

Customização para o processo ágil de desenvolvimento de produtos utilizando a árvore da realidade

Customizing a model for agile product development process using the current reality tree

Rodrigo Antonio Vicentini¹, Michael Jordan Bianchi², Daniel Capaldo Amaral², Creusa Sayuri Tahara^{1*} Amaral¹

RESUMO

Modelos de processo de desenvolvimento de produtos (PDP), que combinam práticas ágeis e tradicionais tem recebido a atenção de profissionais e pesquisadores. O desafio, porém, é personalizar os modelos para cada organização, encontrando a melhor combinação para cada situação. Este artigo explora uma solução para o problema combinando a técnica de diagnóstico da Árvore da Realidade Atual - ARA (Goldratt, 1994) com a matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos (Bianchi e Amaral, 2021). O método ARA auxilia a compreensão dos fatores internos e externos que podem influenciar o PDP. A aplicação da ARA possibilitou a identificação dos principais efeitos indesejáveis e das causas raízes do PDP da empresa, que foram analisados em conjunto com a matriz morfológica de práticas de GP. A proposta foi aplicada em um estudo de caso em uma empresa fabricante de implementos agrícola da região de Ribeirão Preto/SP. A análise permitiu a escolha das melhores práticas e a configuração do PDP ágil, resultando em um modelo híbrido customizado. O procedimento pode contribuir para pesquisadores interessados em avançar no tema e para organizações que necessitam de mais agilidade em seu processo de desenvolvimento de novos produtos. **Palavras-chave:** Processo ágil de desenvolvimento de produto; Árvore da realidade atual; Melhoria de processo; Gerenciamento ágil de projeto; Modelo híbrido.

ABSTRACT

Product Development Process (PDP) that combines agile and traditional practices has received attention from researchers and professionals. One of the challenges in this field is how to customize and implement these models and find the balance between agile and traditional methods. This research presents a solution using the Current Reality Tree (CRT), a diagnostic technique (Goldratt, 1994), and the morphological matrix of project management practices (Bianchi e Amaral, 2021). CRT was applied to identify internal and external influence factors, including undesirable effects and root causes. These results were used as input for the morphological matrix, allowing the team to identify project management practices. This proposal was applied in a case study performed at one agriculture machine producer. The professionals from this organization were able to perform the agile PDP configuration, resulting in a customized hybrid model. The proposal supports researchers and organizations, advancing the topic and contributing to more agility in the product development process. **Keywords:** Agile Product development process; Current reality tree; Process improvement; Agile project management; Hybrid model.

¹ Instituição de afiliação: Universidade de Araraquara

*E-mail: cstamaral@uniara.edu.br

² Instituição de afiliação Universidade de São Paulo

INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica vem se intensificando na indústria de máquinas e implementos agrícolas (MIAs) nas últimas décadas. O avanço vem se fortalecendo 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).

As indústrias de MIAs no Brasil são compostas por uma diversidade de organizações produtivas, compreendendo desde pequenas e médias até grandes empresas, de simples oficinas com processos semiartesaniais até fábricas complexas que se utilizam equipes especializadas e laboratórios sofisticados para homologação de produtos (AMATO NETO, 1985; LIMA; SANTOS; AMATO NETO, 2017). No Brasil, caracterizam-se pela gestão familiar ou por estar em fase de transição para uma gestão profissional; tem como foco a diversificação de seus produtos e inovações adaptativas; e apresentam 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 (MALAGUTTI; NOVASKI; SANTOS, 2010; ROMANO, 2003; BERGAMO, 2014). As empresas de gestão familiar têm demonstrado dificuldades no gerenciamento de projetos de novos produtos e em estabelecer processos de desenvolvimento de novos produtos (ROMANO, 2003; BERGAMO, 2014).

Os modelos de processo utilizados em modelos de referência fazem uso de práticas tradicionais de Gestão de Projetos (GP), as quais 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).

Essa limitação levou ao surgimento de uma nova abordagem de gerenciamento de projetos conhecida como ágeis (GAP), 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, como no caso do setor mencionado, de máquinas agrícolas (MIA), 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).

Mesmo com estas dificuldades, é cada vez mais comum a adoção de práticas da abordagem ágil em ambientes de desenvolvimento de produtos complexos como mineração, metalurgia, energia e automobilística (EDER et al., 2015; CONFORTO et al., 2015) e em projetos de tecnologia (CONFORTO; AMARAL, 2016). Um movimento que está impulsionando a combinação de práticas tradicionais e ágeis de gestão de projetos, e que vem recebendo a denominação de modelos híbridos (IMANI, NAKANO; ANANTATMULA, 2017; ADELAKUN et al., 2017; RIESENER et al., 2018; STIEF et al., 2018).

Esse movimento tem impulsionado o surgimento de uma série de modelos híbridos, como por exemplo o *Agile-Stage-Gate*, proposto por Cooper (2014), e adotado em empresas como Honeywell, LEGO, Tetra Pak e Procter & Gamble, com resultados positivos. Esse modelo foi proposto com o foco para ser aplicado no desenvolvimento de novos produtos e 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.

Pesquisas recentes evidenciaram que o hibridismo não é apenas uma opção interessante para a maioria das indústrias, como também pode trazer benefícios melhores que o tradicional e o ágil, pois equilibra a flexibilidade e capacidade de resposta com os controles e processos da organização (SERRADOR; PINTO, 2015; GEMINO, 2020; BIANCHI et al 2020). Mas, ao comparar os modelos híbridos disponíveis na literatura, Silva, Bianchi e Amaral (2019) demonstraram que eles são específicos para determinados contextos e que as pesquisas não indicam como realizar o processo de escolha e combinação de práticas para cada situação. Este problema começa inclusive pelo diagnóstico.

Assim, um problema importante é como adaptar as práticas de modelos híbridos em processo de desenvolvimento de novos produtos na indústria de máquinas agrícolas. Segundo Costa (2010), a realização de diagnóstico de processo de desenvolvimento de produtos 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, como o diagrama Ishikawa e a Árvore da Realidade Atual (ARA).

A ARA, segundo Lowalekar e Ravi (2017) é uma ferramenta decorrente da teoria das restrições (TOC - *Theory of Constraints*) que inter-relaciona os problemas e falhas levantados

no processo, chamados de “Efeitos Indesejáveis” - EIs, que são encontrados a partir da análise do cenário atual do processo, por uma equipe selecionada de *stakeholders*, que elaboram uma lista de problemas, a partir da qual são avaliadas as prováveis relações de causa e efeito, até a identificação das causas raízes. Estudos anteriores demonstram o potencial uso da ARA para a identificação de causas raízes de problemas (ZANATTA, 2010; LOWALEKAR; RAVI, 2017).

Neste artigo exploramos uma solução para o problema de como adaptar o PDP com as práticas ágeis, combinando a técnica de diagnóstico da ARA (GOLDRATT, 1994) com uma matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos (BIANCHI e AMARAL, 2021) para a indústria de máquinas e implementos agrícolas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gestão ágil do processo de desenvolvimento de produtos

O processo de desenvolvimento de produtos (PDP) é o meio utilizado para levar 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 por meio do sucesso do lançamento de um novo produto que grande parcela das organizações garante sua competitividade e seu crescimento sustentável (BESSANT et al., 2005).

O desenvolvimento de produtos é um processo pelo qual a empresa transforma oportunidade de mercado e possibilidades técnicas em bens tangíveis para comercialização. O desenvolvimento de novos produtos exige uma combinação de etapas diferentes e interdependentes que começam na identificação da necessidade do produto até o seu lançamento. É um processo complexo e dinâmico, caracterizado por um ciclo (CLARK; FUJIMOTO, 1991; TOLEDO et al., 2008). Para ser bem-sucedido no desenvolvimento de produto, é essencial que o PDP esteja integrado com os demais processos (WHEELWRIGHT; CLARK, 1994) e, atualmente, que considere a velocidade como potencial competitivo (BESSANT et al., 2005). Relacionados com a velocidade, estão a capacidade de adaptação e flexibilidade, que podem ser relacionados com o conceito de agilidade (CONFORTO et al., 2016).

A disseminação do GAP se deu à partir 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). Um exemplo é o a proposta de Cooper (2013) e Cooper e Sommer (2016), que apresentam modelos de processo de desenvolvimento de produtos que incorporam práticas e ferramentas do gerenciamento ágil de projetos. Este tipo de modelo de referência tem sido denominado de modelo híbridos de desenvolvimento de produto.

Modelos híbrido, segundo Conforto et al. (2015, p. 12), é o nome dado ao uso combinado e sistemático de diferentes abordagens, visando maximizar as chances de sucesso do projeto. Assim, espera-se que os modelo híbridos sejam: customizados, flexíveis, enxutos, colaborativos, auto gerenciável e permitam o uso combinado das ferramentas e técnicas existentes.

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 EI – 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).

Conforto e Amaral (2016, p.12) evidenciam que a condição crítica para uso de modelos híbridos está no processo de escolha e adaptação de práticas para as necessidades específicas do projeto. A construção de modelos híbridos deve passar pelo entendimento das diferenças fundamentais entre as duas abordagens teóricas no gerenciamento de projetos: ágil e tradicional.

Gemino, Horner e Serrador (2020) em um estudo recente sobre gestão de projetos, identificaram práticas por meio de um levantamento com um grupo de empresas, demonstrando que o uso de práticas combinadas pode ter efeitos positivos em relação ao uso de apenas uma abordagem: ágil ou tradicional. Esta pesquisa mostra que o desempenho e o uso de modelos híbridos pode ser interessante para o desenvolvimento de produtos. Resta saber, porém, como e quais práticas combinar, qual situação ou ambiente específico de projeto. Este artigo visa contribuir nesse desafio, voltado para a área de desenvolvimento de novos produtos no setor de MIAs.

Ferramenta para criação de modelos híbridos de gestão de projetos

A ferramenta proposta por Bianchi e Amaral (2021) consiste em um procedimento estruturado capaz de fornecer um apoio à equipe de projetos para identificar diferentes possibilidades de aplicação de práticas de gestão, mais apropriadas para aquele determinado projeto, de acordo com suas particularidades e ambiente organizacional. 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 & AMARAL, 2021).

Os autores basearam o método em uma ferramenta conhecida da área de projeto, denominada de matriz morfológica. Ela consiste na elaboração de uma matriz 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 uma 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 e Amaral (2021) utilizaram esse conceito e propuseram a seguinte associação: no lugar de soluções de projeto, inclui-se a forma como um projeto é gerenciado, as diferentes possibilidades de práticas de gerenciamento de projetos. A matriz funciona então como um catálogo de práticas de gestão, permitindo maior flexibilidade para os gerentes de projeto na combinação de práticas apropriadas a diferentes tipos de projetos.

A matriz é composta por seis linhas que representam grupos de ações que visam garantir o planejamento e controle de um projeto, chamadas de variáveis. Entre eles estão a estrutura do plano do projeto, descrição do escopo do projeto, detalhamento das atividades, monitoramento e controle, envolvimento do cliente e estimativa de duração e recursos (BIANCHI & AMARAL, 2021). As colunas compõem a parte principal da matriz e apresentam diferentes soluções (práticas de gestão) para atender cada uma das linhas. Por exemplo, 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.

Figura 1 – Matriz morfológica de práticas de gerenciamento de projetos.

Origem

Tradicional ← → Ágil

Práticas Variáveis	1	2	3	4	5
Estrutura do Plano do Projeto (A)	Tipos de planos 1- Cronograma (Gantt)	Tipos de planos 1 - Cronograma(Gantt) 2- Product Backlog 3- Sprint Backlog	Tipos de planos 1- Visão 2 - Cronograma(Gantt) 3 - Product Backlog 4 - Sprint Backlog	Tipos de planos 1- Visão 2- Product Backlog 3- Sprint Backlog	Tipos de planos 1- Kanban
Descrição do Escopo do Projeto (B)	Formato Declaração de escopo do projeto Conteúdo - Todas as informações do projeto em detalhes - Envolve normas contratuais - Objetivo de evitar ambiguidades	Formato Declaração de escopo Conteúdo - Todas as informações do projeto em detalhes - Não envolve normas contratuais - Objetivo de evitar ambiguidades	Formato Visão e Declaração de escopo Conteúdo - Visão metafórica, utilizando um lema - Informações do projeto que a equipe julgar importantes - Objetivo de motivar por meio da visão, em conjunto com o documento de escopo	Formato Visão Simples Conteúdo - Descrição metafórica utilizando lemas/rascunhos - Objetivo de representar o resultado final de forma desafiadora, motivando a equipe.	Formato Visão Completa Conteúdo - Descrição metafórica e ambigua usando artefatos e técnicas visuais - Objetivo de motivar e direcionar a equipe para um conjunto de possíveis soluções.
Detalhamento das atividades (C)	Formato Work Breakdown Structure (WBS) Conteúdo - As atividades possuem códigos e são classificadas em pacotes de trabalho, entregas e produtos - Nível de controle baseado em dias - Ocorre o sequenciamento das atividades	Formato Work Breakdown Structure (WBS) Conteúdo - As atividades possuem códigos e são classificadas em pacotes de trabalho, entregas e produtos - Nível de controle baseado em semanas/meses - Ocorre o sequenciamento das atividades	Formato Tarefas Conteúdo - Atividades necessárias para completar uma história de usuário. - Podem ser priorizada com base em critérios - São escolhidas e cumpridas por membros da equipe	Formato Não há um padrão específico Conteúdo - Podem ser descritas na forma de problemas, ações ou entregas relacionados ao projeto - Pode ocorrer a organização, sequenciamento	Formato User Stories Conteúdo - Breves declarações para especificar algo que o produto precisa fazer / entregar ao usuário - Priorização do 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, auditorias e análise de transição de fases Cerimônias -Formal -Reuniões não frequentes	Indicadores Custo, tempo e % de progresso Relatórios Relatórios de status do projeto, documentos escritos e dispositivos visuais Cerimônias -Formal e informal - Reuniões frequentes		Indicadores Entregas parciais, Relatórios Relatórios de status do projeto e dispositivos visuais (cartazes, quadros, recados autoadesivos, etc) Cerimônias -Informal - Rituais do Scrum	Indicadores Protótipos, demonstrações, desenhos e artefatos visuais Relatórios Não utiliza relatórios, apenas artefatos visuais que indicam o andamento do projeto Cerimônias -Informal - Rituais do Scrum
Participação do Cliente (E)	Frequência Na assinatura do contrato e entrega final do projeto Interação - Mínima - O gerente de projeto adiciona e altera as atividades do projeto para estar em conformidade com o escopo do projeto	Frequência Na assinatura do contrato, milestones e entrega final Interação -Mínima - O gerente de projeto adiciona e altera as atividades do projeto a fim de seguir o escopo e os clientes avaliam o andamento do projeto nos milestones	Frequência Periodicamente Interação - Média - A equipe realiza mudanças para assegurar a qualidade do projeto e a satisfação do cliente, com a conformidade de ambas as partes	Frequência Frequentemente Interação -Alta -O cliente altera o produto do projeto quando ocorrer necessidade para tal - A equipe avalia as propostas do cliente e altera as atividades para garantir a sua satisfação	Frequência Diariamente Interação -Muito alta, sendo considerado um membro da equipe -O cliente avalia, prioriza, adiciona ou altera o produto - A equipe muda as atividades para obter os resultados esperados pelo cliente
Estimativa de recursos e duração (F)	Forma Quantidade de atividades e homens / horas Técnica Estimativa paramétrica, análoga, três pontos				Forma Quantidade de pessoas para atingir determinada velocidade para atender os story points Técnica Opinião especializada

Fonte: Adaptada de Bianchi e Amaral (2021), p. 124

Além da matriz morfológica de projetos, o método propõe o uso de uma ferramenta de diagnóstico que identifica as características do projeto, bem como suas particularidades e necessidades. As informações coletadas por esse instrumento são a entrada para a Matriz Morfológica de práticas de gerenciamento de projetos. A Figura 1 ilustra a matriz morfológica

de práticas de gestão de projetos, ferramenta a qual será utilizada como parte do método da presente pesquisa para atingir o objetivo do estudo.

A matriz funciona como um guia de prática durante o processo de criação de modelos híbridos. Em princípio, permite um acesso mais rápido e orientado a uma gama de soluções de gestão de projetos. Para tal, deve-se relacionar as informações do projeto com a matriz, personalizando um modelo de gestão específico para o projeto.

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), a elaboração da ARA pode seguir algumas diretrizes, como: Colaborativamente preparar um lista de Efeitos Indesejáveis (EIs); Associar os (EIs) refinando tanto a descrição dos efeitos quanto os relacionamentos e a necessidade de incluir novos efeitos; Validar a árvore de EIs; Identifique as causas raízes e os efeitos principais.

Os EIs estão logicamente ligados por meio de relações causais. O EI no topo da árvore é chamado de efeito principal porque não causa outro efeito; são os mais perceptíveis e dos

quais as pessoas estão mais conscientes. Os EIs localizados no meio da árvore são chamados de efeitos intermediário e na base da árvore estão as causas raízes, que são os efeitos que originam todos os outros EIs.

A importância das causas raízes, em geral não é percebida diariamente pelos envolvidos no processo e, portanto, sua identificação é o principal objetivo na criação das ARAs. Os projetos de melhoria propostos a partir da análise da ARA devem visar a eliminação do maior número de EIs, já que diretamente também melhoram as causas raízes e o efeito principal (GOLDRATT, 1994).

Ao lidar com uma técnica de construção da TOC, vários autores (RAHMAN, 2002; REID; CORMIER, 2003; SCOGGIN; SEGELHORST; REID, 2003; PATWARDHAN; SARRIÁ-SANTAMERA; MATCHAR, 2006; TAYLOR; BECKI; WILLIAM, 2006; WALKER; COX, 2006; COSTA; AMARAL; ROZENFELD, 2011) customizaram a técnica clássica proposta por Goldratt (1994). Em geral, cinco atividades são propostas para a construção da ARA: conhecer o objeto de estudo, conduzir entrevistas, formular EIs, associar EIs e validar a ARA. Costa, Amaral e Rozenfeld (2011). Este trabalho utiliza a proposta de Costa, Amaral e Rozenfeld (2011), uma vez que destaca e detalha profundamente as atividades relacionadas à identificação de oportunidades de melhoria, propõem novas atividades da árvore: planejar o diagnóstico, preparar o guia de entrevistas e identificar 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 poderia resultar em uma árvore que reflete uma visão particular e não uma visão de realidade da organização, que pode ser compartilhada por todos da empresa. 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.

Costa, Amaral e Rozenfeld (2011) compararam várias metodologias de diagnóstico e fez uma síntese contendo 9 etapas: Planejar diagnóstico; Conhecer o objetivo do estudo; Preparar o guia de entrevista; Conduzir entrevistas; Formular os EIs; Associar os EIs; Validar a ARA e Identificar as melhorias e oportunidades.

Há vários trabalhos que relatam o uso da ARA para realizar o processo de diagnóstico e orientar a melhoria do processo de desenvolvimento de produtos tradicionais. Formulamos assim a questão: seria possível utilizar esta técnica de forma combinada com a ferramenta de

modelos híbridos para identificar melhorias e orientar a implantação de um processo de desenvolvimento de produtos que considere o uso de modelos híbridos? Na próxima seção apresenta-se o método utilizado para investigar este problema.

MÉTODO DE PESQUISA

A metodologia definida no estudo está focada no estudo de caso. Segundo Yin (2005), o método de estudo de caso é adequado para investigar fenômenos que não podem ser separados de seu contexto, avaliando como e porque certas decisões foram tomadas. A realização do estudo de caso ocorreu de acordo com as atividades ilustradas na Figura 2.

Figura 2 – Atividades realizadas no estudo de caso.



Fonte: Elaborado pelos autores

A pesquisa foi realizada em uma empresa de implementos agrícolas, a qual chamamos de JMR. O estudo de caso iniciou-se (Atividade 1) com a preparação e condução das reuniões com os principais envolvidos com o PDP da empresa para o levantamento dos problemas associados ao PDP da empresa, ou seja os efeitos indesejáveis. Os EIs foram descritos em forma de afirmações claras e sem redundâncias (Atividade 2).

A partir da lista de efeitos, foram avaliadas as associações de dependências entre os efeitos (Atividade 3). Esta atividade foi realizada exclusivamente com a participação dos pesquisadores, que propuseram as associações dos efeitos em duas etapas: a primeira classificou os efeitos por área do conhecimento, que permitiu a realização da segunda etapa, que foi realização da primeira associação entre os efeitos. A partir da análise dos EIs e seus relacionamentos, foi elaborada a ARA, que passou por um processo de refinamento (Atividade 4) pelos membros da empresa. A ARA final foi validada pelos principais *stakeholders* da empresa (Atividade 5) que permitiu a identificação das causas raízes, além de importantes efeitos indesejáveis para o PDP.

A partir da ARA definida foi realizada a Atividade 6, de maior novidade e contribuição do trabalho, em que foi utilizada a matriz morfológica proposta por Bianchi (2017), para a

identificação das melhores práticas de gestão de projetos para tornar o PDP da empresa mais ágil. A escolha das práticas ocorreram de modo interativo, atendendo dois critérios: deveria melhorar os EIs identificados pela empresa como prioritários e a prática ágil selecionada deveria ser possível e viável de ser implantada na empresa. Esse processo se repetiu até que todos os EIs selecionados fossem contemplados. As práticas identificadas e selecionadas foram formalmente incorporadas no modelo de desenvolvimento de produtos da empresa (Atividade 7), caracterizando a proposta de modelo híbrido. Os resultados desse estudo de caso são apresentados na seção seguinte.

RESULTADOS

Caracterização da empresa

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 desta 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.

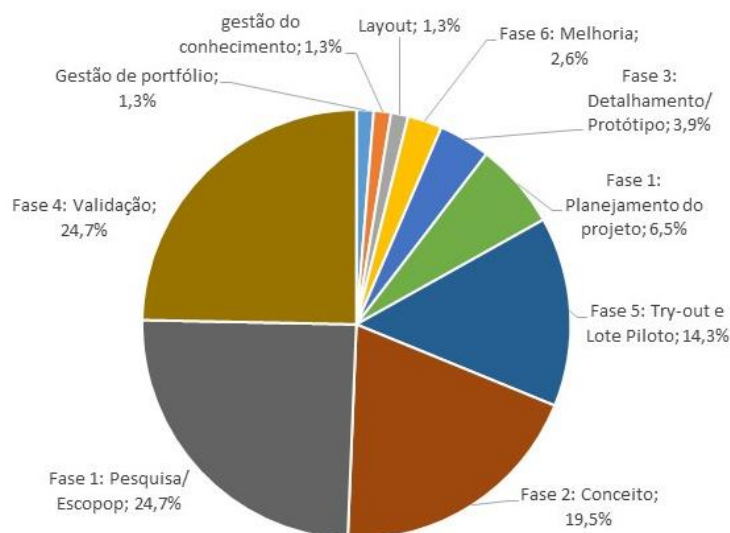
Formulação dos Efeitos Indesejados (EIs)

Foram realizadas nove reuniões com duração média de duas horas e meia, que geraram uma lista de 156 Efeitos Indesejados (EIs) – Atividade 1. Esses EIs foram enumerados para facilitar a construção da ARA e a referência dos mesmos ao longo das atividades. 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).

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 – Atividade 2.

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 no PDP da empresa, é difícil propor melhorias, pois tem-se a impressão de que existem problemas por toda parte. A distribuição dos efeitos por fase do PDP (Figura 3) 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.

Figura 3 – Porcentagem de distribuição das ocorrências dos EIs por área



Fonte: Elaborado pelo autor.

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.

Associação dos EIs, elaboração da ARA e proposta de melhorias

Para a elaboração da ARA, os EIs foram organizados com a eliminação de efeitos redundantes e foram reescritos para garantir a clareza no seu entendimento. A lista de 116 EIs foi impressa em etiquetas e foram coladas em blocos adesivos, organizados por área de conhecimento. A uma primeira associação dos EIs foi realizada entre os EIs de cada área de

conhecimento, já que eram muitos efeitos a associar – Atividade 3. Essa primeira visão da árvore facilitou a etapa seguinte de identificação dos relacionamentos de causalidade entre os EIs, que foram transcritos para uma versão digital, utilizada em conjunto com a versão em papel, para a realização dos refinamentos das associações entre os EIs – Atividade 4. Essa versão da ARA com os relacionamentos passou por mais duas análises, realizadas basicamente entre os pesquisadores, que alteraram significativamente os relacionamentos entre os efeitos, resultando na ARA final.

Validação da ARA

O Quadro 1, descrever as reunião com os principais envolvidos no PDP da empresa, em que foi apresentada a versão final da ARA – Atividade 5. 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 a falta de iteração com o cliente durante o desenvolvimento do produto. Destacaram a importância de encontrar ferramentas que possam auxiliar na resolução desses problemas, para que a empresa volte a ser competitiva perante os concorrentes.

Quadro 1 – 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 pelos autores

A ARA ilustrada na Figura 4 é uma simplificação da árvore da realidade atual da empresa, que desconsiderou efeitos intermediários, para melhorar a visualização da árvore completa. Foram identificadas seis causas raízes, identificadas na base da árvore, em verde na

Figura 4: (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) Falta de gestão pós-venda; (6) 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 e 3 como as mais relevantes e responsáveis pelo Efeito principal 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.

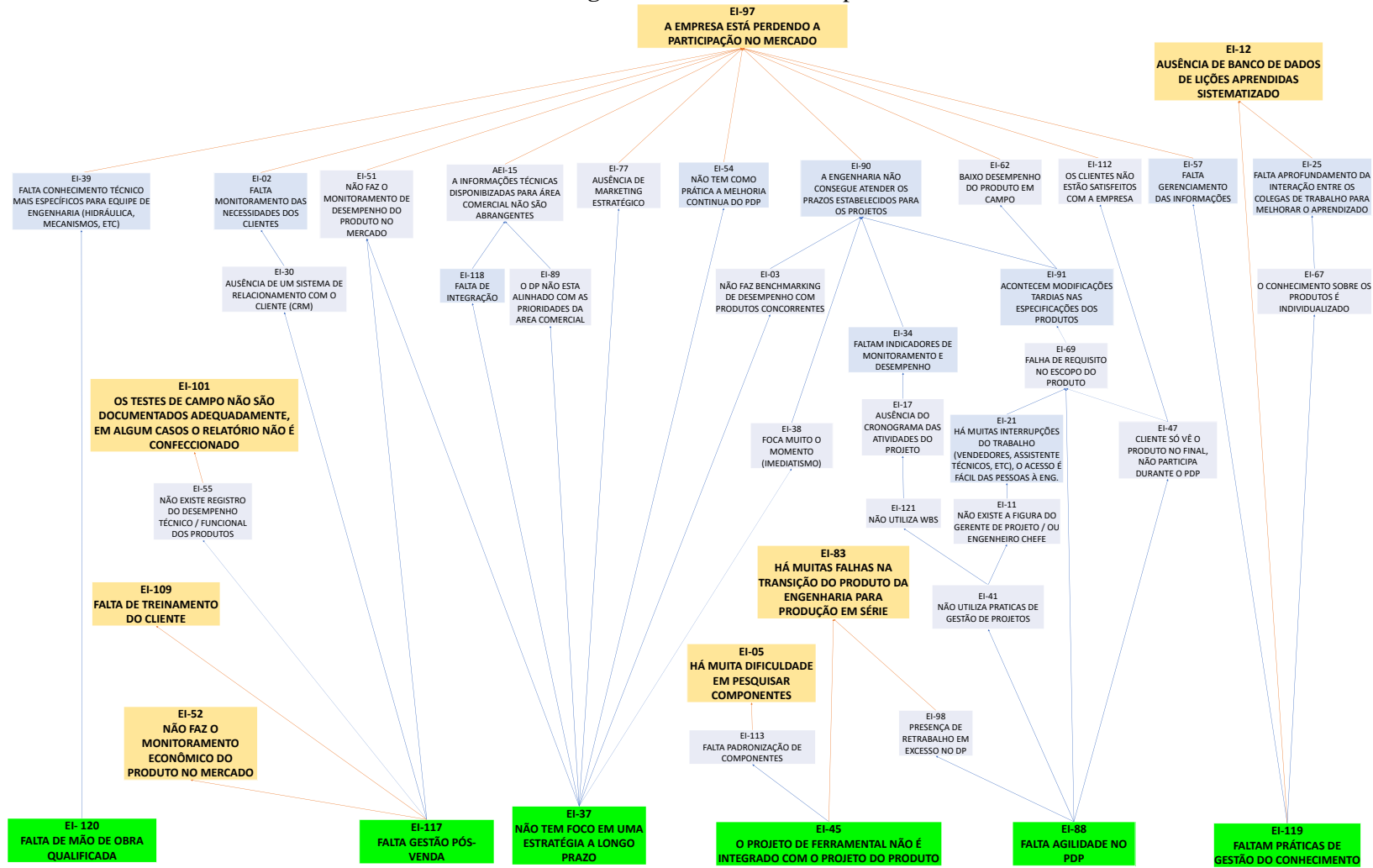
Pode-se verificar, pela análise dos relacionamentos dos EIs descritos na ARA, que a simples adoção de práticas de gestão de projetos como a elaboração de uma WBS (*work breakdown structure*) e um cronograma de projeto, podem eliminar muitos EIs, assim como a designação de um responsável pelo gerenciamento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

Proposta de melhoria para implantação de modelo híbrido para PDP

A partir da ARA os principais *stakeholders* da empresa JMR passaram a avaliar os EIs prioritários para mitigar as causas raízes identificadas. Os efeitos foram associados às variáveis da matriz morfológica, que são: (1) Variável A – Estrutura de plano de projeto; (2) Variável B – Descrição do escopo do projeto; (3) Variável C- Detalhamento das atividades; (4) Variável D – Acompanhamento e controle do projeto; (5) Variável E – Participação do cliente; (6) Variável F - Estimativa de recursos e duração. Esta descrição está listada na tabela 1. Para a seleção das práticas listadas na matriz morfológica (variáveis e práticas), foram considerados os critérios de adequação, maturidade da empresa e capacidade de implantação, discutidos em uma reunião realizada com os *stakeholders* da empresa – Atividade 6.

Com base nas indicações de práticas de GP, o modelo de referência adotado pela empresa foi modificado, como descrito na tabela 1 e ilustrado na Figura 5. Assim, para cada estágio do modelo, foram sugeridas práticas de acordo com as variáveis indicadas na matriz morfológica.

Figura 4 – Versão final simplificada da ARA



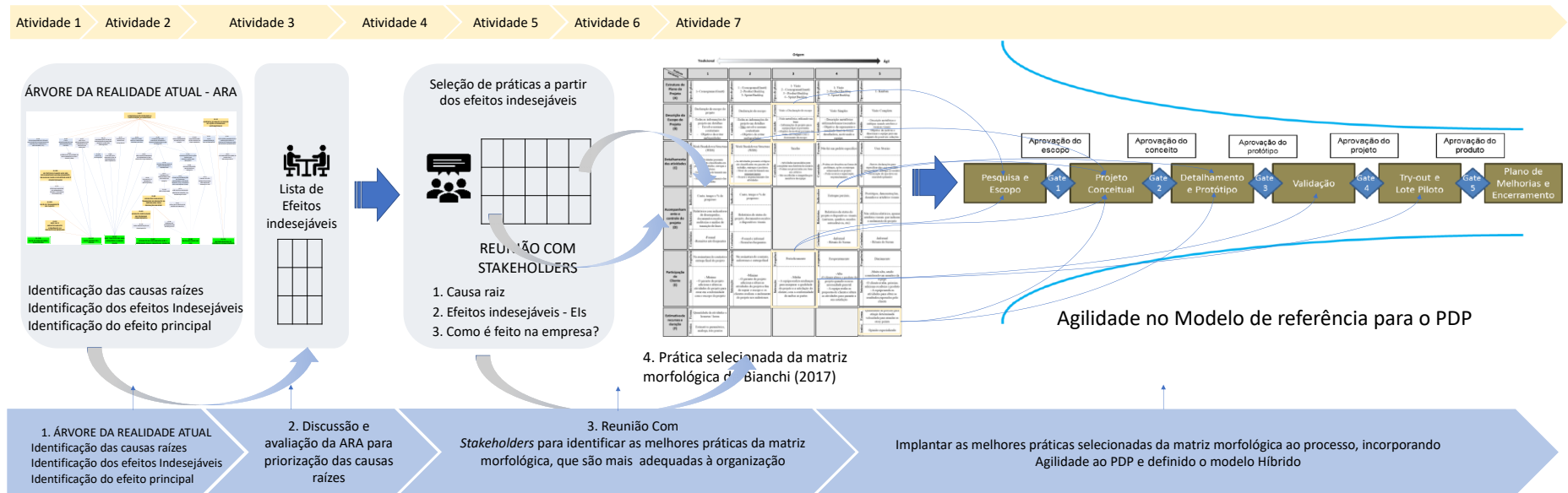
Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 1 – Seleção de práticas a partir dos efeitos indesejáveis.

Causa raiz	Efeitos Indesejáveis - Els		Como é feito na empresa	Prática selecionada da matriz morfológica de Bianchi	Como será implantado	Modelo de referência
Falta agilidade no PDP	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.
Falta agilidade no PDP	EI-17	Ausência do cronograma das atividades do projeto.	As atividades (tarefas) são marcadas 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.
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 aprovados 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 interação 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 interação com a equipe do projeto liderada pelo gestor (GP) em todas as fases. Essa interação poderá ser de forma presencial ou <i>via internet</i> .	Fase de 1 a 5
Falta agilidade no PDP	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 para 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 pelos autores

Figura 5 – Método para o desenvolvimento de modelos de processo de desenvolvimento de produto híbrido



Fonte: Elaborado pelos autores

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

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 adaptações no ambiente de máquinas agrícolas. Não foram encontrados 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 consideraram 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.

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 enfatizada 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.

CONCLUSÕES E PESQUISAS FUTURAS

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

sequência: (1) 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; (2) Fazer um recorte dos EIs relacionados com a gestão de projetos; (3) 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; (4) Customizar o modelo de referência (MR) utilizado pela empresa para desenvolver produtos atribuindo a ele tais práticas de GP.

Embora exista 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 (SILVA; BIANCHI; AMARAL, 2019). Este estudo apresentou duas simplificações para pesquisadores e profissionais da área: a primeira é a demonstração de que a técnica de diagnóstico ARA pode direcionar as ações da empresa, sem grandes esforços, para solucionar problemas não perceptíveis, e 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.

A combinação específica de causas raízes identificadas pela ARA, com ações apoiadas pelo direcionamento da matriz morfológica, é uma novidade para a teoria e pode ser um caminho importante para os profissionais que atuam na área de *business process management*. A combinação indica uma estratégia que pode ser usada para o caso de melhorias de processos de negócio em empresas de desenvolvimento de produto e que desejam caminhar em direção de maior agilidade e flexibilidade do PDP, especialmente de produtos complexos e com inovação como o segmento de máquinas agrícolas.

Para trabalhos futuros seria importante um estudo para medir o impacto das ações de melhoria 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 permitiria a configuração de um modelo híbrido mais completo.

REFERÊNCIAS

ADELAKUN, O.; GARCIA, R.; TABAKA, T.; GARCIA, R. Hybrid Project Management : Agile with Discipline. In: International Conference on Information Resources Management (CONF-IRM). Association For Information Systems, 2017.

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.

AMATO NETO, J. A indústria de máquinas agrícolas no Brasil – origens e evolução. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 57-69, 1985.
<https://doi.org/10.1590/S0034-75901985000300005>.

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>.

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. 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. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

BIANCHI, Michael Jordan; AMARAL, Daniel Capaldo. A method to create hybrid models using a morphological matrix. *The Journal of Modern Project Management*, v. 9, n. 1, 2021.

BIANCHI, M., MARZI, G.; GUERINI, M. Agile , Stage-Gate and their combination : Exploring how they relate to performance in software development. **Journal of Business Research**, v. 110(May 2017), p. 538–553, 2020.

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

CONFORTO, E. C.; BARRETO, F.; AMARAL, D. C.; REBENTISCH, E. Modelos híbridos unindo complexidade, agilidade e inovação. **Revista Mundo PM**, v. 64, n. 1, 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**, 40(1), 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. **Produtos que dão certo: como criar valor e desenvolver produtos inovadores.** São Paulo: Saraiva, 2013.

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.; SOMMER, A. F. The Agile–Stage-Gate Hybrid Model: A Promising New Approach and a New Research Opportunity, **J. Prod. Innov. Manag.**, v. 33, n. 5, p. 1-14, 2016. doi: 10.1111/jpim.12314.

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. 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, p. 361-368, 2011.

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>.

GEMINO, A.; HORNER R, B.; SERRADOR, P. M. Agile, Traditional, and Hybrid Approaches to Project Success: Is Hybrid a Poor Second Choice? **Project Management Journal**, 2020.

GOLDRATT, E. M. *It's Not Luck*. Great Barrington: North River Press, 1994.

IMANI, T., NAKANO, M.; ANANTATMULA, V. Does a Hybrid Approach of Agile and Plan-Driven Methods Work Better for IT System Development Projects ? **Int. Journal of Engineering Research and Application**, v. 7, n. 3, p. 39–46, 2017.

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, p. 1-16, 2017. 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, n. 1, 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: VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2010, Campina Grande. Anais [...] Campina Grande: CONEM. p. 18-21, 2010.

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

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

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 servisse sector. **Managing Service Quality**, v. 13, n. 5, p. 349-369, 2003.
<https://doi.org/10.1108/09604520310495831>.

RIESENER, M.; DÖLLE, C.; AYS, J.; AYS, J. L. Hybridization of Development Projects Through Process-related Combination of Agile and Plan-driven Approaches. **IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)**, p. 602-606, 2018.

ROMANO, L. N. Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas. 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.

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>.

SERRADOR, P.; PINTO, J. K. Does Agile work? — A quantitative analysis of agile project success. **International Journal of Project Management**, v. 33, n. 5, p. 1040-105, 2015.

SILVA, F. B.; BIANCHI, M. J.; AMARAL, D. C. Evaluating combined project management models: strategies for agile and plan-driven integration. **Product: Management and Development**, v. 17, n.1, p. 15-30, 2019.

- STIEF, P., DANTAN, J., ETIENNE, A.; SIADAT, A. A Hybrid Innovation Management Framework for Manufacturing—Enablers for more Agility in Plants. **Procedia CIRP**, v.72, p. 1154–1159, 2018.
- TAYLOR, L. J. I.; BECKI, M.; WILLIAM, P. Goldratt’s thinking process applied to employee retention. **Business Process Management Journal**, v. 12, n. 1, 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>.
- 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>.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e método**. 2. ed. São Paulo: Bookman, 2005.

Recebido em: 15/05/2022

Aprovado em: 18/06/2022

Publicado em: 23/06/2022