

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

CASSIANO RODRIGUES MOURA

*Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Professor de Mecânica, Campus Jaraguá do Sul - Rau.
cassiano.moura@ifsc.edu.br*

ROBERTO DUESSMANN

*Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Graduando de Eng. de Produção, Campus Joinville.
roberto.duessmann@gmail.com*

RAFAEL BIANCHI MACHADO

*Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Graduando de Eng. de Produção, Campus Joinville.
rafabm99@gmail.com*

LETÍCIA BANDELOW

*Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Graduando de Eng. de Produção, Campus Joinville.
leticia.bandelow@hotmail.com*

IGOR MERLIN

*Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Graduando de Eng. de Produção, Campus Joinville.
igormerling@hotmail.com*

RESUMO

Esta pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento do projeto conceitual de um tênis térmico com características inovadoras, baseado na metodologia de Desenvolvimento de Produto. O trabalho foi realizado em parceria com o LADEP - Laboratório de Desenvolvimento de Produtos na UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina. A metodologia aplicada na pesquisa caracteriza-se por meio de pesquisa tecnológica, que busca a geração de novos produtos. O modelo de desenvolvimento utilizado é uma adaptação do método apresentado por Rozenfeld et al. (2006). A metodologia aplicada inicia-se com o projeto informacional, em que são extraídas informações sobre as reais necessidades do mercado referente ao produto, seguido do levantamento de informações realizado através de pesquisa de mercado, em que os dados são clarificados com auxílio da matriz QFD e ajustados os requisitos referentes à qualidade do produto. Posteriormente é realizado o projeto conceitual, em que a visão de mercado é transformada em um conceito tecnologicamente atrativo. Nesta fase é utilizada a técnica de modelagem funcional para evidenciar as funções elementares do produto. Por fim, é realizado o projeto preliminar, em que é utilizado um software de modelagem 3D para criar o desenho do conceito do produto e apresentar o projeto final.

PALAVRAS-CHAVE:

Desenvolvimento de produto, Tênis térmico, Inovação.

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

INTRODUÇÃO

De acordo com Rozenfeld et al., (2006) o processo de Desenvolvimento de Produto pode ser visto como um conjunto de atividades através das quais se podem chegar às especificações do projeto de um produto ou de seu processo de produção, levando em consideração as especificações do mercado, restrições tecnológicas e as estratégias competitivas de uma empresa. Para Slack (2009) o objetivo ao se desenvolver um novo produto é atender as necessidades e garantir a satisfação dos clientes, especificamente suas expectativas atuais e futuras. De acordo com Pahl et al., (2005) a atividade crucial no desenvolvimento de produto consiste em um processo de análise e um subsequente processo de síntese, que passa por etapas de trabalho e de decisão, iniciando-se geralmente de forma qualitativa tornando-se cada vez mais concretos e quantitativos.

Diversos autores apresentam modelos para delinear o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). No modelo de Ulrich e Eppinger (2004) o PDP é dividido em uma sequência de fases e atividades

que são desenvolvidas para conceber, projetar e comercializar um produto. Para Pahl et al., (2005) o modelo para o Processo de Desenvolvimento de Produto pode ser desdobrado nas seguintes fases planejar/esclarecer a tarefa; conceber; projetar e detalhar. Back et al., (2008), apresentam um modelo de referência para o Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos - PRODIP. Este modelo contribui para que as empresas possam executar um processo de desenvolvimento de produto mais formal e sistemático, integrado aos demais processos empresariais, o processo é decomposto em macro fases, atividades e tarefas com uma sequência lógica de atividades e tarefas.

Rozenfeld et al., (2006) apresentou uma estrutura do Processo de Desenvolvimento de Produto, conforme mostra a Figura 1, onde se observa três macro fases distintas:

- Pré-Desenvolvimento;
- Desenvolvimento;
- Pós-Desenvolvimento.

Na macro fase de desenvolvimento acontece o

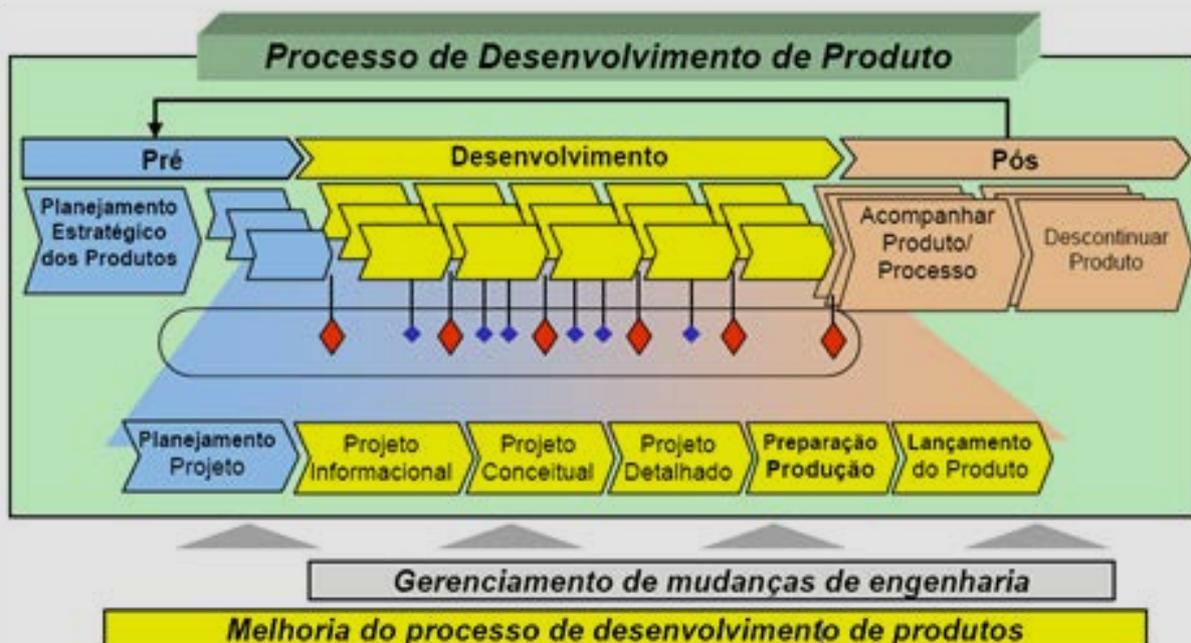


Figura 1: Estrutura do Processo de Desenvolvimento de Produto.
FONTE: Rozenfeld et al. (2006).

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA

desdobramento do projeto do produto. Ela pode ser dividida em fases conforme mostra a Figura 2. Pode-se observar que ela inicia-se com o projeto informacional e termina com a fase de lançamento do produto. O desdobramento destas fases consiste na aplicação de técnicas e ferramentas que conduzem o processo de desenvolvimento de produto de maneira estruturadas e eficaz.

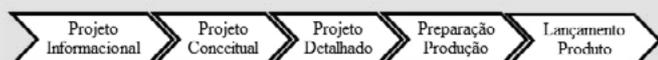


Figura 2: Desdobramento da macro-fase Desenvolvimento.
FONTE: Adaptado de Rozenfeld et al., (2006).

METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho é caracterizada por meio de pesquisa tecnológica, que busca a geração de novos produtos. Em termos de objetivos ela pode ser classificada como pesquisa exploratória, pois visa compreender o problema atual para depois propor uma solução. Os procedimentos utilizados incluem pesquisa de campo, através do acompanhamento das atividades in loco, pesquisa na literatura e em bancos de patentes, para busca de possíveis soluções já existentes, bem como levantamentos através de entrevistas com especialistas. Para o desenvolvimento do conceito do produto foram utilizadas algumas das fases propostas no modelo apresentado Rozenfeld et al., (2006).

O procedimento metodológico do trabalho esta dividido em quatro etapas mostradas na Figura 3. O Planejamento do Projeto caracteriza a etapa inicial da pesquisa, onde é realizada a avaliação do problema seguido de um delineamento do processo de desenvolvimento. Na sequencia inicia-se a etapa de desenvolvimento do produto, em que são aplicados o método e as ferramentas para a criação do conceito, nesta etapa são desenvolvidas as três fases, o Projeto Informacional; Conceitual e Preliminar onde por fim se apresenta um modelo conceitual para o produto.

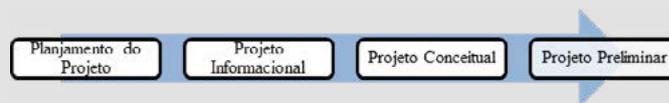


Figura 3: Etapas de desenvolvimento de produto adotado neste trabalho.
FONTE: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Planejamento do projeto

Para se determinar o foco do produto a ser desenvolvido, bem como a probabilidade de sucesso do projeto, foram avaliados quatro produtos com características distintas:

- Tênis Térmico Recarregável;
- Tênis Térmico Autorrecarregável;
- Tênis Térmico Esportivo;
- Tênis Térmico Ecológico.

A técnica utilizada para auxiliar nesta escolha foi o gráfico de bolhas proposto por Rozenfeld et al., (2006), conforme mostra a Figura 4, onde se observa que o tênis Térmico Recarregável é a pérola do projeto devido a ter maior probabilidade de sucesso bem como maior VPL (Valor Presente Líquido). Isto acontece devido a existência da necessidade do produto e não existência de concorrência atualmente no mercado. Além disso, representa o maior lucro esperado, devido suas características universais dentre os modelos apresentados.

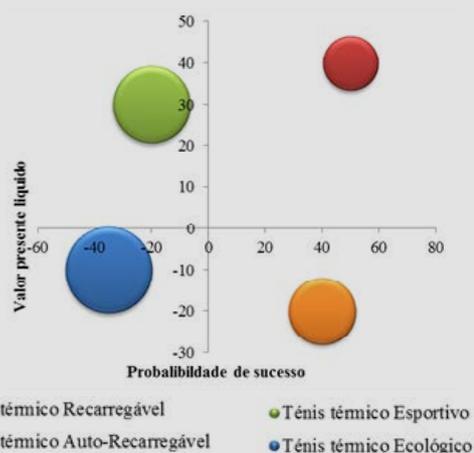


Figura 4: Análise de probabilidade de sucesso.
FONTE: Adaptado de Rozenfeld et al. (2006).

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Através destas informações pode-se gerar a declaração de escopo do produto onde são apresentadas suas primeiras características, bem como suas especificações iniciais e limitações esperadas para o projeto, conforme é apresentado na Tabela 1

II. Projeto Informacional

Nesta etapa foram levantadas as necessidades dos clientes relacionadas a utilização do produto. Para auxiliar o levantamento de informações elaborou-se um benchmark que captou dados referentes aos produtos similares existentes. Na sequência foi realizada uma pesquisa de mercado através de um questionário, onde se podem determinar as reais necessidades dos clientes. Para isso foi desenvolvido um questionário com características específicas que foi aplicado aos potenciais clientes. Com isso pode-se obter informações importantes com relação à visão do mercado sobre o produto.

A etapa de clarificação das necessidades foi realizada com o auxílio da matriz QFD (Quality Function Deployment) que realizou o desdobramento da função qualidade, conforme é apresentado na figura 5. Ela auxiliou na definição das especificações metas, como também listou quais requisitos do produto são mais importante para o projeto.

Com o desdobramento da função qualidade se obteve informações importantes referentes aos fatores diretamente ligados à qualidade percebida pelo cliente, como vida útil, duração da bateria e o peso do produto, estes que foram os três requisitos de projeto, respectivamente, com maior relevância segundo a matriz QFD, isso propicia visualizar suas prioridades e futuramente pode ser utilizado como base para a execução real do projeto. Ela também indicou os requisitos do produto em relação ao seu projeto, em sequência por ordem de importância. Com isso se pode priorizar resultados na sequência do desenvolvimento direcionando o produto às características dos clientes

PROJETO - TÊNIS TÉRMICO RECARREGÁVEL	
NOME FANTASIA	T-SHOES
JUSTIFICATIVA	Este projeto justifica-se a partir da ideia de que em alguns lugares e/ou situações as pessoas possuem dificuldade no que diz respeito ao aquecimento dos pés. Desta maneira, T-Shoes apresenta uma solução inovadora para este problema.
OBJETIVOS	Desenvolver um tênis casual para aquecimento dos pés. Facilitar o carregamento da bateria. Desenvolver um design arrojado. Criar um tênis leve. Projetar um tênis confortável.
PARTES ENVOLVIDAS	Cientes: O público alvo é qualquer pessoa que tenha necessidade de manter os pés aquecidos. Além do conforto, esse calçado ajudará também os diabéticos que normalmente tem a circulação ruim, devido ao elevado nível de açúcar no sangue, deixando os pés frios. Concorrentes: Atenta-se ao fato de ser um produto novo no mercado não apresentado assim uma concorrência direta.
LIMITAÇÕES/ RESTRIÇÕES	Risco inicial de não aceitação do mercado. Preço ser superior a outros tênis comuns no mercado, pelo fato da tecnologia aplicada. Tempo de duração da bateria. Apesar de conter sistema de ventilação, há risco de transpiração excessiva.
CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTAIS	Tênis casual para uso diário. Resistências acopladas no solado do tênis para realizar o aquecimento. Sistema de aquecimento impermeável. Armazenamento de energia por meio de bateria recarregável.

Tabela 1 - Declaração de escopo do projeto

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

III. Projeto conceitual

O Projeto conceitual utiliza as informações construídas na fase anterior, baseando-se na visão de mercado, para desenvolver o conceito de forma técnica e mercadologicamente atrativo aos usuários.

Inicialmente foi aplicada a modelagem funcional conforme mostra a Figura 6, para evidenciar as funções elementares do produto. Para isso determina-se a função global do produto, onde são detalhadas as entradas e saídas do processo, bem como uma descrição de todas as funções elementares que compõem o produto, de forma sequencial. Na Figura 6 pode-se observar que a função global é “confortar os pés”, bem como as 10 subfunções descritas como elementares para o produto desenvolver sua função.

Na sequência é aplicado um estudo para gerar os princípios de solução e atender as funções elementares da modelagem funcional. Nesta etapa foi utilizada a matriz morfológica, conforme apresentada na Tabela 3, onde são utilizados requisitos do projeto, levantados no QFD, catálogos técnicos e banco de informações, para contemplar as características necessárias para

o produto e gerar os princípios de solução. Nesta tabela são apresentados os principais princípios de solução, que podem de alguma forma contribuir para a função em questão. Estes devem ser analisados criteriosamente a fim de ajustar qual a melhor escolha para o produto em questão.

Com a combinação das alternativas de solução da matriz morfológica pode-se gerar as alternativas de concepção do projeto, conforme mostra a Tabela 4. Estas foram identificadas através de análises qualitativas, buscando as melhores opções para atender as necessidades do projeto.

Essas alternativas são geradas em conjunto pela equipe de projeto, através da análise de quais conjuntos de princípio de solução podem apresentar uma melhor combinação para atender aos requisitos do produto. Na tabela 4 pode-se observar que foram levantadas 4 possíveis alternativas de concepção para o produto. Cada uma destas opções possuem características distintas devido aos princípios de solução que foram utilizados em cada uma delas.

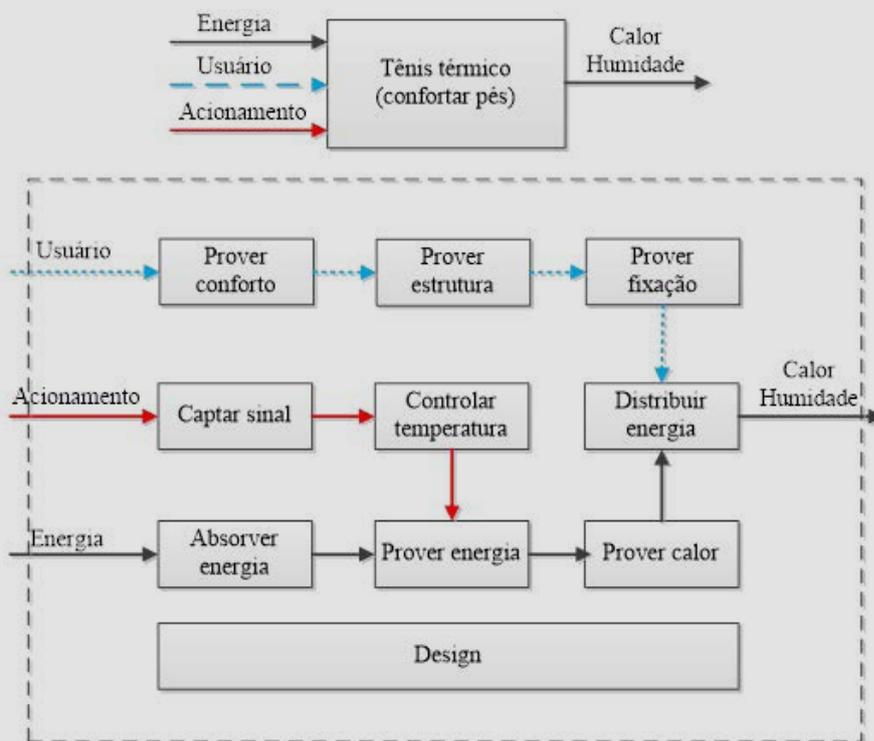


Figura 6: Modelagem funcional - Tênis térmico

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

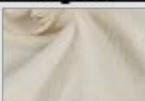
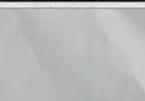
Função	Alternativa de solução					
	Amortecedor	Palmilha de Silicone		Palmilha de Borracha		
Prover conforto						
Prover estrutura	Nylon 	Algodão 	Couro 	Tela 	Plástico 	Borracha 
Prover fixação	Cadearço 	Velcro 	Zipper 	Prasilha 	Elastico 	Sem cadearço 
Absorver energia	USB 	Mini USB 	Micro USB 	A/C 	Firewire 	
Prover energia	Bateria 	Pilha 				
Prover calor	Resistência 	Vibração 	Infravermelho 			
Distribuir energia	Condução 	Convecção 	Irradiação 			
Controlar temperatura	Termostato 	Termômetro 	Sensor 			
Captar sinal	Potenciômetro 	Botão 	Chave 	Painel Digital 		

Tabela 3 - Matriz morfológica
 FONTE: Primária (imagens disponíveis na internet)

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

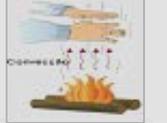
Função	Alternativas de concepção			
	1	2	3	4
Prover conforto				
	Couro	Nylon	Couro	Couro
Prover estrutura				
Prover fixação				
Absorver energia				
Prover energia				
Prover calor				
Distribuir energia				
Controlar temperatura				
Captar sinal				

Tabela 4 - Alternativas de concepção do produto

FONTE: Primária (imagens disponíveis na internet)

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

Para selecionar a alternativa de concepção que melhor atende as necessidades do projeto em relação aos consumidores, foi utilizada a matriz de decisão proposta por Pugh (1991), que compara os requisitos do consumidor com as alternativas de propostas, conforme mostra a Tabela 5. Pode-se observar que a alternativa número 1 foi tomada como referência e as demais foram confrontadas com os critérios preestabelecidos. Após a análise ficou definido que a concepção nº3 se mostrou superior as suas concorrentes, finalizando o processo de definição do conceito do produto.

Uma análise de viabilidade técnica prévia da alternativa de solução escolhida mostra que o módulo de aquecimento será dado por meio de uma resistência alimentada por bateria. A resistência dificulta a passagem de corrente elétrica e produz calor, similar a outros produtos com as mesmas características, como chuveiro. O componente será terceirizado e a resistência será comprada de empresas especializadas para posterior montagem ao produto.

A fonte de energia para o aquecimento será uma bateria de lítio, que ficará na parte interna e central do tênis. A bateria de lítio, similar a de um celular,

também será adquirida por terceiros e montada ao produto, sendo que o carregamento da bateria será feito através de uma entrada Universal Serial Bus (USB).

Para a concepção escolhida foi elaborada uma lista preliminar de materiais (Bill of Materials), conforme é apresentado na Tabela 6, onde podem-se observar os itens separados por módulos: Estrutural, Aquecimento e Carregamento, em que cada grupo envolve seus respectivos subprodutos e componentes do produto. Para cada item se especificou um código para melhor controle do processo, bem como sua quantidade, a especificação de comprado (C) ou manufaturado (M) e o processo de fabricação envolvido.

IV. Projeto Preliminar

Nesta fase é realizado o desenho do projeto para a alternativa escolhida. Foi utilizado um software de modelagem 3D para criar o desenho do conceito do produto. A figura 7 apresenta uma vista explodida da montagem do produto, que a partir desta etapa passa a se chamar T-Shoes. Nesta figura pode-se observar o módulo de suporte e módulo de aquecimento, que se tratam dos diferenciais deste produto. Esses módulos serão os responsáveis por atender a maioria dos requisitos indicados pelos clientes.

A Figura 8 apresenta o conceito final do produto T-Shoes e apresenta em detalhes o módulo de aquecimento, onde pode-se observar a distribuição do ar quente pelo produto, a disposição da bateria e a entrada USB para carregamento de energia. O dispositivo de controle de temperatura será disposto na parte superior do sistema. Através dele o usuário poderá realizar o controle de temperatura, bem como ligar ou desligar o sistema (ON/OFF).

CRITÉRIOS	ALTERNATIVAS DE CONCEPÇÃO				
	PESO	1(REF.)	2	3	4
TÊNIS PARA USO DIÁRIO	3	0	-	+	-
TÊNIS CASUAL	2	0	-	0	+
TÊNIS CONFORTÁVEL	4	0	-	0	0
TÊNIS AMORTECIDO	3	0	-	0	0
TÊNIS RESISTENTE PARA EXERCÍCIOS	2	0	0	0	-
DESIGN ARROJADO	2	0	+	+	-
PREFERÊNCIAS PELAS CORES P, B E C	1	0	0	0	0
LEVEZA	4	0	0	+	-
TÊNIS COM ALTA DURAÇÃO	4	0	-	0	-
BOM AQUECIMENTO	5	0	-	0	+
PREÇO DE ATÉ R\$399,00	4	0	-	+	-
TOTAL		0	-23	+13	-12

Tabela 5 - Matriz de decisão

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA

Nº	Descrição	Código	Qtde.	+C/M	Material	Processo fabricação
1	Módulo Estrutural					
1.1	Solado Amortecido	ME-101	2	C	Borracha	Terceirizado
1.2	Palmilha	ME-102	2	M	EVA	Cortado
1.3	Cadarço	ME-103	2	M	Tecido	Cortado
1.4	Estrutura externa	ME-104	2	M	Couro	Cortado/Costurado
1.5	Língua	ME-105	2	M	Couro	Cortado/Costurado
1.6	Revestimento Interno	ME-106	2	M	Espuma	Cortado/Colado
1.7	Suporte para módulo de aquecimento	ME-107	2	M	Plástico	Cortado
2	Módulo Aquecimento					
2.1	Resistência	MA-201	2	C	Cobre	Terceirizado
2.2	Fio - Termostato para Resistência	MA-202	2	M	Cobre	Cortado
2.3	Termostato	MA-203	2	C	Montagem	Terceirizado
2.4	Chave	MA-204	2	C	Montagem	Terceirizado
2.5	Fio - chave	MA-205	8	M	Cobre	Cortado
2.6	Fio - Resistência para bateria	MC-206	2	M	Cobre	Cortado
3	Módulo Carregamento					
3.1	Bateria	MC-301	2	C	Lítio	Terceirizado
3.2	Entrada USB	MC-302	2	C	Montagem	Terceirizado
3.3	Cabo USB	MC-303	2	C	Montagem	Terceirizado
3.4	Hub USB	MC-304	1	C	Montagem	Terceirizado
3.5	Tomada com conector USB	MC-305	1	C	Montagem	Terceirizado
3.6	Fio - USB para bateria	MC-306	4	M	Cobre	Cortado

*C = comprado; M = manufaturado

Tabela 6 - Lista de materiais preliminar - Bill of Materials (BOM)



Figura 7: Vista explodida da montagem do produto



Figura 8: Conceito final e detalhe do módulo de aquecimento

PROJETO CONCEITUAL DE UM TÊNIS TÉRMICO BASEADO NA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

4. CONCLUSÃO

Este trabalho utilizou a metodologia de desenvolvimento de produto para buscar um conceito de um Tênis Térmico com características inovadoras. Pode-se considerar que através do estudo o objetivo geral foi alcançado, uma vez que o conceito do produto foi apresentado e considerado adequado às características dos usuários. A coleta de dados para o levantamento de informações foi imprescindível para a conclusão da pesquisa, bem como as ferramentas aplicadas através da metodologia proposta se mostraram eficientes para desenvolver o conceito final do produto, que se mostrou viável e de acordo com as características preestabelecidas pelos requisitos dos clientes.

Além disso, baseado na lista preliminar de materiais (Bill of Material - BOM), espera-se que o custo do equipamento seja atrativo aos clientes, uma vez que os materiais foram sugeridos buscando o alinhamento entre o custo e desempenho. É importante destacar que este produto ainda é um conceito, ou seja, se trata de um projeto em andamento, sendo as demais fases de detalhamento e testes ainda necessárias para finalizar o desenvolvimento do produto.

REFERÊNCIAS

BACK, N.; Ogliari, A.; Dias, A.; Silva, J. C. da. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Editora Malone, 2008. 648p.

PAHL, G. Beitz, W.; Feldhusen, J.; Grote, K. Projeto na engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. 6^a Ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005.432p.

PUGH, S. Total Design Integrated Methods For Successful Product Engineering. Adison Wesley Publishing Company, 1991.

ROZENFELD, H.; FORCILLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, JOSÉ C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE, R.K. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: Uma Referência para a Melhoria dos Processos. São Paulo: Saraiva, 2006.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. Traduzido por Maria Teresa Corrêa de Oliveira. 2^a ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ULRICH, K. T.; Eppinger, S. D. Product Design and Development. Mc Graw Hill, Nova Iorque, 2004. 384p.