

METODOLOGIAS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: UMA REVISÃO NARRATIVA

ANDREAS DE LA MARTINIÈRE PETROLL¹, ANTONIO CARLOS VALDIERO², RUBÉN DARIO SOLARTE BOLAÑOS³, JOÃO VITOR SOUSA SOEIRO⁴ e FELIPE LAZARI FARACO⁵

¹Me. Pesquisador LHW, PPGEM, UFSC, Florianópolis-SC, AndreasLMP@live.com;

²Dr. Coordenador LHW, PPGEM, UFSC, Florianópolis-SC, antoniocvaldiero@gmail.com;

³Me. Pesquisador LHW, PPGEM, UFSC, Florianópolis-SC, rubendariosolarte@gmail.com;

⁴Pesquisador LHW, PPGEM, UFSC, Florianópolis-SC, joao.vs22@aluno.ifsc.edu.br;

⁵Pesquisador LHW, PPGEM, UFSC, Florianópolis-SC, felipelazarif@gmail.com

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2025

RESUMO: Por meio de pesquisa de metodologias de desenvolvimento de produto mecatrônico objetivou-se identificar metodologias que considerem a participação do usuário como faça-você-mesmo. Foi encontrada apenas uma metodologia de desenvolvimento de produto com participação do usuário, porém na forma de preferências do usuário. Não foram encontradas metodologias que considerem o usuário como participante da construção do produto.

PALAVRAS-CHAVE: Metodologia de desenvolvimento de produto, metodologia faça-você-mesmo (DiY), inovação.

MAPPING OF THE PEDOLOGICAL POTENTIAL OF THE PARAÍBA STATE FOR THE CULTIVATION OF SUGAR CANE (*Saccharum spp*)

ABSTRACT: Through research into mechatronic product development methodologies, the objective was to identify methodologies that consider user participation as a DIY approach. Only one product development methodology with user participation was found, but in the form of user preferences. No methodologies were found that consider the user as a participant in the product's construction.

KEYWORDS: Product development methodology, DIY methodology, innovation

INTRODUÇÃO

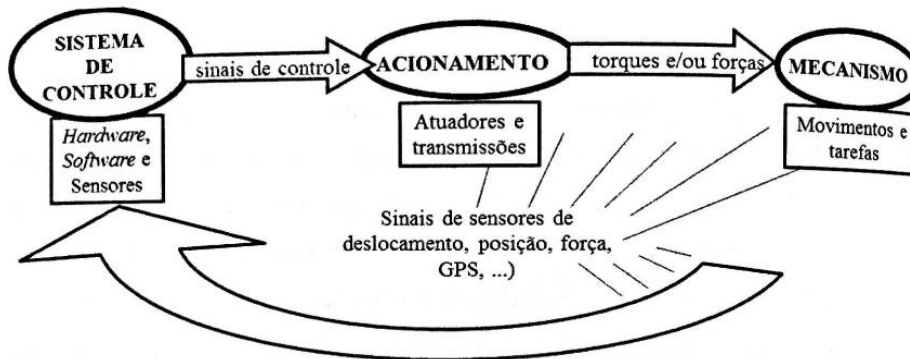
Um produto refere-se a um objeto concebido, com características e funções usado pelas pessoas ou organizações, de modo a atender seus desejos ou necessidades. Desenvolvimento de produto compreende o processo de transformação de informações necessárias para identificação da demanda, a produção e o uso do produto, (Back et al, 2008). Lidar com o projeto de produtos inovadores torna-se um desafio, já que esta atividade costuma demandar soluções de desafios tecnológicos enquanto lida com requerimentos emergentes dos produtos, (DE CARVALHO, 2021). O desenvolvimento de produto pode ser dividido em diversas etapas como: planejamento e projeto conceitual, projeto preliminar, projeto detalhado, produção, construção e avaliação, e uso e apoio logístico do produto. Emprega o projeto, materiais, mão-de-obra e instalações. A etapa de projeto costuma requerer apenas 5% dos custos do projeto, porém na sua fase inicial - de planejamento e projeto conceitual, sua influência no custo total do projeto é de até 70% do custo total do produto, (BACK ET AL, 2008).

Um produto mecatrônico é um sistema é um conjunto se elementos em interação e pode ser composto por sistemas concretos e por sistemas abstratos. Os sistemas concretos compostos por objetos concretos - objetos físicos como estruturas, mecanismos, componentes eletrônicos, e os sistemas abstratos são compostos por conhecimentos aplicados no sistema, (MICOUIN, 2014).

Um sistema mecatrônico é uma máquina de comportamento inteligente diante de tarefas não repetitivas e não padronizadas. Esta inteligência nos sistemas mecatrônicos é por meio de sistemas

eletrônico e computacionais. Pode ser dividido em componentes principais: mecanismo, acionamento e sistema de controle, e costumam empregar componentes mecânicos, eletrônicos e lógicos. Os componentes mecânicos podem conter estrutura e mecanismos. Os componentes eletrônicos costumam empregar sensores, que informam o que está acontecendo aos componentes de monitoramento, que, por meio dos componentes lógicos (software), podem realizar ações de controle e potência nos mecanismos. O acionamento costuma se dar por sinais de baixa potência que ativam de relés a motores e demais itens de atuação controlados por placas eletrônicas complexas, Figura 1, (VALDIERO, 2016). Esta é a definição de produto mecatrônico empregada neste trabalho.

Figura 1. Componentes principais de um sistema mecatrônico.



A Inovação Frugal, centrada em economizar recursos, é caracterizada por simplicidade e clareza, e objetiva atingir o mercado de baixa renda, conforme destaca Bolaños (2022). A facilitação de modelagem computacional de produtos e disponibilização de algumas ferramentas gratuitas está tornando cada vez mais fácil o ato de cocriar (Do-It-Yourself – DIY), ou Fazer Com Outros (*Do It With Others – DIWO*), ou Fazer Juntos (*Do It Together – DIT*), favorecendo a inovação aberta e colaborativa. Desta forma, é possível integrar, através de uma pesquisa de mercado, feedbacks de clientes sobre como melhorar a ideia ou protótipo (MARAVILHAS, 2017).

O presente trabalho visa apresentar uma breve revisão de metodologias de desenvolvimento de produtos mecatrônicos e verificar se há metodologia de desenvolvimento de produtos mecatrônicos frugais com DiY.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta revisão narrativa foram utilizadas diversas fontes de dados, como a base de dados SCOPUS, Google Acadêmico, livros e revistas especializadas, e visitas a laboratórios de inovação. Foram selecionados artigos do período entre 2010 e 2025, que apresentavam as seguintes palavras-chave: “desenvolvimento de produto mecatrônico, desenvolvimento de produto, desenvolvimento de produto inovador”, no título, no resumo e entre as palavras-chave dos artigos. Os artigos considerados mais relevantes foram lidos totalmente e foi compiladas as contribuições mais significativas destes ao escopo deste trabalho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As metodologias encontradas de desenvolvimento de produtos são apresentadas neste capítulo em itens, conforme o nome dado pelos seus autores.

Metodologia Projeto de Produto - Os desenvolvimentos de produtos mecatrônicos tornam-se mais eficientes e com redução de ciclos de desenvolvimento conforme o grau de integração entre aspectos envolvidos divididos em etapas por (CONSONI, 2002), descritos a seguir: Conceito de produto: é a descrição do produto a ser desenvolvido considerando os objetivos dos consumidores, as possibilidades tecnológicas disponíveis e a viabilidade econômica, materializadas em um conceito de produto; Planejamento do produto: onde são especificados os custos e as metas de desempenho dos

componentes, o design do produto; Engenharia do produto: é a produção dos desenhos de cada componente, a construção de protótipos e a realização de testes; Engenharia do processo: é o estabelecimento das ferramentas, equipamentos fabris, softwares para manufatura, conhecimentos e habilidades, necessários para a fabricação do produto.

Processo para projeto de produtos inovativos - Uma metodologia de desenvolvimento de produto considerando a visão de propriedade intelectual (IP View), é a desenvolvida por (DE CARVALHO, 2021), com as seguintes fases: Identificação: ampliação de prospecção e identificação do produto requerido a ser desenvolvido; Conceito: afunilamento para identificação básica do mercado, de processos produtivos, concepções de operação, e visões tecnológicas do produto; Requisitos iniciais: ampliação de requisitos básicos funcionais, comportamentais, informacionais, e de capacidades do produto, desenvolvimento de pequenas provas de conceito; e afunilamento em protótipos; Desenvolvimento: implementa: Detalhamento dos requisitos: funcionais, comportamentais, informacionais, e de capacidades do produto; Projeto e implementação: modelagem e implementação física do produto e seus componentes de acordo com os requisitos detalhados, e testes. Operação parcial: operação da versão atual do produto em ambiente relevante para se obter mais informações de melhorias no produto; Operação completa: entrega final do produto ao cliente, incluindo modificações e derivações necessárias do produto de acordo com novas necessidades identificadas ou capacidades disponíveis pela tecnologia; Pós-uso: apresentação de conceitos de reciclagem e destinação final.

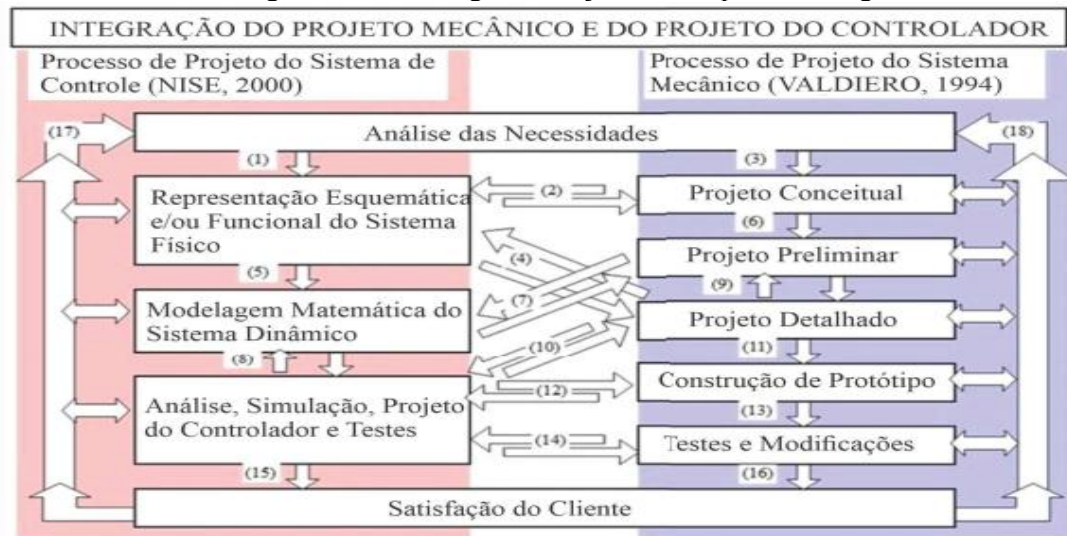
Modelo V - Uma metodologia adaptada do desenvolvimento de software para o desenvolvimento de metodologias de desenvolvimento de sistemas mecatrônicos é o modelo V, no qual um sistema é decomposto em elementos de mesmo nível no sistema, (GRÄBLER, 2021). As fases promovem a gestão dos requisitos, verificações, e validações, e as fases são: oportunidade de negócio: impulsiona a elicitação dos requisitos; especificações: definição das especificações do produto; arquitetura do produto: por meio da modelagem e análises; implementação dos elementos do sistema: software, eletrônica, mecânica e demais disciplinas; implementação: integração do sistema e verificações; integração: validação do novo produto; transição: transição para o uso do novo produto.

Modelo de Referência Mecatrônico - Uma abordagem de desenvolvimento de produto dividido em fases em função dos resultados que geram é o Modelo de Referência Mecatrônico (MRM), (BARBALHO, 2013). Emprega decisões do tipo: decisões sobre um conjunto de produtos contidos na fase (1), decisões de negócio baseados em indicadores de desempenho (2), decisões técnicas (3), decisão de fechamento do projeto); em fases de desenvolvimento (4), Integra atividades simultaneamente em áreas, a saber: desdobramento da estratégia, desenvolvimento de mercados, arquitetura de sistemas, gestão de projetos, projeto de engenharia, projeto da produção e suprimentos, qualidade do produto, e documentos e configurações em etapas: Estratégia: definição da estratégia; Portfólio: definição do portfólio de cada linha de produto; Especificações: definição das especificações de cada produto; Planejamento do projeto: definição do plano de produto de cada produto; Concepção: definição dos principais componentes e princípios; Planejamento técnico: detalhamento do plano de projeto baseado na concepção definida; Projeto técnico: definição das soluções técnicas principais do produto; Otimização: definição das soluções secundárias e aumento de robustez e confiabilidade do produto; Homologação: do processo de fabricação e montagem do produto; Validação: e certificação do produto por terceiro; Lançamento: do produto no mercado; e Monitoramento: acompanhamento dos resultados e gerenciamento de modificações.

Metodologia de Projeto de Máquinas Inteligentes- Uma metodologia que integra processo de projeto de sistema de controle com processo de projeto de sistema mecânico, visado o sucesso no desenvolvimento de produtos mecatrônicos é Metodologia de Projeto de Máquinas Inteligentes, Figura 2, (VALDIERO, 2016). Esta também dividida em etapas realizadas de forma integrada, como: Análise das necessidades: definição dos requisitos e metas de desempenho para o projeto do controlador e do sistema mecânico; Representação esquemática e/ou funcional do sistema físico: descrição do sistema físico a partir dos requisitos e especificações de desempenho do controlador (1) e do projeto conceitual do sistema mecânico (2), e informações do detalhamento dos componentes mecânicos (4); Modelagem matemática do sistema dinâmico: obtenção de estimativa dos parâmetros nominais do sistema

modelado por meio de representações matemáticas dos sistemas a partir do conhecimento do sistema físico (5) e do projeto preliminar (7) e relacionado com o item a seguir; Análise, simulação, projeto do controlador e testes: desenvolvimento, definições e validações dos controladores propostos por meio de técnicas de teste e análise de controle, a partir da modelagem (8) e relações com o projeto detalhado (10), construção (12), e testes (14); Satisfação do cliente: a partir de resultados satisfatórios do controlador (15) e do sistema mecânico (16), realizam-se testes em campo pelos usuários, e, visando melhorias no projeto, seu grau de satisfação é informada a todo o processo (17) e (18).

Figura 2. Metodologia de Projeto de Máquinas Inteligentes.



Processo de Desenvolvimento Integrado de Produto (PRODIP) - O modelo de desenvolvimento de produto Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (PRODIP), desenvolvido no Núcleo de Desenvolvimento Integrado de Produtos (NeDIP), é um modelo de referência no desenvolvimento de produto do planejamento do projeto à validade do produto, dividindo em três macrofases, (Back et al, 2008): planejamento: Resulta no plano do projeto do produto; Projetação: por meio das especificações de projeto, concepção do produto, leiaute do produto e documentação do produto, geram o projeto do produto e da manufatura; Implementação: por meio da liberação do produto, liberação do lote piloto, e da validação do produto, executam o plano de manufatura na produção e o encerramento do projeto.

Desenvolvimento Lean de Produto - Visando um processo continuamente mais rápido e efetivo, (ROSSI, 2012), aplicaram princípios de Lean Manufacturing ao desenvolvimento de novos produtos. A busca por melhoria é baseada na aplicação de cinco etapas: Identificação e avaliação de desperdícios: por meio de uma lista de verificação de 33 desperdícios comuns em processos; Priorização de desperdícios: ao multiplicar probabilidade, severidade, detectabilidade e capacidade de evitar cada um dos desperdícios identificados; Análise de situação atual de subprocessos: ao analisar subprocesso acordado entre os envolvidos a ser melhorado, analisa-se a situação deste; Análise crítica de subprocessos: identificação dos desperdícios mais críticos; Implementação de ações corretivas: por meio da identificação do grau de possibilidade de correção na matriz PICK, entre possível, implementar, excluir, e desafio, definem e implementam as ações corretivas.

Desenvolvimento de Novos Produtos (NPD) - Para o desenvolvimento de um microcontrolador-faça-você-mesmo, ROOS (2016) emprega a metodologia de Einstein (2015), em que o desenvolvimento está dividido em quatro fases: Ideação, pesquisa sobre o problema e geração de protótipo conceitual; Projeto: por meio de desenvolvimento do cliente e feedback, desenhos esquemáticos, rascunho completo de protótipo, de busca o feedback do cliente até uma concepção aceita por ele; Engenharia: por meio de especificações de engenharia, prototipação física rápida com

kits de prototipação, e prototipação rápida de firmware, também se busca o feedback do cliente até uma versão aceita por ele; Validação: por meio de prototipação do produto, engenharia de validação, validação de projeto, validação de produção, atinge-se a produção em massa.

CONCLUSÃO

Diversas metodologias de desenvolvimento de produtos foram encontradas. Foi encontrada apenas uma metodologia considerando faça-você-mesmo. Metodologia frugal que considere a participação do usuário na produção do produto não foi encontrada.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq/Fapesq pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, JC da. Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem. Barueri: Manole, 2008
- BARBALHO, Sanderson César Macêdo; ROZENFELD, Henrique. Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de produtos mecatrônicos (MRM): validação e resultados de uso. Gestão & Produção, v. 20, p. 162-179, 2013
- BOLAÑOS, Ruben Dario Solarte et al. Frugal Approach for The Design of a Rehabilitation Physical System. In: Workshop on Innovative Engineering for Fluid Power. 2022. p. 45-50.
- CONSONI, Flávia Luciane; CARVALHO, Ruy de Quadros. Desenvolvimento de produtos na indústria automobilística brasileira: perspectivas e obstáculos para a capacitação local. Revista de Administração Contemporânea, v. 6, p. 39-61, 2002.
- DE CARVALHO, Rogerio Atem; DA HORA, Henrique; FERNANDES, Rodrigo. A process for designing innovative mechatronic products. International Journal of Production Economics, v. 231, p. 107887, 2021.
- EINSTEIN, B. 2025. The Illustrated Guide To Product Development. Retrieved from Bolt.io. Disponível em: <https://blog.bolt.io/the-illustrated-guide-to-product-development-part-1-ideationab797df1dac7#.1fxkgw9ap> Acesso em: 01/07/2025.
- GRÄBLER, Iris et al. V-model based development of cyber-physical systems and cyber-physical production systems. Procedia Cirp, v. 100, p. 253-258, 2021.
- MARAVILHAS, Sérgio; MARTINS, Joberto SB. Tacit knowledge in maker spaces and Fab Labs: From do it Yourself (DIY) to do it with others (DIWO). In: Handbook of research on tacit knowledge management for organizational success. IGI Global, 2017. p. 297-316.
- MICOUIN, Patrice. Model based systems engineering: fundamentals and methods. John Wiley & Sons, 2014.
- ROOS, Arno. Opportunities for DIY-microcontrollers in new product development. 2016.
- ROSSI, Monica; TAISCH, Marco; TERZI, Sergio. Lean product development: a five-steps methodology for continuous improvement. In: 2012 18th international ICE conference on engineering, technology and innovation. IEEE, 2012. p. 1-10.
- VALDIERO, Antonio Carlos; RASIA, Luiz Antônio. Gestão de projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos mecatrônicos. Desafios em engenharia industrial, Unijuí, v. 1, p. 143-154, 2016