



## PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO: UMA PROPOSTA PARA EQUIPES BAJA SAE

### PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS: A PROPOSAL FOR BAJA SAE TEAMS

#### NISRIN NAIEL DIB KHALED

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Mestranda em Engenharia de Produção  
<https://orcid.org/0009-0005-7784-4513>  
[khaled.nisrin@gmail.com](mailto:khaled.nisrin@gmail.com)

#### LUCAS VEIGA AVILA

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Doutor em Administração  
<https://orcid.org/0000-0003-1502-258X>  
[lucas.avila@ufsm.br](mailto:lucas.avila@ufsm.br)

#### CARMEN BRUM ROSA

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Doutora em Engenharia de Elétrica  
<https://orcid.org/0000-0002-0173-081X>  
[carmen.b.rosa@ufsm.br](mailto:carmen.b.rosa@ufsm.br)

#### CESAR GABRIEL DOS SANTOS

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)  
Doutor em Engenharia Agrícola  
<https://orcid.org/0000-0002-1037-8766>  
[cesar.g.santos@ufsm.br](mailto:cesar.g.santos@ufsm.br)

Submissão: 25/03/2024. Revisão: 21/10/2024. Aceite: 09/12/2024. Publicação: 04/02/2025.

**Como citar:** Khaled, N. N. D., Avila, L. V., Rosa, C. B., Santos, C. G. (2024). Processo de desenvolvimento de produto – PDP: uma proposta para as equipes baja sae. *RGO - Revista Gestão Organizacional*, 17(2), 198-216. <http://dx.doi.org/10.22277/rgo.v17i2.7984>.

### RESUMO

**Objetivo:** proposição de um Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) otimizado para as equipes Baja SAE, com ênfase na melhoria do desempenho técnico e na eficiência da gestão de equipes.

**Método/Abordagem:** a pesquisa é qualitativa, adotando uma abordagem exploratória e descritiva. Os dados foram coletados por meio de entrevistas em profundidade com membros de equipes Baja, observações diretas e análise de documentos técnicos relacionados ao PDP. A triangulação de dados garantiu a validade e a confiabilidade dos resultados, combinando diferentes fontes de informação.

**Principais Resultados:** os resultados indicam que a proposta de um PDP pode potencialmente levar a melhorias significativas na organização e eficiência das equipes Baja. O PDP proposto estrutura melhor as fases do desenvolvimento de produto, resultando em um processo mais eficiente e coordenado. A aplicação do PDP tem o potencial de melhorar a comunicação interna e a gestão de recursos das equipes, impactando positivamente seu desempenho nas competições.

**Contribuições teóricas/práticas/sociais:** o estudo contribui para a literatura existente sobre desenvolvimento de produtos em contextos educacionais e competitivos, como equipes Baja SAE. O PDP proposto oferece uma ferramenta estruturada para outras equipes de engenharia, melhorando desempenho. A pesquisa capacita engenheiros para enfrentar desafios complexos e promove o avanço da educação em engenharia.

**Originalidade/relevância:** este estudo é original ao propor um PDP especificamente para equipes Baja SAE, uma área pouco explorada na literatura. A relevância do trabalho reside na potencial melhoria do desempenho das equipes de engenharia, contribuindo para competições mais justas e inovadoras.

**Palavras-chave:** Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). Gerenciamento de produtos. Baja SAE. Competição de Engenharia. Inovação em Engenharia.

#### ABSTRACT

**Purpose:** proposal of an optimized Product Development Process (PDP) for Baja SAE teams, with an emphasis on improving technical performance and team management efficiency.

**Method/approach:** the research is qualitative, adopting an exploratory and descriptive approach. Data were collected through in-depth interviews with Baja team members, direct observations, and analysis of technical documents related to the PDP. Data triangulation ensured the validity and reliability of the results by combining different sources of information.

**Main findings:** the results indicate that the proposal of PDP can potentially lead to significant improvements in the organization and efficiency of Baja teams. The proposed model better structures the phases of product development, resulting in a more efficient and coordinated process. The application of the PDP has the potential to improve internal communication and resource management of the teams, positively impacting their performance in competitions.

**Theoretical practical/social contributions:** the study contributes to the existing literature on product development in educational and competitive contexts, such as Baja SAE teams. The proposed model offers a structured tool for other engineering teams, enhancing performance. The research equips engineers to face complex challenges and promotes the advancement of engineering education.

**Originality/relevance:** this study is original in proposing a PDP specifically for Baja SAE teams, an area that is underexplored in the literature. The relevance of the work lies in its potential

to improve the performance of engineering teams, contributing to fairer and more innovative competitions.

**Keywords:** Product Development Process (PDP). Product Management. Baja SAE. Engineering Competition. Engineering Innovation.

## 1 INTRODUÇÃO

As equipes Baja SAE são reconhecidas pela paixão pela engenharia automotiva, dedicação à inovação e busca incessante pela excelência no design e fabricação de veículos *off-road* de alto desempenho. Compostas principalmente por estudantes universitários de engenharia, essas equipes participam anualmente das competições Baja SAE, onde testam seus veículos em uma série de desafios emocionantes e rigorosos (SAE International, 2024).

O sucesso de uma equipe Baja SAE em competições resulta não apenas da criatividade e trabalho árduo, mas também de uma abordagem metodológica e estruturada ao desenvolvimento de seus veículos. A criação de um veículo Baja SAE é um processo complexo que envolve inúmeras etapas, desde a concepção inicial até a fase pós-competição. Para que todas essas etapas sejam gerenciadas de maneira eficaz, é essencial criar veículos competitivos e proporcionar aos estudantes envolvidos uma educação prática valiosa.

No entanto, ao longo dos anos, muitas equipes Baja SAE enfrentaram desafios relacionados à falta de um PDP estruturado às suas necessidades específicas. A ausência de um guia claro e de uma ferramenta de gestão específica dificulta a organização, planejamento e execução eficiente das atividades de desenvolvimento. Consequentemente, surgem dificuldades na comunicação interna, acompanhamento do progresso, documentação e revisão de processos, comprometendo a qualidade e competitividade dos veículos.

Portanto, o presente artigo tem como objetivo a proposição de um Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) otimizado para as equipes Baja SAE, com ênfase na melhoria do desempenho técnico e na eficiência da gestão de equipes. O desenvolvimento desse PDP visa abordar as lacunas identificadas nas práticas de desenvolvimento existentes e fornecer uma estrutura sólida para orientar as equipes desde o estágio inicial de planejamento até a descontinuação responsável de seus veículos. Cada etapa desse processo é detalhada e discutida para oferecer uma visão abrangente e clara do papel do PDP no ciclo de vida dos veículos Baja SAE.

A implementação de processos estruturados de PDP é essencial para promover a inovação e a eficiência em diversos setores, incluindo as indústrias automotiva e eletrônica. Tais processos ajudam a otimizar o desenvolvimento de produtos, reduzindo o tempo e os custos envolvidos, além de melhorar a qualidade dos produtos finais (Karlström & Runeson, 2022; Cooper, 2016).

Adicionalmente, a adaptação desses processos para contextos educacionais e competitivos, como o das equipes Baja SAE, é crucial para preparar engenheiros para enfrentar desafios complexos em suas carreiras futuras. A literatura recente enfatiza a importância de integrar perspectivas de negócios, design e técnicas para desenvolver produtos que atendam às necessidades do mercado (Kassner et al., 2020; Li et al., 2018). Expandir a discussão para incluir a aplicação de PDPs em outras áreas da engenharia, como biotecnologia e eletrônica, pode ampliar ainda mais a relevância e o impacto do tema abordado (Zasa et al., 2020).

A implementação do PDP pode não apenas aprimorar o desempenho e a competitividade dos veículos, mas também enriquecer as experiências e o aprendizado dos

estudantes envolvidos. O desenvolvimento dos veículos Baja SAE transcende a simples construção de máquinas *off-road*, representando uma jornada contínua de aprimoramento, proporcionando aos futuros engenheiros a oportunidade de desenvolver habilidades técnicas e de gestão, bem como de adquirir conhecimentos práticos que os prepararão para carreiras promissoras na indústria automobilística e em setores relacionados.

Por meio da colaboração em equipe, inovação e superação de desafios, os estudantes envolvidos em equipes Baja SAE desenvolvem habilidades valiosas que transcendem o âmbito da competição e contribuem para um futuro promissor. No entanto, a implementação de um PDP é essencial para o sucesso contínuo dessas equipes, permitindo que prosperem e se destacam em competições e na indústria automobilística como um todo.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 MODELOS DE PROCESSOS DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS - PDP

Durante várias décadas, diversos modelos de referência têm sido amplamente estudados e têm demonstrado sua eficácia ao auxiliar empresas na definição de seus processos de desenvolvimento de produtos. Esses modelos desempenham um papel fundamental na padronização do planejamento, na melhoria da comunicação e no suporte à equipe do projeto em todas as fases, desde a concepção da ideia até o lançamento do produto no mercado.

De Paula e Mello (2009) analisaram quatro modelos teóricos relacionados ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). Os modelos incluem os de Clark e Wheelwright (1993), Cooper (1993), Pahl, Beitz, Feldhusen e Grote (2005), Rozenfeld et al. (2006), Back, Ogliari, Dias e Silva (2008), resultando em informações apresentadas na Tabela 1.

Uma característica comum e relevante encontrada em diversos autores, como Back et al. (2008), Cooper (1993) e Rozenfeld et al. (2006), é a utilização de ferramentas de análise para obter aprovações e projetos por meio de etapas de validação (*Stage Gates*). Nesse processo, Rozenfeld et al. (2006) recomenda a realização de um registro formal ou uma reunião na presença de gerentes, diretores e executivos da empresa para aprovar cada etapa (De Paula & Mello, 2009).

De Paula e Mello (2013), afirmam que o modelo proposto por Rozenfeld et al. (2006) se destaca em relação a outros modelos com base em pesquisas quantitativas realizadas em uma empresa automobilística, considerando critérios como inovação, integração e sistematização. Embora a pesquisa seja aplicável a empresas de setores diferentes das empresas metalúrgicas, ela se mostra eficaz devido à semelhança na análise de todo o processo de desenvolvimento do produto. Portanto, este trabalho focou principalmente no modelo de Rozenfeld et al., visto que ele se apresenta como um modelo mais didático e atualizado para atender às necessidades contemporâneas.

Conforme Rozenfeld et al. (2006), o Modelo Unificado de PDP teve sua origem na metodologia, nos estudos de caso, nas experiências e nas práticas que foram desenvolvidas e coletadas por pesquisadores sob a orientação do autor em diversas empresas de diferentes áreas, com foco especial na indústria de máquinas para metal.

Tabela 1  
Comparação das fases dos modelos teóricos

Item	Etapas do processo de desenvolvimento de produtos	Clark e Wheelwright (1993)	Rosenthal (1992)	Cooper (1993)	Rozenfeld et al. (2006)	Pahl et al. (2008)	Back et al. (2008)
1	Identificação das oportunidades de negócio (geração de ideias)						
2	Priorização da melhor ideia para o negócio						
3	Análise do mercado (formulação estratégica)						
4	Estudo de viabilidade (física, econômica, financeira)						
5	Concepção de produto						
6	Pontos de avaliação do projeto ( <i>stage gate</i> )						
7	Definição da equipe de projeto						
8	Planejamento do projeto						
9	Definição das entradas do projeto						
10	Projeto dos processos						
11	Definição das especificações do produto e seus componentes						
12	Definição das saídas de projeto						
13	Definição de métodos de produção						
14	Definição do ferramental						
15	Verificação do projeto						
16	Testes do projeto (validação)						
17	Protótipo (modelo de laboratório)						
18	Produção/operação piloto (baixo lote)						
19	Desenvolvimento de programas de treinamento						
20	Desenvolvimento de campanhas publicitárias						
21	Lançamento do produto no mercado						
22	Monitoramento de pós-venda						
23	Reavaliação e análise crítica do projeto						
24	Descontinuar produto						

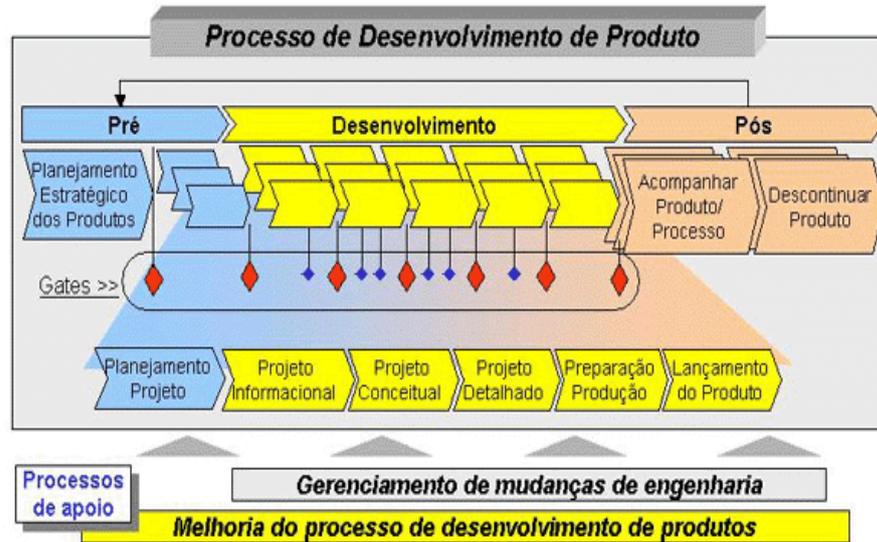
Fonte: Adaptado de Paula e Mello (2009).

A fim de possibilitar que múltiplas pessoas possam reutilizar o procedimento padrão, é necessário registrá-lo na forma de um modelo. O desenvolvimento de produtos compreende uma série de etapas, estágios e fases que introduzem modelos estruturados de maneiras diversas. Como os projetos costumam ser delineados com base em modelos, esses são então denominados como modelos de referência (Rozenfeld et al. 2006).

Segundo Rozenfeld et al. (2006), este modelo ideal é dividido dentro de três macrofases conforme especificado na Figura 1.

A Figura 1 apresenta o Modelo Unificado de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) proposto por Rozenfeld et al. (2006). Este modelo é dividido em três macrofases principais que orientam todo o ciclo de desenvolvimento de produto, desde a concepção inicial até a descontinuação.

Figura 1  
Modelo Unificado de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006)



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p. 44).

Primeiramente, a macrofase de pré-desenvolvimento abrange a identificação das oportunidades de negócio e o planejamento estratégico do produto. Em seguida, a macrofase de desenvolvimento foca no projeto informacional, passando pelo desenvolvimento conceitual até o lançamento do produto. Por fim, a terceira macrofase trata do pós-desenvolvimento, que inclui o acompanhamento do produto no mercado e sua eventual descontinuação. Este modelo é amplamente reconhecido por sua eficácia na gestão integrada de produtos, oferecendo uma visão abrangente e sistemática do processo de desenvolvimento.

### 3 ASPECTOS METODOLÓGICOS

A metodologia classifica-se como qualitativa, permitindo uma compreensão aprofundada dos processos internos das equipes Baja SAE. Utilizou-se uma abordagem múltipla para coleta de dados, incluindo entrevistas em profundidade, observações diretas e análise de documentos técnicos. Essa abordagem múltipla foi essencial para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados (Denzin & Lincoln, 2018; Creswell & Poth, 2018).

A seguir, detalham-se os métodos específicos utilizados para a coleta de dados.

- Revisão da Literatura: a revisão de literatura envolveu a consulta a artigos, livros e periódicos relevantes, incluindo fontes recentes como "*The Oxford Handbook of Qualitative Research*" e trabalhos de autores renomados como Denzin e Lincoln, que são reconhecidos por suas contribuições em pesquisa qualitativa (Denzin & Lincoln, 2018). Outro trabalho significativo é de Camic (2021), que discute a importância e as aplicações das metodologias qualitativas na psicologia (Camic, 2021).
- Entrevistas em Profundidade: realizaram-se entrevistas com estudantes que não participaram previamente do questionário online, garantindo diversidade de perspectivas. Esta abordagem é consistente com as recomendações de Flick (2018) sobre a importância da triangulação de fontes para aumentar a validade das conclusões em pesquisa qualitativa (Flick, 2018).

- Observações: participação em reuniões das equipes para entender a dinâmica e os desafios enfrentados, conforme sugerido por Goertz e Mahoney (2019), que destacam a integração de métodos qualitativos para uma análise mais robusta (Goertz & Mahoney, 2019).
- Análise de Documentos e Métricas Avaliação de documentos internos das equipes e métricas de desempenho. esta técnica é bem descrita na obra de Silverman (2020), que destaca a importância da análise documental como uma ferramenta robusta na pesquisa qualitativa (Silverman, 2020).
- *Survey*: aplicação de um questionário com 14 questões sobre conhecimentos de gerenciamento de projetos, uso de metodologias e ferramentas de gestão, e dificuldades no desenvolvimento de produtos. A construção e análise de surveys em contextos qualitativos foram amplamente discutidas por Creswell e Poth (2018), que enfatizam a combinação de métodos para fortalecer a robustez da pesquisa qualitativa (Creswell & Poth, 2018).

Além do exposto e seguindo os conceitos de Yin (1989), reconheceu-se a importância da utilização de múltiplas fontes de evidência para fortalecer a robustez do modelo e desenvolver proposições teóricas ao longo do processo de coleta e análise de dados. Para atingir os objetivos, optou-se por empregar dois métodos de coleta de dados complementares: investigação de pesquisas empíricas relacionadas ao fenômeno e realização de entrevistas em profundidade.

A seleção dos entrevistados para as entrevistas foi um passo crucial, uma vez que a representatividade e a diversidade de perspectivas eram de suma importância. Para garantir isso, adotou-se uma abordagem criteriosa, sendo estrategicamente seletivos ao escolher estudantes que não haviam participado previamente do questionário online. Isso evitou qualquer influência de repetições ou concentração de opiniões, proporcionando uma visão mais holística do cenário das equipes Baja da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

A amostra foi composta por estudantes que preenchem os critérios de seleção mencionados anteriormente. A coleta de dados foi realizada por meio de videoconferência, permitindo que os participantes compartilhassem suas experiências e perspectivas de forma detalhada sobre a gestão de projetos em suas equipes Baja.

Em termos da natureza da pesquisa, adotou-se uma abordagem qualitativa para compreender como as equipes Baja da UFSM gerenciam seus projetos, empregando observações, entrevistas e questionários. Quanto ao objetivo da pesquisa, ela foi classificada como exploratória, buscando uma compreensão inicial do problema e estabelecendo hipóteses que seriam respondidas ao final da pesquisa.

Além disso, incorporou-se uma análise quantitativa por meio de um questionário elaborado com base na revisão da literatura. Esse questionário incluiu 14 questões que abordaram vários aspectos como o conhecimento em gerenciamento de projetos, o uso de metodologias e ferramentas de gestão, bem como as dificuldades enfrentadas no desenvolvimento de produtos pelas equipes Baja da UFSM. A última seção do questionário permitiu que os participantes fornecessem comentários gerais sobre o gerenciamento de projetos em suas equipes.

Portanto, a metodologia de pesquisa abraçou uma abordagem completa e equilibrada, incorporando revisão da literatura, pesquisa quantitativa por meio de questionário e entrevistas qualitativas com acadêmicos das equipes Baja da UFSM. Essa abordagem

multifacetada foi adotada para garantir uma compreensão aprofundada do fenômeno em estudo e para responder efetivamente às perguntas de pesquisa.

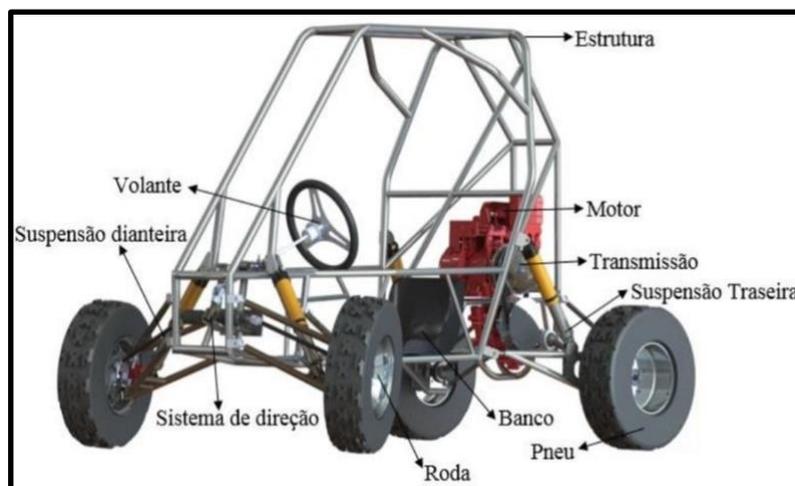
### 3.1 PROGRAMA BAJA SAE

A SAE *International*, estabelecida em 1905, tem um papel crucial na elaboração de regulamentos globais para as indústrias automotiva e aeroespacial. Com 138.000 especialistas técnicos de mais de 65 países, a organização busca impulsionar a mobilidade global. Para atender às demandas da mobilidade globalizada, a SAE International criou o Congresso Internacional SAE Brasil em 1991, uma filial no Brasil. Atualmente, a SAE Brasil possui mais de 6.000 associados e mais de 1.000 voluntários em sete estados do Brasil, tornando-se a principal sociedade de engenharia móvel do país.

Além de suas atividades, a SAE Brasil promove programas para estudantes, incluindo competições que envolvem cerca de 2.800 alunos de engenharia e ensino médio em cinco categorias diferentes: AeroDesign, Baja, Demoiselle, Fórmula e Fórmula Drone. O programa Baja SAE Brasil é destinado a estudantes universitários, incentivando a criação de veículos *off-road* monopostos seguros, confiáveis, resistentes, ergonômicos e econômicos.

As equipes de estudantes devem seguir as regras da SAE Brasil, documentando detalhadamente o processo de projeto e fundamentando suas decisões com cálculos, análises e considerações de custo. A competição enfatiza a inovação e a diferenciação na parte mecânica, permitindo que as equipes explorem a resistência, potência e o desenvolvimento de tecnologias de freio. A Figura 2 mostra um protótipo Baja SAE, permitindo a visualização dos principais componentes e sistemas que compõem o veículo.

Figura 2  
Protótipo Baja SAE



Fonte: Vargas (2018, p. 16).

Na etapa de fabricação e montagem dos componentes, as peças podem ser produzidas pelos alunos em laboratórios universitários ou adquiridas no mercado, dependendo das especificações do projeto da equipe e da disponibilidade de materiais. Após a pré-fabricação e montagem, os protótipos são testados, corrigidos se necessário e preparados para a competição (Linares, Sartor, Oliveira, Cabral, & Assis, 2013).

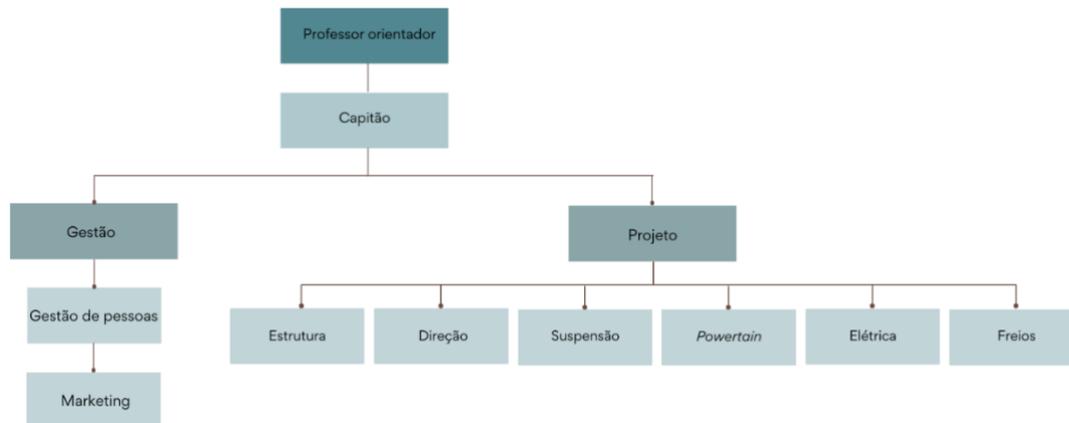
A competição consiste em avaliar os protótipos das equipes participantes, dividindo-se em duas partes: estática e dinâmica. Na avaliação estática, os juízes examinam o projeto

do veículo, incluindo cálculos estruturais, dimensionamento, análise de custos, estratégias de *marketing* e planos de vendas, entre outros. A avaliação dinâmica se concentra no desempenho real do veículo, abrangendo aceleração, velocidade máxima, tração, resistência em terrenos lamacentos, capacidade de suspensão, manobrabilidade e resistência. No entanto, somente os veículos que passam na inspeção de segurança conduzida pelos avaliadores podem avançar para a avaliação dinâmica.

### 3.2 EQUIPE BAJACUÍ

A equipe Bajacuí da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS) foi formada em 2017 para participar do projeto Baja SAE. Atualmente, a equipe é composta por dezenove alunos, cada um desempenhando funções específicas dentro da organização. Os membros da equipe são oriundos de diferentes cursos, como Engenharia Mecânica, Engenharia Elétrica e Arquitetura e Urbanismo, trazendo uma diversidade de conhecimentos e habilidades (UFSM, 2024). Cada aluno assume um papel crucial em setores como capitão, *marketing*, financeiro e projeto, alinhados aos subsistemas do protótipo, conforme exemplificado na Figura 3.

Figura 3  
Estrutura Organizacional da equipe Bajacuí



A equipe Bajacuí segue uma abordagem estruturada e organizada, subdividindo-se em vários subsistemas que desempenham funções específicas dentro do projeto. Essa divisão visa otimizar a eficiência das operações, garantir o cumprimento das regulamentações estabelecidas pela competição SAE Brasil e facilitar a gestão do projeto como um todo.

– Professor Orientador: Fornece orientação técnica e educacional aos membros da equipe, auxiliando no desenvolvimento de habilidades e conhecimentos.

– Capitão: Coordenador das atividades de todos os subsistemas, garantindo comunicação eficiente e cumprimento dos objetivos gerais.

– Gestão de Pessoas concentra-se em recrutar, treinar e gerenciar os membros da equipe, cuidando da logística e questões administrativas.

– *Marketing*: Responsável por promover a equipe Bajacuí, angariar patrocínios e garantir visibilidade na competição e na comunidade.

– Parte de Projeto: Dividida em subsistemas que cuidam de diferentes aspectos do veículo:

1. Estrutura: *Design* e fabricação da estrutura do veículo, garantindo segurança e resistência;
2. Direção: Controle da direção do veículo, incluindo direção, suspensão e rodas;
3. Suspensão: Projeto e fabricação do sistema de suspensão, garantindo desempenho em terrenos variados;
4. *Powertrain*: Motor, transmissão e sistema de propulsão, garantindo potência e eficiência;
5. Elétrica: Sistemas elétricos do veículo, incluindo fiação, eletrônica embarcada e iluminação;
6. Freios: Projeto e manutenção dos sistemas de freios, garantindo segurança.

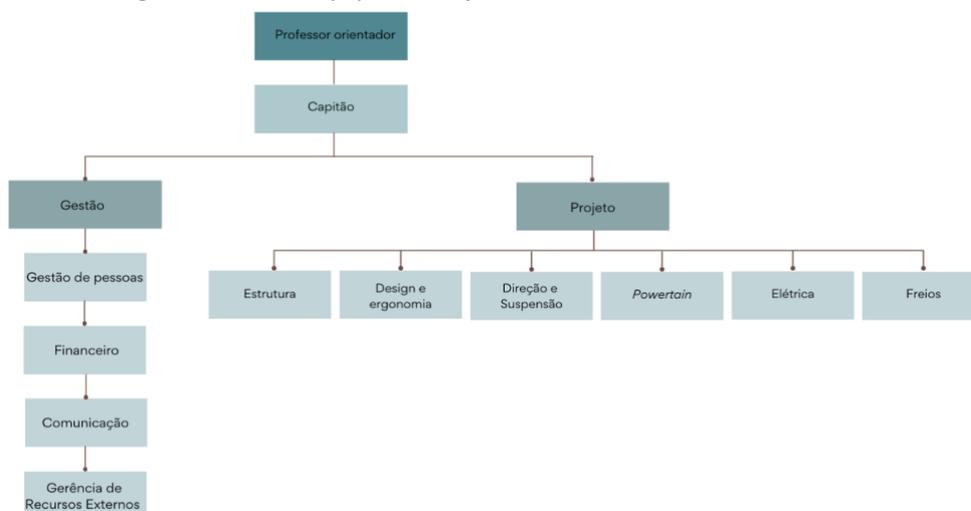
A comunicação e coordenação entre esses subsistemas são facilitadas por reuniões semanais, onde são discutidos objetivos e necessidades de cada área. Essas discussões resultam na elaboração de planos e cronogramas que direcionam as atividades individuais e contribuem para o sucesso do projeto como um todo.

### 3.3 EQUIPE BOMBAJA

A equipe Bombaja foi estabelecida em 4 de abril de 2003 com o propósito de participar da competição Baja SAE. Embora o enfoque principal seja a Engenharia Mecânica, outros programas acadêmicos complementam a equipe, incluindo Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Gestão e Relações Públicas, todos representados por estudantes da UFSM (UFSM, 2024).

Atualmente, o grupo é constituído por 15 alunos organizados em subsistemas para melhorar a eficiência das funções no ambiente de trabalho e cumprir as regulamentações da competição SAE. Os subsistemas da equipe Bombaja UFSM incluem Gestão, Finanças, Comunicações, Gestão de Recursos Externos, Elétrica, Estrutural, Projeto e Ergonomia, Frenagem, *Powertrain*, Suspensão e Direção, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4  
Estrutura Organizacional da Equipe Bombaja



A equipe Bombaja é composta por vários subsistemas, cada um com funções específicas:

- Gestão: Dividida em quatro subsistemas: gestão de pessoas, finanças, *marketing* e administração. Objetiva unificar todos os subsistemas da equipe, garantindo funcionamento harmonioso e eficiente;
- Financeiro: Gestão dos recursos da equipe, incluindo compras prioritárias e controle de fluxo de caixa;
- Comunicação: Relacionamento com patrocinadores e clientes, abrangendo pesquisa, planejamento estratégico, *design*, fotografia, vídeo e monitoramento de mídia digital;
- Gerência de Recursos Externos: Busca, aquisição e gestão de recursos de patrocinadores, garantindo reconhecimento da marca;
- Elétrica: Aspectos elétricos como instrumentação automotiva, aquisição e análise de dados, instalação elétrica embarcada e eletrônica;
- Estrutura: Projeto, fabricação e verificação de componentes e sistemas estruturais do protótipo;
- *Design* e Ergonomia: Garante a interação confortável entre o motorista e o veículo;
- Freio: Projeto de sistemas de freios, garantindo segurança e estabilidade;
- *Powertrain*: Transferência de energia do motor para as rodas motrizes do veículo;
- Suspensão e Direção: Amortece vibrações e choques na pista, permitindo ao piloto dirigir com segurança e eficiência.

A combinação desses sistemas define o comportamento do veículo em retas e curvas, e os componentes são projetados e desenvolvidos pelos membros desses subsistemas.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A Tabela 2 exibe o delineamento das fases do Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) para as equipes Baja UFSM. Este procedimento visa não apenas conceber uma proposta de aprimoramento, mas também assegurar a aprovação dos membros das equipes, tornando-o um passo fundamental para a implementação de melhorias significativas no projeto.

Estudos anteriores, como o de Goetz et al. (2018), destacam a importância de um PDP bem estruturado para melhorar a eficiência das equipes de engenharia. A comparação dos resultados deste estudo com os de Goetz et al. proporciona informações valiosas sobre a eficácia do modelo proposto e identifica áreas para melhorias adicionais. Goetz et al. (2018) enfatizam a importância de um planejamento detalhado e comunicação clara dentro das equipes, aspectos que foram significativamente aprimorados com a implementação do PDP.

Além disso, Flick (2018) descreve como a estruturação formal dos processos de desenvolvimento de produto pode levar a melhorias significativas no desempenho das equipes. A integração de metodologias qualitativas e quantitativas permite uma análise mais detalhada e abrangente dos processos de desenvolvimento de produto, oferecendo uma base sólida para futuras pesquisas. Este estudo complementa a análise de Flick (2018) ao demonstrar que a aplicação do PDP não apenas melhorou a organização interna das equipes Baja, mas também impactou positivamente na comunicação e gestão de recursos (Goetz et al., 2018).

Tabela 2

Fases do Processo de Desenvolvimento de Produtos para Equipes Baja UFSM

Rozenfeld et al. (2006)	Etapas	Equipes Bajacuí e Bombaja
Pré-desenvolvimento	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Planejamento estratégico de produto;</li><li>2. Planejamento do projeto;</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Avaliação de oportunidades de mercado e identificação de necessidades não atendidas;</li><li>2. Elaboração de um plano detalhado, incluindo metas, recursos e cronograma;</li></ol>
Desenvolvimento	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Projeto Informacional;</li><li>4. Projeto conceitual;</li><li>5. Projeto detalhado;</li><li>6. Preparação da produção do produto;</li><li>7. Lançamento do produto;</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Criação de informações básicas sobre o produto;</li><li>4. Desenvolvimento do conceito inicial, incluindo funcionalidades essenciais</li><li>5. Detalhamento do projeto com especificações técnicas;</li><li>6. Preparação para a produção em escala considerando processos e materiais;</li><li>7. Introdução no mercado após testes de conceito, protótipos e lotes piloto;</li></ol>
Pós-desenvolvimento	<ol style="list-style-type: none"><li>8. Acompanhamento e melhora do produto;</li><li>9. Descontinuação do produto.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>8. Monitoramento pós-lançamento e implementação de melhorias conforme necessário;</li><li>9. Encerramento do produto se não atender mais às expectativas do mercado.</li></ol>

Os desafios enfrentados pelas equipes, como a falta de recursos específicos e a necessidade de maior treinamento em gerenciamento de projetos, são consistentes com as dificuldades apontadas por estudiosos como Yin (1989) e Creswell e Poth (2018). A ausência de uma ferramenta específica de gestão de equipes é outro ponto crítico que pode afetar a implementação eficaz do PDP. Abordar esses desafios na discussão proporciona uma compreensão mais abrangente e robusta dos resultados, além de identificar soluções potenciais.

#### 4.1 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DAS EQUIPES

A forma como o Processo de Desenvolvimento de Produtos é conduzido no ambiente de trabalho permite que as equipes desempenhem um papel fundamental na análise da situação presente e na definição do caminho de transição para a criação do Plano de Desenvolvimento de Produto (PDP). Para realizar esse diagnóstico, foram conduzidas entrevistas detalhadas que incluíram representantes de todos os departamentos das equipes.

O objetivo desta etapa foi entender como cada departamento se relaciona com o PDP, identificar as dificuldades conforme a perspectiva de seus membros, especialmente no que diz respeito ao processo de desenvolvimento de práticas da equipe, e investigar as experiências de cada departamento relacionadas a desenvolvimentos anteriores.

A análise revelou que as equipes Bajacuí e Bombaja enfrentam desafios semelhantes, como a ausência de um modelo formal de PDP e a falta de ferramentas específicas de gestão. Esses desafios corroboram os achados de De Paula e Mello (2009), que também identificaram a necessidade de modelos estruturados para melhorar a eficiência e eficácia das equipes de engenharia.

Para uma análise crítica mais profunda, comparou-se a situação atual das equipes com os modelos teóricos de PDP propostos por autores como Rozenfeld et al. (2006) e Cooper

(1993). Enquanto Rozenfeld et al. (2006) enfatiza a importância da estruturação formal dos processos de desenvolvimento, Cooper (1993) destaca a necessidade de integração e coordenação entre as diferentes fases do desenvolvimento do produto. As equipes Bajacuí e Bombaja demonstram uma carência em ambas as áreas, o que impacta diretamente sua capacidade de inovar e competir eficientemente.

A Figura 5 apresenta o modelo da situação atual da equipe Bajacuí.

Figura 5  
Modelo Atual da Equipe Bajacuí



A análise da proposta do Plano de Desenvolvimento de Produto (PDP) oferece uma valiosa perspectiva sobre o estado atual das equipes, permitindo obter um entendimento mais abrangente sobre como o modelo é dividido. Isso, por sua vez, disponibiliza aos usuários uma visão completa do processo de desenvolvimento de produtos, oferecendo uma ampla visualização tanto da gestão como das atividades já realizadas pelas equipes. Para uma representação concreta dessa situação atual da equipe Bombaja, consulte a Figura 6. Essa análise do PDP é fundamental para a tomada de decisões informadas e a otimização do processo de desenvolvimento de produtos, garantindo uma gestão eficiente e um acompanhamento adequado das atividades da equipe Bombaja.

Além das entrevistas realizadas, é importante destacar que o acompanhamento das reuniões e a minuciosa análise de documentos e métricas vinculadas ao desenvolvimento de produtos são igualmente valiosas fontes de informação. Essas ferramentas adicionais podem lançar luz sobre os fatores que determinam o sucesso ou fracasso do processo de desenvolvimento.

A fase de diagnóstico tem como objetivo aprofundar o entendimento da dinâmica entre o departamento encarregado do desenvolvimento de produtos e o restante da equipe. Nesse sentido, ela busca desvendar os mecanismos de gestão do Plano de Desenvolvimento de Produto (PDP). Através dessa análise completa, é possível identificar pontos fortes, fraquezas e áreas de oportunidade, o que, por sua vez, orientará a implementação de melhorias no processo e promoverá uma sinergia mais eficaz entre as equipes envolvidas. Portanto, o diagnóstico é uma etapa crucial para aprimorar o desempenho global do desenvolvimento de produtos e garantir seu alinhamento com as metas organizacionais.

Figura 6  
Modelo Atual da Equipe Bombaja



A Tabela 3 apresenta informações coletadas a partir de entrevistas com dois entrevistados das equipes Bajacuí e Bombaja. Ela aborda três questões específicas relacionadas à gestão e organização das equipes, elucidando como essas equipes operam. Vamos analisar cada uma das questões em detalhes.

Tabela 3  
Questões abordadas nas equipes Baja UFSM

<p>A equipe utiliza algum modelo de PDP?</p>	<p>Atualmente, as equipes Baja UFSM não implementam o Modelo de Desenvolvimento de Produto (PDP) como parte de sua abordagem de gestão. Essa ausência de utilização do PDP representa um desafio significativo, já que prejudica a capacidade da equipe de alcançar padrões elevados de qualidade tanto no produto final quanto no processo de desenvolvimento. Além disso, essa lacuna impacta negativamente na busca de vantagens competitivas em termos de velocidade de entrega, confiabilidade e flexibilidade.</p>
<p>Possui em alguma ferramenta de gestão de equipes?</p>	<p>As equipes atualmente não adotam uma ferramenta de gestão específica; em vez disso, têm apenas um cronograma a seguir. No entanto, esse cronograma costuma ser negligenciado, uma vez que a equipe carece de um processo de gestão bem definido e estruturado.</p>
<p>As equipes realizam reuniões frequentemente?</p>	<p>As equipes se encontram semanalmente, reunindo todos os seus membros. Essas reuniões são uma oportunidade para abordar e solucionar problemas de interesse mútuo. Durante esses encontros, cada setor é encorajado a apresentar sua perspectiva e abordagem para as soluções necessárias. Com o tempo, as reuniões se tornaram uma parte essencial da dinâmica da equipe, com o objetivo de melhorar o desempenho de todos os setores.</p>

A análise das respostas demonstra a necessidade urgente de implementar um modelo de PDP e ferramentas de gestão específicas para melhorar a organização e o desempenho das equipes Baja. Comparando com outros estudos na área, como os de Back et al. (2008) e De Paula e Mello (2009), é evidente que a adoção de um modelo formal de PDP pode

proporcionar melhorias significativas na eficiência, comunicação e gestão de recursos dentro das equipes.

Portanto, a implementação de um modelo de PDP é crucial para superar os desafios atuais e alcançar um desempenho superior nas competições Baja SAE.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A proposta de adaptação do PDP para as equipes Baja SAE da UFSM foi realizada com base em uma metodologia qualitativa robusta que incluiu entrevistas em profundidade, observações diretas e análise de documentos técnicos. Os resultados sugerem que a aplicação do PDP pode resultar em melhorias significativas na organização e eficiência das equipes.

Além disso, a análise comparativa com outros estudos como Flick (2018) revela que a formalização dos processos de desenvolvimento de produto pode levar a ganhos substanciais em desempenho. A integração de metodologias qualitativas e quantitativas neste estudo permitiu uma análise abrangente dos processos, oferecendo uma base sólida para futuras pesquisas. A aplicação do PDP tem o potencial de melhorar a comunicação interna e a gestão de recursos das equipes, impactando positivamente seu desempenho nas competições.

Os desafios enfrentados, como a falta de recursos específicos e a necessidade de maior treinamento em gerenciamento de projetos, são consistentes com as dificuldades apontadas por estudiosos como Yin (1989) e Creswell e Poth (2018). A ausência de uma ferramenta específica de gestão de equipes foi identificada como um ponto crítico que pode comprometer a eficácia da proposta do PDP. Ao abordar esses desafios na discussão, será possível proporcionar uma compreensão mais abrangente e robusta dos resultados, além de identificar soluções potenciais.

Os desafios enfrentados, como a falta de recursos específicos e a necessidade de maior treinamento em gerenciamento de projetos, são consistentes com as dificuldades apontadas por estudiosos como Yin (1989) e Creswell e Poth (2018). A ausência de uma ferramenta específica de gestão de equipes foi identificada como um ponto crítico que pode comprometer a eficácia da implementação do PDP. Ao abordar esses desafios na discussão, será possível proporcionar uma compreensão mais abrangente e robusta dos resultados, além de identificar soluções potenciais.

### 5.1 PROPOSTA DE PDP PARA O DESENVOLVIMENTO DE EQUIPES BAJA SAE

O desenvolvimento de um PDP para as equipes Baja SAE da UFSM envolveu uma abordagem metodológica rigorosa, combinando revisão de literatura, pesquisa qualitativa e entrevistas. Esse processo assegurou que a proposta fosse adaptada às necessidades específicas das equipes, resultando em uma proposta fundamentada e prática, com o objetivo de melhorar o desempenho e a eficiência das equipes nas competições de engenharia.

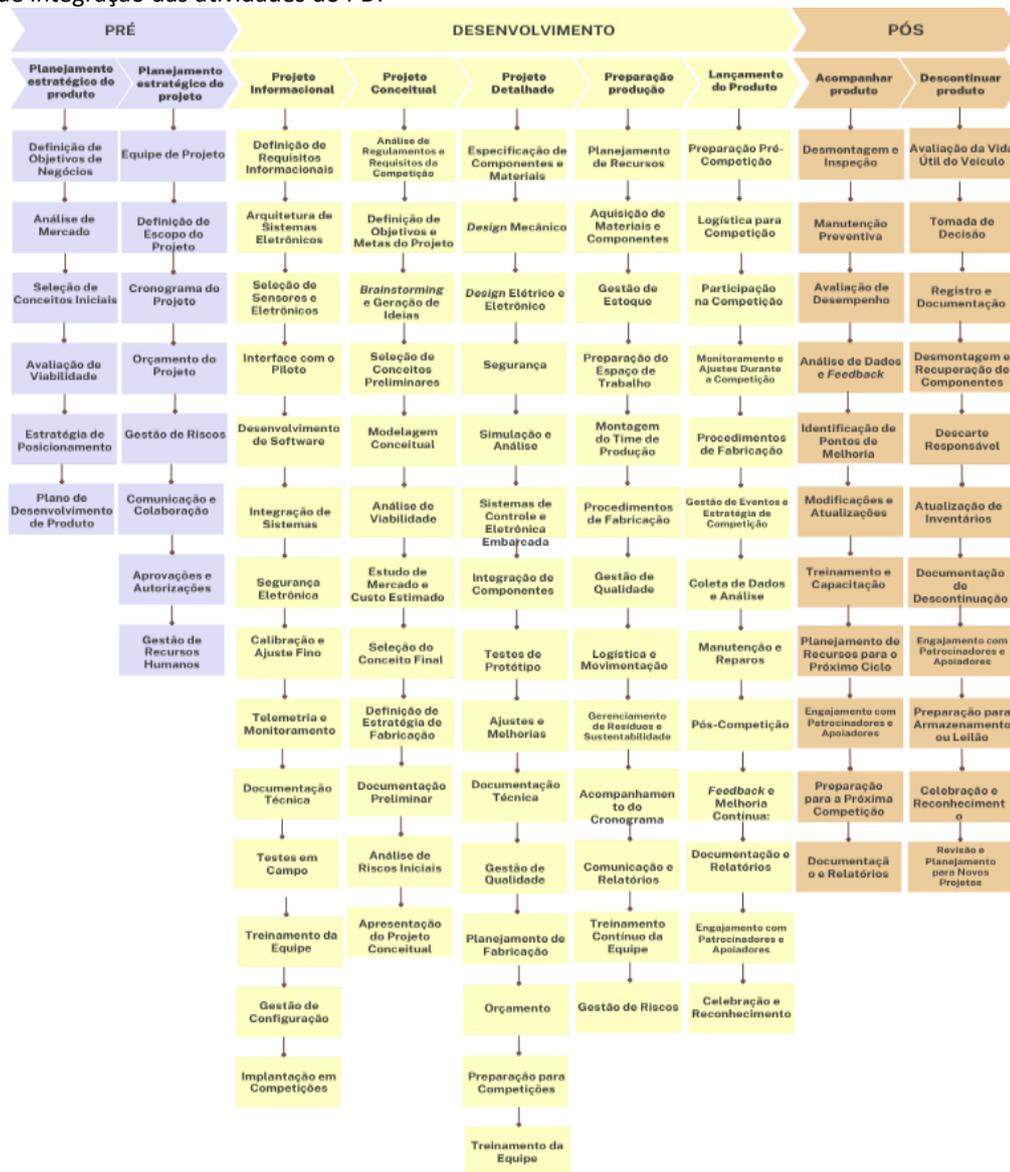
O PDP proposto, conforme ilustrado na Figura 7, é composto por nove fases distintas, que vão desde o planejamento estratégico inicial até a descontinuação responsável do veículo. Cada fase desempenha um papel essencial no ciclo de vida do veículo, contribuindo para a melhoria contínua das equipes.

As nove fases do PDP são detalhadas a seguir, com ênfase nas aplicações específicas em cada etapa:

1. Planejamento Estratégico do Produto: Nesta fase, a equipe define a visão do projeto e estabelece metas e objetivos claros. São identificadas as necessidades dos usuários e determinadas as estratégias gerais para o desenvolvimento do veículo Baja SAE, incluindo metas de desempenho, restrições orçamentárias e cronogramas;

2. Planejamento Estratégico do Projeto: Alocação dos recursos necessários, como mão de obra qualificada, ferramentas, materiais e espaço de trabalho. Esta fase envolve a organização dos recursos para atender às metas do projeto;
3. Projeto Informacional: Desenvolvimento dos sistemas eletrônicos, como telemetria, sensores e sistemas de controle que coletam dados de desempenho durante as competições;
4. Projeto Detalhado: Criação de desenhos técnicos detalhados para todas as partes do veículo, garantindo precisão na fabricação;
5. Projeto Conceitual: Refinamento dos conceitos iniciais, decisões-chave de projeto como a escolha do sistema de propulsão e arquitetura do chassi;
6. Preparação para a Produção: Organização do espaço de trabalho, montagem de equipes de produção e desenvolvimento de procedimentos de fabricação detalhados;
7. Lançamento do Produto: Participação nas competições Baja SAE, avaliação do veículo em condições reais de competição;
8. Acompanhar Produto: Desmontagem, inspeção e avaliação pós-competição, análise de dados de desempenho e *feedback*;

Figura 7  
Modelo de integração das atividades do PDP



9. Descontinuar Produto: Recuperação de componentes reutilizáveis e decisão sobre o destino do veículo.

A proposta de PDP não apenas otimiza o desempenho dos veículos Baja SAE, mas também enriquece o repertório de competências dos participantes. Cada fase do processo oferece oportunidades de aprendizado e desenvolvimento de habilidades técnicas e de gestão, preparando os estudantes para carreiras promissoras na indústria automobilística e em setores relacionados (Rozenfeld et al., 2006; Cooper, 1993).

Além disso, a adaptação do PDP promove uma jornada de aprimoramento constante, caracterizada pela inovação, colaboração em equipe e superação de desafios. Ao enfrentar obstáculos e buscar soluções criativas, os estudantes adquirem conhecimentos práticos aplicáveis em diversas áreas da engenharia e da indústria (Denzin & Lincoln, 2018; Flick, 2018).

Portanto, a implementação de um PDP para as equipes Baja SAE é fundamental para o sucesso contínuo dessas equipes. O PDP proposto oferece uma estrutura bem definida, que orienta os times desde o planejamento até a descontinuação responsável, garantindo que seus veículos sejam competitivos e que os estudantes envolvidos adquiram habilidades valiosas para suas futuras carreiras (Creswell & Poth, 2018; Silverman, 2020).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, teve como objetivo a proposição de um Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) otimizado para as equipes Baja SAE, com ênfase na melhoria do desempenho técnico e na eficiência da gestão de equipes. Ficou claro que a falta de um PDP estruturado pode resultar em desafios significativos para as equipes, dificultando o planejamento, projeto, construção e melhoria contínua de seus veículos *off-road*. Além disso, a ausência de uma ferramenta de gestão de equipes específica destacou a necessidade de melhores práticas de gerenciamento dentro das equipes Baja.

O PDP proposto, dividido em nove fases distintas, desde o planejamento estratégico até a descontinuação do veículo, mostrou-se essencial para a organização e eficiência das equipes. Os resultados sugerem que sua implementação pode aprimorar a comunicação interna, otimizar o uso de recursos e promover a inovação dentro das equipes Baja SAE. Este estudo contribui não apenas para a competitividade dos veículos nas competições, mas também para a formação dos engenheiros envolvidos, que desenvolvem competências técnicas e gerenciais essenciais para suas futuras carreiras.

Embora este trabalho tenha sido abrangente, algumas limitações devem ser consideradas. Por exemplo, a ausência de uma implementação prática do PDP ainda limita a verificação empírica de seu impacto. Estudos futuros poderiam focar na aplicação do PDP em outras equipes e contextos, além de investigar como a adoção do Processo pode impactar a eficiência e a eficácia de equipes em diferentes áreas da engenharia.

Portanto, para futuras pesquisas, sugere-se explorar a aplicação do PDP em outros contextos ou competições, como outras modalidades de competições de engenharia ou em projetos de desenvolvimento de produtos em diferentes áreas. O PDP, se implementado adequadamente, poderá contribuir para o desenvolvimento contínuo e a melhoria das práticas de gerenciamento de projetos, ampliando sua aplicabilidade em contextos acadêmicos e profissionais.



## REFERÊNCIAS

- Back, N., Ogliari, A., Dias, A., & Silva, J. C. (2008). *Projeto integrado de produtos: Planejamento, concepção e modelagem*. Barueri, SP: Manole.
- Camic, P. M. (2021). *The Oxford handbook of qualitative research* (2ª ed.). Oxford University Press.
- Clark, K. B., & Wheelwright, S. C. (1993). *Managing new product and process development: Text and cases*. New York, NY: The Free Press.
- Cooper, R. G. (1993). *Winning at new products: Accelerating the process from idea to launch*. Reading, MA: Perseus Books.
- Cooper, R. G. (2016). *Agile-Stage-Gate Hybrids*. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jpim.12314>
- Creswell, J. W., & Poth, C. N. (2018). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches* (4ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- De Paula, J. O., & Mello, C. H. P. (2009). Análise comparativa de modelos de PDP: Um estudo de caso em uma empresa de autopeças. In *XVI SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção* (pp. 1-12). Bauru, SP.
- De Paula, J. O., & Mello, C. H. P. (2013). Eficácia do modelo de Rozenfeld em empresas automobilísticas. *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, 2(3), 45-60.
- Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2018). *The SAGE handbook of qualitative research* (5ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Gil, A. C. (2008). *Métodos e técnicas de pesquisa social* (6ª ed.). São Paulo, SP: Atlas.
- Goertz, G., & Mahoney, J. (2019). *A tale of two cultures: Qualitative and quantitative research in the social sciences*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Karlström, D., & Runeson, P. (2022). Integrating agile software development into stage-gate managed product development. *Empirical Software Engineering*, 11(2), 203-225. <https://doi.org/10.1007/s10664-006-6402-8>
- Kassner, L., Gröger, C., Mitschang, B., & Westkämper, E. (2020). Product life cycle analytics—next generation data analytics on structured and unstructured data. *Procedia CIRP*, 33, 35-40. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.06.008>
- Li, Y., Roy, U., & Shin, S. J. (2018). A multi-objective optimization methodology towards



product design for sustainability. *International Journal of Strategic Engineering Asset Management*, 3(2), 154-176. <https://doi.org/10.1504/IJSEAM.2018.092234>

- Linares, M. L., Sartor, F. B., Oliveira, D. A. S., Cabral, A. J. O., & Assis, A. M. (2013). Planejamento, desenvolvimento, fabricação e montagem de um protótipo veicular fora de estrada (off road). In *Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação (7ª ed.)*, Penedo, RJ. *Anais do COBEF*. Disponível em: <https://www.abcm.org.br/anais/cobef/2013/PDFS/COBEF2013-0398.pdf>
- Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K. H. (2005). *Projeto na engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações*. São Paulo, SP: Edgard Blucher.
- Rosenthal, S. R. (1992). *Effective product design and development*. Homewood, IL: Business One Irwin.
- Rozenfeld, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., Toledo, J. C., Silva, S. L., Alliprandini, D. H., & Scalice, R. K. (2006). *Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo, SP: Saraiva.
- SAE International. (2024). Baja SAE International. Disponível em: <https://www.sae.org/attend/student-events/baja-sae>
- Silverman, D. (2020). *Qualitative research (4ª ed.)*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- UFSM. (2024). Informações sobre as equipes Baja. Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em: <https://www.ufsm.br/projetos/pesquisa/bombaja>
- Vargas, M. B. (2018). *Formalização do Processo de Gestão Organizacional Para Projetos Baja SAE* [Monografia, Universidade Federal de Santa Maria – Campus Cachoeira do Sul]. Repositório da UFSM-CS. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/19052>
- Yin, R. K. (1989). *Case study research: Design and methods (2ª ed.)*. Newbury Park, CA: Sage Publications.
- Zasa, M., et al. (2020). The Next-Generation Stage-Gate Process and Agile-Stage-Gate Hybrids. *Journal of Engineering and Technology Management*. <https://www.jengtechmanagement.org>