

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**VICTOR EDUARDO TRINDADE**

**DESENVOLVIMENTO DE UM *BENCH PRESS* PARA INDÚSTRIA DE  
EQUIPAMENTOS ESPORTIVOS**

**LONDRINA**

**2023**

**VICTOR EDUARDO TRINDADE**

**DESENVOLVIMENTO DE UM *BENCH PRESS* PARA INDÚSTRIA DE  
EQUIPAMENTOS ESPORTIVOS**

**Development of a bench press for the sports equipment industry**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Erico Daniel Ricardi Guerreiro.

**LONDRINA**

**2023**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**VICTOR EDUARDO TRINDADE**

**DESENVOLVIMENTO DE UM *BENCH PRESS* PARA INDÚSTRIA DE  
EQUIPAMENTOS ESPORTIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22/novembro/2023

---

Erico Daniel Ricardi Guerreiro.  
Doutorado em Engenharia de Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Rosana Travessini  
Mestrado em Engenharia de Produção  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Genaro Marcial Mamani Gilapa  
Doutorado em Engenharia de Minas, Metalúrgica e Materiais  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**LONDRINA**

**2023**

Dedico este trabalho à minha família, por terem insistido e acreditado no meu potencial.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente gostaria de agradecer imensamente meus familiares, graças a todo o apoio e encorajamento que me deram ao longo da minha jornada, e todo o amor, orientação, conselhos, e o apoio inabaláveis de vocês, sem elas, eu não teria sido capaz de alcançar tudo o que conquistei. Principalmente o amor e o incentivo dos meus pais que foram a força motriz por trás do meu sucesso e sou muito abençoado por tê-los em minha vida.

Agradeço a Cimerian, por ter aberto as portas para mim no começo, mesmo sem experiência, acreditaram no meu potencial e no que eu poderia me tornar, obrigado por me proporcionarem infinitas oportunidades de crescimento e desenvolvimento em minha carreira. Sou grato pela chance de trabalhar ao lado de pessoas talentosas e dedicadas.

Por fim, gostaria de agradecer a todos meus amigos de faculdade, nós compartilhamos desafios e conquistas, aprendemos uns com os outros e criamos memórias que serão para sempre valiosas, cada um de vocês tem um lugar especial no meu coração e eu serem eternamente grato por ter tido oportunidade de fazer parte deste grupo incrível de amigos.

## RESUMO

A pandemia de COVID-19 afetou toda a população mundial, incluindo o setor de academias, no Brasil, essas empresas foram obrigadas a suspender suas atividades por um intervalo de tempo. Porém no período pós-pandemia, uma oportunidade de mercado foi criada pela alta busca dos consumidores pelos serviços desse setor. Este trabalho tem como objetivo, apresentar uma proposta de desenvolvimento de um *bench press*, um equipamento utilizado para realizar hipertrofia dos músculos do peitoral, por meio da movimentação de alavancas. O processo de desenvolvimento de produto se dá pela sequência de etapas ou atividades como: identificação de necessidades, geração, seleção, teste de conceitos de produtos, que serão empregadas para conceber, projetar e fabricar um produto que atenda às necessidades dos clientes e tenha confiabilidade tanto no processo quanto no produto final. A previsão de resultados obtidos por meio deste trabalho consiste no desenvolvimento de um *bench press* que esteja dentro das métricas selecionadas, atenda às necessidades dos clientes e seja financeiramente viável.

Palavras-chave: desenvolvimento de produto; processo de desenvolvimento; bench press; projeto.

## **ABSTRACT**

The COVID-19 pandemic has affected the global population, including the fitness industry. In Brazil, fitness facilities were required to suspend their activities for a interval of time. However, in the post-pandemic period, a market opportunity was created due to high consumer demand for fitness services. This work aims to present a proposal for the development of a bench press, a piece of equipment used to hypertrophy the pectoral muscles through lever movement. The product development process involves a sequence of stages or activities such as identifying needs, generating, selecting, and testing product concepts. These steps will be employed to conceive, design, and manufacture a product that meets customer needs and ensures reliability in both the process and the final product. The expected outcome of this work is the development of a bench press that meets the selected metrics, satisfies customer needs, and is financially viable.

Keywords: product development; development process; bench press; project.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – O processo de desenvolvimento de produto genérico .....	17
Figura 2 - Estágios iniciais do processo de desenvolvimento de produto .....	19
Figura 3 - A atividade de identificação das necessidades dos consumidores em relação as outras atividades de desenvolvimento de conceitos .....	24
Figura 4 - As especificações no processo de desenvolvimento.....	28
Figura 5 - Matriz de necessidades .....	30
Figura 6 – <i>Benchmarking</i> competitivo com base em métricas .....	31
Figura 7 - A geração de conceito na fase de desenvolvimento do produto.....	34
Figura 8 - Método de cinco etapas para geração do conceito .....	35
Figura 9 - Árvore de classificação de conceito .....	37
Figura 10 - Tabela de combinação de conceitos para um pregador.....	38
Figura 11 - A seleção do conceito na fase de desenvolvimento do produto ....	39
Figura 12 - Comportamento dos conceitos no processo iterativo .....	41
Figura 13 - Matriz de triagem de conceito .....	42
Figura 14 - Teste de conceito na fase de desenvolvimento do produto .....	43
Figura 15 - Exemplo de <i>Bench Press</i> máquina articulada.....	49
Figura 16 - Lista de métricas para o Bench Press.....	51
Figura 17 - Matriz necessidades-métricas.....	52
Figura 18 - <i>Benchmarking</i> competitivo .....	53
Figura 19 - Valores-alvos e marginalmente aceitáveis PDP <i>Bench Press</i> .....	54
Figura 20 - Diagrama de funções do Bench Press .....	54
Figura 21 - Combinação do Diagrama com a árvore de funções para o Bench Press .....	55
Figura 22 - Árvore de classificação de conceitos Ajuste de altura das alavancas .....	56
Figura 23 - Árvore de classificação de conceitos Altura ajustável do banco ....	56
Figura 24 - Regulagem por pino em um equipamento da Arsenal Strenght.....	57
Figura 25 - Regulagem por haste de um equipamento da Cimerian.....	57
Figura 26 - Árvore de classificação de conceitos Ajuste de carga.....	58
Figura 27 - Exemplificação de ajuste por anilha.....	59
Figura 28 - Exemplificação de ajuste de carga Bateria de peso .....	59
Figura 29 - Tubo de regulagem no batente .....	60
Figura 30 - Tubo de regulagem nas alavancas .....	60
Figura 31 - Atuador móvel nos pés.....	61
Figura 32 - Ilustração das subfunções do Bench Press A.....	62
Figura 33 - Ilustração das subfunções do Bench Press B.....	63
Figura 34 - Ilustração das subfunções do Bench Press C.....	63
Figura 35 - Ilustração das subfunções do Bench Press D.....	64
Figura 36 - Ilustração das subfunções do Bench Press E.....	65
Figura 37 - Ilustração das subfunções do Bench Press F .....	65
Figura 38 - Matriz de triagem de conceito do Bench Press .....	66
Figura 39 – Modelo 3D do conceito Bench Press C .....	68
Figura 40 - Modelagem 3D do conceito Bench Press F .....	69
Figura 41 - Renderização do conceito Bench Press C.....	71
Figura 42 - Renderização do conceito Bench Press F .....	71
Figura 42 - Comparação dos valores encontrados com os valores-ideias .....	76



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tradução das informações levantadas em necessidades .....	50
Tabela 2 - Tabela de combinação .....	58
Tabela 3 - Conceito Bench Press A .....	62
Tabela 4 - Conceito Bench Press B .....	62
Tabela 5 - Conceito Bench Press C .....	63
Tabela 6 - Conceito do Bench Press D.....	64
Tabela 7 - Conceito Bench Press E .....	64
Tabela 8 - Conceito Bench Press F.....	65
Tabela 9 - Resultado do questionário de seleção de conceito.....	72
Tabela 10 - Resultado da última pergunta do questionário.....	72
Tabela 11 - <i>Bill of Materials</i> Bench Press C .....	73
Tabela 12 - <i>Bill of Materials</i> Bench Press C .....	74
Tabela 13 - Tempo estimado de Fabricação e Montagem do Bench Press C ....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACAD	Associação Brasileira de Academias
CAD	Computer-Aided Desing
CNC	Controle Numérico Computadorizado
COVID-19	Corona Vírus Disease
GDF	Governo do Distrito Federal
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
3D	Três Dimensões

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>13</b>
1.1.1	Objetivo geral .....	13
1.1.2	Objetivo Específico .....	13
<b>1.2</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>O processo e desenvolvimento do produto</b> .....	<b>15</b>
2.1.1	Estágios iniciais do desenvolvimento .....	19
<b>2.2</b>	<b>Identificação das necessidades</b> .....	<b>22</b>
2.2.1	Processo de identificação das necessidades do cliente .....	24
<u>2.2.1.1</u>	<u>Coletar dados brutos dos clientes</u> .....	<u>24</u>
<u>2.2.1.2</u>	<u>Interpretar as necessidades dos clientes</u> .....	<u>25</u>
<u>2.2.1.3</u>	<u>Organizar as necessidades em uma hierarquia de necessidades</u> .....	<u>26</u>
<u>2.2.1.4</u>	<u>Estabelecer a importância relativa das necessidades</u> .....	<u>27</u>
<u>2.2.1.5</u>	<u>Refletir sobre os resultados e o processo</u> .....	<u>27</u>
<b>2.3</b>	<b>Especificações do produto</b> .....	<b>28</b>
2.3.1	Especificações alvo .....	29
<u>2.3.1.1</u>	<u>Preparar a lista de métricas</u> .....	<u>29</u>
<u>2.3.1.2</u>	<u>Coletar informações concorrentes</u> .....	<u>31</u>
<u>2.3.1.3</u>	<u>Definir os valores-alvo ideias e as margens</u> .....	<u>32</u>
<u>2.3.1.4</u>	<u>Refletir sobre os resultados do processo</u> .....	<u>32</u>
2.3.2	Especificações finais .....	32
<b>2.4</b>	<b>Geração de conceitos</b> .....	<b>34</b>
2.4.1	Método de cinco etapas .....	34
<u>2.4.1.1</u>	<u>Esclarecer o problema</u> .....	<u>35</u>
<u>2.4.1.2</u>	<u>Pesquisar externamente</u> .....	<u>36</u>
<u>2.4.1.3</u>	<u>Pesquisar internamente</u> .....	<u>36</u>
<u>2.4.1.4</u>	<u>Explorar sistematicamente</u> .....	<u>37</u>
<u>2.4.1.5</u>	<u>Refletir sobre as soluções e o processo</u> .....	<u>38</u>
<b>2.5</b>	<b>Seleção de conceitos</b> .....	<b>39</b>
<b>2.6</b>	<b>Teste do conceito</b> .....	<b>42</b>
2.6.1	Definir o objetivo do teste de conceito .....	43
2.6.2	Escolher uma população de pesquisa .....	44

2.6.3	Escolher uma um formato de pesquisa .....	44
2.6.4	Apresentação do conceito .....	45
2.6.5	Avaliação da resposta do cliente .....	46
2.6.6	Interpretação dos resultados .....	46
2.6.7	Reflexão sobre os resultados e o processo.....	47
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>48</b>
<b>3.1</b>	<b>Aplicação do Método Ulrich e Eppinger .....</b>	<b>48</b>
<b>3.2</b>	<b>Projeto .....</b>	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1</b>	<b>Aplicação do Método Ulrich e Eppinger .....</b>	<b>50</b>
4.1.1	Identificação das necessidades.....	50
4.1.2	Estabelecer especificações alvo.....	51
4.1.3	Geração de conceitos.....	54
4.1.4	Triagem dos conceitos .....	66
<b>4.2</b>	<b>Projeto .....</b>	<b>67</b>
4.2.1	Modelagem 3D .....	67
4.2.2	Seleção do Conceito .....	69
4.2.3	Bill of materials (BOM).....	72
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>76</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pandemia de COVID-19 teve um impacto significativo em todo o mundo, afetando diversos setores, além da saúde. A educação, comércio, ciência e economia foram alguns dos setores que sofreram as consequências da pandemia. No Brasil, a taxa de desocupação da população chegou ao ápice histórico de 14,6% em setembro de 2020 (IBGE, 2020). Isso pode ser relacionado a quantidade de registros de empresas extintas no período.

Durante a pandemia da COVID-19, muitas organizações tiveram que se adaptar às restrições propostas pelos governos para se manterem em funcionamento. Essas adaptações feitas pelas organizações com a finalidade de manutenção das atividades podem ser consideradas inovações caso tenham tido efetividade (GUNDLING, 2000). Além disso, as empresas também buscaram soluções disruptivas já existentes como forma de lidar com os desafios impostos pela pandemia.

As academias de ginásticas, condicionamento físico e clubes esportivos também foram afetados pelas restrições impostas pelo Governo do Distrito Federal (GDF). Esse setor foi bastante influenciado, já que as empresas precisaram fechar as portas por quase quatro meses e os serviços prestados nesses estabelecimentos eram, predominantemente, realizados de forma presencial.

Em abril de 2021, o faturamento dos espaços *fitness* no Brasil teve um aumento de 176% em comparação ao mesmo mês no ano anterior, quando a pandemia estava começando. Esse aumento representa uma melhoria no setor de serviços em geral, que também apresentou um crescimento de 0,4% (MENDES, 2021).

Empresas desse setor, aproveitaram esse cenário de crescimento para poder fornecer ao mercado equipamentos que pudessem atender esse aumento da demanda, com isso, a empresa conseguiu crescer.

Para manter a relevância no mercado e a competitividade, a inovação de produtos é fundamental, ela pode ajudar uma empresa a se diferenciar dos concorrentes, tornando-se uma referência em seu seguimento de mercado. A inovação de produto também pode ajudar a aumentar a rentabilidade de uma empresa, pois produtos inovadores, muitas vezes, têm uma margem de lucro mais alta.

Para isso o processo de desenvolvimento bem estruturado, com etapas é fundamental pois ajuda a garantir a qualidade, eficiência e eficácia de um produto.

Esse tipo de método, geralmente é composto por uma série de etapas que visam planejar, criar, testar e implementar soluções de acordo com as necessidades e objetivos do projeto, segundo COHN (2005).

Com base nessas informações, neste trabalho será desenvolvido um equipamento de *bench press*, com o objetivo de atender a demanda do mercado, e aumentar a diversidade de equipamentos que são vendidos atualmente pela empresa, visando aumentar a lucratividade e a inserção no mercado, e colaborar com o cuidado da saúde, com processos de desenvolvimento eficazes.

## 1.1 Objetivos

Os objetivos são divididos em geral e específico, conforme disposto a seguir.

### 1.1.1 Objetivo geral

O principal objetivo deste trabalho é desenvolver, de forma teórica, um equipamento *Bench Press* para a indústria de equipamentos esportivos, a fim de aplicar um método de desenvolvimento estruturado para obter resultados promissores perante à produtos já existentes no mercado.

### 1.1.2 Objetivo Específico

- Aplicar um método estruturado para o desenvolvimento de produto;
- Identificar as necessidades dos consumidores;
- Estabelecer especificações-alvo;
- Gerar conceitos de produtos;
- Selecionar conceitos de produtos;

## 1.2 Justificativa

A indústria *fitness* é uma das mais crescentes no mundo, e no Brasil não é exceção. Em 2019, a Associação Brasileira de Academias (ACAD) apontou um aumento de 30% no número de academias no país em relação ao ano anterior. Com a pandemia de COVID-19, as pessoas se conscientizaram ainda mais sobre a importância de manter uma boa saúde física e mental, tornando a prática de exercícios em casa e em academias ainda mais relevante.

O processo de desenvolvimento de produto desempenha um papel crucial para atender a demanda do mercado. Ele não apenas garante que o produto esteja alinhado com as necessidades específicas dos consumidores, mas também impulsiona a competitividade e a relevância no mercado comercial.

O desenvolvimento de produtos é um processo complexo que envolve diversas etapas e requer habilidades multidisciplinares para alcançar resultados de sucesso. O objetivo desse trabalho é apresentar o processo de desenvolvimento de produto, utilizando como base um método descrito por Ulrich e Eppinger (2012).

Ao final deste trabalho, espera-se contribuir para o avanço da indústria *fitness*, fornecendo um produto inovador que atenda às necessidades dos usuários e proporcione um diferencial competitivo para as empresas do setor. Além disso, o desenvolvimento deste equipamento poderá ter um impacto positivo na saúde e bem-estar das pessoas, contribuindo para um estilo de vida mais saudável e ativo.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção, serão apresentados conceitos básicos e avançados para o embasamento e desenvolvimento deste trabalho.

### 2.1 O processo e desenvolvimento do produto

“Um processo de desenvolvimento de produto é a sequência de etapas ou atividades que uma empresa emprega para conceber, projetar e comercializar um produto” (ULRICH e EPPINGER, 2012, p.12, tradução nossa). A maioria desses processos e atividades para o desenvolvimento do produto, são intelectuais e organizacionais ao invés de algo físico e prático.

Existem organizações que possuem um processo de desenvolvimento bem definido e detalhado, enquanto outras podem não ter um processo claro. Além disso, cada organização utiliza um processo de desenvolvimento que pode ser ligeiramente diferente de outras organizações. É importante destacar que uma mesma empresa pode adotar diferentes processos para diferentes tipos de projetos de desenvolvimento.

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012, p12,13) um processo de desenvolvimento bem definido é benéfico pelos seguintes motivos:

- **Garantia de qualidade:** a garantia de qualidade é uma das vantagens de se ter um processo de desenvolvimento bem definido. Isso ocorre porque esse tipo de processo estabelece as fases pelas quais o projeto irá passar e define pontos de controle ao longo do caminho. Quando essas etapas e os pontos de controle são definidos com cuidado, seguir o processo de desenvolvimento se torna uma maneira confiável de assegurar a qualidade do produto final.
- **Coordenação:** a coordenação é essencial para o processo de desenvolvimento, pois é possível obter clareza sobre as distribuições de tarefas e responsabilidades, de cada membro da equipe de desenvolvimento. Esse plano informa a equipe, quando suas contribuições serão necessárias e com quem eles precisam fazer a troca de informações e materiais.



- Planejamento: um processo de desenvolvimento inclui marcos correspondentes à conclusão de cada fase. O cronograma do projeto de desenvolvimento como um todo é ancorado no tempo desses marcos.
- Gerenciamento: um processo de desenvolvimento é uma referência para avaliar o desempenho de desenvolvimento em andamento. Ao comparar os eventos reais com um processo estabelecido, um gerente pode identificar possíveis áreas problemáticas e solucioná-las com eficiência.
- Melhoria: ter a cautela no cuidado da documentação e revisão contínua do processo de desenvolvimento de uma organização e os resultados obtidos por ela, podem ajudar a identificar possíveis oportunidades de melhoria.

O processo de desenvolvimento genérico de um produto pode ser considerado como um processo de afinamento, que se baseia em seis fases. Na parte inicial do afinamento, como mostra a Figura 1, por ser o início, se faz necessário criar um conjunto abrangente de conceitos alternativos de produtos, e logo em seguida as alternativas são restringidas e o nível de detalhamento é maior, até que no final do processo de afinamento, obtenha-se o produto final, de forma que a produção seja confiável e replicada pelo sistema de produção.

É válido observar que a maioria das fases do desenvolvimento é definida em termos do estado em que se encontra o produto, apesar do processo de produção e os planos de marketing, entre outras saídas tangíveis, estejam também progredindo à medida que o desenvolvimento avança.

**Figura 1 – O processo de desenvolvimento de produto genérico**



Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012, p13), as seis etapas do processo genérico de desenvolvimento são:

- 0. Planejamento: a etapa de planejamento é muitas vezes citada com “fase zero”, pois dela se oriunda a aprovação do projeto e o lançamento real do processo de desenvolvimento do produto. A primeira parcela do planejamento consiste na identificação de oportunidades orientada pela estratégia corporativa e em paralelo a avaliação dos desenvolvimentos tecnológicos e objetivos de mercado. O propósito da fase de planejamento é a declaração da incumbência do projeto, que mostra o mercado-alvo para o produto, objetivos de negócio, principais suposições e restrições.
- 1. Desenvolvimento de conceito: na fase de desenvolvimento de conceito, o objetivo é entender as necessidades do mercado-alvo, gerar e avaliar diversas ideias de produto e, então, escolher um ou mais conceitos para desenvolver e testar. Um conceito de produto descreve sua forma, função e características, além de incluir especificações, análises de produtos concorrentes e justificativas econômicas. Existem vários métodos mais detalhados para essa etapa, que incluem, as atividades de identificação de necessidades, geração de ideias, avaliação de conceitos, seleção de conceitos e elaboração de especificações.
- 2. Projeto em nível de sistema: nessa fase de desenvolvimento, a arquitetura do produto é definida, dividida em subsistemas e

componentes, projetos preliminares são feitos para os principais componentes e recursos internos e externos recebem responsabilidades pelo projeto detalhado. Nesta fase, também é estabelecido um plano preliminar para o sistema de produção e montagem final. Ao final dessa fase, espera-se o *layout* geométrico do produto, as especificações funcionais de cada subsistema e um desenho preliminar do fluxo do processo para montagem final.

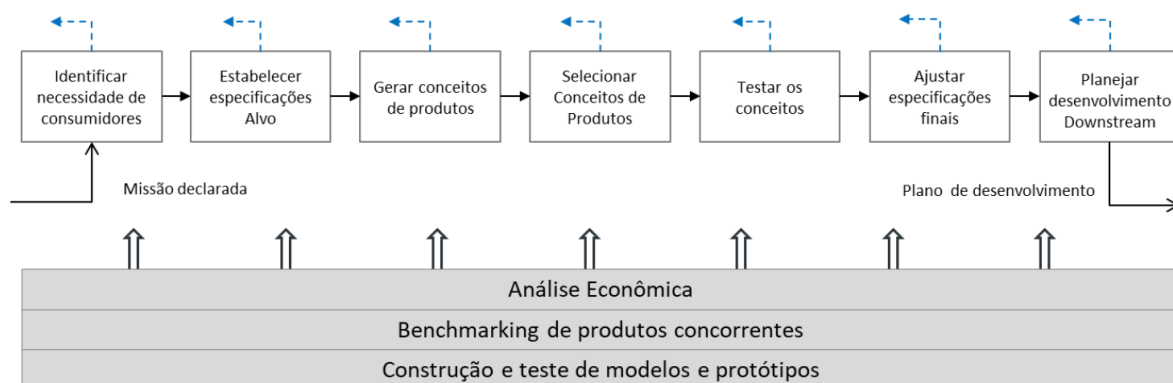
- 3. Projeto detalhado: a fase de projeto detalhado inclui a especificação completa da geométrica, materiais, e tolerâncias de todas as peças exclusivas do produto e identificação de todas as peças padrão a serem adquiridas dos fornecedores. Um plano de processos e ferramentas de *desing* para cada peça a ser fabricada no sistema de produção. A saída desta fase é a documentação de controle do produto, desenhos ou arquivos de computador que descrevem
- 4. Testes e refinamento: a fase de teste e melhoria envolve a construção e avaliação do produto. Os protótipos iniciais, são normalmente construídos usando peças destinadas a produção – peças com a mesma geometria e propriedades de material que serão usadas na versão final do produto, mas não necessariamente fabricadas usando o mesmo processo usado na produção. Os protótipos iniciais são testados para determinar se o produto funcionará conforme projetado e atenderá às principais necessidades do cliente. Protótipos tardios, são normalmente construídos usando peças fornecidas pelo processo de produção pretendido, mas podem não ser montados usando o processo de montagem final pretendido. Os protótipos tardios são amplamente avaliados internamente e, frequentemente, testados pelos clientes em seus ambientes de uso, esses protótipos tem como objetivo solucionar questões de desempenho e confiabilidade, a fim de identificar alterações necessárias de engenharia para o produto final.
- 5. Produção em escala: no estágio de produção em escala, os produtos são fabricados usando um sistema de produção planejada. O objetivo da produção em escala é treinar a mão de obra e corrigir os problemas

que sobraram do processo de produção. Os produtos produzidos durante a produção em escala às vezes são oferecidos a clientes preferenciais e cuidadosamente avaliados quanto a quaisquer defeitos remanescentes. A transição da produção em escala para a produção em série, geralmente, é gradual. Em algum momento durante essa transição, o produto é lançado e disponibilizado para distribuição em massa. As revisões de *desing* pós-lançamento podem ser realizadas logo após o lançamento. A revisão inclui uma avaliação do projeto do ponto de vista comercial e técnico, com o objetivo de identificar maneiras de melhorar o processo de desenvolvimento futuro.

### 2.1.1 Estágios iniciais do desenvolvimento

Os estágios iniciais do processo de desenvolvimento consistem em muitas atividades inter-relacionadas e envolvem muitas atividades criativas, conforme mostrado na Figura 2. Todo o processo raramente é feito de forma puramente sequencial, completando cada atividades antes de ser iniciada a próxima, na prática, as atividades podem se sobrepor no tempo, e muitas vezes são necessárias iterações entre elas. As setas pontilhadas da Figura 2 mostram a incerteza do cronograma de desenvolvimento do produto.

**Figura 2 - Estágios iniciais do processo de desenvolvimento de produto**



**Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)**

Em qualquer estágio, novas informações podem se tornar disponíveis ou os resultados aprendidos podem fazer com a equipe se retrair antes de prosseguir. Essa

repetição de atividades nominalmente realizadas é conhecida como iteração de desenvolvimento.

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012, p16,17), o processo de desenvolvimento de conceito inclui as seguintes atividades:

- Identificação das necessidades dos clientes: o objetivo dessa atividade é compreender as necessidades dos clientes e comunicá-las de forma eficaz para a equipe de desenvolvimento. O resultado dessa etapa é um conjunto de declarações de necessidades dos clientes cuidadosamente elaboradas, organizadas e em uma lista hierárquica, com ponderações de importância para muitas ou todas as necessidades. É dada atenção especial à identificação de necessidades latentes, que são difíceis de ser articuladas pelos clientes e não são atendidas pelos produtos existentes.
- Estabelecimento das especificações-alvo: as especificações fornecem uma descrição precisa do que um produto deve fazer. Elas são a tradução das necessidades dos clientes em termos técnicos. As metas para as especificações são definidas no início do processo e representam as expectativas da equipe de desenvolvimento. Posteriormente, essas especificações são refinadas para serem consistentes com as restrições impostas pela escolha do conceito do produto pela equipe. O resultado dessa etapa é uma lista de especificações-alvo. Cada especificação consiste em uma métrica e valores marginais e ideais para essa métrica.
- Geração de conceitos: o objetivo da geração de conceito é explorar minuciosamente o espaço de conceitos de produto que possam atender às necessidades dos clientes. A geração de conceitos inclui uma combinação de busca externa, resolução criativa de problemas dentro da equipe de exploração sistemática dos vários fragmentos de solução gerados pela equipe. O resultado dessa atividade, geralmente, é um conjunto de 10 a 20 conceitos, cada um tipicamente representado por um esboço e um breve texto descritivo.
- Seleção de conceito: a seleção de conceito é a atividade em que diversos conceitos de produto são analisados e eliminados

sequencialmente para identificar os conceitos mais promissores. O processo, geralmente, requer várias iterações e pode iniciar a geração e o refinamento adicionais de conceitos.

- **Teste de conceito:** um ou mais conceitos são, então, testados para verificar se as necessidades do cliente foram atendidas, avaliar o potencial de mercado do produto e identificar quaisquer deficiências que precisam ser corrigidas durante o desenvolvimento posterior. Se a resposta do cliente for insatisfatória, o projeto de desenvolvimento pode ser encerrado ou algumas atividades anteriores podem ser repetidas, conforme necessário.
- **Definindo especificações finais:** as especificações-alvo definidas anteriormente no processo são revisitadas após a seleção e teste de um conceito. Nesse ponto, a equipe deve se comprometer com valores específicos das métricas que refletem as restrições inerentes ao conceito do produto, limitações identificadas por meio de modelagem teórica e compensações entre custo e desempenho.
- **Planejamento de projeto:** nesta atividade final do desenvolvimento de conceitos, a equipe cria um cronograma de desenvolvimento detalhado, elabora uma estratégia para minimizar o tempo de desenvolvimento e identifica os recursos necessários para concluir o projeto. Os principais resultados das atividades iniciais podem ser capturados de forma útil em um relatório técnico, que contém a declaração de missão, as necessidades do cliente, os detalhes do conceito selecionado, as especificações do produto, a análise econômica do produto, o cronograma de desenvolvimento, a equipe do projeto e o orçamento. O relatório serve para documentar o acordo (contrato) entre a equipe e a alta administração da empresa.
- **Análise econômica:** a equipe, frequentemente com o apoio de um analista financeiro, desenvolve um modelo econômico para o novo produto. Esse modelo é usado para justificar a continuidade do programa geral de desenvolvimento e para resolver escolhas específicas entre, por exemplo, custos de desenvolvimento e custos de produção. A análise econômica é apresentada com uma das atividades

contínuas na fase de desenvolvimento de conceito. Uma análise econômica inicial será quase sempre realizada antes mesmo de o projeto começar, e essa análise é atualizada à medida que mais informações se tornam disponíveis.

- Comparação com produtos concorrentes: compreender os produtos concorrentes é fundamental para posicionar com sucesso um novo produto e pode fornecer uma rica fonte de ideias para o *desing* do produto e do processo de produção. A comparação com produtos concorrentes é realizada em apoio a muitas das atividades da fase de desenvolvimento conceitual
- Modelagem e prototipagem: cada estágio do processo de desenvolvimento de conceito envolve diferentes formas de modelo e protótipos. Estes podem incluir, entre outros: modelos de “prova de conceito” iniciais, que ajudam a equipe de desenvolvimento a demonstrar viabilidade; modelos de “forma apenas”, que podem ser mostrados aos clientes para avaliar a ergonomia e o estilo; modelos de planilha de compensação técnica; e modelos de teste experimental, que podem ser usados para definir parâmetros de *desing* para desempenho robusto.

A empresa, segundo Ulrich e Eppinger (2012), precisa tomar duas decisões importantes sobre o desenvolvimento de produtos: definir um processo de desenvolvimento de produto e uma organização de desenvolvimento de produto.

## **2.2 Identificação das necessidades**

O aumento da competitividade mundial cria uma necessidade de maior foco nas necessidades dos clientes. De acordo com Dieter e Schmidt (2013, p.78,) os engenheiros e os empresários estão buscando respostas para perguntas como: quem são meus clientes? O que os clientes querem? Como o produto pode satisfazer o cliente e gerar lucro?

“Do ponto de vista da gestão da qualidade total, a definição de cliente pode ser ampliada para ‘qualquer pessoa que recebe ou usa o que um indivíduo ou organização fornece’. No entanto, nem todos os clientes que tomam decisões de compras são usuários finais”. (DIETER e SCHMIDT, 2013, p.71 tradução nossa).

Apesar da gama de consumidores que existem, e de nem todos serem consumidores finais do produto vendido, eles ainda possuem contribuição crítica para o desenvolvimento do produto.

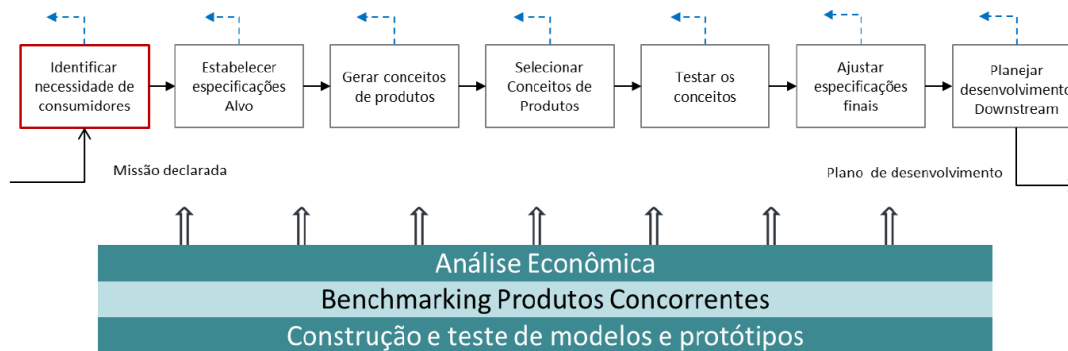
De acordo com Dieter e Schmidt (2013, p.78), para o desenvolvimento de novos ou aprimorados produtos, é fundamental levar em consideração não apenas as necessidades dos clientes externos, mas também dos clientes internos da empresa. Os clientes internos incluem a gerência corporativa, a equipe de fabricação, vendas e serviços de campo, cujas necessidades são igualmente críticas para o sucesso do produto.

Após a identificação dos clientes, e de sua influência na tomada de decisão no processo de desenvolvimento do produto, deve-se definir a necessidade, com clareza e exatidão. De acordo com Haik e Shahin (2011, p.100), os engenheiros, frequentemente, enfrentam uma dificuldade significativa quando se trata da maneira como as necessidades são apresentadas. Embora algumas necessidades sejam fornecidas, muitas vezes elas não são declaradas especificamente. As necessidades podem ser apresentadas de maneira vaga, portanto a primeira tarefa do engenheiro é determinar as necessidades reais e, em seguida, estabelecer os limites e a extensão dos objetivos.

Identificar as necessidades dos clientes de acordo com Ulrich e Eppinger (2012, p.74), é uma parte essencial do processo geral de desenvolvimento de produtos, e está fortemente ligada à identificação de oportunidades, planejamento de produtos, geração e seleção de conceitos, *benchmarking* competitivo e estabelecimento de especificações de produtos. A atividade de identificação das necessidades do cliente é apresentada na Figura 3.



**Figura 3 - A atividade de identificação das necessidades dos consumidores em relação as outras atividades de desenvolvimento de conceitos**



**Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)**

### 2.2.1 Processo de identificação das necessidades do cliente

A identificação das necessidades dos clientes é um processo estruturado que envolve cinco etapas. Essas etapas são apresentadas como um método que visa facilitar as práticas de desenvolvimento de produtos. É importante ressaltar que esse método não deve ser encarado como um processo rígido, mas sim como um ponto de partida para a melhoria contínua (ULRICH e EPPINGER, 2012). As cinco etapas são:

1. Coletar dados brutos dos clientes.
2. Interpretar os dados brutos em termos de necessidades do cliente.
3. Organizar as necessidades em uma hierarquia de necessidades.
4. Estabelecer a importância relativa das necessidades.
5. Refletir sobre os resultados e o processo.

#### 2.2.1.1 Coletar dados brutos dos clientes

Para obter informações de qualidade diretamente dos clientes, é necessário ter contato com eles e vivenciar o ambiente de uso do produto. De acordo com Ulrich e Eppinger (2012, p.77), existem três métodos comuns para coletar dados:

1. Entrevistas: durante as entrevistas, um ou mais membros da equipe de desenvolvimento conversam com um único cliente para entender suas necessidades. Essas entrevistas normalmente ocorrem no ambiente do cliente e podem durar uma ou duas horas.

2. Grupos focais: os grupos focais são uma técnica de pesquisa em que um moderador lidera uma discussão com um grupo de 8 a 12 clientes. Na maioria dos casos, o moderador é um pesquisador de mercado profissional, mas, às vezes, um membro da equipe de desenvolvimento é o moderador.
3. Observar o produto em uso: observar clientes enquanto eles utilizam um produto já existente ou executam uma tarefa para a qual um novo produto está sendo desenvolvido pode trazer à tona informações cruciais sobre as necessidades do cliente. Em outras palavras, essa observação pode ser aprimorada para atender às necessidades sobre como o produto pode ser aprimorado para atender às necessidades do cliente de forma eficaz e satisfatória.

Ao desenvolver produtos dentro de uma empresa existente, é possível obter nomes de clientes por meio da equipe de vendas, mas é importante garantir que a seleção não seja tendenciosa em relação a um fabricante específico. Para determinados tipos de produtos, é possível usar diretórios *online* para identificar nomes de clientes, como empreiteiros ou agentes de seguros. No caso de produtos que são essenciais para o trabalho do cliente, é provável que esses clientes estejam dispostos a participar de entrevistas para discutir suas necessidades. Já que no caso de produtos de consumo, é possível encontrar clientes em grupos de redes sociais ou por *e-mail*, mas a realização de entrevistas para esse tipo de produto pode exigir mais esforços, pois a motivação dos clientes para participar pode ser menor.

#### 2.2.1.2 Interpretar as necessidades dos clientes

Para entender as necessidades dos clientes segundo Ulrich e Eppinger (2012), é preciso traduzir os dados coletados em declarações escritas. Cada observação pode ser interpretada de diversas maneiras e resultar em diferentes necessidades do cliente. É importante ter mais de um membro da equipe de trabalho na interpretação das observações, pois diferentes analistas podem interpretá-las de forma distinta. Nesta seção, são apresentadas cinco diretrizes para escrever declarações de necessidades. As duas primeiras diretrizes são essenciais para

garantir uma transcrição eficaz, enquanto as três restantes garantem a consistência na formulação e estilo das declarações.

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012), para expressar a necessidade de um produto de forma clara e efetiva, é importante descrevê-la em termos de o que o produto deve fazer, em vez de como ele pode fazer. Além disso é crucial expressar a necessidade com o mesmo nível de detalhes dos dados brutos e usando frases positivas, sempre que possível. Para manter a consistência, a necessidade deve ser expressa como um atributo do produto, mas se não for possível, pode ser descrita como um atributo do usuário do produto. Por fim, é recomendável evitar o uso de palavras “deve” e “deveria”, pois elas implicam um nível de importância que deve ser avaliado em uma etapa posterior do processo.

### 2.2.1.3 Organizar as necessidades em uma hierarquia de necessidades

Após as etapas citadas nos tópicos 2.2.1.2 e 2.2.1.3, será gerada uma lista contendo de 50 a 300 declarações de necessidades detalhadas. Essa quantidade pode dificultar o trabalho com as necessidades e resumir as informações para uso futuro. Para solucionar esse problema, na etapa de organizar as necessidades em uma hierarquia de necessidades, as necessidades serão agrupadas em conjuntos, começando pelas necessidades principais e detalhando cada uma com suas necessidades secundárias correspondentes (ULRICH; EPPINGER, 2012).

Organizar as necessidades em uma lista hierárquica é uma tarefa comum e muitas equipes conseguem fazê-lo de forma intuitiva, sem precisar de instruções detalhadas, Ulrich e Eppinger (2012) sugere os seguintes passos para facilitar esse processo:

1. Coloque cada declaração de necessidade em um cartão ou nota autoadesiva separada, seja imprimindo ou escrevendo.
2. Remova as declarações que se repetem desnecessariamente.
3. Agrupe os cartões de acordo com a similaridade das necessidades que que eles expressam.
4. Para cada grupo, selecione uma etiqueta
5. Considere a criação de supergrupos.
6. Revise e edite as declarações de necessidades organizadas.

Ao utilizar essa abordagem, a equipe poderá identificar as variações nas suas próprias demandas e na forma mais eficiente organizá-las.

#### 2.2.1.4 Estabelecer a importância relativa das necessidades

Existem duas maneiras principais de entender as necessidades mais importantes dos clientes durante o desenvolvimento do produto. A primeira envolve confiar no consenso da equipe com base em sua experiência e conhecimento prévio dos clientes. Essa abordagem é rápida e econômica, mas pode não ser tão precisa quanto a segunda opção, que é basear a avaliação da importância nas pesquisas diretas com os clientes. Embora a segunda opção possa ser mais demorada e custosa, ela oferece uma visão mais precisa das necessidades e preferências dos clientes (ULRICH; EPPINGER, 2012).

Ulrich e Eppinger (2012) sugerem que a equipe pode limitar o escopo da pesquisa, questionando os clientes apenas sobre as necessidades que, provavelmente, darão origem a compensações técnicas difíceis ou recurso caros do desing do produto.

#### 2.2.1.5 Refletir sobre os resultados e o processo

Ulrich e Eppinger (2012) descrevem que a fase final do processo é avaliar criticamente os resultados e o procedimento utilizado. Embora a metodologia para identificar as necessidades dos clientes possa ser organizada de forma sistemática, não é uma ciência exata. É importante que a equipe avalie seus resultados para garantir que estejam alinhados com a experiência e a intuição adquiridas ao longo de muitas interações com os clientes

Algumas questões a serem consideradas incluem:

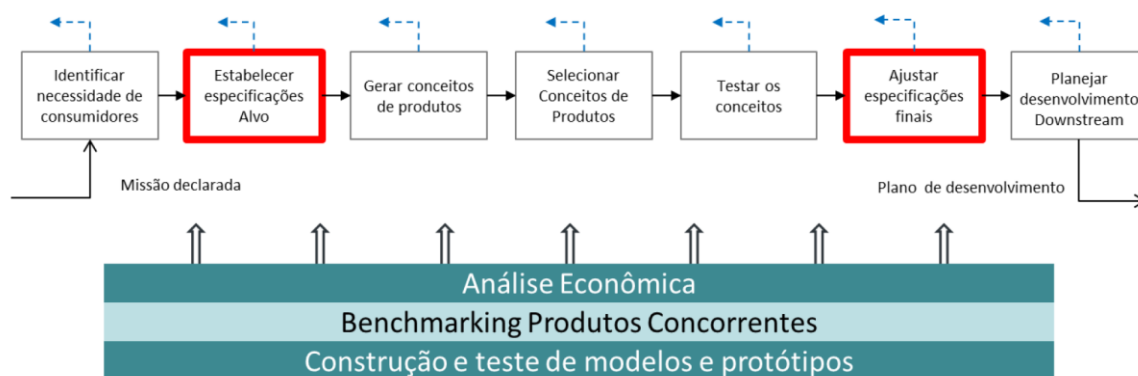
- A equipe teve contato com todos os principais tipos de clientes do mercado-alvo?
- A equipe conseguiu identificar as necessidades latentes dos clientes-alvo, além das necessidades relacionadas aos produtos existentes?
- Existem áreas adicionais que precisam ser investigadas através de entrevistas ou pesquisas complementares?
- Quais clientes com quem a equipe interagiu seriam adequados para se envolver no esforço de melhoria contínua?

Identificar as demandas e desejos dos clientes é uma etapa crucial do processo de desenvolvimento de produto durante a fase de concepção. As informações obtidas a partir das necessidades do cliente são utilizadas para guiar a equipe na elaboração de especificações detalhadas do produto, gerar ideias de produto e escolher uma ideia desenvolvida posteriormente. Essa abordagem tem como objetivo garantir que o produto final atenda às expectativas e necessidades dos clientes de forma satisfatória.

## 2.3 Especificações do produto

O termo “especificação do produto”, de acordo com Ulrich e Eppinger (2012), significa uma descrição precisa do que o produto pretende alcançar. Algumas empresas usam frases como “requisitos do produto” ou “características técnicas” que têm o mesmo significado.

**Figura 4 - As especificações no processo de desenvolvimento**



Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)

Conforme ilustrado pela Figura 4, as especificações alvo são estabelecidas depois que as necessidades dos clientes foram identificadas, porém, antes do processo de geração dos conceitos do produto, após a identificação das necessidades do cliente, a equipe define as metas (especificações alvo) relacionadas às especificações. Essas especificações são aprovadas antes que a equipe decida qual será o produto, portanto, devem ser revisadas após a escolha do conceito para avaliar as restrições técnicas reais e os custos de produção esperados.

### 2.3.1 Especificações alvo

O processo para estabelecer as especificações alvo de acordo com o método Ulrich e Eppinger (2012), consiste basicamente nas etapas:

1. Preparar a lista de métricas.
2. Coletar informações dos concorrentes – *benchmarking*.
3. Definir os valores-alvo ideias e as margens.
4. Refletir sobre os resultados e o processo.

#### 2.3.1.1 Preparar a lista de métricas

As métricas mais úteis são aquelas que refletem o mais diretamente possível uma necessidade do cliente. Uma matriz simples de métricas de necessidades representa a relação entre as necessidades e as métricas. Um exemplo de matriz de métricas de necessidades é mostrado na Figura 5. As linhas da matriz correspondem às necessidades do cliente e as colunas da matriz correspondem às métricas.

Figura 5 - Matriz de necessidades

		Métricas																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Necessidades	1	Reduzir a vibração das mãos.	•	•	•																							
	2	Permitir fácil travessia lenta de terrenos difíceis.		•																								
	3	Permitir descidas em alta velocidade em trilhas	•	•	•																							
	4	Permitir ajustes finos				•																						
	5	Preservar a dirigibilidade da bicicleta					•	•																				
	6	Permanecer rígida em curvas difíceis	•						•																			
	7	Ser leve								•																		
	B	Prover pontos de montagem para os freios									•																	
	9	Encaixar-se para o uso de diversos tipos de pneus e										•	•	•	•													
	10	Fácil de instalar														•												
	11	Funcionar com para-lamas															•											
	12	Dar orgulho																	•									
	13	Acessível para entusiastas																		•								
	14	Não é contaminada pela água																			•							
	15	Não é contaminada por pó																				•						
	16	Pode ser acessada facilmente para manutenção																					•					
	17	Permite troca fácil de peças de manutenção																					•	•				
	18	Pode-se fazer manutenção com ferramentas simples																						•				
	19	Vida útil longa																							•			
	20	Segura em acidentes																								•	•	

Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)

Se possível, a necessidade de cada cliente corresponderia a uma única métrica e seu valor estaria perfeitamente correlacionado com a satisfação dessa necessidade. Na prática Ulrich e Eppinger (2012), descrevem que várias métricas podem ser necessárias para refletir totalmente as necessidades de um único cliente.

As métricas devem ser variáveis dependentes, isso gera um resultado positivo para os projetistas, que conseguem uma liberdade maior de atingir as especificações usando a melhor abordagem possível. As métricas devem ser práticas, sempre que possível as métricas devem possuir configurações tangíveis, observáveis, analisáveis, para facilitar a avaliação pela equipe. As métricas devem incluir os critérios populares de comparação no mercado, muitos clientes compram produtos com base em análises independentes, se a equipe de desenvolvimento conhece os

critérios de avaliação usados, ela deve incluir métricas que correspondam a esses critérios.

### 2.3.1.2 Coletar informações concorrentes

Compreender como o novo produto se compara aos concorrentes, segundo Ulrich e Eppinger (2012), é de suma importância para o sucesso comercial de um novo produto. Para isso, é importante definir as especificações-alvo com as quais a equipe definirá a posição do produto em relação aos produtos existentes, tanto próprios quanto dos concorrentes. Informações sobre produtos concorrentes devem ser coletadas para apoiar essas decisões de posicionamento, podendo ser feito através de uma planilha na qual, para cada produto competitivo, os valores das métricas são simplesmente inseridos em uma coluna, como ilustra a Figura 6.

**Figura 6 – Benchmarking competitivo com base em métricas**

Nº	Necessidades	Métrica	Importância	Unidades	ST Tritrack	Maniray 2	Rox shock	Rox Tahix T121	Tonka Pro	Gunhill Head Shox
1	1, 3	Atenuação do dropout para o guidão de 10Hz	3	dB	8	15	10	15	9	13
2	2, 6	Mola pré-carga	3	N	550	760	500	710	480	680
3	1, 3	O valor máximo no Monster Test	5	g	3,6	3,2	3,7	3,3	3,7	3,4
4	1, 3	O tempo mínimo de descida na pista de testes	5	s	13	11,3	12,6	11,2	13,2	11
5	4	faixa de ajuste do coeficiente de amortecimento	3	N-s/m	0	0	0	200	0	0
6	5	Máxima de viagens (26-in. Roda)	3	mm	28	48	43	46	33	38
7	5	Distância do Rake	3	mm	41,5	39	38	38	43,2	39
8	6	Rigidez lateral na ponta	3	kN/m	59	110	85	85	65	130
9	7	Massa total	4	kg	1,409	1,385	1,409	1,364	1,222	1,100
10	8	Rigidez lateral dos pivôs de freio	2	kN/m	295	550	425	425	325	650
11	9	Tamanho do Headset	5	pol.	1,000 1,125	1,000 1,125 1,250	1,000 1,125	1,000 1,125 1,250	1,000 1,125	1,000 1,125
12	9	Comprimento do tubo Steer	5	mm	150 180 210 230 250	140 165 190 190 215	150 170 190 190 210	150 170 190 210 230	150 190 210 220	140 150 190 190 210
13	9	Tamanho de rodas	5	lista	26 pol.	26 pol.	26 pol.	26 pol. 700C	26 pol.	26 pol.

**Fonte: Ulrich e Eppinger (2012)**

Ulrich e Eppinger (2012), alertam sobre os dados encontrados em catálogos e literatura de apoio dos concorrentes, pois nem sempre são precisos, sempre que possível recomenda-se verificar os valores das principais métricas por meio de testes ou observações independentes.



### 2.3.1.3 Definir os valores-alvo ideias e as margens

Nesta fase, a equipe analisa a informação disponível para definir claramente os valores que as métricas do projeto devem atingir. Eles definem dois tipos de valores-alvo: o valor ideal, que representa o melhor resultado possível, e o valor marginalmente aceitável, que é o mínimo necessário para atingir a viabilidade comercial do produto. Ambos os valores são importantes para orientar as próximas etapas do processo de geração e seleção de conceito e ajudam a refinar as especificações uma vez que o conceito de produto é selecionado. (ULRICH; EPPINGER, 2012).

### 2.3.1.4 Refletir sobre os resultados do processo

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012), é importante enfatizar a iteração e a reflexão da equipe na definição de metas de acordo com os objetivos do projeto. Algumas questões a serem consideradas incluem se os membros da equipe são honestos em suas contribuições, se várias ofertas de produtos devem ser consideradas para atender às necessidades de diferentes segmentos de mercado e se as especificações são claras e refletem características de sucesso. Uma vez que os objetivos são definidos, a equipe pode conceituar as soluções.

## 2.3.2 Especificações finais

À medida que a equipe finaliza a seleção do conceito e se prepara para o projeto e desenvolvimento subsequentes, as especificações são revisadas. As especificações, que originalmente eram apenas metas expressas como uma ampla gama de valores, agora são refinadas (ULRICH; EPPINGER, 2012).

O processo das especificações finais envolve cinco etapas, de acordo com Ulrich e Eppinger (2012):

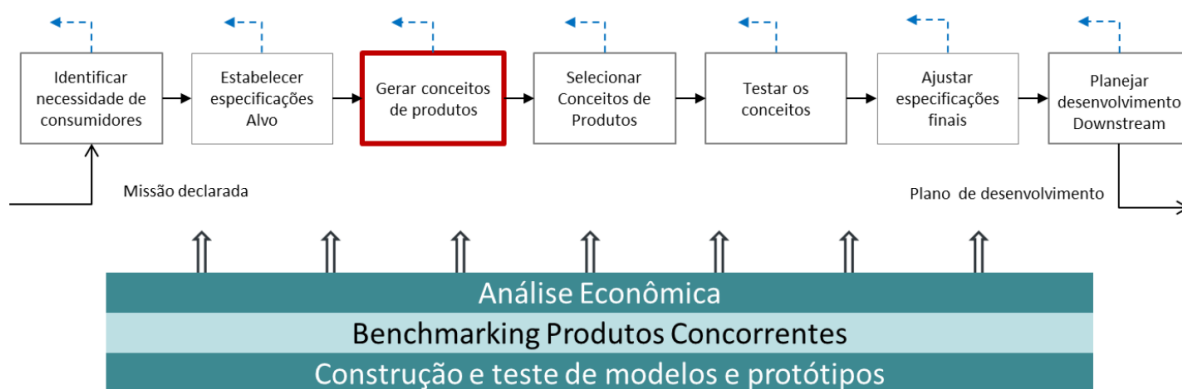
1. Desenvolver modelos técnicos do produto: um modelo técnico de produto é uma ferramenta que permite prever o comportamento das métricas do produto para um determinado conjunto de decisões de *desing* sem a necessidade de experimentos físicos caros. Com esses modelos de engenharia, a equipe pode prever se um determinado conjunto de especificações é tecnicamente viável e evitar a definição de uma combinação de especificações que não pode ser alcançada.

2. Desenvolver um modelo de custo do produto: um modelo de custo do produto, garante que o mesmo possa ser fabricado a um custo-alvo adequado para que a empresa e seus parceiros possam obter lucro e oferecer um preço competitivo ao cliente final. Para produtos complexos, a equipe pode listar apenas os componentes principais e definir limites para seus custos.
3. Refinar as especificações: este processo inclui a criação de modelos de desempenho técnico e um modelo para determinar combinações de valores finais que irão posicionar o produto de forma competitiva, satisfazer as necessidades do cliente e garantir lucros adequados. Uma ferramenta importante para esse processo é o mapa competitivo, que é um gráfico de dispersão de produtos concorrentes ao longo de duas dimensões selecionadas de um conjunto de métricas. O mapa mostra as áreas definidas pelos valores de especificação e limite e ajuda a avaliar se é possível “ganhar o trade-off” entre desempenho e preço por exemplo.
4. Diminuir as especificações conforme apropriado: o estabelecimento de especificações assume uma importância adicional e é substancialmente mais desafiador ao desenvolver produtos complexos. Ulrich e Eppinger (2012), cita o exemplo de um carro em que o consumo de combustível é uma função complexa de vários fatores, como, por exemplo, o peso do veículo, a resistência ao rolamento, o coeficiente de arrasto, a área frontal e a eficiência do motor. Portanto, definir especificações para componentes como carroceria, pneus e motor requer um modelo que considere como essas variáveis se relacionam com a eficiência geral de consumo combustível.
5. Refletir sobre os resultados do processo: a equipe deve considerar se o produto é competitivo, se há incerteza nos modelos técnicos e de custo, se o conceito escolhido é adequado ao mercado-alvo e se há necessidade de desenvolver melhores modelos técnicos para o futuro. Em alguns casos, pode ser necessário retornar à fase de criação e seleção do conceito ou abandonar o projeto.

## 2.4 Geração de conceitos

O processo de geração de conceito é uma etapa crítica no desenvolvimento do produto e começa com as necessidades do cliente e as especificações-alvo como ilustra a Figura 7. Um bom conceito é acompanhado por uma breve descrição textual e um modelo tridimensional aproximado. Enquanto um bom conceito pode ser mal implementado, um conceito ruim raramente leva ao sucesso comercial (ULRICH; EPPINGER, 2012).

**Figura 7 - A geração de conceito na fase de desenvolvimento do produto**



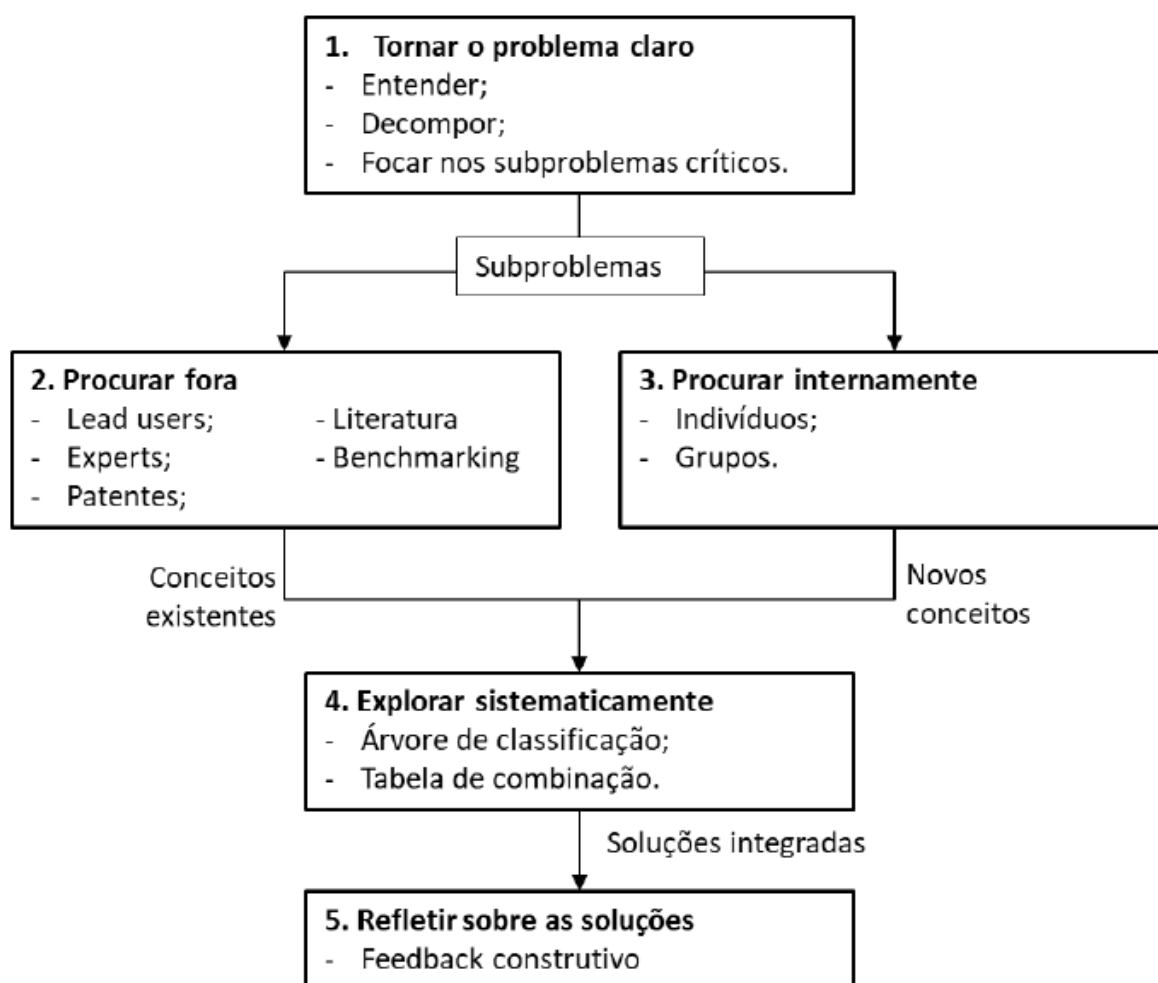
Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.

Felizmente a geração de conceitos é uma atividade relativamente barata e simples, e é importante para garantir que os melhores conceitos de produto sejam selecionados para avançar no desenvolvimento. A equipe de desenvolvimento deve criar centenas de conceitos e, por fim, selecionar de 5 a 20 para consideração séria.

### 2.4.1 Método de cinco etapas

O método de cinco etapas descrito pela Figura 8, consiste na repartição de problemas complexos em subproblemas mais simples. Os conceitos de solução são identificados para os subproblemas por meio de busca externa e interna. Árvores de classificação e tabelas de combinação de conceitos são feitas para explorar e integrar sistematicamente as soluções. Por fim a equipe dá um passo atrás para refletir sobre a validade e aplicabilidades dos resultados e do processo utilizado. (ULRICH; EPPIGNER, 2012).

**Figura 8 - Método de cinco etapas para geração do conceito**



Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.

#### 2.4.1.1 Esclarecer o problema

A primeira etapa do método de cinco etapas consiste na compreensão geral do produto, ou seja, o que esse produto faz, logo em seguida deve-se dividir o problema em subproblemas, em outras palavras, para desempenhar a função desejada, quais subfunções são necessárias.

Um exemplo citado por Ulrich e Eppinger (2012), é que ao projetar uma copiadora de documentos, é possível dividir o problema em partes menores, como *design* do manipulador de documentos, alimentador de papel, dispositivo de impressão, dispositivo de captura de imagem. No entanto, em alguns casos, não é fácil dividir o problema em subproblemas.

Essa divisão do problema em partes menores é chamada de decomposição do problema. Existem diferentes abordagens para realizar essa decomposição, incluindo a decomposição funcional. É importante notar que a decomposição pode não ser muito útil para produtos com função extremamente simples.

#### 2.4.1.2 Pesquisar externamente

A pesquisa externa é realizada com o objetivo de descobrir e explorar soluções já existentes para o problema principal e os problemas secundários que foram identificados durante a fase de compreensão do problema. Essa busca externa ocorre de forma contínua durante todo processo de desenvolvimento, visando encontrar informação, técnicas de abordagem que possam ajudar a resolver os desafios identificados.

Essas pesquisas podem variar em seu formato, podendo ser realizada através de:

- Entrevistas com *lead user*;
- Consulta a *expert*;
- Busca de patentes;
- Busca em literatura;
- *Benchmarking*;

#### 2.4.1.3 Pesquisar internamente

A busca interna envolve o uso do conhecimento e da criatividade pessoal, tanto individualmente quanto em equipe, para gerar conceitos de solução. Também conhecido como *brainstorming*, esse tipo de busca é realizado internamente, pois todas as ideias que surgem nessa etapa são criadas com base no conhecimento já existente na equipe.

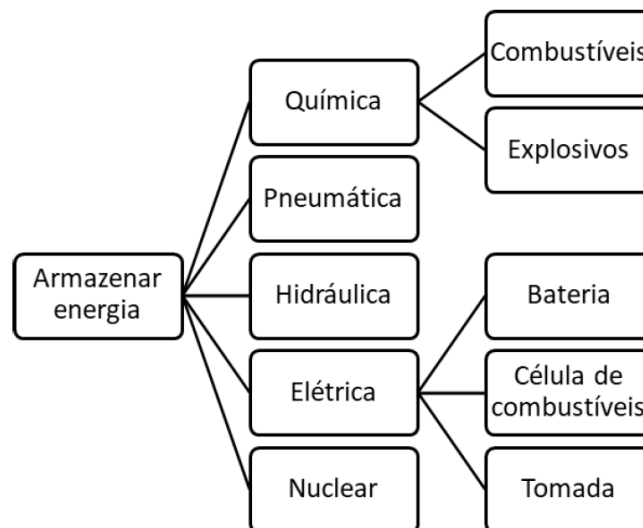
É uma atividade que pode ser altamente aberta e criativa, representando uma das tarefas mais importantes no processo de desenvolvimento de produtos. Consiste em recuperar informações potencialmente úteis da memória e adaptar esses processos. Pode ser realizado por indivíduos trabalhando isoladamente ou por um grupo de pessoas colaborando juntas. (ULRICH; EPPINGER, 2012).

#### 2.4.1.4 Explorar sistematicamente

Como resultado das etapas anteriores, a equipe terá coletado dezenas de fragmentos de conceitos (soluções para os subproblemas), a exploração sistemática tem como objetivo verificar todas as possibilidades, organizar e unificar esses fragmentos de soluções. Duas ferramentas são utilizadas para ajudar nesse processo: a árvore de classificação e a tabela de combinação.

A árvore de classificação de conceito é utilizada para explorar todo o espaço de soluções possíveis em várias classes distintas que irão facilitar a comparação e eliminação. Um exemplo de árvore de conceitos para um determinado produto apresentado pela Figura 9.

**Figura 9 - Árvore de classificação de conceito**



**Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.**

Já a tabela de combinação de conceitos tem como objetivo verificar as combinações de fragmentos de soluções. A Figura 10 demonstra um exemplo de tabela de combinação que a equipe de desenvolvimento de um pregador usou para considerar as combinações de fragmentos para o ramo elétrico da árvore de classificação.

**Figura 10 - Tabela de combinação de conceitos para um pregador**

Converter energia em elétrica em translacional	Acumular energia	Aplicar energia translacional ao prego
Motor rotativo com transmissão	Mola	Impacto único
Motor linear	Massa em movimento	Múltiplos impactos
Solenóide		Empurrar
Canhão elétrico		

Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.

As colunas da tabela representam os subproblemas identificados, as entradas em cada coluna representam os fragmentos de solução para cada um dos subproblemas derivados da pesquisa externa e interna. A tabela de combinação é uma ferramenta que incentiva associações forçadas entres os subproblemas, a fim de estimular a criatividade e o pensamento divergente.

Entretanto, se faz importante a ressalva de que o simples ato de selecionar uma combinação não resulta automaticamente em uma solução completa. A tabela serve como um impulso inicial para gerar ideias e explorar possibilidades, mas o processo de desenvolver uma solução requer um trabalho adicional, análise e refinamento (ULRICH; EPPINGER, 2012).

#### 2.4.1.5 Refletir sobre as soluções e o processo

Apesar de ser apresentada como uma etapa final neste contexto, a reflexão deve ser realizada de forma contínua ao longo de todo o processo. É importante, segundo Ulrich e Eppinger (2012), fazer perguntas pertinentes para garantir que a equipe esteja explorando completamente o espaço das soluções. A seguir estão exemplificados alguns desses questionamentos:

- A equipe está adquirindo confiança de que todas as possibilidades de solução foram completamente exploradas?
- Foram considerados e desenvolvidos diagramas de funções alternativos?

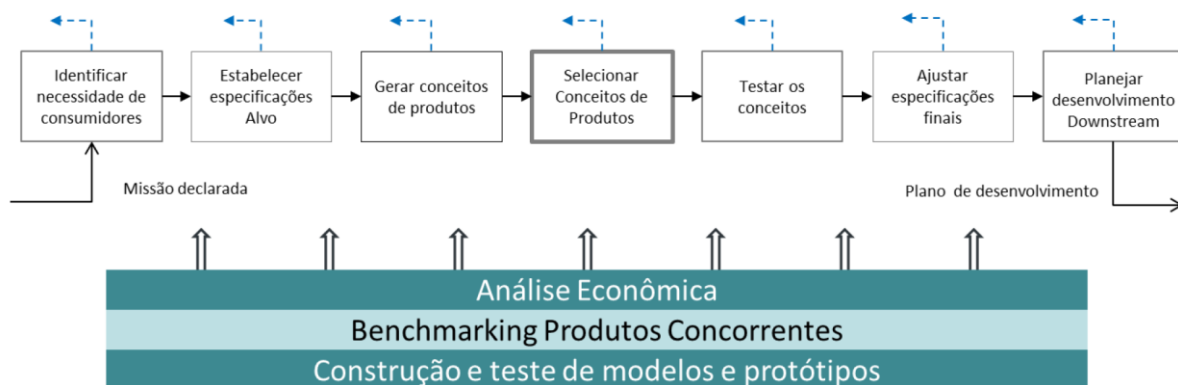
- Existem abordagens alternativas para decompor o problema em componentes mais gerenciáveis?
- As ideias de todos os membros da equipe foram devidamente consideradas e integradas ao processo de solução?

Ao fazer essas perguntas e buscar respostas para elas, a equipe pode garantir que todas as opções e perspectivas sejam consideradas de maneira abrangente, maximizando assim a chance de encontrar uma solução eficaz do problema em questão.

## 2.5 Seleção de conceitos

Durante o desenvolvimento de um projeto, é importante usar a criatividade e o pensamento divergente em várias etapas. No entanto, a seleção de conceitos é o processo de reduzir o número de alternativas em consideração. Embora seja um processo convergente, a seleção de conceitos é, frequentemente, iterativa e pode não resultar em um conceito dominante imediatamente (ULRICH; EPPINGER, 2012).

**Figura 11 - A seleção do conceito na fase de desenvolvimento do produto**



Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.

Inicialmente, muitos conceitos são filtrados para um conjunto menor, mas esses conceitos podem ser combinados e aprimorados temporariamente para ampliar as opções em consideração.

Ulrich e Eppinger (2012) sugerem alguns métodos de seleção que são descritos a seguir:

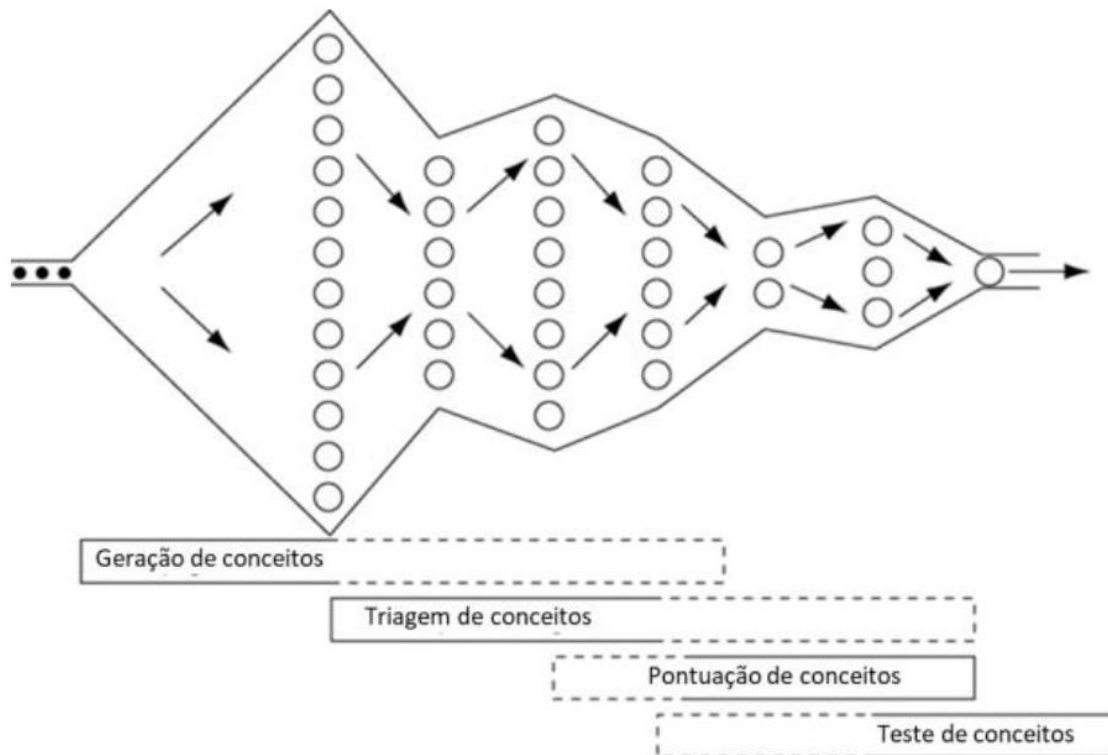
- Decisão Externa: os conceitos são disponibilizados aos clientes ou alguma entidade externa para avaliação e escolha.



- Produto campeão: um integrante de destaque na equipe de desenvolvimento do produto seleciona um conceito com base em sua preferência individual.
- Intuição: o conceito é escolhido com base em uma sensação subjetiva, sem o uso de critérios explícitos ou consideração de *trade-off*. O conceito para ser o mais atraente e promissor.
- Votação múltipla: Cada membro da equipe emite votos em diversos conceitos. O conceito que recebe a maior quantidade de votos é selecionado.
- Prós e contras: a equipe realiza uma análise dos pontos fortes e fracos de cada conceito, levando em consideração a opinião coletiva. Com base nessa avaliação, a equipe faz uma escolha para selecionar o conceito a ser adotado.
- Protótipo e teste: a organização constrói e realiza testes em protótipos de cada conceito, utilizando dados de teste como base para a seleção. A escolha é feita com base nos resultados obtidos durante os testes.
- Matriz de decisão: a equipe avalia cada conceito de acordo com critérios de seleção pré-determinados, os quais podem ser ponderados. Os conceitos são analisados em relação a esses critérios e é feita uma seleção com base nessa avaliação.

A seleção de conceito é um processo iterativo intimamente relacionado à geração e teste de conceito. Os métodos de triagem e avaliação de conceito ajudam a equipe a refinar os conceitos, resultando em um ou mais conceitos promissores nos quais são concentrados mais esforços de teste e desenvolvimento. Por meio dessas várias iterações, um conceito dominante é finalmente selecionado. A Figura 12 ilustra como o conjunto de opções em consideração é gradualmente reduzido e temporariamente ampliado durante a atividade de seleção de conceito. (ULRICH; EPPINGER, 2012).

**Figura 12 - Comportamento dos conceitos no processo iterativo**



**Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.**

As atividades de desenvolvimento de produto relacionadas a parte visível e iterativa para os usuários desempenham um papel crucial no sucesso final do produto. Um processo organizado de seleção de conceitos ajuda a manter a imparcialidade ao longo da fase conceitual do desenvolvimento e orienta a equipe durante esse processo, que pode ser crítico, desafiador e, às vezes, emocional (ULRICH; EPPINGER, 2012).

Um método estruturado de seleção de conceitos segundo Ulrich e Eppinger (2012), fornece os seguintes benefícios: um produto com foco nas necessidades do cliente, uma arquitetura competitiva, uma melhor integração entre produto e processo, redução do tempo necessário para lançar um produto, tomada de decisão eficaz em grupo e documentação adequada do processo de decisão.

A triagem de conceito é baseada no método desenvolvido por Stuart Pugh na década de 1980 e é frequentemente chamado de seleção de conceito de Pugh (Pugh,1990). Os objetivos desta etapa são estreitar o número de conceitos rapidamente e melhorar os conceitos conforme descrito pela Figura 13.

Figura 13 - Matriz de triagem de conceito

Critério de seleção	Conceitos						
	A Cilindro mestre	B Freio de borracha	C Catraca	D Embolo (Referência)	E Anel axial	F Conjunto de Alavanca	G Rosca e dial
Facilidade de manipulação	0	0	-	0	0	-	-
Facilidade de uso	0	-	-	0	0	+	0
Legibilidade de dose	0	0	+	0	+	0	+
Precisão de medição	0	0	0	0	-	0	0
Durabilidade	0	0	0	0	0	+	0
Facilidade de fabricação	+	-	-	0	0	-	0
Portabilidade	+	+	0	0	+	0	0
Soma [+]	2	1	1	0	2	2	1
Soma [0]	5	4	3	7	4	3	5
Soma [-]	0	2	3	0	1	2	1
Pontuação líquida	2	-1	-2	0	1	0	0
Posição	1	6	7	3	2	3	3
Continue?	Sim	Não	Não	Combinar	Sim	Combinar	Revise

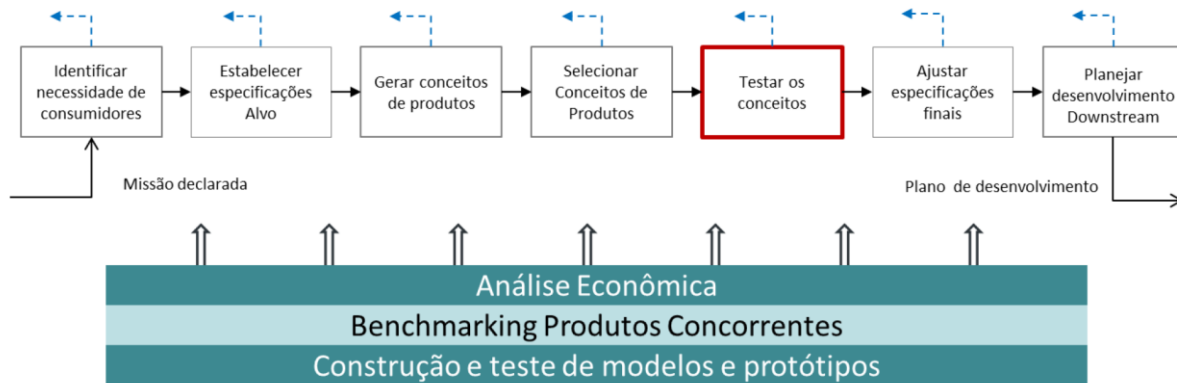
Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.

## 2.6 Teste do conceito

O teste de conceito desempenha vários papéis importantes no processo de desenvolvimento do produto. Ele pode ser usado para avaliar diferentes conceitos e decidir quais deles serão priorizados e desenvolvidos. Além disso, o teste de conceito também permite obter um feedback valioso de clientes em potencial, para identificar maneiras de melhorar o conceito.

O teste de conceito pode ser usado para estimar o prospecto de vendas de um produto, fornecendo informações sobre a aceitação e a demanda do cliente em potencial. Essa estratégia ajuda na tomada de decisões informadas e orientadas pelo mercado com base nas expectativas, percepções e preferências.

**Figura 14 - Teste de conceito na fase de desenvolvimento do produto**



Fonte: Ulrich e Eppinger, 2012.

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012) a maioria dos produtos se enquadra no método de sete etapas proposto para a execução do teste de conceito. Essas etapas se configuram como:

1. Definir o objetivo do teste de conceito.
2. Escolher uma população de pesquisa.
3. Escolher o formato de pesquisa.
4. Apresentação do conceito.
5. Avaliação da resposta do cliente.
6. Interpretação dos resultados.
7. Reflexão sobre os resultados e o processo.

### 2.6.1 Definir o objetivo do teste de conceito

Essa etapa consiste na articulação explícita por escrito das perguntas que deseja responder com o teste. As principais perguntas são:

- Os clientes gostam do conceito?
- As necessidades do cliente são atendidas pelo conceito?
- Qual conceito alternativo deve ser perseguido?
- De qual maneira o conceito pode ser aprimorado para atender as necessidades do cliente?
- Quantas unidades serão vendidas?
- Deve-se prosseguir com o desenvolvimento?

### 2.6.2 Escolher uma população de pesquisa

De acordo com Ulrich e Eppinger (2012), um único produto atende a vários segmentos do mercado, nesses casos, um teste de conceito requer que clientes potenciais em cada segmento-alvo sejam entrevistados. Pesquisar todos os seguimentos possíveis pode ser proibitivamente caro em custo e tempo e, nesses casos, a equipe pode optar por buscar clientes potenciais apenas no maior mercado.

São realizadas perguntas filtro para analisar se o cliente faz parte de um grupo que está entusiasmado com o produto ou se realmente ele se enquadra no público-alvo do produto, esse processo tem como objetivo evitar uma pesquisa tendenciosa.

### 2.6.3 Escolher uma um formato de pesquisa

Ulrich e Eppinger (2012), propõe os seguintes formatos mais utilizados em testes de conceito:

- Presenciais: no formato presencial o entrevistador tem interação com o entrevistado de forma direta, não possuindo um local de entrevista específico, podendo interceptar o cliente em lugares públicos, caso sejam clientes em potencial. Podem ocorrer em um estande de feiras de negócios ou grupos focais.
- Telefone: as entrevistas telefônicas podem ser agendadas antecipadamente e direcionadas a indivíduos altamente específicos, como odontopediatras, ou podem ser ligações inesperadas para consumidores pertencentes a um determinado grupo demográfico.
- Correio: nas pesquisas por correio, são enviados materiais de teste de conceito aos participantes, que são solicitados a devolver um formulário preenchido. No entanto, o uso de pesquisas postais é pouco comum nos dias de hoje, devido às taxas de resposta geralmente lentas e baixas. Para incentivar a participação, costuma-se oferecer algum tipo de incentivo, como dinheiro ou um presente.
- E-mail: as pesquisas por e-mail possuem muitas semelhanças com as pesquisas por correio, entretanto, os respondentes aparentam ser um pouco mais propensos a responder do que por correio.

- Internet: a internet possibilita a equipe a possibilidade de criação de um site de teste de conceito virtual no qual os participantes da pesquisa podem analisar os conceitos e gerar respostas.

#### 2.6.4 Apresentação do conceito

Ulrich e Eppinger (2012), apresentam formatos de apresentação de conceitos que estão listados em ordem crescente de riqueza de descrição:

- Descrição verbal: a descrição verbal se resume a um parágrafo curto que resume o conceito do produto.
- Esboço: o esboço consiste em uma representação simples em formas de linhas que retratam o produto em perspectiva, possivelmente acompanhados de notas que destacam suas principais características.
- Fotos e renderizações: as fotos podem ser empregadas para transmitir o conceito quando há modelos físicos disponíveis do produto em questão. Já as renderizações são representações gráficas que buscam criar ilustrações quase realistas do conceito.
- *Storyboard*: um *storyboard* é uma sucessão de imagens que transmite uma sequência de ações em ordem cronológica, relacionadas ao produto.
- Vídeo: o vídeo proporciona um nível ainda maior de dinamismo em comparação ao *storyboard*. Por meio de vídeos é possível comunicar de forma clara a forma do produto em si, bem como demonstrar sua utilização em funcionamento.
- Multimídia interativa: a multimídia interativa combina os elementos visuais envolventes dos vídeos com a interatividade das simulações. Por meio da multimídia, é possível exibir vídeos e imagens estáticas do produto. O usuário pode visualizar informações verbais e gráficas, além de ouvir informações em áudio. A interação proporciona ao usuário a capacidade de escolher entre várias fontes de informação disponíveis sobre o produto e, em alguns casos, até mesmo experimentar os controles e visualizações de produto simulado.
- Modelos de aparência física: os modelos de aparência física, popularmente chamados de modelos de aparência, são

representações detalhadas e realistas de produtos. Esses modelos são frequentemente construídos utilizando materiais como madeira ou espuma de polímero e são habilmente pintados para reproduzir com fidelidade a aparência dos produtos reais. Em certos casos, também podem apresentar funcionalidades básicas incorporadas.;

- Protótipos funcionais: quando estão disponíveis, os protótipos podem ser valiosos para testar conceitos. No entanto, o uso de protótipos funcionais pode apresentar riscos, já que seu desempenho e aparência podem ser distintos do produto final.

### 2.6.5 Avaliação da resposta do cliente

A maioria das pesquisas de teste de conceito segundo Ulrich e Eppinger (2012), segue um passo a passo específico. Inicialmente, o conceito do produto é transmitido aos participantes e, posteriormente, é avaliada a sua resposta. O teste de conceito em estágio inicial, geralmente, exige que os respondentes escolham entre vários conceitos alternativos. Além disso, perguntas adicionais são feitas para compreender por que os entrevistados reagiram de uma determinada maneira e como os conceitos do produto podem ser aprimorados.

Um elemento essencial do teste de conceito é avaliar a intenção de compra. Ulrich e Eppinger (2012) sugerem uma escala de intenção de compra dividida em cinco categorias:

- Definitivamente compraria.
- Provavelmente compraria.
- Pode ou não comprar.
- Provavelmente não compraria.
- Definitivamente não compraria.

No entanto, existem várias alternativas a essa escala. Por exemplo, é possível utilizar sete ou mais categorias de resposta, ou até mesmo pedir aos entrevistadores que indiquem uma probabilidade numérica de compra. (ULRICH; EPPINGER, 2012).

### 2.6.6 Interpretação dos resultados

Se a equipe deseja comparar dois ou mais conceitos, a interpretação dos resultados será clara. Se um conceito se destaca mais do que os outros e a equipe

está confiante de que os respondentes entendem as principais diferenças entre os conceitos, a equipe pode simplesmente selecionar o conceito preferido.

Caso os resultados forem inconclusivos, a equipe pode decidir escolher um conceito ou oferecer diferentes versões do produto com base em consideração de custo ou outras variáveis. No entanto, essa decisão deve ser tomada com cautela, pois os custos de fabricação variam muito entre os conceitos e as informações sobre os preços não foram comunicadas aos entrevistadores. Nesses casos, os entrevistados podem estar inclinados a escolher opções mais caras. (ULRICH; EPPINGER, 2012).

#### 2.6.7 Reflexão sobre os resultados e o processo.

O teste de conceito proporciona um benefício significativo ao obter retorno de potenciais clientes. Os *insights* qualitativos obtidos por meio de discussões abertas com os entrevistadores sobre os conceitos propostos são particularmente valiosos, especialmente no início do processo de desenvolvimento. A equipe deve considerar esses *insights* tão importantes quanto os resultados numéricos de suas previsões. (ULRICH; EPPINGER, 2012).

Ulrich e Eppinger (2012), também descrevem que, é benéfico para a equipe analisar o impacto das três variáveis-chave no modelo de previsão: o tamanho geral do mercado, a disponibilidade e o conhecimento do produto e a proporção de clientes que provavelmente farão a compra. Em alguns casos, considerar mercados alternativos pode aumentar a primeira variável. A segunda variável pode ser melhorada por meio de estratégias de distribuição e planos de promoção. Já a terceira variável pode ser aumentada por meio de mudanças no *design* do produto (e possivelmente na publicidade), a fim de aumentar sua atratividade.



### 3 METODOLOGIA

Neste trabalho, a metodologia adotada foi dividida em duas etapas principais: Aplicação do método Ulrich e Eppinger, Projeto. Cada etapa foi cuidadosamente planejada e executada, visando atingir os objetivos propostos e garantir a qualidade e eficácia do trabalho desenvolvido.

#### 3.1 Aplicação do Método Ulrich e Eppinger

A primeira etapa da metodologia utilizada, constitui na aplicação do Método Ulrich e Eppinger para desenvolvimento de produto. Esse método proporcionou uma estrutura sistemática para a concepção e análise do produto desenvolvido, levando em consideração as necessidades dos clientes, as restrições técnicas e os requisitos do mercado.

Inicialmente são realizadas as principais atividades do método: identificação de necessidades, geração de conceito, seleção de conceito, especificação de projeto. Em cada etapa foram seguidas as diretrizes de boas práticas propostas por Ulrich e Eppinger.

A empresa para a qual o equipamento foi desenvolvido, conta com uma equipe de marketing e análise de mercado, que possui como uma de suas funções identificar possíveis oportunidades de mercado, e atender o *feedback dos* clientes que já são usuários da marca. Com isso, a proposta para o desenvolvimento do presente trabalho será voltada para um equipamento que já existe no mercado, porém não faz parte dos equipamentos presentes no catálogo da empresa.

O equipamento proposto pela equipe é o *Bench Press*, cuja concepção consiste em um banco acolchoado no qual o usuário se deita de costas. Pesos localizados acima do usuário, na altura de seus ombros, são empurrados para cima, vencendo a gravidade, esse peso pode estar engastado por uma alavanca (como ilustrado pela Figura 15), por uma barra reta, ou até mesmo podem ser pesos livres.

Figura 15 - Exemplo de *Bench Press* máquina articulada



Fonte: Legend Fitness, 2023.

### 3.2 Projeto

A etapa de projeto, consiste no detalhamento do produto, utilizando ferramentas CAD (*Computer-Aided Design*), que permitem a criação de modelos digitais tridimensionais do produto, facilitando a visualização e análise das diferentes partes e componentes do equipamento. A ferramenta utilizada será o SOLIDWORKS 2020 sp0.

Nessa etapa, serão desenvolvidos os modelos 3D (três dimensões) dos conceitos selecionados oriundos da etapa de seleção de conceito. Especificações de materiais e listas de componentes para a fabricação e montagem do equipamento que for selecionado também serão desenvolvidos.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 Aplicação do Método Ulrich e Eppinger

#### 4.1.1 Identificação das necessidades

O primeiro passo da aplicação da metodologia foi de identificar as necessidades dos clientes em relação ao produto em desenvolvimento, para isso, realizou-se a coleta dos dados brutos dos clientes. A coleta dos dados envolve o contato com o cliente, ou usuário, e a experiência com o ambiente do uso do produto, portanto, foram realizadas dez entrevistas, das quais, duas delas foram com *lead users*, duas com usuários extremos, duas com usuários ocasionais, três com usuários frequentes, e uma com o responsável pela manutenção de equipamentos de uma academia.

As entrevistas foram realizadas no ambiente de uso do produto, possibilitando a observação do uso do equipamento, por consequência, algumas necessidades foram levantadas apesar de não serem expressas pelos entrevistados. A necessidades dos clientes foram expressas em declarações por escrito como ilustrado pela Tabela 1 e são o resultado da interpretação da necessidade subjacente aos dados brutos coletados dos clientes.

**Tabela 1 – Tradução das informações levantadas em necessidades**

Importância (1-5)	Necessidade
4	Permitir facilidade de uso
4	Permitir ajustes de regulagem
5	Reduzir desconforto nos ombros
5	Possibilitar ajuste de carga
3	Permitir ajustes de altura
3	Facilitar manuseio
4	Possibilitar diferentes posicionamentos de pegada
2	Ser confiável
1	Preservar a durabilidade da pintura
2	Ser acessível para iniciantes
4	Atender diferentes objetivos de treino
4	Ter fácil manutenção
3	Ter alavancas firmes
3	Utilizar ferramentas simples para manutenção
3	Permitir movimento de fechamento dos braços
2	Ser bonito
4	Permitir troca fácil de peças

Fonte: autoria Própria

#### 4.1.2 Estabelecer especificações alvo

Após o levantamento de necessidades e a definição das importâncias relativas, de acordo com o método de desenvolvimento de produto descrito por ULRICH E EPPINER (2012), foram realizadas as seguintes etapas: preparação da lista de métricas, coleta de dados e informações dos concorrentes (*benchmarking*), definição dos valores-alvos ideais e marginais para o produto. Conforme ilustrado pela Figura 16, foram levantadas 14 métricas, que refletem tão diretamente quanto possível o grau em que o produto satisfaz as necessidades do cliente, sendo a relação entre necessidades e métricas uma etapa central para todo o conceito de especificações.

**Figura 16 - Lista de métricas para o Bench Press**

1	Comprimento do estofado do apoio das costas
2	Largura do estofado do apoio das costas
3	Número de etapas para adequar o uso
4	Ângulo no suporte das alavancas
5	Comprimento do anilheiro
6	Ângulo ajustável do banco
7	Altura ajustável das alavancas
8	Espaçamento de folga entre componentes de fixação
9	Massa total
10	Tempo de vida útil da pintura
11	Ferramentas especiais para a manutenção
12	Tempo de desmontar/montar para manutenção
13	Ser bonito
14	Ângulo dos pegadores das mãos

**Fonte: autoria própria**

Realizada a etapa de desenvolvimento das métricas, construiu-se a relação das necessidades dos clientes com as métricas que o produto precisa ter para contemplar essas necessidades conforme descrito pela Figura 17, é possível observar que ao fazer a combinação entre as necessidades e as métricas, que uma métrica

foi utilizada mais de uma vez para corresponder a necessidade, e que uma necessidade precisou de mais de uma métrica para ser representada, como por exemplo a métrica de ângulo no suporte das alavancas, que correspondeu as necessidades de permitir facilidade de uso, reduzir desconforto nos ombros, ter alavancas firmes e permitir fechamento dos braços.

Figura 17 - Matriz necessidades-métricas

		Métricas																
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13				
Necessidades	1	Permitir facilidade de uso	x	x	x		x										x	
	2	Permitir ajustes de regulagem				x	x											x
	3	Reduzir desconforto nos ombros			x													
	4	Possibilitar ajuste de carga				x												
	5	Permitir ajustes de altura					x	x										
	6	Facilitar manuseio		x														x
	7	Possibilitar diferentes posicionamentos de pegada																x
	8	Ser confiável								x								
	9	Preservar a durabilidade da pintura									x							
	10	Ser acessível para iniciantes								x								
	11	Atender diferentes objetivos de treino		x							x							x
	12	Ter fácil manutenção										x	x					
	13	Ter alavancas firmes			x					x								
	14	Utilizar ferramentas simples para manutenção										x	x					
	15	Permitir movimento de fechamento dos braços			x													
	16	Ser bonito															x	
	17	Permitir troca fácil de peças										x	x					

Fonte: autoria própria

A coleta de informações através do *benchmarking* competitivo é fundamental no PDP (Processo de desenvolvimento de produto) para determinar o sucesso comercial do produto, as informações são utilizadas para apoiar decisões de posicionamento. O *benchmarking* para o desenvolvimento do *Bench Press* foi

realizado com três fabricantes de equipamentos de academia, dentre elas uma fabricante nacional e duas internacionais, e foram levantados os valores das métricas de cada fabricante conforme ilustrado pela Figura 18.

Figura 18 - *Benchmarking* competitivo

N°	Necessidade	Métrica	Importância	Unidades	Titan Fitness	Valor Fitness	Life Fitness
1	1	Comprimento/largura do estofado do apoio das costas	4	mm	584,2 x 241,3	-	600 x 250
2	1, 6, 11	Número de etapas para adequar o uso	3	-	5	3	1
3	1, 3, 13, 15	Ângulo no suporte das alavancas	4	°	-	15°	30°
4	2, 4	Comprimento do anilheiro	4	mm	241,3	241,3	241,3
5	1, 2, 5	Ângulo ajustável do banco	2	°	0°- 85°	70°	-
6	5	Altura ajustável das alavancas	5	mm	-	203,2	-
7	13	Espaçamento de folga entre componentes de fixação	2	mm	-	-	2
8	8, 11	Massa total	3	Kg	70,3	-	109
9	9	Tempo de vida útil da pintura	3	Anos	-	-	-
10	12, 14, 17	Ferramentas especiais para a manutenção	2	-	-	8	6
11	12, 14, 17	Tempo de desmontar/montar para manutenção	3	min	150	120	135
12	16	Ser bonito	2	-	-	-	-
13	1, 2, 6, 11	Ângulo dos pegadores das mãos	5	°	90°	180°	-

Fonte: autoria própria

É possível notar que alguns campos de métricas não foram preenchidos com os seus devidos valores, pois nas pesquisas realizadas para o *benchmarking* não foram encontrados esses valores, isso se deve à dois motivos: o fabricante não fornece esses valores por sigilo de projeto, ou o equipamento não contém tal métrica.

A Figura 19 ilustra os valores-alvo e marginalmente aceitáveis para o processo de desenvolvimento do *Bench Press*, é possível notar que os valores das métricas variam de valores exatos, valores máximos e intervalos de valores.

Figura 19 - Valores-alvos e marginalmente aceitáveis PDP Bench Press

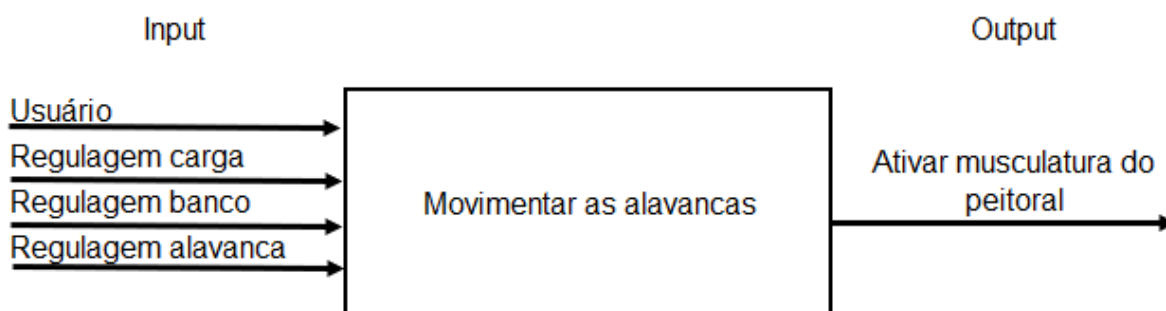
Nº	Necessidade	Métrica	Importância	Unidades	Valores alvos	Valores margens
1	1	Comprimento do estofado do apoio das costas	4	mm	1200	1200
2	2	Largura do estofado do apoio das costas	4	mm	280	280
3	1, 6, 11	Número de etapas para adequar o uso	3	-	3	Entre 3 e 5
4	1, 3, 13, 16	Ângulo no suporte das alavancas	4	°	20°	entre 15° e 30°
5	2, 4	Comprimento do anilheiro	4	mm	400	400
6	1, 2, 5	Ângulo ajustável do banco	2	°	30°	Entre 0° e 30°
7	5	Altura ajustável das alavancas	5	mm	300	Entre 0 e 300
8	13	Espaçamento de folga entre componentes de fixação	2	mm	4	No máximo 4
9	8, 11	Massa total	3	Kg	150	Entre 130 e 160
10	9	Tempo de vida útil da pintura	3	Anos	5	No mínimo 3
11	12, 15, 18	Ferramentas especiais para a manutenção	2	-	6	No máximo 10
12	12, 15, 18	Tempo de desmontar/montar para manutenção	3	min	40	No máximo 60
13	17	Ser bonito	2	-	-	-
14	1, 2, 6, 11	Ângulo dos pegadores das mãos	5	°	65	Entre 50° e 70°

Fonte: autoria própria

#### 4.1.3 Geração de conceitos

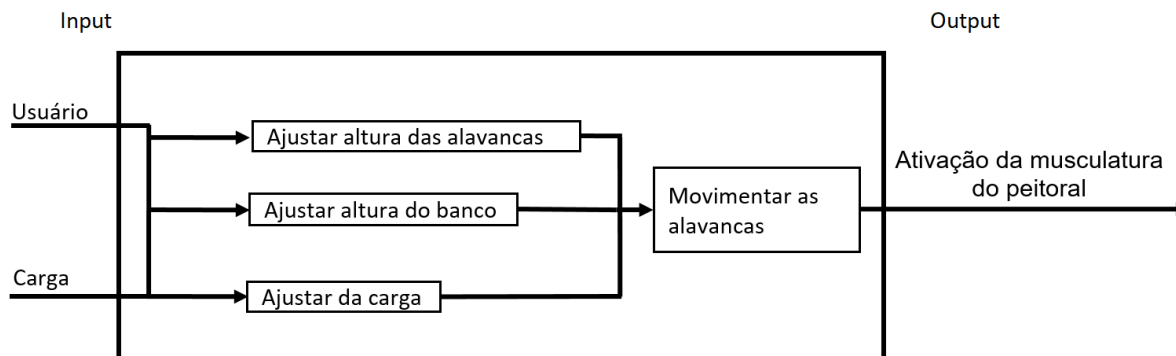
Para a geração de conceitos do equipamento desenvolvido, foram analisadas as funções do Bench Press decorrente de uma decomposição funcional geral, conforme ilustrado pela Figura 20 e com uma decomposição mais refinada mostrando subfunções como ilustra a Figura 21. É possível notar que nem todas as necessidades estão traduzidas em termos de funções que o equipamento deve ter.

Figura 20 - Diagrama de funções do Bench Press



Fonte: autoria própria

**Figura 21 - Combinação do Diagrama com a árvore de funções para o Bench Press**



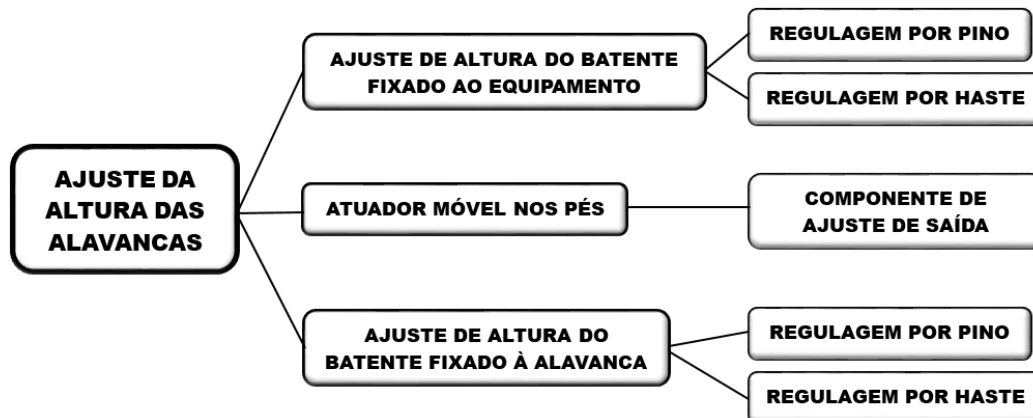
**Fonte: autoria própria**

Como resultado da atividade de decompor as funções do equipamento e da busca interna e externa de soluções para atender tais funções, foram coletados fragmentos de conceitos (soluções para os subproblemas), por isso se fez necessário uma exploração sistemática para navegar entre as possibilidades, organizando e sintetizando os fragmentos em soluções, utilizando-se de duas ferramentas, a árvore de classificação e a tabela de combinação, onde a primeira ajuda a dividir as soluções possíveis em categorias independentes e a segunda orienta a consideração seletiva das combinações de fragmentos.

A Figura 22, mostra o escopo de possibilidades para a função de ajustar a altura das alavancas, sendo elas, ajustar a altura do batente fixado ao equipamento, atuador móvel nos pés e ajuste de altura do batente fixado à alavanca, todos esses fragmentos de soluções possuem algumas soluções que abrangem todas as possibilidades para tal função.



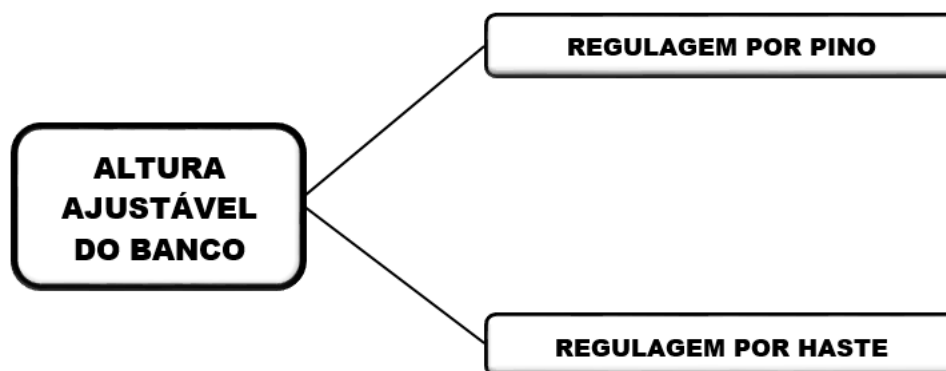
Figura 22 - Árvore de classificação de conceitos Ajuste de altura das alavancas



Fonte: autoria própria

A Figura 23, ilustra as duas subfunções que atendem a função do equipamento Bench Press de ter a possibilidade de ajustar a altura do banco, sendo uma subfunção de ajustar a altura através de uma regulagem por pino e a outra por intermédio de uma regulagem por haste.

Figura 23 - Árvore de classificação de conceitos Altura ajustável do banco



Fonte: autoria própria

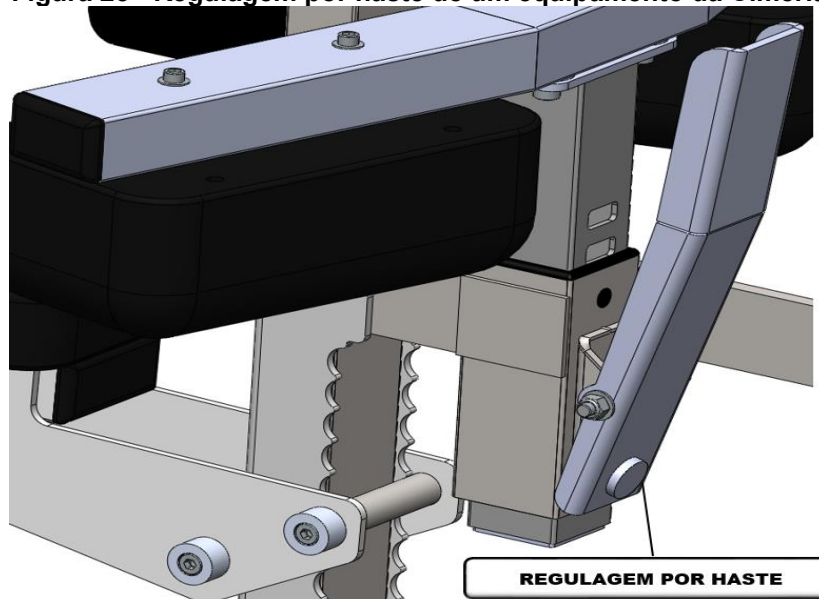
Nota-se que algumas das soluções acabam se repetindo, como por exemplo a solução de regulagem por pino ou por haste, que se repetem nas funções de ajuste da altura das alavancas e altura ajustável do banco, isso ocorre pelo fato dessas duas soluções poderem ser aplicadas em diferentes situações, por serem eficazes e possuírem um vasto tipo de aplicação, essa solução é comumente encontrada em diversos tipos de equipamentos de academia como ilustra as Figuras 24 e 25.

Figura 24 - Regulagem por pino em um equipamento da Arsenal Strength



Disponível em: <https://www.myarsenalstrength.com/strength-equipment/reloaded/upper-body-reloaded/reloaded-t-bar-row>

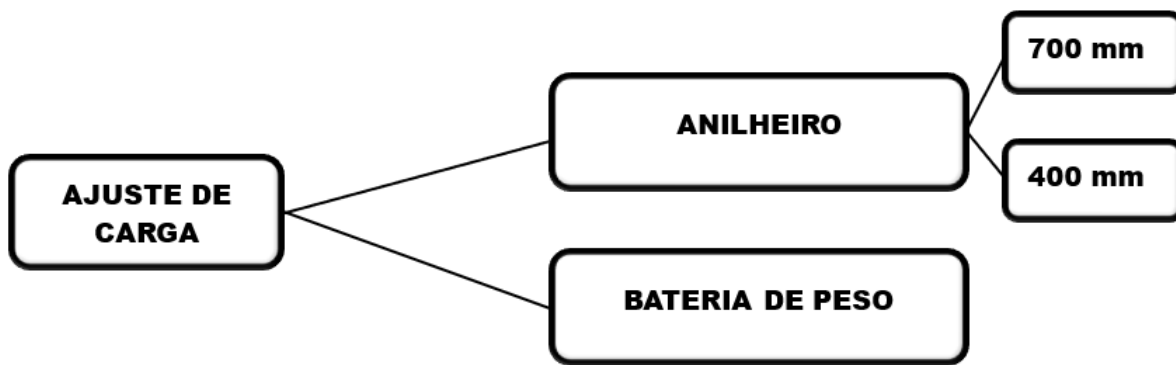
Figura 25 - Regulagem por haste de um equipamento da Cimerian



Fonte: autoria própria

A Figura 26, ilustra duas subfunções da função de ajustar a carga que é adicionada pelo usuário, sendo por meio do componente anilheiro ou através de uma bateria de peso que permite regular a carga por meio do posicionamento de um pino em uma bateria de peso.

Figura 26 - Árvore de classificação de conceitos Ajuste de carga



Fonte: autoria própria

Realizada a etapa de abranger as possibilidades de soluções para as funções do *Bench Press*, foi construída a tabela de combinações como ilustra a Tabela 2. A tabela de combinações de conceitos fornece uma maneira de considerar as combinações de fragmentos de solução sistematicamente, e tem como metodologia, fazer iterações forçadas entre os fragmentos para estimular mais pensamentos criativos.

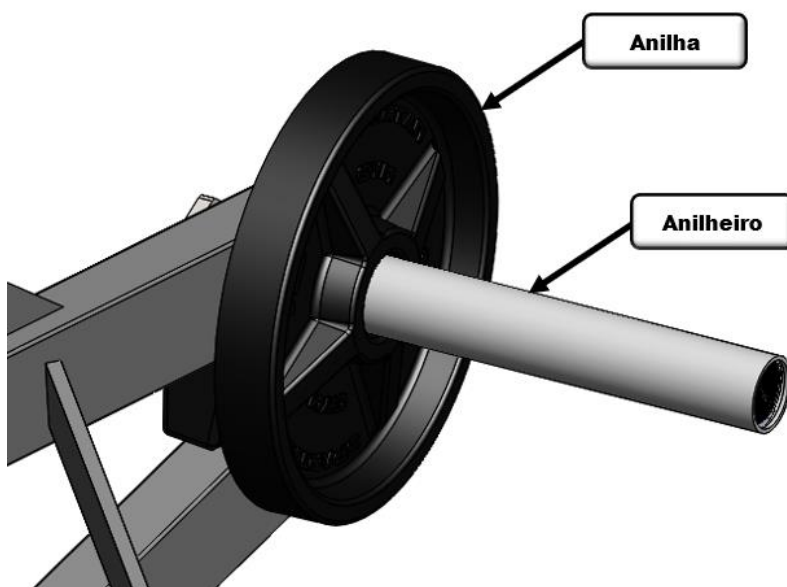
Tabela 2 - Tabela de combinação

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés	Regulagem por haste
	Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	

Fonte: autoria própria

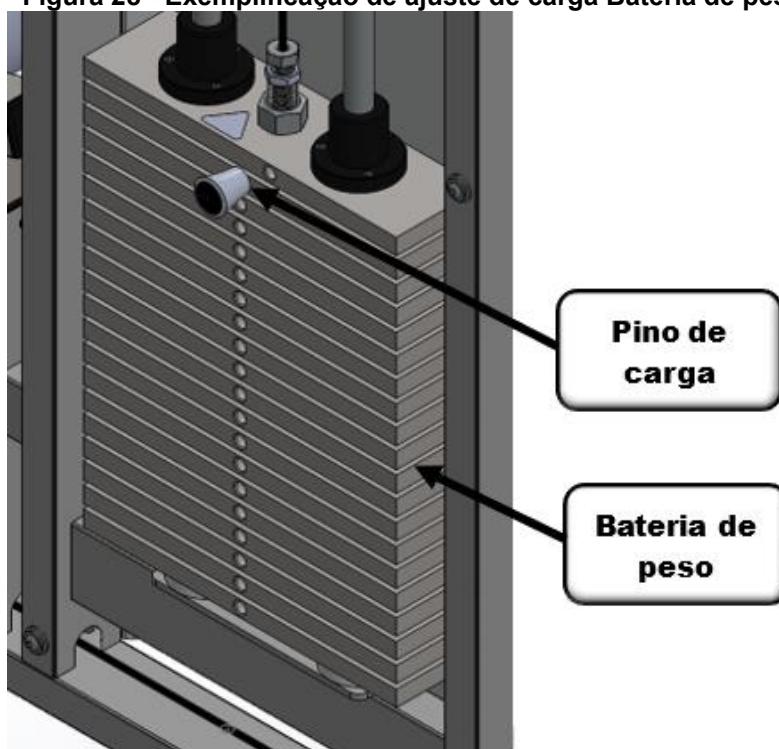
Para possibilitar uma melhor combinação de soluções para o conceito do Bench Press ilustrado pela Tabela 2, se faz necessário a exemplificação das soluções encontradas. A Figura 27 ilustra o ajuste por anilhas e a Figura 28 ilustra o ajuste através de uma bateria de pesos.

Figura 27 - Exemplificação de ajuste por anilha



Fonte: autoria própria

Figura 28 - Exemplificação de ajuste de carga Bateria de peso



Fonte: autoria própria

Na parte de ajuste da altura das alavancas, tem-se três subfunções, sendo elas, ajuste da altura do batente fixado ao equipamento ilustrado pela Figura 29,

atuador móvel nos pés exemplificado pela Figura 30 e ajuste de altura do batente fixado à alavanca conforme ilustrado pela Figura 31.

**Figura 29 - Tubo de regulagem no batente**



Disponível em: <https://valorfitness.com/products/bf-47-adjustable-flat-incline-bench-press>

**Figura 30 - Tubo de regulagem nas alavancas**



Disponível em: <https://atlantisstrength.com/gym-equipment/p443>

**Figura 31 - Atuador móvel nos pés**



Disponível em: <https://www.panattasport.com/en/product/1HP537.html>

Após a representação das soluções para facilitar a compreensão, é feita a combinação entre as soluções descritas na Tabela 2, surgindo assim conceitos de Bench Press, realizando as combinações das soluções é possível chegar em 12 conceitos no mínimo, porém a escolha de uma combinação de fragmentos não leva espontaneamente a uma solução para o problema geral. Para isso foram selecionados 6 combinações que possuem características essenciais para atender as necessidades dos clientes.

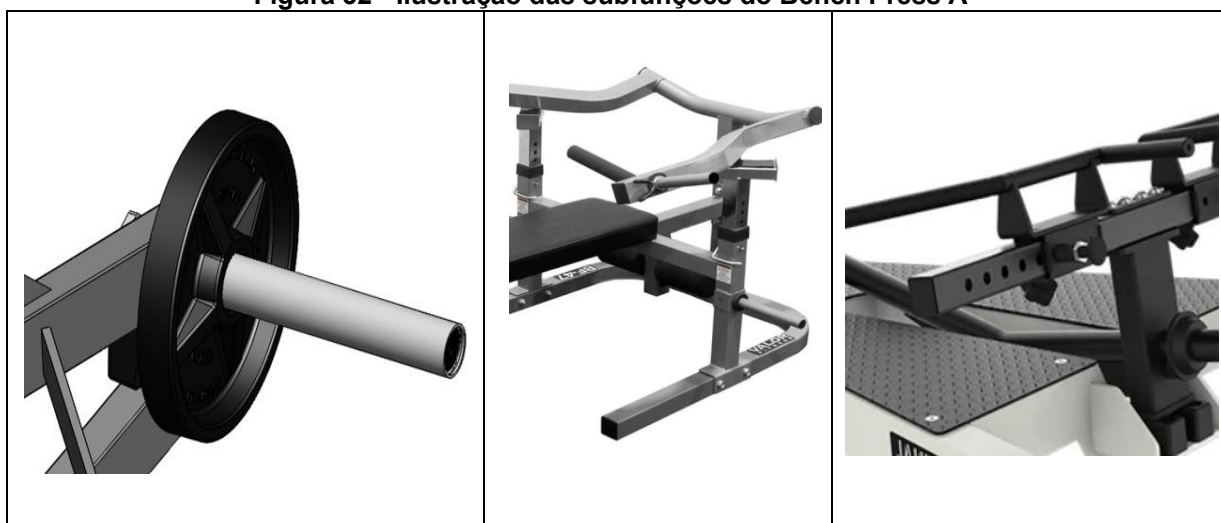
As tabelas 3, 4, 5, 6, 7 e 8, ilustram as seis combinações das subfunções e as Figuras 32, 33, 34, 35, 36 e 37 exemplificam conceitos diferentes de Bench Press, cada conceito será nomeado como Bench Press A, Bench Press B e de forma sequencial até Bench Press F.

Tabela 3 - Conceito Bench Press A

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	Regulagem por haste

Fonte: autoria própria

Figura 32 - Ilustração das subfunções do Bench Press A



Fonte: autoria própria

Tabela 4 - Conceito Bench Press B

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	Regulagem por haste

Fonte: autoria própria

Figura 33 - Ilustração das subfunções do Bench Press B



Fonte: autoria própria

Tabela 5 - Conceito Bench Press C

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés	Regulagem por haste
	Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	

Fonte: autoria própria

Figura 34 - Ilustração das subfunções do Bench Press C



Fonte: autoria própria



Tabela 6 - Conceito do Bench Press D

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	Regulagem por haste

Fonte: autoria própria

Figura 35 - Ilustração das subfunções do Bench Press D



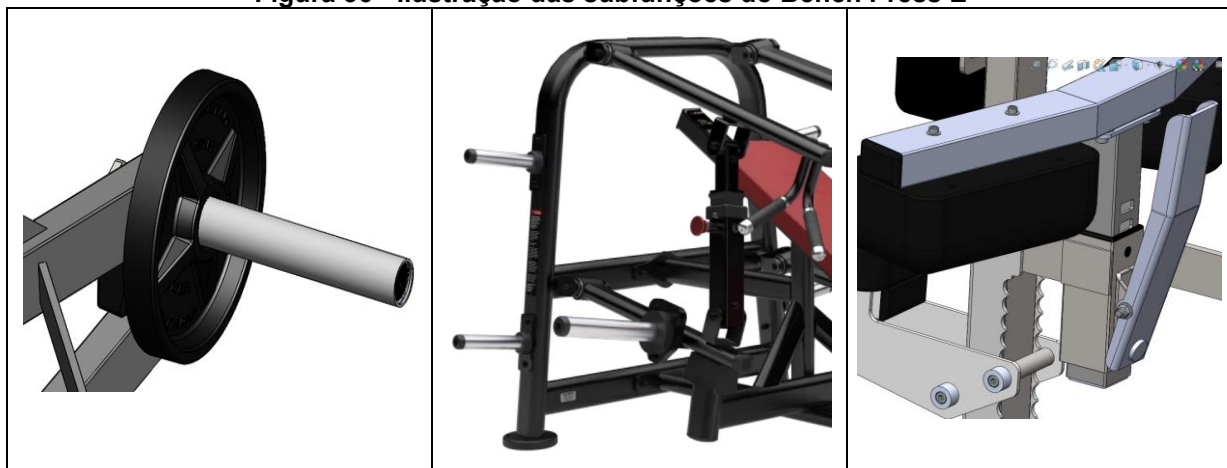
Fonte: autoria própria

Tabela 7 - Conceito Bench Press E

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	Regulagem por haste

Fonte: autoria própria

Figura 36 - Ilustração das subfunções do Bench Press E



Fonte: autoria própria

Tabela 8 - Conceito Bench Press F

Ajuste de carga	Ajuste de altura das alavancas	Altura ajustável do banco
Anilheiro	Ajuste de altura do batente fixado ao equipamento	Regulagem por pino
Bateria de peso	Atuador móvel nos pés Ajuste de altura do batente fixado à alavanca	Regulagem por haste

Fonte: autoria própria

Figura 37 - Ilustração das subfunções do Bench Press F



Fonte: autoria própria

#### 4.1.4 Triagem dos conceitos

Realizado a etapa de geração de conceitos através da combinação das subfunções, é feito a triagem dos conceitos por meio da matriz de triagem de conceito como ilustrado pela Figura 38, com o objetivo de comparar um conceito com o outro a fim de selecionar os melhores conceitos para dar continuidade ao desenvolvimento do produto.

**Figura 38 - Matriz de triagem de conceito do Bench Press**

Critério de seleção	Conceitos					
	Bench Press A	Bench Press B	Bench Press C	Bench Press D	Bench Press E (referência)	Bench Press F
Etapas para uso	+	0	+	-	0	+
Regulagem da altura da alavanca	-	-	+	-	0	-
Regulagem do banco	+	+	+	+	0	+
Facilidade de manutenção	0	-	0	-	0	+
Facilidade de iniciar o movimento	-	+	+	0	0	+
Facilidade de fabricação	0	-	+	0	0	0
Soma [+]	2	2	5	1	0	4
Soma [0]	2	1	1	2	6	1
Soma [-]	2	3	0	3	0	1
Pontuação líquida	0	-1	5	-2	0	3
Posição	4	5	1	6	3	2
Continuar ?	Não	Não	Sim	Não	Não	Sim

**Fonte: autoria própria**

A matriz de triagem de conceito demonstrou-se totalmente necessária, pois ao final dessa etapa, apenas dois conceitos deram continuidade no desenvolvimento do produto, economizando recursos que serão realocados nos conceitos Bench Press C e Bench Press F, como por exemplo tempo de modelagem 3D.

## 4.2 Projeto

Nessa etapa foram modelados os dois conceitos oriundos da matriz de triagem de conceitos, e selecionado o melhor conceito, com base no *feedback* dos entrevistados (mesmos entrevistados da etapa 4.1.1).

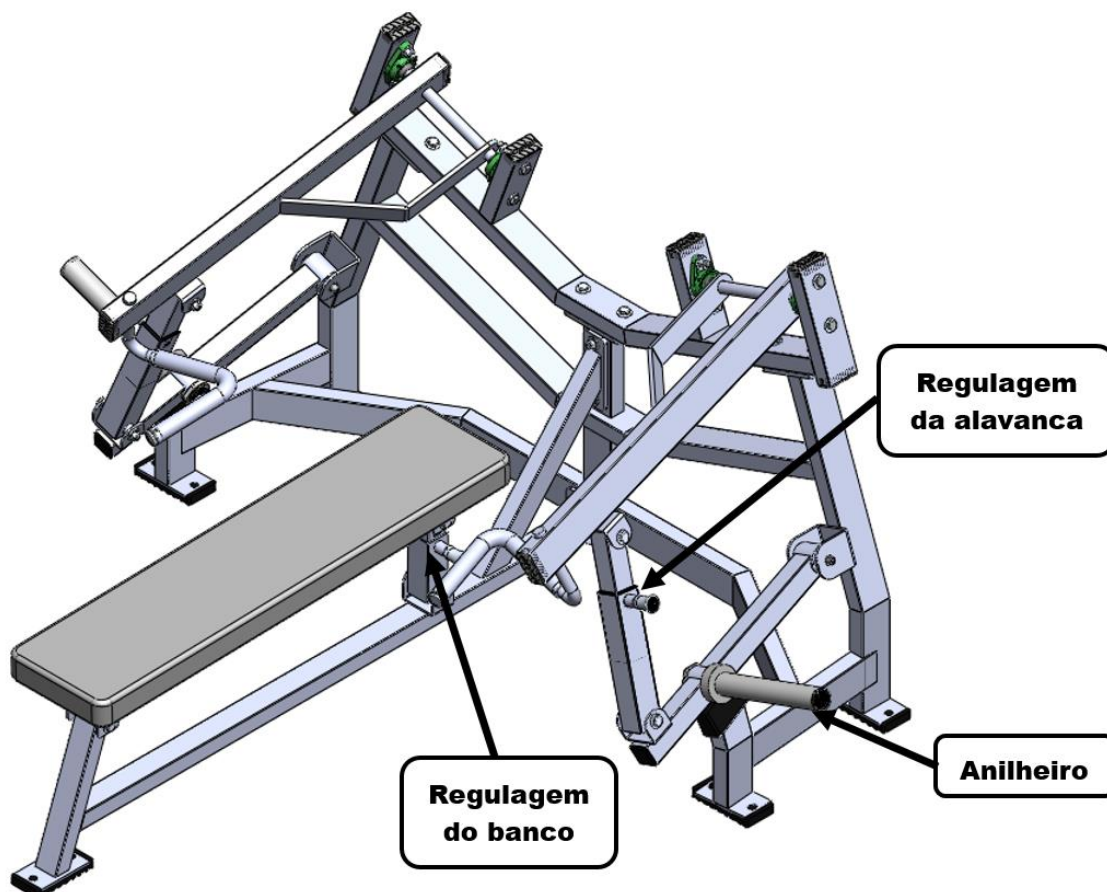
Apesar da importância intrínseca da ergonomia no desenvolvimento de equipamentos de academia, vale ressaltar que o foco primordial deste trabalho não está exclusivamente centrado nesse aspecto. Embora a ergonomia desempenhe um papel significativo na busca por um produto final que promova conforto e segurança aos usuários, o desenvolvimento concentra-se de maneira mais proeminente no processo de desenvolvimento do equipamento em si. Este enfoque abraça uma perspectiva abrangente que engloba desde a concepção inicial até a geração de um conceito, considerando não apenas a ergonomia, mas também aspectos como adequação às demandas do mercado. Desta forma, buscou integrar uma gama diversificada de considerações no desenvolvimento do equipamento de academia, proporcionando uma abordagem abrangente e holística para a criação de um produto que atenda tanto às expectativas quanto às necessidades do público-alvo.

### 4.2.1 Modelagem 3D

Na etapa de modelagem 3D (três dimensões) os conceitos Bench Press C e Bench Press F foram os selecionados. Utilizando o software *SolidWorks* os dois conceitos foram modelados baseando-se no *design* dos equipamentos já existentes da empresa.

A Figura 39 ilustra o conceito Bench Press C modelado em 3D (três dimensões), o equipamento possui banco regulável por meio de pino de regulagem, ajuste da altura das alavancas com tubo de regulagem na alavanca e anilheiro.

Figura 39 – Modelo 3D do conceito Bench Press C

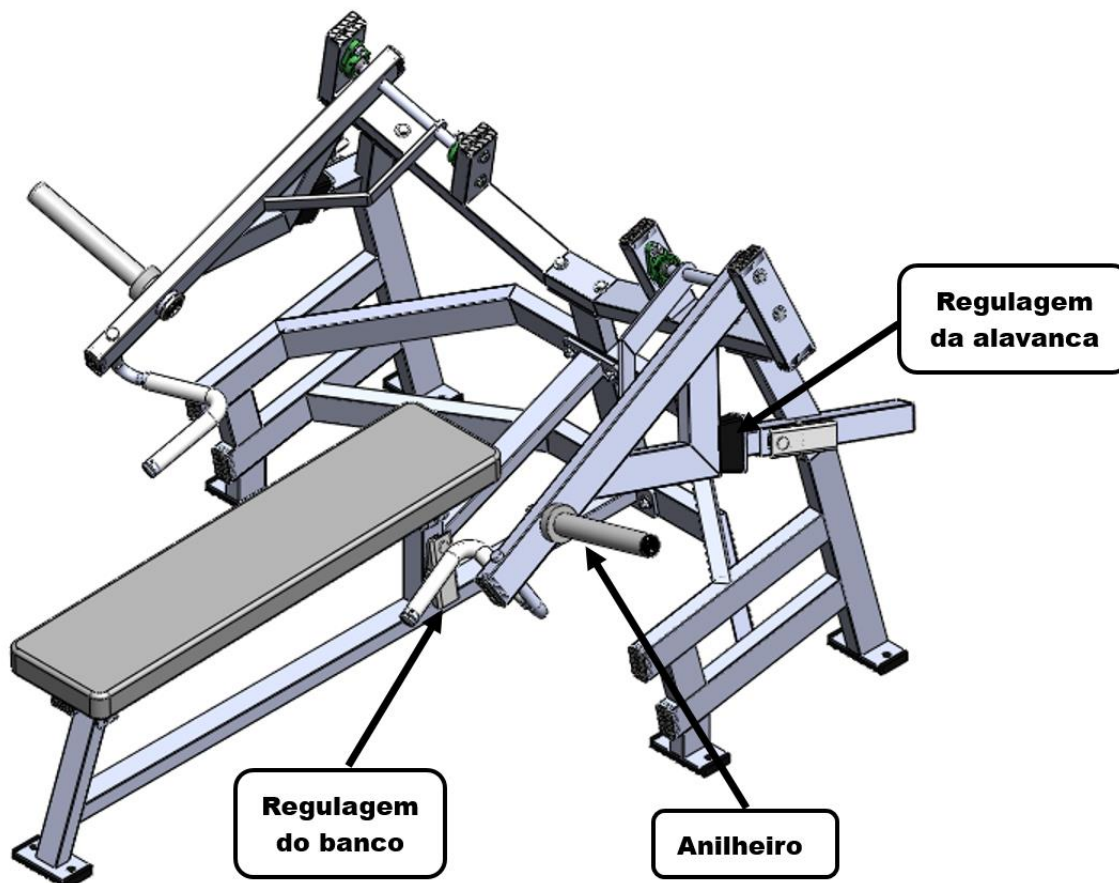


Fonte: autoria própria

O conceito do Bench Press C possui três etapas para uso, sendo elas, a etapa de ajuste de carga através do anilheiro, ajuste da altura da alavanca e ajuste da altura do banco, podendo ser menor a quantidade, dependendo da necessidade do usuário.

A Figura 40 ilustra a modelagem 3D (três dimensões) do conceito do Bench Press F, o equipamento possui regulagem da altura do banco por meio de uma haste, regulagem da altura da alavanca através de um tubo de regulagem no batente fixado ao equipamento, e anilheiro.

Figura 40 - Modelagem 3D do conceito Bench Press F



Fonte: autoria própria

O conceito do Bench Press F possui três etapas para uso, podendo ser menor dependendo da necessidade do usuário, o equipamento tem a opção de regulagem da altura do banco através de uma haste de regulagem, ajuste da altura da alavanca através de um tubo de regulagem posicionado no batente fixado ao equipamento e ajuste de carga através do anilheiro.

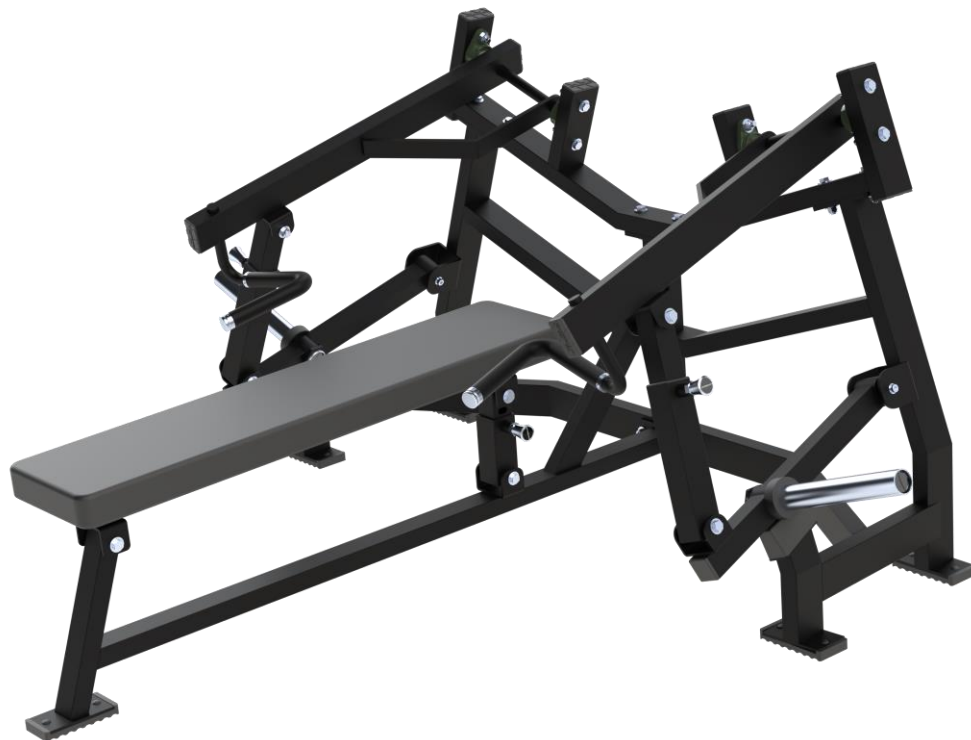
#### 4.2.2 Seleção do Conceito

Para a seleção de conceito, o formato de coleta do feedback dos entrevistados, foi de forma presencial e foram mostradas as Figuras 41 e 42, e feito os seguintes questionamentos:

- Qual dos dois equipamentos você compraria?
- Qual dos dois equipamentos você usaria?
- Qual equipamento aparenta ser mais confiável?

- Qual equipamento você indicaria para a academia em que você treina?
- Qual equipamento deve ser desenvolvido? Por quê?
- Qual sua intenção de compra?
  - Definitivamente compraria.
  - Provavelmente compraria.
  - Pode ou não comprar.
  - Provavelmente não compraria.
  - Definitivamente não compraria.

**Figura 41 - Renderização do conceito Bench Press C**



**Fonte: autoria própria**

**Figura 42 - Renderização do conceito Bench Press F**



**Fonte: autoria própria**



A tabela 9 e 10 contêm os dados obtidos através do questionário, sendo os números das colunas dos conceitos a representação quantitativa das respostas dos entrevistados.

**Tabela 9 - Resultado do questionário de seleção de conceito**

<b>Questionário</b>	<b>Bench Press C</b>	<b>Bench Press F</b>
• Qual dos dois equipamentos você compraria?	7	3
• Qual dos dois equipamentos você usaria?	8	2
• Qual equipamento aparenta ser mais confiável?	5	5
• Qual equipamento você indicaria para a academia em que você treina?	6	4
• Qual equipamento deve ser desenvolvido? Por quê?	7	3
Média	6,6	3,4

Fonte: autoria própria

**Tabela 10 - Resultado da última pergunta do questionário**

<b>Questionário</b>	<b>Bench Press C</b>	<b>Bench Press F</b>
• Qual sua intenção de compra?		
• Definitivamente compraria.	3	1
• Provavelmente compraria.	4	2
• Pode ou não comprar.	2	4
• Provavelmente não compraria.	1	2
• Definitivamente não compraria.	0	1

Fonte: autoria própria

Nota-se que o resultado do questionário foi positivo para o desenvolvimento do conceito Bench Press C, com uma média de aceitação de 6,6 e uma possibilidade de compra maior em relação ao outro conceito, enquanto o conceito Bench Press F, teve uma média de aceitação de 3,4, portanto o conceito selecionado foi o do Bench Press C.

#### 4.2.3 Bill of materials (BOM)

A BOM (*Bill of materials*) é a lista de materiais necessárias para poder fabricar e montar o equipamento, que foi levantada apenas para o Bench Press C, a Tabela 11 ilustra os materiais necessários para a fabricação e montagem, considerando matéria-prima e produtos acabados como parafusos, peças injetadas entre outras.

Tabela 11 - *Bill of Materials* Bench Press C

(continua)

Tipo	Nome	Qtd.	Unidade de medida	Preço	Preço unitário
Matéria-prima	Tubo Metalon 80 X 40 CH 11 (34,08 Kg/ Barra 6M)	1,95	barra	R\$ 471,90	R\$ 242,00
Matéria-prima	Tubo Metalon 60 X 40 CH 11 (28,05 Kg/ Barra 6M)	0,59	barra	R\$ 122,72	R\$ 208,00
Matéria-prima	Tubo Metalon 60 X 60 CH 14 (17,38 Kg/ Barra 6M)	0,12	barra	R\$ 18,25	R\$ 152,12
Matéria-prima	Tubo Metalon 50 X 50 CH 11 (28,05 Kg/ Barra 6M)	0,36	barra	R\$ 48,67	R\$ 135,20
Matéria-prima	Chapa 9,525mm 1020 FQ (1200 X 3000/ 270 Kg)	7,98	Kg	R\$ 41,63	R\$ 1.930,00
Matéria-prima	Chapa 6,35mm 1020 FQ (1200 X 3000/ 180 Kg)	3,10	Kg	R\$ 22,06	R\$ 1.281,00
Matéria-prima	Chapa 4,76mm 1020 FQ (1200 X 3000/ 135,37 Kg)	1,70	Kg	R\$ 12,13	R\$ 966,00
Matéria-prima	Maciço redondo 1" - Aço 1020 - Mecânico	0,66	Metro	R\$ 120,35	R\$ 182,35
Matéria-prima	Maciço redondo 1" - Aço 1020 - Trefilado	1,50	Metro	R\$ 373,95	R\$ 249,30
Produto acabado	Anel Elástico Interno (Din 472 - J43)	6,00	Unidade	R\$ 10,80	R\$ 1,80
Produto acabado	Arruela - m6	4,00	Unidade	R\$ 0,24	R\$ 0,06
Produto acabado	Arruela - 1/2"	50,00	Unidade	R\$ 28,00	R\$ 0,56
Produto acabado	Arruela - 3/8"	4,00	Unidade	R\$ 1,84	R\$ 0,46
Produto acabado	Batente Trapézio - FT045	2,00	Unidade	R\$ 22,00	R\$ 11,00
Produto acabado	CM - ESTOF - 1200X280	1,00	Unidade	R\$ 120,00	R\$ 120,00
Produto acabado	CM - IMP - ADESIVO RESINADO	3,00	Unidade	R\$ 2,10	R\$ 0,70
Produto acabado	Encosto de Anilha Olímpica - FT048	2,00	Unidade	R\$ 2,70	R\$ 1,35
Produto acabado	Mancal - SNR - ESFL - 205	4,00	Unidade	R\$ 126,00	R\$ 31,50
Produto acabado	Meia porca - 11/16"	4,00	Unidade	R\$ 3,72	R\$ 0,93
Produto acabado	Parafuso Sextavado - M12X110	7,00	Unidade	R\$ 20,65	R\$ 2,95
Produto acabado	Parafuso Sextavado - M12X80	8,00	Unidade	R\$ 19,12	R\$ 2,39
Produto acabado	Parafuso Sextavado - M12X70	10,00	Unidade	R\$ 22,30	R\$ 2,23

Tabela 12 - *Bill of Materials* Bench Press C

(conclusão)

Tipo	Nome	Qtd.	Unidade de medida	Preço	Preço unitário
Produto acabado	Parafuso Allem - Cabeça Cilíndrica 1/4"X1.1/2"	4,00	Unidade	R\$ 4,76	R\$ 1,19
Produto acabado	Parafuso Allem - Cabeça Cilíndrica M10X30	4,00	Unidade	R\$ 3,28	R\$ 0,82
Produto acabado	Porca - M12 - Travante	25,00	Unidade	R\$ 10,25	R\$ 0,41
Produto acabado	Rolamento - 6205	4,00	Unidade	R\$ 24,00	R\$ 6,00
Produto acabado	Sapata - FT0589	5,00	Unidade	R\$ 17,00	R\$ 3,40
Produto acabado	Tampa Interna Sanfonada - 80X40	10,00	Unidade	R\$ 10,00	R\$ 1,00
Produto acabado	Tampa Interna Sanfonada - 50X50	2,00	Unidade	R\$ 1,20	R\$ 0,60
<b>CUSTO TOTAL</b>				<b>R\$ 1.681,63</b>	
<b>Fonte: autoria própria</b>					

Para a montagem da *Bill of Materials*, as matérias-primas e os insumos escolhidos foram selecionados se espelhando em outros produtos da empresa, ou seja, se utilizou componentes e matérias-primas que estão disponíveis em estoque. Realizada a *Bill of Materials* conclui-se que o custo total de fabricação do equipamento, levando em consideração matéria-prima e produtos acabados foi de 1.681,63 reais. O ticket médio da empresa é de 10.000,00 reais e a margem de lucro dos equipamentos é de 85% portanto o preço de venda do Bench Press C seria de 11.210,86 reais.

Tabela 13 - Tempo estimado de Fabricação e Montagem do Bench Press C

Tempo de Fabricação	Bench Press C	Unidade
Corte Plasma CNC de Tubo Metalon Tubo Metalon 80 X 40 CH 11 (34,08 Kg/ Barra 6M)	800	Segundos
Corte Plasma CNC de Tubo Metalon Tubo Metalon 60 X 40 CH 11 (28,05 Kg/ Barra 6M)	720	Segundos
Corte Plasma CNC de Tubo Metalon Tubo Metalon 60 X 60 CH 14 (17,38 Kg/ Barra 6M)	700	Segundos
Corte Plasma CNC de Tubo Metalon Tubo Metalon 50 X 50 CH 11 (28,05 Kg/ Barra 6M)	600	Segundos
Corte Laser CNC Chapa 9,525mm 1020 FQ (1200 X 3000/ 270 Kg)	360	Segundos
Corte Laser CNC Chapa 6,35mm 1020 FQ (1200 X 3000/ 180 Kg)	400	Segundos
Corte Laser CNC Chapa 4,76mm 1020 FQ (1200 X 3000/ 135,37 Kg)	250	Segundos
Usinagens Torno CNC	1800	Segundos
Montagem Inicial (levantamento da estrutura por meio de pontos de solda)	21600	Segundos
Soldagem de todos os componentes	10800	Segundos
Pintura	3600	Segundos
Montagem Final (montagem com todos os componentes)	2400	Segundos
<b>Tempo total</b>	<b>44030</b>	<b>Segundos</b>

Fonte: autoria própria

A tabela 13 serve como um parâmetro de fabricação, para obter melhor controle temporal na cadeia produtiva da indústria. É possível notar que o maior tempo alocado na concepção total do produto é até a fase da pintura onde são necessárias 633,6 minutos e a fase que demanda mais atenção durante o processo (Montagem Final) exige uma demanda estimada de 40 minutos.

## 5 CONCLUSÃO

O modelo de PDP (Processo e Desenvolvimento de Produto) adaptado de Ulrich e Eppinger, permitiu a concepção do produto de forma sólida de sistemática. A declaração do escopo alicerçou o projeto informacional que por sua vez embasou o projeto conceitual que utilizou de metodologia morfológica para se definir uma arquitetura de equipamento.

O conceito selecionado foi o do Bench Press C, cujo valores-alvos e marginalmente aceitáveis estão descritos na Figura 19. Já os valores encontrados após a modelagem do conceito, são demonstrados na Figura 42.

**Figura 43 - Comparação dos valores encontrados com os valores-ideias**

Nº	Necessidade	Métrica	Importância	Unidades	Valores encontrados pós-modelagem
1	1	Comprimento do estofado do apoio das costas	4	mm	1200
2	2	Largura do estofado do apoio das costas	4	mm	280
3	1, 6, 11	Número de etapas para adequar o uso	3	-	3
4	1, 3, 13, 16	Ângulo no suporte das alavancas	4	°	20°
5	2, 4	Comprimento do anilheiro	4	mm	400
6	1, 2, 5	Ângulo ajustável do banco	2	°	5°
7	5	Altura ajustável das alavancas	5	mm	120
8	13	Espaçamento de folga entre componentes de fixação	2	mm	4
9	8, 11	Massa total	3	Kg	135
10	9	Tempo de vida útil da pintura	3	Anos	10
11	12, 15, 18	Ferramentas especiais para a manutenção	2	-	1
12	12, 15, 18	Tempo de desmontar/montar para manutenção	3	min	40
13	17	Ser bonito	2	-	-
14	1, 2, 6, 11	Ângulo dos pegadores das mãos	5	°	65

Fonte: autoria própria

Os valores que estão preenchidos com a cor verde, são valores encontrados após a modelagem que atingiram exatamente as especificações dos valores alvos elaborados na etapa 4.1.2, e os valores que estão preenchidos com as cores amarelas, são os valores que não atingiram com exatidão os valores alvos, porém ficaram dentro dos intervalos dos valores margens.

Com a Tabela 9 e com o resultado do questionário da Tabela 10, foi possível concluir a importância de um processo de desenvolvimento de produto, desde sua função até a concepção de um modelo 3D (três dimensões). A abordagem metodológica, que incluiu a identificação das necessidades dos clientes, estabelecimento das especificações, geração de conceitos e triagem, proporcionou uma seleção fundamentada. A combinação de métodos como entrevistas, Benchmarking e modelagem 3D (três dimensões) contribuiu para a criação de um produto que atendesse às demandas dos clientes.

Além disso, a análise de custos e a projeção do preço de venda demonstram uma proposta economicamente favorável para a produção do Bench Press C, reforçando a escolha desse conceito para o próximo estágio do processo.

Dessa forma, o processo de desenvolvimento de produto adotado, guiado pela compreensão das necessidades do cliente e pela busca constante por soluções inovadoras, mostra-se eficaz na criação de um produto final que atende tanto às expectativas do público-alvo quanto às metas econômicas da empresa.

O processo de desenvolvimento de produto é um processo contínuo e este trabalho é finalizado na macro fase de desenvolvimento. É importante ressaltar que há outras etapas subsequentes que são fundamentais para melhoria contínua. A sucessão destes estágios é fundamental para que haja o amadurecimento do produto e da corporação.

## REFERÊNCIAS

COHN, M. **AGILE ESTIMATING AND PLANNING**. 1. ed. Massachusetts: Prentice Hall Professional Technical Reference, 2005. 365 p. v. 1.

**Desenvolvimento de novos produtos Marketing Valor adicionado, marketing, área, software Qualidade png | PNGEgg**. Disponível em: [https://www.pngegg.com/pt/png-wwhzp#google\\_vignette](https://www.pngegg.com/pt/png-wwhzp#google_vignette). Acesso em: 2 out. 2023.

DIETER, G. E.; SCHMIDT, L. C. **ENGINEERING DESING**. FIFTH EDITION ed. New York: Mc Graw Hill Education, v.1, 2013. 912 p.

GUNDLING, E. **THE 3M WAY TO INNOVATION**: balancing people and profit. 1. ed. New York: Kodansha America, v.1, 2000. 247 p.

HAIK, Y.; SHAHIM, T. M. **ENGINEERING DESING PROCESS**. SECOND EDITION ed. Stanford: Cengage Learning, v.1, 2011. 304 p.

**LeverEDGE Unilateral Converging Flat Chest Press – Legend Fitness**.

Disponível em: <https://www.legendfitness.com/product/unilateral-converging-flat-chest-press/>. Acesso em: 20 set. 2023.

MENDES, M. Notícias: Economia. *In*: MENDES, Maicon. **Entre abril de 2020 e 2021, espaços fitness tiveram aumento de 176% em faturamento**. [S. l.], 2021.

Disponível em: <https://jovempan.com.br/programas/jornal-da-manha/entre-abril-de-2020-e-abril-de-2021-os-espacos-fitness-tiveram-um-aumento-de-176-em-faturamento.html>. Acesso em: 10 maio 2023.

**Reloaded T Bar Row | Arsenal Strength Equipment**. Disponível em:

<https://www.myarsenalstrength.com/strength-equipment/reloaded/upper-body-reloaded/reloaded-t-bar-row>. Acesso em: 6 jun. 2023.

**SUPER HORIZONTAL BENCH PRESS**. Disponível em:

<https://www.panattasport.com/en/product/1HP537.html>. Acesso em: 7 nov. 2023.

**P443**. Disponível em: <https://atlantisstrength.com/gym-equipment/p443>. Acesso em: 7 nov. 2023.

THEBALDI, A. **Estudo mostra que, após a pandemia, cresce o número de brasileiros que praticam atividades físicas em academias.** Disponível em: <https://www.folhavoria.com.br/esportes/blogs/corridaderua/2022/10/18/estudo-mostra-que-apos-a-pandemia-cresce-o-numero-de-brasileiros-que-praticam-atividades-fisicas-em-academias/>.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT.** SIXTH EDITION ed. New York: Mc Graw Hill Education, v.1, 2012. 449 p.