

A PROTOTIPAÇÃO DE BAIXO CUSTO COMO FERRAMENTA PEDAGÓGICA NO ENSINO DE ENGENHARIA DO PRODUTO*

THE LOW COST PROTOTYPE AS A PEDAGOGICAL TOOL IN THE ENGINEERING OF THE PRODUCT

Ramon Baptista Narcizo,¹ Fernanda Eirado Souza,² Carolina Marques de Oliveira,³ Cristiane Muniz Hottz,⁴ Mariana Santos Nacif Vargas,⁵ Mariana Santos da Silva⁶

RESUMO

Este artigo apresenta o exemplo bem-sucedido de desenvolvimento de um protótipo de produto realizado por alunos de graduação em Engenharia de Produção. Emprega-se como principal abordagem teórica e metodológica a proposição de Ulrich e Eppinger (2012), com as fases de planejamento, desenvolvimento do conceito, projeto em nível de sistema, projeto detalhado, e testes e refinamentos. Os alunos avançaram até o desenvolvimento de um protótipo físico com alto nível de aproximação ao produto final. Verificou-se que a adoção de uma estratégia pedagógica apoiada em atividades práticas propiciou resultados positivos no ensino dos conceitos e métodos. Ademais, a execução bem-sucedida do protótipo evidenciou que materiais de baixo custo e criatividade, suportados por conceitos, métodos e ferramentas bem-fundamentados, podem propiciar significativos resultados no processo de ensino e aprendizagem. Avalia-se que a principal relevância do artigo está na demonstração de que é possível desenvolver atividades práticas de baixo custo relacionadas ao ensino de Engenharia do Produto.

Palavras-chave: Engenharia do produto; Engenharia de Produção; protótipo; baixo custo; novo produto; ensino; prática; Brasil.

ABSTRACT

This article presents a successful example of the development of a product prototype conducted by graduate students in Production Engineering. The main theoretical and methodological approach is the proposition of Ulrich and Eppinger (2012), with the planning, concept development, system-level design, detailed design, and testing and refinement phases. The students advanced to the development of a physical prototype with a high level of approach to the final product. It was verified that the adoption of a pedagogical strategy based on practical activities provided positive results in the teaching of concepts and methods. In addition, the successful implementation of the prototype demonstrated that low-cost materials and creativity, supported by well-founded concepts, methods and tools, can provide significant results in the teaching and learning process. It is evaluated that the main relevance of the article lies in the demonstration that it is possible to develop low-cost practical activities related to the teaching of Product Engineering.

Keywords: Product development; Production Engineering; prototype; low cost; new products; teaching; practice; Brazil.

*Este artigo é uma versão revisada de Oliveira *et al.* (2017), publicado originalmente no XXIV Simpósio de Engenharia de Produção.

1 Professor adjunto, Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia; ramon.narcizo@lei.uff.br

2 Aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense; fernanda.eirado@lei.uff.br

3 Aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense; carolinamarquesoliveira@id.uff.br

4 Aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense; cristianehottz@id.uff.br

5 Aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense; marianasnv@id.uff.br

6 Aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense; santosmariana@id.uff.br

INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO), a Engenharia do Produto é uma das grandes áreas de conhecimento da Engenharia de Produção no Brasil. Esse campo de conhecimentos engloba questões – tanto em nível estratégico como operacional – relacionadas a ferramentas e processos de projeto, planejamento, organização, decisão e execução de desenvolvimento de novos produtos. Tendo em vista sua relevância para a formação técnica dos engenheiros de produção, o ensino dos conhecimentos relacionados à Engenharia do Produto é uma premissa obrigatória para os cursos de graduação em Engenharia de Produção no país (ABEPRO, 2017).

Considerando o atual panorama da educação superior brasileira, dadas as limitações de recursos e infraestrutura, especialmente em instituições públicas de ensino (BOSI, 2007), é comum que as disciplinas responsáveis pelos conhecimentos relacionados à Engenharia do Produto sejam ministradas empregando-se uma abordagem integralmente teórica. Ainda que a decisão sobre abordagens teóricas, práticas ou combinadas seja uma prerrogativa planejada e definida nos projetos pedagógicos de cada curso e sua respectiva instituição, a relevância da prática para o efetivo ensino da engenharia é amplamente reconhecida (ADAMS *et al.*, 2003).

As disciplinas relacionadas à Engenharia do Produto oferecem uma oportunidade para que os alunos possam exercitar e colocar em prática os conhecimentos adquiridos. Assim, este artigo tem por objetivo apresentar um exemplo bem-sucedido de desenvolvimento prático de um protótipo de produto, realizado por alunos de graduação em Engenharia de Produção. O desenvolvimento ocorreu ao longo da disciplina de “Engenharia do Produto”, vinculada ao Departamento de Engenharia do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Fluminense. O projeto desenvolvido foi um protótipo de produto capaz de transportar água para um cão durante uma caminhada, de forma prática e eficiente, deixando as mãos de seu tutor⁷ livres.

O artigo está estruturado da seguinte forma: inicialmente, é apresentada uma breve síntese sobre a abordagem teórica e metodológica empregada para o desenvolvimento do protótipo, segundo a proposição de Ulrich e Eppinger (2012). Em seguida, as principais atividades ao longo do processo de desenvolvimento são apresentadas e seus resultados discutidos. Por fim, as reflexões finais são apontadas. Avalia-se que a principal relevância do artigo está na demonstração de que é possível desenvolver atividades práticas e de baixo custo relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos, especialmente de prototipagem de artefatos físicos, nos cursos de graduação em Engenharia de Produção.

Sustentação teórica e metodológica

Rozenfeld *et al.* (2006) argumentam que desenvolver produtos engloba um conjunto de atividades que objetivam determinar as especificações e o processo produtivo de um produto, considerando as necessidades do mercado, a viabilidade técnica e a estratégia da empresa. Similarmente, Ulrich e Eppinger (2012, p. 2), afirmam que o desenvolvimento do produto é o conjunto de atividades que começa com a percepção de uma oportunidade de mercado e termina com a produção, venda e entrega de um produto.

Esses autores propõem um arcabouço teórico e metodológico orientado ao desenvolvimento de artefatos projetados, físicos e discretos (não-contínuos), dividido em seis grandes fases: planejamento; desenvolvimento do conceito; projeto em nível de sistema; projeto detalhado; testes e refinamentos; e preparação (*ramp-up*) da produção. Essas fases podem ser resumidas da seguinte forma:

- 1) *Planejamento*: é considerada como a “fase zero”, pois antecede a aprovação do projeto e o início do desenvolvimento de fato. Engloba identificação de uma oportunidade, avaliação tecnológica e definição dos objetivos de mercado, muitas vezes sintetizados numa declaração de missão para o projeto do produto a ser desenvolvido.
- 2) *Desenvolvimento do conceito*: é a fase na qual as necessidades do mercado são identificadas, especificações técnicas são defini-

⁷ Para fins conceituais, este artigo emprega a palavra “tutor” em detrimento de termos menos adequados como “dono” ou “proprietário”, que implicam a ideia de posse e objetificação do animal (SANTANA; OLIVEIRA, 2006).

das e diferentes conceitos são gerados para o produto. Eventualmente, conceitos promissores são avaliados em maiores detalhes, até que um conceito vencedor – ou seja, com maiores chances de sucesso – seja selecionado para implementação.

- 3) *Projeto em nível de sistema*: consiste na definição da arquitetura básica do produto, seus principais componentes e subcomponentes. Também são definidos os principais aspectos relacionados ao processo produtivo e de montagem. Comumente, também é construída uma representação do produto como uma composição de seus subsistemas e subfunções, que darão suporte a futuras decisões sobre a produção.
- 4) *Projeto detalhado*: engloba a completa e detalhada definição das características da geometria e arquitetura do produto. Questões sobre modularidade, partes, componentes e fornecedores também são delineadas. A documentação de controle é formalizada, dando suporte ao planejamento do processo produtivo, bem como fornecendo instruções sobre a fabricação dos módulos, componentes e subcomponentes.
- 5) *Testes e refinamentos*: é a fase na qual protótipos iniciais (alfa) e mais completos (beta) são construídos e testados. Nesse ponto, o produto atravessa os últimos estágios de desenvolvimento, melhorias e ajustes, de forma a apresentar o desempenho esperado pelo mercado e potenciais usuários.
- 6) *Preparação (ramp-up) da produção*: é a fase final do desenvolvimento, quando se inicia a produção do produto, antes de seu lançamento ao mercado. O objetivo é treinar o pessoal de produção e identificar modificações, ajustes e melhorias no sistema produtivo, de forma que haja uma transição gradual para a produção em larga escala, após o lançamento.

Em síntese, o processo de desenvolvimento de novos produtos proposto por Ulrich e Eppinger (2012) engloba as questões fundamentais relacionadas às decisões de engenharia referentes ao produto, desde a identificação da oportunidade até seu lançamento ao mercado. Cabe destacar que essas fases descrevem apenas uma visão geral do processo, uma vez que

esses autores sugerem conjuntos de diferentes atividades e ferramentas empregados para alcançar os objetivos previstos para cada fase.

Complementarmente, há outras questões relevantes para o ciclo de vida do produto, tais como o acompanhamento após seu lançamento, planejamento de sua descontinuidade no mercado e a incorporação das lições aprendidas na base de conhecimento da organização (ROZENFELD *et al.*, 2006), que não são discutidas neste artigo.

Contudo, ainda que essas questões não tenham sido exploradas no referencial teórico, são reconhecidamente relevantes para o sucesso de um produto no mercado, bem como para o desempenho e aprendizado organizacional em termos da sua capacidade de desenvolvimento de novos produtos. Portanto, não podem ser negligenciadas e devem ser abordadas nas disciplinas focadas no ensino de Engenharia do Produto.

DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do produto teve início a partir da percepção de uma potencial oportunidade de negócio no mercado de animais de estimação, particularmente de cães domésticos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), 44,3% dos domicílios do país possui pelo menos um cão de estimação. Além disso, dados da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (ABINPET, 2017) indicam que o Brasil é o país com a segunda maior população de cães e gatos do mundo.

Considerando esse potencial mercado, a equipe de desenvolvimento realizou rodadas de *brainstorming* e um estudo de grupo focal com tutores de cães de estimação. A partir desses esforços e dos dados coletados, a equipe identificou a oportunidade para o desenvolvimento de um novo produto, sintetizado pela seguinte proposição de valor: “um produto capaz de transportar água para o cão durante uma caminhada, de forma prática e eficiente, eliminando a necessidade do uso de uma mochila, bolsa ou similar pelo tutor do animal”.

Planejamento inicial do projeto

Considerando o tamanho estimado do mercado, a relevância da proposição para os usuários e o potencial de inovação, deu-se início ao projeto do produto, chamado provisoriamente de “HidrataCão”. O produto foi concebido inicialmente como um “um suporte para carregamento de água junto ao cão, acoplável a todos os modelos de coleira peitoral, independentemente do porte do animal”. Em seguida deu-se início ao primeiro esforço da equipe, na forma do planejamento inicial, que envolveu a construção da declaração de missão do projeto. Esse documento explicitava as principais metas de negócio, o mercado-alvo identificado, as principais partes interessadas, bem como as hipóteses e restrições ao desenvolvimento, a fim de melhor satisfazer às expectativas dos potenciais usuários.

O produto foi inicialmente concebido de forma a permitir que o tutor do cão não precisasse utilizar suas mãos durante a caminhada, uma vez que potenciais usuários sinalizaram esse tipo de necessidade. Complementarmente, entre as principais premissas identificadas, ainda no início da construção da missão do projeto, estavam: a facilidade de acoplagem e de transporte do produto pelo animal; peso e tamanho reduzidos; e a capacidade de manutenção da temperatura original da água, quando inserida no produto.

Identificação das necessidades dos usuários

Tendo a missão do projeto sido claramente definida e estruturada, a equipe deu início à primeira etapa da fase de desenvolvimento do conceito do produto, estruturada como uma pesquisa de mercado. O intuito era identificar opiniões dos potenciais usuários, conhecer suas necessidades, expectativas e incômodos relacionados ao transporte de água para cães durante caminhadas.

Os dados foram coletados por meio de questionários e entrevistas. Os questionários foram construídos e disseminados usando ferramentas *web*, tendo sido empregados primaria-

mente como mecanismo para a coleta de dados quantitativos sobre o mercado. Já as entrevistas foram empregadas com o objetivo de refinar os dados obtidos via questionários, numa perspectiva qualitativa, uma vez que a proximidade com os potenciais usuários oferecia maior flexibilidade nas respostas. Após a obtenção das respostas, a equipe trabalhou na interpretação dos dados coletados, reescrevendo-os na forma de necessidades ou requisitos dos usuários. Essas, por sua vez, foram analisadas e refinadas, eliminando redundâncias e agrupando-as por afinidade, conforme explicitado no Quadro 1.

Quadro 1 – Grupos de necessidades identificadas.

Grupo	Necessidades: <i>o produto...</i>
Usabilidade	<i>...é acoplado rapidamente à coleira.</i>
	<i>...possui um recipiente para o cão beber água.</i>
	<i>...funciona em qualquer tipo de coleira.</i>
	<i>...é confortável para o tutor.</i>
Custo	<i>...apresenta custo competitivo com coleiras equivalentes.</i>
	<i>...é percebido como barato pelo usuário.</i>
Saúde do cão	<i>...é confortável para o cão.</i>
	<i>...é bem fixado à coleira.</i>
	<i>...é leve.</i>
Funcionalidade	<i>...é isolante térmico para a água.</i>
	<i>...é vedado.</i>
	<i>...possui design atraente.</i>
	<i>...é reutilizável.</i>
	<i>...funciona em cães de diferentes portes.</i>
Durabilidade	<i>...é compacto.</i>
	<i>...possui longa vida útil.</i>
	<i>...funciona normalmente após repetidas quedas.</i>
	<i>...é resistente à corrosão.</i>

Fonte: Elaboração dos autores.

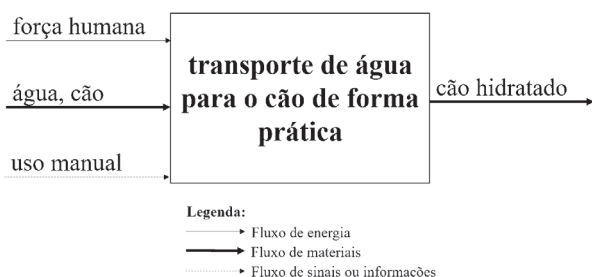
Conceitos para o produto

A fase de geração de conceitos iniciou-se após a identificação das necessidades dos usuários e da definição das especificações técnicas. Por motivos estratégicos e limitações de espaço, as especificações técnicas não serão apresentadas neste artigo. Os conceitos foram gerados a partir da construção de uma decomposição funcional do produto. Esse passo consistiu em desenvolver um entendimento geral do problema – nesse caso, a geração do conceito do produto – para, então, decompô-lo em subproblemas menores, ou subconceitos.

A equipe representou o macro problema relacionado à geração do conceito na forma de uma “caixa preta”, operando a partir da entrada de materiais, energia e informações. Esse tipo de decomposição é chamado de decomposição funcional, uma vez que está baseada nas subfunções necessárias para que o produto possa desempenhar sua principal função esperada. A decomposição foi realizada a partir de uma simplificação das orientações propostas por Wood e Stone (2000).

A Figura 1 representa o macroproblema, com seus respectivos aspectos de entrada: energia, representada primariamente pela força humana do usuário; materiais, representados primariamente pela água e pelo cão; e informação, representada pela interpretação visual do usuário sobre o uso manual correto do produto. A principal saída do produto diz respeito à sua principal função, que é o cão hidratado durante uma caminhada com seu tutor.

Figura 1 – O produto como “caixa preta”.

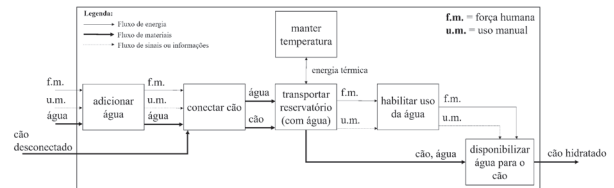


Fonte: Elaboração dos autores.

A partir da caixa preta, foram definidas as principais subfunções que garantiam o sucesso do produto em termos do seu desempenho esperado. Como pode ser observado na Figura 2, as subfunções estavam relacionadas prima-

riamente com o armazenamento, transporte e a disponibilização de água para o cão durante o passeio. O resultado final foi um diagrama de função contendo as principais subfunções conectadas por energia (força humana), materiais (água e cão) e informações (uso manual adequado), sem que houvesse a implicação de um princípio tecnológico específico viabilizando cada uma delas.

Figura 2 – Decomposição funcional do produto.



Fonte: Elaboração própria.

Em seguida, com a decomposição funcional completa, a equipe definiu quais eram as subfunções críticas e não-críticas do produto, considerando seu grau de complexidade e potencial inovador. Essa decisão foi tomada a partir de uma estimativa dos princípios tecnológicos e das soluções que viabilizariam a implementação de cada subfunção no produto. Para as subfunções não-críticas, a equipe buscou soluções e princípios tecnológicos já existentes. Isso porque a implementação de uma solução existente é, normalmente, mais rápida e barata do que o desenvolvimento de uma nova solução (ULRICH e EPPINGER, 2012).

Para as subfunções não-críticas, a procura por soluções resumiu-se a um processo de coleta e análise de informações, por meio da consulta a especialistas, da busca por patentes e modelos de utilidade na base de dados do Instituto Nacional da Propriedade Industrial, do estudo da literatura e *benchmark* com potenciais produtos relacionados ou concorrentes.

A busca por soluções ou princípios tecnológicos já existentes para as subfunções não-críticas permitiu que a equipe direcionasse seu tempo e demais recursos às subfunções críticas, para as quais presumia-se não haver soluções existentes. A busca por soluções às subfunções críticas envolveu o uso do conhecimento, da experiência e criatividade da equipe para gerar soluções e subconceitos novos. Ferramentas para a geração e análise de ideias foram empregadas

pela equipe de desenvolvimento, em diferentes rodadas e ciclos de criação e análise.

Após a integração das soluções e dos princípios tecnológicos para cada uma das subfunções, foi construída uma matriz morfológica com o intuito de apoiar o processo de geração de conceitos para o produto. Posteriormente, os conceitos gerados passaram por um processo inicial de triagem, focado na eliminação daqueles evidentemente inconsistentes ou inviáveis, e, em seguida, por um processo de análise detalhada e classificação, para os conceitos considerados viáveis. Como *output* desse processo, três conceitos foram selecionados para uma análise mais detalhada, apresentados no Quadro 2.

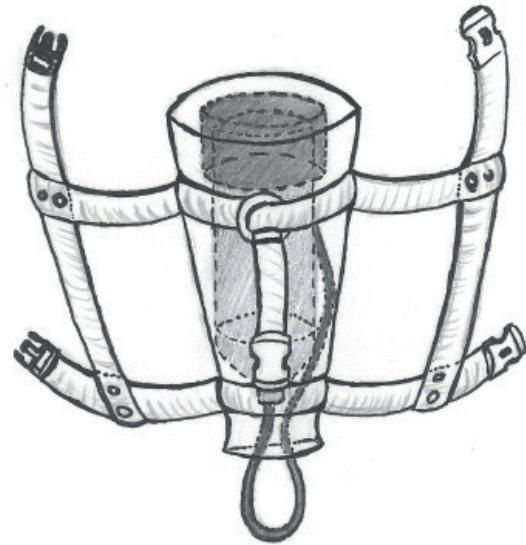
Quadro 2 – Conceitos mais promissores.

N.	Descrição
1	Uma mochila, que funciona como reservatório de água, envolvida por uma manta térmica fixada ao cão por meio de fivela, na qual a água é disponibilizada via uma mangueira.
2	Um bebedouro, alocado no interior de uma bolsa térmica fixada ao cão por meio de velcro, no qual a água é disponibilizada via tigela.
3	Uma garrafa, alocada no interior de uma bolsa térmica, fixada ao cão por meio de fivela, de onde sai uma mangueira por meio da qual a água é disponibilizada via tigela.

Fonte: Elaboração própria.

A equipe decidiu que os conceitos 1 e 2 deveriam ser descartados, na medida em que foram considerados pouco inovadores e de difícil produção. Assim, o terceiro conceito, ilustrado pela Figura 3, foi escolhido por ser considerado mais promissor e viável, apresentando o menor custo e melhor disponibilidade de materiais para a produção do protótipo. Seguidamente, a equipe avançou para a definição da arquitetura básica do produto.

Figura 3 – Esboço do conceito para o produto.



Fonte: Elaboração própria.

Definição da arquitetura básica

A arquitetura foi definida a partir da organização dos elementos funcionais – indicados pela decomposição funcional na Figura 2 – em elementos físicos do produto. Os elementos físicos representaram os módulos e componentes físicos responsáveis pela implementação das subfunções definidas para o artefato. Tendo sido selecionado o conceito 3, a arquitetura foi concebida elaborando-se um esquema geral do produto e seus principais elementos físicos.

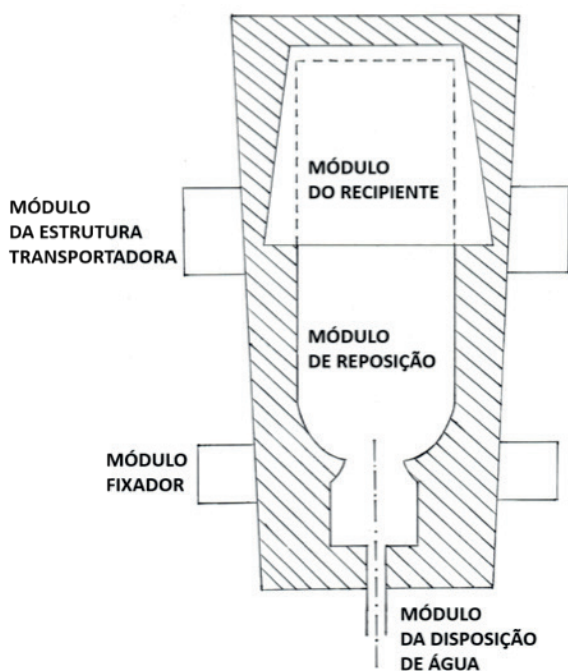
A partir da análise das subfunções ilustradas pela Figura 2, a equipe construiu uma estrutura física elementar para a arquitetura do produto, refletindo seu melhor entendimento a respeito dos elementos e módulos básicos do produto, e representada pela Figura 4. O Quadro 3 apresenta os elementos funcionais e físicos agrupados em módulos, de forma a definir os principais componentes da arquitetura do produto.

Quadro 3 – Organização dos módulos do produto.

Subfunção	Módulo	Elementos
Conectar cão	Fixador	- Fornecer fixador
Transportar reservatório	Estrutura transportadora	- Incluir o transportador de água; - Posicionar bolsa de transporte; - Posicionar garrafa de armazenamento.
Adicionar água	Reposição	- Armazenar água; - Guardar garrafa na bolsa.
Habilitar uso da água	Recipiente	- Incluir tigela; - Alocar tigela.
Disponibilizar água para o cão	Disposição de água	- Fixar mangueira; - Dispensar água; - Disponibilizar água.

Fonte: Elaboração própria.

A arquitetura final do produto ficou definida conforme ilustra a Figura 4.

Figura 4 – Vista lateral da arquitetura do produto.

Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando a arquitetura do produto, identificou-se uma potencial interação incidental – ou seja, não prevista e potencialmente danosa – entre seus módulos.

A vibração do produto decorrente da movimentação do cão poderia prejudicar o desempenho do produto, pois poderia acarretar

seu desprendimento, levando a uma queda, ou à necessidade de ajuste ou reposicionamento por parte do tutor. A fim de corrigir o efeito negativo causado por esse potencial problema, foi preciso mudar a forma de fixar o produto ao cão, sendo acrescentada uma faixa extra para a fixação, aumentando a estabilidade durante o uso.

Protótipo beta

A equipe decidiu construir um protótipo físico, com alto nível de aproximação à versão final do produto projetado. Essa escolha foi justificada na medida em que um protótipo físico e completo funcionaria como um importante mecanismo para testes e análises de desempenho do artefato em uso, particularmente em termos das questões relacionadas à geometria do produto e suas propriedades mecânicas e térmicas. Todos os módulos foram confeccionados individualmente e, posteriormente, integrados para formar o protótipo. A etapa de montagem envolveu atividades como corte, costura de tecido, das tiras e fivelas, fixação da mangueira na tampa, vedação da mangueira por meio do uso de silicone, adequação e regulação do suporte de fixação.

Figura 5 – Versão beta do protótipo em operação.

Fonte: Arquivo dos autores.

O protótipo, ilustrado na Figura 5, significou um marco relevante para o projeto. Isso porque pôde ser utilizado para avaliar se o produto atingiu o nível de funcionalidade desejado. Além de possibilitar a identificação de possíveis interações não-planejadas entre seus módulos, permitiu também a busca por novas soluções e suas respectivas e necessárias modificações. O

protótipo foi analisado considerando prioritariamente as perspectivas de: (1) aprendizagem da equipe, de modo a verificar as características mais adequadas a serem implantadas no produto e análise da interação do usuário; e (2) de integração, de modo a testar como os componentes interagem entre si.

Ao final do projeto, com a construção e os testes do protótipo, a equipe avaliou o produto projetado como bem-sucedido em termos do atendimento às necessidades dos usuários, funcionalidades definidas e proposição de benefícios. Evidentemente, sendo um projeto desenvolvido no ambiente de ensino acadêmico, sem qualquer intuito comercial ou de negócios, não avançou nas fases seguintes propostas pelo modelo de referência adotado, em especial a fase de preparação da produção.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos com base no modelo de Ulrich e Eppinger (2012), verificou-se que o ensino de cunho prático das fases finais do processo de desenvolvimento, especialmente da fase de preparação da produção, tende a ser mais complexas e menos viáveis em termos de execução prática. Isso porque demandam infraestrutura tecnológica na forma de laboratórios, sistemas computacionais e outros mecanismos orientados à simulação de processos produtivos e de fabricação. Por outro lado, todas as demais fases podem ser executadas de modo prático pelos alunos, mesmo que as equipes de projeto não disponham de recursos abundantes ou a instituição de ensino superior não ofereça um laboratório de prototipagem.

Os resultados também demonstraram, tanto em termos do artefato projetado quanto de aprendizado dos alunos, que a adoção de uma estratégia pedagógica de ensino apoiada em atividades práticas propicia resultados positivos no ensino de Engenharia do Produto. A execução bem-sucedida das atividades práticas não demanda a existência de uma complexa e custosa infraestrutura disponível na instituição de ensino superior. Materiais de baixo custo e criatividade, suportados por conceitos, métodos e ferramentas bem fundamentados podem propiciar significativos resultados no processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- ABINPET. **Mercado**. Disponível em: <<http://abinpet.org.br/site/mercado/>>. Acesso em: 12 jul. 2017.
- ADAMS, R. S.; TURNS, J.; ATMAN, C. J. Educating effective engineering designers: the role of reflective practice. **Design Studies**, v. 24, n. 3, p. 275-294, maio 2003.
- ABEPRO. **Tabela de áreas da Engenharia de Produção**. Disponível em: <<https://goo.gl/YPxDTL>>. Acesso em: 12 jul. 2017.
- BOSI, A. P. A precarização do trabalho docente nas instituições de ensino superior do Brasil nesses últimos 25 anos. **Educação & Sociedade**, v. 28, n. 101, 2007.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<https://goo.gl/rVjC89>>. Acesso em: 12 jul. 2017.
- OLIVEIRA, C. M.; HOTTZ, C. M.; VARGAS, M. S. N. *et al.* A importância das atividades práticas no ensino de Engenharia do Produto: um exemplo bem-sucedido de prototipagem de baixo custo. In: XXIV Simpósio de Engenharia de Produção, 2017, Bauru. **Contribuições da Engenharia de Produção para uma economia de baixo carbono**. Bauru: Editora da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2017. p. 1-14.
- ROZENFELD, H.; FORECELLINI, P. A.; AMARAL, D. C. *et al.* **Gestão de desenvolvimento de produtos**: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.
- SANTANA, L; OLIVEIRA, T. Guarda responsável e dignidade dos animais. **Revista Brasileira de Direito Animal**, v. 1, n. 1, p. 67-105, 2006.
- ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development**. 5 ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2012.
- WOOD, K. L.; STONE, R. B. Development of a functional basis for design. **Journal of Mechanical design**, v. 122, p. 359-370, 2000.

DADOS DOS AUTORES



Ramon Baptista Narcizo – Doutor (2017) e Mestre (2012) em Engenharia de Produção, com ênfase em Gestão e Inovação, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE). Graduado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal Fluminense (2009). Professor adjunto do Departamento de Engenharia no Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Fluminense. Atua primariamente nas áreas de Engenharia do Produto, Gestão da Tecnologia, Gestão da Inovação, Gestão Organizacional e Gestão da Produção. Suas pesquisas estão orientadas primariamente à inovação em micro e pequenas empresas de baixa tecnologia.



Fernanda Eirado Souza – Mestranda no Programa de Engenharia de Produção e Sistemas Computacionais do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal Fluminense (UFF). Graduada em Engenharia de Produção na UFF (2017). Pesquisadora no Laboratório de Empreendimentos Inovadores da Universidade Federal Fluminense (LEI/UFF).



Carolina Marques de Oliveira – aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. Gestora da Empresa Júnior Focus Consultoria, no Instituto de Ciência e Tecnologia da UFF.



Cristiane Muniz Hottz – aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. Gestora da Empresa Júnior Focus Consultoria, no Instituto de Ciência e Tecnologia da UFF.



Mariana Santos Nacif Vargas – aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. Gestora da Empresa Júnior Focus Consultoria, no Instituto de Ciência e Tecnologia da UFF.



Mariana Santos da Silva – aluna de graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense. Gestora da Empresa Júnior Focus Consultoria, no Instituto de Ciência e Tecnologia da UFF.