

UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Rodrigo Antônio Vicentini

**PROCEDIMENTO PARA CUSTOMIZAÇÃO DE MODELO HÍBRIDO
PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

Prof. Dra. Creusa Sayuri Tahara Amaral
Orientadora

Araraquara, SP – Brasil
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

V682p Vicentini, Rodrigo Antonio

Procedimento para customização de modelo híbrido para o processo de desenvolvimento de produtos/Rodrigo Antonio Vicentini. – Araraquara: Universidade de Araraquara, 2019.
92f.

Dissertação (Mestrado) - Mestrado Profissional em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara - UNIARA

Orientador: Profa. Dra. Creusa Sayuri Tahara Amaral

1. Processo de desenvolvimento de produto. 2. Arvore da realidade atual. 3. Melhoria de processo. 4. Gerenciamento ágil de projetos. 5. Modelos Híbridos. I. Título.

CDU 62-1

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

VICENTINI, R.A. **Procedimento para customização de modelo híbrido para o processo de desenvolvimento de produtos**. 2019. 92f. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade de Araraquara, Araraquara-SP.

ATESTADO DE AUTORIA E CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Rodrigo Antônio Vicentini

TÍTULO DO TRABALHO: Procedimento para customização de modelo híbrido para o processo de desenvolvimento de produtos.

TIPO DO TRABALHO/ANO: Dissertação / 2019.

Conforme LEI Nº 9.610, DE 19 DE FEVEREIRO DE 1998, o autor declara ser integralmente responsável pelo conteúdo desta dissertação e concede a Universidade de Araraquara permissão para reproduzi-la, bem como emprestá-la ou ainda vender cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação pode ser reproduzida sem a sua autorização.


Assinatura Aluno(a)

Rodrigo Antônio Vicentini

Universidade de Araraquara – UNIARA

Rua Carlos Gomes, 1217, Centro. CEP: 14801–340, Araraquara-SP

Email (do autor): rodricvicentini@gmail.com



UNIVERSIDADE DE ARARAQUARA - UNIARA
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Engenharia de Produção da Universidade de Araraquara – UNIARA – para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de Concentração: Gestão Estratégica e Operacional da Produção.

NOME DO AUTOR: **RODRIGO ANTÔNIO VICENTINI**

TÍTULO DO TRABALHO:

"PROCEDIMENTO PARA CUSTOMIZAÇÃO DE MODELO HÍBRIDO PARA O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS."

Assinatura do(a) Examinador(a)

Conceito

Prof(a). Dr(a). Creusa Sayuri Tahara Amaral (orientador(a))
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado () Reprovado

Prof(a). Dr(a). José Luis Garcia Hermosilla
Universidade de Araraquara - UNIARA

Aprovado () Reprovado

Prof(a). Dr(a). Daniel Jugend
Universidade Est. Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP

Aprovado () Reprovado

Versão definitiva revisada pelo(a) orientador(a) em: 11 / 12 / 19

Prof(a). Dr(a). Creusa Sayuri Tahara Amaral (orientador(a))

Ao meu eterno e amado pai Antonio Vicentini

AGRADECIMENTOS

Ao longo desses dois anos, tive o privilégio de trabalhar com profissionais exemplares. Foi uma jornada de muito trabalho e aprendizado, em que evolui muito como pessoa e profissional. Diversas pessoas contribuíram para a realização deste trabalho; caso esqueça de alguém, meus sinceros agradecimentos a todos.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus e a Nossa Senhora Aparecida, pela saúde, força e por me acompanharem ao longo desse árduo trabalho.

À Professora Sayuri, minha Orientadora, por nunca ter desistido de mim e do nosso trabalho, uma pessoa maravilhosa que sempre me incentivou a nunca desistir. Mesmo nos momentos mais difíceis que enfrentamos ao longo dessa jornada, sempre encontrava uma saída para lidarmos com todos os tipos de problemas.

Ao Professor Daniel Amaral, por ter apontado o caminho a percorrer, por ser alguém que motiva as pessoas a darem o máximo de si para realizarem grandes trabalhos, que sempre enxerga o bem nos outros e compartilha todo seu conhecimento de forma abnegada.

Ao meu amigo Gilson, pelas trocas de ideias e compartilhamento de conhecimento ao longo deste trabalho.

À minha querida esposa e eterna companheira Carmela, pela paciência em minha ausência e por sempre estar ao meu lado me incentivando até o último minuto para concluir este trabalho.

A toda a equipe JUMIL, pela participação e apoio na realização deste trabalho.

*“Se você não consegue explicar algo de forma simples,
você não entendeu suficientemente bem”*

Albert Einstein

RESUMO

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) situa-se na interface entre a empresa e o mercado, conferindo-lhe a tarefa de identificação e soluções para as necessidades do mercado. A velocidade com que os produtos são desenvolvidos e inseridos no mercado é atualmente um diferencial em um ambiente cada vez mais competitivo, devido à alta taxa de mudanças tecnológicas, maior nível de exigência dos clientes e necessidade de atendimento a seus requisitos. O tempo de desenvolvimento, o custo e a qualidade provaram ser fatores críticos para o PDP, assim como a preocupação com defeitos em produtos recém-lançados. Nesse ambiente de desenvolvimento de produtos, as incertezas são constantes, requerendo a identificação de efeitos indesejáveis (EIs) e ações para a sua melhoria. A aplicação de um método para o diagnóstico na identificação de EIs auxilia a compreensão dos fatores internos e externos que podem influenciar o PDP. Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo apresentar a aplicação do método ARA (árvore da realidade atual) para o diagnóstico de problemas no PDP e, a partir do método, propor soluções de melhorias para o processo, considerando uma matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos (GP). Para isso, foi realizado um estudo de caso em uma empresa fabricante de implementos agrícola da região de Ribeirão Preto/SP. A aplicação da ARA permitiu a identificação dos principais EIs e das causas raízes do PDP da empresa, que foram analisados em conjunto com a matriz morfológica de práticas de GP. A análise permitiu a escolha das melhores práticas e a configuração de um modelo híbridos de PDP. Espera-se que a aplicação do procedimento contribua para alavancar o desenvolvimento da empresa estudada e sirva como exemplo para outras empresas, que necessitam de mais eficiência em seu processo de desenvolvimento de novos produtos.

Palavras-chave: Processo de desenvolvimento de produto. Árvore da realidade atual. Melhoria de processo. Gerenciamento ágil de projetos. Modelos híbridos.

ABSTRACT

The product development process (PDP) is located at the interface between the company and the market, giving it the task of identifying and solving market needs. The speed with which products are developed and introduced in the market is currently a differential in an increasingly competitive environment, due to the high rate of technological changes, higher level of customer demand and meeting their requirements. Development time, cost and quality have proven to be critical factors for PDP, as well as the concern with defects in newly launched products. In this product development environment, uncertainties are constant, requiring the identification of undesirable effects (IEs) and actions to improve them. The application of a method to identify IEs helps to understand the internal and external factors that may influence PDP. Given this context, this paper aims to present the application of the Current Reality Tree (ARA) method for the diagnosis of problems in PDP, and based on it, propose solutions for process improvements, considering the morphological matrix of project management practices. For this, a case study of an applied nature will be carried out in a company manufacturer of agricultural implements of Ribeirão Preto/SP region. The application of ARA allowed the identification of the main IEs and the root causes of the company's PDP, which were analyzed together with the morphological matrix of GP practices. The analysis allowed the choice of best practices and the configuration of a hybrid PDP model. It is expected that the application of the procedure will contribute to leverage the development of the studied company and serve as an example for other companies that need more efficiency in their process of developing new products.

Keywords: *Product development process. Current reality tree. Process improvement. Agile project management. Hybrid models.*

Lista de Figuras

Figura 1 – Distribuição das empresas de máquinas e implementos agrícolas no Brasil.	13
Figura 2 – O sistema de ideia de lançamento de produtos da próxima geração.....	19
Figura 3 – Visão geral das etapas do desenvolvimento de novos produtos.	23
Figura 4 – Processos relacionados com o desenvolvimento de produtos.....	24
Figura 5 – Modelo diacrônico de métodos de desenvolvimento de produtos.	26
Figura 6 – Modelo genérico de desenvolvimento de novos produtos de Cooper.....	28
Figura 7 – A próxima geração do <i>stage-gate</i> de Cooper.	30
Figura 8 – Exemplo de ARA.	33
Figura 9 – Exemplo de aplicação da ARA.	36
Figura 10 – Estrutura do <i>Scrum</i>	37
Figura 11 – Triângulo de ferro invertido.	38
Figura 12 – Distribuição dos métodos gerenciais utilizados segundo os participantes da pesquisa.	42
Figura 13 – Abordagem de gerenciamento de projetos, dependendo do grau de inovação.	43
Figura 13 – Fases da pesquisa.	46
Figura 14 – Etapas para a condução do estudo de caso.....	46
Figura 15 – Modelo de referência para o PDP da empresa JMR.	49
Figura 16 – Atividades realizadas no estudo de caso.	50
Figura 17 – Distribuição das ocorrências dos EIs no PDP.....	51
Figura 18 – Porcentagem de distribuição das ocorrências dos EIs por área.....	51
Figura 19 – Preparação dos EIs para a elaboração da ARA.....	52
Figura 20 – Primeira versão da ARA.	53
Figura 21 – Versão final da ARA.....	54
Figura 22 – Instrumentos que compõem a ferramenta de Bianchi.....	57
Figura 23a – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos.....	59
Figura 23b – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos.	60
Figura 24 – Proposta de modelos híbridos para o PDP.....	62
Figura 25 – Representação do modelo de referência para PDP atualizado	71

Lista de Quadros

Quadro 1 – Comparação dos métodos de construção da ARA.....	34
Quadro 2 – Características que diferem a abordagem ágil da tradicional.	41
Quadro 3 – Distribuição das indústrias por segmento	43
Quadro 4 – Distribuição dos métodos de acordo com as empresas respondente.	44
Quadro 5 – Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção.	45
Quadro 6 – Programação de reuniões para a discussão da ARA.	56
Quadro 7 – Parâmetros de diferenciação entre as abordagens tradicional e ágil de gestão de projetos.	58
Quadro 8 – Seleção de práticas a partir dos efeitos indesejáveis.	63
Quadro 9 – Fase 1: Pesquisa/Esopo – atividades e responsabilidades.	64
Quadro 10 – Fase 2: Conceito – atividades e responsabilidades.	65
Quadro 11 – Fase 3: Detalhamento/Protótipo – atividades e responsabilidades.	66
Quadro 12 – Fase 4: Validação – atividades e responsabilidades.	67
Quadro 13 – Fase 5: atividades e responsabilidades.	69

Lista de Abreviaturas e Siglas

ARA – Árvore de realidade atual

EIs – Efeitos indesejáveis

GAP – Gerenciamento ágil de projetos

GP – Gerenciamento de projetos

MIAs – Máquinas e implementos agrícolas

PDP – Processo de desenvolvimento de produto

TOC – Teoria das restrições

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.2	Problema de Pesquisa	17
1.3	Objetivo do trabalho	17
1.4	Justificativa	17
1.5	Estrutura do Trabalho	20
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1	Gestão do processo de desenvolvimento de produto	22
2.1.1	Modelos de referência para o PDP	25
2.1.2	Modelo <i>stage-gate</i>	27
2.1.3	Principais problemas do PDP	30
2.2	Método de diagnóstico do PDP: árvore da realidade atual (ARA)	32
2.3	Gerenciamento ágil de projetos (GAP)	36
2.4	Modelos híbridos de gerenciamento de projetos	39
3	METODOLOGIA	45
3.1	Classificação da pesquisa	45
3.2	Protocolo para o Estudo de Caso	46
4	ESTUDO DE CASO.....	49
4.1	Etapas do estudo de caso	49
4.2	Preparar e conduzir as reuniões	50
4.3	Formular os EIs.....	50
4.4	Associar os EIs, validar a ARA e propor melhorias	52
4.5	Validação da ARA	55
4.6	Ferramenta para criação de modelos híbridos de gestão de projetos.....	56
4.7	Proposta de modelos híbridos para o PDP da empresa JMR.....	61
4.8	Modelo de referência para o PDP atualizado com as práticas ágeis.....	64
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES.....	72
	REFERÊNCIAS	75
	APÊNDICE A – Roteiro das entrevistas.....	82
	APÊNDICE B: Lista de Efeitos Indesejáveis	87
	ANEXO A – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos genérica (BIANCHI, 2017)	91

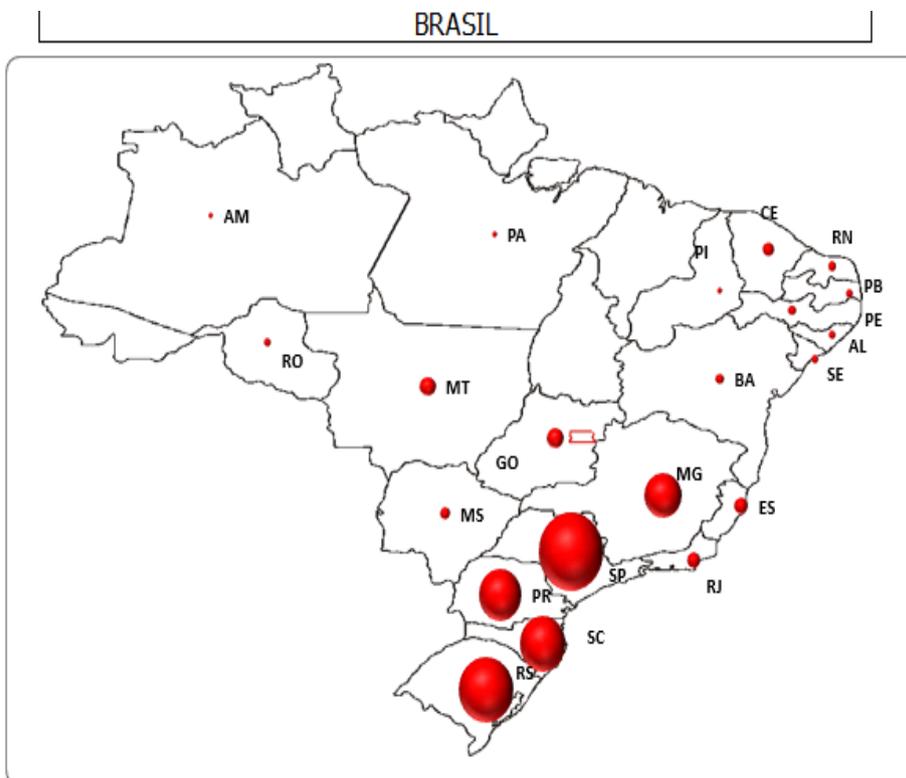
1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica vem se intensificando na indústria de máquinas e implementos agrícolas (MIAs) desde o seu surgimento e tomou proporções significativas nas últimas décadas. Nos últimos anos, porém, a inovação nessa área está assumindo um caráter mais radical diante das novas perspectivas abertas pela indústria 4.0, como o avanço da automação no campo, a computação nas nuvens, drones e outras tecnologias que prometem gerar uma nova revolução do trabalho no campo (VIAN et al., 2013).

A evolução da indústria de MIAs se deu efetivamente nos últimos 20 anos, após a abertura unilateral da economia brasileira em 1990. Desde então, o setor evoluiu em desenvolvimento de inovação e tecnologia, destacando-se nesse processo a importância atribuída às grandes empresas e seu departamento de pesquisa e desenvolvimento (P&D), contribuindo para a dinâmica competitiva do setor (LIMA; SANTOS; AMATO NETO, 2017).

A grande maioria das indústrias brasileiras de MIAs de base tecnológica mais sofisticadas se concentra no eixo Sul-Sudeste do país com destaque para São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, como evidencia a Figura 1.

Figura 1 – Distribuição das empresas de máquinas e implementos agrícolas no Brasil.



Fonte: Lima, Santos e Amato Neto (2017, p. 9).

As indústrias de MIAs no Brasil são compostas por uma ampla diversidade de organizações produtivas, compreendendo desde pequenas e médias até grandes empresas, de simples oficinas com processos semiartesanais até fábricas complexas que se utilizam de equipes especializadas em projetos para desenvolvimento de novas tecnologias e laboratórios sofisticados para homologação de produtos (LIMA; SANTOS; AMATO NETO, 2017). A grande maioria caracteriza-se por ter uma gestão familiar ou estar em fase de transição para uma gestão profissional; tem como foco a diversificação de seus produtos e inovações adaptativas; e apresenta a necessidade de desenvolver soluções específicas para atender a uma grande variedade de tipos de lavouras, solo, topografia, condições climáticas e mão de obra rural no país (ROMANO, 2003; BERGAMO, 2014).

A partir do século XXI, o mercado de máquinas agrícolas no Brasil tem apresentado grandes oportunidades de crescimento para as empresas que desenvolvem e manufacturam equipamentos para o setor. No entanto, as grandes empresas internacionais do setor também identificaram essa demanda no país e vêm, cada vez mais, introduzindo seus produtos com tecnologia de ponta no mercado brasileiro, implicando em maior competitividade e participação de mercado (MANO; TOLEDO, 2011).

A indústria brasileira de MIAs tem demonstrado dificuldades em sua gestão de projetos de novos produtos, já que essas atividades são em geral realizadas informalmente, apresentando deficiências e falhas ao longo de todo o processo de desenvolvimento do produto (ROMANO, 2003; BERGAMO, 2014).

Um levantamento realizado no Estado de São Paulo (BRASIL, 2010) apontou que a maioria das empresas fabricantes de MIAs são empresas familiares que possuem um baixo nível de maturidade em seu processo de desenvolvimento de produtos (PDP). O levantamento apontou também que as principais deficiências são: (1) a ausência de documentação que define as atividades de PDP, sendo o processo realizado de modo informal de acordo com as experiências dos responsáveis; e (2) foco no desenvolvimento de projetos derivativos (aperfeiçoamento de produtos existentes) e não na inovação total do produto (TOLEDO; SIMÕES, 2010).

Com o avanço da tecnologia no setor de MIAs e a alta competitividade no mercado, as empresas do setor estão sendo forçadas a adotar novas ferramentas e metodologias para o gerenciamento de projetos (GP) de desenvolvimento e novos produtos (MALAGUTTI; NOVASKI; SANTOS, 2010).

Uma pesquisa realizada por Cooper (2019) com empresas de vários países e diferentes setores, mostra uma alta taxa de falha de novos produtos e um fraco desempenho de inovação. Estima-se que cerca de 40% dos novos produtos apresentam falha em seu lançamento, mesmo depois de todo o trabalho de desenvolvimento e testes concluídos; e que, de cada 7 a 10 conceitos de novos produtos, apenas um é um sucesso comercial e apenas 13% das empresas relatam que seus esforços totais em desenvolvimento de novos produtos atingem seus objetivos de lucro (COOPER, 2019). A partir disso, as empresas sofrem com perdas econômicas devido às falhas no PDP, bem como com crises de imagem devido a problemas de produtos que falharam após o lançamento (KIM; SUN-WOONG; SAWNG, 2016).

As empresas se veem obrigadas a melhorar a gestão do PDP em ritmo acelerado, no qual novas exigências, como a redução do ciclo de vida dos produtos (CARRILLO; FRANZA, 2006; ROZENFELD et al., 2006; ORTT; DUIN, 2008) e, conseqüentemente, a aceleração da inovação de novos produtos são objetivos constantes (COSTA, 2010).

De acordo com Costa (2010, p.18),

acompanhar as exigências desse novo cenário não foi e nem vem sendo atividade fácil para as empresas, o que é evidenciado pelo índice de produtos que fracassam após o seu lançamento, bem como durante o processo de desenvolvimento em si.

O PDP situa-se na interface entre a empresa e o mercado, o que lhe conferindo a tarefa de identificar e propor soluções que atendam às necessidades do mercado. Portanto a forma como o PDP é, desde o princípio, conduzido pode prevenir problemas como dificuldade de manufaturar o produto, empreender retrabalho, evitar desperdícios de material e tempo, custo elevado e o não atendimento ao solicitado pelo mercado (ROZENFELD et al., 2006).

O tempo gasto desde o início do projeto até o lançamento do produto, o custo e o atendimento do produto obtido conforme solicitado pelo mercado provaram ser fatores críticos para o sucesso das empresas (BAUCH, 2004), tanto quanto a preocupação com a prevenção de problemas, causados principalmente pelo desenvolvimento de produto complexos de serem manufaturados (CAMPOS, 2008).

A velocidade com que os produtos são desenvolvidos e colocados no mercado é hoje um grande diferencial para as empresas em um ambiente cada vez mais competitivo, devido principalmente à alta taxa de mudança tecnológica, ao maior nível de exigência dos clientes quanto à qualidade e atendimento a requisitos, aplicações específicas, assim como ao que diz respeito à diversificação de itens lançados pelas diferentes indústrias (CAMPOS, 2008).

No ambiente de desenvolvimento de produtos inovadores, as incertezas são constantes, pois parte significativa do projeto nunca foi feita antes. Assim, é muito importante nesse

contexto que a equipe do projeto tenha autonomia para tomada de decisões e mantenha uma interatividade constante com o cliente, tarefa que dificulta a obtenção de resultados satisfatórios utilizando as práticas tradicionais de gerenciamento de projetos (GP) nesse ambiente (AMARAL et al., 2011).

A adoção de um modelo de referência estruturado e adequado colabora e contribui para sanar a maioria das causas de insucesso apresentadas, uma vez que disciplina o processo de desenvolvimento de novos produtos (COOPER, 2008). Muitas empresas entendem a necessidade de se adotar um processo estruturado para o desenvolvimento de produtos, mas falham durante a fase de implementação. Mesmo empresas que já definiram um modelo de referência, muitas vezes não chegam ao resultado desejado quando colocam o processo em prática (COOPER, 2013).

Segundo Costa (2010), a realização de diagnóstico de processo auxilia na identificação de problemas e na compreensão dos fatores internos e externos que influenciam o PDP e de suas características. Os métodos de diagnóstico buscam identificar as falhas e os problemas que ocorrem ou podem ocorrer em um processo, sendo o diagrama Ishikawa e a árvore da realidade atual (ARA) os métodos mais aplicados. De acordo com estudos de Zanatta (2010), Costa, Amaral e Rozenfeld (2011), Lowalekar e Ravi (2017), a ARA se mostrou mais apropriada para a identificação de causas raízes de problemas e pode apresentar mais qualidade nos resultados.

Segundo Lowalekar e Ravi (2017), a ARA é uma ferramenta proveniente da teoria das restrições (TOC, do inglês *theory of constraints*) que inter-relaciona os problemas e falhas levantados chamados de “efeitos indesejáveis”, procurando, a partir de uma relação de causa e efeito, identificar suas causas raízes.

“A Árvore da Realidade Atual (ARA) é uma abordagem genérica para resolver as restrições ou pontos de gargalos de um processo ou sistema utilizando o senso comum, conhecimento intuitivo e lógico” (GOODRICH, 2008, p. 15 apud COSTA, 2010, p. 20).

Dada a competitividade no mercado brasileiro, desenvolver produtos inovadores deixou de ser a única preocupação das empresas, que também se preocupam em desenvolver produtos inovadores que sejam cada vez mais competitivos. Com isso, é necessário que o processo de desenvolvimento desses novos produtos seja repensado, para que eles possam superar as expectativas dos clientes.

1.1 Problema de Pesquisa

Considerando o contexto apresentado na introdução, este trabalho procura responder a seguinte questão: como configurar um modelo híbrido para o processo de desenvolvimento de produtos?

1.2 Objetivo do trabalho

Este trabalho tem como objetivo apresentar um procedimento para a configuração de um modelo híbrido para o processo de desenvolvimento de produtos (PDP) direcionado pela árvore da realidade atual (ARA) na seleção das melhores práticas de gerenciamento de projetos.

1.3 Justificativa

O desenvolvimento de novos produtos é um dos processos de maior risco na organização, porém também um dos mais importantes esforços das corporações modernas (COOPER, 2013). Atualmente, os novos produtos lançados nos últimos três anos respondem, em média, por 28% das vendas das empresas, um valor deveras expressivo (COOPER, 2017).

Segundo Cruz, Medeiros e Ribeiro (2012), as empresas devem estabelecer mecanismos e processos para o desenvolvimento de produtos que contemplem requisitos inovadores, cujas propostas na fase inicial (*front-end*) estejam alinhadas às necessidades do mercado; caso contrário, o custo despendido no desenvolvimento dos novos produtos pode não ter o retorno esperado, uma vez que o ciclo de vida do produto será provavelmente interrompido antes mesmo do ponto de equilíbrio ser alcançado.

Em um cenário em que a concorrência é acirrada, as empresas necessitam estabelecer mecanismos para impulsionar a velocidade de lançamento de produtos e assegurar que o PDP esteja alinhado com os anseios dos usuários finais do produto, para que a empresa continue viabilizando a manutenção e a ampliação da sua fatia de mercado (CRUZ; MEDEIROS; RIBEIRO, 2012).

No segmento de MIAs, as empresas de capital estrangeiro vêm investindo cerca de 20% do seu faturamento em P&D e vêm ano a ano ampliando seu percentual de vendas no mercado brasileiro, o que se deve principalmente ao lançamento de produtos mais inovadores para o segmento, comprovado pelo alto índice de patentes depositadas por essas empresas (VIAN et al., 2013; SANTINI et al., 2006). Provavelmente, essas empresas possuem um PDP de alta

produtividade e eficiência, para garantir bons resultados em avanços tecnológicos e também de mercado.

Modelos de referência para PDP podem ser considerados como um mapa conceitual e operacional para conduzir projetos de novos produtos desde o surgimento da ideia até o seu lançamento. Os modelos devem conter as melhores práticas dentro de cada etapa (fase) percorrida no PDP (COOPER, 2013; ROZENFELD et al., 2006; ZANCUL, 2008).

Nos últimos anos, as práticas de Gestão de Projetos (GP) tradicionais têm sido alvo de críticas. Essas práticas apresentariam limitações quando utilizadas em ambientes de negócio dinâmicos e complexos, com alto nível de incertezas e mudanças constantes, onde justamente estão inseridos os projetos de produtos mais inovadores (EDER et al., 2012).

Na abordagem de GP tradicional, o planejamento e a execução das atividades são realizados de modo sequencial e não permitem retroalimentação, ou seja, retornar à atividade e fazê-la novamente. Além disso, torna o processo de atualização do plano de projeto burocrático, contribuindo para torná-lo não reativo às mudanças (AMARAL et al., 2011). A abordagem tradicional de GP baseia-se, principalmente, em relações de tarefas hierárquicas e lineares e não reflete adequadamente a dinâmica dos projetos atuais (SPUNDAK, 2014).

O gerenciamento ágil de projetos (GAP) é uma abordagem formada por princípios, práticas e ferramentas que busca maior simplicidade, flexibilidade e interatividade de forma a obter maiores níveis de inovação e agregação de valor aos clientes (CONFORTO et al., 2015). Essa abordagem é especialmente indicada para projetos de inovação, mas requer equipes pequenas e um cliente ativo próximo (AMARAL et al., 2011; CONFORTO et al., 2015).

Em ambientes de projetos em que a inovação aparece combinada com a complexidade ou em ambientes distribuídos, ocorre um impasse, pois nesses casos há maior dificuldade em aplicar métodos ágeis puros, por envolverem muitos clientes e *stakeholders* distantes; ocorre, ao mesmo tempo, a dependência entre os pacotes de trabalho, e a gestão das interfaces requer mais disciplina (AMARAL et al., 2011; EDER et al., 2015; CONFORTO et al., 2015).

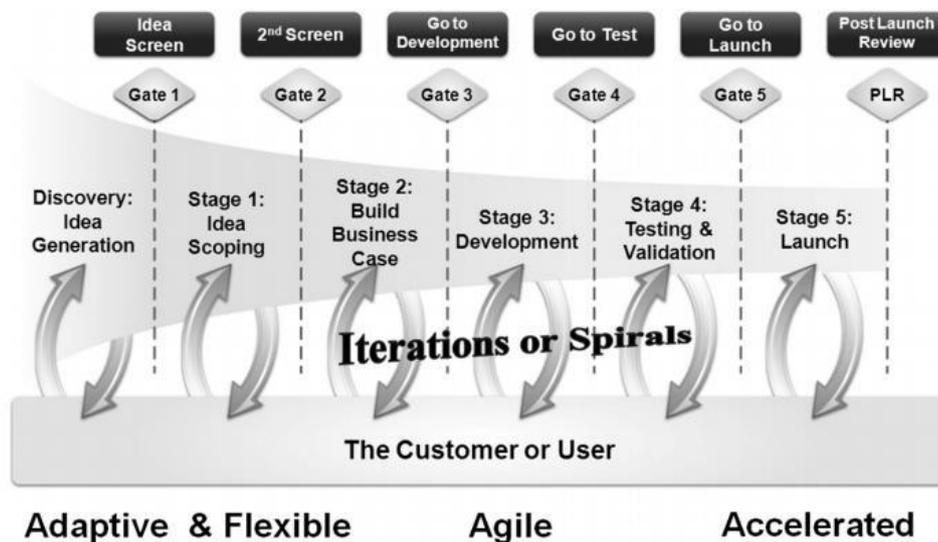
Diante desse cenário, está cada vez mais comum a utilização de práticas da abordagem ágil em ambientes de projeto mais tradicionais (CONFORTO et al., 2015). Estudos realizados por Eder et al. (2014) e Conforto et al. (2015) identificaram a utilização de abordagens ágeis em empresas de excelência em inovação, mas de áreas de manufatura e negócios tradicionais como mineração, metalurgia, energia e automobilística. Isso significa que essas empresas estão combinando abordagens tradicionais e ágeis de gestão de projetos, ou seja, criando modelos híbridos.

Segundo Cooper (2017, p. 3, tradução nossa),

Novas evidências revelam que os métodos ágeis, até agora usados estritamente para desenvolvimento de *software*, podem ser integrados com abordagens tradicionais de “*gating*” para produzir benefícios significativos para os fabricantes de produtos físicos B2B e B2C.

Pode-se citar algumas empresas líderes que estão adotando a abordagem do *Agile-Stage-Gate*, como Honeywell, LEGO, Tetra Pak e Procter & Gamble, com resultados positivos. De fato, essa nova abordagem híbrida, ilustrada na Figura 2, promete ser a mudança mais significativa em nosso pensamento sobre desenvolvimento de novos produtos desde a introdução dos populares sistemas de *gatings* há 30 anos.

Figura 2 – O sistema de ideia de lançamento de produtos da próxima geração.



Fonte: Cooper (2014, p. 21).

Para Cooper (2017), é apenas uma questão de tempo para que as organizações focadas em resultados comecem a adotar e adaptar modelos híbridos de projetos para o seu próprio desenvolvimento de novos produtos, desde produtos como *hardware* (não apenas *software*), alimentos, brinquedos, e até equipamentos industriais pesados.

O interesse em modelos de gestão capazes de atender às necessidades de um projeto e de uma organização vem motivando pesquisadores a encontrarem métodos para configuração de modelos híbridos de gestão de projetos.

Bianchi (2017) propôs uma ferramenta capaz de relacionar as características do projeto e o contexto organizacional em ele que está inserido com práticas de gerenciamento, a fim de auxiliar na configuração de um modelo de gestão específico para o projeto. Bianchi, porém, em seu trabalho, limitou a aplicação da ferramenta na área de *software*. A base dessa ferramenta

consiste em uma matriz morfológica contendo práticas “ágeis” e “tradicionais” de gerenciamento de projetos (ver Anexo A).

A contribuição deste trabalho está em propor um procedimento para customizar modelos híbridos para o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP), utilizando a sequência abaixo:

- a) Fazer diagnóstico do PDP utilizando o método da ARA, levantando todos os EIs e relacionando-os, encontrando assim as principais causas raízes que restringem o processo.
- b) Fazer um recorte dos EIs relacionados com a gestão de projetos.
- c) Utilizar a matriz morfológica de práticas de GP proposta por Bianchi (2017), para identificar as práticas (tradicional e ágeis) que se adequam ao contexto da organização.
- d) Customizar o modelo de referência (MR) utilizado pela empresa para desenvolver produtos atribuindo a ele tais práticas de GP.

O trabalho também se justifica pelo fato de que, embora exista uma grande quantidade de pesquisas sobre as melhores práticas de PDP, pouco esforço foi alocado em fornecer uma base pragmática para melhoria desse processo na direção de mais agilidade (ANDERSON, 2008).

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está organizado em sete seções. Na seção 1, é apresentada a contextualização sobre a importância do processo de desenvolvimento de produto nas organizações e também como o diagnóstico de problemas tem ajudado para a proposição de melhorias. São apresentados a questão da pesquisa, o objetivo e a justificativa deste trabalho. A seção 2 apresenta os conceitos sobre o processo de desenvolvimento de produto (PDP), suas abordagens, características e seus modelos de referências. Em seguida, a seção 3 traz os conceitos sobre diagnóstico de problemas e as ferramentas para operacionalizá-lo, bem como a ferramenta árvore da realidade atual (ARA) detalhada, para a identificação do problema raiz de modo a concentrar os esforços em direção à causa raiz. A seção 4 descreve a classificação metodológica e os procedimentos operacionais para o desenvolvimento do objetivo proposto, trazendo a estrutura conceitual teórica e o planejamento do estudo de caso, realizado em uma empresa da região de Ribeirão Preto/SP. A seção 5 apresenta o desenvolvimento do estudo de

caso, a avaliação dos dados obtidos e discutidos e, a partir da análise dos problemas detectados, a etapa de identificação de propostas de ações para alcançar as melhorias definidas. Na seção 6, são apresentadas as conclusões do trabalho, as limitações e recomendações para trabalhos futuros. Por fim, são apresentadas as referências, os apêndices e anexos do trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gestão do processo de desenvolvimento de produto

Clark e Fujimoto (1991) definem o desenvolvimento de produtos como o processo pelo qual a empresa transforma oportunidade de mercado e possibilidades técnicas em bens tangíveis para comercialização.

Kennedy (2003 p. 14, tradução nossa) definiu desenvolvimento de produto como “as atividades coletivas, ou sistema, que uma empresa usa para converter sua tecnologia e ideias em um fluxo de produtos que atendem às necessidades dos clientes e aos objetivos estratégicos da empresa”.

Clark e Wheelwright (1993 p. 9, tradução nossa) usaram texto similar: “o objetivo de qualquer projeto de desenvolvimento de produto ou processo é levar uma ideia do conceito à realidade, convergindo para um produto específico que possa atender a uma necessidade de mercado de forma econômica e fabricável”.

O desenvolvimento de produtos é uma preocupação coletiva ao mesmo tempo em que a saída do processo deve satisfazer o cliente, a manufatura e a empresa em termos de retorno do investimento (RINGEN; WELO, 2018).

Na engenharia, PDP é o meio utilizado para trazer ao mercado um novo produto ou serviço, ou seja, é um processo que converte as oportunidades de mercado e as necessidades dos clientes em soluções técnicas e comerciais (ANDERSON, 2008). É através do sucesso do lançamento de um novo produto que grande parcela das organizações garante sua competitividade e seu crescimento sustentável (BESSANT et al., 2005).

Segundo Rozenfeld et al. (2006, p. 3),

desenvolver produto consiste em um conjunto de atividades por meio das quais buscase, a partir das necessidades do mercado e das possibilidades e restrições tecnológicas, e considerando as estratégias competitivas e de produto da empresa, chegar às especificações de projeto de um produto e de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo.

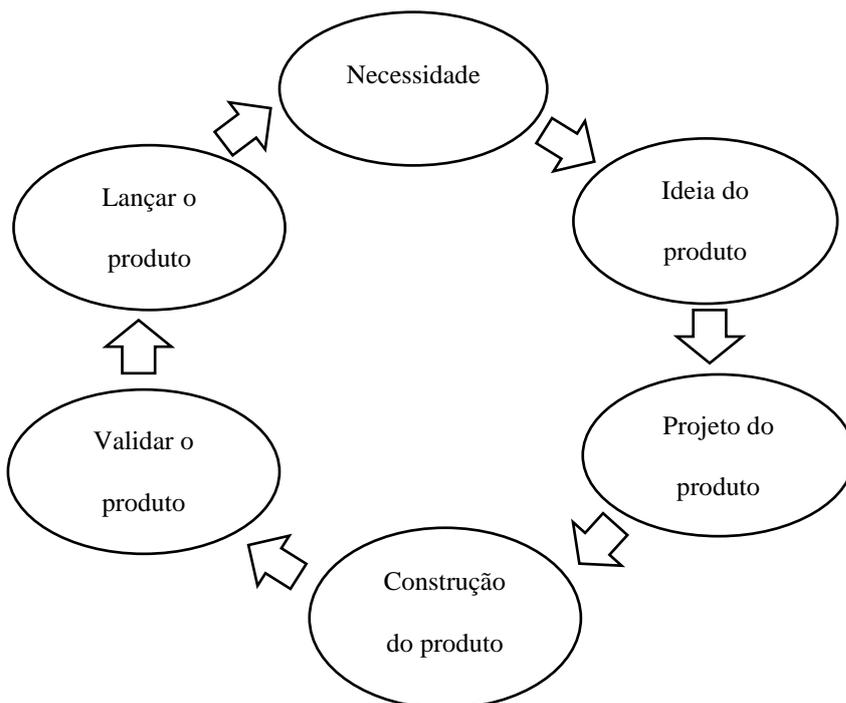
Rozenfeld et al. (2006) reiteram, ainda, que o desenvolvimento de produto é um processo de negócio cada vez mais crítico para a competitividade das empresas, principalmente com a globalização dos mercados, em que o ciclo de vida dos produtos está reduzindo e as diversidades e variedades de produtos aumentando.

A gestão do PDP é complexa e dinâmica, devido à grande interação que ocorre com as demais atividades da empresa e a quantidade de informações de natureza tecnológica e de

mercado que devem ser processadas. A dinâmica do processo é consequência do ciclo iterativo do tipo “projetar-construir-testar”, presente nas atividades típicas de desenvolvimento de produtos, envolvendo constantes ajustes e alterações do produto bem como do processo produtivo (CLARK; FUJIMOTO, 1991; TOLEDO et al., 2008).

O desenvolvimento de novos produtos exige uma combinação de muitas etapas diferentes e interdependentes que começam na identificação da necessidade do produto até o seu lançamento. Entre essas duas fases estão várias etapas que precisam ser concluídas para lançar com êxito um novo produto no mercado, como mostra a Figura 3 (MIRTALAIE et al., 2017). Segundo Blank (2007), o cliente é o centro do processo para empresas que desenvolvem produtos inovadores, e os melhores resultados ocorrem quando o cliente é ativamente envolvido no PDP desde o início do projeto.

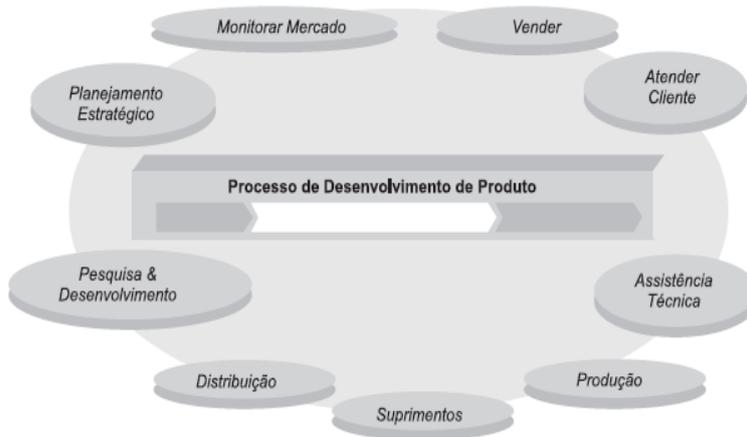
Figura 3 – Visão geral das etapas do desenvolvimento de novos produtos.



Fonte: Adaptado de Mirtalaie et al. (2017, p. 4).

Para ser bem-sucedido no desenvolvimento de produto, é essencial que o PDP esteja integrado com os demais processos que participam na execução de atividades e que fornecem informações importantes para a condução deste processo. A Figura 4 mostra os principais processos relacionados ao desenvolvimento de produtos.

Figura 4 – Processos relacionados com o desenvolvimento de produtos.



Fonte: Rozenfeld et al. (2006, p. 12).

As empresas que definem, investem e executam consistentemente projetos de desenvolvimento de novos produtos de forma mais eficaz e eficiente do que seus concorrentes são recompensadas por vantagens estratégicas significativas (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994).

A velocidade de desenvolvimento e lançamento de produtos é um potencial competitivo muito importante para as empresas, porém os riscos associados a esse desenvolvimento não podem ser desconsiderados (BESSANT et al., 2005). Estudos apresentam dados sobre falhas nas atividades de desenvolvimento de produtos, expressas em baixos índices de sucesso no lançamento de novos produtos no mercado. Entre 40 a 50% dos produtos são retirados do mercado em um curto período de tempo após o lançamento (COOPER, 2017).

Rozenfeld et al. (2006) destacam que um modelo de referência para o PDP é essencial para que as empresas controlem o processo de desenvolvimento e aperfeiçoamento dos produtos de modo que facilite à equipe do projeto interagir com o mercado e com as fontes de inovação tecnológica.

De acordo com Rozenfeld et. al (2006) os desafios do PDP para alcançar produtos de sucesso são:

- Flexibilidade no desenvolvimento;
- Gestão da colaboração;
- Criação de produtos e fábricas virtuais;
- Gestão do ciclo de vida do produto;
- Intensificação da gestão do conhecimento;
- Desenvolvimento de produtos e serviços sustentáveis;

- Estabelecimento sólido da visão de processo.

Alguns desses desafios são considerados práticas associadas ao sucesso na gestão de desenvolvimento de produtos por alguns autores, como o uso de um PDP formal (BARCZAK; GRIFFING; KAHN, 2003). Porém Cooper e Kleinschmidt (2007) alertam que apenas a existência de um PDP formal não é o bastante para a melhoria do desempenho do processo. Segundo os autores, algumas empresas cometem o erro de realizarem a documentação do processo existente apoiado em boas práticas, mas esquecem de avaliar o que de fato agrega valor ao processo e quais fatores não trarão sucesso para o desenvolvimento de seus produtos.

Diante de tantos desafios e promessas de modelos e fatores que levam ao sucesso do PDP, as empresas devem avaliar as oportunidades de melhoria de acordo com as suas reais necessidades; assim, as melhores práticas devem ser avaliadas antes de serem implementadas. As empresas têm processos de aprendizado diferentes e os resultados esperados nem sempre são alcançados com a implementação dessas melhorias (BESSANT et al., 2005).

Cooper e Edgett (2010) relatam que é preciso ter foco para uma estratégia eficaz; a chave para o sucesso do PDP e saber onde empregar as melhores práticas para que ocorram os efeitos desejados.

2.1.1 Modelos de referência para o PDP

Na abordagem sequencial de desenvolvimento de produtos, as atividades eram definidas em uma ordem lógica, de uma área funcional para outra (*marketing*, engenharia, produção etc.), sem que houvesse interação entre elas, dificultando assim a gestão do PDP e gerando embates entre as áreas funcionais (SYAN, 1994; ROZENFELD et al., 2006, SILVA et al., 2009). O ciclo de desenvolvimento de novos produtos era excessivamente longo comprometendo o *time to market* e conseqüentemente a competitividade das empresas.

No final da década de 1980, o PDP tornou-se um processo de relevada importância para competição entre as empresas, pois foi percebido o impacto que ele provocava na gestão de custos, na satisfação do cliente e principalmente na vantagem competitiva. A partir de então, surgiram abordagens para a gestão do PDP, das quais merecem destaque:

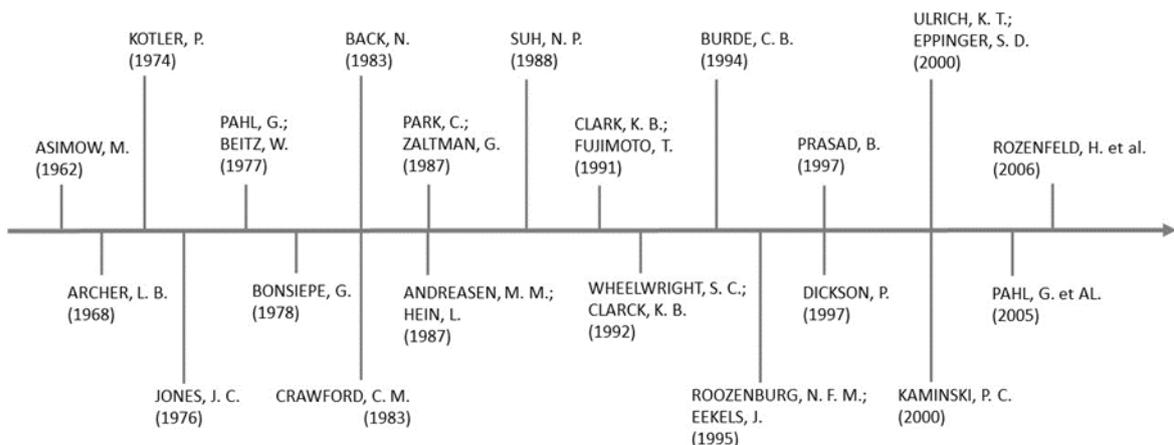
- Syan (1994) e Prasad (1996): abordaram o conceito de engenharia simultânea;
- Clark e Fujimoto (1991): um dos primeiros estudos a tratar o desenvolvimento de produtos como um processo de negócio;

- Clark e Wheelwright (1993): apresentaram o conceito chamado “funil de desenvolvimento”, em que é mostrada a importância do alinhamento entre o PDP e as estratégias de negócio da empresa;
- Cooper (1993): por meio do conceito do *stage-gates* contribuiu para uma avaliação sistemática das etapas do PDP;
- Griffin (1997): mostrou uma avaliação do desenvolvimento de produtos em conjunto com um *benchmarking* de novas práticas.

A partir do ano 2000, o gerenciamento do PDP mostrou-se possível por meio da adoção de modelos de referências, de aplicação mais ampla e geral podendo servir de base para o desenvolvimento de modelos específicos (SILVA et al., 2009).

Suarez, Jung e Caten (2009), a partir de um estudo bibliográfico, identificaram vários modelos para o PDP e sintetizaram o estudo em um modelo diacrônico conforme ilustrado na Figura 5.

Figura 5 – Modelo diacrônico de métodos de desenvolvimento de produtos.



Fonte: Adaptado de Suarez, Jung e Caten (2009).

Modelos de referência são representações de processos de negócio contendo as melhores práticas da área de aplicação (ZANCUL, 2008). Possuem caráter genérico, de forma que eles possam refletir a realidade encontrada nas empresas e em diversas situações de negócio. Um modelo é uma representação da realidade, que descreve o funcionamento dos processos de maneira esquemática (ZANCUL, 2008; ZANATA, 2010).

Para Rozenfeld et al. (2006), o PDP é considerado um processo de negócios, e modelos de referência são fundamentais para sua representação, compreensão, elaboração, gestão e

melhoria. Porém o PDP possui características específicas, pois envolve criatividade e inovação e é não linear e iterativo (AMIGO; ROZENFELD, 2011).

Autores como Ulrich e Eppinger (2007), Cooper (2001), Crawford e Benedetto (2006) e Rozenfeld et al. (2006) são considerados referência na área de desenvolvimento de produtos devido à representatividade de seus trabalhos publicados sobre modelos de referência para o PDP (AMIGO; ROZENFELD, 2011).

Entre os modelos de referência para o PDP, será apresentado nesta revisão bibliográfica o modelo proposto por Cooper (2001), pois ele é o modelo mais adotado pelas empresas americanas (COOPER, 2008) e, principalmente porque a empresa objeto deste estudo utiliza seus princípios e conceitos.

Embora exista uma grande quantidade de pesquisas sobre as melhores práticas de PDP, muito pouco esforço foi colocado em fornecer um quadro geral da análise das áreas-chave da gestão do PDP de modo que fornecesse uma base pragmática para melhoria contínua desse processo (ANDERSON, 2008).

Para as empresas desenvolvedoras de novos produtos, o desenvolvimento de métodos que apoiem a realização de diagnóstico do PDP e a definição de projeto de melhoria do processo são pontos relevantes para que elas possam tomar decisões mais coerentes e assertivas, especialmente para as pequenas e médias empresas, que não dispõem de recursos nem de pessoas capacitadas para melhorar seus processos (COSTA, 2010).

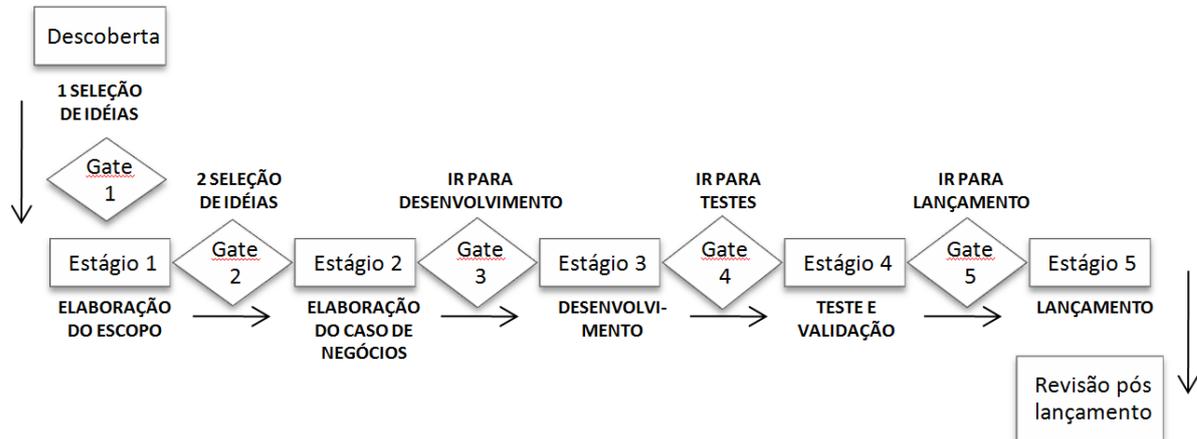
Buscar melhorias dentro do desenvolvimento de novos produtos em uma empresa visa buscar otimização do tempo em que esses novos produtos são lançados no mercado e faz com que as empresas se destaquem positivamente no mercado, alavancando suas economias e seu sucesso.

2.1.2 Modelo *stage-gate*

Stage-gate é um modelo de processo de desenvolvimento de novos produtos desenvolvido Robert G. Cooper e Scott J. Edgett, e apresentado no livro *Winning at new products*, de 1986. O modelo de Cooper (2001) é um dos mais citados na literatura com contribuições significativas para a teoria de como os *gates* de aprovação prosseguem para o próximo estágio e para a gestão de portfólio. A Figura 6 mostra a representação do modelo, que se inicia na fase de descobertas, que consiste em escanear o mercado para a identificação de oportunidades e geração de ideias de produtos. Segue-se então o processo de seleção e avaliação em cada estágio do desenvolvimento denominado pelo autor de *gate*. Os *gates* repetem-se no

final de cada fase e servem para verificar se o projeto está progredindo conforme o planejado e se o produto em desenvolvimento ainda é estratégica e economicamente interessante para a empresa.

Figura 6 – Modelo genérico de desenvolvimento de novos produtos de Cooper.



Fonte: Adaptado de Cooper (2001).

O primeiro *gate* (*gate 1*) proposto no modelo de Cooper (2001) é a seleção de ideias; dentre todas as ideias de novos produtos identificadas no mercado, mais de uma são selecionadas para avançar para o estágio 1, que é a fase de definição do escopo, uma avaliação rápida e barata dos diferenciais técnicos do projeto e suas perspectivas de mercado. O *gate 2* seleciona os projetos de desenvolvimento que apresentam o melhor potencial para avançar para o estágio 2, que é a fase de elaboração do caso de negócios, cujo objetivo é elaborar, a partir do rascunho de definições do produto realizado no estágio 1, uma definição precisa, clara e completa do produto. O caso de negócios é a principal entrega do *gate 3*, e representa o início do processo de desenvolvimento de um novo produto. O estágio 3 é a fase de desenvolvimento em que o produto e os planos para testes de mercado e produção são desenvolvidos. O estágio 4 trata do teste e da validação do produto, com testes no mercado e na linha de produção. O estágio 5 é a fase de lançamento, em que os planos de produção e *marketing* são implementados. O processo termina na fase de revisão pós-lançamento, que verifica se o produto está atendendo às expectativas geradas no início do seu desenvolvimento.

O modelo tradicional *stage-gate* vem sofrendo críticas nos últimos anos por ser um modelo sequencial, rígido no cumprimento das fases e de baixa interatividade entre as equipes do projeto. Outro ponto muito criticado é a comunicação com o cliente e usuário final, que acontece somente no início e nos estágios finais do desenvolvimento do produto, excluindo

estágios intermediários como a definição final do escopo e o desenvolvimento (AMARAL et al., 2011).

Desde então, Cooper vem realizando estudos na tentativa de atualizar o modelo *stage-gate*, principalmente encontrando maneiras de inserir conceitos de gerenciamento de projeto ágil com o intuito de deixá-lo mais dinâmico e flexível.

Cooper (2017) apresentou a atualização do modelo *stage-gate* com a menção dos conceitos de gerenciamento ágil de projetos, conforme Figura 7. Ele chama essa nova versão de “próxima geração do *stage-gate*”, dando ênfase no que ele chama de Sistema Triplo A: adaptativo e flexível, ágil e acelerado.

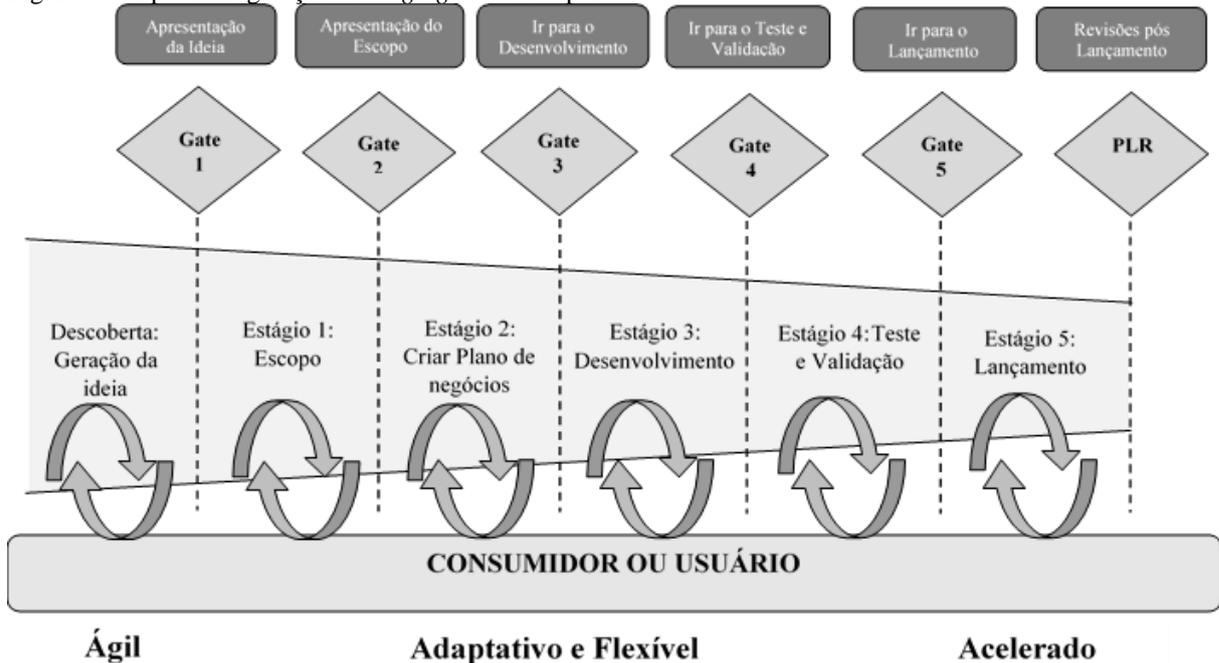
A1 – Adaptativo e flexível: incorpora o desenvolvimento espiral ou iterativo com os clientes e é sugere uma série de revisões durante dos testes de modelos. Para a próxima geração do *stage-gate* também é proposto que ele seja mais flexível a mudanças de escopo para diminuir riscos de o produto falhar logo após o lançamento.

A2 – Ágil: incorpora elementos do desenvolvimento ágil, com a utilização de *software* para modelagem 3D para prototipagem rápida e a utilização de métodos como o *sprint* e o *Scrum*.

A3 – Acelerado: utilizar técnicas como a *fuzzy (softwares)* para o desenvolvimento de atividades em paralelo, reduzindo o trabalho e melhorando a comunicação entre as áreas envolvidas. O importante é identificar e eliminar a burocracia e as atividades desnecessárias.

Apesar de Cooper (2017) citar a integração de métodos ágil com *stage-gate* como um modelo híbrido (*agile-stage-gate hybrid model*), não há menção de como configurar essa metodologia; a ideia é que utilizando esses novos conceitos para conduzir os projetos de novos produtos, as empresas consigam alcançar os resultados esperados, independente do contexto em que estejam inseridas.

Figura 7 – A próxima geração do *stage-gate* de Cooper.



Fonte: Adaptado de Cooper (2017).

2.1.3 Principais problemas do PDP

De acordo com a pesquisa realizada por Cooper (2001), os principais problemas relacionados ao PDP são:

- Falha na execução de pesquisas de mercado;
- Problemas técnicos;
- Esforço insuficiente de *marketing*;
- Falha no planejamento dos prazos;
- Defeitos ou problemas nos produtos;
- Maiores custos do que os estimados;
- Ausência de força/reação competitiva.

Cooper (2017) relata que as principais deficiências do PDP estão relacionadas a estudos de *marketing*, análises financeiras e de negócio antes do lançamento do produto. Já as atividades de âmbito técnico que já são de conhecimento da engenharia são frequentemente executadas com maior assertividade.

Uma pesquisa realizada em quatro pequenas e médias empresas verificou que são 11 os problemas que frequentemente ocorrem no PDP dessas empresas (COSTA, 2010):

1. Falta de cumprimento dos prazos das etapas do projeto (eficiência) tornando o tempo de desenvolvimento elevado;

2. Falta de disseminação de informações sobre os produtos (em desenvolvimento e em comercialização) entre os colaboradores da empresa;
3. Falta de informação sobre o lançamento de novos produtos entre os colaboradores da empresa;
4. Falta de uma política definida de pesquisa de mercado proativa que oriente as fases iniciais do PDP (verificação de tendências de mercado);
5. Falta de análise de desempenho, cumprimento das etapas e dos resultados finais;
6. Controle baseado exclusivamente no cronograma;
7. Falta de um procedimento sistemático para avaliação das falhas e soluções adotadas em produtos;
8. Falta de uma sistemática formal para o armazenamento do conhecimento gerado nas fases (registro das decisões tomadas e das lições aprendidas);
9. Falta de um gerenciamento da mudança de escopo que avalie o impacto das alterações de escopo do projeto (tempo, custo e qualidade);
10. Falta de detalhamento (formalização mínima) das atividades em cada fase do pré-desenvolvimento;
11. Falta de uma seleção adequada das melhores ideias de produto.

As pesquisas mais recentes mostram uma alta taxa de falha de novos produtos e um fraco desempenho de inovação nas indústrias. Estima-se que cerca de 40% dos novos produtos apresentam falha em seu lançamento, mesmo depois de todo o trabalho de desenvolvimento e testes concluídos, e que de cada sete a dez conceitos de novos produtos, apenas um é um sucesso comercial e apenas 13% das empresas relatam que seus esforços totais em desenvolvimento de novos produtos atingem seus objetivos de lucro (COOPER 2017; COOPER; KLEINSCHMIDT, 2007).

No ambiente atual, a intensa concorrência força as empresas a desenvolverem novos produtos em um ritmo cada vez mais rápido para obterem os melhores preços e maior volume de vendas. O desenvolvimento mais rápido leva a um maior risco de falhas no produto. Com o crescimento acelerado e contínuo das tecnologias e sua ampla gama de aplicações, está se tornando cada mais vez complicado atender as diversas e exigentes demandas do cliente, aumentando assim os riscos de falha no PDP (COSTA, 2010).

As falhas no PDP determinam se uma empresa sobreviverá ou falirá. As empresas sofrem com enormes perdas econômicas bem como com crises de reputação por causa de produtos que falharam após o lançamento. O gerenciamento das falhas em todo o PDP está se

tornando crucialmente importante, pois é um meio de melhorar a confiabilidade e a segurança de um produto após o lançamento (ZHENG; LIU; XIAO, 2018).

2.2 Método de diagnóstico do PDP: árvore da realidade atual (ARA)

A teoria das restrições (TOC) está baseada em princípios (axiomas – convergência, consistência e respeito) e possui ferramentas que fornecem subsídios para descrever a realidade atual de uma organização ou processo. A TOC estabelece uma base para o processo de melhoria contínua. Ela disponibiliza ferramentas para responder a três perguntas: o que mudar? Por que mudar? Como causar essas mudanças? (RAHMAN, 2002).

A árvore da realidade atual (ARA) é uma ferramenta da TOC utilizada para encontrar uma causa comum a todos os efeitos indesejáveis (EIs) identificados no processo (GOLDRATT, 1994).

A ARA é utilizada na fase de descrição da realidade de um processo vivenciado em uma organização. A partir dessa ferramenta, é possível obter uma visão geral da situação atual da organização, ou seja, a ARA auxilia no diagnóstico pela identificação dos problemas raízes da organização e, com esse conhecimento, contribui para responder a pergunta “o que mudar?”.

A ARA é construída para ajudar a organização a identificar restrições, EIs ou problemas em um processo. O termo “árvore” é usado porque as relações de causa e efeito do tipo pai e filho são criadas entre os EIs; “realidade” devido aos EIs serem a percepção das pessoas de uma situação específica em um período específico (SCOGGIN; SEGELHORST; REID, 2003). Assim, a TOC é uma técnica de diagnóstico de análise de causas raízes.

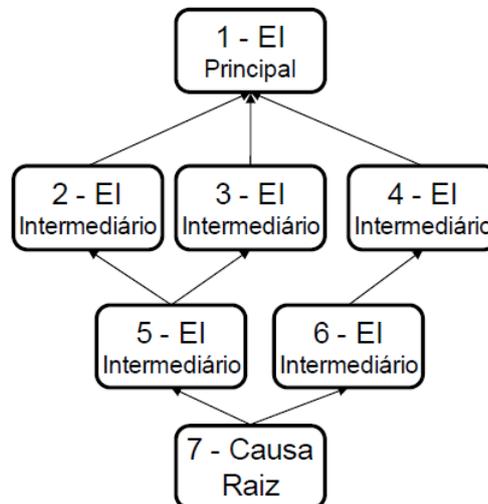
De acordo com Noreen, Smith e Mackey (1996, p. 153), a elaboração da ARA pode seguir algumas diretrizes, como descrito a seguir:

1. Faça uma lista de Efeitos Indesejáveis (EIs) que descrevem a área analisada;
2. Se encontrar uma conexão aparente entre dois ou mais EIs, conecte estes EIs;
3. Conecte todos os outros EIs ao resultado do item 2. Pare quando todos os EIs estiverem ligados;
4. Leia a árvore de “baixo para cima”, fazendo novamente o escrutínio de cada flecha e entidade ao longo do percurso. Faça as correções necessárias;
5. Pergunte a si mesmo se a árvore como um todo reflete a sua intuição sobre a área. Se não, verifique cada flecha para descobrir Ressalvas de Causa Adicional.
6. Não hesite em expandir a sua árvore para conectar outros EIs existentes, mas que Não foram incluídos na lista original de EIs. Faça isso somente após todos os EIs estarem conectados;
7. Elimine da árvore quaisquer entidades que não sejam necessárias para conectar todos os EIs;
8. Apresente a árvore para alguém que ajude a fazer aflorar e desafiar os pressupostos encontrados nela;

9. Examine os EIs de baixo para cima da árvore. Aqueles que só possuem flechas de saída são as causas-raiz. Dentre elas, escolha aquela que mais contribui para a existência dos EIs – é o Problema-Raiz. Caso nenhuma seja a causa comum à maioria dos EIs revisados, aprofunde a análise acrescentando uma conexão do tipo “V”, cuja causa comum é o Problema-Raiz, e volte ao item 4.

Conforme ilustrado na Figura 8, os EIs estão logicamente ligados por meio de relações causais. Os EIs conectados por setas representam o efeito causado pelos EIs das caudas da seta, assim, lendo a ARA de cima para baixo, é possível notar que o efeito principal 1 é causado pelos EI 2, 3 e 4, e assim por diante. Uma maioria significativa dos EIs é causada por outros EIs. Portanto, é essencial classificá-los para obter melhor compreensão de qual EI deve ser priorizado para ser eliminado ou minimizado.

Figura 8 – Exemplo de ARA.



Fonte: Costa (2010, p. 64).

O EI no topo da árvore é chamado de efeito principal porque não causa outro efeito; são mais perceptíveis e dos quais as pessoas estão mais conscientes. Os EIs localizados no meio da árvore são chamados de efeitos intermediários. Alguns desses efeitos causam vários outros efeitos, portanto, quando identificados, é importante fazer um esforço para buscar sua eliminação. Finalmente, na base da árvore, estão as causas principais, que são os efeitos que originam todos os outros EIs.

A importância das causas raízes geralmente não é percebida diariamente pelos envolvidos no processo e, portanto, sua identificação é o principal objetivo na criação das ARA. Os projetos de melhoria propostos a partir da análise da ARA devem visar a eliminação do maior número de EIs e isso pode ser alcançado de maneira eficiente no tratamento de causas básicas (GOLDRATT, 1994).

Ao lidar com uma técnica de construção da TOC, vários autores personalizaram a técnica clássica proposta por Goldratt (1994) (RAHMAN, 2002; REID; CORMIER, 2003; SCOGGIN; SEGELHORST; REID, 2003; PATWARDHAN; SARRÍIA-SANTAMERA; MATCHAR, 2006; TAYLOR; BECKI; WILLIAM, 2006; WALKER; COX, 2006; COSTA; AMARAL; ROZENFELD, 2011).

O Quadro 1 apresenta uma comparação entre essas técnicas de construção. Em geral, cinco atividades são propostas: conhecer o objeto de estudo, conduzir entrevistas, formular EIs, associar EIs e validar a ARA. Costa, Amaral e Rozenfeld (2011) propõem novas atividades da árvore: planejar o diagnóstico, preparar o guia de entrevistas e identificar oportunidades de melhoria. Para este trabalho, foi selecionado o estudo de Costa, Amaral e Rozenfeld (2011), uma vez que destaca e detalha profundamente as atividades relacionadas à identificação de oportunidades de melhoria.

Embora a construção de uma ARA seja simples, ela requer um raciocínio especializado, pois os EIs são as percepções das pessoas sobre algo que incomoda em seu processo. Por essa razão, a equipe de construção da ARA deve ter o cuidado de evitar a inclusão apenas de suas próprias percepções na árvore, porque isso poderia resultar em uma árvore que reflete uma visão pessoal e não uma visão de realidade comum da organização aceita pela equipe. Esse risco pode ser eliminado por meio de entrevistas com o maior número possível de pessoas, criando uma equipe composta por membros de diferentes áreas da empresa para a validação da ARA.

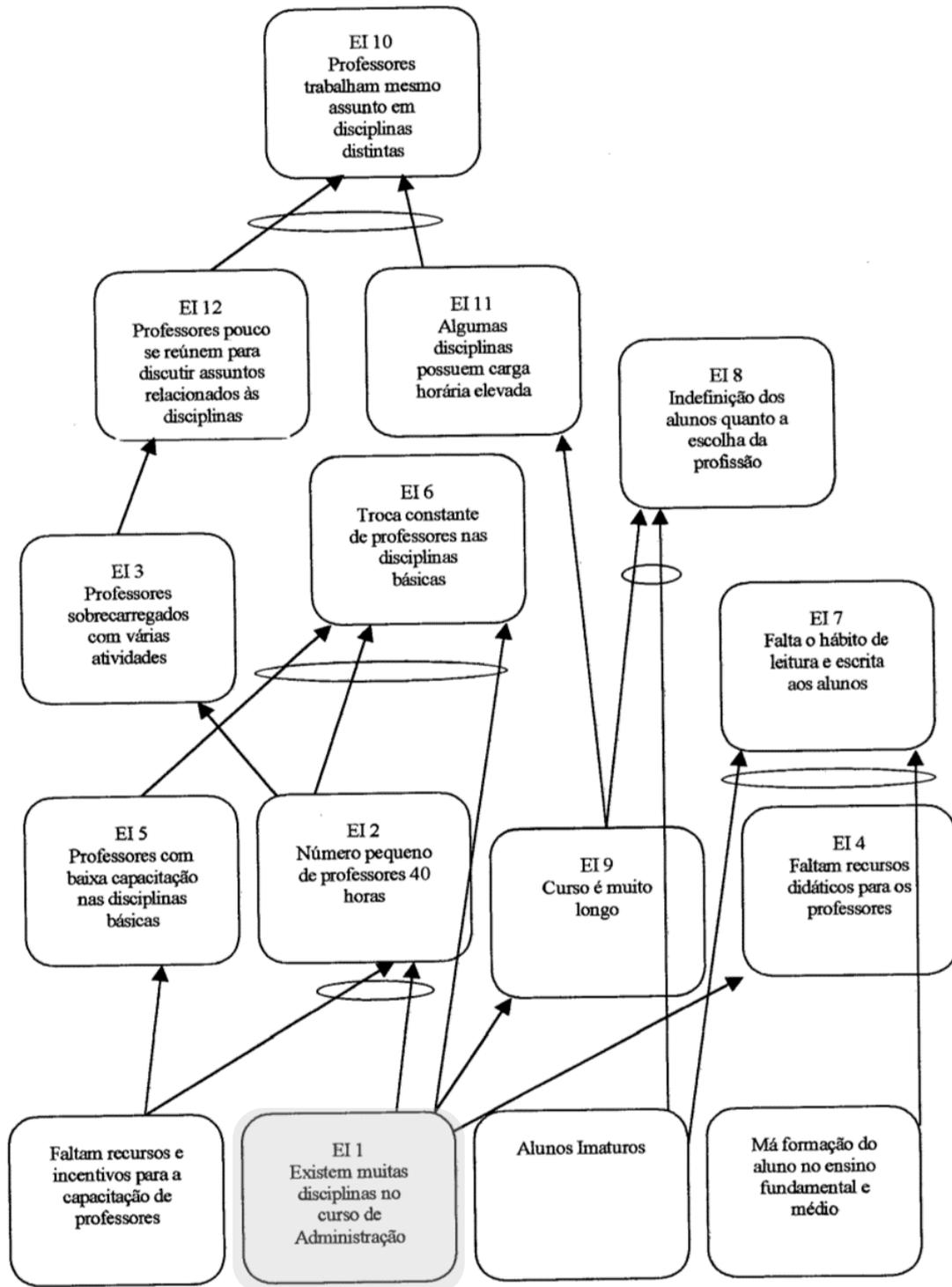
Quadro 1 – Comparação dos métodos de construção da ARA.

Atividades	Autores					
	Reid e Cormier (2003)	Rahman (2002)	Walker e Cox (2006)	Scoggin, Segelhorst e Reid (2003)	Taylor, Becki e William (2006)	Costa, Amaral e Rozenfeld (2011)
Planejar diagnóstico						X
Conhecer o objetivo do estudo	X		X			X
Preparar o guia de entrevista						X
Conduzir entrevistas	X		X		X	X
Formular os EIs	X	X	X	X	X	X
Associar os EIs	X	X	X	X	X	X
Validar a ARA	X	X		X	X	X
Identificar as melhorias e oportunidades						X

Fonte: Pádua et al. (2014, p. 253).

Como citado acima, a ARA é uma metodologia de aplicação simples para identificar o problema fundamental (problema raiz) da organização e pode ser aplicada em diferentes ambientes organizacionais. Como exemplo podemos citar a aplicação da ARA para a identificação o problema raiz em uma instituição de ensino superior do estado de Santa Catarina. Após o levantamento dos EIs, a ARA foi construída (Figura 9) e identificou-se que o problema raiz do curso de administração era a existência de muitas disciplinas.

Figura 9 – Exemplo de aplicação da ARA.



Fonte: Rocha Neto (2001, p. 83).

2.3 Gerenciamento ágil de projetos (GAP)

Highsmith (2004) define a agilidade como a capacidade de criar e responder às mudanças, a fim de criar valor em ambiente comercial turbulento. A agilidade, como quase todos os esforços de pesquisa, baseia-se em vários princípios comerciais como inovação

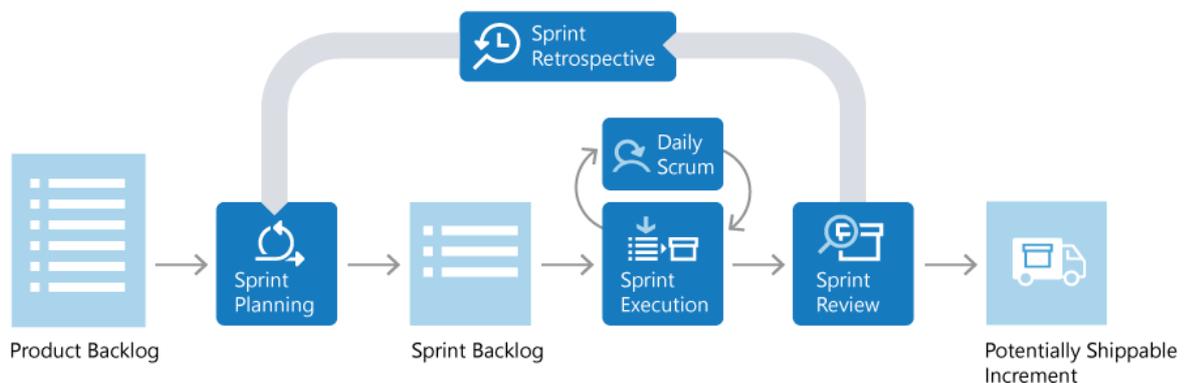
contínua, adaptação de produtos, redução de prazos de entrega, ajuste de pessoas e processos e resultados confiáveis.

O gerenciamento ágil de projetos (GAP), voltado para a aplicação de produtos inovadores, tem por objetivo tornar o processo de gerenciamento de projetos mais simples, flexível e interativo, proporcionando melhores desempenhos em tempo, custo e qualidade (AMARAL et al., 2011).

O termo GAP começou a ganhar importância no início dos anos 2000, pela comunidade internacional de sistemas de informação. Os métodos ágeis têm como princípio o desenvolvimento incremental, em que as entregas parciais são realizadas ao final de um curto período de tempo, denominado iteração. Também se caracterizam pela simplicidade e pelo envolvimento do cliente ao longo do projeto (BIANCHI, 2017).

Um exemplo de método ágil que é o *Scrum* (SCHWABER, 2004), sendo também o mais conhecido e difundido no mundo (Figura 10). No *Scrum* a saída de cada iteração é um incremento do produto; nele acontece uma iteração diária, na qual os membros individuais da equipe se reúnem para discutir as atividades dos outros e fazer as adaptações necessárias, e uma lista de requisitos é a referência para a realização das iterações. Esse ciclo se repete até que o projeto seja concluído.

Figura 10 – Estrutura do *Scrum*.



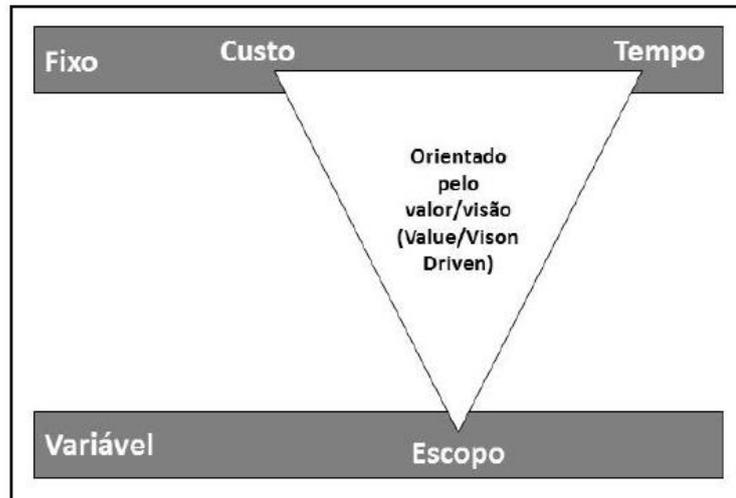
Fonte: Adaptado de Amaral et al. (2011).

O GAP despende menos esforços em gerenciamento e contribui para elevar os níveis de inovação do produto e agregação de valor para o cliente (AMARAL et al., 2011).

O projeto ágil típico é aquele caracterizado com grandes incertezas que é forçado a entregas rápidas, com grandes mudanças durante a execução do projeto. As principais vantagens de se utilizar o GAP estão em reduzir o risco de definições de escopo do projeto, melhorar a comunicação entre os membros da equipe do projeto e, conseqüentemente, obter uma melhoria substancial na qualidade do produto (SPUNDAK, 2014).

Diferentemente da abordagem de gerenciamento de projetos “tradicionais”, a abordagem ágil propõe que o escopo não seja tratado como fixo, mas variável, enquanto o orçamento e o tempo são fixos, apresentando restrições mais fortes que o escopo. Nessa abordagem GAP, o intuito é entregar o resultado que represente o escopo o mais fielmente possível, dentro dos prazos e orçamento estipulados (Figura 11) (BIANCHI, 2017).

Figura 11 – Triângulo de ferro invertido.



Fonte: Bianchi (2017, p. 29).

Vários autores discorreram sobre o GAP, descrevendo os princípios que o caracterizam (BOEHM; TURNER, 2004; HIGHSMITH, 2004; AUGUSTINE, 2005; BENASSI; AMARAL, 2008; AMARAL et al., 2011; BIANCHI, 2017). Os princípios que se destacam são:

- **Iteração:** o termo iteração é muito citado na abordagem do GAP. Nesse contexto, iterações significam produzir um resultado em um determinado período, de maneira que esse resultado possa ser melhorado posteriormente, ou seja, a partir de uma visão inicial do produto, pode-se expandi-la por sucessivos ciclos de desenvolvimento seguido de revisões e adaptações.
- **Visão:** pode ser entendida como uma descrição de alto nível, preferencialmente na forma gráfica, e tem o objetivo descrever os resultados que o projeto precisa atingir de forma motivadora e desafiadora, proporcionando uma ideia de material, processo produtivo, auxílio à inovação e orientação dos trabalhos iniciais da equipe do projeto.
- **Autogestão:** os membros das equipes possuem um conjunto grande de responsabilidades, podendo executar várias atividades. Nesse contexto, deve-se incentivar os membros das equipes a se autogerirem, praticando as tomadas de decisões necessárias durante o projeto. As informações devem ser dinâmicas, possibilitando que essas tomadas de decisões sejam

participativas. A empresa deve possuir a cultura adequada e os membros da equipe devem estar preparados para assumir essa responsabilidade, caso contrário ao invés de solução, a autogestão pode gerar problemas.

- Envolvimento do cliente: traz a ideia de incorporar o cliente nas decisões do projeto, acompanhando a equipe em cada iteração, verificando os resultados, oferecendo sugestões e soluções de projeto, contribuindo para os resultados do projeto. Considera-se que a participação dos clientes como membros da equipe de projeto melhora a adequação do produto às necessidades dos usuários.
- Simplicidade: a ideia é estabelecer métodos mais simples possíveis, poucos modelos de documentos, com o objetivo de melhorar a comunicação e as contribuições dos membros da equipe do projeto. Utilizam-se artefatos visuais para demonstrar o progresso do projeto.

Amaral et al. (2011) enfatizam que o GAP não é uma abordagem alternativa e sim uma abordagem adicional à teoria existente, que aponta novas preocupações e novas técnicas para aprimorar a teoria de gerenciamento de projetos com conteúdo inovador, tendo como diferenciais características como flexibilidade e habilidade para absorver mudanças durante o ciclo de vida do projeto; enfoque mais humanista de autogestão no desenvolvimento da equipe de projeto, no uso do aprendizado e da experiência dos indivíduos em detrimento da valorização excessiva de técnicas e processos; e a importância de uma visão única e integrada do resultado final do projeto.

Há autores que assumem que a abordagem ágil (GAP) é aplicável somente em casos de equipes pequenas, localizadas no mesmo ambiente, que envolvam projetos inovadores, e que encontrem dificuldades para lidar com projetos grandes e complexos, com equipes maiores e ambientes de menor inovação (BOEHM, 2002; BATRA et al., 2010).

Desde o desenvolvimento inicial da abordagem ágil, Boehm e Turner (2004) argumentam que o desafio é encontrar o equilíbrio entre agilidade e disciplina. Atualmente, vários autores sugerem adaptações do GAP para a identificação e mudança de estratégias para encontrar um equilíbrio entre as abordagens de gerenciamento de projetos. Modelos de gestão de projetos que combinam princípios de diferentes abordagens existentes, denominados modelos híbridos, têm surgido, e serão discutidos a seguir.

2.4 Modelos híbridos de gerenciamento de projetos

Com a disseminação do GAP para além da indústria de *software*, um estudo realizado por Conforto et al. (2015) evidenciou que várias organizações de diferentes setores da economia

estão se esforçando para combinar a gestão de projetos tradicionais com os princípios e práticas do GAP, para que seja encontrado um equilíbrio entre as duas abordagens, criando assim modelos híbridos. O resultado é um conjunto recente de estudos focados na compreensão e exploração de abordagens híbridas de desenvolvimento de produtos (CONFORTO; AMARAL, 2016).

Modelos híbridos não têm o foco em uma única abordagem em específico, mas na combinação entre práticas das abordagens tradicionais e ágeis. Assume-se que as empresas podem equilibrar a flexibilidade e produtividade provindas da gestão ágil com a previsibilidade e os procedimentos sequenciais da abordagem tradicional, encontrando um meio termo que combine as vantagens e corrija as deficiências de ambas (BIANCHI, 2017).

Conforto et al. (2015, p. 12) definem modelos híbridos como:

A combinação de princípios, práticas, técnicas e ferramentas de diferentes abordagens em um processo sistemático que visa a adequar a gestão para o contexto de negócio e tipo específico de projetos. Têm como objetivo maximizar o desempenho do projeto e produto, proporcionar um equilíbrio entre previsibilidade e flexibilidade, reduzir os riscos e aumentar a inovação, para entregar melhores resultados de negócio e valor agregado para o cliente.

Segundo Conforto et al. (2015), os modelos híbridos possuem um conjunto de características, sendo elas:

- São especialmente customizados para atender às especificidades do tipo de projeto e ambiente de negócio de cada organização;
- Equilibram previsibilidade, antecipação e minimização de riscos com a flexibilidade necessária para inovar e gerar resultados de alto impacto;
- Focam na eliminação de atividades e documentação que não adicionam valor à gestão do projeto e desenvolvimento do produto;
- Proporcionam elevados níveis de colaboração e aprendizado para os envolvidos no projeto, inclusive clientes, fornecedores e parceiros de desenvolvimento;
- Combinam princípios, práticas, técnicas ou ferramentas de duas ou mais abordagens, como a elaboração de escopo tradicional e planejamento iterativo, ou diferentes níveis de planejamento e controle;
- Combinam disciplina de processos com autogestão das equipes;
- Podem apresentar diferentes papéis e responsabilidades trabalhando de forma colaborativa, como é o caso do Gestor do Projeto e o *Scrum Master*, por exemplo, quando se combina uma abordagem tradicional com o *Scrum*.

A construção de modelos híbridos deve passar pelo entendimento das diferenças fundamentais entre as duas abordagens teóricas no gerenciamento de projetos: ágil e tradicional. Em uma pesquisa científica construída a partir de um referencial cuidadoso (revisões sistemáticas), Eder et al. (2015) realizaram diversos estudos de caso comparativos entre empresas de excelência, cada qual utilizando abordagens distintas, ágil e tradicional, resultando na identificação de um conjunto de características essenciais que juntas podem identificar diferenças fundamentais entre as abordagens descritas no Quadro 2.

Quadro 2 – Características que diferem a abordagem ágil da tradicional.

Características	Abordagem ágil	Abordagem tradicional
1) Elaboração do plano do projeto	Há dois planos de projeto: a) plano geral, que considera o tempo total de duração do projeto e apenas os produtos principais; b) plano de curto prazo, que contém apenas as entregas e atividades referentes à iteração.	Plano único de projeto que abrange o tempo total do projeto e contém produtos, entregas, pacotes de trabalho e atividades de forma detalhada.
2) Descrição do escopo do projeto	Descrição do resultado final de maneira abrangente, desafiadora, ambígua e metafórica, que evoluirá ao longo o projeto.	Descrição exata do resultado final por meio de texto com normas do tipo contratuais, números objetivos e indicadores de desempenho.
3) Padronização das atividades do projeto	Não há um padrão para a descrição das atividades, que podem ser descritas na forma de histórias, problemas, ações ou entregas. Não há uma tentativa de organização, apenas a priorização do que deve ser executado no momento.	As atividades são descritas de maneira padronizada e organizadas em diagramas do tipo WBS (<i>work breakdown structure</i>). Contêm código e são classificadas em conjuntos de pacotes de trabalho, atividade ou entregas do projeto.
4) Horizonte de planejamento das atividades	As listas de atividades são válidas para uma iteração, que é definida como uma fração do tempo total do projeto.	As listas de atividades são válidas para o horizonte total do projeto.
5) Monitoramento de planejamento das atividades	O acompanhamento é frequente, há diferentes tipos de reuniões (informais e formais), rápidas e de maior duração. Emprega-se autogestão. Utilizam-se diferentes dispositivos visuais que indicam entregas físicas do resultado final.	Empregam-se relatórios com indicadores de desempenho, documentos escritos, auditorias e análises de transições de fase. As reuniões da equipe não são frequentes.
6) Garantia do atingimento do escopo do projeto	O cliente avalia, prioriza, adiciona ou altera o produto final do projeto, conforme a experiência com os resultados alcançados. O aprendizado é rápido e contínuo. A equipe altera as atividades para obter os resultados propostos pelo cliente.	O gerente de projeto avalia, prioriza, adiciona ou altera as atividades do projeto para que os resultados estejam em conformidade com o escopo do projeto assinado com o cliente.

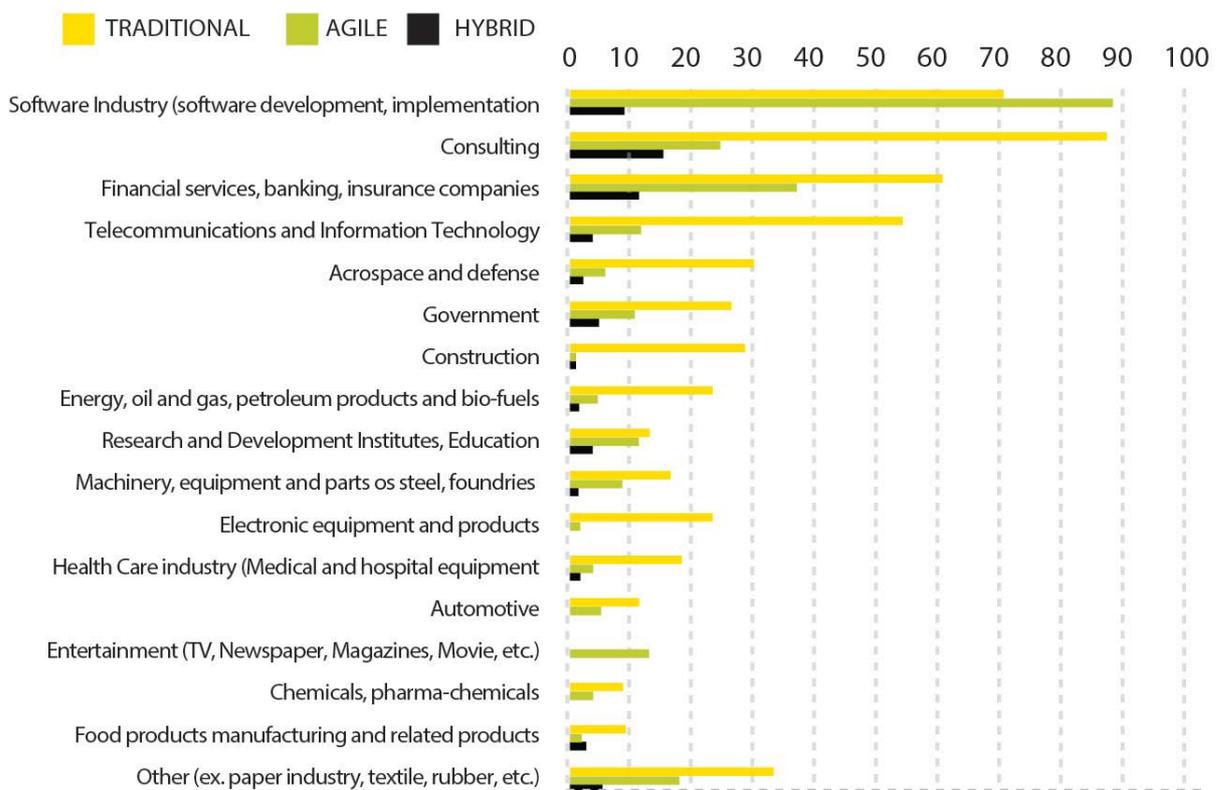
Fonte: Eder et al. (2015, p. 490).

O desenvolvimento de modelos híbridos é uma tendência global. Em um estudo inédito, realizado por pesquisadores do *Massachusetts Institute of Technology, Consortium for Engineering Program Excellence* (MIT – CEPE), que contou com parceria de pesquisadores do grupo E12 – Engenharia de Produção da Universidade de São Paulo (EESC/USP) intitulado *Project Management Agility Global (PM Agility Global Survey)*, comprovaram as tendências

globais no uso de práticas ágeis e desenvolvimento híbrido. O estudo foi realizado em 76 países e 17 setores da indústria evidenciando que os modelos e métodos da teoria de GAP estão sendo adaptados e utilizados em diferentes indústrias, tipos de projeto e produto (produto físico, *software* e serviços), conformando o uso e a adaptação dessas práticas para diferentes projetos e tipos de indústria.

A utilização de modelos híbridos foi citada por profissionais que estão combinando diferentes abordagens para serem mais eficientes na gestão de projetos em diferentes contextos de negócios, conforme ilustrado na Figura 12.

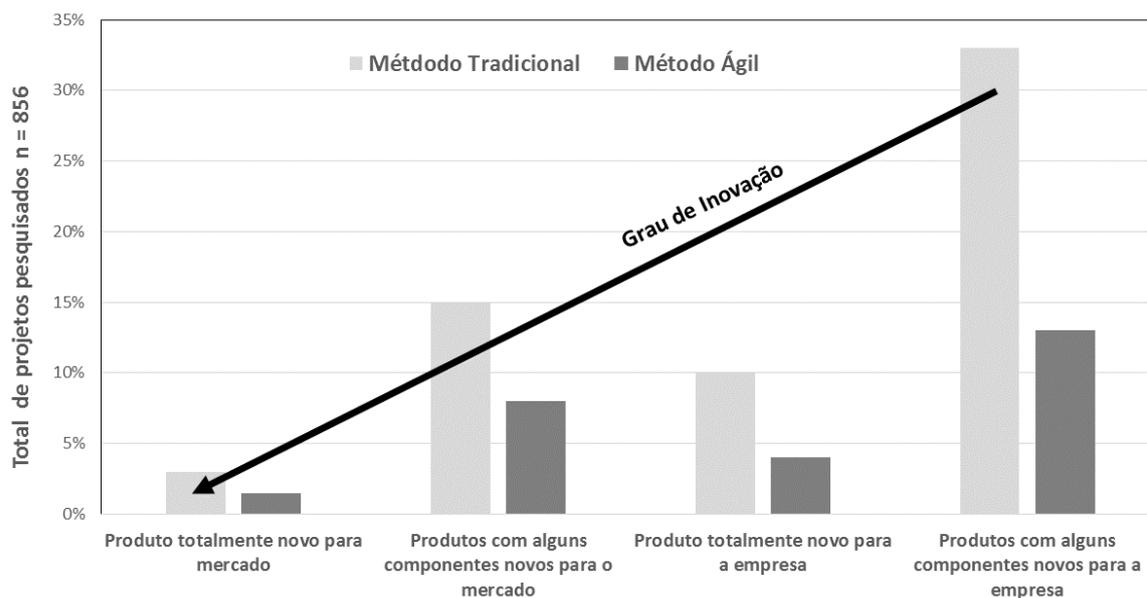
Figura 12 – Distribuição dos métodos gerenciais utilizados segundo os participantes da pesquisa.



Fonte: Conforto et al. (2015, p. 16).

Em um estudo onde foi analisado 856 projetos revelou que o GAP está continuamente avançando na área de desenvolvimento de novos produtos com diversos graus de inovação, dividindo espaço com o gerenciamento tradicional de projetos, havendo uma combinação dos métodos para ganhar eficiência na gestão dos projetos, conforme ilustrado na figura 13 (SCHUH et al., 2018).

Figura 13 – Abordagem de gerenciamento de projetos, dependendo do grau de inovação.



Fonte: Schuh et al. (2018 p. 30).

Batra (2018) realizou uma pesquisa com várias empresas de segmentos variados conforme Quadro 3 para identificar dentre os valores das abordagens ágeis e tradicionais qual contribui mais para o sucesso do projeto.

Quadro 3 – Distribuição das indústrias por segmento.

Nome (segmento) da indústria	Indústria respondente (%)
Educação / Pesquisa	15,8
Manufatura	14,9
Saúde	13,2
Marketing	10,5
Serviços financeiros	7,9
Telecomunicação	6,1
Mídia / entretenimento	4,4
Transporte	4,4
Outros	22,8

Fonte: Batra (2018 p. 16).

O Quadro 4, a seguir indica a distribuição dos respondentes de acordo com a metodologia utilizada, revelando que as empresas estão utilizando amplamente métodos próprios para o gerenciamento dos projetos. Podemos destacar nos dados o avanço do método híbrido ficando em segundo lugar na pesquisa, já que a combinação dos métodos ágeis e tradicionais (híbridos) vem ganhando espaço cada vez nas indústrias de vários segmentos.

Outro fator que vala ressaltar a é a soma dos três métodos ágeis combinadas, *Scaled Agile*, *Kanban* e *Scrum* somam 17,7%, isto significa que os métodos nomeados Ágeis não estão sendo amplamente utilizados por estas indústrias, ou seja, as indústrias estão buscando maneira de combinar abordagens para atender todas as características das variedades de projetos.

Quadro 4 – Distribuição dos métodos de acordo com as empresas respondente.

Nome método	Método utilizado (%)
Próprio (especifico da empresa)	40,4
Híbrido	14,9
Cascata	9,6
Processo Racional Unificado	8,8
<i>Scaled Agile</i>	8,8
<i>Kanban</i>	4,4
<i>Scrum</i>	3,5
Outros	9,6

Fonte: Batra (2018 p. 16).

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta a classificação da pesquisa deste trabalho, a caracterização do estudo de caso com a descrição do protocolo de pesquisa e as etapas da pesquisa.

3.1 Classificação da pesquisa

Neste tópico são descritos o método de estudo e o modo como foram desenvolvidas todas as etapas do trabalho, apresentando as técnicas adotadas como referência. De acordo com a classificação de pesquisa científica proposta por Turrioni e Mello (2012), este trabalho pode ser descrito conforme apresentado no Quadro 5:

Quadro 5 – Classificação da pesquisa científica em Engenharia de Produção.

Classificação da pesquisa científica	
Natureza	Aplicada
Objetivo	Exploratório
Abordagem	Qualitativa
Temporalidade	Transversal
Método	Estudo de Caso

Fonte: Elaborado pelo autor baseado na classificação de Turrioni e Mello (2012).

A natureza do estudo é aplicada, pois busca gerar conhecimentos que poderão ser aplicados a todas as empresas que pretendem propor melhorias no PDP utilizando a ARA como ferramenta de diagnóstico.

Do ponto de vista dos objetivos, é exploratória, pois é uma investigação sobre uma aplicação da ARA, com um levantamento bibliográfico sobre Processo de Desenvolvimento de Produto, Diagnóstico de Processo e Árvore da Realidade Atual, e pretende responder à questão da pesquisa de modo exploratório.

De abordagem qualitativa, pois se destina ao estudo da aplicação de uma ferramenta para diagnosticar problemas no PDP e, a partir dessa aplicação, propor soluções de melhorias para o processo, baseando-se em práticas ágeis de gestão de projetos. O ambiente de desenvolvimento de produto da empresa foi uma fonte direta de coleta de dados e foram realizadas entrevistas e análise documental.

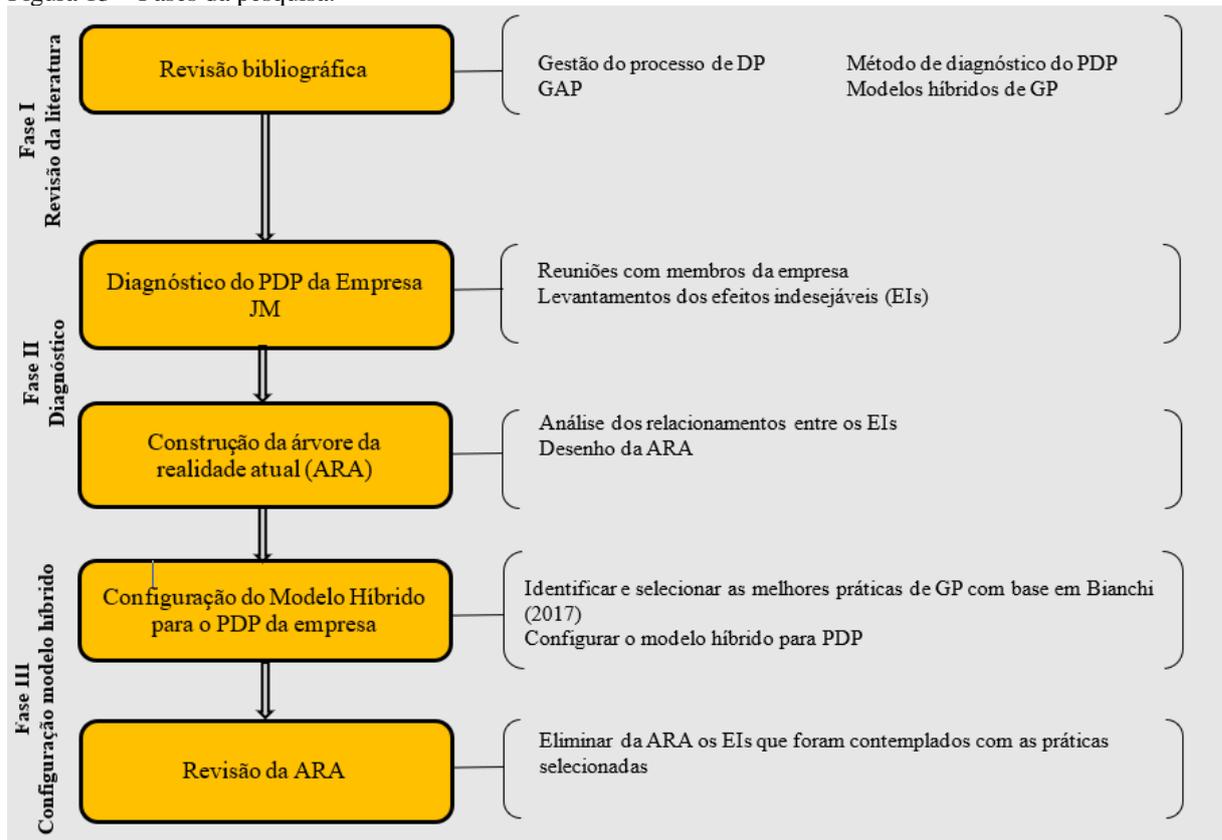
O estudo tem temporalidade transversal, pois limita-se a analisar a informação atual dos efeitos indesejáveis do PDP.

O método de pesquisa é estudo de caso. O interesse no caso deve-se à crença de que ele pôde facilitar a compreensão de algo mais amplo. Acredita-se que seu estudo permitiu melhor compreensão, ou mesmo melhor teorização sobre um conhecimento. Os estudos de caso podem

favorecer ou contestar um conceito, uma vez que podem servir para fornecer discussões sobre um assunto ou contestar uma generalização aceita, apresentando um caso que contraria a teoria.

As etapas da pesquisa foram organizadas em três fases, conforme ilustrado na Figura 13: (I) revisão da literatura, (II) diagnóstico do PDP e (III) configuração do modelo híbrido.

Figura 13 – Fases da pesquisa.

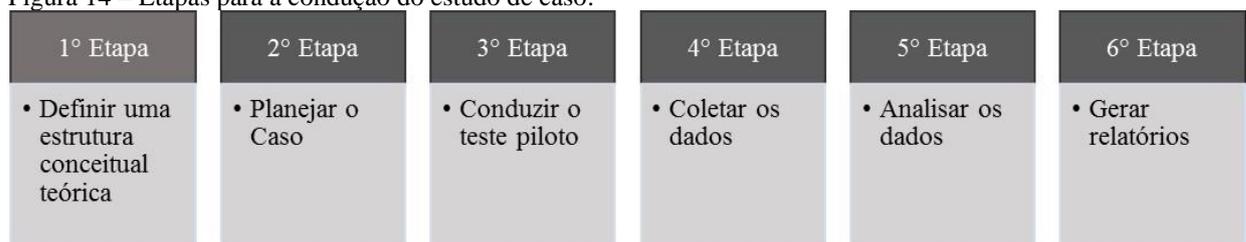


Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2 Protocolo para o Estudo de Caso

O protocolo adotado para o estudo de caso está fundamentado no trabalho de Miguel (2007), mas foi simplificado para adequar os objetivos desta pesquisa. As etapas do protocolo são apresentadas na Figura 14.

Figura 14 – Etapas para a condução do estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Miguel (2007, p. 221).

1º Etapa: definir uma estrutura conceitual teórica.

É constituída pelas pesquisas e buscas realizadas para a pesquisa bibliográfica. Essa etapa é necessária, pois permite o mapeamento e monitoramento da literatura sobre processo de desenvolvimento de produto (PDP) e diagnóstico de processo (DP). Sobre o PDP, buscou-se identificar os conceitos, as características e os modelos de referência. Sobre DP, buscou-se analisar o método da ARA, que foi utilizada para identificação dos principais problemas ou efeitos indesejáveis do PDP.

2º Etapa – Planejar o caso.

Universo da pesquisa: Pode-se definir como universo de pesquisa as empresas fabricantes de implementos agrícolas no interior do estado de São Paulo. O caso selecionado para estudo foi uma empresa brasileira de médio porte, do interior do estado de São Paulo, fabricante de implementos agrícolas. A escolha dessa empresa deu-se por ser considerada uma das principais empresas desse segmento no país, com atuação no mercado externo, sendo atualmente exportadora de seus produtos para mais de 36 países.

Todo o desenvolvimento de novos produtos da empresa é realizado internamente, por uma área chamada Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Esse é um dos principais motivos para a escolha da empresa no estudo de caso. Aliado a esse fator, também foi relevante o fato de a empresa adotar um modelo de referência para o PDP. Assim, o processo segue um modelo de referência e tem as práticas de gerenciamento de projetos tradicionais formalizadas como método de trabalho.

Delimitação do escopo do estudo de caso: o foco do estudo de caso é o PDP, objetivo principal da pesquisa.

Meios para coleta e análise de dados: os meios para coleta de dados ocorreram em reuniões com os principais envolvidos no PDP e também com pessoas de outros processos que estão direta ou indiretamente associados ao desenvolvimento de produtos e podem identificar EIs no processo. As informações obtidas foram utilizadas para a elaboração de um diagnóstico a partir do método de construção de uma ARA, que fornece como resultado as causas raízes dos problemas encontrados no PDP.

3º Etapa – Conduzir o teste-piloto.

Para a realização das reuniões foi elaborado um roteiro. Esse roteiro é uma adaptação do instrumento elaborado por Costa (2010). Um teste-piloto foi realizado para verificação da

adequabilidade do roteiro e para a realização de ajustes em relação à quantidade de questões, clareza, redundâncias. O instrumento elaborado está descrito no Apêndice A.

4º Etapa – Coletar os dados.

O roteiro para as reuniões foi utilizado para orientar o processo de levantamento de informações sobre a ocorrência dos EIs no PDP da empresa. Os principais envolvidos no PDP da empresa participaram das reuniões.

5º Etapa – Analisar os dados.

A análise dos dados seguiu os passos:

1. Elaborar a ARA a partir das informações obtidas nas reuniões;
2. Listar principais efeitos associados ao gerenciamento de projetos;
3. Utilizar a matriz morfológica de Bianchi (2017) para propor as práticas de GP;
4. Configurar o modelo híbrido para o PDP.

6º Etapa – Gerar Relatórios.

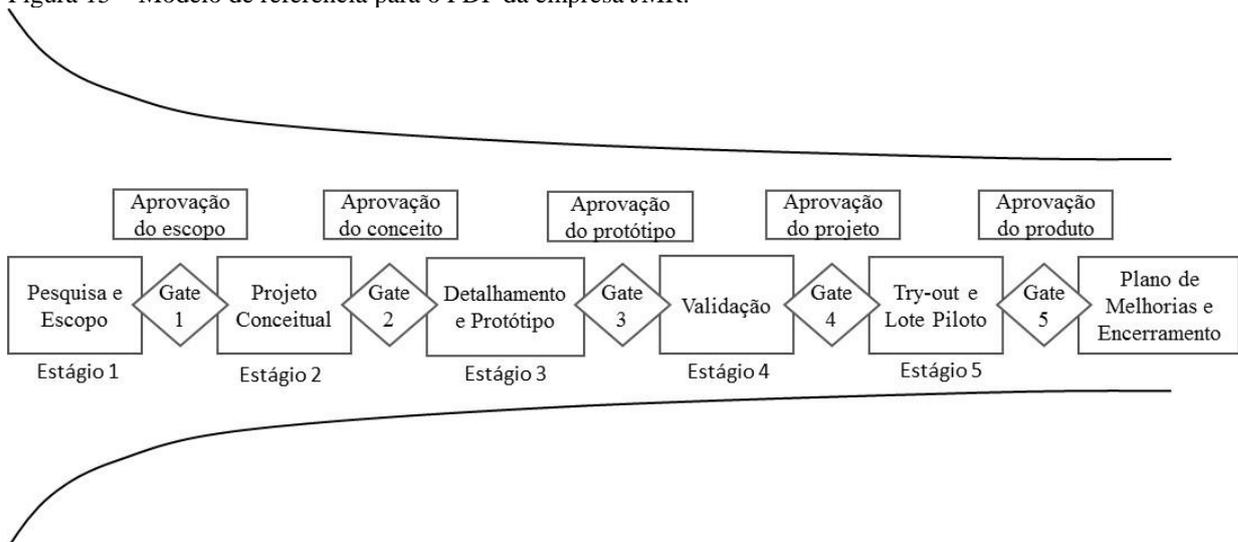
Os principais resultados alcançados foram documentados em uma descrição do estudo.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi desenvolvido em uma empresa de grande porte, tradicional fabricante de implementos agrícolas, com mais de 80 anos de atuação no mercado brasileiro, localizada na cidade de Batatais, interior de São Paulo. A empresa, denominada nesta pesquisa por JMR, conta atualmente com 600 colaboradores diretos, sendo que o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento de Produto, foco da pesquisa, possui 15 engenheiros, 6 projetistas e 4 técnicos em eletrônica no quadro de colaboradores. A empresa utiliza o modelo de referência *stage-gate* proposto por Cooper (2001) para a gestão do processo de desenvolvimento de novos produtos (Figura 15).

A empresa fatura anualmente em torno de 200 milhões de reais, sendo as plantadoras adubadoras para o plantio de sementes graúdas responsáveis por 75% desse montante.

Figura 15 – Modelo de referência para o PDP da empresa JMR.

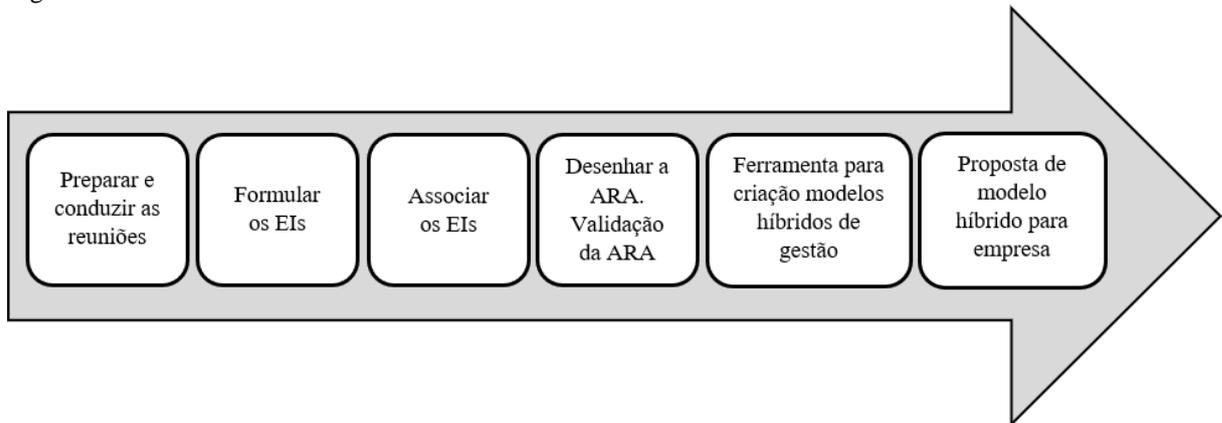


Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1 Etapas do estudo de caso

A realização do estudo de caso ocorreu de acordo com as atividades ilustradas na Figura 14 e descritas a seguir.

Figura 16 – Atividades realizadas no estudo de caso.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 Preparar e conduzir as reuniões

Foram realizadas nove reuniões com duração média de duas horas e meia, que geraram uma lista de EIs. Todas as informações foram registradas conforme eram relatadas, sem interferência de opinião ou julgamento. Foi possível obter informações sobre:

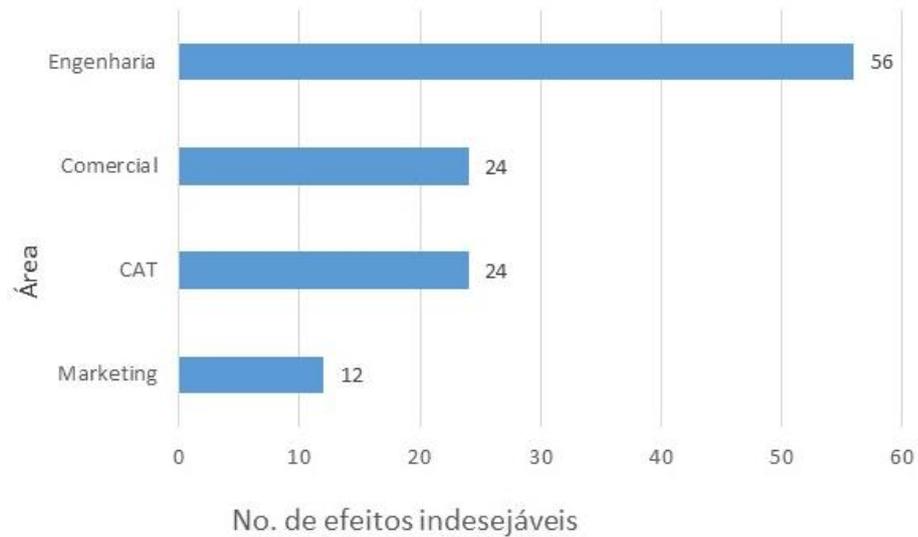
- Estrutura de atividades/informação e organização;
- Recursos (ferramentas, equipamentos e instalações);
- Relação global com os clientes;
- Estratégias (de desenvolvimento e operacionais).

4.3 Formular os EIs

Na etapa inicial de análise, foram identificados 156 EIs (problemas no PDP). Esses EIs foram enumerados para facilitar a construção da ARA. Buscou-se elaborar uma descrição simples e objetiva do efeito, para que sua leitura não permitisse entendimento ambíguo. Após a eliminação dos efeitos redundantes da primeira lista elaborada, restaram 116 efeitos, que foram organizados por área da empresa e estão ilustrados na Figura 17.

A área que mais contribuiu com a ocorrência de efeitos indesejáveis foi a Engenharia, com 56 EIs, que correspondem a 48% do total apurado. Essa informação é uma evidência de que os EIs estão distribuídos por todas as atividades do PDP e envolvem diversas áreas da empresa. De acordo com os comentários dos envolvidos, é difícil propor melhorias, pois tem-se a impressão de que existem problemas por toda parte.

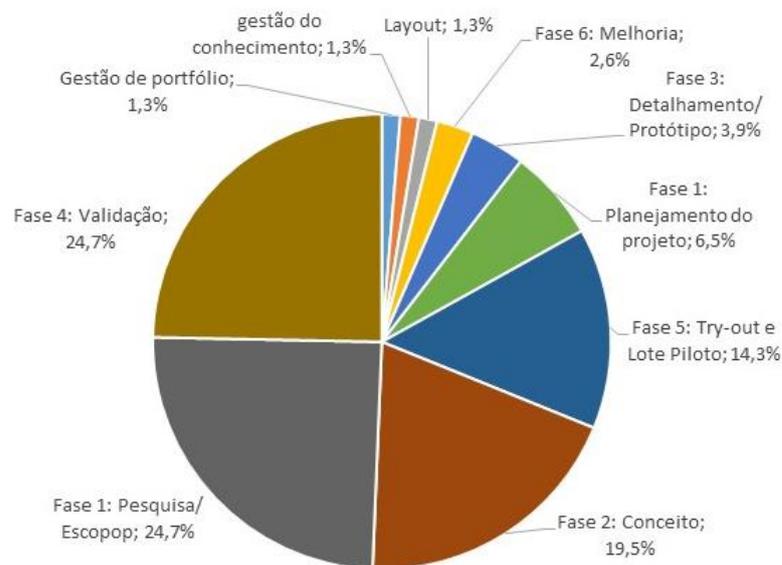
Figura 17 – Distribuição das ocorrências dos EIs no PDP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 18 ilustra a participação de cada etapa do PDP e área de conhecimento na ocorrência dos EIs.

Figura 18 – Porcentagem de distribuição das ocorrências dos EIs por área.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A distribuição dos efeitos por fase do PDP (Figura 14) permite verificar que os EIs ocorrem desde a Pesquisa/Escopo (Fase 1), Conceito (Fase 2), Validação (Fase 4) e *Try-out* e Lote-Piloto (Fase 5). Esse fato é uma evidência de que todas as atividades do PDP necessitam de monitoramento e melhoria.

A ocorrência de falhas nessas fases impacta diretamente na qualidade do produto e na satisfação do cliente, além de gerar um alto custo de mudanças e aumento de ocorrências de outras falhas.

4.4 Associar os EIs, validar a ARA e propor melhorias

Para a elaboração da ARA, os EIs foram organizados com a retirada de efeitos redundantes e reescritos para garantir a clareza no seu entendimento. A lista de 116 EIs (Apêndice B) foi impressa em etiquetas que foram coladas em blocos adesivos. Foi realizada uma primeira associação dos EIs, agrupando-os por área de conhecimento, já que eram muitos efeitos a associar.

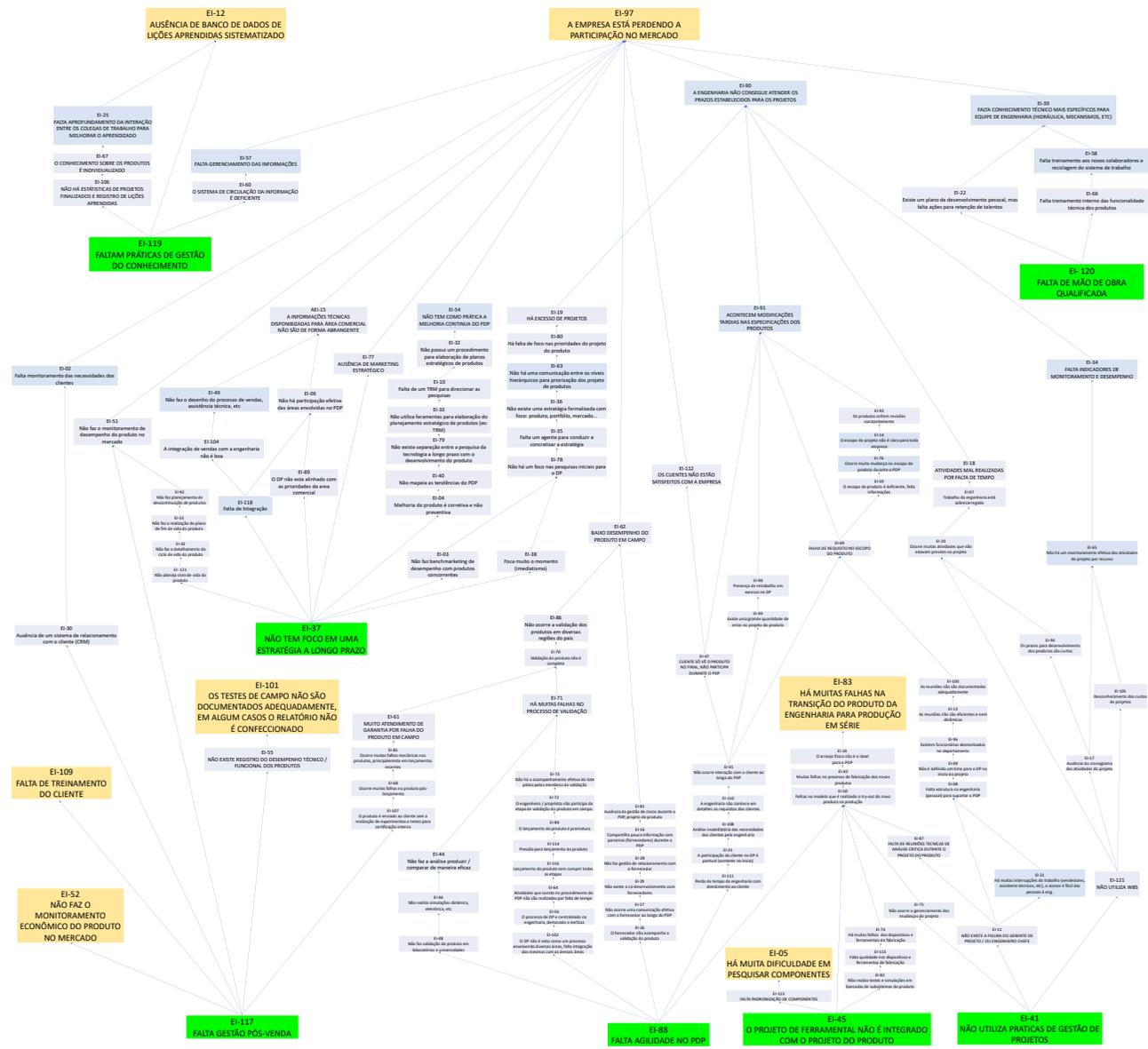
Essa primeira visão da árvore (Figura 19) facilitou a etapa seguinte de identificação dos relacionamentos de causalidade entre os EIs, que foram transcritos em versão digital (Figura 20), que foi utilizada em conjunto com a versão em papel. A versão com os relacionamentos passou por mais duas análises, que alteraram significativamente os relacionamentos entre os efeitos, resultando na ARA final, ilustrada na Figura 21.

Figura 19 – Preparação dos EIs para a elaboração da ARA.



Fonte: Elaborado pelos autor.

Figura 21 – Versão final da ARA



Fonte: Elaborado pelo auto

Após as reuniões para avaliar os relacionamentos, foram identificadas sete causas raízes, identificadas em vermelho na Figura 21:

- 1- Falta de planejamento a longo prazo;
- 2- Falta de agilidade no PDP;
- 3- Falta de integração do projeto de ferramentas com o projeto do produto;
- 4- Falta de mão de obra qualificada;
- 5- Não utiliza práticas de gestão de projetos;
- 6- Falta de gestão pós-venda;
- 7- Falta de gestão do conhecimento.

Dentre as causas raízes, podem-se destacar cinco causas como recorrentes no PDP e citadas em outros trabalhos, das quais citam-se as causas 2, 3 e 5 como as mais relevantes e responsáveis pelo principal EI apurado na análise da ARA, que é o EI-97: *“a empresa está perdendo a participação no mercado”*.

A identificação dessas causas raízes como as principais fontes responsáveis pelos problemas da empresa foram validados pelo gerente da engenharia da empresa, e explicam o fato de o PDP da empresa não atender às expectativas dos clientes.

Pode-se verificar, pela análise dos relacionamentos dos EIs descritos na ARA, que a simples adoção de práticas de gestão de projetos como a elaboração de uma WBS (*work breakdown structure*) e um cronograma de projeto, podem eliminar muitos EIs, assim como a designação de um responsável pelo gerenciamento dos projetos de novos produtos da empresa, já que esse papel não está definido.

A adoção dessas ações, de certo modo já proporcionarão ao PDP maior controle e uma sutil agilidade, já que a dificuldade no gerenciamento do tempo é um dos responsáveis pela falta de alinhamento dos projetos com o modelo de referência.

4.5 Validação da ARA

Após uma reunião com os principais envolvidos no PDP da empresa, listados no Quadro 6, em que foi apresentada a versão final da ARA, o gerente de engenharia e o gerente de vendas evidenciaram que há problemas de falta de agilidade no PDP, deficiência em cumprir os prazos por não utilizar práticas de gestão de projetos e pela falta de iteração com o cliente durante o desenvolvimento do produto. Destacaram ainda a importância de encontrar ferramentas que

possam auxiliar na resolução desses problemas, para que a empresa volte a ser competitiva perante os concorrentes.

Quadro 6 – Programação de reuniões para a discussão da ARA.

Item	Participantes	Setor	Data	Horário
1	Gerente de engenharia	Engenharia produto	26/04/2019	8:00hs - 10:20hs
2	Coordenador de engenharia / protótipo	Engenharia produto	27/03/2019	14:00hs - 16:30hs
3	Engenheiro mecânico	Engenharia produto	28/03/2019	16:00hs - 17:20hs
4	Engenheiro produto	Engenharia produto	28/03/2019	16:00hs - 17:20hs
5	Projetista	Engenharia produto	29/03/2019	14:00hs - 16:30hs
6	Gerente de vendas	Comercial	02/04/2019	8:00hs - 10:00hs
7	Coordenador de vendas	Comercial	02/04/2019	14:00hs - 16:30hs
8	Coordenador de marketing	Marketing	03/04/2019	16:00hs - 17:20hs
9	Coordenador de assistência técnica	CAT	04/04/2019	15:00hs - 16:00hs

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.6 Ferramenta para criação de modelos híbridos de gestão de projetos

A ferramenta proposta por Bianchi (2017) consiste em um procedimento estruturado para buscar alternativas de soluções para problemas no PDP. A ferramenta fornece um apoio à equipe de projetos para identificar diferentes possibilidades de aplicação de práticas de gestão.

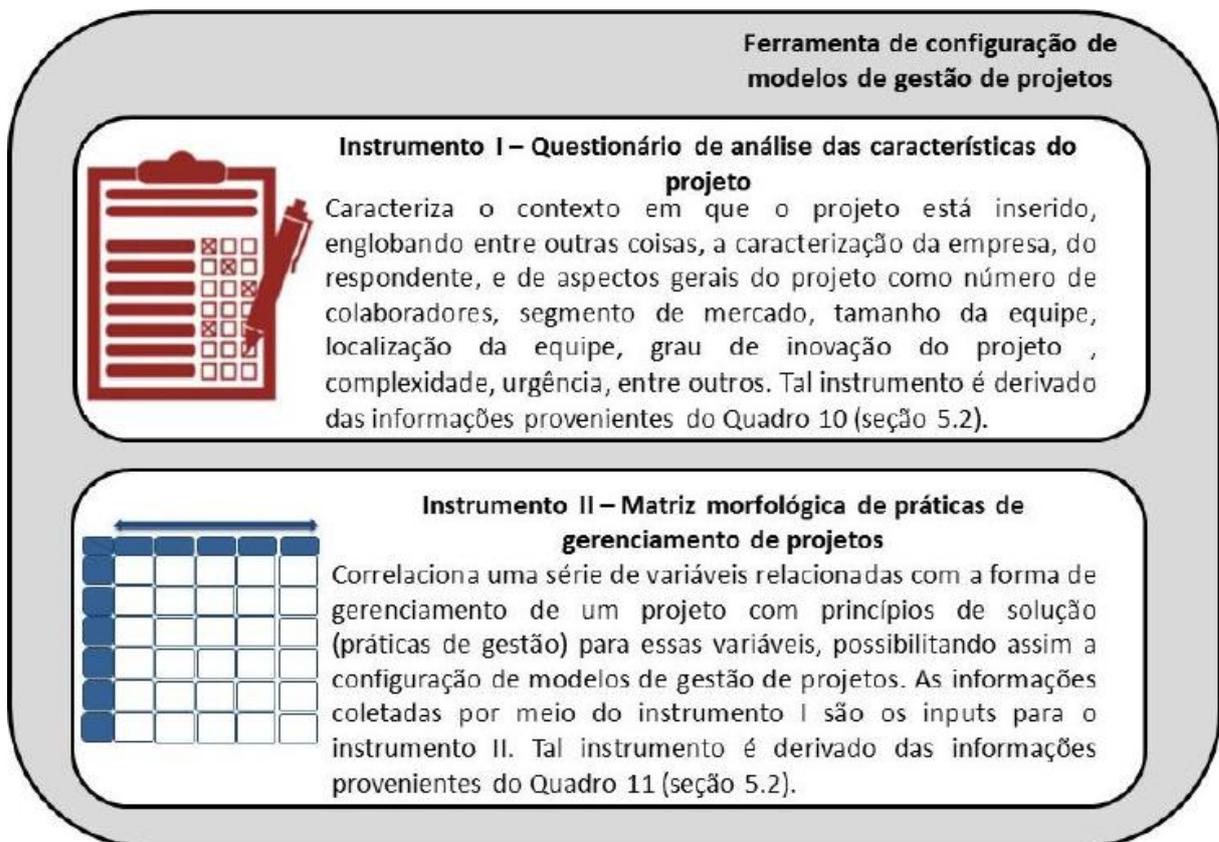
Assim, com a ferramenta, a equipe pode configurar o modelo de gestão de projetos mais adequado às necessidades e características dos projetos da empresa (BIANCHI, 2017). O autor focou seu procedimento nas questões relacionadas ao planejamento, controle de escopo e tempo para a identificação de práticas, técnicas e ferramentas de gestão de projetos caracterizadas como “ágeis” ou “tradicionais”. Bianchi (2017) apresenta uma matriz morfológica, descrita no Anexo A.

A matriz morfológica consiste na elaboração de alternativas de solução para os problemas de um projeto, auxiliando a equipe de desenvolvimento a buscar possíveis alternativas de solução, analisando seu impacto no produto final (ROZENFELD et al., 2006). Pahl et al., (2007) descrevem a matriz morfológica como um catálogo que pode auxiliar durante todas as fases da busca por novas alternativas para contornar problemas, e também na elaboração de soluções combinadas.

Bianchi (2017) utilizou esse conceito e desenvolveu a seguinte associação para a elaboração da matriz morfológica: a forma como um projeto é gerenciado ao longo do tempo e as diferentes possibilidades de práticas de gerenciamento de projetos. A matriz funciona como um catálogo de práticas de gestão, permite maior flexibilidade para os gerentes de projeto na combinação de práticas apropriadas a diferentes tipos de projetos.

A proposta de Bianchi (2017) é configurar os modelos híbridos de gestão de projetos a partir de dois instrumentos, descritos na Figura 22. O instrumento I busca as características sobre o contexto do projeto, a fim de caracterizá-lo e identificar suas particularidades. As informações coletadas no instrumento I permitem o uso do instrumento II, a matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos. Nas linhas da matriz, são apresentadas as variáveis relacionadas com a estrutura/forma em que ocorre o gerenciamento de um projeto na organização; e nas colunas da matriz, são apresentadas as diferentes possibilidades de práticas de gestão.

Figura 22 – Instrumentos que compõem a ferramenta de Bianchi.



Fonte: Bianchi (2017, p.115).

A Figura 23 e 23b são uma ilustração da matriz morfológica de práticas de gestão de projetos. Cada projeto segue um ciclo de vida que requer um conjunto de métodos e práticas que podem ser complexos e conduzidos de forma altamente detalhada por meio de documentos escritos, ou ter uma forma metafórica, ambígua, utilizando artefatos visuais. Para a aplicação da ferramenta de Bianchi (2017), deve-se relacionar essas informações e personalizar um modelo de gestão específico para o projeto.

O Quadro 7 ilustra a associação entre as atividades do gerenciamento de projetos, que podem ser utilizadas pela abordagem tradicional e as práticas ágeis.

Quadro 7 – Parâmetros de diferenciação entre as abordagens tradicional e ágil de gestão de projetos.

Característica	Definição	Tradicional	Ágil
1) Estrutura do plano do projeto	Identifica a forma com que o planejamento do projeto é descrito, englobando o nível de horizonte de planejamento.	Único plano de projeto, que abrange o tempo total do projeto e contém os produtos, entregas, pacotes de trabalho e atividades de forma detalhada.	Plano geral que considera o tempo total de duração do projeto e apenas os produtos principais.
2) Descrição do escopo do projeto	Identifica a forma com que o escopo do projeto é desenvolvido e a maneira como é comunicado aos envolvidos do projeto.	Descrição exata do resultado final por meio de texto com normas do tipo contratuais, números objetivos e indicadores de desempenho.	Descrição do resultado final de maneira abrangente, desafiadora, ambígua e metafórica que irá evoluir ao longo do projeto.
3) Detalhamento/ padronização das atividades do projeto	Identifica a forma como as atividades são detalhadas, se são descritas de maneira padronizada e organizada ou não, e o nível de controle utilizado.	As atividades são descritas de maneira padronizada e organizadas em diagramas do tipo WBS.	Não há um padrão para a descrição das atividades, que podem ser escritas na forma de histórias, problemas, ações ou entregas.
4) Acompanhamento e controle do projeto	Identifica como o acompanhamento e controle do projeto estão sendo realizados.	Empregam-se relatórios com indicadores de desempenho, documentos escritos, auditorias e análises de transições de fase.	O acompanhamento é frequente, há diferentes tipos de reuniões (informais e formais), rápidas e de maior duração. Emprega-se autogestão. Utilizam-se diferentes dispositivos visuais que indicam entregas físicas do resultado final.
5) Participação do cliente	Identifica o nível de participação do cliente no projeto, seu papel na priorização das entregas, nível de formalidade no processo de mudança, e sua proximidade com a equipe, incluindo os momentos em que está presente no projeto.	O gerente de projeto avalia, prioriza, adiciona ou altera as atividades do projeto para que os resultados estejam em conformidade com o escopo do projeto assinado com o cliente.	O cliente avalia, prioriza, adiciona ou altera o produto final do projeto, conforme a experiência com os resultados alcançados.
6) Estimativa de recursos e duração	Identifica a forma com que a estimativa de duração e recursos é realizada, identificando o padrão é utilizado pela empresa.	A equipe faz uso de estimativas baseadas em quantidade de atividades e homens/horas, utilizando-se técnicas específicas, como estimativa paramétrica, análoga, por três pontos	A equipe faz uso de estimativas baseadas na quantidade de pessoas necessárias para se alcançar uma determinada velocidade para cumprir as histórias de usuário.

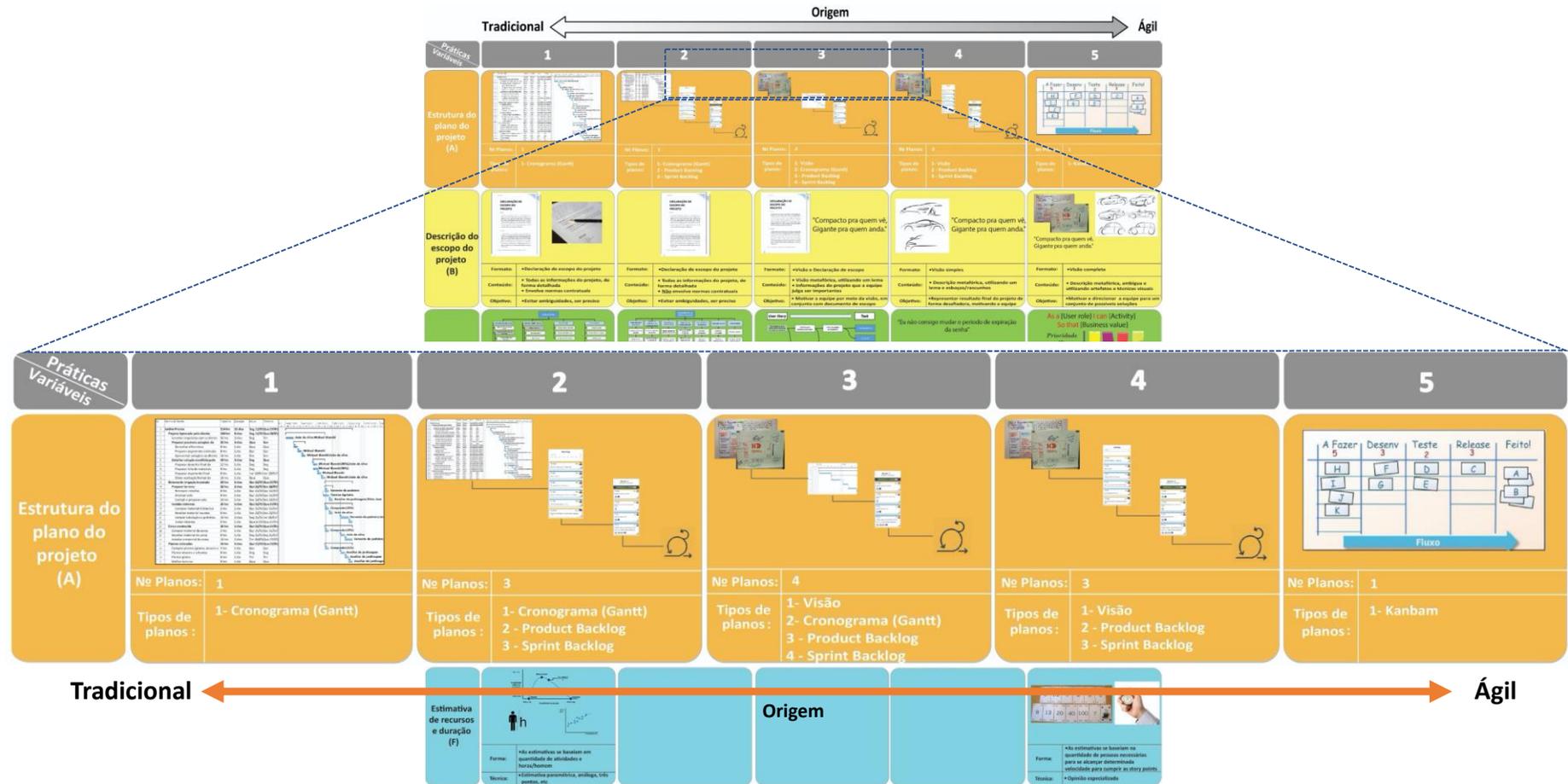
Fonte: Bianchi (2017).

Figura 23a – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos.

Práticas Variáveis	Origem				
	Tradicional ←				→ Agil
	1	2	3	4	5
Estrutura do plano do projeto (A)	 No Planos: 3 Tipos de planos: 3- Cronograma (Gantt)	 No Planos: 2 Tipos de planos: 1- Cronograma (Gantt) 2- Frontend Backlog 3- Sprint Backlog	 No Planos: 2 Tipos de planos: 1- Visão 2- Cronograma (Gantt) 3- Frontend Backlog 4- Sprint Backlog	 No Planos: 1 Tipos de planos: 1- Visão 2- Frontend Backlog 3- Sprint Backlog	 No Planos: 1 Tipos de planos: 1- Kanban
Descrição do escopo do projeto (B)	 Formato: • Declaração de escopo do projeto de forma detalhada • Envolve normas contratuais Objetivo: • Evitar ambiguidades, ser preciso	 Formato: • Declaração de escopo do projeto de forma detalhada Objetivo: • Evitar ambiguidades, ser preciso	 Formato: • Visão e Declaração de escopo Objetivo: • Melhorar a equipe por meio de visão, em conjunto com documento de escopo	 Formato: • Visão simples Objetivo: • Apresentar resultado final do projeto de forma desafiadora, motivando a equipe	 Formato: • Visão completa Objetivo: • Descrição metafórica, ambígua e utilizando artefatos e técnicas visuais • Ajustar e direcionar a equipe para um conjunto de possíveis soluções
Detalhamento das atividades (C)	 Formato: • Work Breakdown Structure (WBS), de forma padronizada e organizada Objetivo: • A atividade contém obrigações e são resultantes em conjuntos de pontos de trabalho, entregas e produtos de projeto • Menor de controle baseado em dias Priorização: • Ordem de sequenciamento das atividades do projeto	 Formato: • Work Breakdown Structure (WBS), de forma padronizada e organizada Objetivo: • A atividade contém obrigações e são resultantes em conjuntos de pontos de trabalho, entregas e produtos de projeto • Menor de controle baseado em dias Priorização: • Ordem de sequenciamento das atividades do projeto	 Formato: • Tarefas (Tasks), em nível de detalhe maior, das atividades do projeto Objetivo: • Atividades necessárias para completar uma história e história e são resultantes em uma entrega de valor • Podem ser priorizadas com base em diversos critérios • Não vinculadas e nem sempre por requisitos da entrega	 Formato: • Não há um padrão para descrição das atividades Objetivo: • Podem ser descritas na forma de histórias, após as entregas relacionadas ao projeto Priorização: • Priorização de que deve ser executado primeiro	 Formato: • Histórias de usuário (User Stories) Objetivo: • Menor detalhamento e não de especificar tudo em um produto pronto (Done) entregar para o usuário Priorização: • Priorização de que deve ser executado primeiro
Acompanhamento e Controle do projeto (D)	 Indicadores: • Custo, tempo e % de progresso Relatórios: • Relatórios com indicadores de desempenho, documentos escritos e dispositivos digitais Mudanças: • Correção de curso para seguir o plano Comunicação: • Formal Certezas: • As reuniões de equipe são raras	 Indicadores: • Custo, tempo e % de progresso Relatórios: • Relatórios de status do projeto, documentos escritos e dispositivos digitais Mudanças: • Mudanças são absorvidas passando por aprovação do gerente Comunicação: • Formal e informal Certezas: • As reuniões de equipe são frequentes	 Indicadores: • Entregas variáveis Relatórios: • Relatórios de status do projeto e dispositivos visuais (Kanban, quadros de controle, retrospectivas, etc) Mudanças: • Mudanças são absorvidas ao longo do projeto com certa frequência Comunicação: • Informal Certezas: • Realizam os cerimônias do Scrum	 Indicadores: • Entregas variáveis Relatórios: • Relatórios de status do projeto e dispositivos visuais (Kanban, quadros de controle, retrospectivas, etc) Mudanças: • Mudanças são absorvidas ao longo do projeto com certa frequência Comunicação: • Informal Certezas: • Realizam os cerimônias do Scrum	 Indicadores: • Práticas, demonstrações, discussões e de status visuais Relatórios: • Não um relatório, sendo considerado visual que indica o andamento e resultados do projeto Mudanças: • Mudanças são absorvidas ao longo do projeto Comunicação: • Informal Certezas: • Realizam os cerimônias do Scrum
Participação do cliente (E)	 Frequência: • O cliente está presente na assinatura do contrato e na entrega final do projeto Interação: • Mínima • O gerente do projeto identifica e alerta as atividades do projeto para que os resultados estejam em conformidade com o escopo acordado pelo cliente	 Frequência: • O cliente está presente na assinatura do contrato, nos milestones e na entrega final do projeto Interação: • Mínima • O gerente do projeto identifica e alerta as atividades do projeto a fim de seguir o escopo e os clientes avaliam o andamento do projeto nos milestones	 Frequência: • O cliente está presente periodicamente no projeto, dividindo as informações entre o gerente Interação: • Média • A equipe realiza mudanças para assegurar a qualidade do projeto e a satisfação do cliente, com a concordância de ambas as partes	 Frequência: • O cliente está presente frequentemente no projeto, dividindo as informações com o gerente do projeto Interação: • Alta • O cliente altera o produto do projeto quando ocorrer necessidade para tal • A equipe alerta as propostas do cliente e alerta as atividades para garantir sua satisfação	 Frequência: • O cliente está presente diariamente (100%) no projeto, sendo considerado um usuário do produto Interação: • Muito Alta • O cliente avalia, prioriza, seleciona e libera o produto final do projeto, conforme resultados iterativos • A equipe alerta as atividades para obter os resultados esperados pelo cliente
Estimativa de recursos e duração (F)	 Forma: • As estimativas se baseiam em quantidade de atividades e horas/homem Técnica: • Estimativas paramétrica, análise, três pontos, etc				 Forma: • As estimativas se baseiam na quantidade de pessoas necessárias para se alcançar determinada velocidade para cumprir as story points Técnica: • Opinião especializada

Fonte: Bianchi (2017).

Figura 24b – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos.



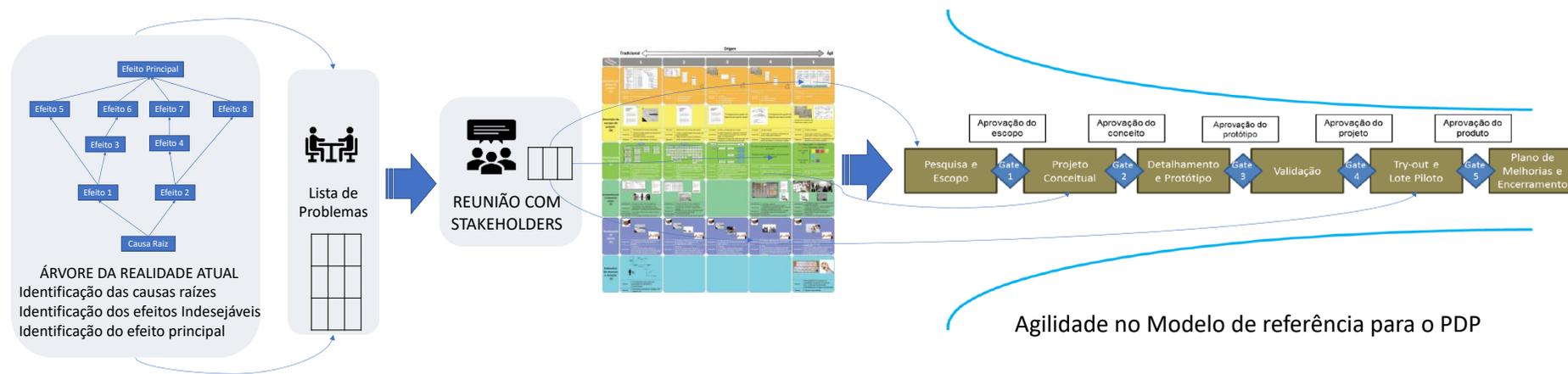
Fonte: Bianchi (2017).

4.7 Proposta de modelos híbridos para o PDP da empresa JMR

A proposta de Bianchi (2017) está limitada à identificação de práticas para apoiar o gerenciamento de projetos, com foco no planejamento e controle de escopo e tempo. Assim, essa também é uma limitação deste trabalho, que propõe uma adaptação, como ilustrado na Figura 24.

Diferentemente de Bianchi (2017), as práticas de GP neste trabalho foram selecionadas a partir dos problemas identificados no diagnóstico do PDP obtido pela ARA. Para a seleção das práticas listadas na matriz morfológica, foram considerados os critérios de adequação, maturidade da empresa e capacidade de implantação, discutidos em uma reunião realizada com os *stakeholders* da empresa. O resultado está descrito no Quadro 8.

Figura 25 – Proposta de modelos híbridos para o PDP.



Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 8 – Seleção de práticas a partir dos efeitos indesejáveis.

Causa raiz	Efeitos Indesejáveis - EIs		Como é feito na empresa	Prática selecionada da matriz morfológica de Bianchi	Como será implantado	Modelo de referência
Não utiliza práticas de gestão de projetos	EI-121	Não utiliza <i>work breakdown structure</i> (WBS).	O cronograma e as atividades são realizados com base no procedimento de desenvolvimento de produtos (modelo de referência), assim as tarefas são visualizadas de maneira macro.	Variável C: detalhamento das atividades. Prática 2. Formato: WBS, de forma organizada e padronizada. Conteúdo: As atividades contêm códigos e são classificadas em conjunto de pacotes de trabalho, entregas e produtos do projeto. Nível de controle baseado em dias, semanas e meses. Priorização: Ocorre o sequenciamento das atividades do projeto.	A equipe receberá um treinamento para o entendimento dos conceitos da WBS. Os membros da equipe farão a WBS, que permitirá a todos os envolvidos uma visão detalhada das tarefas a serem executadas no projeto.	Definido na Fase 1 – Pesquisa/Escopo e é atualizado ao longo do projeto.
Não utiliza práticas de gestão de projetos	EI-17	Ausência do cronograma das atividades do projeto.	As atividades (tarefas) são adesivadas em um quadro branco utilizando <i>post-it</i> , onde sua evolução é diariamente acompanhada através de reunião de 15 minutos de duração. Nenhum tipo de relatório ou indicador é gerado.	Variável D: acompanhamento e controle do projeto. Prática 4. Indicadores: entregas parciais. Relatórios: relatórios de <i>status</i> do projeto e dispositivos visuais (cartazes, quadros recados autoadesivos etc.). Mudanças: são absorvidas ao longo do projeto. Comunicação: informal. Cerimônias: realizam as cerimônias do <i>Scrum</i> .	As reuniões diárias continuarão sendo realizadas com a utilização de um quadro visual. A evolução do projeto deverá ser acompanhada, e análises críticas deverão ser realizadas para checar o prazo e o andamento do projeto. O gráfico de <i>Burndown</i> deverá ser utilizado para avaliar se o projeto está andando conforme o prazo estabelecido.	Definido na Fase 2 e 3 – Conceito e Detalhamento/Protótipo.
Não utiliza práticas de gestão de projetos / Falta agilidade no PDP	EI-69	Falha de requisito no escopo do produto.	É realizada uma pesquisa “superficial de mercado” em algumas regiões, geralmente onde a empresa possui maior participação no mercado. São visitas em que geralmente um membro da área comercial e um membro da engenharia participam. Nelas, são levantados os requisitos mediante conversa com o cliente (sem a utilização de nenhuma ferramenta). Posteriormente, uma apresentação de <i>slides</i> é montada e apresentada em <i>Gate</i> (reunião com a gerência) para aprovação do início do projeto.	Variável B: descrição do escopo do projeto. Prática 3. Formato: visão e declaração de escopo. Conteúdo: todas as informações do projeto de forma detalhada. Não envolve normas contratuais. Objetivo: evitar ambiguidades, ser preciso.	Para apresentação da proposta do escopo deverá ser feito um modelo 3D (software CAD) para visualização do conceito do produto, designer, etc. Deverá também ser elaborado uma lista detalhada dos requisitos e cada um ser referenciado no modelo. Uma vez que os requisitos que comporiam o escopo do produto forem aprovado pela gerência, o mesmo deverá também ser submetido a análise do cliente e os dados confrontados.	Fase 1 - Pesquisa / Escopo
Falta agilidade no PDP	EI-01 EI-47 EI-31 EI-108 EI -110	Não ocorre iteração com o cliente ao longo do PDP. Cliente só vê o produto no final, não participa do PDP. A participação do cliente no DP é pontual (somente no início). Análise insatisfatória das necessidades dos clientes pela engenharia. A engenharia não conhece em detalhes os requisitos dos clientes.	O contato com o cliente é realizado somente na pesquisa inicial para levantamento dos requisitos e quando o produto já está pronto para os testes de campo.	Variável E: participação do cliente. Prática 3. Frequência: o cliente está presente periodicamente no projeto, discutindo as informações com o gestor. Iteração: Média. A equipe realiza mudanças para assegurar a qualidade do projeto e a satisfação do cliente, com a conformidade de ambas as partes.	O cliente deverá realizar iteração com a equipe do projeto liderada pelo gestor (GP) em todas as fases. Essa iteração poderá ser de forma presencial ou via <i>internet</i> .	Fase de 1 a 5
Não utiliza práticas de gestão de projetos	EI-65	Não há um monitoramento efetivo das atividades do projeto por recurso.	Os recursos são alocados com base na experiência de projetista, tendo como referência projetos que participaram no passado, não um registro de histórico de horas/homens ou qualquer outro parâmetro que sirva de referência pra cálculo de prazo e custo.	Variável F: estimativa de recursos e duração. Prática 5. Forma: as estimativas se baseiam na quantidade de pessoas necessárias para se alcançar determinada velocidade para cumprir as <i>story points</i> . Técnica: opinião especializada.	Será utilizado um sistema de pontuação para cada tarefa (<i>story</i>), baseado na série de Fibonacci de acordo com o grau de complexidade de execução. Portanto cada projeto específico terá sua pontuação de acordo com o seu grau de complexidade de execução (prazo).	Definida na Fase 2 e 3 - Conceito e Detalhamento / Protótipo

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.8 Modelo de referência para o PDP atualizado com as práticas ágeis

A seguir é apresentado o modelo de referência adotado pela empresa para o desenvolvimento de produtos com a inclusão das práticas de gerenciamento de projetos de acordo com os Quadros de 9 a 13.

FASE 1: Pesquisa/Escopo

Objetivo: Verificar se o produto sugerido está alinhado à estratégia da empresa, assim como fundamentar a área da Engenharia e demais envolvidos com as informações necessárias para a tomada de decisão acerca da continuidade do projeto.

Quadro 9 – Fase 1: Pesquisa/Escopo – atividades e responsabilidades.

Atividade	Responsável	Participa	Registro
Realizar pesquisa de mercado para identificar a atratividade, mercado-alvo, demanda estimada, escopo básico, principais concorrentes, oportunidades de inovação, preço objetivo etc.	MKT Estratégico	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-Q), Relatório de Pesquisa/Escopo
Elaborar a visão do produto em <i>software</i> 3D e detalhar os requisitos principais. Motivar e direcionar a equipe para um conjunto de soluções inovadoras.	MKT / Engenharia	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-Q)
Iteração com o cliente para análise crítica e aprovação dos requisitos que compõem o escopo do produto.	MKT / Engenharia	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-Q)
Gate 1: aprovação do escopo / continuidade do projeto	MKT / Engenharia	Diretoria, MKT, Comercial, Engenharias	Relatório de Engenharia (RE-A), ata de reunião do <i>Gate</i> 1

Fonte: Elaborado pelo autor

FASE 2: Conceito

Objetivo: Realizar o projeto conceitual do produto, gerando propostas de solução viáveis que atendam aos requisitos do escopo aprovado no *Gate* 1 e aos demais requisitos declarados no relatório de entrada de projeto. As atividades mencionadas são referenciais, a não realização ou não aplicabilidade deve ser justificada pela equipe do projeto na reunião de *gate*.

Quadro 10 – Fase 2: Conceito – atividades e responsabilidades.

Atividade	Responsável	Participa	Registro
Apresentação da Ata do <i>gate</i> anterior	Engenharia de Produtos	Todos os envolvidos	Ata do <i>Gate</i> 1
Elaborar relatório de entrada de projetos	Engenharia de Produtos	MKT, Comercial	Relatório de Engenharia (RE-E)
Elaborar a <i>work breakdown structure</i> (WBS)	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação, Comercial e Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-D)
Elaborar o cronograma	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação	Cronograma
Listar as atividades, realizar a pontuação de acordo com a complexidade e elaborar o gráfico de <i>Burndown</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Produção, Suprimentos, PCP, Comercial.	Relatórios de ações prioritárias e gráfico de <i>Burndown</i> para indicar o <i>status</i> .
Elaborar projeto conceitual do produto, com propostas de solução para cada requisito do escopo e respectivos opcionais, acessórios e opções de montagem	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação	CAD
Realizar os cálculos, simulações e ensaios necessários para o dimensionamento dos componentes e subsistemas	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação	Relatório de Engenharia (RE-D)
Elaborar FMEA de produto	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Controle de Qualidade, Validação	Formulário FMEA
Realizar análise produzir/comprar, verificar a necessidade de criação de novas matérias-primas ou itens comerciais e oportunidades de padronização	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-D)
Compartilhar o projeto conceitual com as demais áreas envolvidas para análise crítica conjunta e verificação quanto aos requisitos funcionais, de fornecimento, fabricação e manutenção	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Suprimentos, Qualidade, Validação	Relatório de Engenharia (RE-A)
Analisar necessidade de instrumentação e/ou validação preliminar de componentes e subconjuntos	Engenharia de Produtos	Validação	Relatório de Engenharia (RE-T)
Realizar análise de patentes existentes e oportunidades de depósito de patentes	Engenharia de Produtos	Diretoria, MKT, comercial, jurídico	Pedido de Patente de Invenção, Modelo de Utilidade ou Desenho Industrial
Realizar análise de requisitos estatutários, normas regulamentadoras ou atendimento a exigências de órgãos externos	Engenharia de Produtos	Diretoria, jurídico	Relatório de Engenharia (RE-D)
Iteração com o cliente para análise crítica e aprovação dos requisitos que comporão o escopo do produto	Engenharia de Produtos	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia RE-Q
Elaborar estimativa de custo industrial e margem de lucro bruta (MB). Desejável $\geq 30\%$ (1° sem.) e/ou $\geq 35\%$ (2° sem.)	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Custos	Relatório de Engenharia (RE-X)
Atualizar o cronograma considerando o prazo para construção do(s) protótipo(s) e a data do próximo <i>gate</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Produção, PCP, Validação	Cronograma, atualizar o alvo
Gate 2: aprovação do conceito	Engenharia de Produtos	Diretoria, Eng. Processos	Relatório de Engenharia (RE-A), ata de reunião do <i>Gate</i> 2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fase 3: Detalhamento/Protótipo

Objetivo: realizar o detalhamento do projeto, gerando os desenhos e as informações necessárias para a fabricação do produto e construir um ou mais protótipos para validação. As atividades mencionadas são referenciais, a não realização ou não aplicabilidade deve ser justificada pela equipe do projeto na reunião de *gate*.

Quadro 11 – Fase 3: Detalhamento/Protótipo – atividades e responsabilidades.

Atividade	Responsável	Participa	Registro
Apresentação da ata do <i>gate</i> anterior	Engenharia de Produtos	Todos os envolvidos	Ata do <i>Gate 2</i>
Realizar as reuniões de acompanhamento diário e atualizar o gráfico de <i>Burndown</i> .	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Produção, Suprimentos, PCP, Comercial.	Relatórios de ações prioritárias e gráfico de <i>Burndown</i> para indicar o <i>status</i> .
Elaborar desenhos detalhados dos componentes e subsistemas, fazer a verificação e análise de tolerâncias e cadastrar no <i>Smarteam</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos	Desenhos 2D
Selecionar/avaliar e homologar fornecedores	Qualidade / Suprimentos	Engenharia de Produtos	Relatório novos produtos / em produção FO 05.14.367
Elaborar o cadastro de produtos e a lista de materiais preliminares	Administração de Engenharia	Engenharia de Produtos	Sapiens
Elaborar e liberar RE-P e emitir ordens de compra e produção para construção de protótipo	Engenharia de Produtos	PCP Engenharia, Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-P)
Elaborar roteiros de produção, endereçamento e montagem S/N	Engenharia de Processos	Engenharia de Produtos	Sapiens
Realizar inspeção de qualidade nos componentes antes da montagem do protótipo	Controle de Qualidade	Engenharia de Produtos	Relatório de inspeção Sapiens
Realizar a montagem do protótipo conforme projeto	Protótipo	Engenharia de Produtos, Engenharia de Processos, Validação	N/A
Realizar análise crítica de processos durante a montagem do protótipo e emitir relatório de sugestões de melhorias	Protótipo	Engenharia de Produtos, Engenharia de Processos	Relatório de acompanhamento FO 05.14.354
Atualizar os desenhos conforme realizado durante a montagem do protótipo	Engenharia de Produtos	Protótipo, Engenharia de Processos	Desenhos 2D
Elaborar o plano de validação	Engenharia de Produtos	Validação	Relatório de Engenharia (RE-T)
Iteração com o cliente para análise crítica e aprovação dos requisitos que comporão o escopo do produto	Engenharia de Produtos	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-Q)

Elaborar estimativa de custo industrial e margem de lucro bruta (MB). Desejável $\geq 30\%$ (1° sem.) e/ou $\geq 35\%$ (2° sem.)	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Custos	Relatório de Engenharia (RE-X)
Atualizar a <i>work breakdown structure</i> (WBS)	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação, Comercial e Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-D)
Atualizar o cronograma, incluindo o prazo para conclusão da validação e a data do próximo <i>gate</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação	Cronograma, atualizar o alvo
Apresentar retorno de investimento (<i>payback</i>) / taxa interna de retorno (TIR)	Engenharia de Produtos	Custos, Comercial, Eng. Processo	<i>Payback</i> e TIR
Gate 3: aprovação do protótipo	Engenharia de Produtos	CAD, Diretoria, MKT, Comercial, Engenharia de Processos, Validação, Suprimentos, Produção, Qualidade	Relatório de Engenharia (RE-A), ata de reunião do <i>Gate 3</i>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fase 4: Validação

Objetivo: Submeter o resultado de um projeto (componente, conjunto, equipamento etc.) a exame, verificação ou prova para checar se a qualidade do projeto e/ou o desempenho especificado está de acordo com o escopo determinado no relatório de entrada de projeto. As atividades mencionadas são referenciais, a não realização ou não aplicabilidade deve ser justificada pela equipe do projeto na reunião de *gate*.

Quadro 12 – Fase 4: Validação – atividades e responsabilidades.

Atividade	Responsável	Participa	Registro
Apresentação da ata do <i>gate</i> anterior	Engenharia de Produtos	Todos envolvidos	Ata do <i>Gate 3</i>
Realizar os testes de validação em campo, pista de prova ou bancada de acordo com os requisitos e plano de validação	Validação	Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-T)
Elaborar relatório dos resultados, necessidades de alteração de projeto e/ou sugestões de melhorias	Validação	Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-T)
Elaborar o manual de instruções e o catálogo de peças	Administração de Engenharia	Validação, Engenharia de Produtos	Manual de instruções e catálogo de peças
Atualizar FMEA de produto	Engenharia de Produtos	Validação, Engenharia de Processos e Qualidade	Formulário FMEA
Elaborar FMEA de processo	Engenharia de Processos	Engenharia de Produtos, Controle de Qualidade, Validação	Formulário FMEA

Analisar e efetuar as alterações necessárias, atualizar os desenhos 2D e cadastrar no <i>Smarteam</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos	Desenhos 2D e <i>Smarteam</i>
Atualizar a lista de materiais e fazer a estruturação (alocação) dos componentes e subconjuntos	Administração de Engenharia	Engenharia de Produtos	Sapiens
Elaborar o configurador e produtos e cadastrar a quantidade permitida para o lote-piloto	Administração de Engenharia	Engenharia de Produtos	Sapiens
Planejar e iniciar o projeto de ferramentas	Engenharia de Processos	Engenharia de Produtos	Cronograma de projeto e construção de ferramentas
Elaborar lista de peças de reposição (itens mais sujeitos a quebras ou desgaste)	Engenharia de Produtos	Validação, Peças de Reposição	Relatório de Engenharia (RE-D)
Elaborar lista de itens críticos para inspeção (inspeção 100%)	Engenharia de Produtos	Validação, Qualidade	Relatório de Engenharia (RE-D)
Atualizar os roteiros de produção, endereçamento e montagem S/N	Engenharia de Processos	Engenharia de Produtos	Sapiens
Elaborar o mapa de fluxo de valor	Logística	Produção, Engenharia de Processos	Mapa de fluxo de valor
Elaborar o projeto de <i>layout</i> , estágios e células de produção e montagem	Engenharia de Processos	Produção, logística	Projeto de <i>layout</i>
Definir quantidade, distribuição geográfica e prazo de entrega do lote-piloto	Engenharia de Produtos (recomendação)	Diretoria, MKT, Comercial, Produção	Relatório de Engenharia (RE-A), ata de reunião do <i>Gate 4</i>
Apurar o custo e preço de venda para MB mínima 30% (1º sem.) e/ou 35% (2º sem.) e apresentar comparativo entre custo alvo × realizado, margem de contribuição sobre materiais e demanda	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Custos	Relatório de Engenharia (RE-X)
Providenciar os cadastros necessários para inclusão do produto no Finame	Administração de Vendas	Engenharia de Produtos	
Elaborar o plano de <i>marketing</i> e treinamento	MKT	Comercial, Engenharia de Produtos, Validação, Assistência Técnica	Plano de <i>marketing</i> e treinamento
Atualizar a <i>work breakdown structure</i> (WBS)	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação, Comercial e Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-D)
Iteração com o cliente para análise crítica e aprovação dos requisitos que compõem o escopo do produto	Engenharia de Produtos	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-Q)
Atualizar o cronograma, definindo o prazo para construção dos ferramentais, <i>try-out</i> , fabricação, entrega e acompanhamento do lote-piloto e a data do próximo <i>gate</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, PCP, Produção, Controle de Qualidade e Validação	Cronograma, atualizar o alvo
Apresentação retorno de investimento (<i>payback</i>) / taxa interna de retorno (TIR)	Engenharia de Produtos	Custos, Comercial, Engenharia de Processos	<i>Payback</i> e TIR

Gate 4: aprovação do projeto	Validação	CAD, Diretoria, MKT, Comercial, Engenharia de Produtos, Engenharia de Processos, Suprimentos, Produção, Qualidade	Relatório de Engenharia (RE-A), ata de reunião do <i>Gate 4</i>
-------------------------------------	-----------	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

Fase 5: *Try-out* e lote-piloto

Objetivo: preparar o processo de produção e realizar sua implementação e validação, bem como fazer a validação final de um lote-piloto no campo, antes da liberação para produção em série. As atividades mencionadas são referenciais, a não realização ou não aplicabilidade deve ser justificada pela equipe do projeto na reunião de *Gate*.

Quadro 13 – Fase 5: atividades e responsabilidades.

Atividade	Responsável	Participa	Registro
Apresentação da ata do <i>gate</i> anterior	Engenharia de Produtos	Todos os envolvidos	Ata do <i>Gate 4</i>
Fazer a verificação/controlar dos desenhos antes da liberação para a produção	Coordenador do Projeto	Projetistas, Técnicos de Processos, Supervisores de Fábrica	N/A
Emitir RE de validação (RE-V), atualizar e cadastrar os desenhos no <i>Smarteam</i> , gerar JPG e liberar o acesso para a fábrica	Engenharia de Produtos	Administração de Engenharia	Relatório de Engenharia (RE-V), <i>Smarteam</i>
Finalizar a análise produzir/comprar, definir fornecedores para atualização do cadastro de produtos e roteiros de produção	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-D)
Finalizar a lista de materiais estruturada	Administração de Engenharia	Engenharia de Produtos	Sapiens
Finalizar o configurador de produtos	Administração de Engenharia	Engenharia de Produtos	Sapiens
Construir os ferramentais e efetuar o <i>try-out</i>	Engenharia de Processos	Controle de Qualidade, Produção, Engenharia de Produtos	Relatórios de <i>try-out</i> , Sapiens
Explodir a fabricação da máquina <i>try-out</i> (primeira máquina de produção)	PCP	Engenharia de Produtos, Engenharia de Processos, Produção	Sapiens
Acompanhar o processo de fabricação dos componentes internamente e nos fornecedores	Engenharia de Processos	Controle de Qualidade, Engenharia de Produtos	N/A

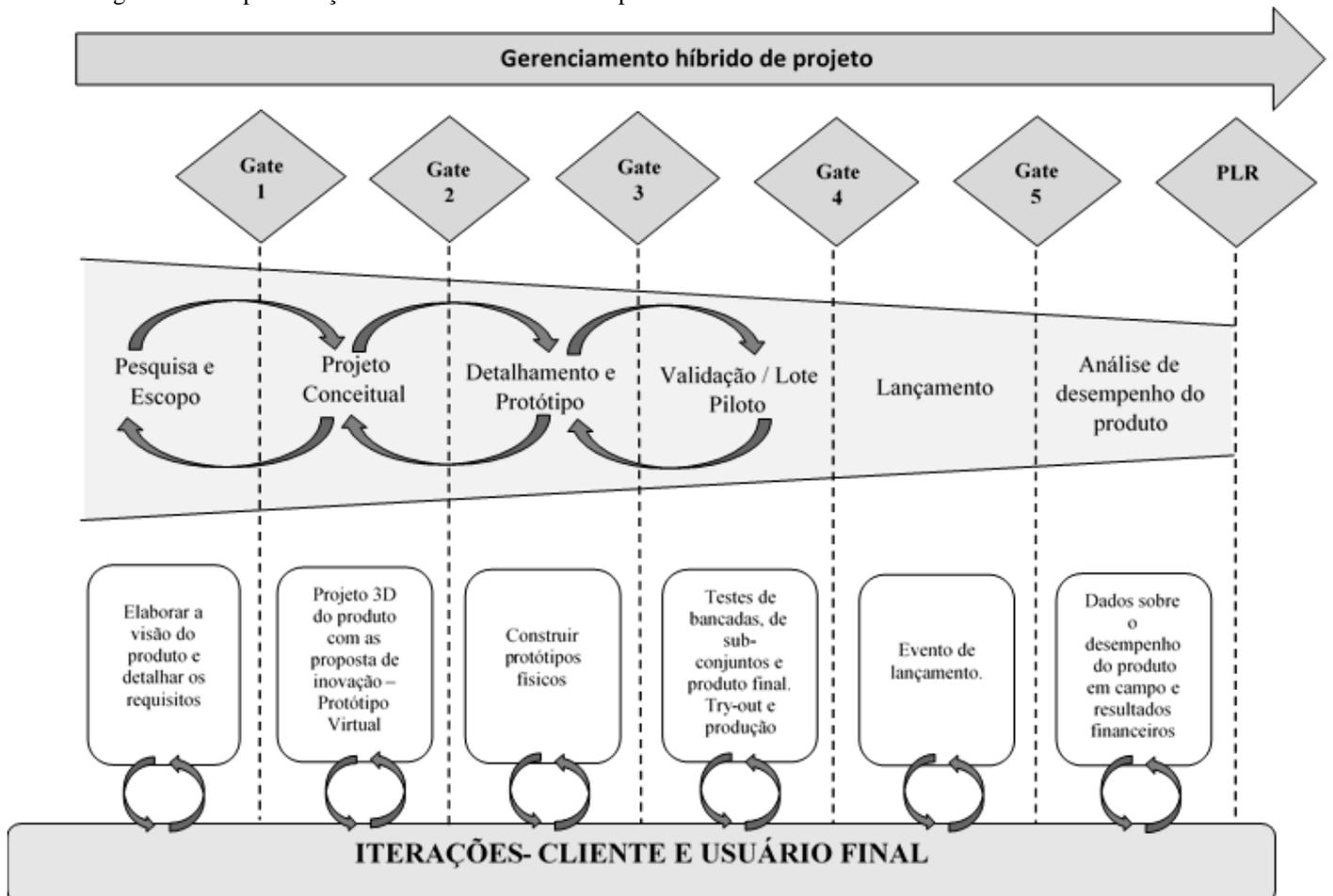
Fazer a inspeção nos componentes antes do <i>try-out</i>	Controle de Qualidade	Engenharia de Processos, Engenharia de Produtos	Relatório de Inspeção Sapiens
Montar a máquina <i>try-out</i>	Produção	Engenharia de Processos, Controle de Qualidade, Engenharia de Produtos	Relatório de <i>try-out</i>
Atualizar o FMEA de processo	Engenharia de Processos	Engenharia de Produtos, Controle de Qualidade, Suprimentos	Formulário FMEA
Atualizar os desenhos e roteiros de produção conforme realizado durante fabricação da máquina <i>try-out</i>	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos	Desenhos 2D, Sapiens
Construir o lote-piloto	PCP, Produção	Engenharia de Produtos, Engenharia de Processos, Controle de Qualidade	N/A
Apresentar o novo lançamento aos funcionários; evidenciar os itens de destaque que trazem diferencial na máquina e, o motivo; Conectar a exigência de alguns processos críticos de fabricação com o processo do cliente. Fotos e filmagens das máquinas trabalhando. Apresentar após aprovação do <i>try-out</i> , pela observação acima.	MKT	Engenharia de Produtos, Produção, Engenharia de Processos, CQ e Validação	Registro de treinamento
Elaborar folhas de processos	Engenharia de Processos	Engenharia de Produtos, Produção	Folhas de processos
Acompanhar o desempenho do lote-piloto no campo e registrar resultados e oportunidades de melhorias	Validação	Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-T)
Definir lista de peças recomendadas para abastecimento do estoque de reposição	Engenharia de Produtos	Peças de Reposição, Controle de Qualidade, Validação	
Elaborar o material de <i>marketing</i> para lançamento do produto	MKT	Engenharia de Produtos	Folhetos
Atualizar o cálculo de custo e apresentar comparativo entre custo alvo × realizado, margem bruta, margem de contribuição de materiais e demanda atualizada	Engenharia de Produtos	Custos	Relatório de Engenharia (RE-X)
Atualizar a <i>work breakdown structure</i> (WBS)	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Validação, Comercial e Suprimentos	Relatório de Engenharia (RE-D)

Atualizar o cronograma incluindo o prazo para início da produção em série	Engenharia de Produtos	Engenharia de Processos, Produção, Validação	Cronograma
Iteração com o cliente para análise crítica e aprovação dos requisitos que comporão o escopo do produto	Engenharia de produto	Diretoria, Comercial, Engenharia de Produtos	Relatório de Engenharia (RE-Q)
Apresentação retorno de investimento (<i>payback</i>) / taxa interna de retorno (TIR)	Engenharia de Produtos	Custos, Comercial, Eng. Processo	<i>Payback</i> e TIR
Gate 5: aprovação do produto para a produção	Engenharia de Produtos	Diretoria, MKT, Comercial, Engenharia de Processos, Validação, Suprimentos, Produção, Qualidade	Relatório de Engenharia (RE-A) e ata de reunião do <i>Gate</i> 5

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para a representação do modelo de referência nos procedimentos operacionais da qualidade e do PDP, foi desenvolvido com a equipe envolvida liderado pelo autor a figura 25 abaixo.

Figura 25 – Representação do modelo de referência para PDP atualizado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Os resultados identificaram, primeiro, que o diagnóstico proposto por Costa, Amaral e Rozenfeld (2011) para outros segmentos pode ser aplicado de maneira similar e sem obstáculos na empresa. Não foram encontrados, portanto, quaisquer inadequações do procedimento, tais que pudessem ser caracterizadas como algo específico da indústria estudada em relação à aplicação dessa metodologia de diagnóstico. O pesquisador e os profissionais da empresa que participaram do processo consideram que o procedimento para a aplicação da ARA foi interativo, colaborativo e rápido para a identificação das causas raízes e das dezenas de problemas do PDP. Seguindo, portanto, os resultados encontrados por Costa, Amaral e Rozenfeld (2011) e outros autores que aplicaram a ARA.

Houve a colaboração e envolvimento de importantes *stakeholders* do PDP para o levantamento de 116 efeitos indesejáveis, associados entre si, e oito causas raízes, dentre as quais destacam-se a não utilização de práticas de gestão de projetos. Outros efeitos indesejáveis foram falta de integração, falta de planejamento a longo prazo e falta de gestão pós-venda.

Dois efeitos merecem atenção: falta de agilidade no PDP e falta de mão de obra qualificada. O primeiro deles é um sinal importante de que os desafios presentes no movimento da indústria 4.0 e do conceito de *big data* está atingindo o setor de máquinas agrícolas. As técnicas ágeis estão associadas ao novo paradigma dessa indústria e esse é um resultado interessante desta pesquisa. A empresa em questão está sendo obrigada a se posicionar dentro desse novo contexto e a busca de modelos de desenvolvimento mais “ágeis” é, sem dúvida, um direcionamento importante. A menção à falta de mão de obra qualificada pode ser avaliada como importante alerta aos profissionais de desenvolvimento de produtos do setor, gestores e formadores de políticas públicas. O déficit de mão de obra especializada pode estar relacionado a diferentes causas: atratividade do setor à mão de obra em tecnologia, crescente demanda pela automação e eletrônica demandando novos profissionais que não se dirigiam ao setor. Tal demanda traz novas exigências para o desenvolvimento de produtos.

O estudo é também um alerta para os gestores responsáveis pelas políticas públicas e empresas para a geração de ações de incentivo à formação e atração de profissionais qualificados para esse setor, em especial pessoal de Engenharia com domínio das tecnologias como *big data*, computação em nuvem, automação e inteligência artificial, que possam ser capazes de auxiliar a geração de tecnologias inovadoras para o setor de máquinas e implementos agrícolas.

O diagnóstico realizado no PDP pela técnica da ARA evidenciou vários problemas nas diversas áreas da empresa já que o PDP tem essa abrangência.

Apesar de a matriz morfológica proposta por Bianchi ser limitada em planejamento, controle de escopo e tempo, pode-se encontrar fatores importantes que vão contribuir para a inovação e agilidade do PDP da empresa.

Dentre as práticas sugeridas, como a elaboração de uma WBS na gestão do projeto, deve-se fornecer uma precisão maior de tempo e horizonte, permitindo um planejamento mais detalhado do projeto, além de proporcionar a visão de caminhos críticos que necessitam ser trabalhados com antecedência para não impactar o prazo de lançamento do produto. Outra prática sugerida foram as reuniões diárias, com autonomia para as equipes tomarem decisões sobre quais tarefas devem ser executadas primeiro, tendo como apoio a pontuação de complexidade da atividade e o gráfico de *Burndown*. Essas práticas podem trazer inovações ao projeto e permitir a conclusão do desenvolvimento do produto até mesmo antes do prazo.

A prática que deve ter maior impacto, do ponto de vista dos gestores da empresa, é a maior iteração com os clientes ao longo do PDP. A pouca iteração com os clientes foi um efeito indesejado que estava associado a vários outros efeitos na ARA. Assim, garantir maior contato com o cliente fará com que nenhum requisito importante deixe de ser contemplado no projeto do novo produto, agregando em inovação, com produtos diferenciados que atendam às necessidades e expectativas dos clientes.

Outro aspecto importante, consequência de projetos mais adequados às exigências dos clientes e que tem grande impacto no PDP da empresa, é a redução de retrabalhos em produtos recém-lançados e de *recalls* de produtos após sua utilização em um período, reduzindo os custos e consequentemente maximizando a receita da empresa.

Uma observação importante feita pelos gestores da empresa foi a importância de se trabalhar também na causa raiz “falta de gestão pós-vendas”, pois, na visão deles, essa é uma das principais causas da empresa estar perdendo mercado em relação à concorrência. Neste trabalho, não foram propostas ações para atacar essa causa raiz, mas a partir da análise da ARA pode-se propor projetos de melhoria que resolvam os efeitos associados à causa raiz, que de forma indireta também será solucionada.

Para a mitigação da causa raiz “falta de planejamento a longo prazo”, foi criada uma comissão que trabalhará na elaboração e implementação de um *technology roadmap* (TRM) para planejamento com visão entre três a cinco anos. Após a sua conclusão, o TRM terá um *link* com a fase 1 (*front-end*) do modelo de referência.

Este estudo recomenda ao pesquisador e profissionais que envidem esforços em duas direções: a primeira, por demonstrar que a técnica de diagnóstico pode direcionar as ações da empresa, sem grandes esforços, para solucionar problemas não perceptíveis, que podem ser recomendadas às empresas do setor de máquinas agrícolas; a segunda, e a mais importante implicação, é que os resultados da ARA permitiram a identificação de propostas de ações para adequação do PDP da empresa ao novo paradigma de agilidade, pelo uso combinado com a matriz morfológica de práticas de gestão de projetos.

Para trabalhos futuros seria interessante um estudo para medir o impacto dessas ações e verificar como a configuração do modelo híbrido foi eficiente. Poder-se-ia também estudar uma ampliação da matriz morfológica para um grupo maior de práticas. Essa ampliação permitirá a configuração de um modelo híbrido mais completo.

REFERÊNCIAS

AMARAL, D. C.; CONFORTO, E. C.; BENASSI, J. L. G.; ARAUJO, C. **Gerenciamento ágil de projetos: aplicação em produtos inovadores**. São Paulo (SP): Saraiva, 2011.

AMIGO, C. R.; ROZENFELD, H. Modelos de referência para o processo de desenvolvimento de produtos: descrição e análise comparativa. *In: XVIII SIMPEP, 2011, Bauru. Anais [...]* Bauru: Unesp, 2011, p. 1-12. Disponível em: http://www.simpep.feb.unesp.br/abrir_arquivo_pdf.php?tipo=artigo&evento=6&art=1429&ca d=13458&opcao=com_id. Acesso em: 15 set. 2019.

ANDERSON, A. M. A framework for NPD management: doing the right things, doing them right, and measuring the results. **Trends in Food Science & Technology**, v. 19, n. 11, p. 553-561, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.01.015>.

AUGUSTINE, S. **Managing agile projects**. Virginia: Prentice Hall, 2005.

BARCZAK, G.; GRIFFING, A.; KAHN, K. B. Perspective: Trends and Drivers of Success in NPD practices: Results of the 2003 PDMA Best Practices Study. **Journal of Product Innovation management**, v. 26, n. 1, p. 3-23, 2003. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2009.00331.x>.

BATRA, D.; XIA, W.; VANDERMEER, D.; DUTTA, K. Balancing agile and structured development approaches to successfully manage large distributed software projects: A case study from the cruise line industry. **Communications of the Association for Information Systems**, v. 27, n. 1, p. 379-394, 2010.

BATRA, D. Agile values or plan-driven aspects: which factor contributes more toward the success of data warehousing, business intelligence, and analytics project development. **Journal of Systems & Software**, v. 221, n. 5, p.1-36, 2018.

BAUCH, C. **Lean product development: making waste transparent**. 2004. Tese (Doutorado) – Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2004.

BENASSI, J. L. G.; AMARAL, D. C. Avaliação de métodos de apoio à criação da visão do produto no enfoque ágil de gestão de projetos. In Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28, 2008, Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: Enegep, 2008, p. 1-14. Disponível em: http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_073_521_11221.pdf. Acesso em: 15 set. 2019.

BESSANT, J.; LAMMING, R.; NOKE, H.; PHILLIPS, W. Managing innovation beyond the steady state. **Technovation**, v. 25, n. 12, p. 1366-1376, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.04.007>.

BERGAMO, R. L. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento de máquinas agrícolas para empresas de pequeno e médio porte**. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

BIANCHI, M. J. **Ferramenta para configuração de modelos híbridos de gerenciamento de projetos**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

BLANK, S. G. **The four steps to the epiphany**: successful strategies for product that win. 3. ed. Pennsylvania: K&S Ranch, 2007.

BOEHM, B. Get ready for agile methods, with care. **Computer**, v. 35, n. 1, p. 64-69, 2002. <https://doi.org/10.1109/2.976920>.

BOEHM, B.; TURNER, R. Balancing Agility and Discipline: Evaluating and Integrating Agile and Plan-Driven Methods. In Proceedings International Conference on Software Engineering (ICSE'04), 26, 2004, Edinburgh. **Anais [...]**. Edinburgh: IEEE, 2008, p. 718-719. <https://doi.org/10.1109/ICSE.2004.1317503>.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES. **Máquinas e implementos agrícolas**. 1995. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home>. Acesso em: 15 set. 2018.

CAMPOS, T. R. **Proposta de um método de participação da produção utilizando o desenvolvimento enxuto de produto**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

CARRILLO, J. E.; FRANZA, R. M. Investing in product development and production capabilities: The crucial linkage between time-to-market and ramp-up time. **European Journal of Operational Research**, v. 171 n. 2, p. 536-556, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.08.040>.

CLARK, K.B.; FUJIMOTO, T. **Product Development Performance**: strategy, organization and management in the world auto industry. Boston: Harvard Business Review Press, 1991.

CLARK, K. B.; WHEELWRIGHT, S. C. **Managing New Product and Process Development**: text and cases. Nova York: The Free Press, 1993.

CONFORTO, E. C.; BARRETO, F.; AMARAL, D. C.; REBENTISCH, E. Modelos híbridos unindo complexidade, agilidade e inovação. **Revista Mundo PM**, v. 64, p. 10-17, 2015.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C. Agile project management and stage-gate model – A hybrid framework for technology-based companies. **Journal of Engineering and Technology Management**, v. 40, p. 1-14, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2016.02.003>.

COOPER, R. G. **Winning at new products**: accelerating the process from idea to launch. 3 ed. Cambridge, Mass: Perseus, 2001.

COOPER, R. G. Perspective: The Stage-Gate® Idea-to-Launch Process – Update, What's New and NexGen Systems. **The Journal of Product Innovation Management**, v. 25, n. 3, p. 213-232. 2008. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2008.00296.x>.

COOPER, R. G. What's next? After Stage-Gate. **Research-Technology Management**, v. 57, n. 1, p. 20-31, 2014. <https://doi.org/10.5437/08956308X5606963>.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. Best practices in the idea to launch process and its governance. **Research-Technology Management**, v. 55, n. 2, p. 43-54, 2012. <https://doi.org/10.5437/08956308X5502022>.

COOPER, R. G. **Winning at New Products** – Accelerating the Process from Idea to Launch. Cambridge: Perseus Books, 1993.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J. Developing a product innovation and technology strategy for your business. **Research-Technology Management**, v. 53, n. 3, p. 33-40, 2010. <https://doi.org/10.1080/08956308.2010.11657629>.

COOPER, R. G. **Produtos que dão certo: como criar valor e desenvolver produtos inovadores**. São Paulo: Saraiva, 2013.

COOPER R. G. Agile-Stage-Gate Hybrids. **Research-Technology Management**, v. 59, n. 1, p.21-29, 2013. <https://doi.org/10.1080/08956308.2016.1117317>.

COOPER, R. G. **WINNING AT NEW PRODUCT: Creating Value Through Innovation**. Nova York: Basic Books, 2017.

COOPER, R. G.; KLEINSCHMIDT, E. J. Winning businesses in product development: The critical success factors. **Research-Technology Management**, v. 50, n. 3, p. 52-66, 2007. <https://doi.org/10.1080/08956308.2007.11657441>.

COOPER, R. G. The drivers of success in new-product development. **Industrial Marketing Management**, v. 76, p. 36-47, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2018.07.005>.

COSTA, J. M. H. **Método de diagnóstico e identificação de oportunidades de melhoria do processo de desenvolvimento de produtos utilizando um padrão de recorrência de efeitos indesejados**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

COSTA, J. M. H.; AMARAL, C. S. T; ROZENFELD, H. Proposal of a NPD diagnostic method to identify improvement opportunities. In FREY, D. D.; FUKUDA, S.; ROCK, G. (Eds), **Improving Complex Systems Today**. Nova York: Springer, 2011, p. 361-368.

CRAWFORD, M.; DIBENEDETTO, A. C. **New Products Management**. 8 ed. Nova York: McGraw-Hill Publishing Co., 2006.

CRUZ, C. M. L.; MEDEIROS, J. F.; RIBEIRO J. L. D. Qualificação do processo de desenvolvimento de produtos: estudo de caso em uma indústria de implementos agrícola. **Teoria e Evidência Econômica**, v. 18, n. 39, p. 304-322, 2012.

EDER, S.; CONFORTO, E. C.; SCHNETZLER, J. P.; AMARAL, D. C.; SILVA S. L. Estudo das práticas de gerenciamento de projetos voltadas para o desenvolvimento de produtos. **Produto & Produção**, v. 13, n. 1, p. 148-165, 2012. <https://doi.org/10.22456/1983-8026.24600>.

EDER, S.; CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. Diferenciando as abordagens tradicional e ágil de gerenciamento de projetos. **Production Journal**, v. 25, n. 3, p. 482-497, 2015. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132014005000021>.

GOLDRATT, E. M. **It's Not Luck**. Great Barrington: North River Press, 1994.
GRIFFIN, A. **Drivers of NPD success: The 1997 PDMA report**. Chicago: Product Development & Management Association, 1997.

KENNEDY, M. N. **Product development for the lean enterprise, why Toyota's system is four times more productive and how you can implement it**. Richmond: The Oaklea Press, 2003.

KIM, Y. H.; SUN-WOONG, P.; SAWNG, Y. W. Improving new product development (NPD) process by analyzing failure cases. **Asia Pacific Journal of Innovation and Entrepreneurship**, v. 10, n. 1, p. 134-150, 2016. <https://doi.org/10.1108/APJIE-12-2016-002>.

HIGHSMITH, J. **Agile project management: creating innovative products**. Boston: Addison-Wesley, 2004.

LIMA, V. A.; SANTOS, I. C.; AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil: uma análise evolucionária no período de 1985-2015. *In: XVII CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANO DE GESTÃO TECNOLÓGICA*, 2017, Cidade do México. **Anais [...]** Cidade do México: USP, 2017, p. 1-16. Disponível em: <http://pro.poli.usp.br/wp-content/uploads/2018/11/A-IND%C3%9ASTRIA-DE-M%C3%81QUINAS-AGR%C3%8DCOLAS-NO-BRASIL-UMA-AN%C3%81LISE-EVOLUCION%C3%81RIA-NO-PER%C3%8DODO-DE-1985-2015.pdf>. Acesso em: 15 set. 2019.

LOWALEKAR, H.; RAVI, R. R. Revolutionizing blood bank inventory management using the TOC thinking process: An Indian case study. **International Journal of Production Economics**, v. 186, p. 89-122, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.02.003>.

MALAGUTTI, F.; NOVASKI, O.; SANTOS, V. F. M. Gerenciamento de projetos em organizações do setor de máquinas e implementos agrícolas. *In CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA*, 6, 2010, Campina Grande. **Anais [...]** Campina Grande: CONEM, 2010. p. 18-21.

MANO, A. P.; TOLEDO, J. C. Gestão do Processo de Desenvolvimento do Processo de Desenvolvimento de Produto: Estudo de Casos em Empresas Nacionais Fabricantes de Máquinas Agrícolas. **ENGEVISTA**, v. 13, n. 2, p. 134-144, 2011. <https://doi.org/10.22409/engevista.v13i2.249>.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Revista Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132007000100015>.

MIRTALAIE, M. A.; HUSSAIN, O. K.; CHANG, E.; HUSSAIN, F. K. A decision support framework for identifying novel ideas in New Product Development form cross-domain analysis. **Information systems**, v. 69, p. 59-80, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.is.2017.04.003>

NOREEN, E.; SMITH, D.; MACKKEY, J. T. **A teoria das restrições e suas implicações na contabilidade gerencial: um relatório independente**. São Paulo: Educator, 1996.

ORTT, J. R.; DUIN, P. A. The evolution of innovation management towards contextual innovation. **European journal of innovation Management**, v. 11, n. 4, p. 522-538, 2008. <https://doi.org/10.1108/14601060810911147>.

PÁDUA, S. I. D.; COSTA, J. M. H.; SEGATTO, M.; SOUZA JÚNIOR, A.; JABBOUR, C. J. C. BPM for change management: two process diagnosis techniques. **Business Process Management Journal**, v. 20, n. 2, p. 247-271, 2014. <https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2013-0039>.

PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K.-H. **Engineering design: A systematic approach**. 3 ed. Londres: Springer, 2007.

PASQUARELLA, M.; MITCHELL, B.; SUERKEN, K. A comparison of thinking process and total quality management tools. In Apics constraints management conference. 1997.

PATWARDHAN, M. B.; SARRIÁ-SANTAMERA, A.; MATCHAR, D. B. Improving the process of developing technical reports for health care decision makers: using the theory of constraints in the evidence-based practice centers. **International Journal of Technology Assessment in Health Care**, v. 22, n. 1, p. 26-32, 2006. <https://doi.org/10.1017/S026646230605080X>.

RAHMAN, S. The theory of constraints' thinking process approach to developing strategies in supply chains. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 32, n. 10, p. 809-828, 2002. <https://doi.org/10.1108/09600030210455429>

REID, R. A.; CORMIER, J. R. Applying the TOC TP: a case study in the service sector. **Managing Service Quality**, v. 13, n. 5, p. 349-369, 2003. <https://doi.org/10.1108/09604520310495831>.

RINGEN, G.; WELO, T. The product development learning process and its relation to performance indicators. In SME North American Manufacturing Research Conference, 2018, Texas. **Anais [...] Texas: Procedia Manufacturing**, 46, 2018, p. 107-116. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.07.013>.

ROCHA NETO, A. **O processo de raciocínio da teoria das restrições em instituições de ensino superior: um estudo de caso**. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

ROMANO, L. N. **Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas**. 2003. Tese (Doutorado) – Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F. A.; AMARAL, D. C.; TOLEDO, J. C. D.; SILVA, S. L. D.; ALLIPRANDINI, D. H.; SCALICE R. K. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTINI, G. A.; SOUZA, R. C.; QUEIROZ, T. R.; FILHO, H. M. S. **Conceitos de inovação no Agronegócio**. In: ZUIN, L. F. S.; QUEIROZ, T. R. (Org.) **Agronegócios: gestão e inovação**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SCHUH, G.; REBENTISCH E.; DOLLE C.; MATTERN C.; VOLEVACH G.; MENGES A. Defining scaling strategies for the improvement of agility performance in product development projects. In: 28th CIRP DESIGN CONFERENCE, 2018, Nance – France. **Proceedings...** Nantes – France, 2018 v. 70. p. 29-34.

SCHWABER, K. **Agile Project Management with Scrum**. Washington (DC): Microsoft Press, 2004.

SCOGGIN, J. M.; SEGELHORST, R. J.; REID, R. A. Applying the TOC thinking process in manufacturing: a case study. **International Journal of Production Research**, v. 41, n. 4, p. 767-797, 2003. <https://doi.org/10.1080/0020754031000065557>.

SIMÕES, J. M. S. **Perfil de maturidade do processo de desenvolvimento de produtos em empresas de pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas**. 2007. 147 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), 2007.

SILVA, J. S. G.; BEUREN, F. H.; PIGOSSO, D. C. A.; FERREIRA, M. G. G.; ROZENFELD, H. Análise Comparativa entre o MEPSS e o modelo de Referência Unificado para o processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). In SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 16, 2009. Bauru. **Anais [...]** Bauru: Unesp, 2009, p. 1-13.

SPUNDAK, M. Mixed agile/traditional project management methodology – reality or illusion? 27th IPMA World Congress. **Procedia – Social and Behavioral Sciences**, v. 19, p. 939-948, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.03.105>.

SUAREZ, T. M.; JUNG, C. F.; CATEN, C. S. Adaptação e aplicação de um método de desenvolvimento de produtos em uma microempresa de manufatura de produtos decorativos, **Revista P&D em Engenharia de Produção**, v.7, n. 1, p. 37-63, 2009.

SYAN, D. **Concurrent engineering: concepts, implementation and practice**. Londres: Chapman & Hall, 1994.

TAYLOR, L. J. III, BECKI, M.; WILLIAM, P. Goldratt's thinking process applied to employee retention. **Business Process Management Journal**, v. 12, p. 646-670, 2006. <https://doi.org/10.1108/14637150610691055>.

TOLEDO, J. C.; SILVA, S. L.; ALLIPRANDINI, D. H.; MARTINS, M. F.; FERRARI, F. M. Práticas de gestão no desenvolvimento de produtos em empresas de autopeças. **Production**, v. 18, n. 2, p. 405-422, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132008000200015>.

TOLEDO, J. C.; SIMOES, J. M. S. Gestão do desenvolvimento de produto em empresas de pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas do Estado de SP. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 2, p. 257-269, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200004>.

TURRIONI, J. B.; MELLO, C. H. P. **Metodologia de pesquisa em Engenharia de Produção: estratégias, métodos e técnicas para condução de pesquisas quantitativas e qualitativas**. Itajubá: Unifei, 2012.

ULRICH, K. T.; EPPINGER, S. D. **Product Design and Development**. 4rd ed. Nova York: McGraw-Hill, 2007.

VIAN, C. E. D. F.; ANDRADE JÚNIOR A. M.; BARICELO L. G.; SILVA R. P. D. Origens, Evolução e Tendência da Indústria de Máquinas Agrícolas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 51, n. 4, p. 719-744, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0103-20032013000400006>

WALKER, E. D.; COX, J. F. Addressing ill-structured problems using Goldratt's thinking processes: a white collar example. **Management Decision**, v. 44, n. 1, p. 137-154, 2006. <https://doi.org/10.1108/00251740610641517>.

WHEELWRIGHT, S. C.; CLARK, K.B. Accelerating the Design-buildtest Cycle for Effective Product Development. **International Marketing Review**. v. 11, n. 1. p. 32-46, 1994. <https://doi.org/10.1108/02651339410057509>.

ZANATTA, A. **Melhoria do processo de desenvolvimento de produtos de uma empresa de produção de bens de consumo duráveis visando à implementação de um modelo de referência**. 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

ZANCUL, E. Estudos de caso sobre implantação da gestão do ciclo de vida de produtos em empresas de manufatura. In SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 15, 2008. Bauru. **Anais [...]** Bauru (SP):, 2008, p. 1-12.

ZHENG, H.; LIU, W.; XIAO, C. An activity-based defect management framework for product development. **Computers & Industrial Engineering**. v. 118, p. 202-209, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.02.027>.

APÊNDICE A – Roteiro das entrevistas

1. Performance (desempenho, funcionalidade e qualidade do produto)

Iteração com os clientes para entender suas funcionalidades;
Cliente reconhece a qualidade ou diferencial do produto;
Monitoramento das necessidades dos clientes e do desempenho dos produtos;
Registro de desempenho dos produtos e das necessidades dos clientes;
Aceitação dos produtos existentes;
Clientes solicitam novas funcionalidades;
Benchmarking do desempenho de produtos concorrentes;
Procedimento de melhoria do desempenho técnico.

2. Padronização e plataforma de produtos

Os produtos utilizam componentes e peças padronizadas;
Planejamento de plataforma de produtos;
Os produtos compartilham documentação, manuais, desenhos, modelos virtuais etc.;
Desenvolve família de produtos para reaproveitar componentes (padronizados) em cima de plataformas comuns – desenvolvimento paralelo de módulos (plataforma?).

3. Estrutura Organizacional/PDP

Qual a responsabilidade sobre as atribuições do processo de desenvolvimento de produtos (função da Engenharia?);
Organização/estrutura para o desenvolvimento de produtos;
Departamentos envolvidos no PDP: existe trabalho em time?
Separação clara do escopo de P&D e Engenharia?
Características do coordenador/gerente de desenvolvimento (engenheiro-chefe?)
Regras e procedimentos;
Existência de uma descrição formal do trabalho;
Polivalência e autonomia no trabalho;
Dinâmica das reuniões (frequência) e eficiência;
Conhecimento do escopo do trabalho.

4. Acesso às informações/comunicação interna e externa

Conhecimento das informações necessárias para realizar o trabalho;
Grau de dificuldade para acessar as informações;
Procedimentos para circulação das informações;
Sistema de informação que suporta a disponibilização e circulação;
Má comunicação entre níveis hierárquicos;
Tomada de decisão centralizada;
Compartilhamento de informações com parceiros.

5. Programação/cronograma das atividades diárias

Programação do trabalho individual e coletivo;
Operações mal realizadas ou não realizadas por falta de tempo;

Fatores perturbadores da gestão do tempo de trabalho.

6. Ambiente de trabalho

Conforto físico no trabalho;
Disponibilidade de materiais e provisões;
Estratégia para retenção de talentos;
Distribuição da carga de trabalho;
Adequação do horário de trabalho;
Clima no ambiente de trabalho;
Arranjo físico do local de trabalho.

7. Disponibilidade de recursos

Interação com o pessoal para apreender as necessidades do trabalho;
Monitoramento da adequação do desempenho dos recursos;
Grau de desempenho operacional/técnico dos recursos;
Utilização do tempo disponível dos recursos;
Posicionamento da performance dos recursos frente a possíveis alternativas (*benchmarking*).

8. Relacionamento com os fornecedores

Homologação dos fornecedores;
Comunicação-coordenação com os fornecedores;
Organização do relacionamento com os fornecedores (de longa duração?);
Gestão do tempo do relacionamento com os fornecedores;
Distribuição de tarefas de desenvolvimento de produtos com o fornecedor (codesenvolvimento);
Definição de parceiros estratégicos.

9. Relacionamento geral com os clientes

Comunicação-coordenação com os clientes;
Organização do relacionamento com os clientes, reclamações/solicitações;
Gestão do tempo do relacionamento com os clientes;
Participação do cliente do PDP.

10. Planejamento estratégico/desdobramento das estratégias internas

Existência de estratégia da empresa;
Processo de formulação e concretização da estratégia;
Orientação da estratégia (indicadores de desempenho e monitoramento);
Meios e agentes de operacionalização das estratégias internas;
Sistema de informação da estratégia;
Tipos de estratégias formalizadas (foco: produto, portfólio, mercados).

11. Competências necessárias para o PDP da empresa

Qualificação de pessoal;
Expressão da necessidade de formação de pessoal;
Escolha das pessoas a serem ensinadas;
Seleção de cursos, treinamento.

12. Atualização dos conhecimentos da equipe do PDP

Identificação do conhecimento disponível internamente;
Avaliação do conhecimento em relação às tendências;
Espaço e incentivo para expansão do conhecimento;
Documentação de experiências relevantes e do conhecimento técnico resultante;
Procedimento para divulgação e disponibilização de experiências relevantes e do conhecimento técnico resultante.

13. Planejamento estratégico dos produtos da empresa

Consolida informações sobre tecnologia e mercado;
Analisa o portfólio de produtos da empresa com o objetivo de identificar os produtos mais viáveis para o desenvolvimento;
Gestão integrada do portfólio de produtos com o planejamento estratégico da empresa;
Utilização de critérios que consideram não somente os valores financeiros, mas também o equilíbrio do portfólio e o atendimento das estratégias;
Avalia plano estratégico de negócios;
Definição de datas de início dos projetos dos produtos.

14. Planejamento do projeto do produto + gestão de projetos

Definição dos interessados no projeto;
Descrição do escopo do produto e escopo de projeto;
Definição de atividades/recursos;
Utiliza algum modelo como referência para o desenvolvimento do produto? Ex. procedimento padrão ou manual ISO;
Processo de desdobramento do WBS a partir do modelo de referência;
Avaliação de riscos do projeto;
Nivelamento de recursos.

15. Projeto informacional do produto

Definição do escopo do produto;
Detalhamento do ciclo de vida do produto e identificação dos *stakeholders*;
Definição de clientes e identificação de requisitos do cliente;
Identificação de fornecedores;
Levantamento e definição de requisitos do produto;
Definição de especificações de meta (objetivos que o produto deve atender);
Avaliação da viabilidade financeira do produto;
Documentação e registro de informações.

16. Descrição conceitual do produto

Descrição funcional do produto;
Busca de alternativas e soluções técnicas para o produto;
Identificação de sistemas, subsistemas e componentes do produto;
Classificação da arquitetura do produto em modular ou integral;
Escolha de fornecedores para parceria de codesenvolvimento;
Identificação e seleção dos principais processos de fabricação.

17. Atividades para o detalhamento do produto

Desenhos, cálculos e simulações;
Definição de sistemas, subsistemas e componentes (SSC);
Identificação e classificação de SSC para reutilização futura.

18. Detalhamento do processo de produção

Produzir ou terceirizar a produção do produto;
Planejar fim de vida do produto;
Testar e homologar produto;
Processos de melhoria do processo de produção;
Especificar ferramentas, dispositivos e máquinas para a produção.

19. Avaliação de falhas de protótipos e acessórios durante o PDP

Testar e homologar;
Simular o comportamento do produto (estático, dinâmico, eletrônico etc.);
Participação externa (clientes, laboratórios etc.) na análise do protótipo;
Otimização de produto;
Criar manuais;
Criar documentos de processo.

20. Preparação para a produção/lançamento de produto

Definição e desenho dos processos de vendas, manufatura, assistência técnica etc.;
Acompanhamento e homologação do lote-piloto;
Desenvolvimento de competência do pessoal envolvido;
Receber e verificar a qualidade das ferramentas, dispositivos e máquinas.

21. Monitoramento do desempenho do produto (técnico, econômico, de produção e de serviço)

Avaliação da satisfação do cliente;
Monitoramento do desempenho do produto;
Monitoramento econômico do produto (além da avaliação econômica inicial);
Registro de lições aprendidas;
Realização do plano de fim de vida do produto.

22. Gerenciamento de mudanças de engenharia: durante o desenvolvimento do produto no mercado

Controle do andamento da mudança;
Identificação da necessidade de mudança no projeto;
Difusão da mudança de engenharia de projeto;
Análise da viabilidade técnica/financeira da mudança;
Controle de configuração (versões, localização etc.).

23. Gerenciamento das mudanças no PDP

Identificação de oportunidades de melhoria contínua do processo;
Análise da situação atual;
Definição de projetos de melhoria do PDP;
Implementação e controle dos projetos de mudança;
Modelar funcionamento de produto;
Definir alternativas de solução.

APÊNDICE B: Lista de Efeitos Indesejáveis

ID	Descrição dos efeitos
EI-01	Não ocorre interação com o cliente ao longo do PDP
EI-02	Falta monitoramento constante das necessidades dos clientes
EI-03	Falta registros de maneira sistematizada das necessidades dos clientes
EI-04	Não faz <i>benchmarking</i> de desempenho com produtos concorrentes
EI-05	Melhoria do produto é corretiva e não preventiva
EI-06	Há muita dificuldade em pesquisar componentes para facilitar a padronização
EI-07	Não há participação efetiva das áreas envolvidas no PDP
EI-08	Trabalho da engenharia está sobrecarregado
EI-09	Falta estrutura (pessoal) para suportar o PDP
EI-10	Não é definido um time para o DP no início do projeto
EI-11	Falta uma separação clara do escopo funcional do produto do escopo de pesquisa para o DP.
EI-12	Não existe a figura do gerente de projeto ou engenheiro-chefe
EI-13	Ausência de banco de dados sistematizado de lições aprendidas
EI-14	As reuniões não são eficientes nem dinâmicas
EI-15	O escopo do projeto não é claro para toda a empresa
EI-16	Há dificuldade para acessar as informações (histórico)
EI-17	As informações técnicas disponibilizadas para área comercial não são abrangentes
EI-18	Ausência de <i>workflow</i> para facilitar e agilizar as informações entre as áreas envolvidas no PDP
EI-19	Compartilha pouca informação com parceiros durante o PDP
EI-20	Ausência do cronograma das atividades do projeto. Projeto não tem cronograma
EI-21	Programação do trabalho mais individual que coletiva
EI-22	Atividades mal realizadas por falta de tempo
EI-23	Há excesso de projetos
EI-24	Ocorrem muitas atividades que não estavam previstas no projeto
EI-25	Há muitas interrupções do trabalho (vendedores, assistentes técnicos etc.), a área de Engenharia é de fácil acesso
EI-26	Existe um plano de desenvolvimento pessoal, mas faltam ações para retenção de talentos
EI-27	As pessoas estão sobrecarregadas, tornando difícil o balanceamento da carga de trabalho
EI-28	O arranjo físico não é o ideal para o PDP
EI-29	Falta aprofundamento da interação com o pessoal para aprendizado do trabalho
EI-30	Falta <i>benchmarking</i> com outras empresas para ver como os recursos são administrados
EI-31	O fornecedor não acompanha a validação do produto
EI-32	Não ocorre uma comunicação efetiva com o fornecedor ao longo do PDP

EI-33	Não é feita gestão do tempo de relacionamento com o fornecedor
EI-34	Não existe o codesenvolvimento com fornecedores
EI-35	Não possui um sistema de gestão do relacionamento com o cliente (CRM)
EI-36	Ausência de um sistema de relacionamento com o cliente (CRM)
EI-37	Falta gestão do tempo com os clientes
EI-38	A participação do cliente no PDP é pontual
EI-39	Não possui um procedimento pela elaboração do planejamento estratégico
EI-40	Não utiliza ferramentas para elaboração do planejamento estratégico de produtos (ex.: TRM)
EI-41	Faltam indicadores de monitoramento e desempenho
EI-42	Falta um agente para conduzir e concretizar a estratégia
EI-43	Não existe uma estratégia formalizada com foco: produto, portfólio, mercado...
EI-44	Não tem foco em uma estratégia a longo prazo. Foca muito o momento (imediatismo)
EI-45	Falta conhecimento técnico mais específicos para a equipe de engenharia (hidráulica, mecanismos etc.)
EI-46	Falta de treinamento técnico para a equipe da engenharia
EI-47	Não mapeia as tendências do PDP
EI-48	Não faz <i>marketing</i> estratégico, não analisa criticamente o portfólio
EI-49	Não utiliza práticas de gestão de projetos. Ex.: falta WBS com entregas
EI-50	Não faz o detalhamento do ciclo de vida do produto
EI-51	Não faz avaliações financeiras eficazes
EI-52	Muitas falhas no processo de fabricação dos novos produtos
EI-53	Não faz uso da prática de sistema, subsistemas e componentes (SSC)
EI-54	Não faz a análise produzir/comparar de maneira eficaz
EI-55	Não planeja o fim da vida do produto
EI-56	O projeto de ferramental não é integrado com o projeto do produto
EI-57	Não realiza simulações dinâmica, eletrônica etc.
EI-58	Cliente só vê o produto no final, não participa do PDP
EI-59	Não faz validação do produto em laboratórios e universidades
EI-60	Não faz o desenho do processo de vendas, assistência técnica etc.
EI-61	Há falhas no modo como o <i>try-out</i> do novo produto é realizado (passagem de bastão do produto para a produção)
EI-62	O processo de fabricação não está acompanhando o desenvolvimento de tecnologia
EI-63	Não faz o monitoramento de desempenho do produto
EI-64	Não faz o monitoramento econômico do produto (além do inicial)
EI-65	Não faz a realização do plano de fim de vida do produto
EI-66	Não tem como prática a melhoria contínua do PDP
EI-67	Não há monitoramento do cliente para verificar o desempenho do produto
EI-68	Não existe registro do desempenho técnico/funcional dos produtos
EI-69	Não há registro das necessidades dos clientes
EI-70	A engenharia conduz todo o PDP, com interações pontuais de outras áreas

EI-71	Apesar de a empresa possuir um MR para o PDP, falta gerenciamento das informações
EI-72	Falta treinamento aos novos colaboradores e reciclagem do sistema de trabalho
EI-73	Não existe um time de desenvolvimento, o responsável pelo projeto na engenharia é quem envolve outros departamentos
EI-74	O escopo do projeto do produto é deficiente, faltam informações
EI-75	O banco de dados do projeto do produto é deficiente
EI-76	O sistema de circulação da informação é deficiente
EI-77	Não há uma comunicação efetiva entre os níveis hierárquicos para priorização dos projetos de produtos
EI-78	Não ocorre uma programação do trabalho bem definida
EI-79	Algumas atividades que constam no procedimento do PDP não são realizadas por falta de tempo
EI-80	Há muitos fatores perturbadores no ambiente de trabalho
EI-81	Falta estratégia para retenção de talentos
EI-82	Não há um monitoramento efetivo das atividades do projeto por recurso
EI-83	Ausência de um procedimento para que a comunicação com o cliente seja mais efetiva
EI-84	Não existe gestão do tempo para relacionamento com o cliente (há quanto tempo o cliente compra a marca? Compra todo ano?)
EI-85	A participação do cliente não é efetiva ao longo do PDP
EI-86	Falta treinamento das funcionalidades técnica dos produtos para toda a empresa (engenharia, comercial, assistência técnica etc.)
EI-87	O conhecimento sobre os produtos é individualizado
EI-88	Não ocorre o gerenciamento estratégico do portfólio de produtos
EI-89	Não ocorre uma gestão eficiente do portfólio de produtos da empresa
EI-90	Ocorrem muitas falhas no produto pós-lançamento
EI-91	Ausência de requisito no escopo do produto
EI-92	Há validação não completa e falha do produto
EI-93	Muitas etapas do PDP são puladas
EI-94	Há muitas falhas no processo de validação, devido à pressão para lançamento do produto
EI-95	O engenheiro/projetista não está participando da etapa de validação do produto em campo.
EI-96	Não há o acompanhamento efetivo do lote-piloto pelos membros da validação, que está ficando a cargo dos técnicos
EI-97	Há muitas falhas (pouca qualidade) dos dispositivos e ferramentais de fabricação
EI-98	Não ocorre o gerenciamento das mudanças do projeto do produto
EI-99	Não ocorre o acompanhamento próximo ao cliente para atualização e mudança do escopo
EI-100	Falta treinamento e participação em feiras para atualizar o conhecimento tecnológico dos produtos
EI-101	Ausência de <i>marketing</i> estratégico

EI-102	Não há um foco nas pesquisas iniciais para o DP
EI-103	Não separação da pesquisa da tecnologia a longo prazo com o desenvolvimento do produto
EI-104	A informação não está sempre disponível no início do trabalho, é preciso realizar várias pesquisas no sistema para entender o problema
EI-105	Há falta de foco nas prioridades do projeto do produto
EI-106	Ausência da gestão de riscos durante o PDP, projeto do produto
EI-107	Não realiza testes do produto e simulações em bancadas de subsistemas
EI-108	Há muitas falhas na transição do produto da engenharia para produção em série
EI-109	O lançamento do produto é prematuro, lança sem cumprir todas as etapas, devido à pressão
EI-110	Ocorrem muitas falhas mecânicas nos produtos, principalmente nos lançamentos recentes
EI-111	Não ocorre a validação dos produtos em diversas regiões do país
EI-112	Falta de reuniões técnicas de análise crítica durante o projeto do produto
EI-113	Falta foco e agilidade no DP
EI-114	O PDP não está focado em desenvolver novos produtos para o portfólio de produto que representa 80% do faturamento da empresa
EI-115	A engenharia não consegue atender os prazos estabelecidos para os projetos
EI-116	O conhecimento técnico não é compartilhado

ANEXO A – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos genérica (BIANCHI, 2017)

		Origem				
		Tradicional ←				→ Ágil
Práticas Variáveis		1	2	3	4	5
Estrutura do plano do projeto (A)	Imagem					
	Ne Planos: 1 Tipos de planos: 1- Cronograma (Gantt)	Ne Planos: 3 Tipos de planos: 1- Cronograma (Gantt) 2- Product Backlog 3- Sprint Backlog	Ne Planos: 4 Tipos de planos: 1- Visão 2- Cronograma (Gantt) 3- Product Backlog 4- Sprint Backlog	Ne Planos: 3 Tipos de planos: 1- Visão 2- Product Backlog 3- Sprint Backlog	Ne Planos: 1 Tipos de planos: 1- Kanban	
Descrição do escopo do projeto (B)	Imagem					
	Formato: •Declaração de escopo do projeto	Formato: •Declaração de escopo do projeto	Formato: •Visão e Declaração de escopo	Formato: •Visão simples	Formato: •Visão completa	
	Conteúdo: •Todas as informações do projeto, de forma detalhada •Envolve normas contratuais Objetivo: •Evitar ambiguidades, ser preciso	Conteúdo: •Todas as informações do projeto, de forma detalhada • Não envolve normas contratuais Objetivo: •Evitar ambiguidades, ser preciso	Conteúdo: •Visão metafórica, utilizando um lema • Informações do projeto que a equipe julga ser importantes Objetivo: •Motivar a equipe por meio da visão, em conjunto com documento de escopo	Conteúdo: • Descrição metafórica, utilizando um lema e esboços/rascunhos Objetivo: •Representar resultado final do projeto de forma desafiadora, motivando a equipe	Conteúdo: • Descrição metafórica, ambígua e utilizando artefatos e técnicas visuais Objetivo: •Motivar e direcionar a equipe para um conjunto de possíveis soluções	

		Origem				
		Tradicional ←				→ Ágil
Práticas Variáveis		1	2	3	4	5
Detalhamento das atividades (C)	Imagem					
	Formato: • Work Breakdown Structure (WBS), de forma padronizada e organizada • A atividades contém códigos e são classificadas em conjuntos de pacotes de trabalho, entregas e produtos do projeto • Nível de controle baseado em dias Priorização: • Ocorre o sequenciamento das atividades do projeto	Formato: • Work Breakdown Structure (WBS), de forma padronizada e organizada • A atividades contém códigos e são classificadas em conjuntos de pacotes de trabalho, entregas e produtos do projeto • Nível de controle baseado em semana/meses Priorização: • Ocorre o sequenciamento das atividades do projeto	Formato: • Tarefas (tarefas), as quais são desdobradas das histórias de usuário • Atividades necessárias para completar uma história e tendem a ser realizadas por uma pessoa da equipe • Podem ser priorizadas com base em diversos critérios • São escolhidas e cumpridas por membros da equipe	Formato: • Não há um padrão para descrição das atividades • Podem ser descritas na forma de problemas, ações ou entregas relacionados ao projeto Priorização: • Pode ocorrer a organização, sequenciamento dessa descrições	Formato: • Histórias de usuário (User Stories) • Breves declarações a fim de especificar algo que o produto precisa fazer/ entregar para o usuário Priorização: • Priorização do que deve ser executado no momento	
	Conteúdo: • "Eu não consigo mudar o período de expiração da senha" • "Usuários devem ser forçados a trocar de senha periodicamente"	Conteúdo: • "As a (User role) I can (Activity) So that (Business value)" • Prioridade Alta • Prioridade Baixa				
Acompanhamento e Controle do projeto (D)	Imagem					
	Indicadores: • Custo, tempo e % de progresso	Indicadores: • Custo, tempo e % de progresso		Indicadores: • Entregas parciais	Indicadores: • Protótipos, demonstrações, desenhos e artefatos visuais	
	Relatórios: • Relatórios com indicadores de desempenho, documentos escritos, auditorias e análise de transição de fase	Relatórios: • Relatórios de status do projeto, documentos escritos e dispositivos visuais		Relatórios: • Relatórios de status do projeto e dispositivos visuais (cartazes, quadros recados autadesivos, etc)	Relatórios: • Não usa relatórios, apenas dispositivos visuais que indicam o andamento e resultados do projeto	
	Mudanças: • Corrige desvios para seguir o plano	Mudanças: • Mudanças são absorvidas passando por aprovação do gerente		Mudanças: • Mudanças são absorvidas ao longo do projeto	Mudanças: • Mudanças são constantemente absorvidas ao longo do projeto	
	Comunicação: • Formal Cerimônias: • As reuniões de equipe são raras	Comunicação: • Formal e informal Cerimônias: • As reuniões de equipe são frequentes		Comunicação: • Informal Cerimônias: • Realizam as cerimônias do Scrum	Comunicação: • Informal Cerimônias: • Realizam as cerimônias do Scrum	

