

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

JOÃO PEDRO ANGELO DE SOUZA
JULIANA FIGUEIREDO GONÇALVES
VITORIA GODOI BUENO SARTORI

Estudo da Aplicação dos Métodos Ágeis na Gestão de Projetos de
Engenharia Química

São Paulo

2020

JOÃO PEDRO ANGELO DE SOUZA
JULIANA FIGUEIREDO GONÇALVES
VITORIA GODOI BUENO SARTORI

Estudo da Aplicação dos Métodos Ágeis na Gestão de Projetos de Engenharia Química

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo como
requisito parcial para Graduação no
Curso de Engenharia Química

Orientador: Prof. Dr. Clovis Armando Alvarenga Netto

São Paulo

2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na publicação

Souza, João Pedro Angelo de; Gonçalves, Juliana Figueiredo; Sartori, Vitoria Godoi Bueno

ESTUDO DA APLICAÇÃO DOS MÉTODOS ÁGEIS NA GESTÃO DE PROJETOS DE ENGENHARIA QUÍMICA / J. P. A. de Souza; J. F.

Gonçalves; V. G. B. Sartori; orientador, Clovis Armando Alvarenga Netto – São Paulo, 2020

56p.

Trabalho de Conclusão de Curso – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Química.

1. Métodos ágeis 2. Gerenciamento de projetos 3. Projetos de Engenharia Química I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia Química II.t.

Sumário

Resumo	6
Abstract	7
1. Introdução	8
2. O Gerenciamento Tradicional de Projetos	9
3. Desafios Associados à Inovação	10
4. O Surgimento do Gerenciamento Ágil de Projetos	12
5. Os Diferentes Métodos Ágeis	17
5.1 Scrum	17
5.1.1 A Origem do Scrum	17
5.1.2 Visão Geral do Scrum	18
5.1.3 Implementação do Scrum	18
5.2 Kanban	22
5.3 Programação Extrema (XP)	23
5.4 Métodos de Crystal	24
5.5 Métodos de Desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos (MDSD)	24
5.6 Desenvolvimento Orientado a Funcionalidade (FDD)	24
6. A Propagação das Metodologias Ágeis para Diferentes Áreas de Aplicação	25
6.1 Áreas de Aplicação	27
7. Aplicações em Engenharia Química	31
7.1 O Conceito de “Programa”	31
7.2 Agile Program Management	32
7.3 Aplicação em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento	33
7.4 O Caso das Plantas Químicas e a Incorporação de Tecnologias de Informação no Agile Program Management	34
7.5 Internet of Things	35

7.6	Agile Program Management e IoT Aplicados em uma Smart Plant do Ramo Petroquímico	36
7.7	A Fabricação Ágil	38
8.	Critérios para Escolha do Método a ser Adotado no Gerenciamento de um Projeto	41
8.1	Análise Comparativa dos Contextos de Aplicação de Metodologias Ágeis e Tradicionais.....	41
8.2	Análise Comparativa entre Custos de Projetos Gerenciados com Metodologias Ágeis e Tradicionais.....	43
8.3	Análise Comparativa entre as Metodologias Ágeis Apresentadas	45
9.	Conclusões	48
10.	Referências	50

Resumo

Em meio à evolução social e tecnológica pelas quais o mundo tem passado nas últimas décadas, o mercado tem sido consequentemente exposto a transformações aceleradas. Diante disso, tem se tornado necessárias medidas inovadoras para lidar com a imprevisibilidade e a complexidade, buscando também uma maior satisfação dos clientes com os produtos finais.

Com base nesse cenário, os métodos ágeis de gerenciamento de projeto têm sido uma estratégia amplamente adotada pelas empresas de áreas para além da engenharia de *software*, para a qual foram idealizados.

São feitas análises que visam entender a evolução dos métodos ágeis, com maior enfoque no método Scrum, aplicadas à gestão de projetos de variados campos e apresentar exemplos de aplicação de métodos deste tipo para a área da Engenharia Química, avaliando as diferenças frente a metodologias tradicionais.

A partir de revisão bibliográfica baseada em livros sobre métodos ágeis e artigos publicados, são elencadas vantagens e desvantagens da utilização das Metodologias Ágeis na execução de projetos, a fim de se determinar em quais circunstâncias sua aplicação é adequada, bem como critérios que possam guiar a escolha da forma de gerenciamento.

Palavras-chave: metodologia ágil; gestão de projetos; métodos ágeis de gerenciamento; projetos inovadores; projetos de engenharia química.

Abstract

In the midst of worldwide social and technological evolution on the past decades, markets have therefore been exposed to fast transformations. Hence, innovation became a necessary approach to deal with unpredictability and complexity, and furthermore, to improve customer satisfaction over the final product.

In this complex environment, the agile project management has been a widely adopted strategy by companies from fields beyond software engineering, which it was idealized for.

The analyses in this paper aim to better understand the agile methodologies development, considering mainly Scrum, applied to the management of several projects, and also, to present examples of agile practices on Chemical Engineering, evaluating the differences between traditional and agile methodologies.

From literature review and published articles, the advantages and disadvantages of the agile methodologies application in project management were collected, in order to determine the right circumstances to their use. Moreover, some criteria were gathered to guide the choice of the most appropriated approach for managing projects.

Keywords: agile methodology; project management; management methods; innovative projects; chemical engineering projects.

1. Introdução

Com a difusão das discussões sobre a inovação, e os investimentos cada vez maiores para implementá-la em diferentes segmentos, cresce a cada dia o número de projetos pioneiros, que, como o próprio termo revela, são os que primeiro apresentam soluções para um determinado problema e, portanto, não possuem referências anteriores. Com isso, surgem reflexões associadas ao gerenciamento: como idealizar no planejamento que ocorre ao início do projeto, uma solução final a ser atingida após a execução? Como garantir que essa solução continue satisfazendo as necessidades do cliente quando novas ideias e novas necessidades surgem ao longo do projeto?

Como tentativa de responder a essas transformações, os Métodos Ágeis de Gestão de Projetos estão sendo utilizados em diversas áreas do mercado de trabalho, pois auxiliam as equipes a lidarem com imprevisibilidades promovendo a realização de ciclos que estimulam uma maior interação entre clientes e colaboradores e agregam maior valor ao processo produtivo com entregas que são realizadas ao longo do desenvolvimento.

Com este trabalho, buscou-se compreender de que forma, nos projetos de Engenharia Química - que são complexos e possuem durações que podem chegar a anos até o final de sua implantação (WALL, 2009) - pode-se reagir a mudanças nas demandas no mercado, a novas soluções tecnológicas nos processos e equipamentos, e a novas tendências e prioridades da sociedade, como valorização da sustentabilidade em detrimento do menor custo, por exemplo, durante a elaboração da solução.

Num primeiro momento, foi feito um levantamento do histórico da formalização do Project Management tradicional, representado pelo PMBoK (PMI, 2017), e do contexto de transformações que levou ao surgimento do Agile Project Management (APM) no ramo de desenvolvimento de *softwares*. Estudou-se, então, as diferentes vertentes que culminaram no Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software (BECK et al., 2001), e sua expansão para diversas áreas de aplicação, que possuem em comum o caráter inovador.

Além disso, por meio de uma revisão bibliográfica, investigou-se a influência das novas tendências de gestão em projetos de Engenharia Química, de forma a

esclarecer o grau de adoção dos métodos ágeis e evidenciar possíveis oportunidades de aplicação que podem trazer uma otimização do tempo, custo e satisfação do cliente a esses projetos.

2. O Gerenciamento Tradicional de Projetos

Mesmo antes de metodologias serem formalizadas para a gestão de projetos, já eram utilizados alguns aspectos como figuras de liderança que organizaram equipes, definiram etapas e administraram custos para atingir determinados objetivos em um determinado prazo. Grandes obras arquitetônicas, como a Muralha da China, e a criação das vacinas são bons exemplos de resultados de projetos que antecederam a criação de teorias e guias de gestão (PMI, 2017).

Por volta de 1950 surgiram técnicas como o gráfico de Gantt, o método do caminho crítico (KERZNER, 1984) e o da análise de rede PERT-CPM (HIRSHFELD, 1985).

Com o aumento da adoção das ferramentas, e o consequente crescimento do número de estudos científicos sobre o tema do gerenciamento de projetos (KIOPPENBORG e OPFER, 2002), surgiu no final da década de 1990, o Guia PMBoK, do Project Management Institute (PMI, 2004).

Os BoKs, ou “Bodies of Knowledge” fundamentam a literatura hoje definida como tradicional. Nessas abordagens, uma análise aprofundada é feita no início do projeto, em que suas etapas, custos, prazos, escopo e orçamento são previstos, e organizados de maneira linear, com baixa flexibilidade para mudanças ao longo do processo (SPUNDAK, 2014). Sob esta perspectiva, defende-se que se o planejamento do projeto for bem feito, a probabilidade de haver necessidade de alterações durante a execução será baixa, e pode-se garantir que a entrega do produto ocorrerá de forma fiel à idealizada inicialmente.

Nesse contexto, valorizam-se os processos e ferramentas, que devem ser utilizados de forma precisa, gerando uma documentação detalhada. A negociação de contratos é fundamental para que as definições de escopo se mantenham e a execução do plano seja feita com sucesso. Para tanto, exige-se

que os gerentes de projetos tenham um conhecimento técnico elevado dos procedimentos e métodos a serem seguidos (WINTER et al., 2006).

Nota-se, portanto, que o projeto é definido como um processo instrumental, ou seja, uma sequência linear de tarefas com um objetivo: a criação de um produto (WINTER et al., 2006). E o processo de gestão é feito com grande planejamento antecipado, de forma a garantir um melhor controle e uso dos recursos disponíveis: são fixadas as prioridades e a forma como ocorrerão as etapas, previstos os riscos e elaborados os planos de ação para sustentar o plano, pois o desempenho do projeto é medido pela conformidade entre a execução e o planejamento feitos (KERZNER, 2006).

3. Desafios Associados à Inovação

Simultaneamente à evolução social e tecnológica à qual o mundo esteve exposto nas últimas décadas, acelerado pela intensa troca de informações e conhecimentos promovida pela globalização e pelas terceira e quarta revoluções industriais (JOHANSSON, 2016), o conceito de inovação também tem passado por transformações (CARVALHO, 2009): deixou de se associar restritamente a avanços em produtos de elevado desenvolvimento técnico, e passou a referir-se também a transformações em serviços e processos, acompanhando o dinamismo e a velocidade com que as interações entre culturas diferentes proporcionam novas ideias (JOHANSSON, 2016).

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OECD) reuniu os 30 países mais ricos do mundo na elaboração do Manual de Oslo, em que se discutiu o que pode ser considerado inovação. A primeira edição, criada em 1992, associava o conceito a desenvolvimento tecnológico de produto e processo, especificamente no setor industrial. Em 1997, a segunda edição do manual expandiu a definição para o setor de serviços (OECD, 1997, p. 130):

Inovações Tecnológicas em Produtos e Processos (TPP) compreendem as implantações de produtos e processos tecnologicamente novos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos. Uma inovação TPP é considerada implantada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto) ou usada no processo de produção

(inovação de processo). Uma inovação TPP envolve uma série de atividades científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais.

Desde então, os mercados se tornaram mais voláteis (CARVALHO, 2009), as novas tecnologias passaram a surgir tão rapidamente quanto se tornam obsoletas, e o setor de serviços adquiriu uma importância significativa na economia. Assim, o conceito de inovação passou a incluir também o caráter não tecnológico, e a ser aplicado a processos organizacionais, modelos de negócio, serviços, processos produtivos, entre outros. O termo adquiriu nova definição, na terceira e mais recente edição do Manual de Oslo, publicada em 2005 (OECD, 2005, p. 46):

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas.

Os projetos que envolvem esse tipo de inovação possuem um elevado grau de incerteza, já que a geração da solução faz parte do processo, e a previsão de recursos, riscos e prazos não é precisa, pois faltam referências anteriores para embasamento (AMARAL et al., 2011).

Considere que os métodos tradicionais de gestão possuem uma estrutura em cascata dividida em: identificação de uma necessidade, design de uma solução, desenvolvimento e lançamento (KERZNER, 2006). Imagine que, ao final do desenvolvimento de um produto inovador, ao validar a solução com o cliente, surjam sugestões de alterações ou melhorias que fariam com que as necessidades fossem mais bem atendidas do que com a proposta feita inicialmente. Todo o planejamento do projeto fora feito até o momento do lançamento, e qualquer necessidade de alteração exigiria que diversas etapas posteriores à que deve ser mudada fossem refeitas.

Principalmente para produtos inovadores, em que não se sabe ao certo o que esperar do resultado e da reação do cliente à entrega final, alterações são recorrentes. Garcia e Calantone (2002, p. 112) ressaltaram que:

A inovação é um processo que compreende o desenvolvimento tecnológico de uma inovação combinado com a introdução no mercado dessa inovação através da sua adoção e difusão. (...) O processo de inovação é iterativo por natureza e, assim, automaticamente inclui a primeira introdução de uma nova inovação e a reintrodução de uma inovação melhorada.

Isso gera a necessidade de se ter um contato mais próximo ao cliente, para que haja, a cada etapa, alinhamento entre a solução proposta e as expectativas, de forma que seja possível evitar retrabalho, ampliações na duração do projeto e insatisfação do cliente com o resultado final.

Esse foi o cenário que promoveu o Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software, em meados de 2001 (BECK et al., 2001).

4. O Surgimento do Gerenciamento Ágil de Projetos

Identificando a necessidade de uma nova abordagem flexível para o desenvolvimento de *software*, a comunidade internacional de desenvolvimento de sistemas de informação formou uma rede denominada Agile Alliance (2001) para discussão de alternativas aos métodos tradicionais de gestão de projetos. A aliança publicou, então, em fevereiro de 2001, o Manifesto para Desenvolvimento Ágil de Software (BECK et al., 2001).

No cenário de grande incerteza promovido pela rapidez das transformações, do surgimento de ideias e do deslocamento de informações, o Manifesto apresenta o Gerenciamento Ágil de Projetos como uma nova alternativa, em que devem ser valorizados:

- “os indivíduos e suas interações acima dos processos e ferramentas;
- produtos funcionando acima de documentação detalhada (excessiva);
- colaboração de clientes acima da negociação de contratos;
- resposta a mudanças acima da execução de um plano” (BECK et al., 2001).

Trata-se de uma primeira definição do gerenciamento ágil, que não é rigorosa (AMARAL et al., 2011), e cujos princípios de aplicação podem ser sumarizados

na priorização das entregas contínuas de valor, e do trabalho colaborativo entre os indivíduos, o que garante a agilidade para responder às mudanças (BECK et al., 2001).

O problema vinha sendo tratado, em paralelo, por outros autores, conforme discussão apresentada por Amaral et al. (2011):

Chin, G. (2004) defende uma maneira de proceder alternativa à tradicional representada pelo PMBoK, composta por equipes autogeridas que atuam por meio de técnicas simplificadas, adequadas para ambientes de elevada incerteza (CHIN, 2004).

Highsmith (2004) apresenta a definição “um conjunto de princípios, valores e práticas que auxiliam a equipe de projetos a entregar produtos ou serviços de valor em um ambiente de projetos desafiador”. Segundo o autor, a capacidade de adaptação a mudanças deve fazer parte da cultura da empresa e a aplicação do APM (Agile Project Management) deve utilizar seis princípios, também alternativos aos tradicionais (HIGHSMITH, 2004):

- Equipes colaborativas focadas na inovação e adaptabilidade para entregar valor ao cliente;
- Desenvolvimento iterativo com entregas parciais do produto seguidas de revisões e adaptações;
- A evolução do produto deve ser baseada na busca por excelência técnica;
- O gerente de projeto deve encorajar a experimentação e os aprendizados com os resultados;
- As equipes devem ser auto-organizáveis e adaptáveis, mantendo a consistência da visão do produto;
- Os processos devem ser simplificados e a documentação deve ser enxuta (apenas o essencial).

DeCarlo (2004) se aprofunda na importância dos fatores humanos na definição do “Extreme Project Management”, também como uma abordagem alternativa ao método tradicional, como a arte e ciência de facilitar e gerenciar o fluxo de pensamentos, emoções e interações para produzir resultados de valor em

condições turbulentas e complexas que requerem velocidade, grandes mudanças, elevado nível de incertezas e estresse.

Cohn (2005) enfatiza a importância da integridade e do alinhamento da equipe para uma visão única dos objetivos e do valor a ser entregue com o projeto, através da realização de iterações curtas com entregas de valor a serem inspecionadas e adaptadas constantemente.

As definições relatadas até agora se apresentam como alternativas à metodologia tradicional, baseadas em equipes pequenas e autogeridas, com foco no cliente final e na flexibilidade, conforme aponta Amaral et al. (2011).

A teoria tradicional, referenciada pelo PMBoK, menciona a necessidade de adaptação das boas práticas apresentadas no manual, enfatizando, inclusive, que não se trata de um método (PMI, 2017). Nesse contexto, Shenhar e Dvir (2007) descrevem uma abordagem adaptativa dos princípios tradicionais, que se assemelha aos apresentados pelos outros autores do gerenciamento ágil (SHENHAR e DVIR, 2007):

- As metas do projeto ganham um enfoque nos resultados do negócio, com múltiplos critérios de sucesso, versus o enfoque tradicional da finalização do projeto no tempo, custo e requisitos de qualidade predefinidos;
- O planejamento passa a ser reavaliado constantemente durante o processo, ao invés de ser realizado apenas uma vez no início do projeto;
- A abordagem gerencial torna-se flexível e adaptável, frente à versão rígida com foco no plano inicial tradicionalmente adotada;
- O controle do projeto é feito de forma cíclica, através da identificação de mudanças no ambiente, seguida da adaptação do plano. O controle tradicional, por sua vez, é linear, e a identificação de desvios leva a correções para se reaproximar, o máximo possível, do plano inicial.

Outros autores, como Augustine (2005), Boehm e Turner (2004) defendem a necessidade de se equilibrar corretamente o foco entre os fatores humanos e os procedimentos e processos, a flexibilidade e a estabilidade, a execução e o planejamento (AMARAL et al., 2011), mostrando uma abordagem adicional à teórica existente.

Augustine (2005) indica como princípios para o APM o enfoque em entregas parciais, com *feedbacks* constantes, desenvolvidas e distribuídas em iterações organizadas e priorizadas de maneira colaborativa por equipes auto-organizadas e colocalizadas.

Boehm e Turner (2004) citam que os processos, princípios e estruturas do trabalho são identificados durante o projeto, e não predeterminados; deve haver vários ciclos iterativos com entregas parciais baseadas em um desenvolvimento incremental, por equipes auto-organizadas e responsáveis pelos resultados.

Amaral et al. (2011) sumariza os nove princípios comuns aos principais estudos apresentados, que caracterizam o gerenciamento ágil de projetos:

- simplicidade nas técnicas e no gerenciamento;
- flexibilidade no processo, para absorver mudanças;
- busca por excelência técnica;
- agregação de valor para o cliente e para a equipe de projeto;
- iterações e entregas parciais;
- promoção de auto-gestão e auto-organização das equipes pelo gerente;
- encorajamento de tomadas de decisão participativas;
- encorajamento de inovação e criatividade;
- interação e comunicação entre os membros da equipe de projeto.

O autor também apresenta a abordagem complementar à tradicional, pautada na adaptação das práticas e na criação de novas ferramentas que se somem às existentes (AMARAL et al., 2011, p. 21):

O gerenciamento ágil de projetos é uma abordagem fundamentada em um conjunto de princípios, cujo objetivo é tornar o processo de gerenciamento de projetos mais simples, flexível e iterativo, de forma a obter melhores resultados em desempenho (tempo, custo e qualidade), menor esforço em gerenciamento e maiores níveis de inovação e agregação de valor ao cliente.

Os principais diferenciais do APM em relação ao gerenciamento tradicional representado pelo PMBoK (PMI, 2017) foram aprofundados por Amaral et al. (2011), e correspondem a:

- Autogestão – os membros das equipes estão mais envolvidos no controle e no planejamento, são capazes de antecipar problemas, e com autonomia e responsabilidade para definir como as atividades serão feitas, já que a avaliação ocorre nas entregas.
- Visão em lugar de escopo – além de descrever o contorno, quais resultados o projeto deve atingir e em qual nível, a visão gera a antecipação de uma concepção do produto, de forma a dar um direcionamento para a equipe, mostrando-se desafiadora e concisa.
- Iteração – o planejamento é realizado, detalhado e controlado continuamente ao longo do projeto, que é dividido em pequenas etapas. A grande diferenciação do “faseamento” apresentado na metodologia tradicional para o APM reside no fato de que não é feito um planejamento sistemático do projeto, com divisões marcadas por entregas importantes. O produto final é identificado pela visão. Dele, identifica-se algo que pode ser uma entrega, e são realizados ciclos de construção, teste e validação, em que o produto é aprimorado e incrementado.
- Simplicidade – transformação da busca por métodos que dão a solução exata para o problema, para outros fáceis de usar, que permitam uma melhoria contínua das decisões e das negociações, e que sejam distribuídos entre os membros da equipe.
- Envolvimento do cliente – incorporar o cliente, inclusive de maneira presencial, nas decisões do projeto, como membro ativo da equipe.

Pode-se notar, portanto, que os Métodos Ágeis de Gerenciamento de Projetos compreendem diferentes técnicas e princípios alternativos, complementares ou adaptados da metodologia tradicional, abordados de forma a atingir a flexibilidade e resposta a mudança, entre outros fatores necessários para a realização de projetos inovadores. As teorias apresentadas deram origem a diversos outros métodos que abrangem projetos em inúmeras áreas de atuação, e se tornaram cada vez mais presentes no mercado.

5. Os Diferentes Métodos Ágeis

Cada método ágil existente atualmente abrange os princípios contidos no Manifesto Ágil, apesar de apresentarem algumas diferenças, principalmente, no que diz respeito às práticas utilizadas durante o processo de desenvolvimento e os papéis da equipe. Neste capítulo são apresentadas descrições sucintas dos principais métodos ágeis utilizados no cenário atual, com exceção do Scrum, que é detalhado com maior profundidade, visto que é metodologia mais empregada mundialmente (VERSIONONE, 2019).

5.1 Scrum

5.1.1 A Origem do Scrum

Em 1995, em uma pequena conferência de pesquisa da Association for Computing Machinery, a Object-Oriented Programming, Systems, Languages & Applications (OOPSLA), Ken Schwaber e Jeff Sutherland apresentaram um artigo intitulado “SCRUM Development Process”, no qual desenvolveram o conceito do Scrum e sua aplicabilidade em gerenciamento de projetos (SUTHERLAND, 2014). Desde então, desistiram de usar o nome em maiúsculas e suas práticas foram aprimoradas, mas os princípios fundamentais ainda são os mesmos.

Entretanto, Jeff foi influenciado por um artigo publicado na Harvard Business Review em 1986, escrito por dois professores de administração japoneses, Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka. O título era “The New New Product Development Game”, no qual tinham analisado equipes de algumas das empresas mais produtivas e inovadoras do mundo, como: 3M, Honda, Hewlett-Packard, Fuji-Xerox, entre outras. Eles argumentavam que o tradicional método implementado para o desenvolvimento de produtos, simbolizado pelo sistema em cascata, era completamente falho. Em contrapartida, as melhores empresas utilizavam um processo de desenvolvimento em sobreposição que era mais flexível e mais rápido, em que as equipes eram multifuncionais, tinham autonomia e a gerência não impunha ordens. Os executivos eram líderes focados em retirar os obstáculos do caminho das equipes, em vez de determinar o que tinha que ser feito e como desenvolver o produto. Takeuchi e Nonaka comparavam o trabalho de equipe a um time de rúgbi e diziam que as melhores

agiam como se estivessem em um *scrum*. O termo vem do próprio rúgbi e se refere à maneira como um time se une para avançar com a bola pelo campo: “A bola é passada pelo time conforme ele avança, em unidade, pelo campo” (SUTHERLAND, 2014, p. 40).

Jeff Sutherland leu este artigo pela primeira vez quando trabalhava na Easel em 1993 e decidiu experimentar as ideias expostas nele para o desenvolvimento de *software*, mesmo que o foco do artigo fosse a fabricação de produtos. Sua aplicação foi um sucesso, o *software* foi entregue dentro do prazo esperado sem gastar todo o orçamento estabelecido. Daí em diante, Jeff se dedicou no refinamento desta nova forma de gerenciamento de projetos para empresas, o Scrum.

Desde a definição formal do Scrum em 1995, este se tornou a ferramenta onipresente no desenvolvimento de *software* e a metodologia ágil mais utilizada em gerenciamento de projetos de diversos setores no mundo todo, de acordo com o “State of Scrum 2017-2018”, recente estudo elaborado pela Scrum Alliance (SCRUM ALLIANCE, 2019).

5.1.2 Visão Geral do Scrum

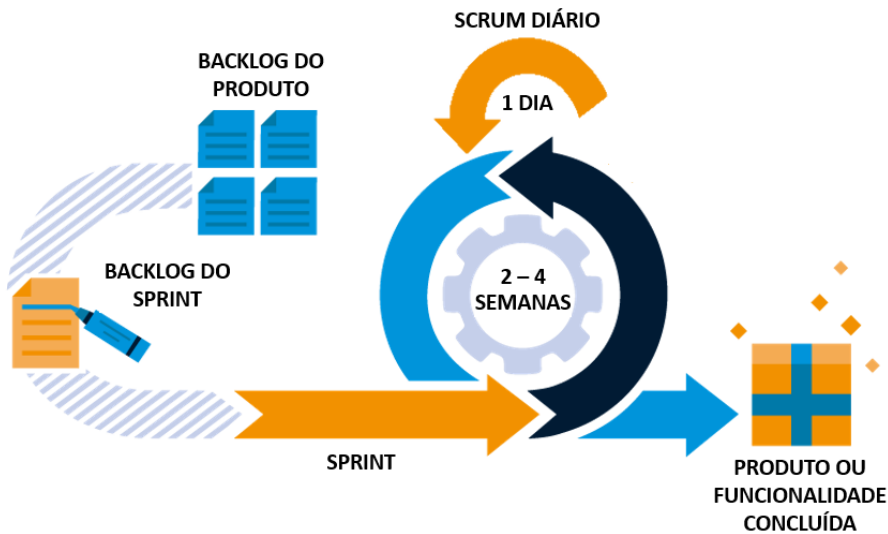
O Scrum é um método ágil utilizada em gerenciamento de projetos que fomenta a adaptação, iteratividade, rapidez e eficiência, desenvolvida para fornecer maior valor agregado de forma rápida ao longo de todo projeto. Sua abordagem garante transparência na comunicação e cria um ambiente de responsabilidade coletiva e progresso contínuo (GUIA SBOK™, 2017).

Um dos pilares do Scrum está no emprego de equipes multifuncionais e providas de autonomia, que dividem o trabalho em ciclos curtos e concentrados chamados *sprints*.

5.1.3 Implementação do Scrum

O processo do Scrum é descrito resumidamente adiante por etapas que endereçam as atividades específicas e o fluxo de um projeto utilizando esta ferramenta (SUTHERLAND, 2014). A Figura 1 representa estas etapas de modo ilustrativo e sucinto.

Figura 1 - Processos do Scrum.



Fonte: elaboração própria.

1) **Defina um Product Owner.** Esta pessoa é quem tem a visão do que a equipe produzirá ou realizará. É responsável por considerar os riscos e recompensas, e o que deve ser feito, portanto, controla o que é incluído no backlog e como este é ordenado.

2) **Selecione uma equipe.** Ela precisa possuir todas as habilidades necessárias para compreender a visão do Product Owner e concretizá-la. A equipe deve ser pequena, composta por três a nove pessoas no geral.

3) **Escolha um Scrum Master.** Ele treinará o restante da equipe nas práticas do Scrum e ajudará a eliminar qualquer obstáculo que esteja diminuindo seu ritmo.

4) **Crie e ordene um *backlog*** do produto de acordo com as prioridades. Trata-se de uma lista de tudo que deve ser construído ou realizado para que o objetivo comum se torne realidade. Essa lista é o mapa do produto, portanto, existe e evolui ao longo de toda a elaboração deste. O *backlog* é a visão única de “tudo que a equipe poderia um dia vir a realizar, em ordem de prioridade”. Sendo assim, o Product Owner precisa tomar decisões em relação a prioridade das tarefas no decorrer do projeto e deve consultar todos os envolvidos para validar se está representando tanto o que os clientes/usuários querem quanto o que é possível ser feito.

5) **Refine e estime o *backlog*.** A equipe deve olhar para cada item do backlog e analisar se ele é realmente factível. Deve ser possível exibir, demonstrar, e espera-se entregar qualquer um destes para o cliente. Além disso, é fundamental que os integrantes que irão de fato completar os itens da lista estimem o quanto de esforço eles demandarão. Estime as tarefas de acordo com uma classificação relativa: pequena, média ou grande. Ou, melhor ainda, estime o valor de cada item em pontos.

6) **Planejamento do *sprint*.** Esta é a reunião do Scrum em que o Product Owner, Scrum Master e a equipe se sentam para planejar o *sprint*. Os *sprints* têm uma duração pré-estabelecida, que deve ser inferior a um mês. Atualmente, a maioria dos projetos realiza *sprints* de uma ou duas semanas. O grupo olha para o topo do backlog, onde estão os itens de maior prioridade, e prevê quantas tarefas conseguirá realizar no *sprint* em questão. Se já tiver realizado alguns, a equipe deve verificar o número de pontos que realizou no *sprint* anterior, este é conhecido como a velocidade da equipe. O Scrum Master e o time devem tentar elevar esse número a cada *sprint*. Além disso, durante esse encontro, todos devem entrar em acordo a respeito da meta do *sprint*, isto é, o que será realizado nesse ciclo.

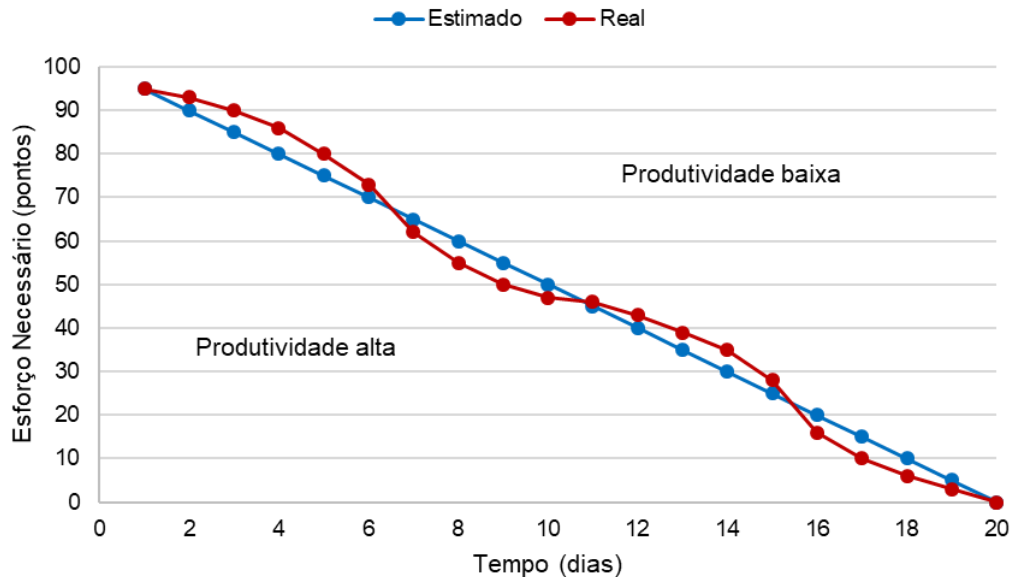
Um dos pilares do Scrum se baseia em que este objetivo seja selado, ou seja, uma vez que a equipe tenha se comprometido com o que acredita que pode realizar em um *sprint*, nada pode ser extraído ou acrescentado a ele e nenhum item pode ser alterado. O time precisa trabalhar de forma autônoma durante o *sprint* para concluir aquilo que previu que faria.

7) **Torne o trabalho visível.** O modo mais frequente de fazer isso no Scrum é criar um Quadro Scrum composto por três colunas: “A Fazer”, “Fazendo” e “Feito”. Recomenda-se utilizar Post-its® que representem as tarefas que devem ser realizadas e a equipe move estes itens pelo quadro conforme eles vão sendo finalizados, um a um.

Outra maneira de deixar o trabalho visível é criar um gráfico de *burndown*. Um eixo representa o número de pontos que o grupo designou para o *sprint* e outro representa o número de dias, como mostra a Figura 2. Desta forma, todo dia o Scrum Master calcula o número de pontos completados e acrescenta essa

informação ao gráfico. O ideal é que haja uma linha decrescente em direção ao zero, ponto restante no último dia do *sprint*.

Figura 2 - Gráfico de Burndown.



Fonte: elaboração própria.

8) **Scrum diário** – reunião diária em pé. Todo dia, no mesmo horário, durante não mais que 15 minutos, o Scrum Master e a equipe se reúnem e respondem a três perguntas:

- “O que você fez ontem para ajudar a equipe?”
- O que você fará hoje para ajudar a equipe a concluir o *sprint*?
- Há algum obstáculo que esteja impedindo você ou a equipe de alcançar a meta do *sprint*?” (SUTHERLAND, 2014, p. 244).

Essa reunião auxilia o time inteiro a saber exatamente em que ponto está o andamento do *sprint*. Assim, é possível analisar se as tarefas serão completadas a tempo e se há oportunidades para auxiliar outros integrantes do grupo a superar obstáculos. Não existe a prática de delegar as tarefas de cima para baixo. O time é autônomo, portanto são seus integrantes que fazem isto.

9) **Revisão do *sprint***. Essa é a reunião na qual a equipe exhibe o que realizou durante o *sprint*. Qualquer pessoa pode participar, não apenas a equipe, o Product Owner e o Scrum Master, mas também todas as partes interessadas, como os *stakeholders*, os clientes, os potenciais usuários etc.

O time só deve demonstrar o que conseguiu mover para a coluna de “Feito”, isto é, o que realmente estiver terminado e puder ser entregue sem mais nenhum trabalho. Pode não ser o produto completo, mas ao menos uma funcionalidade completa do produto.

10) **Retrospectiva do *sprint***. Nesta etapa, após mostrar o que conseguiu realizar no último *sprint* e ter recebido um *feedback* das partes interessadas, a equipe se reúne e reflete a respeito do que deu certo, do que poderia ter sido melhor e do que pode ser melhorado no *sprint* seguinte. Ou seja, levantam os aprimoramentos no processo que podem ser implementados de imediato pelos integrantes da equipe.

Portanto, para que ela seja eficaz, essa reunião requer maturidade emocional e confiança entre seus membros, pois seu objetivo não é procurar alguém em quem pôr a culpa, mas sim analisar o processo. Assim, é fundamental que o grupo se responsabilize pelo processo e seus resultados, e busque soluções em equipe.

Ao fim da reunião, o Scrum Master e a equipe devem estabelecer qual o aprimoramento que será implementado no *sprint* seguinte, chamado usualmente de *kaizen*, este aprimoramento deve ser incluído no *backlog* do próximo *sprint* com testes de aceitação. Desta forma, o time pode verificar com facilidade se conseguiu implementar a melhoria e qual foi o efeito desta na velocidade.

11) Comece de imediato o *sprint* seguinte, considerando a experiência da equipe em relação aos obstáculos e aprimoramentos no processo.

5.2 Kanban

O método Kanban, nome de origem japonesa que significa “cartões”, é também chamado de Lean Kanban, por seguir as práticas Lean, que têm como objetivo redução do desperdício e produção de resultados valiosos, organizando recursos, necessidades e alternativas (SATPATHY, 2017). O vínculo do método com as práticas Lean faz com que o Kanban seja uma estratégia adotada por empresas adeptas ao pensamento enxuto (GIANNINI, 2007).

Ainda seguindo Giannini (2007), o método Kanban tem como foco evitar a superprodução, de forma a se tornar um mecanismo informativo do momento em

que é necessário reabastecer ou produzir o que está sendo requerido e na quantidade devida (fluxo de produção puxado). No *front office* e *back office*, minimiza as perdas para empresa, informando ao prestador quando ele deverá oferecer seu serviço ao cliente.

Além da maximização da produtividade e a minimização do desperdício, é típico desse método o modo de visualização do processo que ele oferece, por meio de um quadro com a categorização das atividades em: a fazer, fazendo e feitas.

Dessa forma, busca-se aperfeiçoar e direcionar o fluxo de trabalho, promovendo entrega contínua e otimização das tarefas, a partir da redução dos afazeres em andamento com base na capacidade do projeto (MATHARU, 2015). Por esse motivo, apesar de surgir de uma corrente diferente das demais e da aplicação como uma ferramenta, a técnica se assemelha a outras metodologias de gerenciamento ágil por compartilhar conceitos semelhantes.

Apesar de apresentar características e especificações para que o Kanban seja um método ágil, como será apresentado futuramente na seção 8 deste trabalho, os cartões podem ser integrados a outras formas de gerenciamento como uma ferramenta para acompanhar e visualizar o trabalho em progresso em um projeto (NAKAZAWA, 2016).

5.3 Programação Extrema (XP)

A metodologia XP promete uma maior satisfação do cliente, menores índices de defeitos, desenvolvimento mais rápido e soluções com requerimentos rapidamente modificáveis, segundo Moniruzzaman e Hossain (2013). Além disso, busca-se um processo efetivamente mais econômico (SOARES e CALDEIRA, 2014).

Os principais diferenciais da Programação Extrema são a representação das demandas como possíveis cenários para usuários (*story cards*), design simples, iteração contínua, desenvolvimento guiado com base no resultado de testes e programação em pares (MATHARU, 2015).

Para além das técnicas de programação, o método XP tem ganhado destaque por apresentar práticas de projetos voltados a negócios (BONATO, 2005). Para Moniruzzaman e Hossain (2013), os métodos XP, diferentemente do Scrum, são

focados mais no nível de atividades do projeto ligadas à implementação do trabalho.

5.4 Métodos de Crystal

Os métodos de Crystal, também chamado de família de Crystal, são empregados na identificação de qual método é o mais adequado para cada projeto. Por meio da avaliação das variáveis para cada caso, é definido o método, que possui uma cor com base em sua gravidade. Crystal sugere a atribuição da cor apropriada levando em conta a criticidade e o tamanho do projeto em questão (ABRAHAMSSON, 2013).

A família é dividida em Crystal de Safira, Crystal de Diamante, Crystal Castanho-avermelhado, Crystal Vermelho, Crystal Laranja Web, Crystal Laranja, Crystal Amarelo e Crystal Transparente. Todos os métodos têm as funções de patrocinador executivo, chefe de design, desenvolvedores e usuários experientes; seus ciclos consistem em frete, ciclo de entrega e embrulho (SATPATHY, 2017). Para o caso de *softwares*, diferentemente da Scrum, a metodologia é focada nas fases entre o design e o teste de integração, em que os módulos construídos são testados juntos (ABRAHAMSSON, 2013).

5.5 Métodos de Desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos (MDSD)

Considerado o primeiro método ágil para desenvolvimento de *softwares*, a ideia por trás dos MDSD é, ao invés de partir de uma funcionalidade de um produto fixa e tentar ajustar o tempo e recursos, com base em quantidades de tempo e recursos pré-estabelecidas e fixas, ajustar a funcionalidade (ABRAHAMSSON, 2013).

Uma importante característica dessa metodologia é a caracterização das entregas em: “Deve ter”, “Deveria ter”, “Poderia ter” e “Não vai ter”. Por fim, há a orientação do sistema em múltiplas fases, sendo essas: pré-projeto, viabilidade, fundações, exploração e engenharia, implantação e avaliação do benefício (SATPATHY, 2017). Dessa forma, as aplicações apresentam um desenvolvimento rápido (ABRAHAMSSON, 2013).

5.6 Desenvolvimento Orientado a Funcionalidade (FDD)

Os métodos de Desenvolvimento Orientado a Funcionalidade, ou *Feature Driven Development (FDD)*, são destinados ao desenvolvimento de sistemas de negócios críticos, em que a metodologia é aplicada principalmente nas etapas de design e construção (QUMER e HANDERSON-SELLERS, 2008). As técnicas empregadas englobam o desenvolvimento iterativo e as boas práticas mais efetivas na indústria, fazendo com que o processo se torne particular para cada caso ao qual é aplicado. A junção de critérios importantes sob o ponto de vista de gerenciamento e de programação faz com que essa metodologia seja bem quista por clientes, gerentes e desenvolvedores (SOARES e CALDEIRA, 2014).

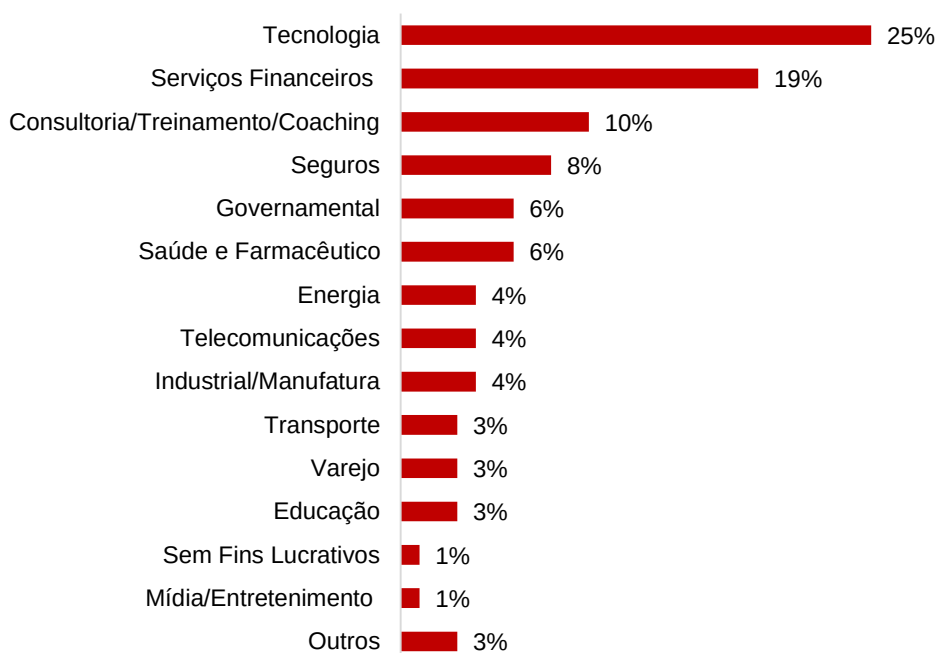
Por meio de entregas rápidas e com valor para o cliente, FDD é iterativo e realiza o desenvolvimento a partir de uma lista de recursos, sobre a qual é feita o planejamento, o design e a construção (SATPATHY, 2017).

6. A Propagação das Metodologias Ágeis para Diferentes Áreas de Aplicação

O gerenciamento ágil de projetos não é apenas mais uma abordagem de pensamento criativo ou prototipagem iterativa. Pelo contrário, é um sistema holístico bem desenvolvido, projetado para superar barreiras comuns à inovação. Sendo reconhecida por ser extremamente eficaz. Em milhares de projetos de desenvolvimento de *software*, os métodos ágeis aumentaram as taxas de sucesso médias de 11% para 39%, uma métrica mais que três vezes maior. Em projetos grandes e complexos, a taxa de sucesso do Ágil salta para seis vezes a dos métodos convencionais (THE STANDISH GROUP, 2015).

Possivelmente, este foi o fator promotor da difusão da metodologia ágil para outras funções dentro das organizações e para tão variados setores como rádio, fabricação de equipamentos agrícolas e educação. A Figura 3 apresenta os resultados da pesquisa publicada no 13th Annual State of Agile Report, realizada em 2018 com 1.319 usuários de métodos ágeis, evidenciando a ampla diversidade dos seus setores de atuação (VERSIONONE, 2019).

Figura 3 - Setores Empresariais em que Usuários da Metodologia Ágil Trabalham.



Fonte: adaptado do 13th Annual State of Agile Report (VERSIONONE, 2019).

As organizações já reconhecem o valor dos métodos ágeis para a empresa. De acordo com o estudo conduzido pela Forbes Insights em parceria com a Scrum Alliance em 2018, no qual um terço dos executivos entrevistados eram de companhias norte-americanas, 81% de todos os participantes da pesquisa considera o uso do ágil como a característica mais importante de uma organização bem-sucedida. E 82% dos entrevistados a consideram muito ou extremamente importante para o sucesso e a competitividade de uma organização. Entre as abordagens ágeis mais populares selecionadas pelos entrevistados, o Scrum foi citado por mais de três quartos (77%) dos líderes (FORBES INSIGHTS, 2018).

“Agilidade é um pré-requisito para permanecer competitivo no longo prazo, não é opcional” (FORBES INSIGHTS, 2018), diz Joerg Erlemeier, diretor de operações da Nokia, uma empresa multinacional finlandesa de telecomunicações e eletrônicos de consumo. “Ser ágil nos permite responder mais rapidamente e atender melhor as solicitações de nossos clientes.” As iniciativas da Nokia que abordam as metodologias ágeis incluem reformular processos de negócios, criar uma cadeia de suprimentos centrada no cliente e introduzir equipes menores e mais eficientes.

Há uma boa razão para a alta popularidade dos métodos ágeis dentro das organizações. Para aqueles que conseguem obter maior agilidade, são evidentes os benefícios adquiridos, incluindo menor tempo de colocação no mercado, inovação mais rápida e melhores resultados financeiros, para citar apenas alguns.

A Toyota Motor Corporation é mais uma empresa que está colhendo os benefícios da utilização da abordagem ágil. Ao trabalhar em pequenos grupos e criar fluxos de processos contínuos, como o Sistema de Produção Toyota, Nigel Thurlow, chefe de Agile para Toyota Connected (a unidade de negócios global de estratégia de tecnologia da Toyota), diz que a fábrica da empresa em Kentucky pode atualizar sistemas que amparam as máquinas da planta em seis dias - uma fração das sete semanas que antes eram necessárias para a mesma tarefa. "Quando você trabalha em *sprints* curtos e pequenos lotes, consegue ver o valor agregado mais rapidamente", diz ele. "Porém, o mais importante, é você ser capaz de detectar seus erros mais rapidamente, mudar de ideia e tomar decisões com base em requisitos emergentes" (FORBES INSIGHTS, 2018).

Essa flexibilidade é fundamental no ambiente empresarial atual, pois o ritmo acelerado da tecnologia, inovação e desenvolvimento exige que as organizações entreguem resultados de forma mais rápida do que nunca. Diante de orçamentos insuficientes e prazos não cumpridos, as organizações procuraram a abordagem ágil para aumentar a taxa na qual criam novos produtos e lançam atualizações destes.

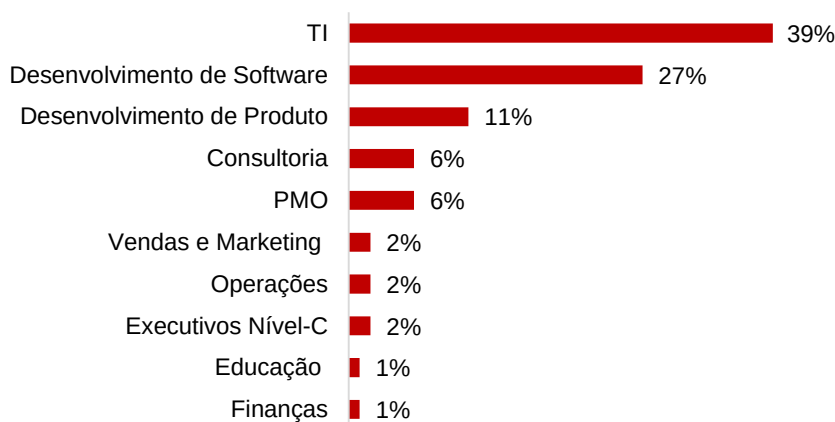
6.1 Áreas de Aplicação

De fato, o uso de um método ágil, como o Scrum, por exemplo, pode acelerar o desenvolvimento de produtos. Mas há pouco valor se os demais departamentos não conseguirem acompanhar essa aceleração.

De acordo com recente pesquisa da Scrum Alliance realizada com mais de 2.000 usuários de Scrum, 34% dos entrevistados relataram que utilizam Scrum em áreas além de TI e Desenvolvimento de Software (SCRUM ALLIANCE, 2019). A lista inclui desenvolvimento de produtos (11%), PMO (Project Management Office) (6%), vendas e marketing (2%) e até executivos de nível C (2%), como mostra a Figura 4. O estudo também indicou os departamentos que utilizam

Scrum salvo TI dentro da organização dos correspondentes, que são apresentados na Figura 5.

Figura 4 - Área de Atuação dos Correspondentes.



Fonte: adaptado do The State of Scrum: 2017-2018 Report (SCRUM ALLIANCE, 2019).

Figura 5 - Departamentos além de TI usando Scrum.



Fonte: adaptado do The State of Scrum: 2017-2018 Report (SCRUM ALLIANCE, 2019).

Os seguintes casos ilustram a típica trajetória e benefícios da migração das metodologias ágeis para áreas de aplicação além de TI.

John Deere, empresa líder mundial na fabricação de máquinas agrícolas e de construção, e reconhecida por sua tecnologia avançada, criou uma rede global de tecnologia de centros de pesquisa e desenvolvimento composta por uma equipe inovadora, a qual adota princípios e técnicas de métodos ágeis para o desenvolvimento de novos produtos. Atualmente, diversas unidades de negócio dentro da companhia aplicam conceitos ágeis, desde desenvolvimento de novos negócios, marketing até a manufatura de sua fábrica em Madri (BUSTELO; AVELLA, 2005).

A adoção e expansão da abordagem ágil ocorreu devido à chegada de George Tome na John Deere em 1998 como gerente de projetos no time de TI corporativo da empresa, trazendo uma sólida experiência em desenvolvimento de *software*. Mais tarde, tornou-se gerente de Marketing Empresarial Avançado dentro da Deere's Global Technology Innovation Network, unidade de Pesquisa e Desenvolvimento da companhia, a qual é responsável por encontrar tecnologias que possam revolucionar a empresa nos próximos 5 a 10 anos. Porém, ele estava cada vez mais frustrado com as abordagens tradicionais de gerenciamento de projetos, então começou a experimentar os princípios da metodologia ágil "nos bastidores", como ele mesmo coloca. De 2010 a 2012, enquanto o departamento de TI da Deere se mobilizava intensamente para transformar mais de 800 desenvolvedores em times ágeis, a cultura da organização se abria para uma expansão mais ampla de conceitos.

Com o apoio de Jason Brantley, diretor de Marketing Empresarial Avançado, Tome e dois colegas participaram de um curso de metodologia ágil. O único problema era que todas as terminologias e exemplos provinham de *software*, uma linguagem incompreensível para seus colegas. Então, Tome trabalhou com um treinador chamado Joe Justice, a quem ele descreve como um mestre no ensino do ágil "com exemplos significativos do mundo real, mas não providos de desenvolvimento de *software*". Logo, ele tinha um conjunto de ferramentas ágeis personalizadas, que ele apelidou de "XI", de "eXtreme Innovation". O objetivo era "pensar excessivamente grande, trabalhar de forma iterativa e pequena tanto quanto possível, entregar o mais rápido possível, ajustar e adaptar constantemente". Ele treinou equipes nos cinco Centros Técnicos Globais de Inovação Tecnológica da John Deere em todo o mundo e começou a publicar artigos semanais de uma página sobre os princípios ágeis dentro da empresa. Os inovadores da John Deere visam propostas disruptivas de longo prazo que podem levar de 5 a 10 anos para serem totalmente desenvolvidas e lançadas no mercado. Eles normalmente levam cerca de nove meses para identificar uma nova oportunidade de mercado, desenvolver o básico de uma solução que atenda às necessidades do cliente e testá-la. Usando técnicas ágeis e uma equipe de pessoas já familiarizada com os princípios, a empresa conseguiu reduzir esse período em mais de 75%.

De acordo com Tome, "quase todas as áreas [na John Deere] têm alguém começando a pensar de forma ágil ou pelo menos se interessar por isto". Um motivo pode ser os dados obtidos com essa mudança. Quando Tome introduziu o conceito, ele imediatamente começou a medir mudanças na felicidade da equipe, qualidade do trabalho e velocidade. As pontuações de felicidade da equipe de inovação dispararam da terceira pior posição para a terceira melhor. A qualidade, medida por projetos inovadores de produtos, também melhorou. A velocidade, medida pela quantidade de trabalho realizado a cada semana, aumentou em todas as equipes em mais de 200%, com algumas ultrapassando 400% e uma excedendo 700%. (RIGBY et al., 2016)

Por mais de 40 anos, a **NPR**, National Public Radio, desenvolveu seus programas à moda antiga: os produtores tinham ideias e as apresentavam aos executivos. Aqueles que recebiam aprovação contratavam a equipe que precisavam, criavam uma extensa programação e se preparavam para um grande lançamento, tudo em estrito sigilo. Enquanto isso, os representantes da NPR tentavam vender o programa para estações locais, esperando que um número suficiente delas comprasse para cobrir os custos do programa. O processo era lento, caro e arriscado.

Diante de um acentuado déficit orçamentário, o conselho da NPR solicitou ao departamento de programação uma nova abordagem para o desenvolvimento de programas. Eric Nuzum, ex-vice-presidente de programação, já estava intrigado com melhorias notáveis no departamento de mídia digital da NPR, que reformulou completamente o site da organização em um tempo relativamente curto. Então, ele procurou seus colegas por conselhos, e eles descreveram para ele a abordagem ágil para o desenvolvimento de *software*. Nuzum e vários outros começaram a pensar em como aplicar os princípios ágeis à programação de rádio e outros projetos na rede.

Atualmente, os conceitos e técnicas ágeis se tornaram extremamente recorrentes dentro da NPR, aparecendo em diversas atividades. Uma equipe adotou práticas ágeis para gerenciar a criação de um novo arquivo digital de mais de 750.000 registros. Outra equipe aplicou os métodos para otimizar a divisão de uma hora de transmissão típica entre notícias nacionais e informações locais, como notícias, tráfego e clima. Na programação, o processo atual envolve

a criação de pilotos com uma equipe mínima e, em seguida, começa a iterar. Os desenvolvedores obtêm *feedbacks* contínuos dos diretores locais do programa. Eles pedem críticas e sugestões aos ouvintes, geralmente através das redes sociais. O processo é rápido, público e reduz drasticamente os riscos. Dessa forma, há redução de custos. A NPR desenvolveu programas como o TED Radio Hour e How to Do Everything (um *podcast*) com um terço dos níveis de custo anteriores. Como reduziu as despesas com desenvolvimento, a NPR pode alimentar o programa gratuitamente por um período, para que eles pudessem conquistar audiência.

7. Aplicações em Engenharia Química

Na revisão literária realizada, foram encontradas adaptações dos conceitos apresentados até esse ponto para o contexto do gerenciamento de processos na indústria química. É o caso do Agile Program Management e da Fabricação Ágil, que serão detalhados nos próximos tópicos deste trabalho.

7.1 O Conceito de “Programa”

Os projetos de negócios são geralmente executados para gerar um produto ou serviço único, de forma a resolver um problema ou atender a uma necessidade específica (OHARA, 2003).

Contudo, a natureza dos objetivos dos projetos sofreu mudanças, e é comum, especialmente em campos como a Engenharia Química, encontrar casos complexos que envolvem diferentes áreas. Há ambiguidade para definir o problema que se deseja atacar, e também qual o resultado que se espera atingir com a solução. Em casos desse tipo, é necessário integrar diferentes setores no desenvolvimento.

Surgiu, então, a definição de “programa” como “um conjunto de projetos que são implementados para alcançar os objetivos de negócio similares” (OHARA, 2003).

Dessa forma, grandes projetos de pesquisa e desenvolvimento devem ser considerados programas, enquanto as atividades menores, que podem englobar diferentes campos técnicos, são consideradas projetos (SATO e KAMEYAMA, 2014).

De forma análoga, para a indústria, as plantas químicas são tratadas como programas, enquanto o planejamento, operação e manutenção de equipamentos e instalações são individualmente definidos como projetos (SATO, 2018).

O conceito de Program Management é desenvolvido analogamente ao de Project Management, mas de forma a integrar diferentes projetos com objetivo comum, e foi descrito como “uma técnica complexa e multiuso para resolver problemas integrando múltiplos projetos em uma única estratégia ou política” (IAP2M, 2009).

7.2 Agile Program Management

Em resposta ao aceleração das mudanças nas necessidades dos consumidores e nos ambientes de mercado, o Agile Program Management integra princípios das metodologias ágeis de gerenciamento de projetos aos sistemas de gerenciamento que compõem os programas, de forma a incorporar as transformações externas ao planejamento (SATO, 2017).

O modelo foi proposto originalmente com base em projetos de pesquisa e desenvolvimento de produtos de Engenharia Química (SATO e KAMEYAMA, 2014), em que o desenvolvimento completo é considerado um programa e as atividades definidas para atingir os objetivos finais são denominadas projetos.

Nesse modelo, os requisitos do programa são divididos em pacotes de trabalho concretos que compõem os projetos. O plano de cada projeto é executado de forma iterativa, de modo que possa responder às alterações nas condições que ocorrem durante o período. Ao final de cada projeto, os objetivos do programa são revisados de forma a incorporar os *feedbacks* dos consumidores e dos *stakeholders* e as mudanças no ambiente externo (SATO, 2017).

A grande dificuldade desse sistema é antecipar a influência das tarefas individuais no todo representado pelo programa. Isso se deve ao fato de que existe uma contradição entre os requisitos complexos das soluções de larga escala e a flexibilidade e agilidade de adaptação dos métodos ágeis de gerenciamento.

Para que toda a estrutura de *stakeholders* esteja integrada no desenvolvimento de cada projeto, Sato (2017) propôs a combinação das plataformas de

compartilhamento de informações das metodologias tradicionais de gerenciamento de projetos e programas (P2M) com a abordagem Kanban presente entre os métodos ágeis, introduzida no item 6.1 deste trabalho.

As plataformas tradicionais englobam toda a hierarquia dos membros do programa e promove a colaboração com trocas de conhecimento. A proposta de Sato (2017) envolve a incorporação virtual dos quadros de tarefas agrupadas pelo status de progresso presentes no Kanban. Dessa forma, com a centralização dos dados de cada atividade e projeto individuais, é possível ter uma visão geral do andamento do programa, assim como pontos de atenção que podem precisar de correção.

7.3 Aplicação em Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento

Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) têm atividades baseadas em transformar ideias em produtos concretos. Eles são divididos em duas partes principais. A primeira delas é representada pelos fluxos de valor de conhecimento. É neles que as ideias são desenvolvidas para se tornarem conceitos que servem de embasamento para a segunda parte: os fluxos de valor de produto, em que a construção física do produto final é realizada.

Um estudo de caso realizado por Kaldi & Aggarwal (2018) em uma empresa manufatureira do ramo da mineração apresentou o uso de técnicas de produção Lean, características do método Kanban, e de práticas de Scrum nas etapas iniciais de projetos de desenvolvimento de produto do setor de Pesquisa & Desenvolvimento.

Contudo, os resultados revelaram que, apesar de o departamento trabalhar em *sprints* de 3 a 4 semanas e realizar atividades como o registro de lições aprendidas, características da metodologia Scrum, não estruturou os times com os cargos de responsável pelo produto e de Scrum Master, além de não realizar as reuniões diárias e revisões periódicas de cada *sprint*.

As principais dificuldades apontadas pelos membros da equipe foram falta de conhecimento sobre os métodos, de direcionamento a um objetivo específico, de alinhamento dos papéis de cada um no processo e de comunicação eficaz entre as partes, o que também foi observado para outras empresas que adotaram metodologias ágeis de gerenciamento. Com esses resultados, ficaram evidentes

as diferenças entre adotar um conjunto de práticas ágeis, e adotar a mentalidade ágil, descritas por Ranganath (2011).

Os pesquisadores recomendaram, então, que fossem aplicados treinamentos das metodologias, alterações na estrutura organizacional de forma que fosse possível visualizar a dependência entre os papéis - e não tanto a hierarquia – além da utilização frequente de uma nomenclatura específica que evite confusões e promova a transformação da mentalidade do time para o novo modelo.

Outra proposta apresentada por Kaldi & Aggarwal (2018) foi a da aplicação dos Métodos de Desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos (MDSD) - introduzidos no tópico 6.4 deste trabalho - no fluxo de valor do conhecimento, a etapa dos projetos de P&D em que é realizada a ideação e o pré-estudo, e que tem como objetivo a geração de documentação e embasamento teórico para a execução do fluxo de valor do produto.

Para a priorização das ideias, os modelos MDSD propõem o uso da técnica MoSCoW, em que é feita uma classificação entre: “Deve ter”, “Deveria ter”, “Poderia ter” e “Não vai ter” – ou, originalmente, “must have”, “should have”, “could have” and “won’t have now” (KALDI & AGGARWAL, 2018). Essa distribuição é feita para permitir uma visão geral dos requisitos do produto, e facilita a comunicação das prioridades, permitindo que a implementação dos métodos ágeis traga resultados consistentes.

7.4 O Caso das Plantas Químicas e a Incorporação de Tecnologias de Informação no Agile Program Management

Como apresentado nos tópicos anteriores deste trabalho, o Agile Program Management tem a proposta de incorporar as mudanças do mercado e dos interesses dos consumidores em projetos de larga escala – os programas. Isso é feito dividindo-os em grupos de trabalhos menores, os projetos, e executando-os com base nos princípios iterativos das metodologias ágeis.

Uma analogia pode ser feita para a indústria química, como mencionado anteriormente, em que as plantas são consideradas programas, e o

planejamento, operação e manutenção dos equipamentos e instalações são definidos como projetos.

Sato (2018) propôs que, com a incorporação de tecnologias como a Internet das Coisas – Internet of Things (IoT) – o gerenciamento ágil dos programas representados pelas plantas químicas pode ser realizado com respostas rápidas a mudanças no ambiente exterior a elas, como necessidades do mercado e evoluções tecnológicas nos equipamentos e instalações disponíveis através da análise de dados coletados por sensores, que permitem uma visualização quantitativa dos problemas da planta como um todo.

7.5 Internet of Things

Internet of Things é uma rede com dispositivos conectados pela Internet, que coletam e compartilham dados sobre como são usados, as condições do ambiente em que são operados e seu estado de funcionamento (SHARIATZADEH, 2016). Os sensores estão presentes em grande parte dos dispositivos utilizados no dia a dia: celulares, eletrodomésticos, televisores, carros, computadores, entre outros aparelhos eletrônicos, e também nos equipamentos e instalações da indústria.

Esses sensores estão constantemente emitindo dados para uma plataforma única em que as diferentes fontes são integradas na mesma linguagem de forma a permitir análises para extrair informações. Os resultados podem ser, então, utilizados para melhorar a experiência dos consumidores, automatizar processos e melhorar a eficiência dos dispositivos.

Na Engenharia Química, IoT tem sido empregada na implementação e construção de linhas de produção com controle autônomo. Em indústrias petroquímicas e químicas, por exemplo, isso pode garantir níveis elevados de segurança (SHIMBUN, 2016).

A prevenção de desastres pode ser feita com base em lições aprendidas de ocorrências anteriores, de forma que, utilizando-se bases de dados de acidentes, possa ser feita uma análise de riscos e, com o monitoramento dos dados enviados constantemente pelos equipamentos da planta, seja possível tomar ações aos primeiros indícios de falha (JANG et al., 2009).

Uma outra aplicação existente ocorre nas chamadas Smart Factories: uma fábrica digital, criada como modelo no projeto de engenharia da fábrica, usada para design, planejamento e implementação das operações é integrada à planta física por IoT. Dessa forma, os dados gerados em tempo real pelos equipamentos e instalações físicos se comunicam com as aplicações de Tecnologia da Informação (IT) da fábrica digital por meio de *feedbacks*, permitindo que melhorias sejam implementadas no processo com maior rapidez.

Como mencionado anteriormente, a IoT também pode ser integrada ao Agile Program Management, trazendo uma grande eficiência na resposta às mudanças no mercado e nas preferências dos consumidores (SATO, 2017).

7.6 Agile Program Management e IoT Aplicados em uma Smart Plant do Ramo Petroquímico

Para um gerenciamento eficiente dos processos que ocorrem em uma planta química, é necessário que o planejamento, a operação e a manutenção dos equipamentos e instalações sejam atualizados conforme houver mudanças no mercado, como flutuações da demanda e o surgimento de novas tecnologias, e também na própria planta, como variações nas condições de operação.

Dessa forma, Sato (2017) propõe que a Internet das Coisas seja utilizada para construir uma base de dados robusta que permita análises e decisões mais rápidas, trazendo uma visão quantitativa dos problemas existentes em toda a planta. Assim, medidas de segurança podem ser tomadas em ciclos de planejamento, implementação, avaliação e melhoria para cada operação unitária. O conceito de gerenciamento ágil de programas é adequado para garantir a consistência da planta como um todo por meio da comunicação entre os diferentes sistemas que a compõem.

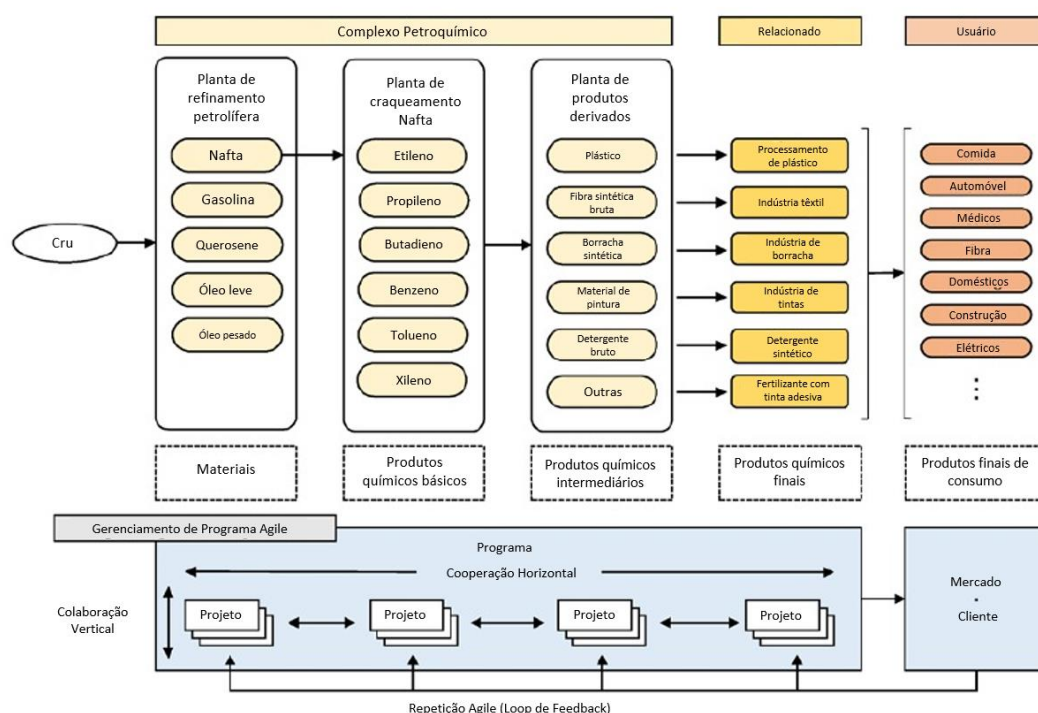
A Internet das Coisas garante não apenas a comunicação entre os diferentes equipamentos, instalações e controladores, mas também permite a incorporação de *feedbacks* de *stakeholders* e consumidores e suporta as decisões dos operadores dos diferentes setores da empresa, da produção à logística.

Os produtos de uma petroquímica possuem níveis diferentes de processamento, e podem ser destinados a outras indústrias ou a consumidores finais. O processo

possui múltiplos estágios e é executado com divisão de trabalho em diferentes plantas: refinaria, craqueamento nafta e produtos derivados. Dessa forma, o sistema como um todo é visto como um programa com objetivo principal, e as diferentes atividades de cada planta são consideradas projetos (SATO, 2018).

Nesse contexto, IoT permite a conexão física de cada item em uma plataforma de informações conectadas à Internet, que também contém dados em tempo real do mercado e dos consumidores de cada tipo de produto. Assim, é possível implementar melhorias nos processos e nos produtos de maneira rápida por meio de ciclos iterativos de *feedback*, característicos dos métodos ágeis (SATO, 2018). O esquema apresentado na Figura 6 ilustra a integração das diferentes vertentes do programa representado pelo complexo petroquímico e o Agile Program Management, e foi adaptada de um artigo da Japan Petrochemical Industry Association (JPCA, 2016).

Figura 6 - Integração do Programa Representado pelo Complexo Petroquímico com o Método Ágil.



Fonte: adaptado de Japan Petrochemical Industry Association (JPCA, 2016).

Como mencionado no item 7.2 deste trabalho, a proposta original do Agile Program Management em 2014 era utilizar uma plataforma virtual em que as tarefas de todos os projetos fossem compartilhadas e agrupadas de acordo com

seu progresso. Com a integração do modelo com IoT, é possível adquirir várias informações através de sensores, gerando uma vasta base de dados que pode ser utilizada juntamente com a cooperação entre as diferentes partes envolvidas no programa, para embasar decisões rápidas que levem ao desenvolvimento da indústria química.

7.7 A Fabricação Ágil

Semelhante ao cenário de incerteza e diversidade que estimulou o surgimento de propostas de gerenciamentos flexíveis de projetos – com maior foco na engenharia de *software* -, a indústria também passou por buscas por adaptações com a intenção de encaixar seus processos na nova realidade do mercado.

Nesta seção, pretendeu-se analisar a participação da agilidade nas fábricas e toda a cadeia de suprimento de um produto, comparando as características ágeis de seus procedimentos com os princípios do gerenciamento ágil previamente apresentados nesse trabalho. Dessa forma, desejou-se pontuar os conceitos já interiorizados pelas empresas na agilidade de suas operações e produções que se assemelham com aqueles defendidos pela metodologia ágil, que trata da agilidade em projetos.

Gunasekaran (1998) define uma empresa com fabricação ágil a partir de quatro dimensões de ação: precificação pautada na agregação de valor ao cliente, cooperação de forma a aprimorar a competitividade, estrutura organizacional preparada para mudanças e incertezas e investimentos que alavanquem o impacto de pessoas e da informação.

Segundo o autor, as estratégias citadas por ele são importantes para que a empresa possa lidar com as sete características do cenário na qual está inserida (GUNASEKARAN, 1998):

- Mudanças rápidas do mercado;
- Pressão competitiva global;
- Redução do time to Market (tempo que um produto leva para estar disponível para venda desde sua concepção);
- Aumento da cooperação entre empresas;
- Relações iterativas na cadeia de valor;

- Abastecimento, marketing e distribuição globais;
- Agregação de valor à informação e ao serviço.

Em adição, porém com enfoque na comparação da fabricação ágil e da gestão Lean da cadeia de suprimentos – filosofia com objetivo de reduzir o desperdício ao eliminar tarefas pelas quais o cliente não está disposto a pagar –, Towill e Christopher (2002) também apontam características ágeis que diferentes áreas da empresa devem assumir, como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Relevância das principais características da fabricação ágil.

Área	Características ágeis
Marketing	• Agregação de valor ao cliente, combinações individuais de produtos e serviços.
Produção	• Habilidade de produzir bens e serviços aos pedidos do cliente em variáveis tamanhos de lote.
Design	• Metodologia holística integrando fornecedores, processos do negócio, cliente e disposição e uso dos produtos.
Organização	• Habilidade de sintetizar novas capacidades produtivas a partir da expertise pessoal e facilidades físicas apesar da localização interna ou externa.
Gerenciamento de pessoas	• Ênfase na liderança, suporte, motivação e confiança; • Time bem informado, especializado e inovador.

Fonte: Adaptado de Towill e Christopher, 2002.

Sob o ponto de vista da indústria de produtos químicos, Guisinger e Ghorashi (2004) apresentam as cinco principais características e métricas empregadas pelo setor para se adequar à competitividade do mercado e vingar no mercado global:

- Entrada em nichos de mercado por meio da fabricação de produtos químicos personalizados;
- Melhora do relacionamento com os fornecedores;

- Formação de parcerias estratégicas;
- Adaptação de tecnologias avançadas e pesquisa;
- Surgimento de empresas virtuais.

Apesar das perspectivas diferentes, os autores citados acima fazem, em suas publicações, observações semelhantes a respeito das estratégias adotadas pelas empresas por eles analisadas para a nova realidade do mercado global.

A necessidade de agregar valor ao cliente e focar na satisfação desse foi um ponto em comum, seja por meio da precificação (GUNASEKARAN, 1998), da flexibilização do lote (TOWILL e CRISTOPHER, 2002) ou da personalização do produto (GUISINGER e GHORASHI, 2004), entre outros meios.

Além disso, é perceptível como a cooperação, o investimento em tecnologia, especialização e informação e um melhor e mais próximo relacionamento com fornecedores e clientes são peças-chave na adaptação da indústria.

Na metodologia ágil de gestão de projeto, Highsmith (2004) pontua princípios a serem adotados pela equipe para enfrentar o ambiente desafiador de projetos anteriormente citados nesse trabalho, entre os quais, é válido ressaltar três:

- equipes colaborativas focadas na inovação e adaptabilidade para entregar valor ao cliente;
- a evolução do produto deve ser baseada na busca por excelência técnica;
- o gerente de projeto deve encorajar a experimentação e os aprendizados com os resultados.

Ademais, Amaral et al. (2011) também elenca princípios dos métodos ágeis, em que novamente se encontram estratégias como a flexibilidade para mudanças, a busca por excelência técnica e agregação de valor para o cliente.

Dessa forma, é possível visualizar um paralelo entre os métodos de gerenciamento e as fabricações ágeis, de forma que, impactados de maneiras diferentes com o avanço da competitividade e da complexidade do mercado, os gestores de projetos e as indústrias encontraram na agilidade um meio de adaptação, em que há conceitos em comum.

Com ideias similares na cadeia de suprimentos e no gerenciamento, é válido, então, pontuar a possibilidade de uma ligação formal entre eles, de maneira a

alinhar as estratégias de marketing do negócio com design da cadeia, como sugerem Towill e Christopher (2002), podendo elevar a posição competitiva da empresa, significativamente.

8. Critérios para Escolha do Método a ser Adotado no Gerenciamento de um Projeto

8.1 Análise Comparativa dos Contextos de Aplicação de Metodologias Ágeis e Tradicionais

Uma das decisões iniciais mais importantes a serem tomadas na gestão de projetos diz respeito à escolha de qual metodologia seguir. Sendo assim, se faz necessário analisar alguns pontos antes de realizar esta escolha, como o perfil do projeto a ser desenvolvido, a capacidade do time e a disponibilidade do cliente para a elaboração conjunta de metas. A Tabela 2 apresenta as condições atreladas ao projeto que são mais favoráveis ao uso da metodologia ágil e aquelas que são mais favoráveis a tradicional.

Tabela 2 – Comparação entre Cenários e Condições para Seleção de Metodologias de Gerenciamento.

Condições	Favoráveis ao Ágil	Favoráveis ao Tradicional
Contexto do Mercado	• Preferências e necessidades dos clientes e opções de solução mudam frequentemente.	• Condições do mercado são estáveis e previsíveis.
Participação do Cliente	• Colaboração próxima com cliente; • <i>Feedback</i> rápido se possível; • Os clientes aprendem mais sobre o que desejam à medida que o processo avança.	• Os requisitos do cliente são claros desde o início e permanecerão estáveis durante todo o processo; • Os clientes não estão disponíveis para colaboração constante.
Categoria de Inovação	• Os problemas são complexos e as soluções são desconhecidas; • Escopo não está claramente definido; • As especificações do produto podem mudar; • Inovações e tempo de colocação no mercado são importantes;	• Atividades semelhantes foram realizadas anteriormente; • Os inovadores acreditam que as soluções são evidentes; • Especificações detalhadas do produto e planos de trabalho podem ser previstos com confiança;

	• Colaboração interativa e multifuncional é vital	• Problemas podem ser resolvidos sequencialmente em etapas funcionais.
Modo de Trabalho	• Desenvolvimentos incrementais têm valor e podem ser usados pelos clientes; • O trabalho pode ser dividido em módulos e conduzido em ciclos rápidos e iterativos; • Mudanças tardias são gerenciáveis.	• Mudanças tardias são caras ou impossíveis; • Os clientes não podem começar a testar o produto até que este esteja completo; • O produto mínimo viável é o produto totalmente concluído
Impactos de Erros	• Erros fornecem oportunidades valiosas de aprendizado.	• Erros podem ser catastróficos.
Cultura Corporativa	• A cultura é orientada para a equipe, colaborativa, inovadora e ansiosa por autonomia; • Rotatividade de funcionários é relativamente baixa.	• A cultura depende de direção descendente e especialização funcional; • A rotatividade de funcionários é alta e a confiança mútua é baixa.

Fonte: Adaptado de Bain & Company (RIGBY et al., 2016).

Portanto, analisando a Tabela 2, conclui-se que se for possível ter uma imagem clara de qual deve ser o produto final, há muitos requisitos que não serão alterados e o projeto é relativamente simples, a metodologia tradicional tende a ser uma escolha melhor do que a ágil. Se mudanças constantes não são esperadas, o método tradicional é um processo direto e eficiente. Os problemas com este surgem quando alterações precisam ser acomodadas.

Já as metodologias ágeis se tornam uma melhor opção quando a equipe do projeto não tem definido com clareza no início do que precisa ser construído ou deseja descobrir o que deve ser produzido com base nos ajustes feitos ao longo do desenvolvimento. Essa abordagem produzirá mais recursos em um período mais curto e também dará à equipe mais flexibilidade ao longo do processo, para que possam atender a novos requisitos à medida que o projeto se desenvolve. Além disso, fatores como nível de participação dos *stakeholders* e custo das mudanças a serem implementadas são fatores que devem ser levados em consideração.

Contudo, especialistas em metodologia ágil afirmam que esta tem se mostrado muito eficaz em diversos tipos de projeto, como já mencionado neste trabalho. Porém, não apenas porque as condições que favorecem a abordagem ágil estão

se disseminando rapidamente, mas também porque podem ser adaptadas para atender a muitas situações. Por exemplo, o método ágil procura evitar documentação excessiva, mas se a documentação for necessária, ele pode aumentar a documentação tão facilmente quanto o tradicional, embora com menos benefícios (RIGBY et al., 2016).

8.2 Análise Comparativa entre Custos de Projetos Gerenciados com Metodologias Ágeis e Tradicionais

O estudo dos gastos de um projeto leva em conta seus respectivos custos de transação – despesas referentes à negociação, redação e cumprimento de contratos para transferência de bens e captação de recursos de uma empresa (COASE, 1937). Coase apresenta em seu livro a Teoria dos Custos de Transação, que aponta como principais fatores que impactam os custos: racionalidade humana limitada, especificidade do ativo e oportunismo.

Junto à limitação cognitiva humana citada por Coase, a complexidade do objetivo final do projeto e a incerteza – previsibilidade de possíveis alterações - são as principais características que influenciam os custos de transação (WILLIAMSOM, 1975). No que diz respeito a projetos que façam uso de métodos ágeis, além dos valores acima citados, devem ser considerados gastos com a implementação do método em si.

Devido à natureza iterativa da metodologia ágil, reuniões recorrentes e a transparência com os clientes são necessárias ao decorrer das atividades, o que pode acarretar em um desconforto dos funcionários desabitutados com a prática, impactando o clima organizacional e elevando o grau de incerteza e de aceitação, e, portanto, os custos de transação (SUTHERLAND et al., 2010). Dessa forma, é indispensável o engajamento de todos os membros do time.

Para além dos custos de estruturação e aceitação do método, a elevação da complexidade do processo e desaceleração do dia de trabalho também são consequências dos encontros frequentes durante o projeto (KAIM et al., 2019). Kaim et al. (2019) realizaram uma massiva revisão bibliográfica a respeito dos encargos no gerenciamento ágil de projetos (Scrum) em comparação com metodologias tradicionais e apontam dois tipos de custos de transação

referentes às iterações: os custos de controle e ajuste das mudanças levantadas nas reuniões.

Entretanto, as constantes atualizações do produto final desejado, além de serem possivelmente aplicadas em um espaço curto de tempo no geral e reduzirem a complexidade da meta, impedem que sejam realizadas modificações grandiosas em estágios avançados do projeto, o que levaria a custos muito elevados (KAIM et al., 2019).

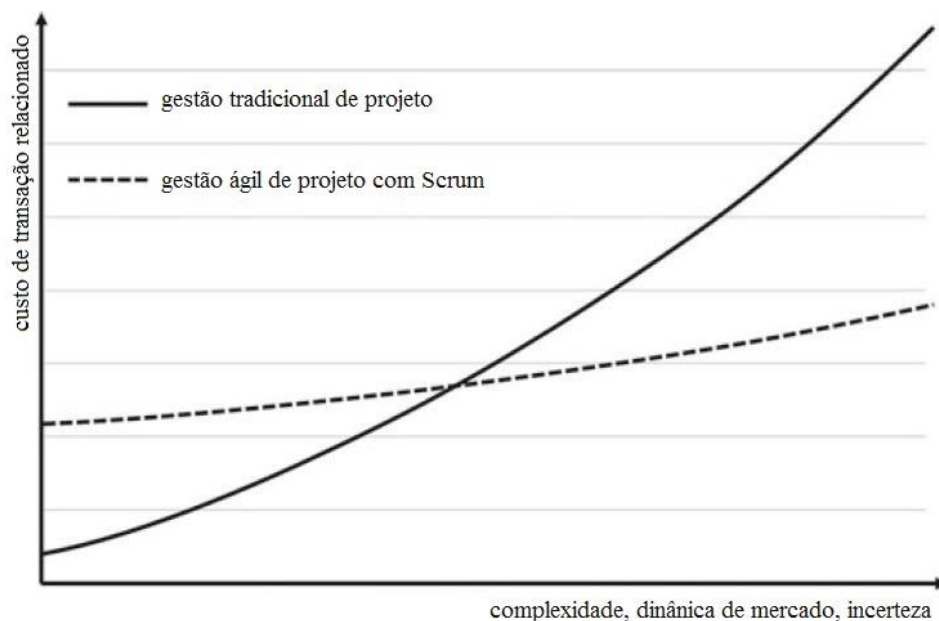
A aplicação de métodos ágeis leva, ainda, a melhorias organizacionais que também promovem a redução dos custos, como o fortalecimento da comunicação entre os membros e motivação destes que geram uma atmosfera mais saudável para as transações (ROMANO et al., 2015).

Para a escolha da metodologia a ser implementada em um projeto, entre ágil e tradicional, o caso deve ser particularmente analisado. A Figura 7 apresenta os custos do emprego dos diferentes tipos de método em função da complexidade, incerteza e dinâmica do mercado.

É possível observar que a escolha do método economicamente mais viável, com base em custos de transação, está diretamente ligada à complexidade do mercado no qual o projeto está inserido. Sob um ecossistema dinâmico, as alterações constantes vivenciadas na metodologia ágil evita elevados custos de mudanças em estágios avançados do projeto, como anteriormente citado, o que resulta em custos de transações notavelmente inferiores aos da metodologia tradicional (KAIM et al., 2019).

Contudo, Kaim et al. (2019), ainda apontam que, para casos em que o mercado não demanda um dinamismo elevado, os gastos enfrentados com métodos como Scrum se mostram maiores do que os métodos tradicionais, devido às despesas intrínsecas à metodologia que exige uma maior complexidade com as reuniões e adaptações recorrentes.

Figura 7 - Desenvolvimento Estimado de Custos de Transação Relacionado aos Métodos.



Fonte: adaptado de Kaim et al. (2019)

8.3 Análise Comparativa entre as Metodologias Ágeis Apresentadas

As diversas metodologias ágeis apresentadas surgiram entre 1990 e 2000. Apesar de se diferenciarem pelas técnicas, se assemelham pela adesão ao Manifesto Ágil, em 2001 (SATPATHY, 2017).

A Tabela 3 é adaptada de Merzouk et al. (2017) e traz um compilado de dados de forma a facilitar a visualização e a comparação entre as metodologias ágeis previamente apresentadas.

É importante ressaltar que os métodos ágeis têm sido amplamente estudados e que medidas como o número de membros de uma equipe, bem como a duração das iterações, podem variar dependendo da fonte e dos casos nos quais os estudos se basearam.

Por esse motivo, os dados apresentados a seguir, de acordo com Marzouk et al. (2017), devem ser interpretados com objetivo de comparação entre os métodos, avaliando as diferentes formas de trabalho e também pontos favoráveis e desfavoráveis ao escopo de um possível projeto a qual eles se aplicariam.

Tabela 3 – Tabela Comparativa dos Métodos Ágeis.

Método Critério	Scrum	XP	MDSD	FDD	Kanban	Métodos de Crystal
Tamanho da equipe	5-9	2-10	2-10	4-20	-	Todos
Porte do projeto	Todos	Pequeno	Todos	Grande	Todos	Todos
Duração da Iteração (semanas)	4	2	-	2	1	Específico do projeto
Divisão de papéis e funções	✓	✓	✓	✓	✓	X
Centrado no processo	X	X	✓	✓	✓	X
Centrado em pessoas	✓	✓	X	X	X	✓
Suporte virtual ao time	✓	X	X	✓	X	✓
Alto risco de mitigação	✓	X	✓	X	X	✓
Médio risco de mitigação	X	✓	X	✓	✓	X
Documentação	Básica	Básica	Existente	Importante	X	Importante
Reuniões diárias	✓	✓	X	X	✓	X
Compartilhamento de informações (via documentação)	X	X	✓	✓	X	X
Reuniões presenciais	X	X	X	X	X	✓

-: Não especificado

X: Não definido

✓: Definido

Fonte: adaptada de Marzouk et al. (2017).

A partir da Tabela 3, é possível visualizar as diferentes linhas de atuação dos métodos em questão, as quais devem orientar a escolha de qual método é compatível com cada projeto.

No estudo realizado por Marzouk et al. (2017), defendeu-se que Scrum, XP e os Métodos de Crystal são focados em pessoas, condizendo com os princípios do desenvolvimento ágil, além do alto risco de mitigação, que trata-se da redução da exposição a um risco e/ou probabilidade desse ocorrer.

Entretanto, Scrum apresentou um período de entrega de suas iterações superior ao XP (duas semanas a mais), sendo que iterações mais curtas permitem o incremento de melhorias na entrega ao cliente mais rapidamente.

Por outro lado, o método XP foi indicado para projetos de pequeno porte, enquanto os demais analisados apresentaram capacidade para grandes projetos (especificamente, no caso do FDD) ou qualquer outra categoria de dimensão. O critério do tamanho do projeto é crucial para a escolha do método, visto que está diretamente ligado à quantidade de pessoas envolvidas e, portanto, à estimativa de custos.

Além disso, nos casos analisados em que se empregou MDSD e FDD, foi pontuada uma falta de comunicação entre os membros, devido ao fato da equipe trocar informações por meio de documentos, diferentemente do observado nos demais métodos que fazem uso de reuniões diárias e/ou presenciais para a troca de conhecimentos (MARZOUK et al., 2017).

A troca via documento é um meio rápido e prático de armazenamento e compartilhamento de dados, solucionando possíveis barreiras físicas, como a distância. Entretanto, a adoção da prática na ausência de encontros diários e reuniões presenciais como ocorrem para o MDSD e FDD, pode gerar o distanciamento dos membros e falhas consequentes da carência de comunicação entre os colaboradores.

9. Conclusões

Diante do estudo a respeito do surgimento e da disseminação das metodologias ágeis, bem como o detalhamento do Scrum e demais métodos apresentados anteriormente, conclui-se que eles têm apresentado um grande potencial de inovação no gerenciamento de projetos. Por meio de técnicas que auxiliam a lidar com imprevistos e buscam, além de uma maior satisfação do cliente, um produto final eficaz e eficiente.

Ao segmentar o processo em etapas menores no emprego da metodologia ágil, projetos que apresentam elevado grau de incerteza passam a ter uma maior possibilidade de adaptação quando comparados àqueles que utilizam métodos tradicionais, em que a solução é desenhada na etapa do planejamento, que ocorre no início do projeto.

Dessa forma, perante os benefícios e altas taxas de sucesso associadas, a abordagem ágil tem sido amplamente adotada por diversas áreas de aplicação além da engenharia de *software*, para a qual foi inicialmente idealizada. Visto que são evidentes os progressos adquiridos pelo seu emprego adequado, como menor tempo de colocação de um novo produto no mercado, inovação mais veloz e agregação de valor ao processo, as metodologias ágeis chegam a ser consideradas um fator de competitividade fundamental para alguns setores.

Contudo, apesar da grande flexibilidade oferecida em tais estratégias de agilidade para diferentes contextos de projetos, há casos em que os custos elevados de sua execução não trazem o retorno esperado, já que a imprevisibilidade em mercados menos complexos tende a ser menor, e a metodologia tradicional pode ser aplicada. Além disso, ao optar pelo gerenciamento ágil, a escolha do método adequado deve levar em conta o escopo do projeto junto às vantagens e desvantagens de cada prática. Assim, conclui-se que cada projeto deve ser analisado de acordo com os critérios apresentados no tópico 8 deste trabalho para determinar quais técnicas serão aplicadas.

Seguindo as tendências apontadas, no ramo da Engenharia Química os conceitos do gerenciamento ágil foram adaptados para a realidade de projetos maiores e de processos de produção. Surgiram, então, a Fabricação Ágil,

adoção de princípios ágeis a toda a cadeia de suprimentos da empresa, e o Agile Program Management, em que os grandes projetos são chamados de programas e integram partes menores, chamadas de projetos.

Setores como pesquisa e desenvolvimento e plantas químicas são assim estruturados para responderem às mudanças no mercado e no processo, e o emprego de tecnologias como Internet das Coisas já está sendo adotado para otimizar o tempo de resposta.

Nesses casos, as principais limitações de aplicação estão associadas à falta de treinamento e alinhamento técnico dos membros, já que nem todas as partes envolvidas têm conhecimento das técnicas e práticas que devem ser adotadas. Nota-se, portanto, uma oportunidade de maximização dos resultados com a capacitação das equipes e *stakeholders* e com a escolha da metodologia mais adequada ao contexto do projeto.

10. Referências

- ABRAHAMSSON, P. et al. *New directions on agile methods: a comparative analysis*. In: 25th International Conference on Software Engineering, 2003. Proceedings. Ieee, p. 244-254. 2013.
- AGILE ALLIANCE. Disponível em: <<http://agilealliance.org>>. Acesso em: 7 dez. 2019.
- AMARAL, D. C. et al. *Gerenciamento Ágil de Projetos: Aplicação em produtos inovadores*. São Paulo: Saraiva. 1. ed. 2011.
- AUGUSTINE, S. *Managing agile projects*. Virginia: Prentice Hall PTR, 2005.
- BECK, K. et al. *Manifesto for agile software development*. 2001. Disponível em: <<http://www.agilemanifesto.org/>>. Acesso em: 5 dez. 2019.
- BOEHM, B., TURNER, R. Integrating agile and plan-driven methods. In: 26th International Conference on Software Engineering, ICSE. Proceedings. p. 718-719. 2004.
- BUSTELO, D.; Avella, L. Agile manufacturing: Industrial case studies in Spain. 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166497205001768?casa_token=FGwHeFnatuYAAAAA:LzNBcxC5zhEnAkbnLuCU9tIs1yloYH6bMtibvdDXplCcF2N-St92xVw45UH-GhOnNMEza5hFru4>. Acesso em: 27 mar. 2019.
- BONATO, A. S. F.; HIRAMA, K. Uma experiência de aplicação do processo Extreme Programming em pequenos projetos. 2005. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CARVALHO, M. M. *Inovação: estratégia e comunidades de conhecimento*. São Paulo: Atlas, 2009.
- CHIN, G. *Agile project management: how to succeed in the face of changing project requirements*. New York: Amacom, 2004.
- COASE, R.H. "The nature of the firm". *Economica*. p. 386-405. 1937.
- COHN, M. *Agile estimating and planning*. New York: Prentice Hall, PTR, 2005.
- DECARLO, D. *Extreme project management*. California: Jossey Bass, 2004.

FORBES INSIGHTS. *The Elusive Agile Enterprise: A Forbes Insights Report 2018*. Disponível em: <<http://info.scrumalliance.org/Forbes-Insights-Report.html>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

GARCIA, R., CALANTONE, R. *A critical look at technological innovation typology and innovativeness terminology: a literature review*. Journal of Product Innovation Management, vol. 19, n. 2, pp. 110-132, 2002.

GIANNINI, R. Aplicação de ferramentas do pensamento enxuto na redução de perdas em operações de serviços. São Paulo. 2007.

GUIA SBOK™. Disponível em: <<https://www.scrumstudy.com/sbokguide>>. Acesso em: 6 dez. 2019.

GUISINGER, A.; GHORASHI, B. *Agile manufacturing practices in the specialty chemical industry: An overview of the trends and results of a specific case study*. International Journal of Operations & Production Management. 2016.

GUNASEKARAN, A. *Agile manufacturing: Enablers and an implementation framework*. International Journal of Production Research. 2010.

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

HIRSCHFELD, H. *Planejamento com PERT-CPM e análise do desempenho: método manual e por computadores eletrônicos aplicados a todos os fins*. 8. ed. São Paulo: Atlas, 1985.

International Association of P2M (IAP2M), Project and Program Management P2M Version 2.0 Concepts Guideline, IA-P2M, 2009.

JANG, N., HAN, K., KOO, J., YOON, Y., YOUNG, J. AND YOON, E. S. Development of Chemical Accident Classification Codes and Tool for Management in Process Industries, J. Chem. Eng. Japan, 42, 742 – 751, 2009.

JOHANSSON, F. *The Medici Effect: What elephants and epidemics can teach us about innovation*. Harvard Business School Press, 2006.

JPCA, Japan Petrochemical Industry Association. Disponível em: <<http://www.jpca.or.jp/>> Acesso em: 29 Mar. 2020.

KAIM, R.; HÄRTING, R.-C.; REICHSTEIN, C. Benefits of Agile Project Management in an Environment of Increasing Complexity — A Transaction Cost Analysis. 2019.

KALDI, K., AGGARWAL, S. Agile Project Management for Knowledge-Based Projects in Manufacturing Industry. Degree Project in Industrial Engineering and Management, 30 credits, Uppsala University, 2018.

KERZNER, H. *Project Management: a system approach to planning, scheduling and controlling*. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1984.

MATHARU, G. S. et al. *Empirical study of agile software development methodologies: A comparative analysis*. ACM SIGSOFT Software Engineering Notes, v. 40, n. 1, p. 1-6. 2015.

MERZOUK, S.; ELHADI, S.; ENNAJI, H.; MARZAK, A.; SAEL, N. *A Comparative Study of Agile Methods: Towards a New Model-based Method*. 2017.

MONIRUZZAMAN, A. B. M., HOSSAIN, D. S. A. *Comparative study on agile software development methodologies*. arXiv preprint arXiv:1307.3356. 2013.

NAKAZAWA, S.; TANAKA, T. Development and Application of Kanban Tool Visualizing the Work in Progress. 2016.

OHARA, S. *Project & Program Management for Enterprise Innovation*, PHP, 2003.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Oslo Manual. Paris. 2. ed. 1997.

ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT - OECD. Proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data. Oslo Manual. Paris. 3. ed. 2005.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI, Inc (2017). “A Guide to the Project Management Body of Knowledge”.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. *Guia PMBoK: Um guia do conjunto de conhecimentos do gerenciamento de projetos*. 3. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2004.

QUMER, A., HENDERSON-SELLERS, B. An evaluation of the degree of agility in six agile methods and its applicability for method engineering. *Information and software technology*, v. 50, n. 4, p. 280-295. 2008.

RANGANATH, P. Elevating Teams from 'Doing' Agile to 'Being' and 'Living' Agile, Agile Conference. doi: 10.1109/agile.2011.40, 2011.

RAZA, A.; MAJEED, H. Issues and challenges in Scrum implementation 3. 2012.

RIGBY, Darrell K.; BEREZ, Steve; CAIMI, Greg; NOBLE, Andrew. Agile Innovation. 2016. Disponível em: <<https://www.bain.com/insights/agile-innovation/>>. Acesso em: 28 mar. 2020.

ROMANO, B. L.; DA SILVA, A. D. *Project management using the Scrum agile method: a case study within a small enterprise*. 12th International Conference of Information Technology. New Generations. 2015.

SATO, T. Agile Program Management for Chemical Engineering and the IoT, *Journal of Chemical Engineering of Japan*, vol. 51, No. 9, pp. 826 – 829, 2018.

SATO, T. Introduction of Agile Program Management in Modern Business Systems, *Journal of International Association of P2M*, Vol.12 No.1, pp.167-174, 2017.

SATO, T., KAMEYAMA, H. Proposal of an Agile Program Management Model for R&D, *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, 40, 499 – 504, 2014.

SATPATHY, T. *Um Guia para o Conhecimento em Scrum (Guia SBOK™)*. Avondale. 3. ed. 2017.

SCRUM ALLIANCE. *The State of Scrum: 2017-2018 Report*. 2019. Disponível em: <<http://info.scrumalliance.org/State-of-Scrum-2017-18.html>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

SHARIATZADEH, N., LUNDHOLM, T., LINDBERG, L., SIVARD, G. Integration of digital factory with smart factory based on Internet of Things. *Procedia CIRP* v. 50, p. 512 – 517, 2016.

SHENHAR, A., DVIR, D. *Project management research: the challenge and opportunity*. *Project Management Journal*, v. 38, n. 2, p. 93-99. 2007.

SHIMBUN, N. K. Estimation request / Ministry of Economy, Trade and Industry, more than 10 IoT new businesses-14 billion yen including basic technology development. Disponível em: < <https://www.nikkan.co.jp/articles/view/00355393> > 2016. Acesso em: 29 Mar. 2020.

SOARES, M. S., CALDEIRA, V. *Metodologias Ágeis*. Extreme Programming. 2004.

SPUNDAK, M. *Mixed agile/traditional project management methodology: reality or illusion?* *Procedia - Social and Behavioral Sciences*. 119. 939-948. 2014.

SUTHERLAND, J.; ALTMAN, I. *Organizational transformation with Scrum: how a venture capital group gets twice as much done with half the work*. Hawaii International Conference on System Sciences. 2010.

SUTHERLAND, Jeff; SUTHERLAND, J. J. *Scrum: a arte de fazer o dobro do trabalho em metade do tempo*. Rio de Janeiro: Editora Sextante. 2019.

THE STANDISH GROUP. *CHAOS Report 2015*. 2015. Disponível em: <https://www.standishgroup.com/sample_research_files/CHAOSReport2015-Final.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2020.

TOWILL, D.; CHRISTOPHER, M. *The Supply Chain Strategy Conundrum: To be Lean Or Agile or To be Lean And Agile?*, *International Journal of Logistics Research and Applications: A Leading Journal of Supply Chain Management*. 2010.

VERSIONONE. *13th Annual State of Agile Report*. 2019. Disponível em: <<https://www.stateofagile.com/#ufh-c-473508-state-of-agile-report>>. Acesso em: 27 mar. 2020.

WALL, K. Complexity of chemical products, plants, processes and control systems. School of Chemical Engineering and Analytical Science, University of

Manchester. Chemical Engineering Research and Design, v. 87, n. 10, p. 1430-1437, 2009.

WILLIAMSOM, O.E. *Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications — A Study in the Economics of Internal Organization*. Free Press. New York. 1975.

WINTER, M. et al. *Directions for future research in project management: the main findings of a UK government-funded research network*. International Journal of Project Management, v. 24, n. 8, p. 638-649, 2006.