

Experiência didática na disciplina de Engenharia do Produto: desenvolvimento da idéia do *Extreme Bottle Water*

Bruno Neves Amado (Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus Macaé)
bruno_amado1@hotmail.com

Letícia Silva Coelho (Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus Macaé)
lele_coelho03@hotmail.com

Vívian Boyadjian Farha (Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus Macaé)
Vivian.farha@hotmail.com

Milena Estanislau Diniz Mansur dos Reis (Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus Macaé)
milenaestanislau@macae.ufrj.br

Resumo: O presente trabalho possui como objetivo relatar o processo de desenvolvimento de projeto de um produto como proposta de composição de grau na disciplina de Engenharia do Produto do curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro. No trabalho foram colocados em prática parte dos conhecimentos adquiridos na disciplina. As fases de Planejamento Estratégico, Planejamento do Projeto, Projeto Informacional e Projeto Conceitual referentes ao Modelo de Referência de Desenvolvimento de Produtos apresentadas em Rozenfeld et al. (2006) foram consideradas como estrutura-chave para o desenvolvimento da metodologia. No presente trabalho, as técnicas de análise sincrônica e diacrônica de Bonsiepe (1984) bem como a ferramenta os painéis visuais vistos em Baxter (2011) foram agregados a à Fase Informacional.

Palavras chave: Técnicas e ferramentas de Desenvolvimento do produto, Modelo de referência.

Teaching Experience in Product Engineering: Developing the Extreme Bottle Water Idea

Abstract: This paper aims to report the process of project development of a product as a proposal of degree composition in the Product Engineering discipline of the Production Engineering course of the Federal University of Rio de Janeiro. At work were put into practice part of the knowledge acquired in the discipline. The Strategic Planning, Project Planning, Informational Design, and Conceptual Design phases of the Product Development Reference Model presented in Rozenfeld et al. (2006) were considered as a key structure for the development of the methodology. In the present work, Bonsiepe's (1984) synchronic and diachronic analysis techniques as well as the visual panels tool seen in Baxter (2011) were added to the Informational Phase.

Keywords: Product Development Techniques and Tools, Reference Model.

1. Introdução

De acordo com Pahl et al. (2005), "A missão do Engenheiro é encontrar soluções para problemas técnicos. Pra tanto ele se baseia em conhecimentos das ciências naturais e da engenharia" (p. 1). Esses autores consideram que projetar envolve trabalho intelectual, criatividade, conhecimentos em várias áreas das ciências aplicadas, além de conhecimentos e experiências no campo a ser trabalho. Com isso em mente, na disciplina Engenharia do Produto da Universidade Federal do Rio de Janeiro/Campus Macaé foi proposto o desenvolvimento de um produto novo ou adaptação de algum produto existente

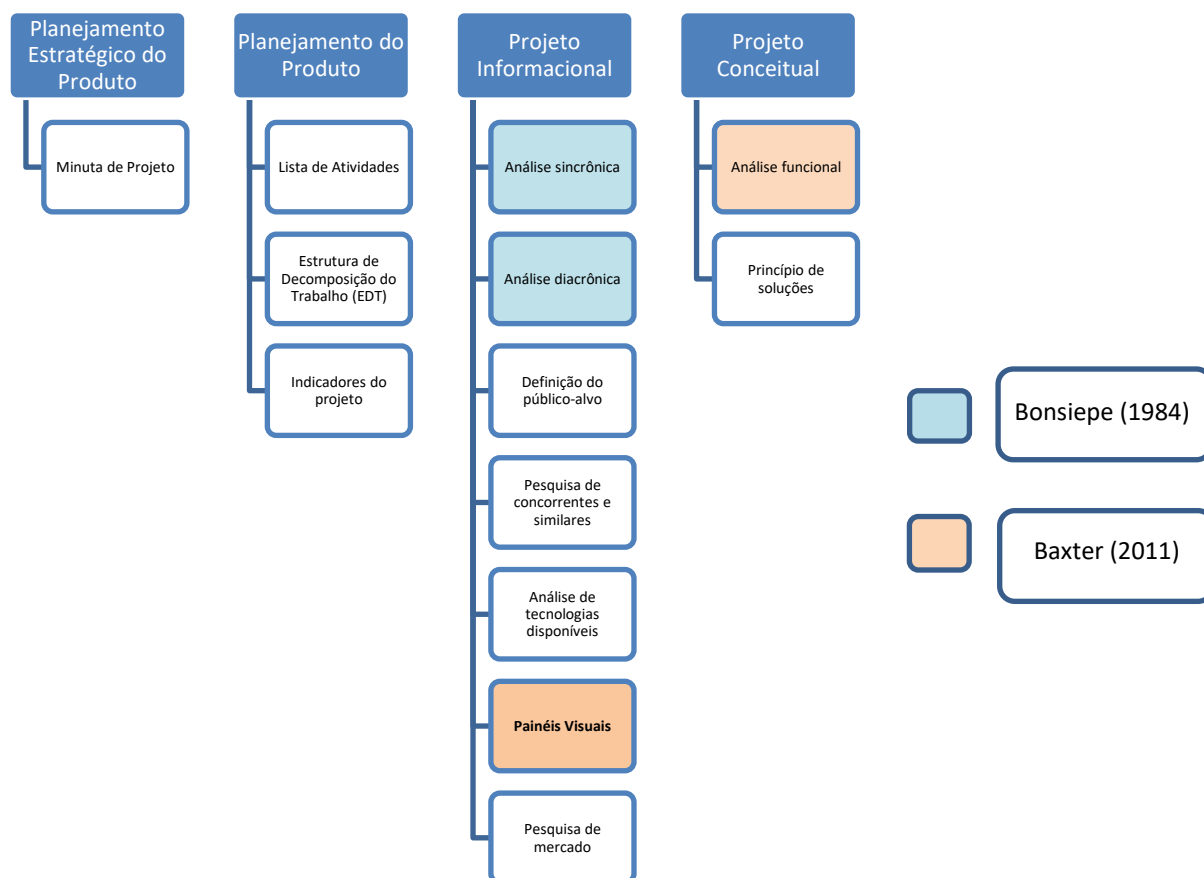
no mercado com pontos de melhoria. Os objetivos da disciplina, entre outros, foram: incentivar a criatividade, trabalhar a Engenharia no aspecto de resolução de problemas desenvolvendo soluções simples que possuam acesso real ao cliente e a interação com a disciplina Gestão de Projetos.

O problema analisado está exposto a seguir. Atualmente muitas pessoas levam garrafas consigo para seus ambientes de trabalho, universidades, academias, etc. No entanto existe a inconveniência de que, se o líquido presente no interior da garrafa estiver gelado, haverá troca de calor com o ambiente externo, e haverá o aparecimento de água na parte externa do recipiente. Identificando esta oportunidade, a equipe do projeto se propôs a trabalhar neste sentido com vistas a iniciar um estudo de modo a evitar a o risco de danos a outros materiais, equipamentos e produtos que possam estar perto de uma garrafa com gotas de água em seu exterior.

O presente projeto de desenvolvimento do produto, especificamente, da garrafa *Extreme Bottle Water*, foi elaborado por discentes do curso de engenharia de produção da Universidade Federal do Rio de Janeiro Campus Macaé e tem como objetivo iniciar o projeto de desenvolvimento de um produto com base em produtos já existentes como as garrafas convencionais e térmicas.

2. Metodologia

O presente trabalho foi elaborado tendo como estrutura-base as fases de Planejamento Estratégico do Produto, Planejamento do Produto, Projeto informacional e Projeto Conceitual do Modelo de Referência proposto por Rozenfeld et al. (2010). A esta estrutura-base, foram acrescentadas as técnicas Análise Diacrônica e Análise Sincrônica presentes em Bonsiepe (1984) bem como Painéis de Imagens Visuais relatado Baxter (2011). A Figura 1 apresenta a Metodologia utilizada no presente trabalho.



Fonte: Elaborada pelos autores (2019)

Figura 1– Metodologia utilizada

3. Desenvolvimento de Produto

Rozenfeld et al. (2010) apresentaram um modelo de referência para o desenvolvimento de produtos, composto das seguintes macro-fases:

- Pré-desenvolvimento: composta pelas fases de Planejamento Estratégico e Planejamento do Produto.

O Portfólio de Produtos e a Minuta de Produto são resultados da fase de Planejamento Estratégico. O Quadro 1 apresenta o significado destes documentos conforme Rozenfeld (p.47).

| | |
|-----------------------|---|
| Portfólio de Produtos | “(…) descrição de cada um dos produtos e datas de início de desenvolvimento e lançamento, segundo as perspectivas de mercado e tecnológicas”. |
| Minuta do Projeto | “(…) o primeiro documento que diz respeito a um projeto específico (...). É um documento que (...) contém a primeira descrição do produto”. |

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Rozenfeld (p.47)

Quadro 1 – Definição de Portfólio de Produtos e Minuta do Projeto

- Desenvolvimento: relaciona-se com as fases de Projeto Informacional, Projeto Conceitual, Projeto Detalhado, Preparação da Produção, Lançamento do Produto.

- Pós-desenvolvimento: composta pelas fases de Acompanhar Produto/Processo e Descontinuar o Produto.

O presente trabalho relaciona-se com a fase de Planejamento do Produto, Projeto Informacional e Conceitual de Rozenfeld et al (2006). Os painéis de imagens visuais citados por BAXTER (2011) que podem ser utilizados de modo a possibilitar que os produtos sejam “(...) projetados para transmitir certos sentimentos e emoções” foram utilizados na fase Projeto Informacional no presente trabalho.

Em BONSIEPE *et al.* (1984, p. 38), no que tange ao modelo projetual, as seguintes técnicas analíticas foram apresentadas com o intuito de preparatório para um posterior desenvolvimento do *design*, a saber: análise diacrônica do desenvolvimento histórico, análise sincrônica, funcional, estrutural, morfológica e de características de uso do produto. A seguir, as análises diacrônica e sincrônica serão definidas:

- Análise Diacrônica do Desenvolvimento Histórico: análise que considera (...) uma coleção de material histórico para demonstrar as mutações do produto no transcurso do tempo” (p.38).
- Análise Sincrônica: análise que visa “(...) reconhecer o ‘universo’ do produto em questão e para evitar reinvenções.

BERTONCELO e GOMES (2002) publicaram um estudo no qual realizam análise diacrônica e sincrônica de cadeira de rodas mecanomanual padrão dobrável no Centro-Oeste do Rio Grande do Sul, Brasil com base em Bonsiepe et al. (1984).

4. Resultados

A seguir, serão apresentados os resultados do estudo com base na seção de Metodologia anteriormente apresentada.

Minuta de Projeto

Para o presente trabalho, os alunos teriam que, mediante a definição de um problema, projetar um produto. Considerou-se que este produto pertencia um Portfólio anteriormente definido de uma empresa fictícia no caso a H2Water Company. Assim, o próximo passo envolveu a elaboração de uma Minuta de Projeto.

| Minuta do Projeto Empresa/ Órgão / Setor / Programa: H2Water Company |
|---|
| <p>Nome do projeto: <i>Extreme Bottle Water</i></p> <p>Justificativa do projeto: Pessoas que tem o hábito de andar com garrafas de água na rua muitas vezes sofrem com situações inconvenientes causadas pelas mesmas. As garrafas comuns, ao serem enchidas com qualquer líquido gelado, trocam calor com o ambiente gerando gotículas de água no seu corpo externo. Dessa maneira, ao carregar a garrafa em mochilas, bolsas, ou até mesmo deixando-as sobre a mesa de trabalho, os objetos ao seu redor correm o risco de se molharem, podendo ser danificados.</p> <p>Objetivos do projeto: A garrafa que evita condensação visa eliminar as situações inconvenientes do dia-a-dia, como sujeira e danos físicos causados pela transpiração das garrafas de água. Assim, seria possível consumir qualquer bebida gelada a qualquer momento sem nenhum contratempo.</p> <p>Descrição do produto do projeto: Garrafa para armazenamento de líquidos composta por uma tecnologia que evita a transpiração no corpo da garrafa quando entra em contato com líquido gelado.</p> <p>Mercado a que se destinam: Pessoas que utilizam garrafas para armazenamento de líquidos e se incomodam com a água que fica em torno da mesma devido a condensação que ocorre na troca de calor entre o líquido e o ambiente.</p> |

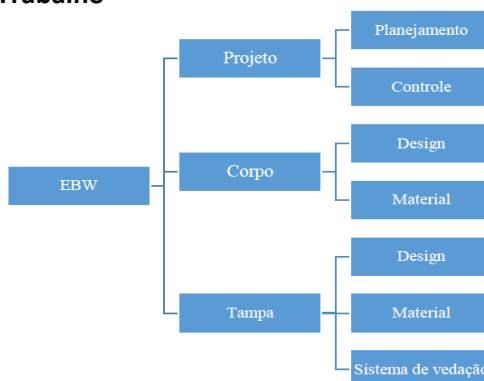
Fonte: Elaborada pelos autores

Quadro 2- Minuta de Projeto

Lista de Atividades

Após elaboração da minuta, passou-se à definição das demais atividades do projeto de desenvolvimento do produto. As seguintes atividades foram executadas: elaboração de estrutura de decomposição de trabalho e de indicadores de projeto; realização de análise sincrônica e diacrônica; definição de público-alvo; pesquisa de concorrentes e similares; análise de tecnologias disponíveis; elaboração de painéis visuais; desenvolvimento de pesquisa de mercado; elaboração de modelagem funcional e de matriz de síntese de soluções.

Estrutura de Decomposição do Trabalho



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 1 – Estrutura de decomposição do trabalho

Monitoramento do Projeto

O monitoramento do projeto se baseou nos seguintes indicadores: realização das atividades programadas, tempo de desenvolvimento e resultados alcançados.

Análise Sincrônica

Como não existem concorrentes diretos à EBW, no segmento de garrafas que evitam a condensação externa causada por líquidos gelados, serão analisados os concorrentes indiretos. São eles: fabricantes de garrafas convencionais e de garrafas térmicas, como mostra a Tabela 1.

| Produto | Preço, em média | Material | Processo de Fabricação | Funcionalidade |
|------------------------|-----------------------|----------------|---|--|
| Garrafa Convencional | R\$ 30,00 a R\$ 50,00 | Plástico | Sopro de ar comprimido em material plástico | Armazenagem de líquidos |
| Garrafa Convencional | R\$ 20,00 a R\$ 30,00 | Vidro | Vidro Soprado | Armazenagem de líquidos |
| Garrafa Térmica | R\$ 35,00 a R\$ 60,00 | Aço inoxidável | Fabricação, montagem e criação de vácuo entre as paredes da garrafa | Armazena líquidos, mantém a temperatura |
| Garrafa Térmica S'well | R\$ 105,00 | Aço inoxidável | Fabricação, montagem e criação de vácuo entre as paredes da garrafa | Armazena líquidos, conserva temperatura por até 24 horas |

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 1 – Análise sincrônica do produto

Análise Diacrônica

A necessidade de armazenamento de água e outros líquidos para benefício próprio pela humanidade é muito antiga. Está em torno de 9.000 anos a.C., quando os primeiros potes de barro não cozido foram manufaturados. A cerâmica surgiu em 7.000 a.C., e passou a ser fundamental para o incremento da capacidade de armazenamento de água pelo homem (Piterman & Greco, 2005). Já o vidro, vinha sendo trabalhado pelos egípcios por volta de 2.000 a.C., e tempos depois se tornou um material muito comum e apreciável para a fabricação de garrafas e utensílios relacionados a bebidas. Com o advento da tecnologia, em 1892 o escocês James Dewar desenvolveu o primeiro recipiente com as propriedades de uma garrafa térmica. Esse objeto tinha como objetivo manter soluções químicas de laboratório em temperatura padrão, e funcionava utilizando o princípio de isolamento a vácuo. Mais tarde, no século XX, o alemão Reinhold Burger diminuiu o tamanho do recipiente térmico, deixando-o parecido com uma garrafa e patenteou este produto.

Atualmente, as garrafas continuam evoluindo como as da marca S'well que prometem conservar a temperatura do líquido por até 24 horas. Isto se torna possível devido a dupla camada de aço inoxidável que a S'well Bottle é produzida.

Público Alvo

Para a definição do público alvo, não foram consideradas grandes restrições. No caso do presente produto; o público-alvo pode ser constituído por qualquer pessoa independente do sexo, idade ou profissão que tenha o hábito de levar garrafas de água consigo ao sair de casa.

Painéis Visuais

Os Painéis Visuais foram elaborados visando demonstrar, através de recursos visuais, o universo do produto em questão. Relacionando fatores importantes para o desenvolvimento do projeto, os Painéis foram divididos em: Painel Expressão do Produto, Painel dos Produtos Similares e Painel Estilo de Vida dos Consumidores, conforme Figuras 2, 3 e 4 seguir.



Fonte: Imagens extraídas da web

Figura 2 - Painel Expressão do Produto



Fonte: Imagens extraídas da Web

Figura 3 - Painel dos Produtos Similares



Fonte: Imagens extraídas da Web

Figura 4 - Painel Estilo de vida dos Consumidores

Análise das Tecnologias Disponíveis e Necessárias

Para o desenvolvimento do produto será necessário um estudo de diferentes materiais e suas propriedades, assim como, o estudo sobre termodinâmica com o foco em troca de calor, condensação e métodos de isolamento.

Produtos Concorrentes e Similares

Não foi encontrada nenhuma garrafa que tenha como foco principal a característica de eliminar a condensação externa da água na garrafa. Existem, hoje no mercado, garrafas térmicas que podem ser consideradas concorrentes indiretos do produto. A garrafa térmica tem como propósito o mantimento da temperatura de líquidos no seu interior. Dessa maneira, supõe-se que ao manter a temperatura a garrafa também evitaria a condensação, porém isso, na maioria dos casos, não ocorre. Foi encontrado no mercado, somente um tipo de garrafa térmica que possui as duas vantagens: manutenção da temperatura e eliminação da condensação. Esta, entretanto, não é vendida com o intuito de alcançar o objetivo do nosso produto, e sim como consequência da tecnologia de controle de temperatura.

Pesquisa de mercado

Para verificar a possível aceitação de desenvolvimento do projeto do produto foi desenvolvida uma Pesquisa de Mercado realizada a partir da elaboração de um questionário a ser realizado com indivíduos que tenham tem o costume de andar portando garrafa de água. A pesquisa foi realizada com uma amostra de 100 pessoas, e sua aplicação ocorreu de forma digital através do "Google Forms". O questionário era composto por 5 perguntas sendo 4 perguntas fechadas e 1 aberta. As perguntas (Tabela 2) e os resultados (Gráficos 1, 2, 3 e 4) serão apresentados a seguir.

| Questionário | Resposta |
|---|----------------------|
| Você tem o costume de andar com uma garrafa de água? | Sim / Não / As vezes |
| Você já teve problema com o suor da garrafa? | Sim / Não |
| Se você pudesse classificar o quanto esse problema te incomoda que nota você daria para ele de 1 à 5? | 1 / 2 / 3 / 4 / 5 |
| Você compraria um produto que resolvesse esse problema? | Sim / Não / Talvez |
| Se selecionou o talvez, explique o porquê. | Livre |

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 2- Questionário

Resultado da Pesquisa de Mercado

Questão 1) Você tem o costume de andar com uma garrafa de água?

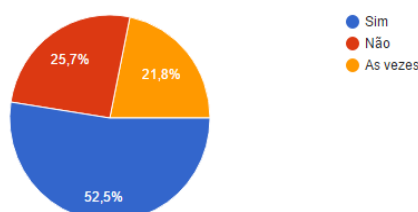


Gráfico 1 – Resultado Questão 1

Fonte: Elaborado pelos autores

Questão 2) Você já teve problema com o “suor” da garrafa?

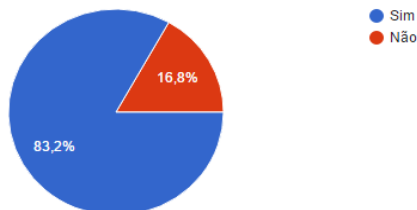


Gráfico 2 – Resultado Questão 2

Fonte: Elaborado pelos autores

Questão 3) Se você pudesse classificar o quanto esse problema te incomoda que nota você daria para ele de 1 à 5?

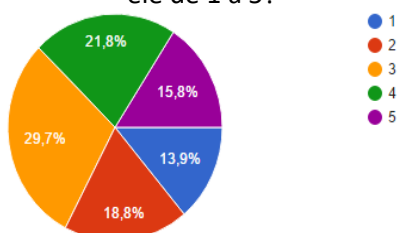


Gráfico 3 – Resultado Questão 3

Fonte: Elaborado pelos autores

Questão 4) Você compraria um produto que resolvesse esse problema?

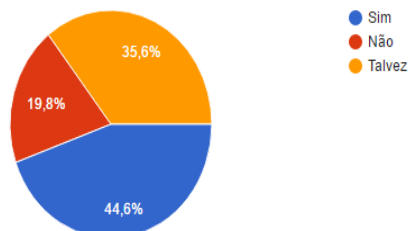


Gráfico 4 – Resultado Questão 4

Fonte: Elaborado pelos autores

A última questão era livre, somente as pessoas que selecionaram “talvez” na questão 4 deveriam responder. Dessa maneira, 31 pessoas responderam a questão. Das 31 pessoas que responderam a última questão, 25 explicaram que a decisão de compra dependeria do valor do produto. Ou seja 80,65% das pessoas em dúvida comprariam o produto se o preço fosse acessível. Como o orçamento do produto e o preço de venda não foram considerados na análise e desenvolvimento do trabalho, essas 25 pessoas foram consideradas possíveis compradoras. Com esse acréscimo, a análise da questão 4 indicaria que 69,4% das pessoas comprariam nosso produto.

A partir da pesquisa observamos que a especificação-meta do produto é evitar a condensação pois, sem essa característica o objetivo principal não é alcançado e como podemos perceber nos resultados, a transpiração da garrafa é um problema relevante para a o público estudado.

Análise Funcional do produto

A Tabela 3 apresenta o modelo funcional do Produto. De acordo com Baxter (2011), as funções de um produto podem ser classificadas com base na hierarquia como principal, básicas e secundárias e quanto à finalidade como uso e estima. As definições e exemplos estão dispostas a seguir:

- Função básica: é aquela que permite o produto funcionar. Por exemplo, para o projeto de garrafa em estudo, uma função seria armazenar líquido e a outra seria evitar condensação.
- Função secundária: atuam no suporte ou melhoria da função básica. Por exemplo, no caso da garrafa seria permitir a pega.
- Função de uso: possibilita o funcionamento do produto. Permitir a pega na garrafa já citado como secundário também é de uso.
- Função de estima: relaciona-se à atratividade do produto. A função Criar beleza pode ser considerada como de estima.

| Componente | Função | Básica | Secundária | Uso | Estima |
|-----------------|------------------------------|--------|------------|-----|--------|
| Corpo | Armazenar Líquido | x | | x | |
| | Permitir a pega | | x | x | |
| | Criar beleza | | x | | x |
| | Evitar condensação | x | | x | |
| Boca da garrafa | Permitir rosca da tampa | | x | x | |
| | Facilitar consumo do líquido | | x | x | |
| Tampa | Evitar vazamento | | x | x | |
| | Vedar garrafa | | x | x | |
| | Criar beleza | | x | | x |

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 3 – Modelo Funcional do Produto

Princípio de Soluções para as funções

Na Tabela 4, são apresentados os princípios de soluções pensados para as funções. Para armazenar água foi pensado em um corpo de forma cilíndrica, devido a sua forma mais comum entre as garrafas em geral e altura adequada para que não ocupe muito espaço e que armazene uma quantidade satisfatória de líquido. Já para evitar a condensação, uma solução seria criar uma garrafa composta por 3 camadas de materiais específicos que evite a troca de calor com o ambiente e uma das camadas é destinada ao depósito da água criada que posteriormente pode ser eliminada.

As ideias de como seria a composição da garrafa surgiram, além do brainstorming, pela criação de analogias. Em relação ao armazenamento pensou-se em um cacto, pois ele armazena a sua água e não a deixa “escapar”, mantendo-a armazenada até o seu consumo. Já para evitar a condensação, pensou-se em uma geladeira, pois é um eletrodoméstico que tem o seu interior refrigerado, mas que não transpira a ter contato com o ambiente.

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Armazenar Líquido | Corpo de plástico | Corpo de plástico | Corpo de plástico | Corpo de plástico | Corpo de plástico | Corpo de plástico |
| Permitir a pega | Corpo cilíndrico | Corpo redondo | Corpo quadrado | Corpo cilíndrico | Corpo redondo | Corpo quadrado |
| Permitir rosca da tampa | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda |
| Vedar garrafa | Tampa de rosca | Tampa de rosca | Tampa de rosca | Tampa de vedação | Tampa de vedação | Tampa de vedação |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Armazenar Líquido | Corpo metálico | Corpo metálico | Corpo metálico | Corpo metálico | Corpo metálico | Corpo metálico |
| Permitir a pega | Corpo cilíndrico | Corpo redondo | Corpo quadrado | Corpo cilíndrico | Corpo redondo | Corpo quadrado |
| Permitir rosca da tampa | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda | Boca redonda |
| Vedar garrafa | Tampa de rosca | Tampa de rosca | Tampa de rosca | Tampa de vedação | Tampa de vedação | Tampa de vedação |

Fonte: Elaborada pelos autores

Tabela 4 – Alternativas de Soluções

6. Conclusão

Dessa forma, fica evidente que o projeto de desenvolvimento do produto auxilia na compreensão de todas as etapas da criação e desenvolvimento do mesmo. Desde a ideia inicial, passando pelos processos de amadurecimento do projeto (através do escopo, minuta, cronograma) até a concepção final do produto e posterior fabricação. Além disso, com os resultados da pesquisa mercadológica realizada, foi possível constatar que a Extreme Bottle Water teria considerável aceitação pelo mercado consumidor. Portanto, o projeto de fabricação da "garrafa que não sua" é extremamente viável, admitindo um cenário de orçamentos e custos favorável. Espera-se que, possa ser dada continuidade ao trabalho com contemplação das outras fases do Modelo de Referência de Rozenfeld (2006).

7. Referências Bibliográficas

- BAXTER, M. **Projeto de Produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. 1ª Ed. São Paulo: Blücher, 2011.
- BERTONCELO, I.; GOMES, L. V. N. Análise diacrônica e sincrônica da cadeira de rodas mecanomanual. **Revista Produção**, v. 12, n. 1, p. 72-82, 2002.
- BONSIEPE, G. et. al. Metodologia experimental: desenho industrial. Brasília: CNPq/Coordenação editorial. 82p. 1984.
- PAHL, G.; BEITZ, W., FELDHUSEN, J.; GROTE, K-H. **Projeto na Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo: Blucher, 2005.
- PITERMAN, A.; GRECO, R.M. **A água, seus caminhos e descaminhos entre os povos**. Revista APS, v.8, n.2, p. 151-164, jul./dez. 2005.
- ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C. et al. **Gestão de Desenvolvimento de Produto: uma referência para a melhoria do processo**. 1 ed. São Paulo: Saraiva, 2006.