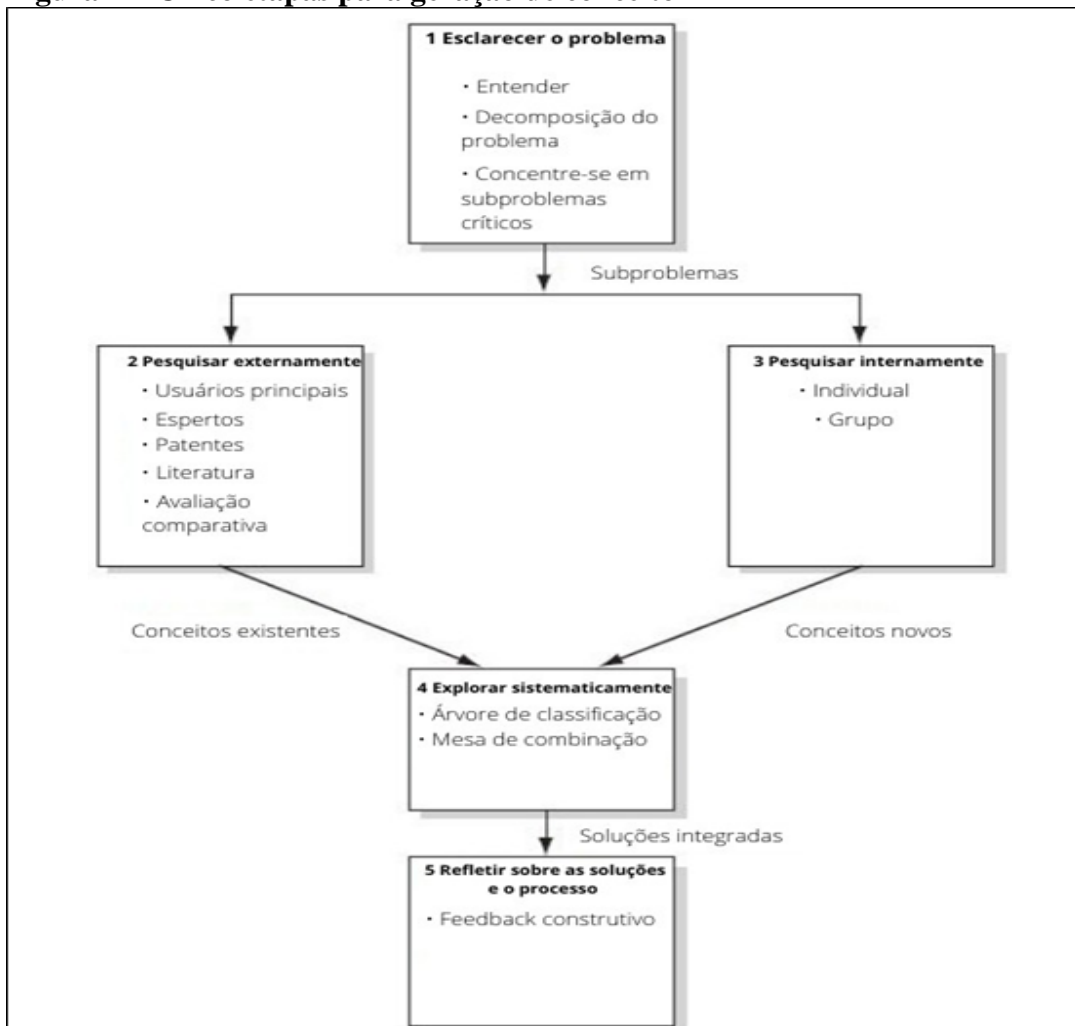
Para Ulrich e Eppinger (2020), a boa geração de conceito deixa a equipe com a confiança de que todo o espaço de alternativas foi explorado. A exploração de alternativas no início de desenvolvimento do processo reduz muito a probabilidade de a equipe tropeçar em um conceito superior no final do processo de desenvolvimento, ou que algum concorrente apresente um produto com grau elevado de desempenho do que o produto que está em desenvolvimento.



## 2.2.2 Tabela de combinações

Conforme Ulrich e Eppinger (2020) propõem para a geração de conceitos, a tabela de combinações é um método de geração de conceito em cinco etapas. Assim, na Figura 7 tal método divide um problema complexo em subproblemas mais simples. Conceitos de solução são identificados para os subproblemas por procedimentos de busca externa e interna.

**Figura 7 – Cinco etapas para geração de conceito**



Fonte: Adaptado de Ulrich; Eppinger (2020).

Esclarecendo o problema, ou identificando o ponto chave sendo em qualquer objetivo de criação de produto, podemos dividi-lo em subproblemas. Com isso, muitos desafios complexos para serem resolvidos como um único problema tem como finalidade ser mais viável se dividir em subproblemas mais simples, sendo decomposta pela equipe com a finalidade de criar uma descrição mais específica e implementar a função geral do produto.

Conforme as subfases do projeto e desenvolvimento de produto apresentadas por

Rozenfeld *et al.* (2006), durante o desenvolvimento existe a necessidade da construção de protótipos, sendo eles virtuais ou físicos. Ainda, Ulrich e Eppinger (2020) ressaltam que a classificação árvores e tabelas para combinação de conceitos são então usadas para explorar sistematicamente o espaço de conceitos de solução e para integrar as soluções de subproblema em uma solução total. A seguir serão apresentados conceitos relacionados à prototipagem virtual, como definições e a relação para sua aplicação no desenvolvimento de produtos.

### 2.3 MATRIZ MORFOLÓGICA

De acordo com Baxter (2000), a finalidade da análise morfológica é estudar todas as combinações possíveis entre componentes de um produto ou sistema. O método morfológico visa identificar, indexar, contar e parametrizar o conjunto de todas as possíveis alternativas para atingir o objetivo determinado.

Na Figura 8 podemos observar como essa ferramenta consiste, sendo uma tabela onde as primeiras colunas apresentam a característica geral e seus atributos, e as linhas ao lado mostram quais alternativas estão aptas para chegar ao resultado.

**Figura 8 – Exemplo de matriz morfológica**

suporte para a criança	estofamento	TECIDO + ANTIALÉRGICO	REMOVÍVEL/ LAVÁVEL	FIXO DE LINHO GROSSO	ACOLCHOADO +
	trava				
	encosto				
	cápsula		CASULO	CADEIRA BICICLETA	BALANÇO 
	ancoragem	CINTO DE SEGURANÇA	GANCHOS+ TRAVA	CARRINHO SUPER 	

Fonte: Adaptado de Zavadil *et al.* (2014).

## 2.4 PROTOTIPAGEM VIRTUAL

A prototipagem virtual pode ser definida como uma aproximação do produto ao longo de uma ou mais dimensões de interesse (ULRICH; EPPINGER, 2020). A partir dessa definição, qualquer entidade exibindo pelo menos um aspecto do produto que seja de interesse da equipe de desenvolvimento pode ser vista como um protótipo. É importante observar que esta definição se desvia do uso padrão, pois inclui diversas formas de protótipos, como esboços de conceitos, modelos matemáticos, simulações, componentes de teste e versões de pré-produção totalmente funcionais do produto. Ou seja, a partir das deduções dos autores supracitados, a prototipagem é o processo de desenvolver tal aproximação do produto.

Por outro lado, para Chua *et al.* (1999) a prototipagem virtual é definida como a criação de um modelo em computador, muitas vezes referida como CAD (*Computer Aided Design/Drafting*), CAM (*Computer Aided Manufacturing*), CAE (*Computer Aided Engineering*). Prototipagem virtual ou computacional é geralmente entendida como sendo a construção de modelos computacionais para fins de simulação numérica.

Ainda, Ulrich e Eppinger (2020), afirmam que os protótipos podem ser classificados de forma útil em duas dimensões. A primeira dimensão é o grau em que um protótipo é físico em oposição a analítico. Protótipos físicos são artefatos tangíveis criados para aproximar o produto. São aspectos interessantes do produto, são analisados e construídos, incluindo computadores, simulações, sistemas de equações e modelos de computadores de geometria tridimensional.

Existem ferramentas de prototipagem virtual que usam uma variedade de técnicas incluindo manipulação e animação de manequins biomecânicos virtuais. A integração da prototipagem virtual com a realidade aumentada (VR) está permitindo interações do usuário com modelos tridimensionais que são mais realistas. Assim, pode-se melhorar a representação do comportamento de objetos físicos em condições simuladas do mundo real e as leis físicas, tais como gravidade, fricção, rigidez, etc.

Conforme Azuma *et al.* (2001), realidade aumentada é uma particularização da realidade misturada, definida como a fusão entre o mundo real e objetos virtuais. Quando os objetos virtuais são trazidos para o mundo real, tem-se a Realidade Aumentada e quando objetos reais são colocados no mundo virtual, tem-se a Virtualidade Aumentada. Com a realidade aumentada, Nölle e Klinker (2006) ressaltam que os dados do projeto CAD podem ser sobrepostos sobre as peças reais numa tentativa de se obter o máximo de precisão. Por exemplo, os autores Choi e Chan (2004), Guo *et al.* (2018) e Ye *et al.* (2006), utilizaram a realidade

virtual para potencializar as etapas de geração de conceito para facilitar o desenvolvimento de produtos.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Como forma de abordagem nesta pesquisa, usou-se o modo hipotético-dedutivo, onde foi desenvolvido um mecanismo, a partir da hipótese estabelecida, tendo como base o equipamento de conjunto de cortes primários.

Quanto aos procedimentos metodológicos, a pesquisa tem natureza aplicada, uma vez que se aplicou o conhecimento apresentado no referencial teórico para realizar o desenvolvimento de um novo mecanismo. Observando os dados que serão usados, a abordagem da pesquisa será qualitativa, onde será efetuado o modelo de mecanismo através de *software* 3D, tendo em vista a forma dos dados apontados no referencial teórico.

Além disso, será uma pesquisa do tipo descritiva, onde já se tem um conhecimento sobre o assunto, a qual se limita em desenvolver uma avaliação de forma descritiva para uma determinada situação, sendo através de etapas pré-definidas, assim fornecendo informações e dados mais detalhados sobre o assunto. Para Gil (2002), pesquisa descritiva tem como o objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno, ou então, o estabelecimento de relações entre variáveis.

Por fim, ainda sobre os aspectos metodológicos, serão utilizadas técnicas de pesquisa bibliográfica e estudo de caso, baseando-se em publicações e bibliografias fundamentadas para dar um amplo aporte sobre o mecanismo que vamos realizar a prototipagem virtual. Sobre as ferramentas de desenvolvimento utilizadas, a seguir explanaremos quais foram os procedimentos adotados nessa pesquisa.

Como passo inicial do estudo, foi elaborada a matriz morfológica conforme citado por Baxter (2000), responsável por apresentar as mais variadas opções para o sistema e assim verificar as opções que convém a aprovação do cliente. O Quadro 1, deixa mais esclarecido o procedimento do desenvolvimento em questão.

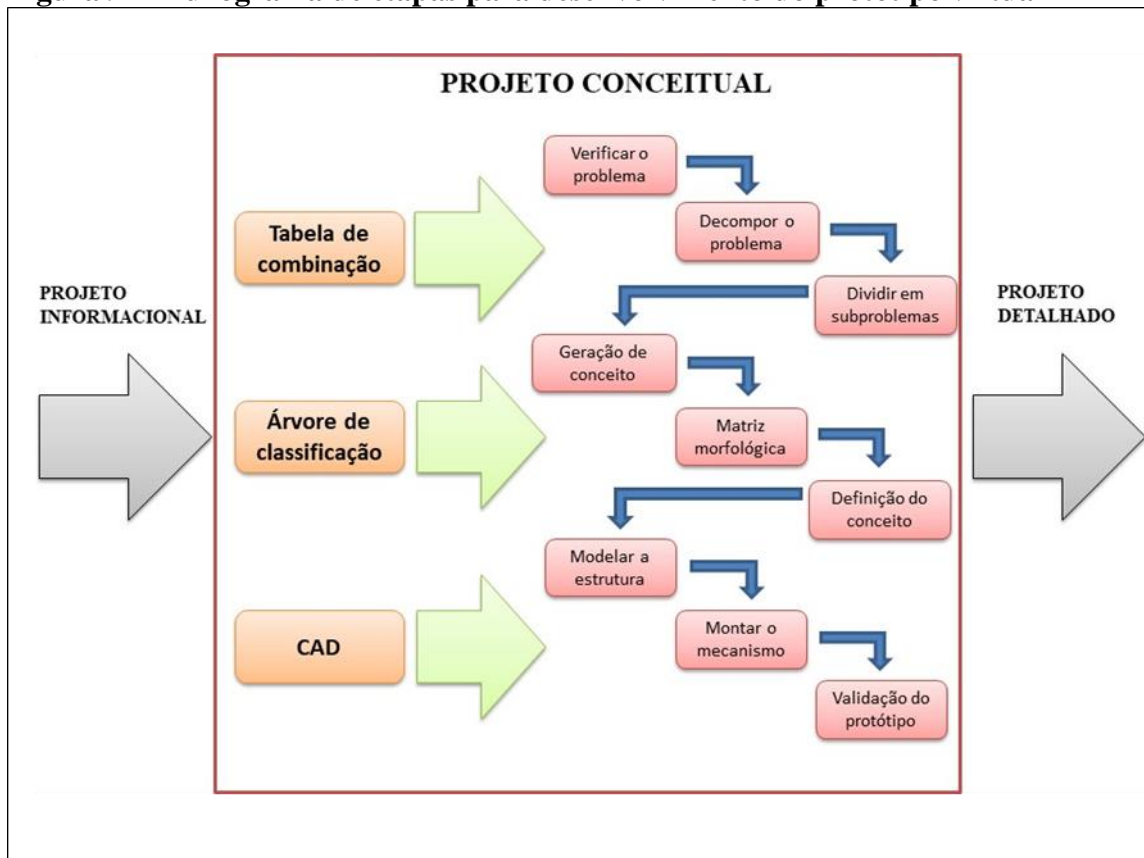
#### Quadro 1 – Funções da matriz morfológica

FUNÇÕES PARCIAIS	FUNÇÕES ELEMENTARES	DESCRIÇÃO
Tem como objetivo listar as funções principais a serem empregadas / criadas.	Lista a derivação da função parcial, sendo escrita de forma simples e objetiva para a função principal definida.	Relata o que precisa ser feito para realizar a função escolhida.

Fonte: Autor (2021).

Juntamente com a ferramenta de classificação, o método de combinação conforme citado por Ulrich e Eppinger (2020), tem como ponto principal a identificação do problema geral, o entendimento e a subdivisão em subproblemas mais simples, havendo uma abordagem mais ampla com a finalidade de criar uma descrição mais específica e programar a função geral do produto. De modo para deixar mais claro, foi efetuado um fluxograma passo a passo das seguintes etapas do estudo, conforme Figura 9.

**Figura 9 – Fluxograma de etapas para desenvolvimento do protótipo virtual**



Fonte: Autor (2021).

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 TABELA DE COMBINAÇÃO

Como primeiro passo do estudo, abordamos o problema através do método de Ulrich e Eppinger (2020) como foi mencionado no referencial teórico. Onde verificamos o problema

que estava ocorrendo no corte de carcaça suína, mais especificamente na passagem do carré, onde por sua vez não era cortado corretamente, elevando o tempo na desossa.

Com o problema geral estando claro, o próximo passo foi decompor este problema utilizando pesquisas bibliográficas e pesquisas individuais, para melhor análise do componente ou item que estava causando esta adversidade.

Para obter uma abordagem ampla e objetiva, dividimos este problema geral em subproblemas mais simples onde avaliamos, por exemplo, a inclinação do disco, formas construtivas, ajustes manuais ou automatizados tendo como principal objetivo chegar a um conceito que atende o problema esclarecido.

Através desta ferramenta, vamos explicar a seguir o método de árvore classificatória, que estão interligadas através do método de Ulrich e Eppinger (2020), abordado anteriormente.

#### 4.2 ÁRVORE DE CLASSIFICAÇÃO
















Com a subdivisão dos problemas, conseguimos ter um amplo entendimento das principais funções que o mecanismo deverá apresentar. Iniciou-se a elaboração de esboços manuais e ilustrações para realizar o início do desenvolvimento e construção, tendo como base as funções retidas na ferramenta anterior.

Para não haver divergências e ter um resultado final mais tranquilo, através destas principais funções realizamos a construção de possibilidades estruturais para desenvolver o mecanismo, sendo elas de diversas formas construtivas e materiais a serem empregados. Com isso notou-se possibilidades diferentes de construção e de funcionalidade, para melhor análise no geral.

Com as possibilidades de construção e desenvolvimento do mecanismo definidas, utilizamos a ferramenta citada por Zavadil *et al.* (2014), a matriz morfológica, tendo como finalidade de facilitar a escolha de melhor opção de cada componente. Consiste em uma tabela onde as primeiras colunas apresentam as características gerais e atributos e as linhas ao lado mostram as alternativas para obter o resultado desejado.

Como foi supracitado acima, através da matriz morfológica simplificamos e identificamos um modelo de mecanismo sendo apresentados agora no Quadro 2, através da coluna destacada em verde consta a letra de cada opção, sendo elas variadas entre letra A e letra D.

**Quadro 2 – Matriz morfológica**

ITEM	FUNÇÕES ELEMENTARES	DESCRIÇÃO	SOLUÇÃO				CLASSIFICAÇÃO			
			A	B	C	D	I	II	III	IV
Sistema de inclinação	Inclinação do disco	Ajuste do disco					A	C	B	D
	Altura do disco	Ajuste do disco					A	C	B	D
Deslocamento horizontal	Mover o mecanismo	Regulador	Guias lineares	Esticadores	Flanges cortados a laser					
							C	B	A	
Inclinação	Inclinação do disco	Graus	Manivela	Mancal	Furações fixas	Regulagem manual				
							D	C	B	A
Materiais empregados	Suporte do disco	estrutura de suporte	AISI 304	AISI 1020	Galvanização a frio	Galvanizado a fogo	A	D	C	B
	Suporte do eixo	Eixo rotação	Latão C36	AISI 304	AISI 1020	PEAD	A	B	D	C

Fonte: Autor (2021).

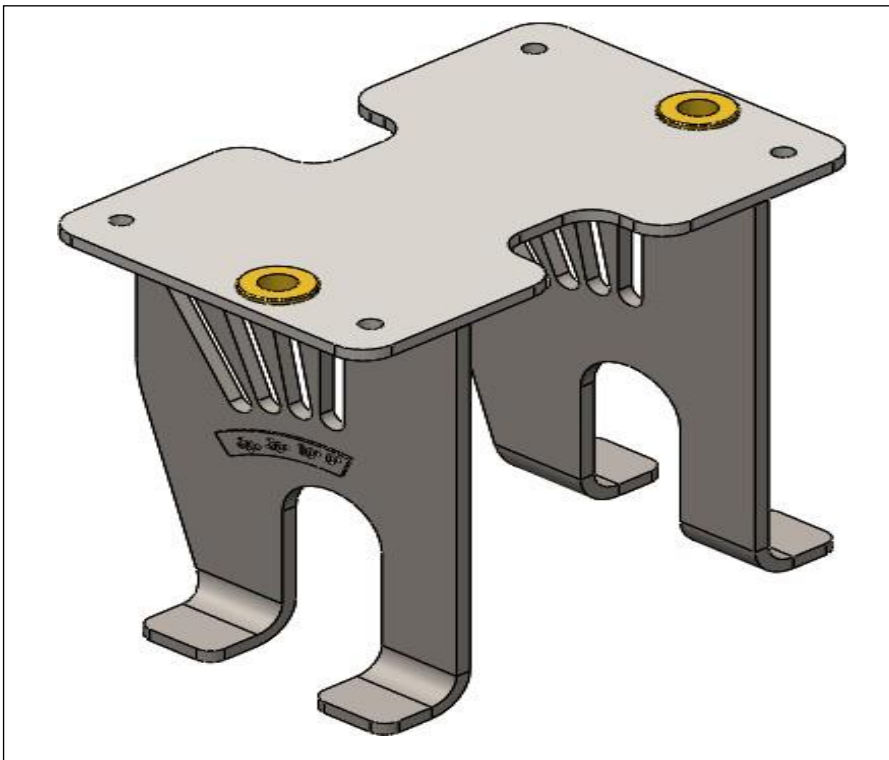
Para a definição dos itens, levamos em consideração o ajuste por regulagem pela sua facilidade de trabalho, sendo apenas necessárias ferramentas básicas como chaves e alicates. Para os guias, optamos por flanges de corte a laser, pois assim é possível adaptar e não necessitar de mais componentes para realizar as outras escolhas. Inclinação também manual por causa dos ajustes manuais escolhidos anteriormente. Para os materiais empregados, utilizamos o Aço AISI 304 para realizar o suporte do disco, pois ele é aprovado para a indústria de alimentos, e tem tratamento para não enferrujar e para o suporte do eixo, optou-se pelo Latão sendo ele na linha C36 por ser uma linha mais comum e muito utilizada, pois assim não gera atrito com o Aço AISI 304 na hora da rotação do disco.

### 4.3 CAD

Através da utilização da matriz morfológica conforme mencionado no tópico anterior, foi dado início ao desenvolvimento da modelagem 3D, via *software* de desenho *Solidworks*.

A proposta inicial foi de acoplar um mecanismo novo ao equipamento já fabricado, sendo possível acoplar o mesmo sem ter que fazer um equipamento totalmente novo. Sendo assim, os clientes que já possuem o Conjunto de cortes primários conseguem adaptar sem a necessidade de alterações estruturais, facilitando o seu uso e contribuindo com o custo de alteração desta ferramenta. Na Figura 10, podemos observar a modelagem principal do mecanismo.

**Figura 10 – Estrutura inicial**

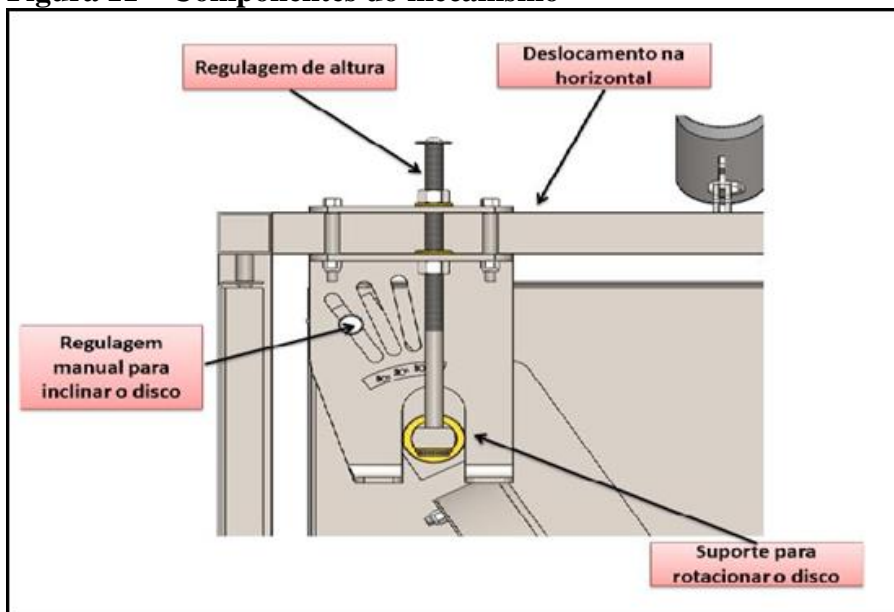


Fonte: Autor (2021).

A partir desta estrutura, iniciamos a montagem dos componentes escolhidos através das ferramentas anteriores, com o intuito de adaptarmos o mecanismo em diferentes posições, através de regulação manual. Para melhor análise, a Figura 11 exemplifica de maneiras simples o funcionamento do mecanismo desenvolvido.



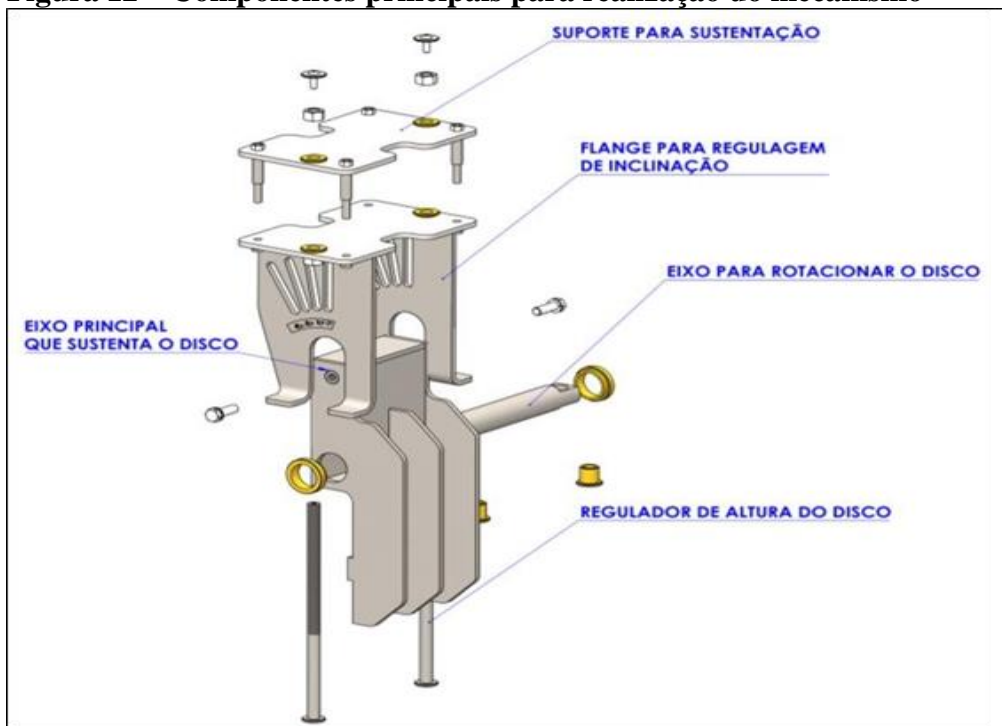
**Figura 11 – Componentes do mecanismo**



Fonte: Autor (2021).

Com a regulagem através do novo dispositivo, o operador poderá ajustar manualmente através de ferramentas simples, como chaves de boca e alicates por exemplo. De uma forma mais objetiva, na Figura 12 pode-se verificar todos os componentes utilizados para realizar o mecanismo.

**Figura 12 – Componentes principais para realização do mecanismo**



Fonte: Autor (2021).

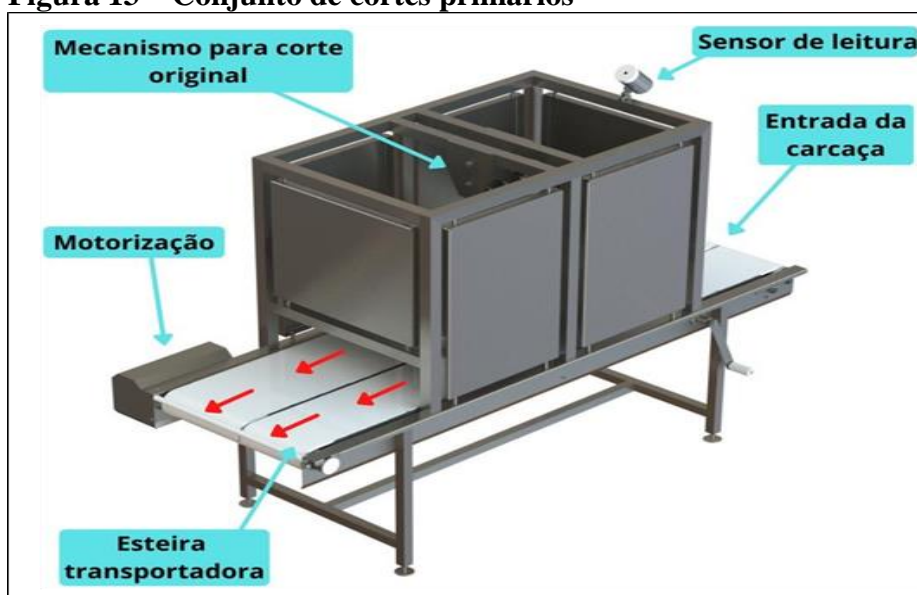
Para uma melhor observação, no conteúdo a seguir, explanaremos de forma objetiva o equipamento em si que foi utilizado para estudo do desenvolvimento do mecanismo.

#### 4.4 CONJUNTO DE CORTES PRIMÁRIOS

Construído essencialmente em aço inoxidável AISI 304, este comumente aprovado para uso na indústria de alimentos, o conjunto de cortes primários é utilizado para cortar carcaças suínas, fazendo a separação de suas partes principais, sendo elas pernil, paleta e carré. Portanto, o presente desenvolvimento é sobre um equipamento já existente, como já apontado no referencial teórico, desenvolveu-se um mecanismo para melhorar a eficiência do corte de carré suíno, aproveitando de maneira mais eficiente esta parte da carne suína.

Na Figura 13, pode-se observar uma vista isométrica do desenho deste equipamento, realizada através de *Software* licenciado em computador propriamente da empresa Tech Maq Industrial.

**Figura 13 – Conjunto de cortes primários**



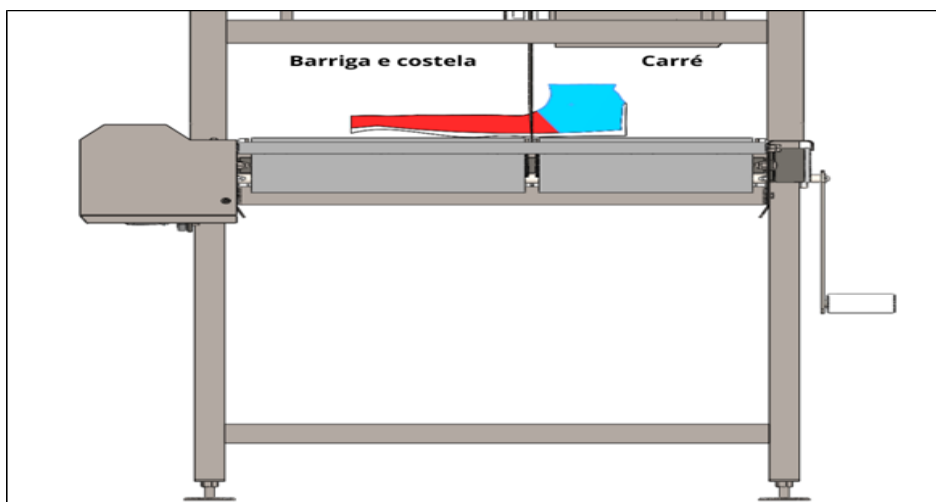
Fonte: Autor (2021).

Possui esteira para a recepção das carcaças e sua movimentação é feita através um acionamento composto por motor elétrico e redutor de velocidades. Tal equipamento é operacionalizado a partir de botoeiras, ou realizado através de um quadro de comando, de acordo com a necessidade do cliente.

Como o projeto do equipamento em estudo é de propriedade de um fabricante, Tech Maq Industrial, tal empresa autorizou somente a ilustração da parte externa do equipamento,

sendo somente possível indicar ou exibir componentes exteriores, portanto o mecanismo original, onde acopla o disco e o motor que realiza a movimentação do disco não foi exibido detalhadamente. Na Figura 14, se pode observar um exemplo de como o carré suíno estava sendo cortado, antes do desenvolvimento deste mecanismo para aumentar a eficiência deste corte.

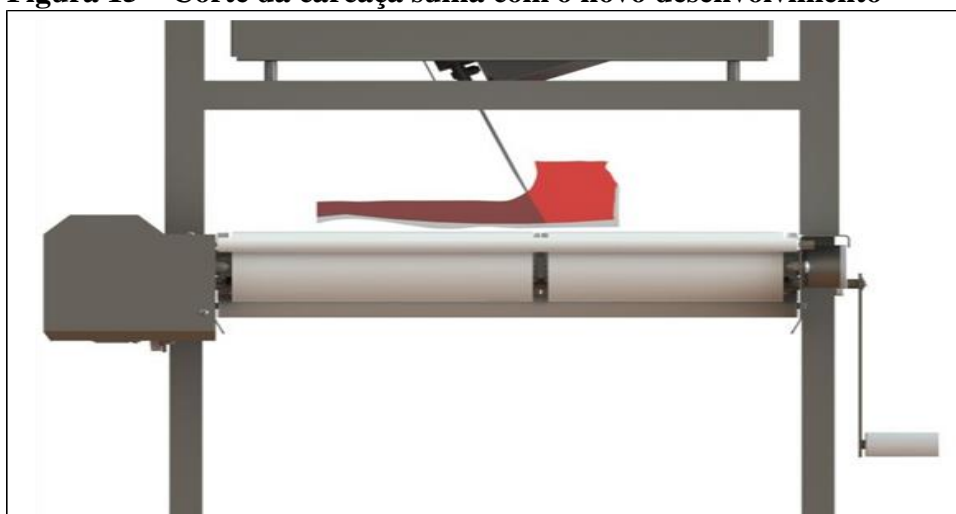
**Figura 14 – Simulação do corte de carcaça suína no Conjunto de cortes primários**



Fonte: Autor, (2021).

Com o disco inclinado e ajustado na altura correta, à passagem da carcaça suína para fazer a separação do carré dos demais componentes cárneos, está ilustrada na Figura 15.

**Figura 15 – Corte da carcaça suína com o novo desenvolvimento**



Fonte: Autor (2021).

Como se pode observar com o disco inclinado o corte é mais preciso assim as partes cárneas em excesso que anteriormente teriam que ser removidas manualmente do Carré já são separadas adequadamente no processo, ganhando tempo e evitando desperdícios. Com a finalidade para prototipagem do mecanismo, a Figura 16 ilustra uma vista isométrica do Conjunto de cortes primários com o novo mecanismo adaptado.

**Figura 16 – Conjunto de cortes primários com o novo mecanismo**



Fonte: Autor (2021).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo mostrou-se importante para a elaboração do mecanismo para o Conjunto de cortes primários, utilizando as ferramentas de desenvolvimento de produto. Com a inclinação do disco, o carré tem um melhor aproveitamento comparado ao corte com o disco na vertical, pois assim suas partes são mais bem aproveitadas, gerando mais eficiência na parte da desossa sem ter que realizar a remoção dos componentes cárneos restantes no carré manualmente. Além disso, propomos o uso do dispositivo para equipamentos que já estão fabricados e equipamentos futuros que podem utilizar do mesmo mecanismo.

Para um futuro estudo, podemos avaliar a prototipagem virtual com a realidade virtual, onde o operador utiliza o VR para observar melhor cada carcaça que passa pelo equipamento, fazendo com que o disco ou o mecanismo em si se adeque a cada carcaça para melhorar ainda mais seu corte.

## REFERÊNCIAS

ABCS. **Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Manual brasileiro de cortes suínos.** Brasília, DF, 2010.

ABCS. **Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Produção de Suínos: Teoria e Prática.** Brasília, DF, 2014

ABCS. **Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Manual de industrialização de criadores de suínos.** Brasília, DF, 2014.

ABIPECS, **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína Exportações de carne suína do Brasil devem crescer 15,7% em 2014, prevê associação.**

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Exportações de carne suína crescem em 2016.**

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2017.** Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2018/10/relatorio-anual-2017.pdf>>

AZUMA, Ronald et al. **Recent Advances in Augmented Reality.** IEEE Computer Graphics and Applications, Vol. 21, No. 6, 2001. Disponível em: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/cga2001.pdf>

BAXTER, Mike R. **Projeto de Produto: Guia prático para o design de novos produtos.** 2. ed. São Paulo: Blusher, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Portaria nº 711, de 1 de novembro de 1995. Normas Técnicas de Instalações e Equipamentos para Abate e Industrialização de Suínos.** Diário Oficial da União, Brasília, 03 novembro 1995.

CHOI, S.H.; CHAN, A.M.M. **A virtual prototyping system for rapid product development.** Comput. Aided Des. 2004, 36, 401–412.

CHUA, C. K., THE, S. H. and GAY, R. K. L. **Rapid Prototyping Versus Virtual Prototyping in Product Design and Manufacturing.** Int J Adv Manuf Technol (1999).

CORNELL, UNIVERSITY. **Department of Animal Science, New York State College of Agriculture and Life Sciences.** Cornell University, Ithaca, NY. 2006.

COSTA, O.A.; LUDTKE, C.B.; ARAÚJO, P. **Sistema de produção de suínos no Brasil e o Bem-estar animal e a qualidade: Instalações e manejo.** Botucatu-SP. UNESP, 2005.

GIL, A. C. (2002). **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª. Ed. São Paulo: Atlas S/A, 2004.

GUO, Z.; ZHOU, D.; CHEN, J.; GENG, J.; LV, C.; ZENG, S. **Using virtual reality to support the product's maintainability design: Immersive maintainability verification and evaluation system.** Comput. Indust. 2018, 101, 41–50.

KAWABATA, C. Y. Inovações tecnológicas na agroindústria da carne: estudo de caso. **Revista acadêmica ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 4, p. 529, dezembro 2008.

MACHADO, M.C.; TOLEDO, N. N. **Criação de valor no Processo de Desenvolvimento de Produtos: Uma avaliação da aplicabilidade dos princípios e práticas enxutas**. Revista Gestão Industrial, v.2., n.3., p.142-153, 2006.

MARCONI, M. D. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisas, elaboração, análise e interpretação de dados**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 1996.

NÖLLE, S., KLINKER, G. **Augmented Reality as a Comparison Tool in Automotive Industry**. IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, 2006.

PACHECO, J. W.; YAMANAKA, H. T. **Guia técnico ambiental de abates de bovinos e suínos**. Cetesb. São Paulo, 2006.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D.C.; TOLEDO, J.C.; SILVA, S.L.; ALLIPRANDINI, D.H.; SCALICE, R.K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma referência para a melhoria do processo**. Saraiva. São Paulo, 2006

SARCINELLI, M. F; VENTURINI, K. S; SILVA, L. C. **Características da carne suína**. Espírito Santo – ES. UFES, 2007.

TACO, **Tabela brasileira de composição de alimentos**. NEPA, Campinas: Unicamp, 2011,161p. Disponível em: <http://www.unicamp.br/nepa/taco/>

TORRES, E.A.F.S.; CAMPOS, N.C.; DUARTE, G.M.L. **Composição centesimal e valor calórico de alimentos de origem animal**. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 20 (2), 145-150, 2000.

ULRICH, K.; EPPINGER, S. **Product design and development**. 6.ed. New York: McGraw Hill, 2020.

USDA, US Department of Agriculture. **Agriculture Research Service**. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 26., 2017.,Disponível em: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/search/list>

WEDEKIN, Valéria S. P; MELLO, Nelson. Cadeia produtiva da suinocultura no Brasil. **Revista Agricultura em São Paulo**, v.42, n. 1. p. 1-12, 1995.

Ye, J.; Campbell, R.I.; Page, T.; Badni, K.S. **An investigation into the implementation of virtual reality technologies in support of conceptual design**. Des. Stud. 2006, 27, 77–97.

ZAVADIL, Priscila; SCHERER, Fabiano V.; TEXEIRA, Fabio G. SILVA, Régio P.; KOLTERMANN, Tânia; CATTANI, Airton. **Possibilidade de uso da matriz morfológica no processo de geração de alternativas em design**. Gramado: Blusher, 2014. Disponível em:<<http://pdf.blucher.com.br.s3saeast1.amazonaws.com/designproceedings/11ped/00925.pdf>>. Acesso: 05 mai. 2021.