



UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
INSTITUTO DE ENGENHARIA E GEOCIÊNCIAS  
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA

**ANDRÉ LUCAS DE SOUSA NEVES**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS PDP E DA PROTOTIPAGEM NO  
DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO CONCEITO DE PRODUTO: UM  
PROJETO DE DISPENSER DE ÁLCOOL EM GEL**

**SANTARÉM – PÁ**

**2021**

**ANDRÉ LUCAS DE SOUSA NEVES**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS PDP E DA PROTOTIPAGEM NO  
DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO CONCEITO DE PRODUTO: UM  
PROJETO DE DISPENSER DE ÁLCOOL EM GEL**

Monografia apresentada ao Programa de  
Ciência e Tecnologia, para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciência e Tecnologia;  
Universidade Federal do Oeste do Pará,  
Instituto de Engenharia e Geociências.  
Orientador: Gilson Fernandes Braga Junior.

**SANTARÉM – PÁ**

**2021**

**ANDRÉ LUCAS DE SOUSA NEVES**

**APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS PDP E DA PROTOTIPAGEM NO  
DESENVOLVIMENTO DE UM NOVO CONCEITO DE PRODUTO: UM  
PROJETO DE DISPENSER DE ÁLCOOL EM GEL**

Monografia apresentada ao Programa de  
Ciência e Tecnologia, para obtenção do grau  
de Bacharel em Ciência e Tecnologia;  
Universidade Federal do Oeste do Pará,  
Instituto de Engenharia e Geociências.  
Orientador: Gilson Fernandes Braga Junior.

Conceito:

Data de Aprovação \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

---

Me. Gilson Fernandes Braga Junior – Orientador (a)

Universidade Federal do Oeste do Pará

---

Me. Estefany Mileo de Couto

Universidade Federal do Oeste do Pará

---

Dra. Paula Renatha Nunes da Silva

Universidade Federal do Oeste do Pará

À minha família e amigos, por me apoiarem durante esse trajeto.

## **AGRADECIMENTO**

Quero agradecer a Deus por ter me abençoado durante o trajeto na universidade, e ao meu pai, por sempre ter me apoiado e me encorajado a continuar. Agradecer aos meus amigos André Felipe, Marco André, Vitor Hugo, Davi Henrique e Gabriel Yúri, por terem estado ao meu lado em todos os momentos e agradecer ao Laboratório de Sinais e Sistemas por disponibilizar local e recursos necessários ao trabalho.

## RESUMO

No que tange o cenário empresarial, a necessidade de inovação é fator crítico para sobrevivência das empresas e sua permanência no mercado. Norteados por essa necessidade, o Processo de Desenvolvimento de Produto se mostra uma solução importante para obtenção de um resultado de produto inovador, pois consiste em ferramentas que auxiliam na tomada de decisões mais assertivas, e em um desenvolvimento mais eficiente de produto. Integrada à essa concepção, a prototipagem contribui para a identificação de defeitos que a ideia de um produto pode apresentar, bem como, para a exploração de soluções para esses defeitos, resultando em um refinamento do conceito do produto. O presente trabalho tem por finalidade utilizar duas ferramentas do Processo de Desenvolvimento de Produto, sendo essas o *brainstorming* e o *Product Design Specification*, alinhadas à prototipagem; as ferramentas corroboraram para o levantamento de pontos necessários a um dispenser, que posteriormente se tornaram especificações de projeto, sendo essas: desempenho, manutenção, materiais, usabilidade, portabilidade e ergonomia. Foram realizados alguns testes em laboratório para verificar se o protótipo atende aos parâmetros estipulados, como simulação de manutenção, transporte e usabilidade; análise de materiais e ergonomia, e verificação de desempenho. Ao final, identificou-se os pontos falhos do conceito do protótipo, os quais servirão de base para a exploração de soluções que contribuam para o trabalho de um novo conceito.

**Palavras-Chave:** PDP, Produto, PDS, Prototipagem, Dispenser.

## ABSTRACT

Regarding the business scenario, the need for innovation is a critical factor for the survival of companies and their permanence in the market. Guided by this need, the Product Development Process is an important solution for obtaining an innovative product result, as it consists of tools that help in making more assertive decisions, and in a more efficient product development. Integrated to this concept, prototyping contributes to the identification of defects that the idea of a product may present, as well as to the exploration of solutions for these defects, resulting in a refinement of the product concept. This work aims to use two tools of the Product Development Process, these being brainstorming and *Product Design Specification*, aligned with prototyping; the tools corroborated for the survey of necessary points for a dispenser, which later became project specifications, namely: performance, maintenance, materials, usability, portability and ergonomics. Some laboratory tests were carried out to verify that the prototype meets the stipulated parameters, such as simulations of maintenance, transport and usability; materials and ergonomics analysis and performance verification. In the end, the flaws of the prototype concept were identified, which will serve as a basis for exploring solutions that contribute to the work of a new concept.

**Keywords:** PDP, Product, PDS, Prototyping, Dispenser.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Tabela 1</b> – Especificações de Projeto de Produto.....	16
<b>Figura 1</b> – Protótipo base.....	21
<b>Figura 2</b> – Protótipo virtual.....	21
<b>Figura 3</b> – Protótipo por bricolagem.....	22
<b>Figura 4</b> – Parte interna do dispenser.....	22
<b>Figura 5</b> – Esquema virtual das trilhas da placa de circuito.....	23
<b>Figura 6</b> – Esquema 3D da placa de circuito impresso.....	24
<b>Figura 7</b> – Placa com fiações e componentes adicionados e soldados.....	24
<b>Quadro 2</b> – Objetivos de cada especificação.....	25
<b>Quadro 3</b> – Condições de teste do protótipo.....	26
<b>Figura 8(a)</b> – Interruptor e entrada para fonte.....	28
<b>Figura 8(b)</b> – Sensor.....	28
<b>Figura 8(c)</b> – Bomba com ligação da mangueira e fiações.....	29
<b>Figura 8(d)</b> – Placa de circuito integrado com ligação das fiações.....	29
<b>Figura 9</b> – Saída de álcool em gel vedada.....	29
<b>Figura 10</b> – Chapa de PVC.....	30
<b>Figura 11</b> – Simulação de manutenção.....	31
<b>Quadro 4</b> – Problemas de manutenção.....	32
<b>Figura 12</b> – Visão frontal do dispenser.....	33
<b>Figura 13</b> – Simulação do uso do dispenser.....	34
<b>Quadro 4</b> – Relação dos status do protótipo para cada especificação.....	35



## **LISTA DE SIGLAS**

PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PDS	Product Design Specification
Ufopa	Universidade Federal do Oeste do Pará

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
1.1	Justificativa.....	12
1.2	Objetivo geral.....	12
1.3	Objetivos específicos.....	12
1.4	Estrutura do trabalho.....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>14</b>
2.1	Processo de Desenvolvimento do Produto.....	14
2.2	Especificações do projeto do produto.....	16
2.3	Prototipagem.....	17
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>20</b>
3.1	Descrição do protótipo.....	20
3.2	Brainstorming.....	25
3.3	PDS.....	26
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>28</b>
4.1	Desempenho.....	28
4.2	Materiais.....	30
4.3	Manutenção.....	31
4.4	Portabilidade.....	33
4.5	Usabilidade.....	33
4.6	Ergonomia.....	35
4.7	Resultado dos testes.....	36
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>36</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Em se tratando do atual cenário econômico, o critério de inovação é fator decisivo para a competitividade entre empresas. Possuir um diferencial, frente à concorrência, que viabilize a escolha de um produto ou serviço é garantia de sobrevivência e permanência no mercado (COSTA et al., 2020).

Essa alta demanda inovadora se dá, seguindo a linha de raciocínio de Da Silva et al. (2020, p. 2) “(...) devido ao consumidor estar cada vez mais exigente, com mais diversidade de escolhas e maior acesso à informação...”. Tal afirmação se completa com a existência de diversos aplicativos e sites de compra que rondam redes sociais e propagandas de televisão, expondo, inclusive, inovações de empresas.

Para Costa et al. (2020) apud Hawkins et al. (2007) essas exigências são reflexos de características de produto que consumidores buscam para sua satisfação, tais como: qualidade, oferta, preço, reputação, marca, mídia e embalagem. Portanto, cabe às empresas investirem em pesquisas e tecnologias que atendam às demandas dos clientes

Diante dessa necessidade é que se tem o Processo de Desenvolvimento de Produto – PDP como solução de extrema importância, para a elaboração de ideias de produtos inovadores, graças às suas variadas aplicabilidades. O PDP é um processo que reúne ferramentas que objetivam o desenvolvimento de produtos inovadores, sendo classificado como um procedimento complexo devido sua ampla integração de elementos (pessoas, recursos, conhecimentos e etc.), acarretando em um desenvolvimento em fases (ANTONIO & BORGES, 2018).

Devido às incertezas que surgem durante a elaboração de um projeto, faz-se necessária a adição de metodologias que busquem identificar erros em ideias que podem resultar em esforços desnecessários e custos adicionais (OLIVEIRA et al., 2020). Nesse quesito, a prototipagem se mostra um importante divisor de águas, visto que auxilia a expor e solucionar erros não identificados em partes teóricas, como questões de funcionalidade e *design* do produto.

Em Oliveira et al. (2020) é salientado que, embora associada com uma representação física e tangível do produto, a técnica não restringe que novos formatos de protótipos sejam implementados, desde que a finalidade seja representar o produto no qual se está trabalhando.

Em virtude dos fatos apresentados, o presente trabalho tem por objetivo evidenciar como algumas práticas do PDP, integradas à técnica de prototipagem, auxiliam no desenvolvimento de um protótipo inovador que atenda às demandas ergonômicas da sociedade, no que diz respeito ao uso do produto.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

Dentro do contexto da atual pandemia do Covid-19, faz-se necessária a adoção de medidas de prevenção além da vacinação, sendo umas dessas a higienização das mãos com álcool em gel, visto que as mãos são um meio de transmissão potencial da doença. Devido a isso, o contato físico com totens e outros dispensadores de armazenamento de álcool em gel ainda expõe usuários à contaminação. Não obstante, pessoas portadoras de alguma condição física especial têm dificuldades em utilizar determinados tipos de dispensadores que exijam de sua capacidade física, a exemplo: dispenser de acionamento por pedal, o qual não é viável para cadeirantes, ou pessoas com movimento reduzido. Por essas razões, faz-se necessário um desenvolvimento de um dispenser que melhor atenda às necessidades ergonômicas de usuários, com o adicional de um uso automatizado para prevenir contaminações por conta do contato direto.

## **1.2 OBJETIVO**

Aplicar as ferramentas do PDP no desenvolvimento do dispenser automático, a partir da criação de um protótipo, para o qual serão definidas especificações de projeto de produtos; além de avaliar as características do protótipo tendo em vista as ferramentas de PDP selecionadas e propor melhorias no projeto.

### **1.3    STRUTURA DO TRABALHO**

No capítulo 2, Referencial teórico, são apresentadas questões acerca do estudo do PDP e suas ferramentas, bem como, o estudo da prototipagem e seus elementos.

No capítulo 3, Metodologia, é descrita a dinâmica realizada que resultou na obtenção de especificações de produto e o levantamento dos objetivos que se almeja do protótipo em relação às especificações, além de um levantamento das condições do protótipo desenvolvido para testagem de atendimento especificações. É feita, também, uma breve descrição de alguns elementos utilizados para o protótipo.

No capítulo 4, Resultados e Discussões, é evidenciado o obtido através de testes de simulação em laboratório, considerando algumas restrições, com o intuito de se compreender a razão do protótipo atender ou não às especificações. Integrado a isso, têm-se algumas propostas de melhoria de projeto.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Processo de Desenvolvimento do Produto

No que tange o PDP, a sua empregabilidade é essencial para o desenvolvimento, não somente de produtos, mas da empresa em si, pois, de acordo com Melo et al. (2021) o Processo de Desenvolvimento de Produtos traduz as necessidades de mercado, tal qual possibilidades tecnológicas, em produto. Ou seja, agrega ao conhecimento dos projetistas no que diz respeito à exploração de alternativas para a inovação.

Em se tratando da inovação de produtos, algumas ferramentas do PDP consistem no emprego de novas ideias que podem tanto, aprimorar o conceito já existente do produto, quanto mudar totalmente o produto (REIS et al., 2018). Sendo uma dessas ferramentas o Desenvolvimento de Novos Produtos (DNP), o qual pode ser caracterizado, segundo Antonio e Borges (2018) apud Crawford (1997), como qualquer ação ou procedimento que busque a implementação de oferta inovadora.

A literatura apresenta um amplo dimensionamento das práticas do PDP, destacando a divergência de ferramentas utilizadas no processo, que podem variar de empresa para empresa, dependendo da questão a ser trabalhada. Contudo, a fase inicial de elaboração de ideias é o fator comum de qualquer processo, onde são trabalhados os conceitos para um novo produto ou para a melhoria de um produto.

Segundo Costa et al. (2020) a etapa inicial de um projeto, o pré-desenvolvimento, é caracterizada por ferramentas que auxiliem na redução de incertezas e na tomada de decisões mais assertivas. Seguindo-se essa linha de pensamento, Melo et al. (2021) apresentam uma definição acerca de geração de ideias, afirmando que essa etapa é classificada como “(...) processo cognitivo com o objetivo de relacionar as diversas ideias propostas para criar uma possível solução para problema (MELO et al., 2021, p. 3).”

Uma das ferramentas que podem ser empregadas na tomada de decisões é o *brainstorming* (tempestade de ideias), que consiste em uma metodologia de exploração de ideias e potenciais criativos, a qual é realizada por meio de uma dinâmica em equipe. Melo e Kipper (2020) apontam como forma de realizar o

*brainstorming* a técnica de grupo nominal, ou seja, a promoção de uma discussão em pequenos grupos, sem que haja a dominação de uma pessoa na discussão, permitindo que todos os integrantes presentes possam manifestar suas opiniões, tal qual é apontado por Lunardi (2021):

A proposta é que o grupo se reúna e explore a diversidade de pensamentos e experiências para gerar soluções inovadoras, sugerindo pensamentos e ideias sobre um determinado tema. (LUNARDI 2021, p. 11).

Assim sendo, esse método consiste em um enriquecimento do desenvolvimento de um projeto, devido às trocas de informações de diversas áreas do conhecimento.

Da Silva et al. (2020) não divergem da definição do *brainstorming* enquanto dinâmica em grupo, e acrescentam ainda que a metodologia não deve conter críticas destrutivas, a fim de se estimular a livre discussão.

Melo e Kipper (2020) apontam que o método é dividido em duas etapas: pensamentos divergente e convergente, destacando que, a geração do pensamento divergente é fundamentada na realização de pesquisas, coletas e análise de ideias; quanto ao pensamento convergente, os autores destacam a relação de diversas ideias e opiniões a serem analisadas e sintetizadas em uma solução.

Em suma, o estabelecimento de um agrupamento multidisciplinar de ideias garante que pontos de vista de vários ramos do conhecimento possam ser atrelados, e conduzidos para a descoberta de uma resposta interessante para a solução do problema em estudo.

Retornando ao conceito do PDP, Reis et al. (2018) explicam que a utilização desse processo está pautada na necessidade de atender e satisfazer às exigências de mercado.

Lara (2018) apud Rozenfeld et al., (2006) apontam que, para que o PDP esteja alinhado às demandas de mercado, deve-se levar em conta estratégias e restrições tecnológicas das empresas. Tomando por base as necessidades de mercado, é possível elaborar atividades que atendam às especificações do

projeto do produto para que os mesmos possam ser produzidos (ANTONIO & BORGES, 2018).

## 2.2 Especificações do projeto do produto

O conceito de Especificações de projeto de produto (PDS - *Product Design Specification*) está relacionado àquilo que o produto deve fornecer, portanto, os objetivos que o projetista deseja que o produto alcance e, para tal, o PDS estabelece requisitos (especificações) para se alcançar o resultado almejado (KENT, 2016).

No tocante às especificações, Oliveira et al., (2020) apresentam um conjunto de 32 especificações proposto por Pugh (1991), as quais são apresentadas no quadro a seguir:

**Tabela 5** – Especificações de Projeto de Produto

Especificações de Projeto de Produto – PDS			
Desempenho	Tempo	Qualidade e Confiabilidade	Dimensão e Peso
Quantidade	Patentes	Competição	Qualidade e Manufatura
Tamanho	Restrições de Mercado	Aspectos Ergonômicos	Transporte
Documentação	Restrições da Companhia	Consumidor	Embalagem
Descarte	Segurança	Normas e Padrões	Custo alvo do Produto
Instalação	Testes	Vida Esperada do Produto	Manutenção
Aspectos Legais	Processos	Materiais	Expectativa de vida
Implicações Políticas e Sociais	Vida de Prateleira	Estética, Aparência	Ambiente

**Fonte:** Adaptado de Oliveira et al., (2020)



As especificações devem passar por uma análise pelos projetistas e todas as suas informações, restrições e necessidades, devem ser direcionadas ao núcleo do projeto. Não obstante, Kent (2016) traz uma lista mais abrangente de especificações de projeto, acrescentando ao que foi apresentado por Pugh (1991) especificações como: Energia, Função (primária, secundária e terciária), Time de projeto, Cronograma do Projeto e prototipagem.

Kent (2016) acrescenta ainda que, em caso de se ter um novo processo ou projeto, criar uma nova lista de verificação contribui para resultados mais rápidos. O autor explica que o PDS em si não é o *design* final do produto, mas as especificações a serem empregadas, e que o modelo do PDS deve ser distribuído para que sejam realizados comentários e críticas por parte de todos os que estão envolvidos no projeto, quer seja a equipe de projeto quer sejam as partes interessadas.

Oliveira et al., (2020) destacam que nem todas as dimensões que forem levantadas serão necessárias à aplicação em alguns projetos, mas que só pode haver um descarte após uma análise minuciosa da equipe ou dos responsáveis envolvidos no projeto.

### **2.3 Prototipagem**

A literatura define um protótipo como um modelo similar ao produto, que pode ser confeccionado a partir de vários materiais (papel, madeira e etc.), sendo esse modelo em escala real ou reduzida e que é construído para que se possa realizar testes e ensaios a fim de se atingir os requisitos do projeto.

Como apontado por Costa et al. (2020), a imprevisibilidade é uma característica inerente a qualquer produto e, por essa razão, empresas buscam investir em algumas técnicas, como a de prototipagem para sanar essa questão e evitar que o projeto seja conduzido ao erro.

Pereira et al. (2017) trazem uma definição de prototipagem que está diretamente relacionada à inovação ao afirmarem que:

O sucesso do design é substancialmente suportado pela capacidade de permitir que o fabricante diferencie seu produto para além da tecnologia, criando além de formas inovadoras um produto que

satisfaça o seu usuário em todos os sentidos (PEREIRA et al. 2017, p. 2).

Oliveira et al., (2020) conceituam a prototipagem de forma semelhante ao exposto anteriormente, ao afirmarem que protótipos possuem algumas particularidades que permitem melhorar o produto para obtenção de resultados desejados, sendo essas, o refinamento, a exploração e o aprendizado ativo.

O refinamento consiste na capacidade de aprimoramento gradual a partir de defeitos encontrados na ideia do produto por meio do protótipo. A exploração é caracterizada pela busca de novas soluções para a problematização de um produto, ou ainda, buscar por novos conceitos do produto inicial. Quanto ao aprendizado ativo, diz respeito ao conhecimento obtido durante o processo de desenvolvimento do produto.

Ainda de acordo com Oliveira et al., (2020), sobre a técnica de prototipagem, pode-se inferir que

A flexibilidade e o senso analítico oferecida pela prototipagem educacional faz com que o projetista identifique as diferenças entre o real e o conceitual, progredindo iterativamente para um design mais complexo e fidedigno (OLIVEIRA et al., 2020, p. 6).

Os protótipos podem ser criados por diversas técnicas. A criação manual, como apontada por Pereira et al. (2017) é importante para o *design* ao permitir que o projetista materialize e teste uma ideia, sendo esse um dos métodos mais antigos de prototipagem e que, no entanto, não garante rigor geométrico e dimensional.

Consoante a isso, tem-se a técnica por Maquetismo, a qual é muito utilizada na representação de projetos de engenharia e na construção de modelos para venda de ideias em fases exploratórias (PEREIRA et al., 2017). Os autores apresentam também a técnica por moldes, que permitem a produção de um protótipo em um material que se assemelhe do final ou ainda, a produção de várias peças moldadas.

Acrescente-se, ainda, quanto às técnicas de prototipagem, que:

Os modelos e protótipos podem ser confeccionados com os mais simples materiais – como papel e cola ou argila – como podem ser confeccionados nas mais sofisticadas e complexas máquinas de Prototipagem Rápida – por adição ou remoção de material –, que permitem a confecção de protótipos funcionais (PEREIRA et al., 2017, p. 4).

Ressalva-se que, atualmente, a utilização de máquinas permite também a impressão de protótipos 3D, através da manufatura aditiva, para a produção de peças em escala real ou reduzida.

### 3 METODOLOGIA

Para esse trabalho foram implementadas duas ferramentas do PDP, sendo essas: o *Brainstorming*, através de uma dinâmica em equipe para obtenção de pontos necessários para o projeto e o PDS, o qual estipula as especificações de projeto de produto importantes para o desenvolvimento do produto em questão, sendo essas:

- a) Desempenho: capacidade de um produto em atingir o objetivo estipulado pelo projetista, auxiliando também na obtenção de resultados pelos usuários;
- b) Materiais: Escolha dos materiais de manufatura necessários ao produto;
- c) Usabilidade: caracterizada pela complexidade do seu uso, proporcionando uma experiência ao usuário quer seja pela facilidade quer seja pela dificuldade em usar o produto;
- d) Manutenção: consideração que deve ser feita pelos projetistas ao ponderarem sobre o conserto do produto, desde a forma como esse será realizado até a frequência com que será necessário, incluindo a complexidade dos reparos;
- e) Ergonomia: diz respeito à realização de uma atividade que respeite o bem-estar dos indivíduos ao utilizarem o produto, levando em consideração a usabilidade, modo de operação e postura dos indivíduos.

As especificações serviram de base para testagem de um protótipo feito em chapa de PVC para o desenvolvimento de uma nova proposta de conceito para o produto.

#### 3.1 Descrição do protótipo

Para a finalidade deste trabalho, tomou-se por base o protótipo apresentado por Costa e Junior (2021), com o intuito de replicá-lo para uso das ferramentas do PDP. Destaca-se que o trabalho dos autores não tinha como foco o desenvolvimento de produto, de modo que o dispenser de álcool em gel foi criado de forma empírica, sem que houvesse o levantamento das especificações inerentes ao produto.

**Figura 2 – Protótipo base**

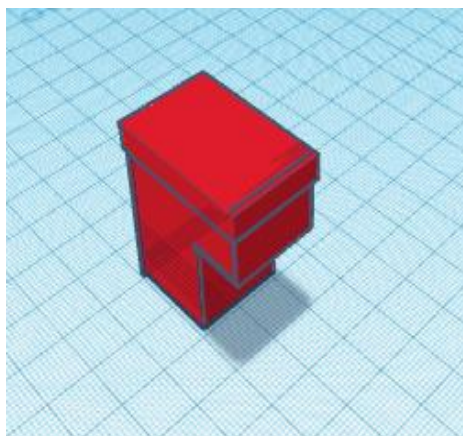


**Fonte:** (COSTA E JUNIOR, 2021).

O protótipo apresentado na figura 1 apresentou um problema quanto ao tamanho, pois o mesmo não permitia uma boa alocação dos componentes internamente, o que implicou na utilização de um reservatório menor de álcool em gel.

Para o novo protótipo, destaca-se que algumas adaptações foram realizadas, como: aumento do tamanho do dispenser, uso de um reservatório maior de álcool em gel e a utilização de um outro sensor.

**Figura 2 – Protótipo virtual**



**Fonte:** Autor (2021)

O protótipo da figura 2 consiste na primeira recriação do protótipo base na plataforma online de desenho Tinkercad, com o objetivo de se usar esse modelo de protótipo para testagem. Ressalta-se que a alteração do tamanho do

dispenser foi incluída no desenho, no entanto, a prototipagem virtual não foi conveniente para realização de testes, pois o Tinkercad era o recurso disponível para esse tipo de protótipo, e essa plataforma não possui funções de testes e simulações.

A segunda recriação realizada foi feita pelo estilo bricolagem, ou “faça-você-mesmo”, tipo de prototipagem essa que foi baseada no proposto no trabalho de Oliveira et al., (2020). Destaca-se que a produção foi realizada sem auxílio de maquinário profissional.

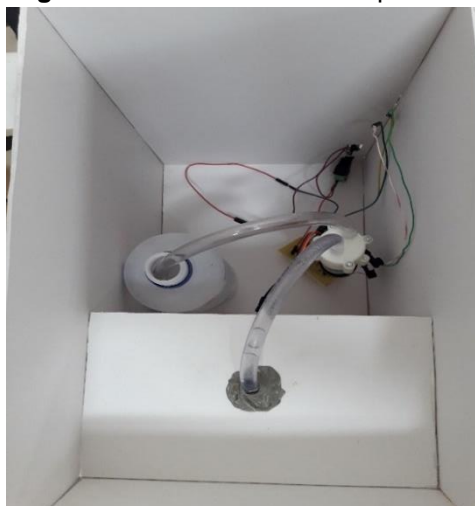
**Figura 3 – Protótipo por bricolagem**



**Fonte:** Autor (2021)

Na figura 4 está exposta a adaptação realizada do tamanho do dispenser e como isso favoreceu para que os componentes não ficassem em contato uns com os outros.

**Figura 4 – Parte interna do dispenser**



**Fonte:** Autor (2021)

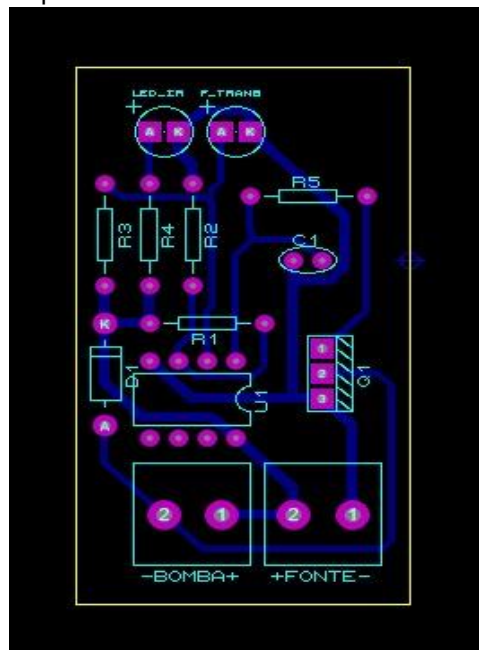
Com a alteração do tamanho do dispenser, foi possível utilizar um reservatório de 1300 ml.

O corpo de componentes possui alguns dispositivos eletrônicos e materiais artesanais. Salienta-se as nomenclaturas dos dispositivos utilizados:

- Chave Gangorra KCD1-102 3 Terminais verde, para o interruptor;
- Sensor Óptico TCRT5000;
- Mini Bomba de Água 12V RS-385;
- Pote de cozinha;
- Mangueira.

Para a ligação, e conseqüentemente o funcionamento, dos componentes eletrônicos, foi necessária uma placa de circuito impresso. Para a criação da placa, fez-se uma esquematização das trilhas do circuito, como apresentado na figura

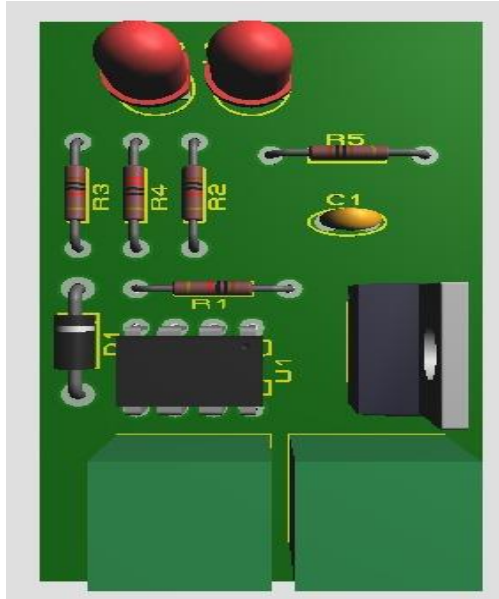
**Figura 5** – Esquema virtual das trilhas da placa de circuito



Fonte: Autor (2021)

Para fins de conhecimento, fez-se uma esquematização da placa em 3D, para visualizar como seria feita a dição de componentes como capacitores, resistores e outros componentes essenciais a um projeto eletrônico.

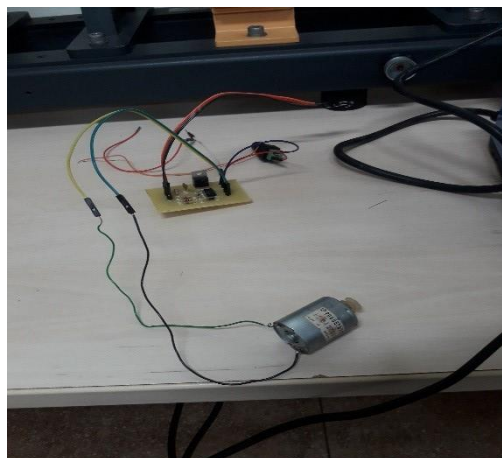
**Figura 6** – Esquema 3D da placa de circuito impresso



Fonte: Autor (2021)

Finalmente, através da técnica de soldagem, pôde-se adicionar filamentos à placa para interligá-la ao sensor, à bomba e ao interruptor, como exposto na figura a seguir.

**Figura 7** – placa com fiações e componentes adicionados e soldados



Fonte: Autor (2021)

Os componentes artesanais consistem em: uma mangueira cristal de PVC 5/16 polegadas e um pote de cozinha, para armazenamento de álcool em gel. Da mangueira foram recortadas duas partes, uma para sugar o álcool em gel do pote de armazenamento e outra para despejo. Ambas foram acopladas à bomba

### 3.2 Brainstorming

Para a realização do *Brainstorming* foi montada uma equipe integrada por discentes e docentes com o objetivo de trabalhar um novo conceito para o



dispenser. Em laboratório, foi realizada uma dinâmica que durou aproximadamente uma hora e que se iniciou com a etapa do pensamento divergente, onde cada participante anotava ideias das finalidades que o produto em questão deveria ter. Em seguida foi a prática do grupo nominal, etapa na qual as ideias dos integrantes foram analisadas.

A princípio, cada um dos membros da equipe foi instigado a pensar sobre algumas características para o conceito do produto, cada qual anotando suas ideias em um *post-it*. Em seguida, houve um debate em cima das ideias, sendo que, alguns pontos apresentados poderiam ser unidos em uma única descrição. Ao final, foram obtidos os seguintes pontos sobre as características que o produto deve ter:

- Desempenhar sua função;
- Ser acessível para o maior grupo de pessoas;
- Não ser de difícil reparo;
- Intuitivo.

Salienta-se que, devido ao *brainstorming* ter tido um foco em um protótipo para se trabalhar e não o produto final, o critério de custo não foi incluído.

### 3.3 PDS aplicado

A partir do apresentado, pôde-se pautar o projeto em 5 especificações do modelo PDS para o produto, as quais são apresentadas a seguir, com breves descrições pautadas no apresentado por Oliveira *et al.*, (2020) apud Pugh (1991):

Para a análise do PDS, foram estabelecidas algumas considerações para cada uma das especificações, levando em consideração os objetivos que se busca alcançar com um dispenser de álcool em gel automatizado. O quadro a seguir relaciona as especificações com seus respectivos objetivos.

**Quadro 6** – Objetivos de cada especificação

Especificação	Objetivo
---------------	----------

Desempenho	O produto deve desenvolver sua função de dispensar álcool em gel mediante estímulos sensoriais.
Manutenção	A manutenção deve ser realizada de modo a não danificar ou desajustar o agrupamento de componentes eletrônicos internos.
Usabilidade	A compreensão do funcionamento do produto, bem como a forma de fazê-lo desempenhar sua função, deve ser simples, facilitando o seu uso
Ergonomia	O produto deve respeitar limitações físicas de usuários e contemplar suas necessidades.
Materiais	O produto deve ser feito com materiais que respeitem as especificações de projeto.

**Fonte:** Autor (2021)

A partir das especificações apresentadas, foi realizado um levantamento das condições do protótipo, a fim de saber se o mesmo estava apto ou não para realização de testes, levando em consideração sua estrutura, tamanho, componentes internos e restrições.

**Quadro 7 – Condições de teste do protótipo**

Especificação	Condição
Desempenho	Totalmente apto para testes, visto que essa especificação depende do bom funcionamento dos componentes internos
Manutenção	Apto para testes do tipo simulação; testes realizados assumindo danos na estrutura e nos componentes, não sendo possível contemplar possíveis danos ocasionados em ambientes além do laboratório
Usabilidade	Apto para testes de compreensão de uso
Ergonomia	Apto para realização de um número reduzido de testes, visto que nem todas as necessidades de

	usuários poderão ser contempladas no momento de testagem
Materiais	Apto para análise dos materiais utilizados na produção do protótipo

**Fonte:** Autor (2021)

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do que foi apresentado, foram realizados alguns testes, do tipo simulação, em laboratório para verificação do atendimento do protótipo às especificações. Os resultados desses testes permitiram identificar as falhas que o protótipo atual possui.

### 4.1 Desempenho

A simulação do desempenho teve por finalidade verificar se o protótipo estava apto a realizar sua função enquanto um dispenser de álcool em gel automático, que é dispensar álcool em gel por meio de estímulos sensoriais.

Na figura 8(a) estão apresentadas as duas entradas, sendo essas: entrada para conexão da fonte localizada mais abaixo, e entrada para o interruptor, mais acima. Na figura 8(b) é apresentado o sensor que foi utilizado; figura 8(c), a mini bomba com a mangueira e figura 8(d), a placa de circuito impresso. Destaca-se que as entradas para o interruptor, para a fonte, para o sensor e para a saída de álcool em gel – figura 9 – foram feitas a partir da utilização de técnicas de soldagem, devido à carência de auxílio profissional.

**Figura 8(a)** – Interruptor e entrada para fonte



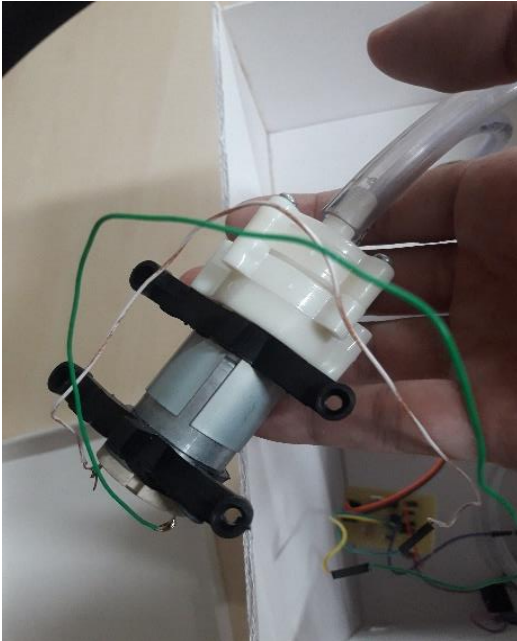
Fonte: Autor (2021)

**Figura 8(b)** – Sensor



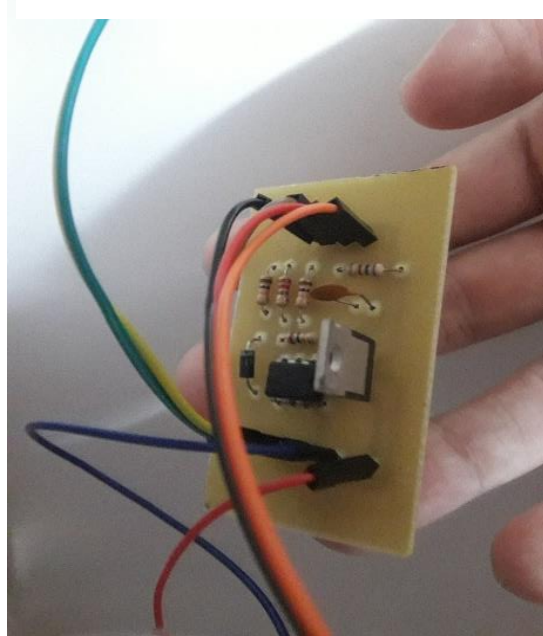
Fonte: Autor (2021)

**Figura 8(c)** – Bomba com ligação da mangueira e fiações



Fonte: Autor (2021)

**Figura 8(d)** – Placa de circuito integrado com ligação das fiações



Fonte: Autor (2021)

Para a verificação do desempenho, o protótipo apenas precisou ser acionado para o teste. Por se tratar de um produto automatizado, verificou-se se seus componentes estavam em bom funcionamento, o que resultou em uma resposta positiva.

Uma vez que o dispenser tenha sido conectado a uma tomada, e ligado, o usuário irá posicionar a mão próxima ao sensor, que envia a informação para a placa de circuito integrado, acionando o motor, fazendo com que a bomba sugue o álcool em gel por uma mangueira acoplada e dispense-o por outra mangueira.

**Figura 9** – Saída de álcool em gel vedada



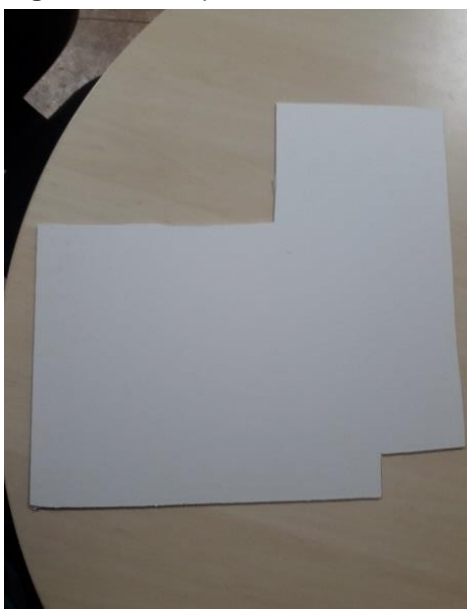
Fonte: Autor (2021)

Para fins de funcionalidade, foi adicionado um mecanismo à ponta da mangueira para não haver um despejo exagerado de álcool em gel, e, novamente, em virtude da ausência de material profissional, o orifício para a saída da mangueira ficou muito maior do que a própria mangueira, então se fez necessário vedar com durepox, como foi apresentado na figura 9.

## 4.2 Materiais

A princípio, o protótipo foi moldado a partir de uma proposta de produto de baixo custo, com chapa de PVC 3mm, sendo esse o único material disponível, pois não havia recurso financeiro para a aquisição de outro material.

**Figura 10** – Chapa de PVC



**Fonte:** Autor (2021)

A chapa de PVC não era muito resistente e poderia facilmente ser comprometida, para um protótipo não haveria muitos problemas a escolha desse material, mas a confecção do produto final deveria ser feita de forma profissional, com materiais mais adequados.

## 4.3 Manutenção

Ao se tratar da manutenção, foi ponderado sobre a necessidade de reparos que viriam a ser realizados na estrutura do dispenser e nos componentes.

Como apresentado anteriormente, o protótipo foi feito com materiais simples e sua forma, pensada sem detalhamentos. Logo se observou que, em caso de dano a estrutura, o formato não permite um reparo eficiente, visto que sua carcaça não foi projetada para remoção de partes danificadas, já que as peças foram coladas uma à outra. Não obstante, para os componentes, dispostos desordenadamente, o formato também implica em uma dificuldade, colocando alguns em um espaço não muito acessível para o usuário realizar os devidos ajustes.

**Figura 11** – Simulação de manutenção



**Fonte:** Autor (2021)

Como exposto na figura 10, seria exigido que o usuário colocasse sua mão no fundo do dispenser para verificar os componentes ou o armazenamento de álcool em gel, por conta do formato do protótipo.

Diante do que se observou nos testes, fez-se um levantamento dos empecilhos que o protótipo apresentou para a realização de sua manutenção. O quadro a seguir apresenta uma síntese dos problemas encontrados.

**Quadro 8 – Problemas de manutenção**

Manutenção	Problema encontrado
Do corpo do protótipo	Partes coladas umas às outras e não removíveis, inviabilizando aberturas para reparos específicos nas estruturas do dispenser
	Dimensões não favoráveis à adição de ferramentas para conserto no espaço interno
	Disposição de componentes (sensor acoplado à parte frontal, interruptor e fonte na parte traseira e saída de álcool em gel vedada) pode comprometê-los diante da necessidade de remoção de partes estruturais
Dos componentes elétricos	Não foram fixados à estrutura, podendo sofrer novos danos devido a movimentações (não necessariamente quedas e/ou baques)
	Foram dispostos de maneira desordenada pelo espaço, dificultando a limpeza do dispenser e podendo, novamente, haver o comprometimento de alguns componentes devido às suas disposições, em caso de remoção de outros componentes
	Componentes expostos e sem proteção, em caso de fissura no armazenamento de álcool em gel, gotículas poderiam entrar em contato com os componentes, danificando-os; não somente o usuário está exposto à perigos de choque elétrico

**Fonte:** Autor (2021)

Portanto, concluiu-se que, o formato do protótipo e a disposição dos componentes internos não são adequados para a manutenção do produto, diante da necessidade de se fazer reparos na estrutura, limpeza na parte interna, reparos nas fiações, nos componentes eletrônicos e no armazenamento. Ao se buscar uma solução para o problema de manutenção estrutural, pensou-se na



adição de carenagem, para tratar de reparos em componentes específicos, além de um novo design para o produto.

#### 4.4 Usabilidade

A partir do critério do desempenho, observou-se que o uso do protótipo não é de todo complexo, mas não facilita tanto quanto se espera do produto. Não se pensou na adição de uma frase explicativa como “coloque a mão aqui” identificando o local de onde seria despejado o álcool em gel. No entanto, diante do que foi estipulado na etapa de *brainstorming*, objetivou-se a criação de um produto intuitivo, de modo que o usuário identifique o sensor e a saída de álcool em gel, no entanto, observou-se novamente que a estrutura do protótipo é um fator negativo, visto que a parte superior possui uma extensão que obstrui a visão, como exposto na figura a seguir.

**Figura 12** – Visão frontal do dispenser



**Fonte:** Autor (2021)

Apesar de o dispenser ter sido apresentado em um ângulo mais favorável para a visualização do sensor, concluiu-se, durante o teste, que o usuário não conseguiria enxergar de imediato esse componente.

De igual modo, a localização do interruptor e da entrada para fonte não é perceptível inicialmente, o que, somando ao fato de que não há nenhuma instrução de onde ligar o dispenser, resulta em um uso não tão facilitado.

**Figura 13** – Simulação do uso do dispenser



**Fonte:** Autor (2021)

Apesar de os problemas encontrados serem um resultado tão negativo, almeja-se um produto que possa ser compreendido com mais rapidez.

Na figura 13 está representada a simulação do uso do dispenser, onde o usuário apenas precisa posicionar sua mão embaixo da saída de álcool em gel e próxima ao sensor. Consta-se que não houve maiores dificuldades em seu uso além do que já foi mencionado.

#### **4.5 Ergonomia**

Como fora apresentado na seção anterior, o protótipo estava apto para realização de teste ergonômicos, contudo, nem todas as necessidades de usuários poderiam ser contempladas, como em caso de haver pessoas com condições físicas especiais, ou mesmo a interação de usuários e o protótipo em outros ambientes além do laboratório. Os resultados obtidos para essa especificação possuem ligação com os testes de desempenho, usabilidade e portabilidade.

Tomando nota do que se observou durante os testes, no que tange movimentação corporal durante as simulações, criou-se uma pequena lista de pontos negativos do protótipo:

- a) Usuários necessitariam se curvar para visualizar a saída de álcool em gel;
- b) Transporte feito por pessoas resultaria em desconforto corporal;
- c) Processo de desmontagem e manutenção pode ocasionar machucados e outros ferimentos.

As informações sobre a relação do protótipo como o bem-estar do usuário foram baseadas apenas nas simulações em laboratório, levando-se em consideração apenas esse ambiente.

#### 4.6 Resultado dos testes

Diante do que foi observado durante os testes, pode-se concluir a quais especificações do modelo PDS o protótipo atende e quais não, levando-se em consideração o que se objetiva com o produto. O quadro a seguir relaciona as especificações com o status do protótipo.

**Quadro 4** – Condição de atendimento do protótipo para cada especificação

ESPECIFICAÇÃO	ATENDE	NÃO ATENDE
Desempenho	X	
Materiais		X
Manutenção		X
Usabilidade	X	
Ergonomia		X

Fonte: Autor (2021)

O atendimento à especificação Desempenho foi possível devido ao bom funcionamento das partes que compuseram o dispenser. Para a especificação Materiais, o resultado foi negativo, pois como só houve a disponibilidade para um material e a falta de recursos financeiros para aquisição de outros materiais, não foi possível realizar uma análise para além do uso da chapa de PVC.

Por conta de sua estrutura, a qual foi mantida do protótipo original, e por ter sido realizado o levantamento das especificações depois da recriação do protótipo, o atendimento à Manutenção teve um resultado negativo, pois o

formato idealizado para o protótipo não garante segurança para reparos, ponto esse que só foi incluído no projeto após a realização do *brainstorming* que permitiu chegar ao PDS.

Não houve grandes problemas para a especificação Usabilidade do dispenser, apesar de que o mesmo exige que o usuário se curve, contudo, ainda foi possível atender a essa especificação, visto que os componentes estavam funcionando, como foi apresentado anteriormente, e a função de dispensar álcool em gel foi realizada com eficácia.

Finalmente, por conta da falta de uma equipe montada para a finalidade de auxiliar na realização dos testes, o resultado para a Ergonomia foi negativo. Apenas uma análise foi feita para essa especificação, a qual não pôde ser bem explorada para o trabalho devido a restrições de tempo e disponibilidade de local – o projeto se resumiu ao laboratório – contratempos esses atenuados pelo cenário pandêmico.

## **5 CONCLUSÃO**

Em virtude do que foi exposto, conclui-se que o uso das ferramentas do PDP alinhado à prototipagem permite um desenvolvimento mais eficiente de um produto, quer seja no trabalho de um novo conceito quer seja no aprimoramento de um conceito já existente.

O *brainstorming* constituiu uma dinâmica de exploração de ideias que permitiu resultados mais abrangentes para o início do projeto. Quanto aos elementos PDS, estes permitiram vislumbrar as necessidades que um produto deve possuir, para que o mesmo possua excelência na sua finalidade. A prototipagem possibilitou um estudo do conceito que havia sido empregado ao dispenser, de modo que se pôde tomar ciência dos seus defeitos, os quais não atendem às necessidades ergonômicas de usuários e não proporcionam um uso seguro frente a eminência de contaminação. Além disso, a prototipagem permitiu conhecer a diferença entre o protótipo e o produto final.

Para a continuidade do projeto e trabalhos futuros, obteve-se os seguintes pontos a serem aprimorados: a adição de uma carcaça rígida à estrutura do produto, planejada junta à necessidade de se pôr em segurança os componentes

internos, solucionarão os problemas de manutenção, o planejamento de um novo *design* de produto, com suporte e material profissional, viabilizará melhorias no uso e no desempenho do produto. Finalmente, a redução do tamanho do dispenser permitirá que o mesmo possa ser acoplado em regiões que permitam maior acessibilidade por parte de usuários, objetivando o bem-estar da relação entre usuário e produto.

## REFERÊNCIAS

ANTONIO, Bruno; BORGES, Mabio Teodoro. Eficiência energética: projeto e desenvolvimento de um novo produto o automada. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2018, Alagoas. **Anais eletrônicos...** Alagoas: Enegep, 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2018&c=35155> Acesso em: 10 set. 2021.

**Baú da Eletrônica.** Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/chave-gangorra-kcd1-102-3-terminais-verde.html>. Acesso em: 11 dez. 2021.

**Baú da Eletrônica.** Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/sensor-optico-tcrt5000.html>. Acesso em: 11 dez. 2021.

**Baú da Eletrônica.** Disponível em: [https://www.baudaeletronica.com.br/mini-bomba-de-agua-12v-rs-385.html?gclid=CjwKCAiAksyNBhAPEiwAIDBeLKjNVVMnT65xhJztlIFwNFkN2sWCYcleYUdjNOABwUmFT-e958PZthoCvqkQAvD\\_BwE](https://www.baudaeletronica.com.br/mini-bomba-de-agua-12v-rs-385.html?gclid=CjwKCAiAksyNBhAPEiwAIDBeLKjNVVMnT65xhJztlIFwNFkN2sWCYcleYUdjNOABwUmFT-e958PZthoCvqkQAvD_BwE). Acesso em: 11 dez. 2021.

COSTA, André Felipe Krasnievicz da; JUNIOR, Gilson Fernandes Braga. Desenvolvimento de um dispenser de álcool em gel automático para monitoramento da complacência de mãos. In: JORNADA NORTE-NORDESTE DE ENGENHARIAS, 1., 2021, Pernambuco. **Anais...** Pernambuco: Omnis Scientia, 2021. p. 150 - 154.

COSTA, Jamile Gomes; FIGUEIREDO, Leandro Ferreira; JÚNIOR, Franco Anderson Monteiro de Faria; PEIXOTO, Maria Gabriela Mendonça; BARBOSA, Samuel Borges. Aplicação das práticas PDP no desenvolvimento de uma garrafa

termo aquecedora portátil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 40., 2020, Paraná. **Anais eletrônicos...** Paraná: Enegep, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2020&c=40374> Acesso em: 8 ago. 2021.

DA SILVA, Raissa Monique Alves; SILVA, Alline Thamyres Claudino da; MACHADO, Lucas Cavalcante; MELO, Igor Eduardo Santos de; CORREIA, Lucas Miguel Alencar de Moraes. Desenvolvimento de um produto: aplicação em experiência didática. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 40., 2020, Paraná. **Anais eletrônicos...** Paraná: Enegep, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2020&c=40405>. Acesso em: 8 ago. 2021.

KENT, Robin. **Quality management in plastics processing**. Amsterdam: Elsevier, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/book/9780081020821/quality-management-in-plastics-processing#book-info>. Acesso em: 29 out. 2021.

LARA, Gabriela Pimentel. **Combinação entre as metodologias de desenvolvimento de produto PDP e agile**. 2019. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Desenvolvimento de Produtos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14227>. Acesso em: 12 out. 2021.

LUNARDI, Cristiano Salla. **Otimizando o processo de brainstorming com técnicas de processamento de linguagem natural a aprendizado de máquina**. 2021. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) – Curso de Engenharia de Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2021. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/224092>. Acesso em: 22 out. 2021.

MELO, Charles Bruno da Silva; KIPPER, Liane Mahlmann. MAPA CONCEITUAL POR MEIO DO BRAINSTORMING E CLUSTERING: EXPERIÊNCIA NA DISCIPLINA PRÁTICA DE ENSINO EM FÍSICA. **REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 163-171, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/reamec/article/view/9546>. Acesso em: 6 out. 2021.

MELO, Gustavo Alves de; PEIXOTO, Maria Gabriela Mendonça; BARBOSA, Samuel Borges; LIMA, Fátima Machado de Souza; MENDONÇA, Maria Cristina Angélico. PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: LIQUIDIFICADOR COM BALANÇA ACOPLADA. In: Anais do Simpósio de Engenharia, Gestão e Inovação. **Anais...** Juazeiro do Norte (CE) URCA, 2021. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/sengi2021/352661/>. Acesso em: 11 dez. 2021.

OLIVEIRA, Matheus Borghi Ricardo de; PARAVIZO, Esdras; BRAATZ, Daniel. Análise e comparação de diferentes protótipos de um degrau ergométrico em um projeto de desenvolvimento de produto. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 40., 2020, Paraná. **Anais eletrônicos...** Paraná: Enegep, 2020. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2020&c=40703>. Acesso em: 6 ago. 2021.

PEREIRA, Douglas; LANUTTI, Jamille; PASCHOARELLI, Luis Carlos; PINHEIRO, Olympio. Comparação de técnicas de prototipagem tradicional manual e sua importância para o design. **DATJournal: Design, Art and Technology**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 159 – 175, 2017. Disponível em: <https://datjournal.anhembri.br/dat/article/view/62>. Acesso em: 21 out. 2021.

REIS, Álif Rafael Fernandes; MELO, Gustavo Alves de; RODRIGUES, Jean Patrik Boro; PEIXOTO, Maria Gabriela Mendonça; BARBOSA, Samuel Borges. Processo de desenvolvimento de produto: irrigâmetro digital. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 37., 2018, Alagoas. **Anais eletrônicos...** Alagoas: Enegep, 2018. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2018&c=36536>. Acesso em: 10 set. 2021.