

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Nisrin Naiel Dib Khaled

**DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O
PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA DAS
EQUIPES BAJA UFSM**

Cachoeira do Sul, RS
2022

Nisrin Naiel Dib Khaled

**DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE
DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA DAS EQUIPES BAJA UFSM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica, Campus Cachoeira do Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Engenheira Mecânica**.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Veiga Ávila

Cachoeira do Sul, RS
2022

Nisrin Naiel Dib Khaled

DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA DAS EQUIPES BAJA UFSM

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Engenharia Mecânica, Campus Cachoeira do Sul, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do título de **Engenheira Mecânica**.

Banca Examinadora

Lucas Veiga Ávila, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Carmen Brum Rosa, Dra. (UFSM)

César Gabriel dos Santos, Dr. (UFSM)

Cachoeira do Sul, RS

2022

*A mente que se abre a uma nova ideia jamais
voltará ao seu tamanho original.*

Albert Einstein

DEDICATÓRIA

A Deus, minha família, meu pai Naiel, minha mãe Leila e ao meu irmão Samer. Que nunca mediram esforços e sempre me apoiaram e me incentivaram para seguir meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a Deus por me dar saúde e força para superar as dificuldades.

Ao meu professor orientador, Lucas Veiga Ávila, por aceitar participar deste trabalho, pelos ensinamentos, orientações e por acreditar e confiar em minhas habilidades.

Aos professores Carmen Brum Rosa e César Gabriel dos Santos, avaliadores do trabalho.

Aos meus professores da graduação, por todos os ensinamentos e pela dedicação para com o meu aprendizado.

Aos meus pais e meus irmãos, que são exemplos de pessoas para mim, e me proporcionaram a realização desta graduação.

Aos membros das equipes Bajacuí e Bombaja, por acreditarem no nosso projeto e assim permitir que meu trabalho fosse realizado.

E aos meus familiares, amigos e colegas, que com certeza de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA DAS EQUIPES BAJA UFSM

AUTORA: Nisrin Naiel Dib Khaled
ORIENTADOR: Prof. Dr. Lucas Veiga Ávila

O programa SAE Brasil é formado por equipes de estudantes de engenharia, no qual o desafio é projetar e fabricar veículos *off-road*. O projeto possui um regulamento estabelecido pela SAE Brasil, e baseado no regulamento, as equipes projetam e constroem o protótipo utilizando os conhecimentos de engenharia alinhados ao projeto mecânico do protótipo. Além disso, da mesma forma que as empresas buscam um diferencial competitivo no mercado para o Processo de Desenvolvimento de Produto, as equipes baja, também aplicam a gestão de seus projetos como um diferencial para atender as exigências regulamentares. Nesse contexto, o presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo desenvolver uma proposta de melhoria para o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) aplicado às necessidades das equipes Baja da UFSM. Para a execução desse trabalho, foi utilizado o modelo de referência de Rozenfeld et al. (2006), que propuseram um Modelo Unificado, para a gestão do Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP). O método de pesquisa adotado, foi do tipo *survey*, com o intuito de analisar os procedimentos de PDP utilizados pelas equipes baja e as dificuldades encontradas. Posteriormente, foi aplicado nas equipes Baja UFSM um questionário semiestruturado, composto por dezesseis perguntas: as primeiras (1 a 8) com o intuito de identificar o perfil da equipe Baja e de seus participantes, buscando entender adicionalmente a realidade da equipe quanto ao entendimento em gerenciamento de projetos; as perguntas seguintes (9 a 15) são relacionadas à utilização de metodologias e ferramentas de gestão e as dificuldades encontradas no processo de gestão; por fim, a última questão (16) corresponde a um espaço destinado a comentários gerais sobre o gerenciamento do projeto Baja. Como principais resultados, foram entrevistadas duas equipes, que possuem em média 15 membros cada, tendo como principais evidências: aplicação de ferramentas e sistemáticas de gestão para o PDP das equipes como uma forma de torná-las mais competitivas e também os alunos com esse conhecimento mais preparados para o mercado de trabalho. Além disso, para a estrutura do PDP, são apresentadas diretrizes gerais, na forma de um método para reorganizar as atividades. A aplicação proposta neste trabalho poderá auxiliar as equipes do projeto Baja SAE a liderar a transformação necessária em seus PDPs, auxiliando no planejamento de mudanças e novas organizações detalhando suas atividades.

Palavras-chave: Processo de Desenvolvimento de Produto. Modelos de PDP. Gerenciamento de produtos. Baja SAE.

ABSTRACT

DIAGNOSIS AND PROPOSAL OF IMPROVEMENTS FOR THE PRODUCT DEVELOPMENT PROCESS FOR BAJA UFSM TEAMS

AUTHOR: Nisrin Naiel Dib Khaled
ADVISOR: Prof. Dr. Lucas Veiga Ávila

The SAE Brasil program is formed by teams of engineering students, in which the challenge is to design and manufacture off-road. The project has a regulation established by SAE Brasil, and based on the regulation, the teams design and build the prototype using the engineering knowledge aligned with the mechanical design of the prototype. In addition, in the same way that companies seek a competitive advantage in the market for the Product Development Process, Baja teams also apply the management of their projects as a differential to meet regulatory requirements. In this context, this Course Completion Work aims to develop a proposal to improve the Product Development Process (PDP) applied to the needs of UFSM's Baja teams. To carry out this work, the reference model by Rozenfeld et al. (2006), who proposed a Unified Model for the management of the Product Development Process (PDP). The research method adopted was the survey, in order to analyze the PDP procedures used by the Baja teams and the difficulties encountered. Subsequently, a semi-structured questionnaire was applied to the Baja UFSM teams, consisting of sixteen questions: the first (1 to 8) with the aim of identifying the profile of the Baja team and its participants, seeking to additionally understand the reality of the team in terms of understanding in project management; the following questions (9 to 15) are related to the use of methodologies and management tools and the difficulties encountered in the management process; finally, the last question (16) corresponds to a space destined to general comments about the management of the Baja project. As main results, two teams were interviewed, which have an average of 15 members each, having as main evidence: application of tools and management systems for the PDP of the teams as a way to make them more competitive and also the students with this knowledge more prepared for the job market. In addition, for the structure of the PDP, general guidelines are presented, in the form of a method for reorganizing activities. The application proposed in this work can help the Baja SAE project teams to lead the necessary transformation in their PDPs, helping in the planning of changes and new organizations detailing their activities.

Keywords: Product Development Process. PDP Templates. Product Management. Low SAE.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de PDP de fabricação interna de Pahl e Beitz.....	25
Figura 2 – Modelo de PDP de Back et al. (2008).....	27
Figura 3 – Modelo Unificado de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006)	31
Figura 4 – Detalhamento das fases e atividades do Modelo Unificado de PDP	34
Figura 5 – Fases do modelo de PDP proposto por Madureira (2010)	35
Figura 6 – Ferramenta Stage Gates.....	37
Figura 7 – Árvore de nós do Modelo para o gerenciamento de equipes BAJA	41
Figura 8 – Etapas para o desenvolvimento da proposta do PDP nas equipes Baja UFSM	44
Figura 9 – Protótipo Baja SAE	47
Figura 10 – Estrutura Organizacional da equipe Bajacuí	48
Figura 11 – Estrutura Organizacional da Equipe Bombaja	49
Figura 12 – Período de participação dos estudantes nas equipes	53
Figura 13 – Curso de atuação	54
Figura 14 – Função na equipe.....	54
Figura 15 – Disciplinas cursadas voltadas para o PDP	55
Figura 16 – Atuação em gerenciamento de projetos	55
Figura 17 – Nível de conhecimento dos estudantes sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto.....	56
Figura 18 – Principais problemas enfrentados no desenvolvimento do projeto Baja SAE.....	57
Figura 19 – Utilização de metodologia ou ferramentas para o gerenciamento do projeto	58

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Comparação das fases dos modelos teóricos	28
Quadro 2 – Detalhamento das fases e estágios de um projeto.....	31
Quadro 3 – Análise do nível de importância das etapas fundamentais para realizar o PDP de acordo com as equipes Baja UFSM.....	59
Quadro 5 - Questões abordadas nas equipes Baja UFSM	65

LISTA DE SIGLAS

CAD/CAM	Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing
CONFEA	Conselho Federal de Engenharia e Agronomia
COVID-19	Coronavírus
DPD	Desenvolvimento Dinâmico de Produtos
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PD	Processo de Desenvolvimento
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produto
PEP	Planejamento Estratégico dos Produtos
PIB	Produto Interno Bruto
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PNAD	Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílio
QFD	Quality Function Deployment
SAE	Society of Automotive Engineers
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SPE/ME	Secretaria de Política Econômica do Ministério da Economia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PROBLEMA	15
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo geral	17
1.2.2	Objetivos específicos	18
1.3	JUSTIFICATIVA	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	20
2.1.1	Características do PDP	21
2.1.2	Tipos de Projeto de Desenvolvimento de Produtos	23
2.1.3	Modelos do processo de desenvolvimento de produtos	27
2.1.4	Ferramenta <i>Stage Gates</i> - Marcos de aprovação do PDP	36
2.2	GESTÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO	38
3	METODOLOGIA	42
3.1	ESTRUTURA DA PESQUISA	42
3.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	42
3.3	PESQUISA SURVEY	43
3.4	ENTREVISTAS	43
3.6	PROGRAMA BAJA SAE	45
3.7	EQUIPE BAJACUÍ	48
3.8	EQUIPE BOMBAJA	49
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	53
4.1	ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO	53
4.2	ENTREVISTA - MAPEAMENTO DAS EQUIPES BAJA SAE UFSM	63
4.3	MODELO PARA O GERENCIAMENTO DE EQUIPES BAJA SAE	66
4.3.1	Organização das etapas do PDP	69
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	70
	REFERÊNCIAS	72
	APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	77
	APÊNDICE B – ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS DO PDP PARA AS EQUIPES BAJA	82

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem experimentado uma expansão econômica após a recessão de 2014-2016, o que pode significar que as oportunidades para engenheiros se expandiram, de acordo com o Comitê de Datação de Ciclos Econômicos (CODACE, 2020). Após verificar que o ciclo de negócios do Brasil atingiu o pico no quarto trimestre de 2019, essa interrupção marcou a recessão do país no primeiro trimestre de 2020 e foi o resultado da pandemia causada pelo vírus Coronavírus (COVID-19).

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínuos (PNAD), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), de junho de 2020, a taxa de desemprego trimestral do país, de março a maio de 2020, era de 12,9%, chegando a 12,7 milhões de pessoas (IBGE, 2020). Principalmente quando se analisa a população em idade ativa, o percentual de ocupação é de 49,5% (85,9 milhões de pessoas), sendo a primeira vez que este indicador reduz para menos de 50% desde seu lançamento, em 2012 (IBGE, 2020).

Em julho de 2021, a Secretaria de Política Econômica do Ministério da Economia (SPE/ME) revisou a projeção de crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil para 5,3% neste ano. A estimativa anterior, anunciada em maio, era de alta de 3,5%. O resultado demonstra que a economia brasileira está se recuperando da crise econômica causada pela pandemia a taxas mais altas do que em retomadas após recessões anteriores (BRASIL, 2021).

No entanto, as empresas precisaram responder rapidamente a essa situação e se remodelar para sobreviver no mercado. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2020), uma pesquisa realizada com 10.384 empresários de 26 estados e do Distrito Federal apontou que 43% das empresas precisaram mudar a forma de operar para continuar funcionando durante a pandemia. Dentre as medidas tomadas, destaca-se a transferência das vendas para mídias *online* (via telefone, aplicativos ou redes sociais) e a adoção de um sistema de *home-office*.

Por esse caminho, conforme destacam Dias et al. (2019), o conceito de mercado incorporou o surgimento de novas atividades e ocupações, que exigem dos profissionais uma maior adaptação para reconstruir o ambiente de trabalho, e a pandemia só aprofundou esse quadro. Nesse cenário, a Engenharia Mecânica se destaca por sua interdisciplinaridade na formação de estudantes, o que os habilita a atuar em diferentes áreas. Além de desenvolver e projetar máquinas e sistemas, os engenheiros mecânicos também podem estudar tecnologias de ponta, liderar equipes de produção e manutenção, participar do controle de qualidade e projetar usinas e fábricas. Essa é uma vantagem especial para este profissional, pois, na nova situação

de mercado, apenas o conhecimento técnico não é mais suficiente. Para manter uma posição adequada nesse ambiente, é necessário adquirir conhecimentos, habilidades e atitudes, como propensão à mudança, aprendizado contínuo e flexibilidade (VOLPE et al., 2017).

Salienta-se que as empresas estão fomentando o desenvolvimento de habilidades para o engenheiro mecânico da organização para alcançar a diferenciação competitiva. Ao longo das últimas décadas, os métodos de produção começaram a mudar, o mercado precisava de uma ampla gama de produtos e a escala de produção era pequena. Com isso, essa situação gerou mudanças na área de produção, resultando em menos tempo para o lançamento de novos produtos, mais opções de produtos customizados e foco na melhoria da qualidade.

Como decorrência do processo, o papel do engenheiro é desenvolver novos produtos e aprimorar os que já estão no mercado, por isso é fundamental implementá-lo no setor de Engenharia de Produto. Na visão do ciclo de vida, cada projeto de produto possui componentes básicos, são eles: custo, qualidade, prazo e sustentabilidade ambiental.

O Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) é estabelecido entre a empresa e o mercado, e promete encerrar sua vida útil desde o planejamento do produto até a sua saída do mercado. O PDP é uma atividade complexa e os problemas enfrentados pelos engenheiros são mal estruturados ou incompletos. O modelo de referência de PDP inclui três estágios principais: o pré-desenvolvimento, o desenvolvimento e o pós-desenvolvimento.

O modelo de PDP desenvolvido por Rozenfeld et al. (2006) é um dos mais reconhecidos na literatura e no mercado empresarial. A definição proposta pelos autores estabelece o PDP como um conjunto de atividades realizadas em uma sequência lógica, cujo objetivo é produzir bens ou serviços de valor para um determinado grupo de clientes, sendo que o processo de desenvolvimento de produtos consiste em uma série de atividades. As pessoas procuram partir da demanda do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e consideram a concorrência e a estratégia do produto da empresa, para atingir as especificações de projeto de um produto e seu processo de produção, de modo que a indústria de manufatura possa produzi-lo.

O PDP tem uma importância estratégica por situar-se na interface entre a empresa e o mercado. O desempenho superior nesse processo permite o lançamento eficaz de novos produtos, bem como a melhoria da qualidade dos produtos existentes. O desempenho está diretamente ligado à capacidade das empresas gerenciarem o Processo de Desenvolvimento (PD) e de interagirem com o mercado e com as fontes de inovação tecnológica (SCORALICK, 2004).

Em muitas empresas, principalmente nas de pequeno e médio porte, o processo de

planejamento de um produto não tem recebido a devida importância/atenção, o que pode levar ao atropelamento das várias etapas inerentes à concretização adequada de um produto.

Como alternativa, os modelos de PDP exercem a expectativa de auxiliar na concepção de uma visão única do processo, descrevendo-o e servindo de referência para que as empresas e seus profissionais possam desenvolver produtos segundo um padrão estabelecido (MENDES, 2008). Isso porque o desenvolvimento de novos produtos, sejam carros ou outros segmentos, é complexo e envolve várias etapas que devem ser planejadas, implementadas e controladas para minimizar o risco de falha (QUINTELLA; ROCHA; Alves, 2005).

Diante disso, com a aspiração de formar profissionais com esta ampla capacidade de atuação e adaptação, o meio acadêmico vem desenvolvendo habilidades e competências para a preparação dos estudantes de engenharia, destacando a importância da participação dos acadêmicos em projetos, estágios, pesquisas e outros meios que permitam esse contato com o mercado de trabalho e as novas tecnologias disponíveis (FERREIRA, 2011).

A *Society of Automotive Engineers* (SAE) é uma importante parceira de acadêmicos de engenharia, pois, além de promover palestras, congressos, eventos, treinamentos e outros, promove competições que permitem que alunos de graduação utilizem conteúdos desenvolvidos durante seu curso para desenvolver um produto real (SAE BRASIL, 2018).

A Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS) formou uma equipe para participar do projeto Baja SAE, que recebeu o nome de Bajacuí. Fundada em 2017, em 2022 a equipe está composta por 19 estudantes que desenvolvem funções de acordo com setores: capitão, *marketing*, financeiro e projeto de acordo com cada subsistema do protótipo.

1. 1 PROBLEMA

Vários métodos foram desenvolvidos para auxiliar os engenheiros no processo de desenvolvimento de produtos. Atualmente, o PDP caminha para uma metodologia abrangente, na qual diferentes departamentos da empresa combinam seus conhecimentos específicos e formam uma equipe multidisciplinar de desenvolvimento de produtos, onde cada expertise é utilizada para minimizar erros e contribuir para o sucesso do projeto, conhecido como projeto integrado.

A organização da equipe de projeto é um dos principais fatores que afetam o desempenho do PDP (BROWN; EISENHARDT, 1995). Outro fator crítico nesta categoria refere-se ao líder de projeto, que pode influenciar na condução de projetos e no desempenho do

PDP (BROWN; EISENHARDT, 1995; KIM; BARCZAK; MOSS, 1999; THIEME; SONG; SHIN, 2003).

Existem inúmeros métodos e ferramentas no mercado que podem ajudar a solucionar os mais diversos problemas referentes ao Processo de Desenvolvimento de Produtos. Diante disso, o engenheiro precisa saber qual é a melhor ferramenta de resolução, pois isso poderá ajudá-lo na tomada de decisões e no saneamento de dúvidas, iluminando o caminho das melhores escolhas.

Para este trabalho, foi escolhido o modelo de referência de Rozenfeld et al. (2006) a fim de melhorar o gerenciamento da equipe e o andamento do projeto. Desse modo, foi proposto um Modelo Unificado, no qual a gestão do PDP é dividida em fases de pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

Em consequência ao avanço do PDP, são imprescindíveis propostas de pesquisas que atendam às demandas das equipes Baja UFSM. O modelo PDP formado por Rozenfeld et al. (2006) é dividido em seis etapas, geralmente desenvolvidas remotamente por equipes interdisciplinares e não descrevem o que deve ser feito em relação à tarefa. Em especial no formato remoto, cada membro desenvolve seu processo, e ainda não existe uma boa interação da equipe.

Moultrie, Clarkson e Probert (2007) apontam que as pequenas e médias empresas são caracterizadas por uma baixa maturidade de gerenciamento do PDP. Em muitos casos, essa atitude de começar com protótipos detalhados prevalece, o que não é propício para atividades de análise e planejamento, assim como para as características de desenvolvimento inicial, o que causará desperdício de recursos e falha no lançamento de novos produtos.

Embora o método PDP possua vários benefícios, também existem alguns problemas, como sugerido por Rozenfeld et al. (2006):

- Dificuldade de mudar as decisões iniciais;
- As atividades básicas seguem um ciclo iterativo do tipo: projetar (gerar alternativas); construir; testar; aperfeiçoar.

Conforme o PDP avança, a complexidade tende a aumentar, por isso é importante estar atento à fase de pré-desenvolvimento do produto. Essa atenção ajudará os projetistas a trabalhar nas etapas seguintes, possibilitando o desenvolvimento de soluções eficazes para o produto.

Esses fatores refletem o maior grau de incerteza enfrentado nos estágios iniciais de desenvolvimento do produto. Diferentes autores têm interpretações distintas para a definição de serviço.

De acordo com Cooper (2003), as fases antecessoras à concepção e ao desenvolvimento de produtos são imprescindíveis para o sucesso do mercado. O autor aponta que projetos que investem na fase de pré-desenvolvimento possuem cerca de 75% de chances de sucesso, sendo que 31,3% correspondem aos projetos que não fazem uso dessa prática. Vale lembrar que de acordo com o autor, empresas bem-sucedidas investem duas vezes mais tempo e dinheiro no pré-desenvolvimento de tarefas como: avaliações preliminares de mercado, triagem inicial, tecnologias, pesquisa de *marketing* e análise financeira antes de dar início ao desenvolvimento de um novo produto.

Embora o impacto do pré-desenvolvimento no sucesso de um novo produto seja reconhecido, seu gerenciamento não é uma tarefa fácil. Khurana e Rosenthal (1998) encontraram problemas comuns na execução do pré-desenvolvimento, tais como: estratégia de produto não claramente definida, dificuldade na elaboração do conceito do produto e determinação dos parâmetros do projeto e gerenciamento de conflitos entre as pessoas envolvidas no trabalho.

O estabelecimento de estratégias específicas para o PDP tem um impacto positivo no sucesso do novo produto, pois, direciona os esforços e cria uma visão compartilhada pelos membros da equipe de desenvolvimento (COOPER et al., 2004b; BARCZAK; GRIFFIN; KAHN, 2009).

Assim, o processo de estudo de caso introduzido nesta pesquisa será desenvolvido por meio dos métodos reconhecidos no capítulo de fundamentação teórica, objetivando a fragmentação e a análise detalhada de sua aplicação e de suas etapas, seguida de análise crítica e sugestões de melhorias, visando responder: Como inserir e sistematizar o Processo de Desenvolvimento de Produtos por meio de uma proposta de melhoria dos processos nas equipes Baja SAE UFSM?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral desenvolver uma proposta de melhoria para o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) aplicado às necessidades das equipes Baja da UFSM.

1.2.2 Objetivos específicos

A fim de atender ao objetivo geral, este trabalho desdobra-se nos seguintes objetivos específicos:

- Diagnosticar e mapear o estado atual do PDP das equipes Bajas, visando uma proposta de melhoria;
- Criar um alinhamento dos processos de produção das equipes Baja com o modelo de PDP de Rozenfeld et al. (2006);
- Propor uma metodologia de trabalho para a aplicação das etapas do PDP de modo a melhorar os processos do Baja UFSM.

1.3 JUSTIFICATIVA

Conforme as determinações do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (CONFEA), de acordo com a Lei nº 5194, de dezembro de 1966, o engenheiro mecânico tem como atribuições, a supervisão, a coordenação, a condução de equipes, a montagem, a operação, o reparo ou a manutenção, e demais tarefas não mencionadas aqui. De acordo com as atribuições anteriores, a engenharia mecânica é um dos campos principais no mercado, sendo uma área criativa, de desenvolvimento e proposição de ideias. Cada uma de suas atividades inerentes mostra a importância de compreender o PDP e ser capaz de promover o conhecimento e a comunicação entre coordenadores de projetos de produtos para auxiliar na tomada de decisões sobre funções de gerenciamento de projetos, como planejamento e organização.

Por conseguinte, para contemplar a temática da pesquisa, foi necessário revisar a literatura, a fim de conhecer os principais conceitos, teorias e modelos para aplicação de metodologia de projetos/produtos. Em projetos que se destinam à competição, o desafio é encontrar soluções que se destaquem e implementá-las no menor tempo e custo possíveis. Vale ressaltar que todos esses empreendimentos devem obedecer aos regulamentos apresentados e atender aos requisitos básicos e limitações do projeto.

Portanto, é necessário utilizar um Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) voltado para a orientação do desenvolvimento do projeto. Nomaguchi et al. (2012) mostraram que, mesmo que a qualidade e a escala dos projetos formados pelos alunos sejam diferentes das de grandes empresas, projetos como o Baja SAE são considerados projetos avançados de engenharia e design, pois devem atender aos padrões básicos para participar da competição.

Nesse sentido, a justificativa deste trabalho se deve ao fato de, no processo de desenvolvimento de veículos baja para a competição Baja SAE, ser possível fornecer novos conhecimentos sobre a aplicação de gerenciamento de modelos PDP, por se tratar de um assunto que envolve múltiplos conceitos, incluindo produtos e serviços e evidências de boas práticas de gestão adequadas para projetos Baja SAE.

Este Trabalho de Conclusão de Curso é muito importante para o curso de Engenharia Mecânica, pois produz conhecimento prático de projetos da área e proporciona a aplicação de conceitos de gestão no Processo de Desenvolvimento de Produtos em equipes competitivas. Além disso, não há outros modelos de projetos semelhantes para Equipes Bajas disponíveis na literatura, podendo neste trabalho, considerando a metodologia de Rozenfeld et al. (2006), podendo contribuir para ciência e ações práticas, assim, indicando uma lacuna de gerenciamento de processos nos ambientes Baja e proposição de melhoria de processos a partir de uma metodologia de mapeamento e diagnóstico do PDP das equipes e com isso, podendo ser replicado a outros locais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta seção, são apresentados os conceitos utilizados para a elaboração deste trabalho, por meio da exposição de pesquisas realizadas na literatura para encontrar diferentes contribuições para os temas discutidos. Inicialmente, a seção discute o conceito de Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) na perspectiva de diferentes autores, passando por Pahl e Beitz (1996), na sequência Rozenfeld et al. (2006), Madureira (2010), Cooper (2001), por fim Back et al. (2008).

2.1 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o desenvolvimento de um produto inclui uma série de atividades para determinar a demanda do mercado e a possibilidade ou limitações técnicas envolvidas no projeto, para então derivar a especificação do produto e seu processo de fabricação. O desenvolvimento também envolve atividades de acompanhamento e pós-lançamento até o final do seu ciclo de vida.

O Processo de Desenvolvimento de Produto é a interface entre a empresa e o mercado. É por meio dele que as empresas podem identificar as necessidades do mercado e propor soluções para os mais diversos fins. Nesse caso, o desenvolvimento do produto está estrategicamente integrado ao planejamento da empresa (ROZENFELD et al., 2006). Para Ulrich e Eppinger (2004), o PDP é uma série de atividades que partem da percepção das oportunidades de mercado e passam pela produção, venda e entrega dos produtos aos consumidores.

Segundo Leite (2007), a combinação de planejamento de produto e engenharia de produto forma uma atividade denominada Desenvolvimento de Produto. Com a inclusão de sistemas informatizados de troca de informações e simulação matemática de produtos, esse processo está mudando e tende a se tornar cada vez mais ágil. Além de reduzir o tempo médio de projeto, também melhora a qualidade e a confiabilidade do produto final.

Em concordância com Madureira (2010), um projeto é um meio de geração de produtos, processos, serviços ou sistemas que as empresas utilizam para atingir seus objetivos estratégicos. A execução de projetos por meio de fases e atividades claramente definidas permite maximizar a eficiência e minimizar os riscos. O sucesso de uma empresa em qualquer ramo de atividade depende diretamente de sua lucratividade, que é definida pela medida em que seus produtos são aceitos a preços compensatórios. Isso só pode ser alcançado por meio da

diferenciação e dos produtos existentes.

2.1.1 Características do PDP

Conforme Ulrich e Eppinger (2004), o processo geral de desenvolvimento de produtos é caracterizado por uma série de etapas que transformam um conjunto de entradas em um conjunto de dados de saída. O desenvolvimento bem definido possui as seguintes características:

- Garantia de qualidade: o processo de desenvolvimento deve esclarecer a etapa de desenvolvimento do projeto e pontos de verificação para garantir a qualidade final do produto;
- Coordenação: um processo claro é muito importante, para que cada membro da equipe possa entender suas atividades e contribuições ao projeto;
- Planejamento: o desenvolvimento deve incluir marcos correspondentes a cada fase do projeto. Esses marcos representam aos prazos de cada fase do projeto;
- Gerenciamento: comparando o plano inicial e os eventos reais, o gerente de projeto pode encontrar problemas potenciais e corrigi-los à medida que o projeto avança;
- Melhoria contínua: a documentação de cada atividade de projeto serve como uma curva de aprendizado para ajudar a identificar oportunidades de melhoria em projetos futuros.

Já de acordo com Kaminski (2000), o processo de desenvolvimento de produto deve ser visto de forma mais global, com as seguintes características:

- Necessidades: o produto final deve ser uma solução para as necessidades individuais ou coletivas, que podem ser atendidas pelos recursos humanos, técnicos e econômicos disponíveis no momento;
- Viabilidade física: o produto e o processo de obtenção devem ser exequíveis;
- Viabilidade econômica: além de fornecer uma compensação satisfatória ao fabricante, o produto também deve ter uma utilidade igual ou superior ao preço de venda do cliente;

- Viabilidade financeira: os custos de projeto, produção e distribuição devem ser arcados pelo órgão executor;
- Otimização: a opção final do projeto deve ser a melhor escolha disponível;
- Critério de projeto: a otimização deve ser baseada em padrões que representem o equilíbrio alcançado pelo *designer* entre vários requisitos, geralmente conflitantes, como as necessidades e expectativas dos consumidores, fabricantes, distribuidores e da sociedade como um todo;
- Subprojeto: no processo de desenvolvimento do projeto, novos problemas continuam surgindo, os quais devem ser resolvidos por meio de subprojetos;
- Aumento da confiança: um projeto é uma atividade em que o conhecimento gerado no processo permite a transição da incerteza para a certeza do sucesso do produto, ou seja, a confiança no sucesso deve aumentar a cada etapa. Se este não for o caso, o desenvolvimento deve ser interrompido ou soluções alternativas devem ser buscadas;
- Custos de certeza: o custo das atividades destinadas a adquirir conhecimento do projeto deve ser proporcional ao aumento da certeza de sucesso. Desde que haja informações disponíveis que indiquem o fracasso do projeto, o projeto deve ser interrompido, e somente quando a informação garantir que a aplicação dos recursos necessários na próxima fase é conveniente, ele continuará;
- Apresentação: um projeto é essencialmente uma descrição de um produto ou processo, geralmente na forma de documentos, relatórios, desenhos e protótipos.

Ainda segundo Kaminski (2000), todo projeto de desenvolvimento ou nova opção de investimento deve considerar alguns aspectos globais, tais como:

- Aspectos econômicos: demanda, preço de venda, canais de distribuição, etc.;
- Aspectos técnicos: seleção de materiais, processo de produção, montagem, etc.;
- Aspectos financeiros: financiamento, capital de giro, incentivos governamentais;
- Aspectos administrativos: estrutura organizacional, treinamento da equipe do projeto, etc.;

- Aspectos jurídicos: contratos de fornecimento, compra de tecnologia e/ou patentes, leasing, tributos, etc.;
- Proteção ambiental: atentar aos ciclos completos de produção, circulação, consumo e descarte/reciclagem dos produtos.

Para Rozenfeld et al. (2006), uma empresa que deseja expandir de forma rápida e eficaz o número de novos produtos deve utilizar novos métodos de desenvolvimento de produtos. Algumas das características desses novos métodos são:

- Simplificar a formalização por meio de padrões avançados de trabalho em equipe usando ferramentas computacionais sofisticadas;
- Aprender e encontrar soluções inovadoras, aumentar o tempo para atividades de avaliação e proposições de soluções;
- Adotar o conceito de nível de maturidade para garantir o sucesso da melhoria contínua do processo;
- Introduzir o conceito de gerenciamento do ciclo de vida do produto, expandir o escopo e fortalecer a integração entre os projetos.

Neste trabalho, consideramos a formalização do processo de PDP por meio do sistema informatizado da equipe, com foco na teoria proposta por Rozenfeld et al. (2006).

2.1.2 Tipos de Projeto de Desenvolvimento de Produtos

Os projetos de desenvolvimento de produtos podem ser classificados de acordo com vários critérios, sendo o mais comum e útil o grau de mudança que o projeto representa em relação aos anteriores (ROZENFELD et al., 2006).

Para os setores de bens de capital e bens de consumo duráveis, a classificação é dividida em cinco categorias:

Projetos radicais (*breakthrough*): são aqueles que envolvem grandes modificações em projetos ou processos existentes e podem criar tecnologias, categorias ou linhas de produtos. À medida que novas tecnologias ou materiais são criados em tais projetos, eles também podem exigir processos de fabricação inovadores;

A plataforma ou projeto de próxima geração é caracterizado por mudanças relacionadas ao projeto, mas nenhuma nova tecnologia ou material foi introduzido. Este novo sistema de

solução pode representar uma nova geração de produtos. Como plataforma, o projeto deve suportar toda a geração de produtos ou processos, e ter conexões com as gerações anteriores e futuras;

Projetos incrementais ou derivados: são projetos que criam produtos ou processos derivados, mistos ou ligeiramente modificados do projeto original. Normalmente, esses projetos são baseados em versões de custo mais baixo e requerem menos recursos, pois começam a partir de projetos existentes com a inserção de algumas melhorias neles;

Projetos *follow-source* (seguir a fonte): são projetos da matriz ou de empresas parceiras que não exigem grandes mudanças no processo, apenas pequenos ajustes, verificação do projeto, produção experimental e início da produção;

Projetos de pesquisa avançada: são projetos que visam criar conhecimento para projetos futuros. Eles são menos comuns porque não são projetos de produtos em si, mas estudos avançados de trabalhos futuros.

De acordo com Pahl e Beitz (1996), existem apenas três tipos de projetos:

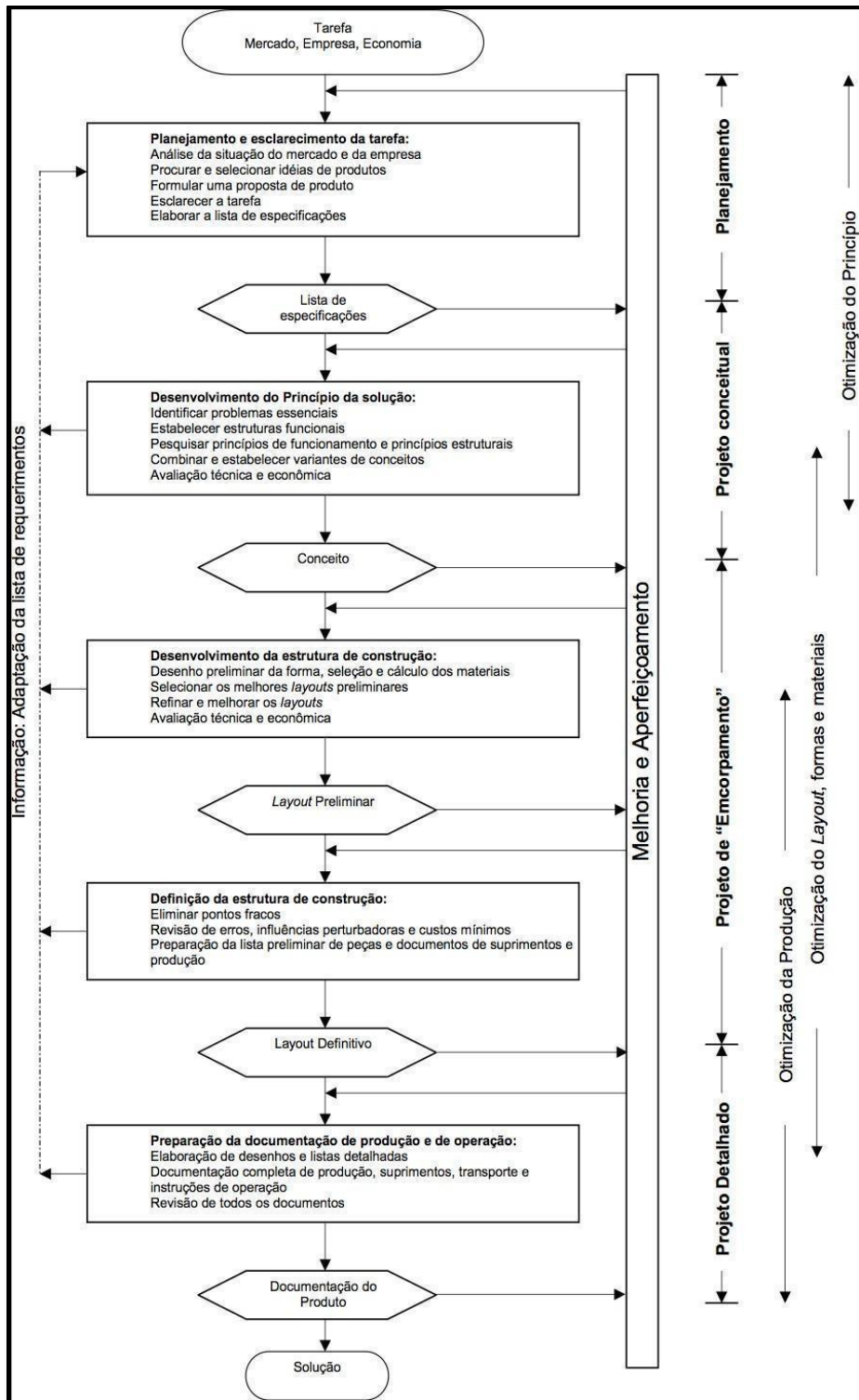
Projeto original – inovador, nova solução envolvendo um determinado sistema, nenhuma experiência anterior;

Projeto variante – similar, pode alterar a proporção ou combinação de um sistema, mas a função original é a mesma;

Projeto orientado pela configuração – adaptativo, considerando a adaptação de sistemas conhecidos, conforme muda a tarefa de projetá-los, a solução permanece a mesma.

Na Figura 1, é demonstrado o modelo completo de Pahl e Beitz (1996).

Figura 1 – Modelo de PDP de fabricação interna de Pahl e Beitz



Fonte: Pahl e Beitz (1996, p. 544).

Já Madureira (2010) define quatro formas principais de geração de novos produtos:

- 1) Licença ou franquia, em que a empresa licenciada determina o produto potencial para o mercado e obtém o direito de produzir e comercializar o produto de outra

(empresa licenciadora) conforme o contrato, pagando royalties, que incidem sobre o valor de cada unidade de Despesa de venda;

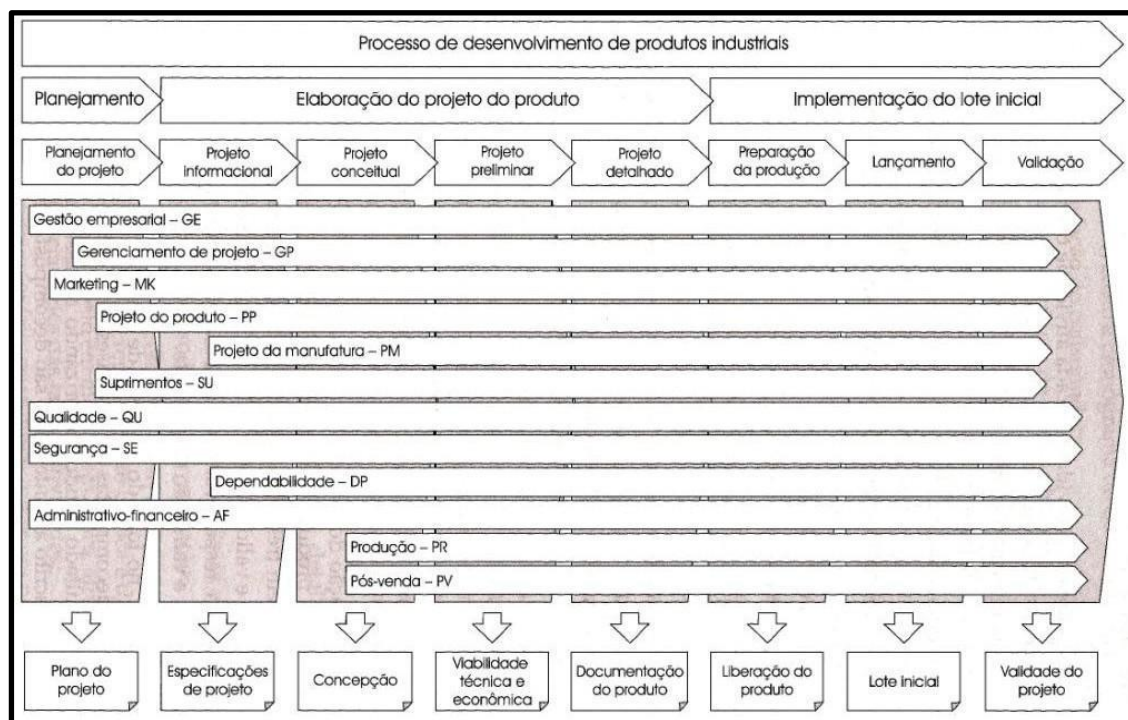
- 2) A característica da joint venture é a adesão da empresa, que determina o potencial de mercado por meio da tecnologia de uma das empresas;
- 3) Aquisição de projetos significa que a empresa identifica oportunidades de negócios e adquire pacotes de tecnologia, incluindo projetos e, em alguns casos, todo o processo de fabricação do produto. Após a conclusão da transação, as empresas permanecem independentes;
- 4) O desenvolvimento de produtos é uma situação em que a empresa começa a implementar projetos de desenvolvimento de produtos do início ao fim e assume todos os riscos e custos do projeto. Esse processo requer uma empresa bem estruturada e organizada.

Para Back et al. (2008), os projetos de produtos são divididos em três plataformas:

- 1) Uma variante de produto existente é uma extensão, melhoria ou reposicionamento de um produto ou linha de produtos, e uma versão modificada é gerada. Em alguns casos, pode se referir apenas a um novo pacote de um produto existente;
- 2) A inovação é a consequência de modificações em produtos existentes, resultando em alto valor agregado. Geralmente, quanto maior o grau de inovação, maior o esforço e o investimento no processo de pesquisa;
- 3) Criatividade é um produto com um novo conceito que não existe no mercado. Seu tempo de desenvolvimento costuma ser muito longo e o investimento também é alto. A introdução de tais produtos pode ser um risco e uma mudança de paradigma que irá promover novas áreas de atividade.

Na Figura 2 é demonstrado o modelo de PDP fabricação interna de Back et al. (2008).

Figura 2 – Modelo de PDP de Back et al. (2008)



Fonte: Back et al. (2008, p. 601).

2.1.3 Modelos do processo de desenvolvimento de produtos

Vários modelos de referência foram estudados por décadas e comprovadamente ajudam as empresas a estabelecer seus processos de desenvolvimento de produtos. Esse modelo é essencial para padronizar o planejamento, a comunicação e auxiliar a equipe do projeto desde a ideia até a parada do produto no mercado.

De Paula e Mello (2009) realizaram uma análise comparativa de quatro modelos de referencial teórico ao PDP. Os modelos teóricos foram: Wheelwright e Clark (1993), Cooper (1993), Pahl et al. (2005) e Rozenfeld et al. (2006), gerando informações fornecidas no Quadro 1.

Quadro 1 – Comparação das fases dos modelos teóricos

(continua)

Item	Etapas dos processos de desenvolvimento de produtos	Wheelwright e Clark (1992)	Rosenthal (1992)	Cooper (1993)	Rozenfeld <i>et al.</i> (2006)	Pahl <i>et al.</i> (2008)	Back <i>et al.</i> (2008)
1	Identificação das oportunidades de negócio (geração de ideias)		X	X	X	X	
2	Priorização da melhor ideia para o negócio		X	X	X	X	
3	Análise do mercado (formulação estratégica)	X		X	X	X	X
4	Estudo de viabilidade (física, econômica, financeira)		X	X	X	X	X
5	Concepção do produto	X	X	X	X	X	X
6	Pontos de avaliação do projeto (<i>stage gate</i>)		X	X	X		X
7	Definição da equipe de projeto	X			X	X	X
8	Planejamento do projeto	X	X	X	X	X	X
9	Definição das entradas do projeto	X	X	X	X	X	X
10	Projeto dos processos		X		X		X
11	Definição das especificações do produto e seus componentes						

(conclusão)

		X	X	X	X	X	X
12	Definição das saídas de projeto	X	X	X	X	X	X
13	Definição de métodos de produção		X		X	X	X
14	Definição do ferramental				X		X
15	Verificação do projeto	X	X		X		X
16	Testes do projeto (validação do projeto)	X	X	X	X	X	X
17	Protótipo (modelo de laboratório)	X	X	X	X		X
18	Produção/operação piloto (baixo lote)	X	X	X		X	X
19	Desenvolvimento de programas de treinamento		X		X		X
20	Desenvolvimento de campanhas publicitárias			X	X		
21	Lançamento do produto no mercado			X	X		X
22	Monitoramento de pós-venda			X	X		X
23	Reavaliação e análise crítica do projeto	X		X	X		X
24	Descontinuar produto				X		

Fonte: Adaptado Paula e Mello (2009).

Na bibliografia analisada, uma característica comum importante encontrada em vários autores como Back et al. (2008), Cooper (1993), Rozenfeld et al. (2006), é o uso de ferramentas de análise para obter aprovações e projetos por meio de *Stage Gates*. Durante esse processo, o autor Rozenfeld et al. (2006) recomenda a realização de um registro formal ou reunião na presença de gerentes, diretores e executivos da empresa para a aprovação de cada *gate*.

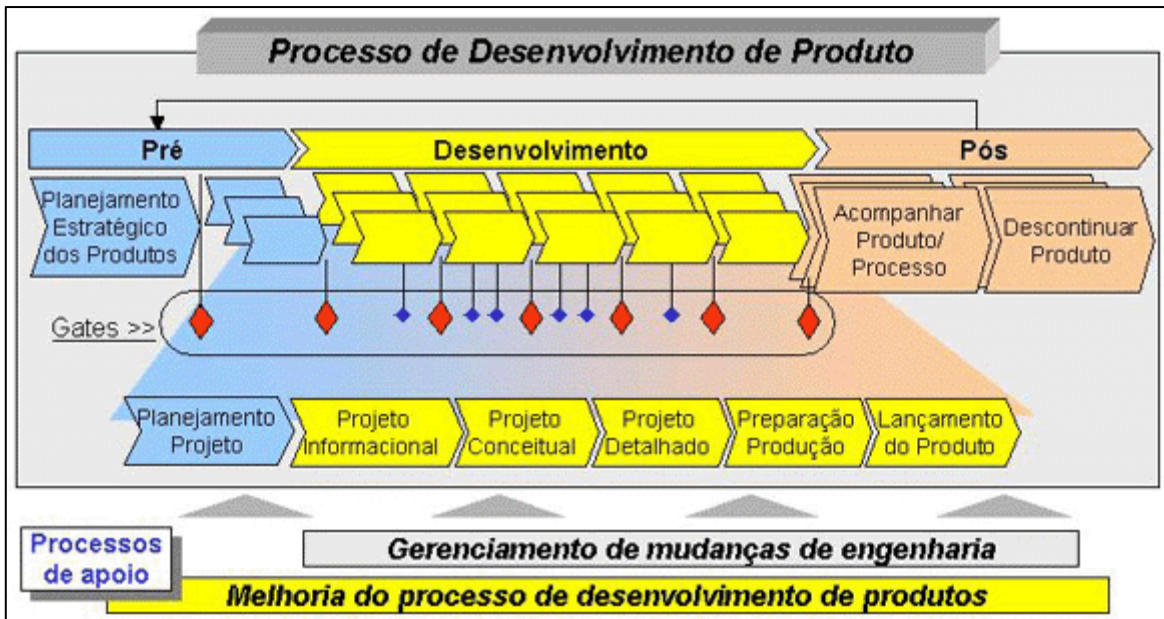
De Paula e Mello (2013) acreditam que o modelo proposto por Rozenfeld et al. se destaca em relação a outros modelos por meio de pesquisas quantitativas realizadas em uma empresa automobilística, levando em consideração padrões como inovação, integração e sistematização. Embora a pesquisa seja aplicável a empresas de departamentos distintos das empresas metalúrgicas, ela se torna efetiva pois a análise de todo o processo de desenvolvimento do produto é semelhante. Portanto, este trabalho abordará principalmente o modelo de Rozenfeld et al., por ser um modelo mais didático e atualizado para as necessidades atuais.

De acordo com Rozenfeld et al. (2006), o Modelo Unificado de PDP originou-se da metodologia, estudos de caso, experiências e práticas desenvolvidas e coletadas por pesquisadores, sob orientação do autor, em empresas de diferentes áreas, especialmente na indústria de máquinas para metal.

Para que várias pessoas reutilizem o processo padrão, ele deve ser registrado na forma de um modelo. O desenvolvimento do produto é uma série de etapas, estágios e fases que introduzem modelos estruturados de maneiras diferentes. Como os projetos geralmente são definidos por modelos, estes são chamados de 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 3.

Figura 3 – Modelo Unificado de PDP proposto por Rozenfeld et al. (2006)



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

Em cada uma dessas fases, precisa-se desenvolver vários estágios para atingir os objetivos de desenvolvimento de produto. O Quadro 2 a seguir apresenta o resumo desses estágios.

Quadro 2 – Detalhamento das fases e estágios de um projeto

	Planejamento estratégico - visão da empresa
1) Fase – pré-projeto	Planejamento estratégico de produto
	Planejamento do projeto
2) Fase – desenvolvimento	Projeto informacional
	Projeto conceitual
	Projeto detalhado
	Preparação da produção
	Lançamento do produto
3) Fase- pós-projeto	Execução das estratégias de lançamento de produto
	Acompanhamento de mercado
	Descontinuar produtos

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Além das três macrofases, o modelo também é dividido em nove etapas principais: planejamento estratégico dos produtos, planejamento do projeto, projeto informacional, projeto conceitual, projeto detalhado, preparação da produção, lançamento do produto, acompanhamento do produto/processo e descontinuação do produto.

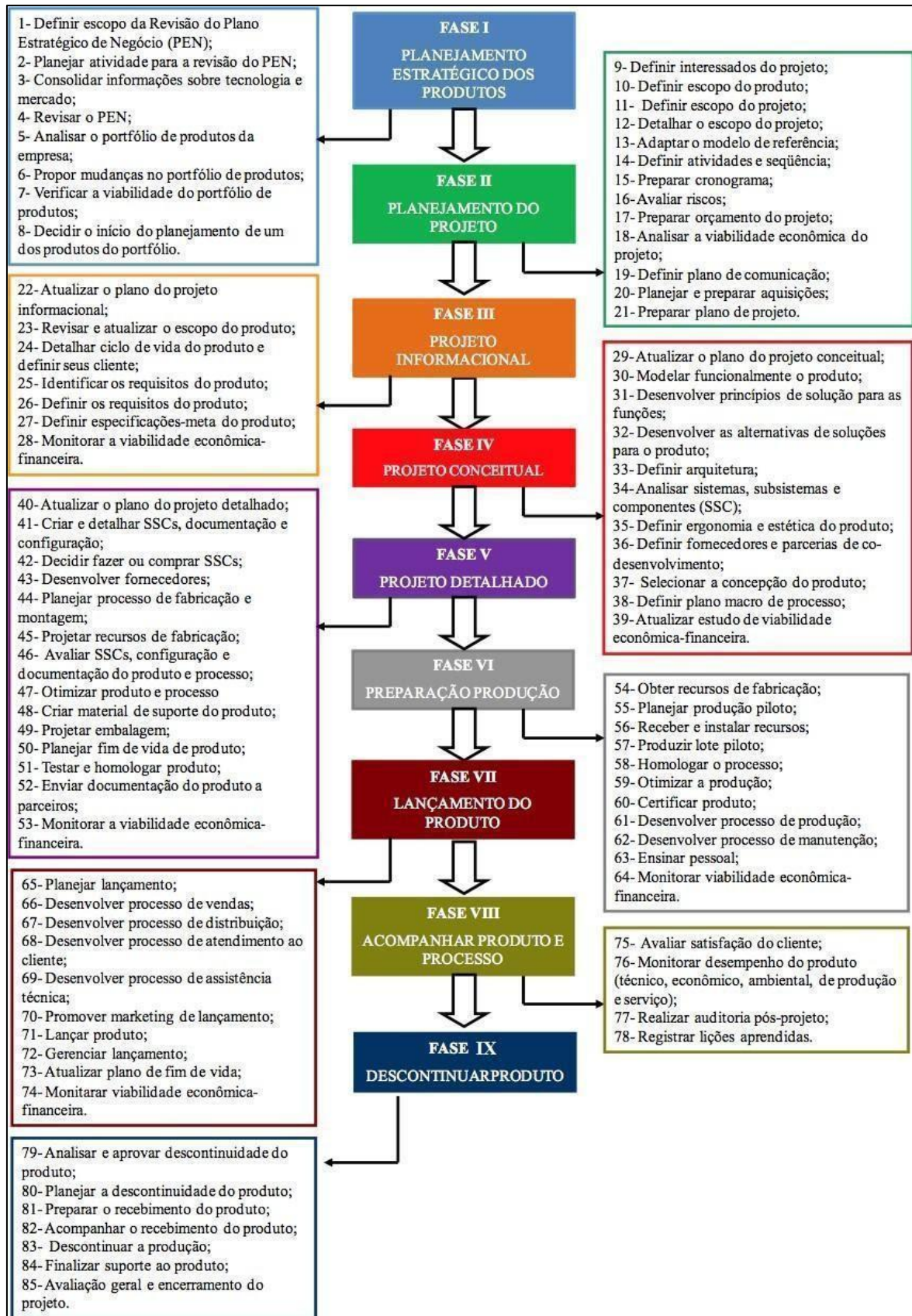
- 1) Planejamento Estratégico dos Produtos (PEP): esta etapa é definida pelo estudo do portfólio de produtos da empresa, levando em consideração as informações dos consumidores, as tendências de tecnologia e mercado e a estratégia da empresa. Muitas empresas atuam nessa etapa do projeto por meio de um comitê de produto composto por conselheiros e gerentes funcionais da empresa, responsável por analisar a viabilidade de cada projeto;
- 2) Planejamento do projeto: nesta etapa é realizado um macroplanejamento do desenvolvimento de produtos do portfólio da empresa. É preparado o escopo do projeto e do produto, incluindo atividades, responsabilidades, prazos, orçamento e recursos. Também são divulgadas as informações iniciais de cada equipe ou departamento responsável pelas atividades desta etapa;
- 3) Projeto informacional: nesta etapa define-se um conjunto de especificações- alvo para o produto, que contém os requisitos mínimos que devem ser atendidos para satisfazer as necessidades dos clientes e da empresa. As características técnicas e a viabilidade econômica do produto são apresentadas em detalhes. Para definir as necessidades dos consumidores e do mercado, pode-se utilizar a ferramenta *Quality Function Deployment* (QFD), que é a implantação de funções de qualidade. Além disso, o ciclo de vida do produto será avaliado;
- 4) Projeto conceitual: nesta fase, busca-se desenvolver soluções para os problemas encontrados no projeto, que podem ser melhorados por meio da análise dos concorrentes através de benchmarking ou mesmo brainstorming pela equipe de projeto. Em seguida, é executada a modelagem funcional do produto e definida sua arquitetura;
- 5) Projeto detalhado: esta etapa é responsável por finalizar a modelagem e as especificações técnicas dos produtos, e encaminhá-los para a fase de produção através do planejamento do processo de manufatura, programação *computer-aided design/computer-aided manufacturing* (CAD/CAM), etc;

- 6) Preparação da produção: incluindo a definição do processo de produção, produção e manutenção do lote piloto, ou seja, todas as atividades destinadas à obtenção dos produtos de acordo com a qualidade, requisitos e volume de produção definidos no escopo do projeto;
- 7) Lançamento do produto: o objetivo é colocar o produto no mercado para garantir a sua aceitação por potenciais clientes. Essa fase também envolve vendas de projetos, distribuição, atendimento ao cliente, assistência técnica e atividades de *marketing*;
- 8) Acompanhamento do produto/processo: faz parte do acompanhamento do desempenho dos produtos em produção e do mercado para identificar oportunidades de melhoria. Deve-se garantir que a remoção do produto não afete os consumidores, a empresa e o meio ambiente.
- 9) Descontinuação do produto: esta etapa é caracterizada pela retirada do produto do mercado, pela interrupção da produção e pelo fim da assistência técnica, que ocorre quando o produto deixa de ter vantagens e importância econômica para a empresa.

De acordo com Beal (2015), a avaliação de cada fase ou marco do projeto deve ser realizada por meio de um processo formal denominado transição de fase ou *gate*. Esta é uma revisão exaustiva, que considera os resultados específicos obtidos em cada atividade, e analisa criticamente os problemas encontrados e as soluções propostas para o projeto. Se todos os requisitos necessários forem atendidos, a fase é aprovada e a próxima fase pode ser iniciada.

Segundo Mello (2008), para cada etapa do PDP, uma série de atividades é envolvida para garantir que o processo seja efetivamente estruturado. Na Figura 4, podem ser identificadas 85 atividades distribuídas nos 9 estágios do modelo PDP unificado.

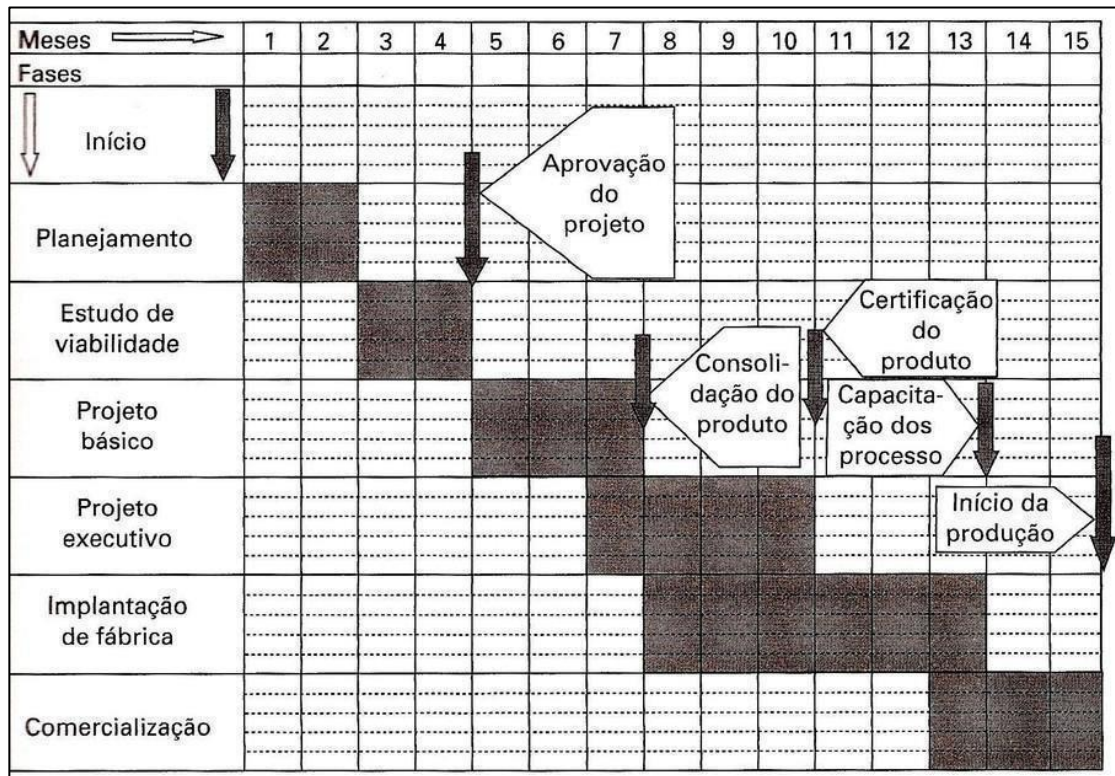
Figura 4 – Detalhamento das fases e atividades do Modelo Unificado de PDP



Fonte: Mello (2008, p. 123).

De acordo com Madureira (2010), o modelo de PDP ideal possui seis etapas que devem ser executadas simultaneamente, tanto quanto possível. Na Figura 5, pode-se identificar cada fase do projeto, juntamente com uma simulação de meses para cada etapa.

Figura 5 – Fases do modelo de PDP proposto por Madureira (2010)



Fonte: Madureira (2010, p. 359).

- 1) Planejamento: definir metas, requisitos, funções e atributos do projeto, mercados- alvo, prazos de implementação, recursos de desenvolvimento e orçamentos, bem como custos de fabricação e lucratividade global necessária;
- 2) Estudo de viabilidade: traçar possíveis soluções para problemas encontrados no planejamento, sejam eles técnicos, econômicos ou financeiros. Baseia-se na análise de viabilidade de projetos de fabricação e fornecimento de produtos;
- 3) Projeto básico: escolher a melhor solução para o projeto, e a seguir formalizar o desenvolvimento através do escopo de acordo com o plano de trabalho e as características técnicas do produto;
- 4) Projeto executivo: caracterizado pela estrutura do produto, busca mostrar a composição, características, dimensões, materiais e acabamentos do produto. Nesta fase, são construídos protótipos para realizar testes de avaliação e

certificação formal do projeto;

- 5) Implementação de fábrica: definir todas as atividades de fabricação do produto, incluindo planejamento de processos, moldes, ferramental, equipamentos, instalação necessária e sistema de qualidade. Efetuar a produção de lotes-piloto para que todo o processo seja certificado e a produção em série dos produtos seja autorizada;
- 6) Comercialização: começar com a introdução de produtos aos consumidores. Inclui vendas, distribuição, monitoramento do desempenho do produto e planejamento do ciclo de vida.

Para Back et al. (2008, p. 159), a importância do planejamento de produtos reside na necessidade de as organizações atuarem em mercados cada vez mais competitivos. A competitividade tem sido promovida, em grande parte, pela inovação em produtos, que precisa ser contínua e rápida. Além disso, o desenvolvimento de produto pode ser entendido como um processo que transforma e gera informações e geralmente é desenvolvido por uma equipe multidisciplinar, envolvendo profissionais com formações complementares nas mais diversas áreas de conhecimento pertinentes ao projeto.

Ainda segundo os autores, o modelo de referência ajuda a sistematizar e deixar mais formal o processo de desenvolvimento de produtos, além de integrá-lo aos demais processos empresariais, aos participantes da cadeia de fornecimento e aos clientes finais. Serve também como parâmetro para as empresas desenvolverem melhorias em seus processos e, dessa forma, estabelecerem um modelo específico.

2.1.4 Ferramenta *Stage Gates* - Marcos de aprovação do PDP

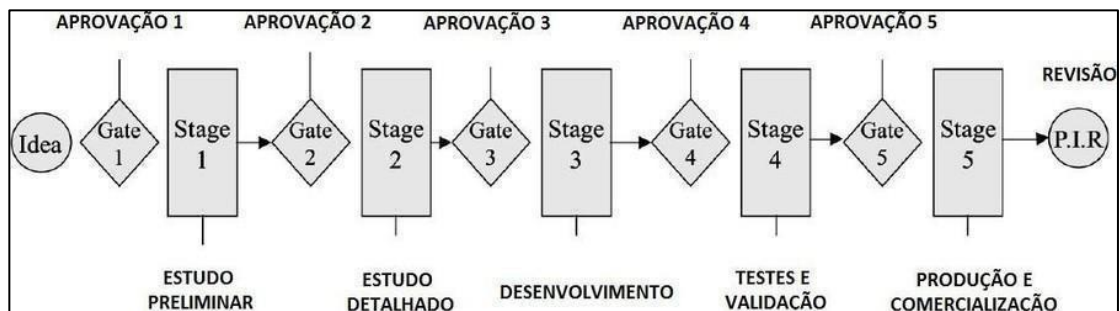
A ferramenta *Stage Gates* é um método de análise do planejamento e da execução do Processo de Desenvolvimento de Produto do início ao fim do projeto. No final de cada fase e no início das fases subsequentes, todas as atividades e seus resultados são verificados para avaliar se algum critério não foi atendido. Neste ponto, verifica-se o impacto de cada atividade no sucesso do projeto, e são definidas as possíveis correções e aprovação das fases (SILVA, COSTA, 2008).

O objetivo da ferramenta *Stage Gates* propiciar uma compreensão mais abrangente do processo de PDP, encurtar o ciclo de desenvolvimento do produto e melhorar a precisão da detecção de falhas do projeto.

O processo de PDP é dividido em várias etapas, sendo que o final de uma visa fornecer as informações necessárias para a decisão do gestor por meio da conversão da etapa ou *gate*, e gerar dados para atividades posteriores. Ao final de cada etapa, a continuidade do projeto deve ser avaliada quanto ao gerenciamento do tipo “*go-no-go*“ ou ”passa-não-passa“. A avaliação visa reduzir a incerteza técnica (COOPER, 2001).

Ainda segundo Cooper (2001), o modelo de PDP ideal deve ter cinco *gates* de homologação, conforme mostrado na Figura 6. Desta forma, será garantido que todas as fases do projeto serão formalmente implementadas e analisadas, todos os prazos serão definidos e observados, e haverá disciplina e padronização na análise da atividade.

Figura 6 – Ferramenta *Stage Gates*



Fonte: Cooper (2001, p.130).

Segundo Sales e Junior (2011), observamos 5 estágios que fracionam o processo de desenvolvimento de produtos em *Stages* (fases). Cada fase gera um *gate* que atua como conclusão de uma etapa, autorizando ou não indicando autorização para a próxima etapa. O *Stage Gate* se preocupa com o macro-processo decisório, já o Gerenciamento de Projeto se encarrega do micro-processo, sendo que dentro do processo de desenvolvimento de novos produtos, ambos são utilizados conjuntamente. Uma etapa é composta por atividades multifuncionais. Os estágios podem ser descritos como:

- Estágio 1 – Investigação preliminar - Este estágio é considerado como uma investigação preliminar do escopo do projeto, incluindo um trabalho não-exaustivo;
- Estágio 2 – Investigação detalhada - Este estágio compreende uma investigação detalhada, tanto técnica quanto comercial do escopo do projeto para construir o

business case do projeto (inclui a definição do produto e do projeto, a justificativa do projeto e o plano do projeto);

- Estágio 3 – Desenvolvimento - Neste estágio, tem-se o desenvolvimento do produto, incluindo seus processos de produção e operação;
- Estágio 4 – Validação e Testes - Neste estágio são feitos os testes técnicos e comerciais, buscando a aprovação tanto técnica quanto do conceito comercial do novo produto;
- Estágio 5 – Lançamento comercial - Este é o estágio que marca o início da operação comercial, incluindo as atividades de propaganda, distribuição em massa e comercialização.

De acordo com Sales (2011), através de um estudo de *Benchmarkings* em gerenciamento de projetos realizado no Brasil, 78% das organizações tiveram problemas para concluir seus projetos dentro do prazo. Portanto, é importante que a empresa tenha um modelo consistente para validar cada etapa do Processo de Desenvolvimento do Produto.

2.2 GESTÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO

A Atualmente, a gestão de projetos é o setor mais preocupante para empresas de todos os portes, governos e entidades de qualquer natureza (MADUREIRA, 2010). Esses projetos exigem muito investimento em recursos humanos e materiais, por isso devem produzir efetivamente os resultados esperados. A gestão de projetos deve garantir que a qualidade, os prazos e os custos sejam cumpridos.

Para Gido e Clements (2007), o gerenciamento de projetos significa planejar o trabalho e depois executar o plano. Uma ótima ferramenta para esse tipo de gerenciamento é dividir fases e atividades por meio de uma Estrutura Analítica do Projeto (EAP), que é uma árvore hierárquica do trabalho que deve ser executada pela equipe durante o projeto. Além disso, embora possa demorar mais para obter um consenso do grupo, a criação de um comitê de desenvolvimento de produtos é importante porque as definições de prioridades e decisões de projeto serão mais refinadas e de maior qualidade.

De acordo com Back et al., (2008) a implementação de planos de Projeto de Desenvolvimento de Produto requer uma forma de organização de equipe. Esta organização descreve as relações de autoridade na cadeia de comando organizacional. Três estruturas

organizacionais são definidas:

- 1) Funcional: apresenta estrutura hierárquica claramente definida e funções (departamentos) organizadas por profissão, como *marketing*, engenharia, produção etc. Nessa estrutura, não há dono do projeto, e os diversos departamentos da empresa são divididos em tarefas;
- 2) Por projeto: o modelo aloca todos os recursos humanos e infraestrutura disponíveis para o projeto. A alta administração da empresa nomeia uma pessoa dedicada para ser responsável pela liderança do projeto e pelo gerenciamento de recursos;
- 3) Matricial: apresenta configuração alternativa, que tem a competência do gerente de projetos, encarregue por coordenar os gerentes funcionais responsáveis por diferentes projetos.
- 4) Além disso, de acordo com *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK, 2013) para aumentar a probabilidade de sucesso de projetos, nove áreas de conhecimento em gerenciamento de projetos devem ser consideradas:
- 5) Gerenciamento de integração: termo de abertura, declaração de escopo, plano de gerenciamento do projeto, etc.;
- 6) Gerenciamento do escopo: definição e controle do escopo, criação da Estrutura Analítica do Projeto, etc.;
- 7) Gerenciamento de tempo: definição das atividades, estimativa de tempo das atividades, controle do cronograma, etc.;
- 8) Gerenciamento de custos: estimativa de custos, orçamento, controle de custos, etc.;
- 9) Gerenciamento da qualidade: planejamento e garantia da qualidade;
- 10) Gerenciamento de recursos humanos: contratar mão de obra, desenvolver e treinar equipe, etc.;
- 11) Gerenciamento da comunicação: planejamento da comunicação, distribuição de informações, relatórios de desempenho, etc.;

12) Gerenciamento de riscos: identificação dos riscos, análise qualitativa e quantitativa dos riscos e monitoramento;

13) Gerenciamento de aquisições: compras, aquisições, seleção de fornecedores, administração de contratos com terceirizadas, etc.;

De acordo com El Haddad et al. (2012), a fim de maximizar a eficiência da gestão, deve-se utilizar o Desenvolvimento Dinâmico de Produtos (DPD), que inclui o monitoramento contínuo do processo pelo gerente de projetos. O gerente de projetos muitas vezes deve entrar em contato com a equipe de trabalho, consumidores e pessoal para participar do projeto. O objetivo deste DPD é simplificar a tomada de decisões e gerar soluções rápidas para os problemas encontrados, sem ter que esperar por transições de fase ou reuniões regulares para discutir questões.

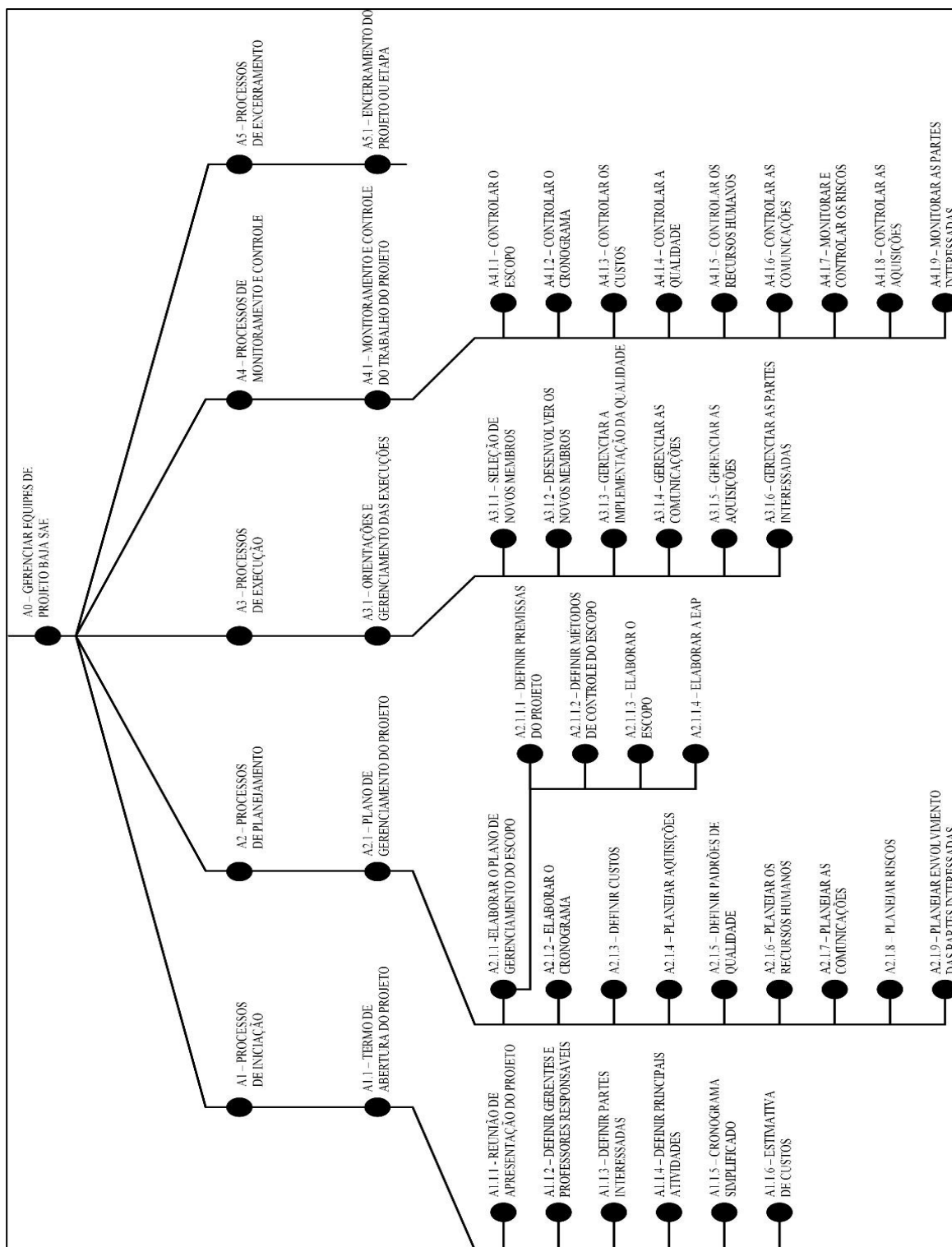
Neste Trabalho de Conclusão de Curso, os tópicos relacionados à gestão do PDP não foram resolvidos, mas esta investigação teórica pode ser usada como ponto de partida para observações e análises futuras.

De acordo com a Vagas 2018, para encontrar uma forma de facilitar a troca de informações entre os responsáveis pela gestão de projetos da equipe Baja SAE e os procedimentos de gestão a serem executados, optou-se pela modelagem de processos. A partir das dificuldades e problemas encontrados, com o preenchimento do questionário, para o desenvolvimento do projeto da equipe, o modelo foi criado com o propósito de ser de fácil compreensão, e as sugestões de práticas de gestão foram apresentadas de forma clara e objetiva. Portanto, o primeiro contato entre a equipe do projeto e a modelo torna-se mais simples e, por ser para a equipe Baja SAE, é fácil de usar.

Ainda de acordo com a Vagas 2018, o método IDEF0 utiliza o refinamento da árvore de nós como proposta inicial, que mostra todos os níveis do modelo, partindo do nó superior A0, e seguindo para o próximo modelo conforme as etapas a seguir. Cada nó representa uma atividade a ser executada, redefine-a conforme necessário e adiciona nós subsequentes.

A árvore de nós determinada para o modelo é mostrada na Figura 7, onde o objetivo principal do trabalho é definido como nível A0, ou seja, “gerenciar a equipe do projeto Baja SAE”. Como esta atividade é muito extensa, são necessários mais detalhes, que passam nos níveis A1- "Iniciar processo", A2- "Processo de planejamento", A3- "Processo de desempenho", A4- "Monitorar processo e controle" e A5- “Fechar processo”. O processo de cinco níveis é usado para dividir as atividades de gerenciamento de projetos de acordo com as etapas que devem ser executadas.

Figura 7 – Árvore de nós do modelo para o gerenciamento de equipes BAJA



Fonte: Vargas (2018, p. 40).

No modelo apresentado na Figura 7, é definido que cada nível é composto por um documento padrão que mostra as operações realizadas no processo. O autor Vargas 2018, descreve os resultados obtidos pela atividade, sendo estes considerados nós de seguimento.

3 METODOLOGIA

Esta seção tem por objetivo apresentar o delineamento, assim como, as etapas que compuseram o procedimento para a realização da pesquisa proposta.

3.1 ESTRUTURA DA PESQUISA

A pesquisa partiu da problemática identificada, tendo como suporte para delineamento e aprofundamento do fenômeno a Revisão da Literatura, em consonância com Gil (2008), o qual apontou que a pesquisa bibliográfica vem da consulta a informações elaboradas, que podem ser encontradas em artigos, livros, periódicos e em outras publicações. Yin (2001) sugere que este método use múltiplas fontes de evidência para melhorar a robustez do modelo e se beneficiar do desenvolvimento de proposições teóricas durante a coleta e a análise de dados. Dessa forma, o estudo utilizou dois métodos de coleta de dados, um é a investigação de pesquisas empíricas relacionadas ao fenômeno pesquisado, e o outro é a aplicação de entrevistas.

A composição da pesquisa bibliográfica foi realizada em etapas, partindo da fonte da pesquisa. A maioria dos materiais de referência utilizados nesta pesquisa podem ser encontrados na internet, periódicos, artigos e outras fontes científicas (GIL, 2008). Com isso, procurou-se realizar um levantamento, na bibliografia, das principais competências demandadas pelo mercado de trabalho. Para tal, foi realizada uma pesquisa na base de dados Google Scholar utilizando as palavras-chaves “PDP”, “Baja SAE” e “Gerenciamentos de projetos Baja SAE”.

A partir do método empírico obteve-se dados primários oriundos de pesquisa qualitativa, a qual foi realizada por meio da aplicação de questionários de pesquisa e posteriores entrevistas qualitativas.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Após determinar a estrutura, foi possível classificar a pesquisa e, em seguida, relacionar com os seguintes aspectos: métodos, natureza, objetivos e procedimentos (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Segundo Gray (2012), como parte do método de pesquisa qualitativa, o papel do pesquisador é fornecer uma visão aprofundada e abrangente do histórico da pesquisa, que geralmente inclui a interação de grupos e organizações. Entretanto, a abordagem da pesquisa foi classificada como qualitativa, pois analisou como as equipes Baja UFSM gerenciam seus

projetos por meio de um questionário, que observou o processo de gestão utilizado e as maiores dificuldades encontradas. Este método envolveu o uso de observações, entrevistas e questionários.

Por sua vez, a natureza da pesquisa foi definida como aplicação, pois é dedicada a resolver problemas específicos que envolvem os interesses dos estudantes de engenharia.

Quanto ao objetivo, a pesquisa foi definida como de caráter exploratório, pois buscou familiarizar-se com a questão para torná-la mais clara e estabelecer uma hipótese a ser respondida ao final da pesquisa.

Por fim, o procedimento utilizado foi a pesquisa bibliográfica, a fim de investigar as competências exigidas no mercado de trabalho com base em trabalhos acadêmicos e entrevistas qualitativas.

3.3 PESQUISA *SURVEY*

Para a análise quantitativa, foi realizada uma pesquisa *survey*, dado que os resultados de amostras representativas foram resumidos por meio de um processo indutivo (GÜNTHER, 2006). Dessa forma, foi elaborado um questionário baseado no modelo de Vargas (2018), apresentado no Apêndice A.

O questionário foi estruturado a partir da Revisão da Literatura. Dessa forma, foram designadas dezesseis questões organizadas da seguinte maneira: (1 a 8) focadas na obtenção de um maior conhecimento sobre as equipes Baja UFSM e seus participantes, buscando entender a realidade da equipe quanto ao conhecimento em gerenciamento de projetos; (9 a 15) relacionadas à utilização de metodologias e ferramentas de gestão e às dificuldades encontradas no Processo de Desenvolvimento de Produto; e (16) espaço destinado a comentários gerais sobre o gerenciamento do projeto Baja.

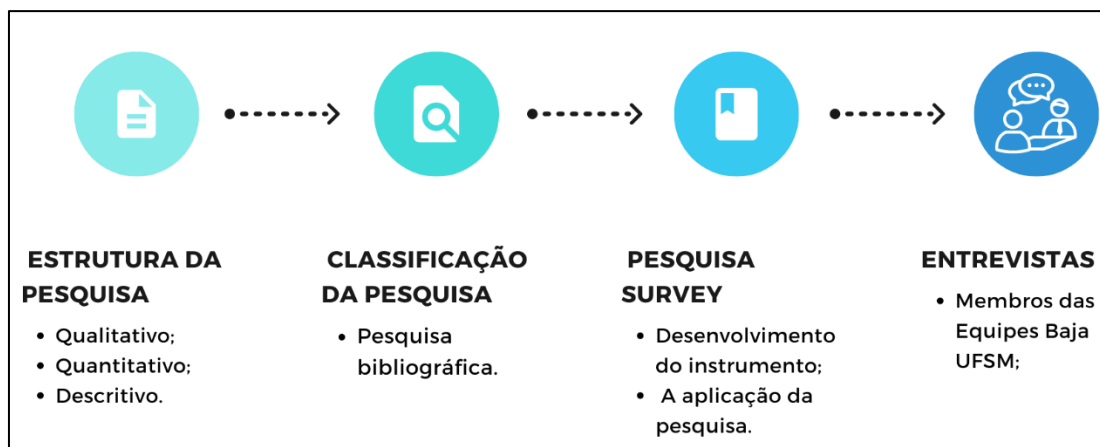
3.4 ENTREVISTAS

As entrevistas qualitativas foram implementadas uma vez que estas se moldaram ao problema e permitiram análises mais profundas (GÜNTHER, 2006). Nesse sentido, um acadêmico de cada equipe foi entrevistado com base em um roteiro semiestruturado, o representante da equipe Bombaja, João Paulo Ribeiro, e o atual capitão da equipe Bajacuí, Eduardo Knebel, que buscam aprofundar tópicos pouco esclarecidos durante o *survey*. O roteiro foi apresentado previamente e as respostas foram extraídas em uma conversa por videoconferência, conforme apresentado no Quadro 5. As entrevistas ocorreram após a

aplicação da pesquisa *survey* e utilizaram como critério de seleção, também, a não participação dos entrevistados no questionário *online*.

Na Figura 8, estão ilustradas as etapas para o desenvolvimento da proposta do PDP nas equipes Baja UFSM.

Figura 8 – Etapas para o desenvolvimento da proposta do PDP nas equipes Baja UFSM



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para desenvolver um modelo de PDP que atenda às necessidades das equipes Baja SAE, foi necessário entender as rotinas de trabalho associadas às equipes, ferramentas de gestão utilizadas, dificuldades encontradas, prazos e uma série de outros fatores. Essas informações foram obtidas por meio de um questionário semiestruturado demonstrado no Apêndice C.

A fim de complementar a pesquisa, foram enviados questionários a duas equipes participantes do evento Regional Baja Sul, Bajacuí e Bombaja, ambas da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Por meio da análise dos questionários, foi possível verificar os processos e ferramentas mais adequados para as equipes. Portanto, com base na revisão de literatura realizada, optou-se por utilizar como base a metodologia dos autores Rozenfeld et al. (2006).

3.6 PROGRAMA BAJA SAE

Fundada em 1905, a SAE *International* é uma associação responsável pela principal fonte de regulamentações e normas associadas às indústrias automotiva e aeroespacial globais. Surgiu quando os fabricantes de automóveis em todo o mundo viram a necessidade de trocar conhecimentos entre si para resolver problemas comuns em design técnico, o desenvolvimento de padrões de engenharia e outras questões relacionadas ao desenvolvimento automotivo. Atualmente, a SAE emprega 138 mil especialistas técnicos associados ao mercado automotivo, atuando em mais de 65 países, promovendo conhecimentos e soluções na área de mobilidade em benefício da humanidade (SAE INTERNATIONAL, 2018).

À medida que os trabalhos da SAE *International* avançavam, foi reconhecida a necessidade de aprimorar o conhecimento sobre a mobilidade diante da globalização e, em 1991, a associação anunciou sua primeira filial no Brasil. Uma sociedade que começou com mais de 1500 membros e seu próprio evento anual, o Congresso Internacional SAE Brasil (SAE INTERNATIONAL, 2018).

A SAE Brasil possui atualmente mais de 6.000 parceiros e mais de 1.000 voluntários distribuídos em sete estados do Brasil. É considerada a mais importante sociedade de engenharia móvel do Brasil, que promove o conhecimento por meio de seminários, simpósios, cursos, palestras, congressos e eventos técnicos (SAE BRASIL, 2018).

Além das atividades supracitadas, a SAE Brasil também promove programas estudantis, que são várias modalidades de concursos que permitem aos alunos participarem de projetos reais de desenvolvimento de produtos e estimulam a criação de soluções inovadoras e o trabalho em equipe. Atualmente, o programa mobilizou cerca de 2.800 alunos de engenharia e ensino médio, divididos em cinco competições realizadas, conforme segue: *AeroDesign* SAE Brasil, *Baja* SAE Brasil, *Demoiselle* SAE Brasil, *Fórmula* SAE Brasil e *Fórmula Drone* SAE Brasil (SAE BRASIL, 2018).

O programa *Baja* SAE Brasil é voltado para alunos de graduação, os quais formam equipes e representam sua universidade. Criada principalmente por estudantes de engenharia, sua tarefa é desenvolver um verdadeiro projeto de veículo *off-road* que permita a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, proporcionando ao aluno engajado maior formação no mercado de trabalho (SAE BRASIL, 2018).

Fundada na Universidade da Carolina do Sul, Estados Unidos, a primeira competição *baja* SAE foi realizada em 1977. No Brasil, o projeto foi criado em 1994 e a primeira competição nacional foi realizada em São Paulo em 1995. Atualmente, a competição é realizada

em Piracicaba, São Paulo (SAE BRASIL, 2018). Em 1997, a SAE Brasil passou a organizar competições regionais, hoje denominadas etapas Sul, Sudeste e Nordeste. Não há complementaridade entre a fase regional e a fase nacional. A equipe vencedora da etapa nacional é convidada a participar da etapa internacional realizada nos Estados Unidos (FERREIRA, 2011).

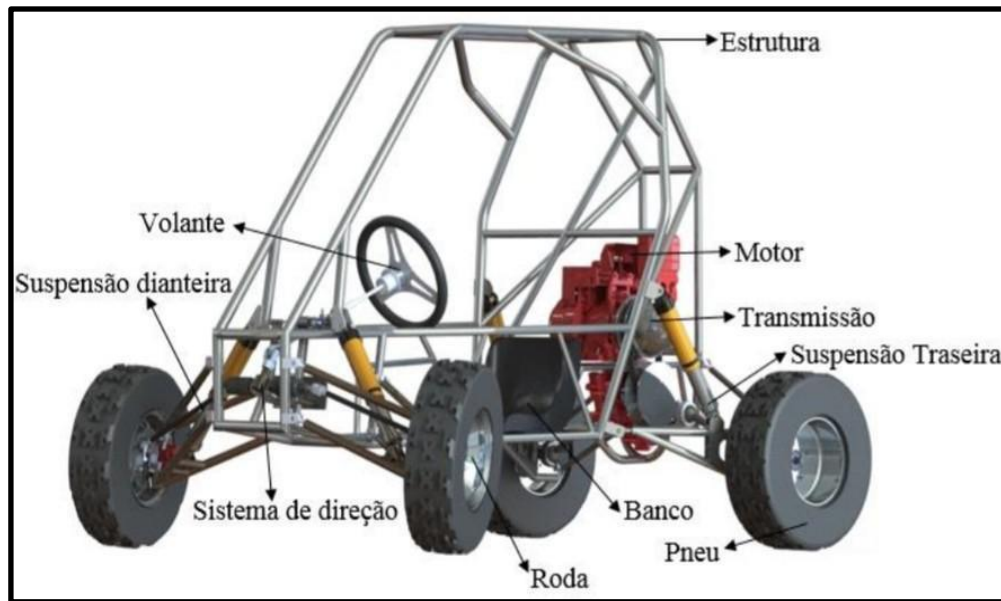
As equipes devem seguir as regras da SAE Brasil para participação na competição. O objetivo principal é projetar e fabricar um veículo *off-road* monolugar para o motorista. Deve ser projetado para produção em massa (4.000 unidades por ano), seguro, confiável, robusto, de fácil manutenção, ergonômico e econômico, a fim de atingir excelente desempenho e se tornar líder de mercado (CARVALHO, 2016; SAE BRASIL, 2018).

Para o desenvolvimento do projeto, os membros da equipe devem buscar informações na literatura para determinar o tamanho dos componentes e a seleção dos materiais (LINARES, 2013). Tudo o que for feito na fase de projeto deve ser apresentado no relatório, explicando todas as etapas e motivos de utilização. O regulamento da competição estipula que as informações devem ser registradas de forma clara, limpa e organizada, mostrando as considerações de engenharia e os processos utilizados no desenvolvimento de cada sistema (SAE BRASIL, 2018).

Ao avaliar o projeto, a pontuação mais alta é dada à equipe com um objetivo claro, portanto, cálculos, análises e considerações de custos devem ser usados para comprovar a racionalidade do projeto. Os motores dos protótipos, por exemplo, são sempre os mesmos para todas as equipes, sendo um motor de cortador de grama. É na parte mecânica que os participantes têm liberdade para inovar, como na resistência, potência e no desenvolvimento de tecnologias para frenagem (SAE BRASIL, 2018).

A Figura 9 mostra um protótipo baja SAE que permite a visualização dos principais componentes e sistemas que compõem o veículo.

Figura 9 – Protótipo Baja SAE



Fonte: Vargas (2018, p.16).

Durante a fabricação e montagem dos componentes, as peças podem ser fabricadas e/ou adquiridas, dependendo do que for definido no projeto, da estrutura de cada equipe e da disponibilidade no mercado. Na maioria dos casos, as peças são fabricadas pelos alunos em seus respectivos laboratórios universitários, ou em cooperação com empresas, para melhorar o profissionalismo do projeto e a interação dos alunos com eles. Após a pré-fabricação e montagem, são realizados testes, correções se necessário e, em seguida, o protótipo é finalizado para a competição (LINARES, 2013).

A competição é uma avaliação comparativa entre os protótipos das equipes participantes. O teste é dividido em estático e dinâmico. No teste estático, os juízes avaliam o projeto do veículo, ou seja, cálculo estrutural, dimensionamento, análise de custos, *marketing*, plano de vendas, etc. O teste dinâmico avalia o desempenho do veículo, que se divide em aceleração, velocidade máxima, tração, lama, suspensão, manobrabilidade e resistência. No entanto, apenas os veículos que passaram na inspeção de segurança realizada pelo avaliador podem participar do teste dinâmico.

O teste de aceleração e velocidade máxima é combinado para medir o tempo que o veículo sai do estado estacionário nos primeiros 30 metros e, no final da pista, medir a velocidade máxima após 100 metros. Para garantir a tração, o veículo deve ter um ponto de reboque traseiro para fixar a carga. O teste visa avaliar a capacidade de reboque do veículo, de forma que quem percorre por mais tempo obtém a maior pontuação no teste (SAE BRASIL, 2018).

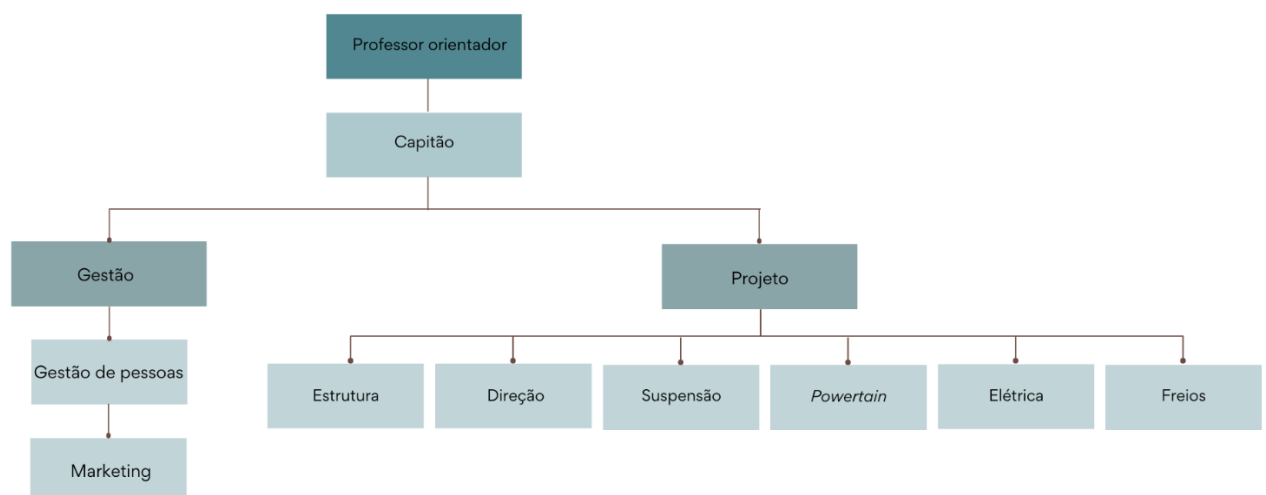
Para obter bons resultados no processo de construção do protótipo, é necessário o trabalho em equipe, pois apesar da competição dos alunos de graduação, trabalhos de engenharia semelhantes ao veículo que estará no mercado devem ser realizados (FERREIRA, 2011). O compromisso de cada equipe em encontrar a melhor solução e inovação para seu projeto será a diferença entre cada protótipo.

O gerenciamento de projetos é um aspecto relevante, já que os membros da equipe Baja SAE podem ser divididos em diferentes setores para o desenvolvimento do sistema do veículo e funções de gerenciamento. Segundo Klein (2017), as técnicas de gerenciamento de projetos permitem desenvolver o trabalho de forma estruturada e organizada, propiciam a comunicação entre os membros e setores, reduzindo a possibilidade de erros e contribuindo para a tomada de decisões.

3.7 EQUIPE BAJACUÍ

A Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS) formou uma equipe para participar do projeto Baja SAE, que recebeu o nome de Bajacuí. A equipe foi fundada em 2017 e atualmente é composta por dezenove (19) alunos que desenvolvem funções de acordo com setores: capitão, *marketing*, financeiro e projeto de acordo com cada subsistema do protótipo, como demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Estrutura Organizacional da equipe Bajacuí



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

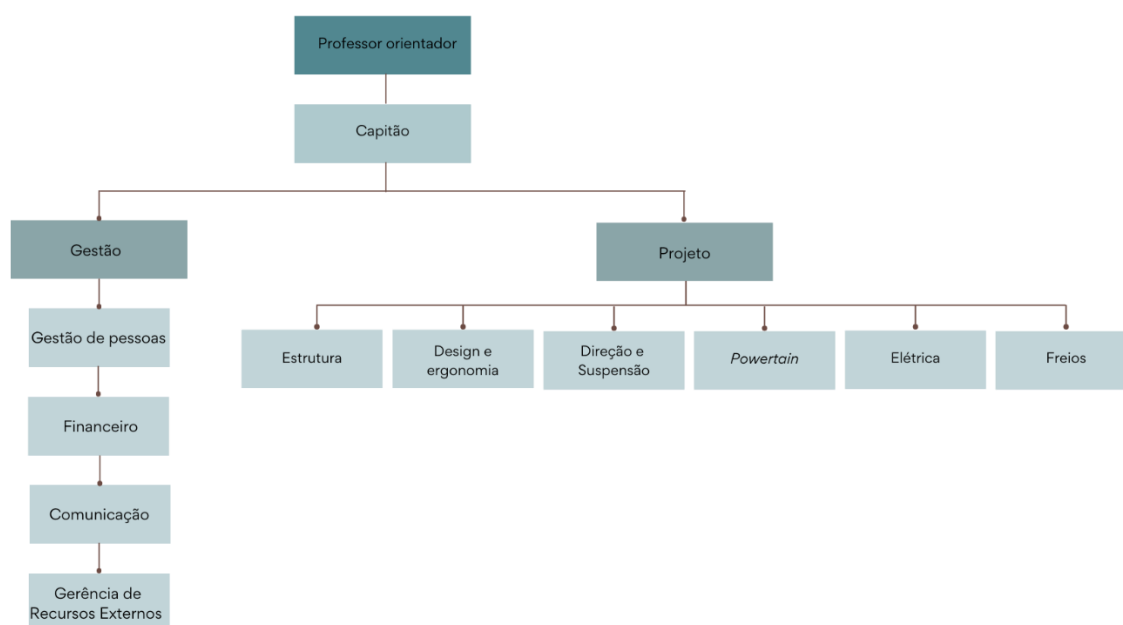
A equipe Bajacuí é dividida em subsistemas destinados a organizar de forma mais eficiente as funções do projeto, afim de atender às normas da competição SAE Brasil. Cada subsistema possui diferentes áreas de trabalho na produção de protótipos e até mesmo na gestão de projetos. A atividade de cada departamento é coordenada com os objetivos gerais da equipe e o trabalho dos demais subsistemas são discutidos e definidos nas reuniões semanais e implementados na forma de planos e cronogramas.

3.8 EQUIPE BOMBAJA

A equipe Bombaja foi fundada em 4 de abril de 2003 com o objetivo de participar da competição Baja SAE. Embora seu foco seja a Engenharia Mecânica, outros cursos a completam. São eles: Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Ciência da Computação, Engenharia da Computação, Gestão e Relações Públicas, todos representados por alunos da UFSM.

Atualmente, o grupo é composto por 15 alunos, que estão divididos em subsistemas destinados a organizar de forma mais eficiente as funções no ambiente de trabalho e a cumprir as normas do concurso SAE. Os subsistemas da equipe Bombaja UFSM são divididos em: Gestão, Finanças, Comunicações, Gestão de Recursos Externos, Elétrica, Estrutural, Projeto e Ergonomia, Frenagem, *Powertrain*, Suspensão e Direção, como pode ser analisado na Figura 11.

Figura 11 – Estrutura Organizacional da Equipe Bombaja



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Diante do exposto, conforme informado por UFSM Bombaja (2022), cada subsistema da equipe possuem as seguintes funções:

- Gestão: a gestão da equipe Bombaja é dividida em quatro subsistemas: gestão de pessoas, finanças, *marketing* e administração. O principal objetivo da gestão é unificar todos os subsistemas da equipe e garantir um funcionamento harmonioso e eficiente, ouvir as sugestões dos membros e organizar o projeto da forma mais eficiente. As principais áreas de foco são gestão do conhecimento, projetos e pessoas.
- Financeiro: é responsável pela gestão dos recursos da equipe, realizando atividades como compras prioritárias e fluxo de caixa. Por meio dos cálculos realizados neste subsistema, é possível prever despesas futuras, o que nos torna uma equipe melhor para os desafios encontrados neste campo.
- Comunicação: dedica-se ao relacionamento com patrocinadores e clientes, incluindo pesquisa e planejamento estratégico, direção de arte, fotografia, gravação e edição de vídeo, cobertura de eventos e concursos da BAJA SAE, monitoramento de mídia digital e relacionamento permanente com a empresa e entidades internas e externas da UFSM. Outra atuação de destaque do departamento é a divulgação de informações para a comunidade acadêmica, mantendo alunos, professores e autoridades atualizados sobre o trabalho e o andamento da equipe Bombaja.
- Gerência de Recursos Externos: este setor é responsável por buscar, adquirir e gerenciar recursos de patrocinadores e garantir que eles sejam devolvidos na forma de reconhecimento da marca. Atualmente é composto por um gestor que é responsável por verificar a relação entre os representantes da Bombaja e os parceiros da equipa, garantindo a organização destes dados de contato.
- Elétrica: em subsistemas elétricos, desde instrumentação automotiva, aquisição, armazenamento e análise de dados, e instalação elétrica embarcada, eletrônica embarcada visando segurança e eficiência, automatização da operação de componentes elétricos e mecânicos, instrumentação automotiva, dimensionamento de conexões elétricas e fornecimento de energia na Gestão de Protótipos, implementação de sinalização digital (painéis e afins) e redes de

comunicação no interior do veículo. Todas essas atividades são utilizadas para refinar o trabalho alinhado com o restante do projeto, trazendo o mais alto nível de excelência para a equipe e dividindo as responsabilidades entre os gerentes do subsistema e seus respectivos membros.

- Estrutura: é responsável pelo projeto, análise, fabricação e verificação de todo o componente do protótipo e sistemas estruturais com base nas premissas especificadas pelo projeto. O departamento também adotou a seleção do gerente do subsistema, que organiza e dirige o planejamento do projeto e as atividades de aplicação dos membros do subsistema.
- *Design* e ergonomia: O subsistema atualmente é composto por um gerente e um membro que se reúnem semanalmente para tratar de assuntos internos do projeto, como definição de cronogramas e atividades. Uma de suas principais funções é garantir que a interação entre o motorista e o carro seja confortável e não prejudique a saúde do motorista, no que diz respeito ao ângulo de direção, visibilidade, conforto, etc. Outra função deste subsistema é definir objetivos de projeto e comunicar esses valores ao público, que é então transferido para a parte de fabricação da carenagem e painéis pintados.
- Freio: um subsistema protótipo projetado para desacelerar ou parar um veículo na menor distância possível de maneira estável e segura. Os freios devem ser totalmente confiáveis e seguros, permitindo ao motorista manter o controle do veículo em quaisquer condições adversas. As equipes responsáveis pelos subsistemas são divididas em gerentes e membros, buscando maior organização e otimização das tarefas do projeto, garantindo assim uma frenagem funcional e confiável.
- *Powertain*: é responsável por garantir que a energia produzida pelo motor seja transferida da forma mais eficiente para as rodas motrizes do veículo e através dos elementos que o compõem. Motor (*Briggs e Stratton* 10 HP e 305 CC) padronizado pela competição Baja SAE Brasil. O projeto deste subsistema deve levar em consideração algumas considerações importantes como: eficiência, dirigibilidade, seleção de materiais e embalagem do sistema.

- Suspensão e Direção: é responsável por amortecer vibrações e choques causados por irregularidades na pista. O sistema de direção permite que o piloto dirija com segurança e eficiência. A combinação desses sistemas define o comportamento do veículo em retas e curvas, por mais simples ou complexo que seja dirigi-lo. A maioria dos componentes é calculada, projetada e desenvolvida pelos membros desses sistemas.

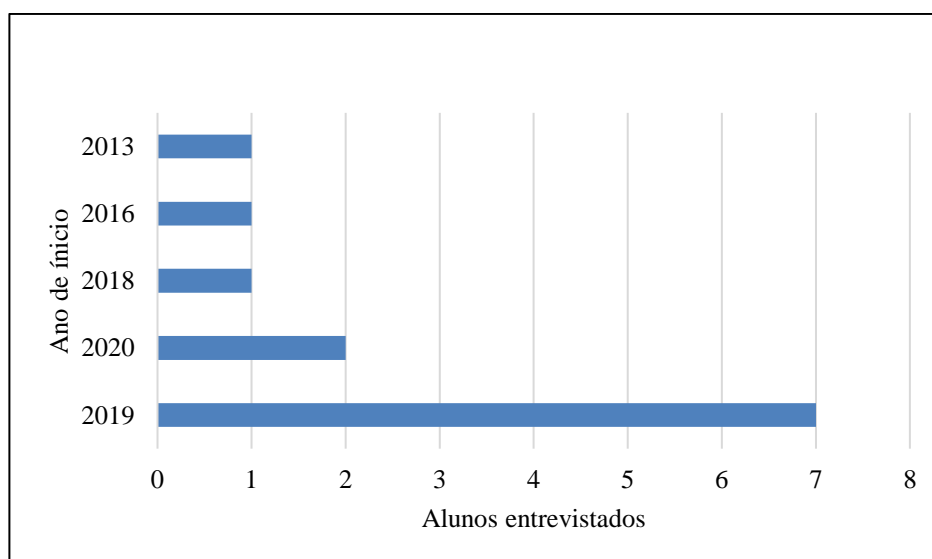
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta seção apresenta os resultados deste trabalho, divididos em duas subseções: a primeira envolve a análise dos resultados do questionário para as equipes envolvidas no projeto SAE, e a segunda tem por foco a introdução do modelo desenvolvido para a gestão do projeto Baja SAE.

4.1 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

Com base nas respostas obtidas no questionário, os dados são analisados para entender a real situação das equipes em termos de gestão de projetos. Nas figuras 12 a 21 apresentadas a seguir, são dadas as respostas às questões relacionadas à equipe e seus participantes. As respostas para todas as perguntas estão listadas no Apêndice A. Com base nos resultados obtidos, foram realizadas algumas análises.

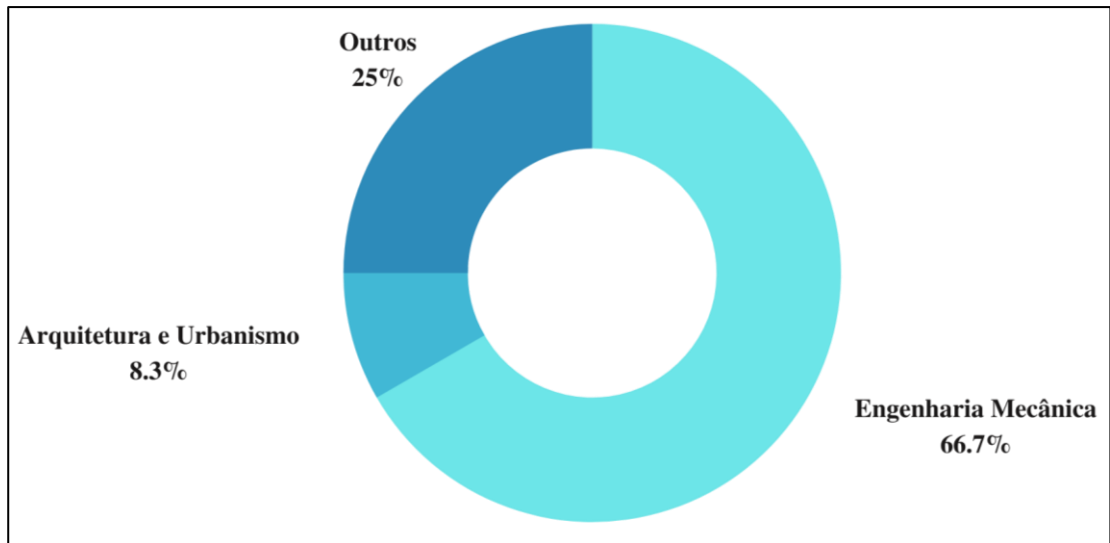
Figura 12 – Período de participação dos estudantes nas equipes



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Conforme apresentado na Figura 12, do número total de alunos que responderam ao questionário, sete (7) iniciaram atuação na equipe Baja no ano de 2019, dois (2) em 2020 e um (1) em cada um dos seguintes anos: 2013, 2016 e 2018.

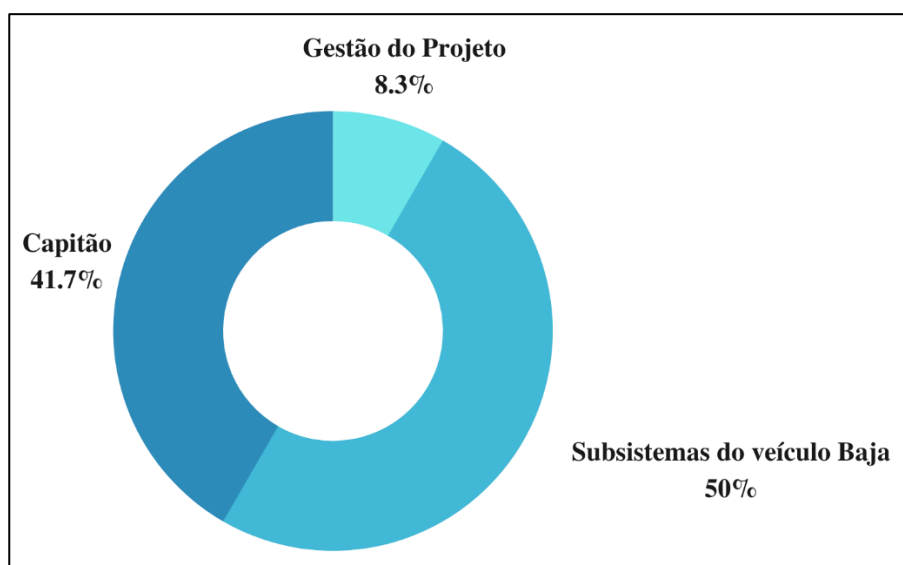
Figura 13 – Curso de atuação



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

De acordo com a Figura 13, 66,7% dos entrevistados são acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica. Para o curso de Arquitetura e Urbanismo está representado por 8,3%. Alunos de outros cursos somam 25%, sendo eles da Engenharia de Produção, Engenharia Eletrônica e Engenharia Mecatrônica.

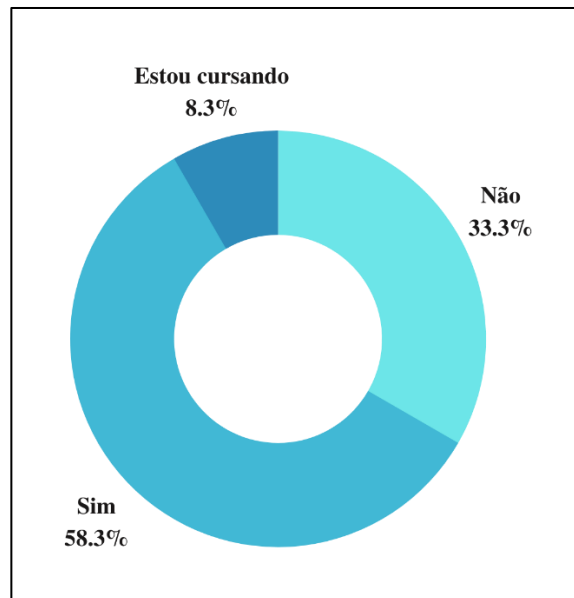
Figura 14 – Função na equipe



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Em conformidade com a Figura 14, no que diz respeito a função dos integrantes das equipes, 50% fazem parte do subsistema do veículo, 41,7% estão na função de Capitão das equipes e uma parcela de 8,3% atuam na área de Gestão do Projeto.

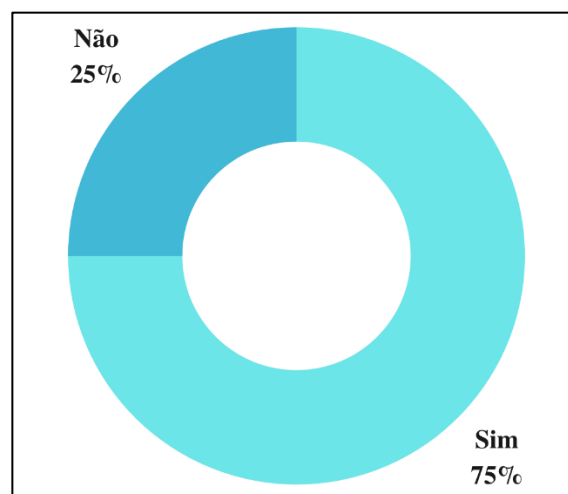
Figura 15 – Disciplinas cursadas voltadas para o PDP



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Como retratado na Figura 15, destes, 58,3% já cursaram alguma disciplina relacionada a PDP, 8,3% estão cursando e 33,3% não cursaram.

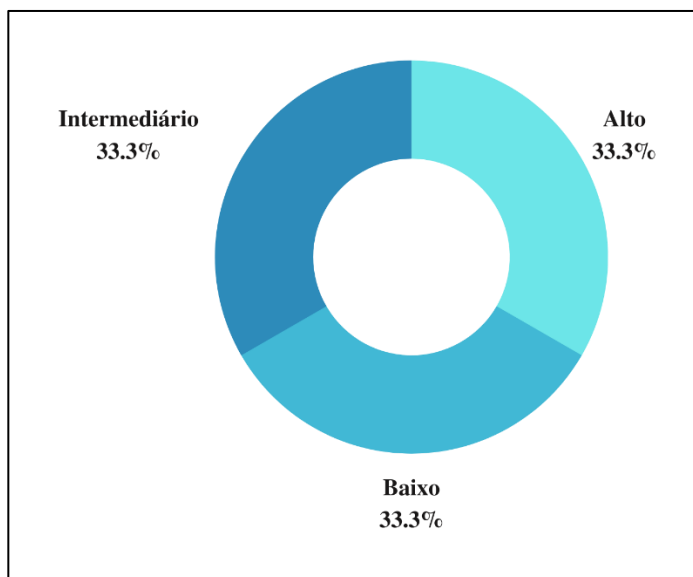
Figura 16 – Atuação em gerenciamento de projetos



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Ainda em relação ao conhecimento de gestão dos entrevistados, de acordo com a Figura 16, 75% já atuaram em gerenciamento de projeto fora do projeto Baja SAE e outros 25% ainda não atuaram na área. As equipes variam em número de participantes, mas, em média, possuem 15 membros, um número considerável para gerenciar, somando-se ao desafio de ser um participante responsável. Ambas as equipes possuem um setor de gerenciamento de projetos com um responsável específico por esse departamento. A Figura 17 apresenta as respostas sobre o gerenciamento da equipe.

Figura 17 – Nível de conhecimento dos estudantes sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto

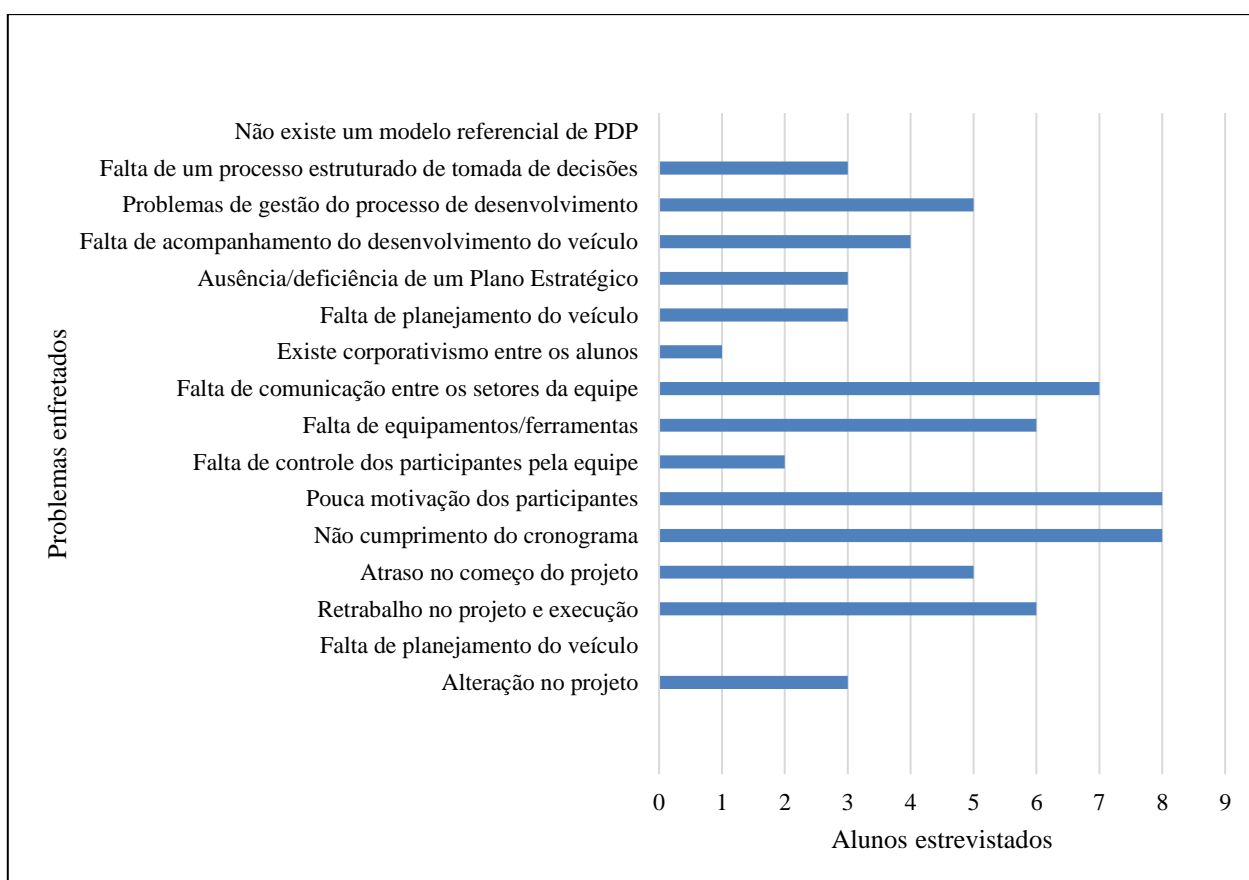


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Quando solicitados a avaliar o nível de conhecimento do Processo de Desenvolvimento de Produto, 33,3% responderam que possuíam alto nível de conhecimento, outros 33,3% responderam que eram intermediários e 33,3% responderam que possuíam baixo nível de conhecimento.

Uma lista, apresentada na Figura 18, com dezesseis problemas que as equipes podem enfrentar durante o desenvolvimento do projeto foi elencada e os participantes selecionaram com que frequência eles ocorreram.

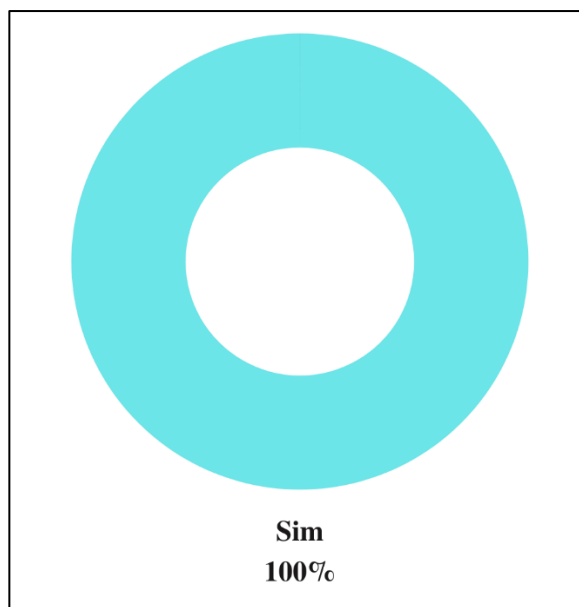
Figura 18 – Principais problemas enfrentados no desenvolvimento do projeto Baja SAE



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os três principais problemas enfrentados no desenvolvimento do projeto Baja mais citados pelos respondentes são: não cumprimento do cronograma oito (8); pouca motivação dos participantes oito (8); falta de comunicação entre os setores sete (7). Todos esses problemas poderiam ser evitados se a equipe utilizasse um modelo de gestão, do contrário, sem a utilização do modelo, muitos fatores que deveriam ter sido previstos não foram levados em consideração.

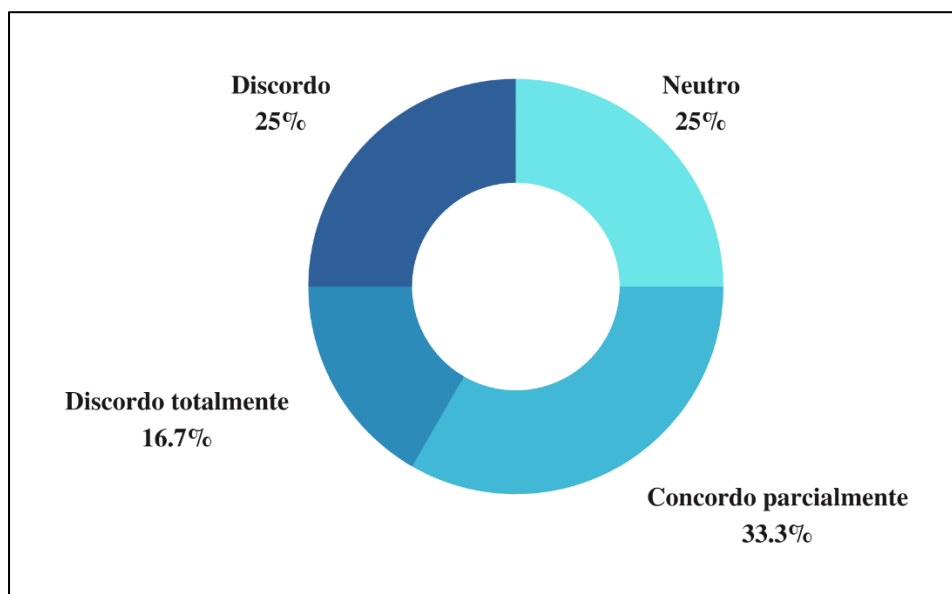
Figura 19 – Utilização de metodologia ou ferramentas para o gerenciamento do projeto



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Em concordância com a Figura 19, 100% dos entrevistados afirmam que suas equipes utilizam alguma ferramenta para o gerenciamento do projeto.

Figura 20 – Atendimento ao cronograma de trabalho da equipe

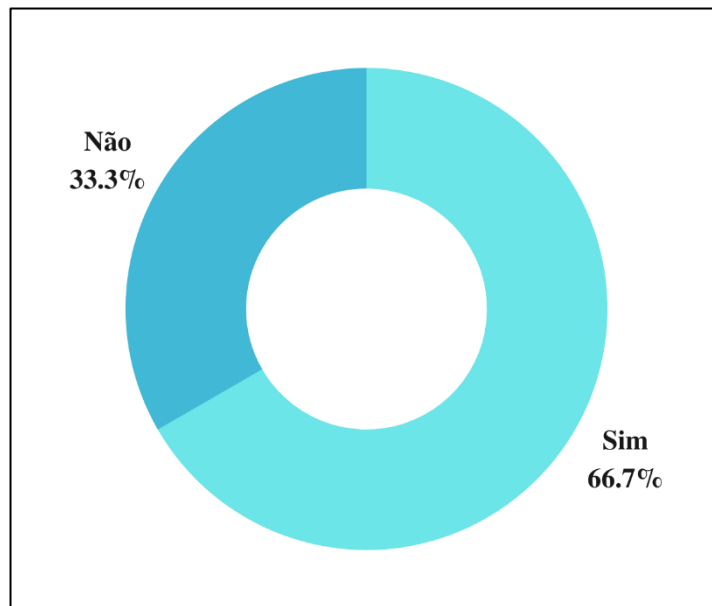


Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A cerca dos resultados obtidos na Figura 20, dos entrevistados, 33,3% concordam parcialmente que o cronograma de trabalho da equipe é atendido completamente, outros 25%

discordam com o questionamento sendo que outros 25% responderam como neutro e 16,7% discordam totalmente com a questão. Como ferramenta de gerenciamento, ambas as equipes utilizam o cronograma e as atualizam regularmente, mas as equipes sempre ou na maioria das vezes relatam que não cumprem os prazos.

Figura 21 – Desenvolvimento de projetos de alianças ou parcerias em termos de desenvolvimento de produto



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Conforme expresso na Figura 21, o gráfico sugere que somente uma equipe desenvolve projetos de alianças ou parcerias em termos de desenvolvimento de produto. Quando questionados se o desenvolvimento de um PDP específico que atendesse às necessidades da equipe poderia melhorar a execução do projeto, todos os participantes concordaram com essa questão.

Foram listadas dezenove etapas fundamentais para realizar o Projeto de Desenvolvimento de Produto, as quais estão indicadas no Quadro 3.

Quadro 3 – Análise do nível de importância das etapas fundamentais para realizar o PDP de acordo com as equipes Baja UFSM

(continua)

Etapas fundamentais para realizar o PDP	Muito importante	Importante	Regular	Pouco importante	Sem importância
Realização de testes com	91,7%	8,3%	0%	0%	0%

(conclusão)

protótipos					
Pesquisa de mercado	75%	25%	0%	0%	0%
Teste de validação do produto	75,0%	25,0%	0%	0%	0%
Elaboração e construção de protótipos	75,0%	25,0%	0%	0%	0%
Identificação das possibilidades tecnológicas	75%	16,7	8,3	0%	0%
Determinação dos requisitos dos clientes	66,7%	33,3%	0%	0%	0%
Planejamento de recursos	66,7%	33,3%	0%	0%	0%
Identificação dos riscos	66,7%	16,7%	16,7%	0%	0%
Desenvolvimento do processo de fabricação	58,3%	41,7%	0%	0%	0%
Construção de modelos físicos (<i>mockups</i>)	58,3%	41,7%	0%	0%	0%
Transformação das etapas anteriores em desenhos e normas	58,3%	33,3%	8,3%	0%	0%
Tradução do conceito do produto em especificações, escolha de componentes, estilo e layout	58,3%	25,0%	16,7%	0%	0%
Tradução das especificações do projeto do produto em projeto do processo	41,7%	50,0%	8,3%	0%	0%
Seleções de fornecedores	41,7%	25,0%	33,3%	0%	0%
Teste de ferramentas e equipamentos	41,7%	25,0%	25,0%	8,3%	0%
Aprimoramento do processo produtivo	33,3%	50,0%	16,7%	0%	0%
Desenvolvimento de ferramentas e equipamentos	25,0%	41,7%	25,0%	8,3%	0%
Realização de produção piloto	24%	33,3%	25,0%	16,7%	0%
Avaliação de estilo e layout	16,7%	50,0%	33,3%	0%	0%

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir da interpretação dos dados presentes no Quadro 3, pode-se constatar que, de

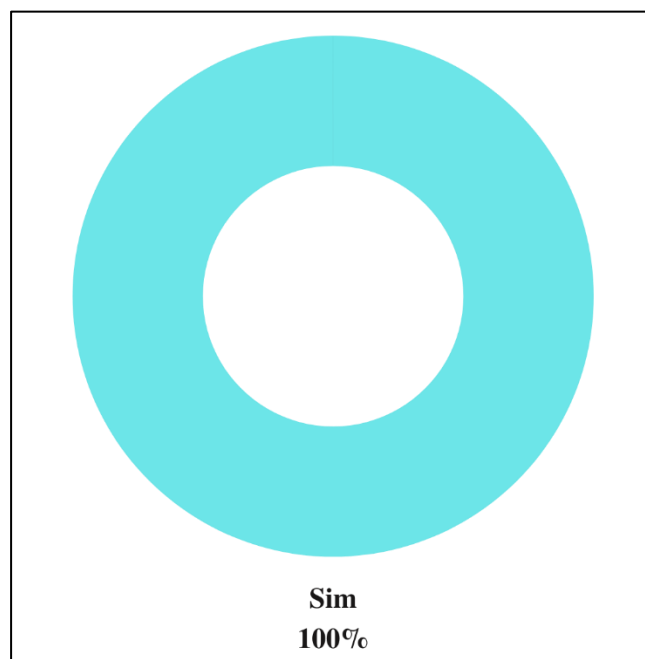
todas as possíveis análises dos níveis de importância das etapas fundamentais para realizar o PDP de acordo com as equipes Baja UFSM, a realização de testes com protótipos é a etapa que apresenta maior porcentagem com as demais etapas, tendo 91,7% como etapa muito importante.

Destacam-se também as etapas Pesquisa de Mercado, Identificação das Possibilidades Tecnológicas, Elaboração e Construção de Protótipos, Teste de Validação do Produto, tendo cada uma 75,0% das respostas.

Os resultados evidenciam que os membros das equipes possuem pouco conhecimento e/ou experiência em gerenciamento de projetos, o que acaba dificultando seu uso, onde abordagens complexas e/ou genéricas podem ser um entrave, dada a complexidade das atividades a serem executadas e o momento certo para aplicá-las. O uso de ferramentas de gestão sem planejamento prévio acaba por não trazer bons resultados e afastar a equipe do gerenciamento de projetos.

A análise dos níveis de importância permite observar que um dos grandes obstáculos para as equipes avançarem no desenvolvimento do projeto SAE está condicionado à falta de gestão nas equipes.

Figura 22 – Desenvolvimento de um PDP específico para atender as necessidades da equipe



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Na Figura 22, quando questionados se o desenvolvimento de um PDP específico para a equipe poderia melhorar a execução do projeto, todos os participantes afirmam que sim, logo, um modelo de gestão específico para tal projeto pode facilitar sua utilização, pois é desenvolvido levando em consideração as realidades e necessidades da equipe do projeto.

Os participantes que responderam ao questionário fizeram comentários e sugestões pertinentes, como diversificar a entrada de novos cursos na equipe para novos integrantes com intuito de ampliar o conhecimento nos setores. Outro ponto que se destaca, é a falta de investimento no projeto. Além disso, ressalta-se a importância de planejar as etapas iniciais do projeto e propor soluções para possíveis problemas, e assim evitar atrasos e retrabalhos durante o processo.

A partir das análises realizadas, são fornecidas considerações importantes para a formulação detalhada do modelo proposto. Os integrantes possuem pouco conhecimento e/ou experiência com a gestão de PDP, o que acaba acarretando na dificuldade de compreensão de todas as atividades a serem executadas e do momento correto para aplicá-lo, dificultando a sua utilização. Sugere-se a organização de um *workshop* anualmente entre os integrantes da equipe Baja, visando troca de experiências e aprofundamento técnico e científico.

4.2 ANÁLISE DAS EQUIPES

O Quadro 4 apresenta as etapas do PDP para as equipes Baja UFSM, e com isso, desenvolver uma proposta de melhoria e a partir disso, obter a aprovação dos integrantes das equipes.

Quadro 4 – Apresentação das etapas do PDP das equipes

Rozenfeld et al. (2006)	Etapas	Equipe Bajacuí e Bombaja
Pré-desenvolvimento	1. Planejamento estratégico de produto; 2. Planejamento do projeto.	- Avaliação de oportunidades, demanda de mercado;
Desenvolvimento	3. Projeto informacional; 4. Projeto conceitual; 5. Projeto detalhado; 6. Preparação da produção do produto;	- Teste do conceito; - Teste de protótipos; - Teste lote piloto.

	7. Lançamento do produto.	
Pós Desenvolvimento	8. Acompanhar e melhorar o produto; 9. Descontinuar o produto.	- Teste do produto no mercado; - Teste do produto no mercado.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As construções das etapas foram realizadas a partir de um estudo entre a literatura e com isso, permitiu chegar as equipes Baja UFSM com o objetivo de propor um modelo adaptado às necessidades das equipes utilizando o modelo geral de Rozenfeld et al. (2006) como literatura base e apresentar aos integrantes do projeto.

4.2 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL DAS EQUIPES

A maneira como o Processo de Desenvolvimento de Produto é realizada e as características do ambiente de trabalho das equipes são a base para estabelecer uma análise da situação atual e, a partir disso, determinar o caminho de transição para a construção do PDP.

Para o diagnóstico, podem ser utilizadas entrevistas em profundidade, incluindo representantes de todos os setores das equipes. O objetivo desta etapa é compreender a relação de cada setor com o PDP, as dificuldades, segundo a perspectiva dos mesmos, referindo-se ao processo de desenvolvimento da prática da equipe e, por fim, investigar a experiência de cada setor relacionados com os desenvolvimentos anteriores.

Com o intuito de desenvolver uma proposta de PDP que atenda as equipes Baja, foi elaborado uma análise do PDP representando um diagnóstico da situação atual de ambas equipes. Dessa forma, cada etapa que compõe o processo foi melhor compreendida por meio de videoconferências com membros de cada equipe para análise do andamento do projeto. Na Figura 23 está representado o modelo da situação atual da equipe Bajacuí.

Figura 23 – Modelo atual da equipe Bajacuí



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A partir da análise de proposta do PDP representando a situação atual das equipes pode-se obter um maior entendimento de como é dividido o modelo, disponibilizando para o usuário o processo de desenvolvimento de produto como um todo, ou seja, uma ampla visualização de todo o processo de gestão e das atividades já realizadas pelas equipes. Para isso, na Figura 24 está representado o modelo da situação atual da equipe Bombaja.

Figura 24 – Modelo atual da equipe Bombaja



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Juntamente com as entrevistas, o acompanhamento das reuniões e a análise de documentos e métricas relacionadas ao desenvolvimento de produtos constituem outras fontes de informação, poderiam explicar o sucesso ou fracasso do processo de desenvolvimento. A fase de diagnóstico visa entender a relação entre o departamento responsável pelo desenvolvimento do produto e o restante da equipe, e entender como funciona a gestão do PDP. No Quadro 5, seguem algumas questões abordadas com os dois entrevistados das equipes estudadas.

Quadro 5 - Questões abordadas nas equipes Baja UFSM

(continua)	
A equipe utiliza um modelo de PDP?	Atualmente, as equipes Baja UFSM não utilizam o PDP como forma de gestão, o que dificulta que a equipe alcance a qualidade do produto e do processo, além de ter sucesso em outros fatores de vantagem competitiva como velocidade de entrega, confiabilidade e flexibilidade. <div style="text-align: right;">(conclusão)</div>
Possui em alguma ferramenta de gestão de equipes?	As equipes não seguem uma ferramenta de gestão específica, há apenas um cronograma a seguir, e geralmente não é cumprido por muito tempo, pois a equipe carece de um processo de gestão específico.
As equipes realizam reuniões frequentemente?	As reuniões são semanais com todos os membros da equipe. É neles que se tem a oportunidade de resolver problemas de interesse mútuo. Durante essas atividades, cada setor deve apresentar sua própria perspectiva e abordagem das soluções. As reuniões passaram a fazer parte da dinâmica da equipe, visando o bom desempenho de todos os setores.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Os resultados apresentados no Quadro 5 ajudaram a identificar os problemas que atrasam a proposta de ambas as equipes, e a partir disso, foi possível desenvolver o planejamento das etapas do PDP e propor uma metodologia para solucionar os problemas enfrentados no projeto.

Para estruturar as informações para entrevistas e análise documental, recomenda-se o preenchimento de um "Formulário de Diagnóstico Geral", apresentando os resultados de forma resumida de acordo com o tema de interesse. Portanto, deve-se investigar a organização interna do PDP enquanto entende a estrutura da equipe, independentemente do nível de estrutura existente. Como produto, é gerado um mapa do processo de desenvolvimento atual e um quadro é organizado para resumir como é realizada a fase de desenvolvimento do produto, conforme apresentado na sessão a seguir.

4.3 MODELO PARA O DESENVOLVIMENTO DE EQUIPES BAJA SAE

Com base no diagnóstico, são propostas algumas ações transitórias que podem ser implementadas a curto e médio prazo. Esta seção descreve recomendações para um modelo de integração de atividades dentro de uma equipe. Conforme mostrado na Figura 25, o PDP consiste em três fases principais:

- Pré-desenvolvimento, cujas principais atividades são as diretrizes para o lançamento do produto e geração de conceitos alinhados às oportunidades de negócios;
- Desenvolvimento, engloba a produção de conceito, projeto preliminar e detalhado do produto, planejamento de *marketing* e produção, desenvolvimento de produção e iniciação de vendas; e
- Pós-desenvolvimento, inclui a avaliação e documentação de dados (indicadores de monitoramento de projetos) e lições aprendidas (documentação de práticas para atualização e melhoria de modelos).

Figura 25 – Modelo de integração das atividades do PDP



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

No desenvolvimento é transformado as ideias no produto físico. E com isso, inicia-se com o desenvolvimento do conceito e definição dos principais parâmetros do projeto e segue até a liberação para participar das competições da SAE Brasil. Durante esta fase, o desenvolvimento do protótipo, *marketing* e produção são realizados em paralelo, como descrito

a seguir em cada fase:

- Projeto Informacional: criado a partir de um plano de projeto, deve incluir especificações de destino para produtos futuros, ou seja, especificações de destino que você espera ter ao final das atividades de engenharia;
- Projeto Conceitual: uma solução de projeto é gerada e estudada em detalhes até que seja encontrada uma solução que atenda às especificações de destino previstas na etapa anterior.
- Projeto Detalhado: o projeto do produto será detalhado e traduzido em especificações finais, podendo abranger uma ampla gama de documentos detalhando cada item que o compõe, o respectivo processo de fabricação, protótipos funcionais, projetos de recursos (equipamentos e ferramentas) e um plano de fim de vida, que estabelece as condições para descontinuação e reciclagem do produto;
- Preparação da Produção: o produto é certificado com base nos resultados do lote piloto. A aprovação da produção também acontece, com lançamento final. Este é o documento oficial em que a equipe comunica o início da produção do veículo;
- Lançamento do Produto: termina a fase de desenvolvimento, o produto é apresentado aos membros da equipe e o documento oficial de lançamento é divulgado.

Na macrofase de pós-desenvolvimento, o início ocorre após a entrega do primeiro lote de produtos para a equipe Baja, quando o projeto de desenvolvimento é concluído, o departamento de desenvolvimento é desfeito e o departamento de monitoramento de produtos é estabelecido, com desenvolvimento membros da equipe responsáveis pela produção e assistência técnica do produto.

– Acompanhar produto: este acompanhamento envolve o monitoramento dos resultados do produto no mercado nas competições; da produção do produto; do atendimento ao cliente; e da assistência técnica.

– Descontinuar Produto: envolve a saída sistematicamente das competições e, com isso, avaliar todo o ciclo de vida do produto para que experiências contrárias aos planos anteriores possam ser usadas como referência para desenvolvimento futuro.

4.3.1 Organização das etapas do PDP

No Apêndice D, ao final do trabalho, estão descritas as atividades envolvidas no planejamento, execução, avaliação e documentação de cada fase do PDP. Ao final de cada fase, as principais saídas são coletadas em um documento que as equipes devem avaliar antes de passar para a próxima fase. O modelo deve ser desenvolvido com base na integração do fluxo de informações, para que as tarefas possam ser executadas simultaneamente.

O fluxo de informações trocadas durante o PDP deve ser registrado e organizado em um banco de dados integrado destinado a auxiliar as equipes em suas tarefas e decisões. O registro das informações de entrada e saída em cada etapa gera conhecimento explícito, que é propício ao compartilhamento e disseminação de informações para melhorar continuamente a gestão do PDP.

As ferramentas de suporte devem ser utilizadas para apoiar a execução das atividades. A diretriz permite que as atividades do modelo proposto sejam suportadas por sistemas que ajudem a alcançar os resultados desejados e visualizá-los como saídas da atividade.

O sistema de controle de processo contém lógica de *Stage Gate*, onde os *gates* controlam a qualidade e o desempenho do item. A administração deve realizar uma avaliação cada vez que um estágio é concluído. Nessa avaliação, é tomada uma decisão entre encerrar o projeto, solicitar uma atividade de revisão ou continuar o desenvolvimento para a próxima fase. A avaliação da etapa deve ser feita por meio de um formulário que coordene a verificação dos documentos de saída da etapa.

O sistema de registro de conhecimento pode ser realizado no momento do lançamento do produto. O objetivo deste registro é documentar as lições aprendidas durante o PDP. Este documento deve conter os comentários dos integrantes das equipes. Quando o produto for descontinuado, pode ser registrado dados complementares de avaliação de desempenho do produto. As lições aprendidas devem ser disseminadas por toda a equipe para facilitar o desenvolvimento de novos produtos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que as atividades das equipes Baja SAE UFSM começaram, algumas dificuldades relacionadas tanto a nível de gestão quanto de desenvolvimento de projetos puderam ser identificadas. A partir disso, buscou-se materiais que pudessem auxiliar no desenvolvimento do projeto. Nesse sentido, o presente Trabalho de Conclusão de Curso foi elaborado com o intuito de contribuir para as etapas de desenvolvimento de produtos dos setores das equipes estudadas, e a partir disso, realizar um diagnóstico da situação atual.

Portanto, os acadêmicos de projetos como a Baja SAE possui dificuldade em organizar as atividades do PDP e monitorar o andamento das tarefas planejadas, uma vez que o gerenciamento de processos geralmente é realizado por estudantes que têm a primeira exposição prática ao gerenciamento no projeto.

Para reverter essa situação, a organização de PDPs ajuda a reduzir o tempo do ciclo de desenvolvimento e a incidência de retrabalho, podendo contribuir para uma vantagem competitiva, principalmente onde o sucesso advém da organização e capacidade dos membros em seguir as normas estabelecidas pela SAE Brasil. Os alunos percebem que, ao padronizar seus processos, podem atingir com mais eficácia as metas traçadas no plano estratégico do produto.

Assim, a segunda seção desse trabalho apresentou uma revisão bibliográfica de diferentes Processos de Desenvolvimento de Produtos. A partir do conhecimento dos processos de gestão das diferentes equipes e dos problemas encontrados, juntamente com as perspectivas teóricas apresentadas nesta seção, foi desenvolvido o modelo de PDP voltado para projetos Baja SAE.

Os integrantes das equipes que responderam ao questionário, forneceram informações pertinentes para o desenvolvimento do modelo. Através das informações coletadas foi possível identificar como as equipes estão estruturadas quanto ao PDP, qual é o conhecimento dos participantes sobre o assunto, e quais são as principais dificuldades e problemas que ocorrem durante o desenvolvimento do projeto.

Com base no acompanhamento das equipes do Baja UFSM e reflexões teóricas dos autores Rozenfeld et al. (2006), a experiência da autora desse trabalho, permite delinear alguns aspectos fundamentais para a implementação bem-sucedida de um PDP em projetos de engenharia. Para a estrutura do PDP, são apresentadas diretrizes gerais, na forma de um método para reorganizar as atividades. A estruturação consiste em duas fases principais: uma é uma intervenção no processo atual da equipe e a outra visa a aplicação de um modelo de referência

para integrar as atividades.

A aplicação das propostas apresentadas neste trabalho pode ajudar as equipes do projeto Baja SAE Brasil a liderar a transformação necessária em seu Processo de Desenvolvimento de Produtos, auxiliando a planejar mudanças e detalhar novas organizações das atividades do PDP, uma vez que para sua elaboração são utilizadas as atividades rotineiras, e sua aplicação em tais projetos é descrita em detalhes. Desta forma, o gerenciamento de projetos pode ser realizado, e resultando em um processo de desenvolvimento eficiente.

Como sugestão de trabalhos futuros, propõe-se realizar aplicação do modelo de PDP proposto para as equipes Baja UFSM, para que possam analisar e comparar os resultados obtidos. Sugere-se também que o modelo PDP seja adaptado e aplicado a outros tipos de competições acadêmicas voltados para a área de engenharia, auxiliando no desenvolvimento de uma série de atividades envolvendo todo o ciclo de vida do produto, alinhada ao planejamento estratégico das diversas áreas, a fim de compartilhar e comparar as melhores práticas para cada competição.

REFERÊNCIAS

- BACK, N.; OGLIARI, A.; DIAS, A.; SILVA, J. C. **Projeto integrado de produtos: planejamento, concepção e modelagem**. Barueri, SP: Manole, 2008. 601 p.
- BARCZAK, G.; GRIFFIN, A.; KAHN, K. B. Perspective: Trends and Drivers of Success in NPD Practices: Results of the 2003 PDMA Best Practices Study. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 26, p. 3-23, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00331.x>. Acesso em: 12 jul. 2022.
- BEAL, T. **Proposta de Processo De Desenvolvimento De Produto Em Indústria Metalúrgica Fabricante De Ferramentas Manuais**. 2015. 89 p. Monografia (ENGENHARIA MECÂNICA) — UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL. Disponível em: <file:///C:/Users/Core%20I5/Desktop/TCC%20I/TCC%20Tiago%20Beal.pdf>. Acesso em: 1 ago. 2021.
- BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. Product development: past research, present findings, and future-directions. **Academy of Management Review**, v. 20, p. 343-378, 1995.
- CARVALHO, C. C. et al. Projeto e montagem do ISE Baja. *Perspectivas Online*. **Exatas e Engenharia**, v. 6, n.15, 2016. Disponível em: http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/exatas_e_engenharia/article/view/1029/782. Acesso em: 18 jun. 2021.
- CASTILLO, F. J. M.; JIMENEZ, D.; ALEMAN, J. L. M. Product competence exploitation and exploration strategies: The impact on new product performance through quality and innovativeness. **Industrial Marketing Management**, v. 40, p. 1172-1182, 2010.
- CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing new product and process development: text and cases**. New York: The Free Press, 1993.
- CODACE. Comunicado de Datação de Ciclos Mensais Brasileiros. [S.l.: S.d.].
- CONFEA – CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA. **Código de Ética Profissional da Engenharia, Arquitetura, da Agronomia, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia**. Disponível em <http://www.confea.org.br/>, 5p, 6 nov. 2002. Acesso em: 18 jul. 2021.
- COOPER, R. G. **Winning at new products: accelerating the process from idea to launch**. Readin: Perseus Books, 1993.
- COOPER, R. G. **Winning at New Products – Accelerating the Process from Idea to Launch**. 3 ed. Addison-Wesley Publishing Company, 2001.

COOPER, R. G. Profitable product innovation: the critical success factors. **The international handbook on innovation**. Elsevier science, p. 139-157, 2003.

COOPER, R. G. et al. Benchmarking Best NPD Practices - II. **Research Technology Management**, v. 47, n. 3, p. 50-59, 2004b.

DE PAULA, J. O.; MELLO, C. H. P. Análise comparativa de modelos de PDP: um estudo de caso em uma empresa de autopeças. In: XVI SIMPEP - SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Bauru. **Anais [...]** Bauru, 2009, p. 1-12.

DEMO, P. **Praticar ciência: metodologias do conhecimento científico**. São Paulo: Saraiva, 2011.

DIAS, D. E. DA S. et al. **COMPETÊNCIAS DO PERFIL PROFISSIONAL DE ENGENHEIROS**. 2019.

EL HADDAD, H. G; BACKAR, S. H.; EL KADEEM, R. A.; EL DARDIRY, M. A. **Dynamic view of Product Development Process**. First International Conference on Innovative Engineering Systems (ICIES). Alexandria, IEEE, 2012. 213-218 p.

FERREIRA, E. G. **Influências do Projeto Baja SAE no ensino da engenharia e no desenvolvimento do aluno**. 2011. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (organizadores). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIDO, J.; CLEMENTS, J. P. **Gestão de projetos**. São Paulo: Thomson, 2007. 451 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo.: Atlas, 2008.

GOVERNO FEDERAL (BRASIL). **Ministério da Economia revisa projeção de crescimento do PIB em 2021 para 5,3%**. 14/07/2021. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/assuntos/noticias/2021/julho/ministerio-da-economia-revisa-projecao-de-crescimento-do-pib-em-2021-para-5-3>. Acesso em: 3 ago. 2021.

GRAY, D. E. **Pesquisa no mundo real**. Porto Alegre: Penso, 2012.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: Esta é a questão? **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 22, n. 2, p. 201–210, 2006.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. 2020.

KAMINSKI, P. C. **Desenvolvendo produtos com planejamento, criatividade e qualidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 132 p.

KIM, Y.; MIN, B.; CHA, J. The roles of R&D team leaders in Korea: a contingent approach. **R&D Management**, v. 29, n. 2, p. 153-165, 1999.

KLEIN, G. **Aplicação de uma metodologia de gerenciamento de projetos no desenvolvimento de um veículo baja**. 2017. 64 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção) – Faculdade Horizontina, Horizontina, 2017.

KHURANA, A.; ROSENTHAL, S. R. Towards holistic ‘front ends’ in new product Development. **Journal of Product Innovation Management**, v. 15, p. 57-74, 1998. Disponível em: [http:// dx.doi.org/10.1016/S0737-6782\(97\)00066-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0737-6782(97)00066-0). Acesso em: 12 jul. 2022.

LEITE, H. A. R. **Gestão de projeto do produto: a excelência da indústria automotiva**. São Paulo, SP: Atlas, 2007. 311 p.

LEONEL, C. E. L.; MONTANHA, I. R. J.; OGLIARI, A.; BACK, N. Planejamento de produtos industriais: uma seletiva revisão da literatura e proposição de um conceito geral. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS, 5., 2005, Curitiba, PR. **Anais [...]**, Curitiba, PR: Editora do CEFET/PR, 2005.

LINARES, M. L. et al. Planejamento, desenvolvimento, fabricação e montagem de um protótipo veicular fora de estrada (off road). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE FABRICAÇÃO, 7., 2013, Penedo. **Anais do COBEF**, Penedo: UFF, 2013. Disponível em: <http://www.swge.inf.br/siteCOBEF2013/anais/PDFS/COBEF20130398.PDF>. Acesso em: 14 jun. 2021.

MADUREIRA, O. M. **Metodologia do projeto: planejamento, execução e gerenciamento: produtos, processos, serviços, sistemas**. São Paulo: Blucher, 2010. 359 p.

MELLO, E. B. **Processo de desenvolvimento do produto em empresas de uma cadeia automotiva: um estudo comparativo**. Caxias do Sul, Universidade de Caxias do Sul, 2008. 123 p.

MENDES, G. H. S. **O Processo de Desenvolvimento de Produto em empresas de base tecnológica: caracterização da gestão e proposta de modelo de referência**. 2008. 294 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

MOULTRIE, J. P.; CLARKSON, J.; PROBERT, D. Development of a design audit tool for

SME. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 24, n. 4, p. 335-368, 2007.

NOMAGUCHI, M. et al. Planning method of creative and collaborative design process with prediction model of technical performance and product integrity. **Concurrent Engineering: Research and Applications**, Tustin, v. 20, n. 4, p 315 – 334, 2012.

OPAS/OMS Brasil - Folha informativa – COVID-19 (doença causada pelo novo coronavírus) [Internet]. 2020. Disponível em:
https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=6101:covid19&Itemid=875 .Acesso em: 19 jul. 2021.

PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering design: a systematic approach**. 2.ed. London: Springer, 1996. 544 p.

PAHL, G.; BEITZ, W., FELDHUSEN, J; GROTE, K.H. **Projeto na engenharia**. Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

DE PAULA, J. O.; MELLO, C. H. P. Seleção de um modelo de referência de PDP para uma empresa de autopeças através de um método de auxílio à decisão por múltiplos critérios. **In: XVI SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 144-156, 2013.

PMI - PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um guia do conhecimento de projetos** (Guia PMBOK). 5a. Ed., Pennsylvania: Global Standard, 2013.

QUINTELLA, C. M. et al. Projetos de veículos automotores: fatores críticos de sucesso no lançamento. **Revista Produção**. v. 3, p. 334-346, 2005.

ROSENTHAL, S. R. **Effective product design and development**. Illinois: Business One Irwin, 1992

ROZENFELD, H. et al. **Gestão de desenvolvimento de produtos: Uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SAE BRASIL. **Regulamento Baja SAE Brasil**. 2018. Disponível em:
<http://portal.saebrasil.org.br/programas-estudantis/baja-sae-brasil/regras/new>. Acesso em: 19 jun. 2021.

SAE INTERNATIONAL. **About SAE International**. 2018. Disponível em:
<https://www.sae.org/about/>. Acesso em: 19 jun. 2021.

SALES, O. P.; CANCEGLIERI, O. J. **O Modelo Stage Gate dentro do Processo de Desenvolvimento de um Produto – Uma Análise comparativa com o desenvolvimento de**

um produto de uma empresa de telecomunicações. 8 Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto. Porto Alegre, RS. 2011. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cbgdp2011/downloads/9152.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2021.

SCORALICK, M. C. L. **Gestão do processo de desenvolvimento de produtos de Empresas de pequeno porte de base tecnológica de São Carlos:** estudo de casos. 122. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SEBRAE. **O Impacto da pandemia de coronavírus nos Pequenos Negócios – 2a edição** Resultados por segmento econômico. 2020

SILVA, E.; COSTA, H. G. **O stage-gate system como ferramenta de apoio ao desenvolvimento de novos produtos:** um estudo bibliográfico. XVI Simpósio de Engenharia de Produção. 2008.

THIEME, R. J.; SONG, M. X.; SHIN, G. Project Management characteristics and new product survival. **Journal of Product Innovation Management**, v. 20, n. 2, p. 114-119, 2003.

TUKKER, A. **Eight types of product–service system: eight ways to sustainability?** Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, p. 246, 2004.

UFSM, B. **BOMBAJA Projeto de Pesquisa.** 2022. Online. Disponível em: <https://www.ufsm.br/projetos/pesquisa/bombaja/equipe/>. Acesso em: 12 jul. 2022.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product design and development.** 3.ed. Boston, US: McGraw-Hill/Irwin, 2004. 366 p.

VARGAS, M. B. de. **Formalização do Processo de Gestão Organizacional Para Projetos Baja SAE.** 2018. 88 p. Monografia (ENGENHARIA MECÂNICA) — UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA CAMPUS CACHOEIRA DO SUL. Disponível em: file:///C:/Users/Core%20I5/Desktop/TCC%20I/ARTIGOS%20IMPORTANTES/Vargas_Matheus_Brondani_2018_TCC.pdf. Acesso em: 6 maio 2021.

VOLPE, W. et al. Habilidades E Competências Do Profissional Para O Ambiente Da Indústria 4.0: Uma Revisão Sistemática. **Xxxvii Encontro Nacional De Engenharia De Produção**, 2017.

YIN, R. K. **Estudo de Caso:** Planejamento e casos. [S..l.]: Le Livro, 2001.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS CACHOEIRA DO SUL
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE MELHORIAS PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS PARA DAS EQUIPES BAJA UFSM

Apresentação do Questionário sobre Processo de Desenvolvimento de Produto nas equipes Baja UFSM

Caro(a) Sr.(a)

Esta pesquisa faz parte do Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) da acadêmica de Engenharia Mecânica, Nisrin Naiel Dib Khaled, com orientação do Professor Lucas Veiga Ávila, da Universidade Federal de Santa Maria - Campus Cachoeira do Sul. O projeto tem como objetivo desenvolver uma proposta de melhoria para o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) aplicado às necessidades das equipes Baja da UFSM.

Estrutura do Questionário

Este questionário é composto por três seções, buscando realizar um levantamento de informações necessárias para o diagnóstico do Desenvolvimento de Produto das equipes Baja UFSM.

Seção 1 – Caracterização da Equipe;

Seção 2 – Práticas no Desenvolvimento de Produto;

Seção 3 – Tendências no Desenvolvimento de Produto.

Todas as questões deste questionário devem ser respondidas em relação à unidade do setor que se encontra o respondente.

Seção 1 – Caracterização da Equipe

1. Nome Completo: _____
2. E-mail: _____
3. Ano de início de atuação na equipe Baja: _____
4. Qual o seu curso?
 - () Engenharia Agrícola
 - () Engenharia Elétrica
 - () Engenharia Mecânica
 - () Engenharia de Transportes e Logística
 - () Arquitetura e Urbanismo
 - () Outros
5. Qual a sua função na equipe?
 - () Capitão
 - () Gestão do Projeto
 - () Subsistemas do veículo Baja
6. Você cursou alguma disciplina voltada para o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP)?
 - () Sim
 - () Não
 - () Estou cursando
7. Já atuou em gerenciamentos de projetos?
 - () Sim
 - () Não
8. Quais são as atividades que você já desenvolveu na equipe:

Seção 2 – Práticas no Desenvolvimento de Produto

O objetivo desta seção é identificar as principais práticas utilizadas no desenvolvimento de produtos na equipe Baja UFSM. Essas práticas envolvem os tipos de projeto de desenvolvimento de produto, as parcerias, as formas de organização, as etapas e as ferramentas utilizadas no desenvolvimento do produto.

9. Qual o seu nível de conhecimento em relação ao Processo de Desenvolvimento de Produto?
- Baixo
 - Intermediário
 - Alto
10. Quais os principais problemas enfrentados no desenvolvimento do projeto da equipe Baja UFSM? (Múltiplas respostas são possíveis)
- Alteração do projeto
 - Falta de planejamento do veículo
 - Retrabalho no projeto e execução
 - Atraso no começo do projeto
 - Não cumprimento do cronograma
 - Pouca motivação dos participantes
 - Falta de controle dos participantes pela equipe
 - Falta de equipamentos/ferramentas
 - Falta de comunicação entre os setores da equipe
 - Existe corporativismo entre os alunos
 - Falta de planejamento do veículo
 - Ausência/deficiência de um Plano Estratégico
 - Falta de acompanhamento do desenvolvimento do veículo
 - Problemas de gestão do processo de desenvolvimento
 - Falta um processo estruturado de tomada de decisões
 - Não existe um modelo referencial de PDP
11. A equipe segue alguma metodologia ou utiliza ferramentas para o gerenciamento do projeto?
- Sim
 - Não
12. O cronograma de trabalho da equipe é atendido completamente?
- Concordo totalmente
 - Concordo parcialmente
 - Neutro
 - Discordo

13. A equipe desenvolve projetos de alianças ou parcerias em termos de desenvolvimento de produto? (Projetos que possuem finalidade estratégica, tal como aprender uma nova tecnologia ou aproveitar uma oportunidade de mercado; são realizados em parceria com outras empresas).

Sim

Não

14. Quais etapas são fundamentais para realizar no PDP da equipe? Assinale as opções abaixo (múltiplas respostas são possíveis);

Principais atividades	
Pesquisa de mercado	<input type="checkbox"/>
Identificação das possibilidades tecnológicas	<input type="checkbox"/>
Determinação dos requisitos dos clientes	<input type="checkbox"/>
Identificação dos riscos	<input type="checkbox"/>
Planejamento de recursos	<input type="checkbox"/>
Tradução do conceito do produto em especificações, escolha de componentes, estilo e <i>layout</i>	<input type="checkbox"/>
Seleções de fornecedores	<input type="checkbox"/>
Transformação das etapas anteriores em desenhos e normas	<input type="checkbox"/>
Elaboração e construção de protótipos	<input type="checkbox"/>
Tradução das especificações do projeto do produto em projeto do processo	<input type="checkbox"/>
Desenvolvimento do processo de fabricação	<input type="checkbox"/>
Desenvolvimento de ferramentas e equipamentos	<input type="checkbox"/>
Teste de ferramentas e equipamentos	<input type="checkbox"/>
Realização de produção piloto	<input type="checkbox"/>

Teste de validação do produto	()
Aprimoramento do processo produtivo	()
Construção de modelos físicos (<i>mockups</i>)	()
Avaliação de estilo e <i>layout</i>	()
Realização de testes com protótipos	()

15. O desenvolvimento de um PDP específico para atender as necessidades da equipe, pode melhorar a execução do projeto?

() Sim

() Não

Seção 3 – Destinado a comentários gerais sobre o Processo de Desenvolvimento de Produto na equipe Baja UFSM.

16. Comentários gerais referente ao gerenciamento do projeto (Dicas, sugestões, dificuldades não mencionadas,...).

APÊNDICE B – ORGANIZAÇÃO DAS ETAPAS DO PDP PARA AS EQUIPES BAJA

(continua)

	Principais fases do PDP	Informação de entrada e documentação	Documentos de saída	Gates	Decisões
Pré-Desenvolvimento	Seleção de ideias, priorização de projetos em função do alinhamento estratégico da equipe.	Documento de oportunidade de negócio: análise demanda, planejamento estratégico, análise da situação atual, análise econômica, leis, normas regulamentadoras, aspectos socioculturais.	Proposta de diretrizes de novos produtos.	Aprovar viabilidade do produto.	As tecnologias estão disponíveis? O produto é viável? Qual o impacto na formação dos estudantes?
	Geração do conceito preliminar, geração de ideias e triagem de ideias. A partir do conceito preliminar, gera ideias de produtos com base em pesquisas, no documento de oportunidade de negócios.	Documento de oportunidade de negócio, pesquisas internas e externas.	Formulário de geração de novas ideias e registro do conceito preliminar do produto.	Aprova o projeto (<i>gate 0</i>).	O que queremos atingir? Por que este trabalho é importante? Para quem? Como este trabalho fará diferença? Está alinhado com normas SAE Brasil?
	Desenvolvimento do conceito. Inicia na fase de geração do plano do conceito até a escolha da melhor alternativa de projeto. O conceito deve estar alinhado	Pesquisas externas e internas, qualidade pelo piloto, questões legais, questões ambientais, manufaturabilidade.	Plano do conceito. Levantamento dos atributos que atendam a funcionalidade, a competição.	Aprova o conceito (<i>gate 1</i>).	O conceito atende as normas estabelecidas pela SAE BRASIL? Como este trabalho está relacionado com as necessidades da organização?

(continuação)

	às estratégias da equipe.				
Desenvolvimento	Desenvolvimento do projeto do produto. Desenvolvimento do projeto preliminar e detalhado. Desenvolvimento do memorial descritivo. Simulação de custos.	Proposta do produto, plano financeiro, riscos do projeto, requisitos de confiabilidade para o projeto, disponibilidade de tempo, projeto, processo ou manufatura. Conceito aprovado e projeto preliminar.	Plano do projeto. Avaliar todas as características para possibilitar a fabricação do conceito.	Avalia projeto do produto (<i>gate 2</i>).	Há garantia que o produto funcionará? O produto está de acordo com as exigências normativas e legais?
	Desenvolvimento do protótipo. Adequação funcional do produto, dimensionamento de protótipos e experimentos. Qualificação de materiais e componentes.	Plano do projeto. Revisão dos fornecedores, análise de riscos e segurança, <i>feedback</i> do piloto e da equipe.	Avaliação do protótipo e teste de conceito.	Aprova protótipo (<i>gate 3</i>).	Foram revisados os riscos do projeto, cronograma, custo de fabricação e custo do produto? Os testes estão de acordo com as especificações?
	Lançamento do produto. Testa o processo de produção, a aceitação do piloto, os aspectos econômicos e o processo de fabricação.	Documenta processos de manufatura, produção de materiais e componentes.	Teste da linha piloto, compatibilidade do produto.	Aprova linha piloto (<i>gate 5</i>).	Os processos de manufatura foram qualificados?
	Avaliação do processo de	Indicadores do produto. Desempenho do produto, custo, qualidade técnica, satisfação	Acompanhamento do produto.	Aprova o	Análise de custos estão de

(conclusão)

Pós-Desenvolvimento	desenvolvimento. Acompanhamento do produto na competição.	dos alunos, reclamações. Indicadores do processo de desenvolvimento. Compara tempo de desenvolvimento total e por fase, custos de desenvolvimento previstos e ocorridos.	Registro dos indicadores de projeto/produto.	produto.	acordo com o público-alvo? Como está a satisfação do piloto?
----------------------------	--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------	----------	-----------------------------------------------------------------

Fonte: Elaborado pela autora (2022).