

**UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE GRADUAÇÃO
CURSOS DE ENGENHARIA MECÂNICA**

LEONARDO ALVES DA COSTA

**BENEFÍCIOS E BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO DESIGN THINKING
COMO FERRAMENTA DE INOVAÇÃO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS MECÂNICOS**

São Leopoldo

2021

LEONARDO ALVES DA COSTA

**BENEFÍCIOS E BARREIRAS NA IMPLEMENTAÇÃO DO DESIGN THINKING
COMO FERRAMENTA DE INOVAÇÃO NO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO
DE PRODUTOS MECÂNICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Mecânica, pelo Curso de
Engenharia Mecânica da Universidade do
Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador(a): Prof Giancarlo Medeiros Pereira

São Leopoldo

2021

RESUMO

Com um mercado cada vez mais dinâmico e com a concorrência acirrada, empresas de engenharia sofrem com o declínio de suas vendas e a redução de margens de lucro em seus produtos. Isso deve-se a diversos fatores, dentre eles a falta de conexão com o cliente e a dificuldade em inovar em seu portfólio. O Design *Thinking* propõe um conceito de trabalho com equipes multidisciplinares, que possuem um objetivo comum. O método vem ganhando cada vez mais relevância nos últimos anos no setor industrial, quando passou a ser adotado por grandes empresas como estratégia de inovação no processo de desenvolvimento de produtos. O presente trabalho busca apresentar o Design *Thinking* como ferramenta de inovação no processo de desenvolvimento de produtos, os benefícios e as barreiras de sua implementação por grandes empresas. Para isso foram realizadas entrevistas qualitativas com 5 especialistas de grandes empresas de setores diversos, que atuam no mercado nacional e global desenvolvendo produtos mecânicos. Com base nos achados, uma das maiores barreiras na implementação do DT está relacionado ao desconhecimento da metodologia. E um dos maiores benefícios está relacionado a mudança de filosofia interna da empresa, que passa a ter o cliente no centro do negócio e os impactos gerados nas etapas do PDP a partir dessa mudança.

Palavras-chave: PDP. Design *Thinking*. Inovação.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 – O modelo de Asimow	14
Figura 2 – O modelo de Pahl e Beitz.....	16
Figura 3 – O modelo de Pugh	18
Figura 4 – Etapas do modelo Rozenfeld <i>et al.</i>	20
Figura 5 – Modelo duplo diamante do Design <i>Thinking</i>	25
Figura 6 – Etapas do Design <i>Thinking</i> segundo o HPI.....	28

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tabela de autores pesquisados	11
Quadro 2 – Fases do modelo de Baxter.....	19
Quadro 3 – Descrição das etapas do modelo Rozenfeld <i>et al.</i>	21
Quadro 4 – Síntese dos modelos de PDP.....	22
Quadro 5 – Comparativo das diferentes definições do DT.....	26
Quadro 6 – Perfil das empresas.....	30
Quadro 7 – Perfil dos entrevistados	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
DT	<i>Design Thinking</i>
PDP	Processo de Desenvolvimento de Produtos
PD&I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação
DNP	Desenvolvimento de Novos Produtos
PDS	Especificação de Design do Produto
B2B	Business-to-business (Negócios para negócios)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
1.1 Problema	8
1.2 Delimitação do tema	9
1.3 Objetivos	9
1.3.1. Objetivo geral	10
1.3.2 Objetivos específicos.....	10
1.4 Estrutura da pesquisa	10
1.5 Justificativa	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Processos de desenvolvimento de produto (PDP)	12
2.1.1 O modelo de Asimow	13
2.1.2 O Modelo de Pahl e Beitz.....	15
2.1.3 O Modelo de Stuart Pugh	17
2.1.4 O Modelo de Baxter	19
2.1.5 O Modelo de Rozenfeld <i>et al.</i>	20
2.1.6 Quadro síntese dos modelos.....	22
2.2 Conceitos de Inovação	22
2.3 Design <i>Thinking</i>	23
2.3.1 Etapas do Design <i>Thinking</i>	24
2.3.2 Conceitos de DT em diferentes perspectivas	25
3 METODOLOGIA	29
3.1 Desenho da pesquisa	29
3.2 Coleta de dados	29
3.3 Confiabilidade, credibilidade e replicabilidade	32
4 ACHADOS	33
4.1 Benefícios	33
4.2 Barreiras	36
5 DISCUSSÃO	38
6 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

O mercado global vem sofrendo grandes mudanças relacionadas ao uso de novas tecnologias, das alterações no perfil do consumidor ao aumento da competitividade em si. Sendo assim, há cada vez mais demanda por produtos diferenciados que atendam mercados e gerem mais valor para a sociedade (GRÜTZMANN, 2019). Com isso, as empresas entenderam que a necessidade e a capacidade de inovar tornou-se algo essencial para a sobrevivência dos negócios. A inovação é um ingrediente vital para o sucesso dos negócios (BAXTER, 2000). Uma empresa inovadora diferencia-se de seus concorrentes quando oferece produtos de maior valor, possui custos de produção menores ou cria um nicho de mercado (SENHORAS; TAKEUCHI; TAKEUCHI, 2007). Um dos pilares da inovação corporativa é o desenvolvimento de novos produtos, sendo esse considerado um dos desafios mais críticos de um negócio (REJEB, 2008). Segundo o Manual de Oslo, a inovação de produtos compreende melhorias significativas nas especificações técnicas, nos componentes e materiais em relação às suas características ou usos pretendidos (OECD, 2005).

De acordo com Toledo e Freixo (2000), o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) tem experimentado nas últimas décadas profundas modificações. Diferentes abordagens têm sido aplicadas com o intuito de desenvolver produtos mais competitivos. O desenvolvimento de produtos consiste em um conjunto de atividades que demandam o profundo entendimento do problema ou do mercado (ROZENFELD *et al.*, 2006). Para Griffin (2001), o sucesso no desenvolvimento de produtos está na capacidade de identificar demandas ainda não satisfeitas ou problemas ainda não solucionados junto aos clientes. A falha na identificação ou validação dessas demandas gera desperdício de recursos das empresas na construção de um produto no qual o cliente final não vê valor. Na perspectiva de Nunes (2004), o principal obstáculo que as empresas industriais têm de enfrentar na concepção e desenvolvimento de novos produtos é a elevada taxa de insucesso dos novos produtos introduzidos no mercado. Estudos anteriores apontam que 95% dos novos produtos lançados no mercado acabam fracassando (CHRISTENSEN, 2011).

Diante deste contexto e na busca de diferentes maneiras para inovar no PDP, a análise da literatura revelou que o *design* surge como uma alternativa a esse problema, já que se constitui de método de desenvolvimento de inovações capaz de

provocar rupturas no mercado pela sua arquitetura, funcionalidade e estética (BONINI; SBRAGIA, 2011). Segundo Filho (2006), os investimentos em *design* podem trazer grandes benefícios para empresas de uma forma geral, influenciando diretamente nas vendas, na sua participação do mercado, no lucro e no crescimento contínuo, pelo menos em longo prazo. Isto porque as decisões tomadas nas diversas etapas do desenvolvimento de um produto afetam diretamente como os produtos são percebidos pelo mercado consumidor. Para Bahiana (1998), o *design* é um dos fatores de diferenciação de produtos, destacando que aspectos como: identidade, qualidade e satisfação são condicionantes fundamentais para a manutenção e conquista de mercado. Para Bezerra (2008), *design* deve ser entendido como um processo e inovação o resultado positivo desse processo.

Dentre as alternativas listadas na literatura para o aprimoramento do *design* e na busca por inovações no PDP, cite-se o *Design Thinking* (DT). O DT abarca modelos e estratégias com objetivo de propiciar a entrega de ideias inovadoras, sendo este uma das abordagens mais difundidas no *design* (BROWN; KATZ, 2011). Autores como Welsh e Dehler (2012) definem o *Design Thinking* como uma abordagem adotada para solução de problemas complexos que coloca o ser humano no centro do processo. Ainda que a literatura enfoque o DT como metodologia para solução de problemas complexos (*wicked problems*), o DT pode ainda ser aplicado para qualquer problema ou projeto de desenvolvimento (ROWE, 1991). Mais especificamente, o projeto de desenvolvimento de novos produtos (BROWN, 2010). O DT também é visto como uma abordagem alternativa para o PDP (VIANNA *et al.*, 2011). Cumpre destacar que a P&G definiu que o DT é parte fundamental de sua cultura de inovação (PINHEIRO, 2011).

1.1 Problema

O desenvolvimento de novos produtos (DNP) tem ganhado cada vez mais relevância dentro das empresas. Nesse cenário, Harmsen, Grunert e Bove (2000) postulam que as empresas possuem pouca margem para errar no PDP. Com isso, há a necessidade de que os processos sejam cada vez mais otimizados e as companhias entreguem produtos com elevado padrão de qualidade, preço e prazo de desenvolvimento competitivos (SENHORAS; TAKEUCHI; TAKEUCHI, 2007).

Existem diversas abordagens para o PDP. Mas, de forma genérica, o PDP tradicional parte da geração de ideias, recebimento de estímulos do mercado e dos consumidores e no seguinte refinamento destas ideias e informações de maneira racional, de modo a desenvolver um projeto e um produto, que, de acordo com o cenário tecnológico vigente, pode ser reproduzido sistematicamente e posto em produção (BAXTER, 2000).

O DT poderia contribuir para a o processo de inovação no PDP das empresas. Porém, a implementação de um novo modelo ou ferramenta organizacional tradicionalmente enfrenta grandes desafios (DE WAAL; KNOTT, 2013). Os trabalhos identificados na literatura evidenciaram as dificuldades da implantação do DT nos processos de aprendizagem (CARVALHO, 2018). Outros estudos abordaram de maneira mais ampla as barreiras de uso do DT. Dentre esses, cita-se um estudo que analisou os desafios que os gestores enfrentam ao tentar implementar o DT em suas empresas (CARLGREN, 2016).

Contudo, os desafios na implantação do DT na indústria mecânica ainda não foram profundamente explorados, principalmente quando abordado sob a perspectiva de indústrias que atuam no processo de desenvolvimento de produtos. Objetivando preencher esta lacuna, este trabalho analisa o DT nas indústrias mecânicas. A questão de pesquisa que norteará este estudo é: Como se poderia aplicar o DT na indústria mecânica?

1.2 Delimitação do tema

Este trabalho terá como foco a investigação em 4 empresas que atuem no Brasil, desenvolvam produtos mecânicos e que já apliquem o *Design Thinking*.

1.3 Objetivos

A seguir, descreve-se o objetivo geral da pesquisa e o seu desdobramento em objetivos específicos.

1.3.1. Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo analisar a adoção do DT pelas empresas do setor mecânico.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar os modelos de PDP's existentes na literatura;
- Identificar as barreiras e os benefícios relacionados à adoção do DT por empresas que desenvolvam produtos mecânicos;
- Propor recomendações às empresas mecânicas que planejem adotar o DT em seu PDP.

1.4 Estrutura da pesquisa

Esta pesquisa está estruturada em um capítulo introdutório, revisão da literatura, método de pesquisa, apresentação dos resultados, discussão e conclusões.

1.5 Justificativa

A escolha do *Design Thinking* como tema de pesquisa está alinhada às novas demandas dos profissionais de engenharia. Destaque-se que o DT vem sendo estudado por algumas das maiores universidades do mundo, como é o caso de Stanford. Lá se localiza o Hasso Plater Institute of Design, instituto fundado por David M. Kelley, professor de engenharia mecânica da universidade. O nome do instituto é uma homenagem a Hasso Plater, cofundador da empresa SAP SE software.

Os fatos descritos até o presente momento justificam a importância do tema tanto para empresas e profissionais que atuam no desenvolvimento de produtos, quanto para o curso de engenharia mecânica. A viabilização dos objetivos propostos pode ampliar os conhecimentos sobre abordagens que normalmente não são trabalhadas durante o curso, como o *Design* e o *Design Thinking*, além de auxiliar a tomada decisão das companhias do setor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são apresentadas as revisões bibliográficas para embasamento da pesquisa realizada com atores principais no PDP, a respeito dos principais temas abordados no trabalho. Sendo eles, alguns modelos de PDP, a fim de entender como o DT foi inserido no contexto desses modelos mais tradicionais.

Foram realizadas pesquisas em portais acadêmicos utilizando os termos PDP e *Design Thinking*, foram selecionados 37 artigos que abordam os temas selecionados. A identificação da área foco de atuação de cada metodologia foi verificada através da leitura de capítulos específicos que tratavam individualmente sobre cada autor. Cabe destaque para a tese de doutorado do Curso de Engenharia Mecânica e Aeronáutica, área de Produção – Instituto Tecnológico de Aeronáutica de El Marghani (2010) e a tese de doutorado de *Design* na PUC-RIO de Pazmino (2010). Esses trabalhos serviram como base da pesquisa acadêmica e base para análise dos autores apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Tabela de autores pesquisados

AUTORES	ANO	AREA	Mercado
Asimow	1962	Eng	x
Pahl e Beitz	1963	Eng	x
Back	1963	Des	
Bonsiepe	1964	Des	
Kotler	1964	Mkt	
Dickson	1967	Mkt	
Löbach	1973	Des	x
Stuart Pugh	1975	Eng	x
Kaminski	1981	Eng	
Clark e Fujimoto	1982	Eng	x
Hans Gugelot	1983	Des	x
Christopher Jones	1984	Eng e Des	
Christopher Alexander	1984	Des	
Bruce Archer	1984	Eng	
VDI 2221	1987	Eng	
Bernhard Burdeck	1990	Des	
Bruno Munari	1991	Des	

Gui Bonsiepe	1991	Des	
March	1991	Des	
Roozenburg e Eekels	1992	Des	x
IDEO	1994	Des	x
Santos	1996	Des	x
Nigel Cross	1996	Eng e Des	
Wheelwright e Clark	1997	Eng e Des	
Hubka & Eder	1997	Eng e Des	
Peters	1998	Eng	
Crawford	1999	Mkt	
Park e Zaltman	2000	Des	
Baxter	2000	Eng e Des	x
Krishnan e Ulrich	2001	Eng	
Smith & Reinertsen	2001	Eng	
Jo & Gero	2003	Des	x
CODINHOTO	2005	Eng e Des	x
Rozenfeld et al	2006	Eng	x
Upton & Yates	2008	Des	x

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os modelos foram escolhidos com base na sua abordagem e foco na engenharia e sobre o negócio de uma maneira mais ampla, não só modelos que tratam do desenvolvimento mais técnico do produto. Também serão apresentados conceitos de inovação e abordagem do *Design Thinking* por diferentes perspectivas.

2.1 Processos de desenvolvimento de produto (PDP)

O desenvolvimento de produto é um dos processos industriais mais importantes, grande responsável pela agregação de valor aos negócios. Tal processo representa até 90% do custo final dos produtos e de outros fatores relacionados à qualidade, à forma e ao tempo de introdução no mercado. Traduz objetivos estratégicos em ideias e por fim, em algo concreto, em soluções pelos quais os consumidores estarão dispostos a pagar (TAKAHASHI; TAKAHASHI, 2007). Sendo assim, o sucesso na gestão do desenvolvimento de produto é crucial para manter a competitividade e a sobrevivência de qualquer empresa nos dias de hoje. Nos últimos

anos, tem-se observado movimentos de globalização econômico-financeira seguidos de globalização de produto e hábitos de consumo. Essas transformações no cenário econômico têm gerado forte concorrência (CHENG; FILHO, 2007).

Há diversas definições para o PDP, comumente pode ser definido como um conjunto de atividades por meio das quais se busca, a partir das necessidades do mercado, das possibilidades e restrições tecnológicas, considerando o planejamento estratégico da empresa, a fim de chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura tecnicamente capaz de produzi-lo (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Ainda segundo Rozenfeld *et al.* (2006), o desenvolvimento de produto envolve o acompanhamento do produto também após o lançamento, bem como o planejamento da descontinuidade do produto no mercado, incorporando estes conceitos nos requisitos do projeto, atendendo, assim, todas as necessidades do produto ao longo do seu ciclo de vida.

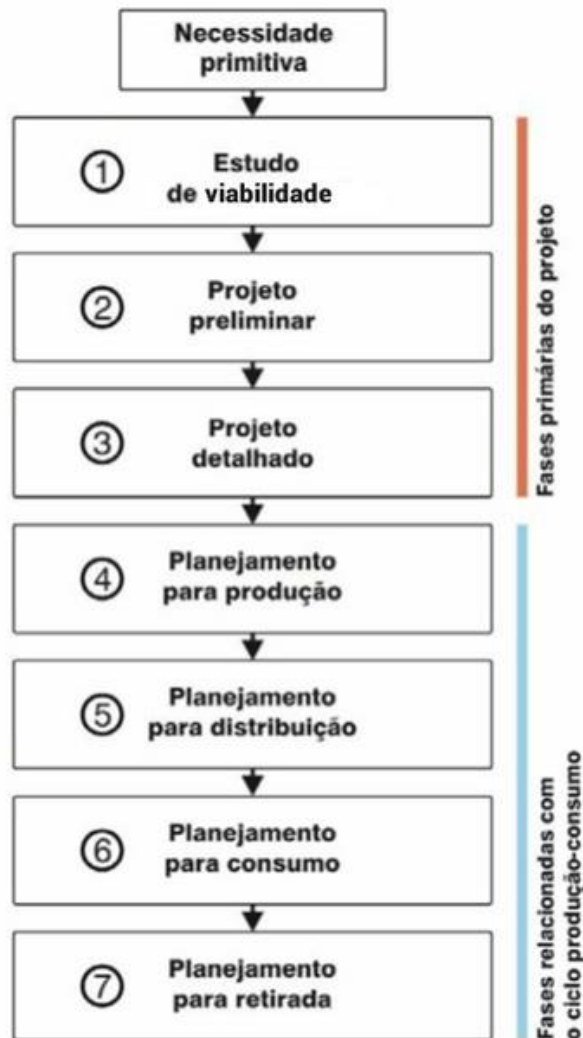
Trata-se de um dos processos mais complexos e que se relaciona com praticamente todas as demais funções de uma empresa. Para desenvolver produtos são necessárias informações e habilidades diversas, caracterizando-se como uma atividade multidisciplinar (MUNDIM *et al.*, 2002). Devido à importância que esse processo foi ganhando dentro das corporações, diversos autores têm sugerido novas metodologias para o desenvolvimento de produtos atrelado ao entendimento do mercado e planejamento estratégico das companhias. Apresenta-se: (i) o modelo pioneiro de Asimow (1968); (ii) Pahl e Beitz (1996); (iii) Stuart Pugh (1991); (iv) Baxter (2000); e (v) Rozenfeld *et al.* (2006). Detalhes a seguir.

2.1.1 O modelo de Asimow

O modelo de Asimow é considerado por muitos o mais importante devido ao seu pioneirismo. Segundo Morales (2006), muitos autores foram influenciados pelas ideias de Asimow. Com uma metodologia voltada para a engenharia, Asimow propõe um método de sete fases sequenciais, na qual uma fase começa após o término da outra. Um dos diferenciais é que o autor incorpora em seu método desde as etapas preliminares e de pesquisa, produção e manufatura, até a etapa de descarte do produto.

As sete fases propostas são: (i) estudo de viabilidade; (ii) projeto preliminar; (iii) projeto detalhado; (iv) planejamento para produção; (v) planejamento para distribuição; (vi) planejamento para o consumo; e (vii) planejamento para a retirada.

Figura 1 – O modelo de Asimow



Fonte: Asimow (1968)

Para Asimow (1968), a primeira tarefa do estudo de viabilidade consiste em identificar as necessidades de mercado e objetivos da empresa, parâmetros de *design* para a geração de possíveis soluções e de viabilidade econômica. O projeto preliminar é onde as ideias são selecionadas e avaliadas para entender qual atende melhor à resolução do problema. Na etapa de projeto detalhado, é onde a solução é definida e as especificações técnicas e de produção são detalhadas. A fase quatro de

planejamento da produção conta com o detalhamento dos processos de fabricação, até a concepção das ferramentas e equipamentos.

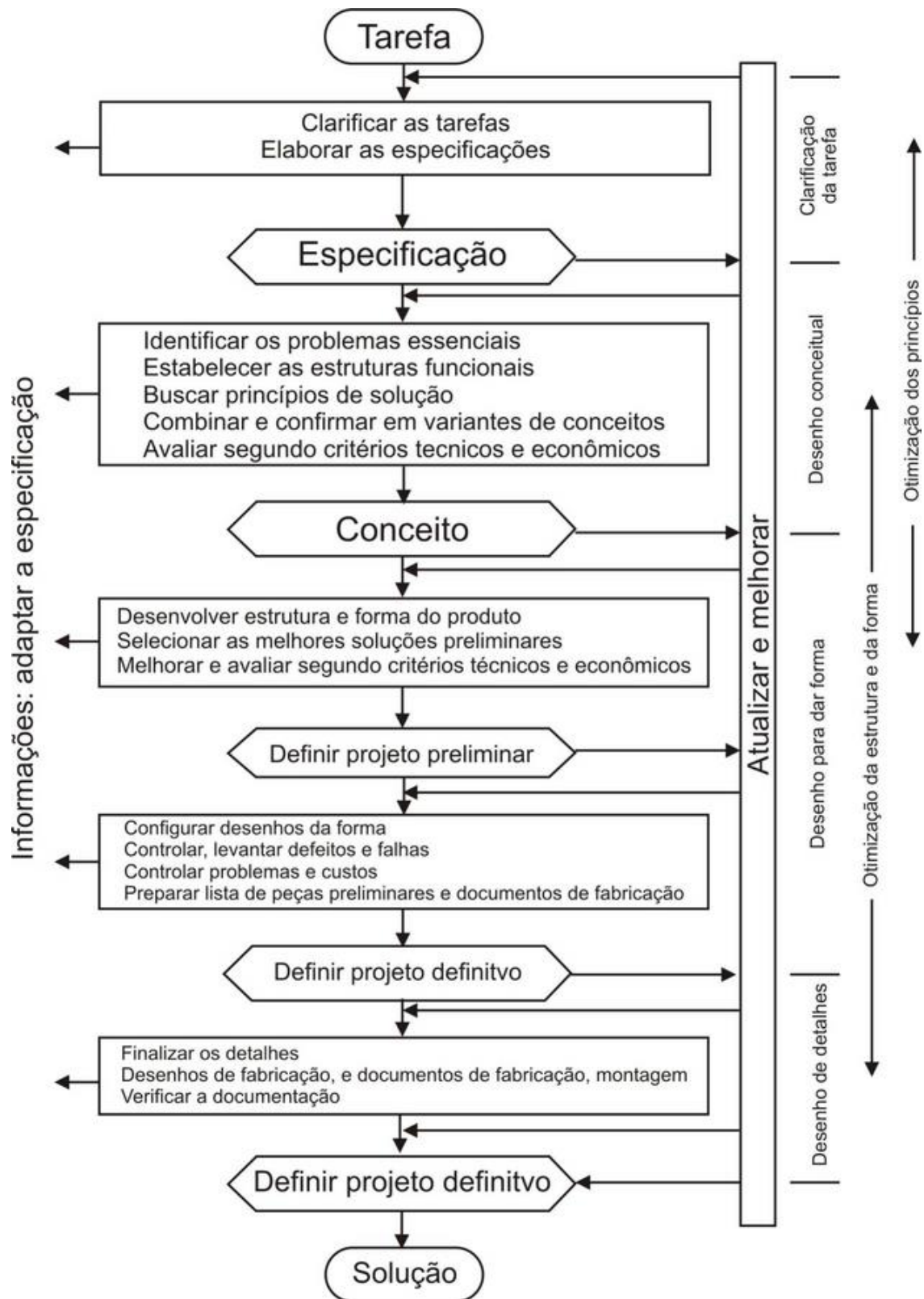
O planejamento para distribuição tem como objetivo definir de maneira clara o sistema de transporte, embalagens e armazenamento. A fase seis de planejamento para consumo tem como objetivo projetar as questões de segurança, manutenção e ciclo de vida. E a última fase, o planejamento de retirada do produto, consiste em planejar o fim de vida do produto.

2.1.2 O Modelo de Pahl e Beitz

Pahl e Beitz (1996) propõem um modelo sequencial de quatro etapas, que se inicia pela definição da tarefa, projeto conceitual, projeto preliminar e, por fim, o projeto detalhado. Cada etapa tem uma entrada e saída, resultante da interação entre elas. Os autores afirmam que a divisão do PDP em fases e em grupos de atividades é uma das maneiras utilizadas para lidar com a complexidade desse processo. Um dos grandes diferenciais desse método foi a inserção do que os autores chamaram de *quality gates*, que são pontos de checagem do projeto, eles permitem a avaliação das principais atividades do projeto antes de passar para a próxima fase. Essa verificação se dá por um checklist, realizado no início e no final de cada atividade, garantindo que os objetivos foram alcançados.

A figura 2, mostra o detalhamento do método.

Figura 2 – O modelo de Pahl e Beitz



Fonte: Adaptado Pahl, Beitz e Feldhusen (2005)

Este método possui 4 etapas, que são:

(i) Especificar as tarefas: cujo objetivo é definir as especificações de projeto, são levados em consideração fatores mercadológicos, empresarial e financeiro. Esses requisitos, junto com a definição do problema, servem para criar a lista de requisitos do projeto;

(ii) Projeto conceitual: essa fase abrange várias atividades, mas o objetivo geral é a busca por soluções, segundo critérios técnicos e econômicos;

(iii) Projeto preliminar: consiste no desenvolvimento de protótipos, com base nas soluções apresentadas na etapa dois, com objetivo de avaliá-los sob critérios técnicos e financeiros;

(iv) Projeto detalhado: onde acontecem às definições finais do projeto, são feitos os desenhos do produto e toda a documentação sobre os processos de fabricação, até o manual de uso pelo cliente. E, após o lançamento do produto, é realizada uma avaliação para determinar a satisfação do cliente.

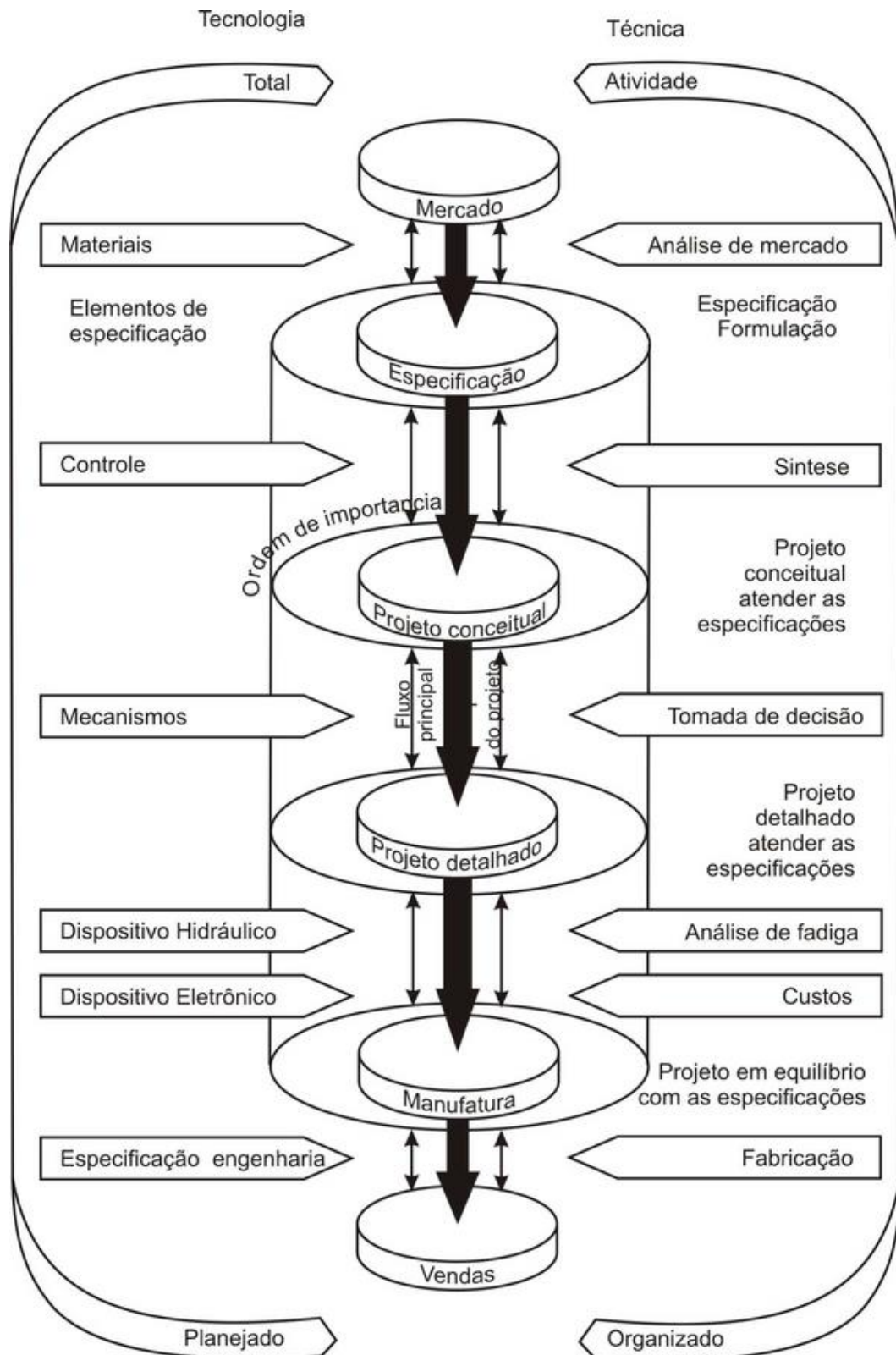
2.1.3 O Modelo de Stuart Pugh

Com um modelo voltado totalmente para o mercado, sendo esse um dos seus diferenciais perante os outros métodos apresentados, segundo Pugh (1991) o desenvolvimento do produto deve começar pelas necessidades do mercado e finalizar com o processo de promoção e vendas. Pugh (1991) propõe o Projeto de Produto “Total”, uma atividade que visa às identificações das necessidades do mercado e o usuário de maneira sistemática.

Com um método interativo e bastante flexível entre as etapas, Pugh (1991) entende o projeto de um produto como um fluxo de informações bem planejadas, que se inicia com uma declaração de necessidades de mercado, para a qual uma especificação do projeto do produto (PDS) deve ser elaborada. O PDS determina o fluxo principal de projeto depois de confeccionado. As etapas subsequentes são: (ii) especificação de projeto do produto; (iii) projeto conceitual; (iv) projeto detalhado; (v) manufatura; e (vi) vendas.

Devido às características apresentadas, o modelo proposto por Pugh (1991) é adaptativo de acordo com o produto ou área da empresa. A imagem a seguir mostra o método proposto por Stuart Pugh.

Figura 3 – O modelo de Pugh



Fonte: Adaptado Pugh (1991)

2.1.4 O Modelo de Baxter

Segundo Baxter (2000), o desenvolvimento de produtos envolve diversos tipos de interesses e habilidades. E seu modelo representa esse pensamento, além de acrescentar um peso maior nas etapas iniciais, pois, segundo o autor, é a etapa na qual se concentra a maior quantidade de incertezas sobre o projeto. Para Baxter, o processo de PDP só se inicia após a identificação de oportunidades de negócio e o alinhamento junto ao planejamento estratégico da empresa.

O modelo proposto pelo autor, voltado para produtos a serem produzidos em massa, é dinâmico e cíclico, e conta com quatro fases: iniciando no (i) processo de ideação básica; (ii) especificações; (iii) configuração; e (iv) detalhamento.

As quatro etapas propostas por Baxter podem ser descritas conforme o Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Fases do modelo de Baxter

FASES	DESCRIÇÃO
Ideação básica	Acontece um processo de ideação e essas ideias são submetidas a um primeiro teste de mercado, para identificar a reação do possível mercado consumidor.
Especificações	Definição da especificação da oportunidade, criação do projeto conceitual, seleção do melhor conceito e teste de mercado desse conceito.
Configuração	Se o modelo escolhido na etapa anterior for aprovado, inicia-se a definição das configurações de produto, e são realizadas iterações até a melhor definição. Para finalmente ser submetido a mais um teste de mercado, o terceiro.
Detalhamento	Mais uma vez sendo aprovado, o projeto vai para a fase de detalhamento, desenhos para fabricação e construção de protótipo.

Fonte: Adaptado Baxter (2000)

Cabe ressaltar que o modelo proposto por Baxter permite que o produto volte à etapa anterior para realização de ajustes de forma a aperfeiçoar a solução, caso ele não seja aprovado nos testes de mercado (BAXTER, 2000). Após a aprovação dos protótipos na última fase, o produto é enviado para produção e, posteriormente, para lançamento do produto no mercado. Como pode ser visto, o modelo, quando

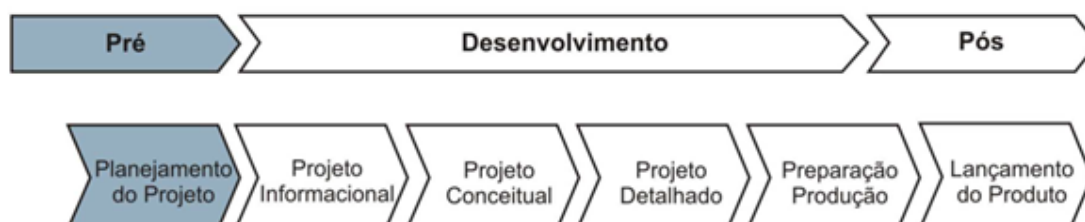
comparadas as fases, é muito similar ao de Pahl e Beitz (1996) e Pugh (1991), conforme cita Pazmino (2010). Porém, destaca-se a visão criativa do autor sobre todos os processos de desenvolvimento do produto, essa diferença caracteriza pela visão em nível de *design* do autor. Isso pode ser comprovado com o constante uso de ferramentas para apoiar a geração de informações necessárias para completar o trabalho necessário do processo de desenvolvimento de projeto. Alguns exemplos são o uso dos processos de *brainstorming*, *brainwriting*, matriz SWOT (forças, fraquezas, oportunidades e ameaças), entre outras ferramentas (EL MARGHANI, 2010).

2.1.5 O Modelo de Rozenfeld *et al.*

O modelo proposto por Rozenfeld *et al.* (2006) é voltado para empresas de manufatura de bens de consumo. É dividido em três macro fases: (i) pré-desenvolvimento; (ii) desenvolvimento; e (iii) pós-desenvolvimento. Segundo os autores, é a unificação das melhores práticas encontradas em outros autores que desenvolveram seus métodos de PDP.

Essas macros fases são subdivididas em fases. Segundo os autores, o que determina uma fase é a entrega de um conjunto de resultados. Assim como o modelo proposto por Baxter (2000), este é modelo cíclico, pois permite retornos entre as fases. Geralmente, as fases são realizadas de maneira sequencial, podendo haver sobreposição entre fases. Ao término de cada etapa é realizada uma revisão do projeto, em momentos chamados de *Stage Gates*. A representação do modelo pode ser vista na imagem abaixo.

Figura 4 – Etapas do modelo Rozenfeld *et al.*



Fonte: Adaptado de Rozenfeld *et al.* (2006)

Segundo os autores, é na etapa de pré-desenvolvimento que é feita a compreensão do desenvolvimento do produto, levando em consideração o planejamento estratégico da empresa e os objetivos que ela tem para com o negócio e o produto em si.

No Quadro 3, podemos ver um resumo das fases propostas pelos autores.

Quadro 3 – Descrição das etapas do modelo Rozenfeld *et al.*

MACRO FASES	FASES	DESCRIÇÃO
Pré	Planejamento de projeto	Contempla as fases de planejamento estratégico do produto e planejamento do projeto. É trabalhado o primeiro conceito do produto.
	Projeto informacional	Nessa fase acontece a definição do escopo e a descrição do produto e suas restrições.
Desenvolvimento	Projeto conceitual	Continuidade da etapa anterior, os conceitos são avaliados e as ideias de solução são escolhidas e posteriormente detalhadas. A decisão é tomada em conjunto com a alta administração no negócio.
	Projeto detalhado	Finalização das especificações e planejamento dos processos de fabricação, montagem, documentação, embalagem e planejamento do fim de vida do produto.
Pós	Preparação da produção do produto	Inserção do produto no mercado, atendendo aos requisitos do cliente. Definidos no projeto informacional. Aqui também são criados os protótipos e definidas as estratégias de marketing e de lançamento.
	Lançamento do produto	Nessa fase são abordadas as práticas de venda, distribuição e suporte ao cliente. E lançamento e gerenciamento do lançamento do produto.

Fonte: Adaptado Rozenfeld *et al.* (2006)

2.1.6 Quadro síntese dos modelos

Quadro 4 – Síntese dos modelos de PDP

Modelo	Etapas de modelo
Asimow (1968)	(1) Estudo de viabilidade; (2) Projeto preliminar; (3) Projeto detalhado; (4) Planejamento para manufatura; (5) Planejamento para distribuição; (6) Planejamento para uso; (7) Planejamento para descarte
Pahl e Beitz (1996)	(1) Especificar as tarefas; (2) Projeto conceitual; (3) Projeto preliminar; (4) Projeto Detalhado
Stuart Pugh (1991)	(1) Necessidades de mercado; (2) Especificação de projeto do produto; (3) Projeto conceitual; (4) Projeto detalhado; (5) Manufatura; (6) Vendas
Baxter (2000)	(1) Processo de ideação básica; (2) Especificações; (3) Configuração; (4) Detalhamento
Rozenfeld (2006)	(1) Pré-Desenvolvimento: Planejamento de Projeto e Informacional; (2) Desenvolvimento: Projeto conceitual e detalhado; (3) Pós-Desenvolvimento: Preparação da Produção do Produto e Lançamento do Produto

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.2 Conceitos de Inovação

O conceito de inovação é algo que vem sendo discutido por diversos autores. Segundo Gundling (2000), inovação é uma nova ideia implementada com sucesso que produz resultados econômicos. Para Drucker (2003), a inovação é o ato de atribuir novas capacidades aos recursos (pessoas e processos) existentes na empresa para gerar riqueza. Ainda segundo o autor, é o esforço para criar mudanças objetivamente focadas no potencial econômico ou social de um empreendimento. Apesar das inúmeras definições sobre o conceito de inovação, o que todas possuem em comum é o fato de que inovação deve gerar riqueza, seja para uma empresa, ou a sociedade de uma maneira geral. Quando isso não acontece, é considerado invenção, e não INOVAÇÃO (TIDD; BESSANT, PAVITT, 2005).

Inovação não necessariamente precisa ser disruptiva ou criar algo totalmente novo. Conforme afirmam Kotler e Trias (2011), a inovação gradual, passo a passo, também é inovação – e é tão necessária, ou até mais, que a versão radical. Isso é o que realmente torna o negócio sustentável. Mattos e Guimarães (2005) postulam que definir inovação como a criação de um novo produto ou processo é limitado,

considerando que a substituição de uma matéria-prima por outra com custo reduzido, ou uma nova tática de venda e distribuição podem alcançar os objetivos da inovação. De maneira mais ampla, o requisito mínimo para se definir uma inovação é que o produto, o processo, o método de marketing ou organizacional sejam novos (ou significativamente melhorados) para a empresa (OCDE, 2005). E, conforme Drucker (2003), deve intencional o lucro.

Com essas premissas e a constante necessidade de buscar novos caminhos para inovação dentro das empresas, o DT surge como metodologia criada a partir dessa necessidade, sendo uma abordagem focada no ser humano, que vê na multidisciplinaridade, colaboração e tangibilização de pensamentos e processos, caminhos que levam a soluções inovadoras para negócios (VIANNA *et al.*, 2011).

2.3 Design Thinking

O *Design Thinking* é um método de inovação desenvolvido pela Universidade de Stanford. É uma abordagem, uma forma de pensar e encarar problemas, focada na empatia, colaboração e experimentação (SIMON, 1969). Além disso, o DT é uma ferramenta que auxilia a empresa a pensar com a cabeça do consumidor e a cocriar com ele (XAVIER *et al.*, 2012).

Apesar de introduzido academicamente nas décadas de 60 e 70, o termo ganhou popularidade na década de 1990 pelo escritório de *design* IDEO, através de David M. Kelley e Tim Brown. A empresa já desenvolveu quatro mil produtos e ganhou 350 prêmios internacionais (PADILHA, 2009). É uma abordagem adotada para solução de problemas complexos e que coloca o ser humano no centro do processo. É uma forma de promover a criatividade e a busca por soluções inovadoras por meio da observação e colaboração, a partir do conceito de prototipagem rápida e da análise de diferentes realidades (WELSH; DEHLER, 2012).

Plattner, Meinel e Leifer (2011) consideram que o *Design Thinking* parte de uma perspectiva multidisciplinar embasada em princípios de Engenharia, *Design*, Artes, Ciências Sociais e Administração. Dessa maneira, o *Design Thinking* utiliza aspectos dos dois hemisférios do cérebro humano de forma integrada (direito: racional e analítico; esquerdo: intuitivo e criativo). Por meio da integração, há uma busca pelo sistêmico e por soluções inovadoras, na interseção do que é desejável, possível e viável (BROWN, 2010). O DT é sustentado em três pilares principais: empatia,

colaboração e experimentação. A empatia pode ser entendida como o hábito mental de “pensar nas pessoas como pessoas” (BROWN, 2010, p. 46).

O DT é aplicado principalmente na abordagem de problemas capciosos (*wicked problems*), uma vez que os métodos e ferramentas analíticos tradicionais não conseguem ser aplicados de maneira efetiva (ROWE, 1991). A abordagem tem princípios fundamentais como foco no comportamento humano, prototipação, testes, iteração, flexibilidade, colaboração e equipes multidisciplinares (PLATTNER *et al.*, 2010). O *Design Thinking* pode ser definido como um conjunto de práticas que apoia as organizações a resolver problemas complexos, reduzindo o viés, incentivando a inovação e inspirando as pessoas a se tornarem mais criativas (LIEDTKA, 2017). Pode ser aplicado em inúmeros contextos organizacionais, como grandes, pequenas e médias empresas, ambientes educacionais (DOBRIGKEIT; DE PAULA, 2017), desenvolvimento de produtos alimentícios (BARBOSA; DE PAULA, 2017), desenvolvimento de software (DOBRIGKEIT; DE PAULA, 2017), construção de casas inteligentes (MARTINS; ALMEIDA; CALILI, 2017) e até para proposição de soluções infra estruturais em cidades, como foi o caso de Filho (2020).

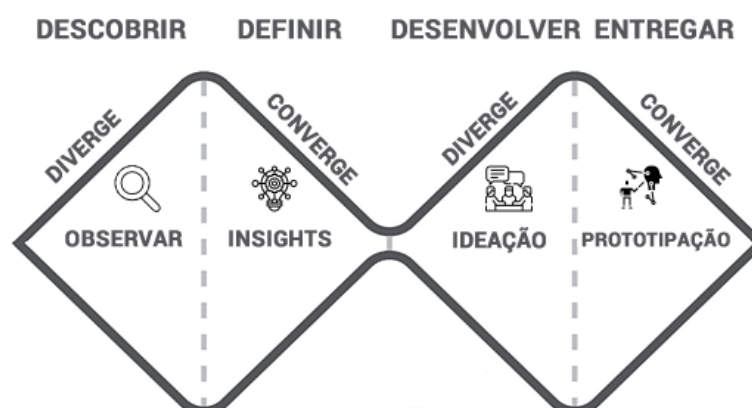
Na literatura nacional também é possível encontrar trabalhos nos quais o DT é utilizado para o planejamento e desenvolvimento de produtos aeronáuticos, como o trabalho de Rocha *et al.* (2015), que apresenta o uso do *Design Thinking* para o desenvolvimento conceitual de produtos de tecnologia assistida para o setor de transporte aéreo.

2.3.1 Etapas do *Design Thinking*

No geral, o processo de *Design Thinking* é um trabalho constante de pensamento divergente e convergente. No pensamento divergente, é o momento de gerar opções e, mais do que isso, multiplicá-las, novas perspectivas, insights, visões alternativas. A fase de convergir significa decidir entre alternativas existentes, é uma forma de se aproximar das soluções (AZAMBUJA, 2011). O processo em inúmeros momentos diverge em muitas soluções possíveis (fases empatia e ideação) e converge em uma direção focada (fases definir, protótipo e avaliar) (ALDAVE *et al.*, 2019). A primeira fase, “Empatia”, consiste em um conjunto de atividades destinadas a entender as necessidades dos usuários, observando casos ou cenários de uso. Após a compreensão das necessidades ambientais, físicas e emocionais dos

usuários, as informações coletadas são analisadas e resumidas, usando ferramentas como personas e mapas de empatia. A fase do processo "Definir" é responsável por trazer clareza e foco ao espaço do *design*. A próxima etapa, "Ideação", é focada na geração de novas ideias, a fim de evitar soluções óbvias e, assim, aumentar o potencial de inovação. A próxima fase, "Protótipo", consiste na geração interativa de artefatos que dão suporte à elaboração e avaliação de conceitos de produtos com o objetivo de descobrir quais ideias propostas durante a fase "Ideias" convergem ou divergem (PLATTNER, 2019). O DT é formado por processos interativos e cíclicos, o que torna possível o amadurecimento da ideia até seu estágio final de comercialização (BURDICK; WILLIS, 2011). Conforme os ciclos vão sendo refinados e as ideias começam a tomar forma, ajustes devem ser feitos com base no feedback do usuário final, reduzindo as chances de retrabalho e de insatisfação (RATCLIFFE, 2009).

Figura 5 – Modelo duplo diamante do *Design Thinking*



Fonte: Elaborado pelo autor

2.3.2 Conceitos de DT em diferentes perspectivas

Com o tempo, o DT foi ganhando cada vez mais relevância, com isso, diversos autores abordaram a sua aplicação e benefícios, sendo assim, a ferramenta foi ganhando adaptações. O Quadro 5 demonstra três das principais perspectivas do *Design Thinking*.

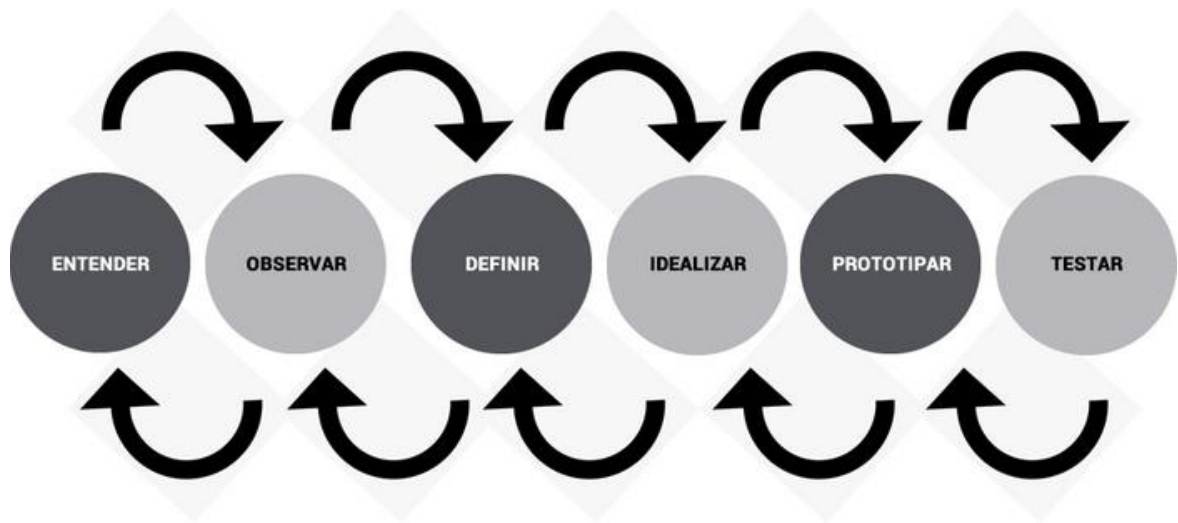
Quadro 5 – Comparativo das diferentes definições do DT

Modelo	Descrição	Etapas
BROWN (2008)	Brown (2008) define o <i>Design Thinking</i> como uma abordagem centrada no usuário, estabelecida a partir de uma perspectiva cíclica e dividida em três grandes etapas.	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiração: quando são realizadas as pesquisas para identificação do problema; • Ideação: para gerar, fazer e testar as ideias e soluções identificadas; • Implementação: levanta a percepção de mercado e realiza a implementação comercial e industrial; também viabiliza o início de um novo ciclo de desenvolvimento.
D.SCHOOL (2005)	Situado dentro da universidade de Stanford, na Califórnia, o Hasso Plater Institute of <i>Design</i> ou d.school, como ficou mais conhecido, define o DT como uma abordagem criativa, centrada no ser humano, que constitui um processo não linear, colaborativo, que procura compreender as necessidades dos indivíduos, para resolução de problemas e concepções de projetos. Apresenta cinco grandes fases.	<ul style="list-style-type: none"> • Empatia (Entender e Observar): a fase inicial de desenvolvimento do projeto é dedicada ao entendimento do problema, processo centrado no usuário, sendo assim, o grande objetivo dessa fase é coletar informações suficientes para entender os impactos do problema e da solução. • Definição: com base nas informações coletadas na etapa anterior, deve ser realizada uma síntese, apresentar um foco do problema a ser trabalhado, um ponto de vista. • Ideação: quando os insights, gerados até então, são transformados em ideias concretas e elaboradas. Geralmente se dá por sessões de brainstorming, as ideias devem ser selecionadas segundo viabilidade, aplicabilidade e grau de inovação. • Prototipação: o momento no qual é realizada a criação dos protótipos a partir dos dados das etapas anteriores. O objetivo dessa etapa é materializar a

		<p>solução e avaliar sua viabilidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Testes: tem como objetivo os testes dos protótipos com os possíveis usuários finais, este processo envolve ciclos de feedbacks, para que, assim, ele possa ser modificado e melhorado de acordo com o resultado dos testes.
IDEO (2012)	<p>IDEO é uma empresa de <i>design</i> e consultoria em inovação, fundada na Califórnia, em 1991, já desenvolveu projetos em diversas áreas. Entre seus clientes, incluem-se General Electric, Lufthansa, Alpargatas e 3M. Segundo IDEO (2012), a metodologia proposta pela empresa é centrada no ser humano e sempre levando em conta o que é tecnologicamente e economicamente viável. Propõe cinco passos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descoberta: marca o início do projeto, como entender o problema e as necessidades dos futuros usuários, através das diferentes abordagens que podem ser dadas. • Interpretação: como interpretar o aprendizado obtido na etapa de descoberta. • Ideação: como criar a partir de uma oportunidade. • Experimentação: como testar efetivamente uma ideia. • Evolução: como transformar o novo em inovação.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para fins de análise, serão utilizadas as etapas propostas pela d.school da Universidade de Stanford (2005). Este processo compreende seis fases, como pode ser visto na imagem abaixo: (i) Entender; (ii) Observar; (iii) Definir; (iv) Idealizar; (v) Prototipar; e (vi) Testar.

Figura 6 – Etapas do *Design Thinking* segundo o HPI

Fonte: Elaborado pelo autor.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, apresentam-se os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa realizada. Descrevem-se as etapas seguidas pela abordagem das empresas e seleção dos responsáveis pelas entrevistas. O processo de coleta de dados a partir da entrevista também é apresentado, bem como a técnica de análise dos dados utilizada.

3.1 Desenho da pesquisa

Este estudo emprega uma abordagem qualitativa, dado o foco da pesquisa sobre quais seriam os benefícios do DT na redução da taxa de insucesso de projetos e as barreiras na implementação da metodologia por empresas que atuem do desenvolvimento de produtos mecânicos. Além disso, recomenda-se uma abordagem qualitativa de pesquisa quando o fenômeno sob investigação é relativamente novo. Estudos de caso qualitativos são recomendados para estudos que visam desenvolver e oferecer informações detalhadas, revelando a complexidade e refletindo sobre os processos organizacionais e individuais (EISENHARDT, 1989; MILES, 2004; YIN, 2009). A escolha de vários estudos de caso visa selecionar casos ricos em informação (PATTON, 2002). Com base na revisão da literatura, foi escolhida uma abordagem voltada à codificação para a análise qualitativa do texto (SALDAÑA, 2015) e uma teoria fundamentada (CORBIN; STRAUSS, 1990). A codificação da literatura revelou as principais barreiras, bem com os seus benefícios por meio da adoção do DT. O processo detalhado é explicado na sequência.

3.2 Coleta de dados

As atividades associadas à coleta de dados para este estudo começaram definindo o perfil das empresas a serem investigadas. O estudo concentra-se em empresas que desenvolvam produtos mecânicos para o mercado nacional. O Quadro 8 apresenta as características das empresas investigadas. Uma técnica de amostragem intencional foi adotada na seleção das empresas participantes para garantir que todas as empresas selecionadas tenham processos de desenvolvimento de produtos. Todas as organizações qualificadas foram convidadas a participar do

estudo. A participação foi voluntária e os participantes foram devidamente informados. Eles também foram informados de que poderiam retirar-se do estudo a qualquer momento, se assim o quisessem. Todos os convidados concordaram em participar do estudo, tratando-se de uma evidência da importância e atualidade do problema de pesquisa e do seu interesse no assunto. Os entrevistados ocupam posições de liderança nas empresas selecionadas, além de possuírem poder de tomada de decisão sobre os processos descritos em suas empresas. Cinco profissionais das empresas foram entrevistados. O perfil dos entrevistados é mostrado no Quadro 6.

Quadro 6 – Perfil das empresas

Empresas	Área de operação	2020 Receita (USD)	Detalhes
Empresa A	Global	9.04 bilhões	Líder global com foco em desenvolvimento, fabricação e distribuição de equipamentos agrícolas.
Empresa B	Global	3.7 bilhões	Conglomerado transnacional brasileiro, fabricante de aviões comerciais, executivos, agrícolas e militares, peças aeroespaciais, serviços e suporte na área.
Empresa C	Global	83.86 bilhões	Empresa multinacional alemã de engenharia e eletrônica, fabricante de produtos automotivos, industriais e construção.
Empresa D	Global	13.1 bilhões	Empresa global de petróleo e gás franco-americana, que fornece serviços à indústria de energia.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 7 – Perfil dos entrevistados

Empresas	Posição	Code	Experiência	Entrevista
Empresa A	Project Team Leader	A1	14 anos	68 min
	Engenheiro de Produto	A2	13 anos	63 min
Empresa B	Engenheiro aeronáutico	B1	43 anos	90 min
Empresa C	Engenheira de Produto	C1	8 anos	34 min
Empresa D	Líder de Grupo de Engenharia	D1	15 anos	55 min

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a coleta de dados, as perguntas foram baseadas na revisão de literatura. Essas perguntas se concentram nas principais barreiras, bem como os benefícios da implementação do DT no PDP da empresa. As perguntas feitas às empresas são mostradas a seguir.

1. Quais são os elementos que podem determinar o sucesso ou o insucesso do PDP numa empresa?
2. Como aprimorar a definição do escopo de um produto ou projeto?
3. Como assegurar que a etapa de testes no PDP seja bem-sucedida?
4. Como aprimorar os resultados com a pesquisa de mercado e o benchmarking no PDP?
5. Como engajar os membros de outros setores (como marketing...) no PDP?
6. Como engajar o usuário final no PDP?
7. Como gerenciar a necessidade de prototipação do produto em sua empresa?
8. Quais as barreiras ou riscos relacionados ao DT no PDP da sua empresa?
9. O que seria preciso para que o DT tivesse uma maior taxa de sucesso?

Todas as entrevistas foram concluídas em abril de 2021. A coleta de dados envolveu entrevistas semiestruturadas com os participantes. As reuniões foram

agendadas por e-mail e LinkedIn, as entrevistas foram realizadas via Google Meet e telefone. O autor realizou as entrevistas e gravou todas as reuniões. As entrevistas foram consideradas concluídas após o atendimento de duas condições: todos os protocolos de pesquisa foram aplicados e nenhuma nova evidência emergiu dos entrevistados (CORBIN; STRAUSS, 2007).

3.3 Confiabilidade, credibilidade e replicabilidade

Para permitir replicação futura, especialistas na área revisaram o método de pesquisa utilizado (EISENHARDT, 1989). Esses especialistas possuem conhecimento sobre o tema em níveis científicos e empresariais. Um conjunto rigoroso de critérios foi usado para garantir confiabilidade e credibilidade. Esses critérios englobavam ajuste, compreensão, generalidade e controle (CORBIN; STRAUSS, 2007), bem como transferibilidade, confiabilidade, verificabilidade e integridade (CORBIN; STRAUSS, 2007; HIRSCHMAN, 1986). A análise dos achados incluiu a respectiva apresentação desses achados aos entrevistados. A generalização dos resultados incluiu o acesso a executivos que trabalham em empresas de porte semelhante. A validação de resultados e a transferibilidade dos participantes com controle integrado refere-se à seleção de executivos que trabalham em empresas que desenvolvam produtos mecânicos. A confiabilidade foi coberta com foco no levantamento das barreiras da implementação do DT pelas empresas e sobre os possíveis benefícios na redução na taxa de insucesso dos projetos. A confirmabilidade está relacionada à análise individual de cada caso. Essa análise foi realizada em sete dias, incluindo todas as evidências sobre as ações tomadas pelas empresas investigadas. Após analisar cada caso individualmente, uma análise de caso cruzado foi realizada. O objetivo dessas análises foi identificar semelhanças e diferenças entre os entrevistados, bem como os motivos dessas semelhanças/diferenças. Em ambas as análises, os resultados foram codificados para compará-los e contrastá-los com os elementos extraídos da literatura. Essa codificação foi baseada na teoria fundamentada (CORBIN; STRAUSS, 1990, 2007). Os aspectos de integridade incluem anonimato e padrões éticos.

4 ACHADOS

4.1 Benefícios

Os entrevistados concordam que um produto de sucesso é aquele que resolve um problema real do mercado, que seja possível de construir tecnicamente e gere retorno financeiro para quem desenvolveu. E para que esse objetivo seja atingido, o cliente deve ser o centro do processo de desenvolvimento. E essa obsessão com o cliente é o maior benefício da implementação do DT. Contudo, nem sempre é tão fácil identificar quais são os verdadeiros problemas a serem resolvidos. Para isso, é de extrema importância que o PDP seja dinâmico, apresente requisitos de qualidade e negócio bem definidos, que sejam quantificáveis, possuam mais de uma alternativa de produto e que possam ser prototipados e testados exaustivamente.

Existem diversas maneiras de engajar e aproximar o cliente do PDP, cada empresa e indústria adapta-se a suas particularidades.

“De maneira geral, realizamos sessões de VOC – voice of customer, onde apresentamos um protótipo ou o produto corrente para o cliente e fazemos perguntas objetivas do que precisa ser melhorado.

São selecionados alguns clientes finais, quem de fato paga pelo produto e quem usa no caso da “A2” o operador do equipamento, pois é importante que o operador também seja parte do desenvolvimento, pois ele que é cobrado pela performance do uso”. (A2)

Segundo Cruz Junior e Carvalho (2001), VOC (*voice of customer*) é o processo de captar os atributos que influenciam a percepção do consumidor para a qualidade do produto/serviço, é uma tarefa de monitoramento contínuo, não só pela dinâmica natural de evolução desta percepção ao longo do tempo, mas também pela melhoria dos padrões de desempenho da concorrência que acabam por influenciar os níveis de desempenho demandados pelo consumidor.

Na opinião dos entrevistados. o processo de escuta do usuário deve ocorrer em todas as etapas do PDP, mesmo que indiretamente, e o cliente precisa perceber algum benefício de sua participação. O principal benefício percebido pelo cliente decorrente da sua participação no PDP deve estar na construção final do produto, porém, isso não impede que algumas empresas ofereçam benefícios materiais e não materiais durante o processo. No caso da “C1”, clientes são recompensados com

pagamento em dinheiro, capacitações ou outros benefícios. Em empresas que possuem modelo de negócios B2B, esse processo de aproximação do usuário costuma ser um pouco mais complexo. Esse é o caso da “D1”, onde o processo de venda é similar à de uma licitação, sendo assim o cliente não possui disponibilidade para participar de todas as etapas do PDP. Esse problema foi contornado contratando funcionários estratégicos dos clientes. Esses profissionais atuaram como consultores. Nessa condição, os profissionais puderam indicar como suas empresas tomam decisões.

Porém, o que também é consenso é que não é qualquer cliente que pode ser selecionado para esse processo. Na “B1”, é utilizado o método de *Lead user*, criado por Eric Von Hippel. Segundo Hippel (1986), o usuário líder é aquele que apresenta duas fortes características: (i) enfrentam novas necessidades do mercado à frente de seu tempo; e (ii) se beneficiam fortemente com as inovações as quais fornecem soluções, tornando isso uma motivação para eles se envolverem no PDP.

Nos achados, também é destacado que outro benefício trazido pela implementação do DT é que tão importante quanto entender o cliente e sempre tê-lo no centro do PDP, é alinhar as suas expectativas com as demandas do mercado e os aspectos sociotécnicos do desenvolvimento. Para isso, são necessários processos de observação e pesquisas contínuas de mercado e benchmarking. Essas pesquisas devem ser realizadas por grupos internos, com o objetivo de entender não só os pontos fracos e fortes dos concorrentes diretos, mas também buscar inspiração em outras indústrias. Por diversas vezes, simples mudanças geraram um ganho de percepção de valor para o cliente, dessa maneira, gerando mais retorno financeiro para a empresa. Mais que observar e entender o cenário mercadológico atual, essas pesquisas devem indicar caminhos a serem seguidos no futuro.

O fato de o DT ser um método interativo e iterativo, faz com que essas empresas tornem-se mais dinâmicas e com maior capacidade de adaptação. Essa característica ganha relevância quando os achados indicam que um dos fatores para a construção de um produto vencedor está fortemente ligado à capacidade da empresa adaptar o escopo de um produto ao longo do PDP. Essas adaptações passam pelas variações de custo de materiais, entrada e saída de concorrentes, disponibilidade tecnológica, timing de lançamento cada vez mais apertados e até da reestruturação dessas empresas. O escopo torna-se um elemento vivo, sempre focado em resolver o problema do cliente.

Ainda ligado à capacidade dessas empresas se adaptarem ao longo do PDP, estão duas etapas de extrema importância para o DT: Prototipação e Testes. Essas etapas são consideradas delicadas e de grande relevância no PDP, pois são a partir delas que surgem a maioria das mudanças do escopo de um projeto. O mais importante nessas etapas é garantir que as perguntas que precisam ser respondidas estejam claras e as expectativas com a alta direção e corpo técnico estejam alinhadas. Por se tratar de etapas que podem envolver altos custos, é importante realizá-las por fases.

“Estamos falando de um produto que custa milhões, então é extremamente necessário encontrar maneiras de baratear o custo de prototipação. Por isso é importante balancear o custo de produção de prototipagem, com a quantidade de perguntas a serem respondidas e em quando precisam ser respondidas”. (D1)

Segundo “C1”, uma das maneiras de garantir que só sejam testados e prototipados o que é extremamente necessário, é ter claro os conceitos de *make, share and buy* apresentados por Ulrich (2009). Esse conceito aborda o que é essencial e deve ser priorizado no PDP das empresas, o que deve ser feito em parcerias e o que deve ser terceirizado. Essa prática, além de reduzir os custos dessas etapas, garante que elas sejam realizadas mais vezes, assim gerando mais e melhores respostas ao longo do processo. Outra boa prática referente a essas etapas é não deixar os testes somente sob responsabilidade do corpo técnico, pois, dessa maneira, as etapas tendem a ser superdimensionadas e tendo seu custo elevado. Pensando ainda em redução de custos nessas etapas, todas as empresas relataram a importância dos testes virtuais, sejam eles simulação numérica através do método dos elementos finitos (MEF), realidade virtual (VR), realidade aumentada (AR) ou até mesmo dos conceitos mais modernos, como o do digital *twin*, ou gêmeo digital. O gêmeo digital, segundo Schleich (2017), é uma cópia digital de um produto físico. Essa versão digital funciona como uma simulação detalhada de objetos ou modelos de atuação, substituindo a criação de protótipos reais.

A multidisciplinariedade é outro fator de extrema importância que o DT agrega no PDP dessas empresas, pois está na multidisciplinariedade a capacidade de gerar ideias inovadoras no processo de ideação. Para que um produto seja desenvolvido, é necessário o envolvimento de diversas pessoas e setores dentro de uma companhia e, para que esse o processo seja bem-sucedido, todos os participantes devem estar

cientes dos seus papéis e da importância da sua colaboração para a construção do produto com um todo. É de extrema importância que esse seja um dos pilares da estratégia de inovação da empresa e é papel da direção garantir que isso aconteça, trabalhando com compartilhamento de informação e comunicação adequada para, assim, gerar o sentimento de pertencimento entre as equipes e colaboradores. Tão importante é a importância desse conceito que, quando maduro, passa a refletir até no processo de recrutamento e seleção de novos funcionários.

“Para eu criar um produto inovador, que atendam demandas do mercado, que gerem retorno e seja possível de construir, eu preciso de uma equipe multidisciplinar. E a estratégia da empresa tem que garantir essa necessidade”. (C1)

4.2 Barreiras

Os entrevistados entendem que parte das barreiras de implementação e uso do DT advêm do desconhecimento da metodologia. Para mitigar essas barreiras, as grandes empresas têm investido em capacitação de seus colaboradores, para, a partir disso, criar uma cultura inovadora que tem como um dos seus pilares o DT.

Contudo, esse investimento torna-se uma barreira quando empresas buscam no DT garantias de sucesso no PDP. O DT, como todo processo que busca inovação, não apresenta garantias de sucesso, a possibilidade da falha é inerente a essa busca. É muito complicado fazer com que empresas que apresentem a cultura do erro zero, aceitem uma metodologia que prega que errar faz parte do processo no desenvolvimento de um produto de sucesso.

“Outra barreira importante relacionada ao DT, é que é preciso encontrar maneiras mais simples de mostrar seu valor. Por ser algo que possa ser muito diferente da realidade de muitas pessoas, é preciso adaptar o discurso para que seja implementado.” (D1)

Destaque-se ainda que o resultado da implementação do DT é de difícil mensuração, o que dificulta o cálculo do retorno sobre o investimento. Em empresas onde o investimento em inovação ainda não é feito de maneira estruturada, mas sim de maneira pontual, investir na implementação do DT pode ser considerado um risco, já que seus resultados talvez só possam ser percebidos a longo prazo.

“É preciso que o investimento em inovação faça parte do planejamento estratégico da empresa, seja contínuo e pensado a longo prazo”. (C1)

Outro achado indica que uma das premissas do DT é a cocriação; quando analisado por essa premissa, as empresas apresentam dificuldades em dois grandes pontos: como engajar pessoas e a participação de grupos multidisciplinares, sendo eles de marketing, negócios e engenharia. Para que o resultado seja efetivo, o método exige que todos os envolvidos no PDP tenham voz, entendam e participem de todo o processo de desenvolvimento. Conforme apurado, quando essa prática não faz parte da visão estratégica da empresa, cada setor tende a se responsabilizar por apenas o que lhe cabe como atribuição técnica. Assim, muitas vezes, setores diferentes possuem indicadores de resultados conflitantes, o que torna o processo complexo e marcado pelo baixo comprometimento para com o resultado final. Com efeito, sem a multidisciplinariedade, o processo de ideação parece se tornar inefetivo. E isso iria refletir na utilização do DT como um todo, pois é na etapa de ideação onde o DT de fato começa a apresentar seus resultados.

Outra barreira correlacionada à implementação do DT está no alinhamento do tempo necessário para a realização das etapas necessárias, com o timing de desenvolvimento de certos produtos, conforme relata o entrevistado “A1”.

“Às vezes é difícil conciliar as etapas necessárias do DT com o timing de lançamento de um produto específico. Nossos produtos têm uma janela de lançamento apertada, pois precisam estar no mercado quando ocorrem as colheitas e cada cultura tem sua especificação.”

Conforme citado, produtos para os mercados agro possuem timing de desenvolvimento e lançamento bem específicos. Nesse contexto, algumas etapas do PDP acabam suprimidas do PDP.

5 DISCUSSÃO

A confrontação dos achados com a literatura, assim como com as contribuições teóricas, implicações gerenciais, as sugestões de futuros estudos e as limitações do estudo são apresentadas neste capítulo.

Os achados sugerem que boa parte dos benefícios da implementação do DT vêm da mudança de filosofia da empresa, que passa a ter o cliente no centro do negócio e os impactos gerados nas etapas do PDP a partir dessa mudança. Esse fator, quando alinhado ao planejamento técnico e estratégico das empresas, gera resultados inovadores. Essa conclusão vai ao encontro do conceito de desejabilidade, viabilidade e praticabilidade apresentado por Plattner (2010). De forma geral, a viabilidade diz respeito à capacidade de uma solução gerar retorno financeiro, praticabilidade considera se é tecnologicamente possível realizar o que está sendo proposto e, por último, a desejabilidade está correlacionada ao quanto as pessoas querem aquilo e a importância do problema que a solução resolve. Esse conceito também pode ser observado na matriz de gestão de risco de inovação “real, *win*, *Worth*”, apresentada por Day (2007), na qual “real” diz respeito se existe um mercado que necessita da solução, se existe compradores suficiente, “*win*” se é possível criar um produto competitivo frente aos concorrentes e, por último, se o produto vai gerar retorno financeiro.

As descobertas contribuem ao indicar uma melhor definição de escopo, o que ajuda a evitar erros nas etapas posteriores (FONSECA, 2010). Conforme o Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (PMBOK), um dos motivos para o insucesso no desenvolvimento de produtos está na má definição do escopo. Sendo essa considerada a etapa mais crítica, pois os erros cometidos na definição do escopo interferem automaticamente nas demais atividades subsequentes (DIAS; GUSMÃO, 2014). Cumpre destacar que a falha em definir um bom escopo impactará negativamente no custo de um projeto ou no não atendimento das demandas do cliente (DUARTE, 2018). Contudo, um escopo bem definido não é garantia de sucesso em um projeto, mas reduz as incertezas e faz com que o projeto tenha maiores chances de sucesso. Isso reforça o conceito do erro de aprovação. Segundo Kotler (2000), o erro de aprovação acontece quando a empresa permite que uma ideia ruim chegue às etapas de desenvolvimento e comercialização. Sendo assim, é importante fazer com que mudanças ocorram nessas fases iniciais do desenvolvimento, quando

o custo das alterações é menor. Estima-se que são possíveis reduções de mais de 50% no tempo de lançamento de um produto, quando os problemas de projeto são identificados e resolvidos com antecedência (ROZENFELD *et al.*, 2006).

Outro achado importante está relacionado à barreira de conhecimento da metodologia, pois parece ainda haver um desconhecimento teórico do DT, das suas ferramentas e benefícios (SANTOS, 2007; KIMBELL, 2011). Outro fato a ser destacado é aversão a risco de certas indústrias (SANDBERG E AARIKKA-STENROOS. 2014). O DT prega a quebra desse paradigma, podendo gerar um conflito cultural. A mitigação desse conflito demanda metodologias mais estruturadas (LIEDTKA, 2017, CARLGREN, 2016).

6 CONCLUSÃO

Apesar de ser foco de estudos desde a década de 60, o DT ainda é relativamente desconhecido das indústrias mais tradicionais no Brasil. Esse desconhecimento faz com que empresas apresentem um preconceito sobre o que é a metodologia. Porém, com o mercado exigindo cada vez mais dessas empresas e a alta taxa de insucesso nos produtos desenvolvidos, as empresas acabam buscando no DT uma maneira de criar produtos mais inovadores e se manterem competitivas no mercado. Para isso se fazem necessários investimentos em capacitação e sensibilização. Porém, isso ainda não é o suficiente, pois após a implementação do DT, há um choque cultural que precisa ser enfrentado, já que essas empresas apresentam uma grande aversão ao risco e não há inovação sem investimento e riscos.

Essas contribuições lançam luzes a respeito da forma como o DT pode ser abordado, para que assim haja uma maior aderência da metodologia por indústrias mais conservadoras.

Com base nos achados, o DT pode ser mais que uma ferramenta que auxilia na capacidade de inovação no PDP das empresas, mas também na redução de incertezas dos projetos e na gestão de riscos no processo de PD&I. Dessa maneira, a implementação do DT pode aprimorar investimentos em inovação e mitigar os riscos do desenvolvimento de um produto que não teria aderência ao mercado. Isso se daria pela capacidade do DT gerar diferentes cenários durante o processo de desenvolvimento, bem como que esses cenários sejam testados continuamente, a fim de reduzir as taxas de insucesso de um produto. Uma melhor quantificação dos resultados do DT permitiria uma mais precisa avaliação do retorno sobre o investimento feito, ajudando, assim, a mitigar resistências ao seu uso.

Um ponto que vale salientar sobre a aplicação do DT no processo de desenvolvimento de produtos, é que a metodologia promove a experimentação do erro na fase de concepção, já que grande parte dos produtos são normatizados e a falha na utilização dos produtos após o lançamento pode gerar consequências irreversíveis.

Quando analisado a importância desse trabalho para o curso de engenharia mecânica, percebe-se que o DT é um tema que apresenta relevância acadêmica para os alunos, pois aborda temas que por vezes não são trabalhados durante a

graduação, mas estão sendo discutidos no ambiente profissional de grandes empresas como as apresentadas nesse estudo.

REFERÊNCIAS

- ALDAVE, A.; VARA, J. M.; GRANADA, D.; MARCOS, E. Leveraging creativity in requirements elicitation within agile software development: a systematic literature review. **Journal of Systems and Software**, 2019. 110396. doi:10.1016/j.jss.2019.110396
- ASIMOW, Morris. **Introdução ao projeto de engenharia**. Mestre Jou, 1968.
- AZAMBUJA, Maria Júlia Kurth. **A aplicação do *design thinking* no desenvolvimento de inovação**. 2011.
- BAHIANA, Carlos. **A importância do *design* para sua empresa**: CNI, COMPI, SENAI/DR-RJ. Brasília, 1998.
- BARBOSA, Bruna Crespo; DE PAULA, Istefani Carisio. **Desenvolvimento de um produto alimentício utilizando técnicas e ferramentas do *Design Thinking***. 2017.
- BAXTER, Mike. **Projetos de produtos**: guia prático para o *design* de novos produtos. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.
- BEZERRA, Charles. **O *designer* humilde**: Lógica e Ética Para Inovação. São Paulo: Rosari, 2008.
- BONINI, L; SBRAGIA, R. O modelo de *design thinking* como indutor da inovação nas empresas: um estudo empírico. **Revista de Gestão E Projetos-GeP**, p. 3-26, 2011. Disponível em: <http://www.revistagep.org/ojs/index.php/gep/article/view/36>. Acesso em: 15 abr. 2020.
- BROWN, Tim. ***Design Thinking***. **Harvard Business Review**, 2008.
- BROWN, Tim. ***Design Thinking***: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- BROWN, Tim; KATZ, Barry. Change by *design*. **Journal of product innovation management**, v. 28, n. 3, p. 381-383, 2011.
- BURDICK, A; WILLIS, H. Digital learning, digital scholarship and *design thinking*. ***Design Studies***, 2011.
- CARLGREN, L.; RAUTH, I.; ELMQUIST, M. Framing *design thinking*: the concept in idea and enactment. **Creativity and Innovation Management**, v. 25, n. 1, p. 38–57, 2016. doi:10.1111/caim.12153
- CARVALHO, L.; GOODYEAR, P. *Design*, learning networks and service innovation. ***Design Studies***, n. 55, p. 27–53, 2018. doi:10.1016/j.destud.2017.09.003
- CHENG, Lin Chih; FILHO, Leonel Del Rey de Melo. **QFD**: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. São Paulo: Blucher, 2007.

CHRISTENSEN, Clayton. **O dilema da inovação**: quando as novas tecnologias levam empresas ao fracasso. M.Books, 2011.

CORBIN, J. M.; STRAUSS, A. Grounded theory research: Procedures, canons, and evaluative criteria. **Qualitative Sociology**, v. 13, n. 1, p. 3–21, 1990.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. **Basics of qualitative research**: techniques and procedures for developing grounded theory. London: Sage Publications, 2007.

CRUZ JUNIOR, Augusto de Toledo; CARVALHO, Marly Monteiro de. Obtenção da voz do consumidor: estudo de caso em um hotel ecológico. **Production**, v. 13, n. 3, 2003. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/prod/a/bTKCmh6t3VPHW3rgcWVW5gs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 29 maio. 021. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132003000300008>.

DAY, George. “Is it real? Can we win? Is it worth it? Managing risk and reward in an innovation portfolio”. Provides two tools, including the R-W-W screen, companies can use to undertake a systematic, disciplined review of their innovation portfolios and increase the proportion of major innovations while carefully managing the risk. **Harvard Business Review**, 2007.

DE WAAL, G. A.; KNOTT, P. Innovation tool adoption and adaptation in small technology-based firms. **International Journal of Innovation Management**, v. 17, n. 03, 2013.

DIAS, Renne; GUSMÃO, Thatiany. **Má definição do escopo causa falha em projetos de construção e montagem**. 2014. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/ma-definicao-do-escopo-causa-falha-em-projetos/>. Acesso em: 17 maio 2020.

DOBRIGKEIT, Franziska; DE Paula, Danielly. **The best of three worlds**: the creation of innodev a software development approach that integrates *design* thinking, scrum and lean startup. 2017.

DRUCKER, Peter. **Inovação e o espírito empreendedor**: Prática e princípios. São Paulo: Pioneira, 2003.

DUARTE, Jefferson. **Gerenciamento do escopo do projeto**: PMBOK. 6. ed. 2018. Disponível em: <https://pmkb.com.br/artigos/gerenciamento-do-escopo-do-projeto-pmbok-6a-edicao/>. Acesso em: 23 maio 2020.

EL MARGHANI, Viviane Gaspar Ribas. **Modelo de processo de *design* no nível operacional**. 2010. Tese (Curso de Engenharia Mecânica e Aeronáutica, área de Produção) - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2010.

EISENHARDT, K. M. Building Theories from Case Study Research. **The Academy of Management Review**, v. 14, n. 4, p. 532, 1989.

FILHO, Eduardo Romeiro. **Projeto do produto**: Apostila do Curso. 8. ed. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2006.

FILHO, J. Análise da aplicação da metodologia *design thinking* na proposição de soluções de problemas de infraestrutura da região metropolitana do Rio de Janeiro. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2020.

FONSECA, Franklin. **Falhas no gerenciamento de projetos**. 2010. Disponível em: http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/972. Acesso em: 11 abr. 2020.

GRIFFIN, Abbie. Decisões de produto e o papel do marketing no desenvolvimento de novos produtos. In: CZINKOTA, Michael R. **Marketing: as Melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman Companhia, 2001.

GRÜTZMANN, A.; ZAMBALDE, A. L.; BERMEJO, P. H. S. Inovação, desenvolvimento de novos produtos e as tecnologias internet: estudo em empresas brasileiras. **Gestão & Produção**, v. 26, n.1, 2019. <https://doi.org/10.1590/0104-530X1451-19>

GUNDLING, Ernest. **The 3M way to innovation: balancing people and profit**. New York: Kodansha America, 2000.

HARMSSEN, Kanne; GRUNERT, Klaus G; BOVE, Karsten. Company competencies as a network: the role of product development. **Journal of Product Innovation Management: an international publication of the product development & management association**, 2000.

HIRSCHMAN, E. Humanistic inquiry in marketing research: philosophy, method, and criteria. **Journal of Marketing Research**, v. 23, p. 237–249, 1986.

KIMBELL, L. (2011). Rethinking *design thinking*: part I. **Design and Culture**, v. 3, n.3, 285-306

KOTLER, Philip. **Marketing para o século XXI: como criar, conquistar e dominar mercados**. São Paulo: Futura, 2000.

KOTLER, Philip; TRIAS, Fernando. **A bíblia da inovação**. Casa Da Palavra, 2011.

LIEDTKA, J., SALZMAN, R., AZER, D. Democratizing innovation in organizations: teaching *design thinking* to non-*designers*. **Design Management Review**, v. 28, n. 3, 2017, p. 49–55. doi:10.1111/drev.12090

MARTINS, Flavio de Oliveira Coelho; ALMEIDA, Maria Fatima Ludovico de; CALILI, Rodrigo Flora. **Design thinking aplicado a projetos de casas inteligentes: modelo para geração e seleção de concepções baseadas em soluções tecnológicas inovadoras**. ALTEC: México, 2017.

MATTOS, João Roberto Loureiro; GUIMARÃES, Leonam dos Santos. **Gestão da tecnologia e inovação: uma abordagem prática**. São Paulo: Saraiva, 2005.

MILES, M. B.; HUBERMAN, A. M. **Qualitative data analysis: an expanded sourcebook**. Oaks, USA: SAGE Publications, 2004.

- MORALES, Luis Rodriguez. **Diseño estratégia y táctica**. México DF: Ed. Diseño y Comunicacion, 2006.
- MUNDIM, Ana Paula Freitas *et al.* Aplicando o cenário de desenvolvimento de produtos em um caso prático de capacitação profissional. **Gestão e Produção**, v. 9, 2002.
- NUNES, Manuel José Lopes. **Metodologias de desenvolvimentos de novos produtos industriais**. Tese (Escola de Engenharia) - Universidade do Minho, Braga – Portugal, 2004.
- OECD. Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual de Oslo**: proposta de diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação tecnológica. FINEP. 2005.
- PADILHA, Ivan. **A inovação pode estar na superfície**. 2009. Disponível em: <http://epocanegocios.globo.com/Revista/Common/0,,EMI108789-17453,00-A+INOVACAO+PODE+ESTAR+NA+SUPERFICIE.html>. Acesso em: 14 jun. 2020.
- PAHL, G.; BEITZ, W. **Engineering Design**: a systematic approach. Tradução Ken Wallace e Lucienne Blessing. Berlin, Springer Verlag, 1996.
- PAHL, Gerhard; BEITZ, Wolfgang; FELDHUSEN, Jörg. **Projeto na engenharia**. São Paulo: Blucher, 2005.
- PATTON, M. **Qualitative research & evaluation methods**. Saint Paul, USA: Sage Pubns, 2002.
- PAZMINO, Ana Veronica Paz y Mino. **Modelo de ensino de métodos de design de produtos**. 2010. Tese (Doutorado - Departamento de Artes e Design) - Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2010.
- PINHEIRO, Tennyson. **Design thinking Brasil**: empatia, colaboração e experimentação para pessoas, negócios e sociedade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- PLATTNER, H; MEINEL, C; LEIFER, L. **Design thinking**. Berlin: Springer, 2011.
- PLATTNER, H.; MEINEL, C.; LEIFER, L. **Design thinking**: understand - improve - apply. New York: Springer. 2010
- PUGH, Stuart. **Total design**: integrated methods for successful product engineering. Addison-Wesley, 1991.
- RATCLIFFE, J. **Steps in a design thinking process**. 2009. Disponível em: https://dschool.stanford.edu/groups/k12/wiki/17cff/Design_Process_Steps.html. Acesso em: 21 jun. 2020.
- REJEB, Helmi Ben *et al.* Measuring innovation best practices: improvement of an innovation index integrating threshold and synergy effects. **Technovation**, p. 838-854, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.08.005>

ROCHA, Alexandre *et al.* Aplicação da abordagem do *design thinking* em um projeto de desenvolvimento de produto de tecnologia assistiva. *In: XXXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Anais...* Fortaleza, 2015.

ROWE, Peter. ***Design Thinking***. MIT Press, Boston, 1991.

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

SALDAÑA, J. **The coding manual for qualitative researchers**. Oaks, USA: Sage, 2015.

SANDBERG, B.; AARIKKA-STENROOS, L. What makes it so difficult? A systematic review on barriers to radical innovation. **Industrial Marketing Management**, v. 43, n. 8, p. 1293–1305, 2014. doi:10.1016/j.indmarman.2014.08.003

SANTOS, Luany. 2007. Disponível em:
http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_245_418_32172.pdf. Acesso em: 21 fev. 2021.

SCHLEICH, Benjamin; ANWER, Nabil; MATHIEU, Luc; WARTZACK, Sandro. Shaping the digital twin for *design* and production engineering. **CIRP Annals - Manufacturing Technology**, Elsevier, v. 66, n. 1, 2017. ff10.1016/j.cirp.2017.04.040ff. ffhal-01513846

SENHORAS, Elói Martins; TAKEUCHI, Kelly Pereira; TAKEUCHI, Katiuchia Pereira. Gestão da Inovação no Desenvolvimento de Novos Produtos. *In: IV SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, Anais...* Resende - RJ, 2007.

SIMON, Herbert A. **The sciences of the artificial**. MIT Press, 1969.

TAKAHASHI, Sérgio; TAKAHASHI, Vania Passarini. **Gestão de Inovação de produtos**: estratégia, processo, organização e conhecimento. Rio de Janeiro: Campus, 2007.

TIDD, Joe; BESSANT, John R.; PAVITT, K. **Managing Innovation**: integrating technological, market and organizational change. Chichester: Wiley, 2005.

TOLEDO, José Carlos; FREIXO, Osvaldo Magno. Gestão de Custos no Planejamento e desenvolvimento de Produtos: a contribuição da engenharia do valor e do target costing. *In: 2º CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO, Anais...* 2000.

ULRICH, K. T.; ELLISON, D. J. Beyond make-buy: internalization and integration of *design* and production. **Production and Operations Management**, v. 14, n. 3, p. 315–330, 2009. doi:10.1111/j.1937-5956.2005.tb00027.x

VIANNA, Maurício *et al.* **Design thinking**: inovação em negócios. Rio de Janeiro: MJV Press, 2011.

VON HIPPEL, E. Lead users: a source of novel product concepts. **Management Science**, v. 32, n.7, p. 791–806, 1986. doi:10.1287/mnsc.32.7.791, JSTOR 2631761

WELSH, M. Ann; DEHLER, Gordon E. Combining Critical Reflection and *Design Thinking* to Develop Integrative Learners. **Journal of Management Education**, p. 771–802, 2012. DOI: 10.1177/1052562912470107.

YIN, R. K. **Case study research: design and methods**. Thousand Oaks, USA: Sage Publications, 2009.

XAVIER, T. R *et al.* Estudo do desenvolvimento regional na administração: uma análise da produção científica internacional e dos “hot-topics”. In: XXXVI ENCONTRO DA ANPAD, **Anais...** 2012, Rio de Janeiro, 2012.