



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
QUÍMICA



MAIK SOUZA FERREIRA

FERRAMENTAS ÁGEIS NO DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS POR ENGENHEIROS QUÍMICOS: UMA REVISÃO
SOBRE LEAN, SCRUM E KANBAN

UBERLÂNDIA-MG

2023

MAIK SOUZA FERREIRA

**FERRAMENTAS ÁGEIS NO DESENVOLVIMENTO DE
PROJETOS POR ENGENHEIROS QUÍMICOS: UMA REVISÃO
SOBRE LEAN, SCRUM E KANBAN**

Trabalho de conclusão apresentado à Universidade Federal de Uberlândia como parte dos requisitos necessários para a aprovação na disciplina Trabalho de Conclusão de curso II, do curso de Engenharia Química.

Orientadora: Prof. Dra. Sarah Arvelos Altino

UBERLÂNDIA-MG

2023

FERRAMENTAS ÁGEIS NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS POR ENGENHEIROS QUÍMICOS: UMA REVISÃO SOBRE LEAN, SCRUM E KANBAN

Uberlândia, 28 de abril de 2023

Monografia aprovada para a disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Química, da Universidade Federal de Uberlândia (MG) pela banca examinadora formada por:

Prof^a. Dr^a. Sarah Arvelos Altino, FEQUI/UFU (Orientadora)

Prof^a. Me. Suellen Cristine Meira, EQ/UNIPAM

Eng. Me. Diogo Pimentel de Sá da Silva, CAPES/FEQUI/UFU

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente meus pais por todo apoio durante toda minha trajetória universitária, pois, sem eles nada disso seria possível. Além deles gostaria de um agradecimento especial para minha irmã Bibiana pois ela foi fundamental em toda minha trajetória até aqui, incluindo a escolha do curso de Engenharia Química.

Gostaria também de agradecer a minha orientadora Sarah Arvelos por ser tão solícita e compreensiva durante todo meu percurso até aqui, me dando auxílio e me ajudando de todas as maneiras possíveis para que eu pudesse alcançar meus objetivos profissionais.

Meus sinceros agradecimentos aos meus amigos por me proporcionarem tantos momentos incríveis durante a universidade, além de grande ajuda durante disciplinas difíceis.

Por último gostaria de agradecer meu namorado Leonardo Santos Teixeira, pois, ele foi de fundamental importância durante os últimos anos em todos os aspectos da minha vida, inclusive profissional.

RESUMO

As metodologias ágeis são um conjunto de práticas e valores utilizados em projetos de diferentes áreas para melhorar a sua eficiência e flexibilidade. Este trabalho de conclusão de curso visou fazer uma revisão da literatura e explicar o que são essas metodologias, quais são as principais e como são utilizadas. Adicionalmente, buscou-se estabelecer a interligação entre esses projetos e a engenharia química, a fim de identificar possíveis formas de aumentar sua eficiência. Para alcançar esse objetivo, realizou-se uma busca sistemática de artigos científicos em bases acadêmicas como ScienceDirect, Google Acadêmico e Google Livros, com o intuito de contextualizar a história dessas metodologias e suas diversas aplicações. A revisão bibliográfica revelou que, originalmente, esses métodos foram criados para projetos de software, visando aprimorar a agilidade e a entrega de maior valor agregado ao cliente. Contudo, tais metodologias transpuseram as barreiras do mundo da tecnologia e passaram a ser aplicadas em outros segmentos industriais, incluindo a engenharia química. Conclui-se que, embora essas metodologias tenham sido concebidas originalmente para o contexto da computação e suas aplicações tenham sido predominantemente dentro dessa área, é possível adaptá-las para abordar as dificuldades específicas no âmbito da engenharia química.

Palavras-chave: Metodologias Ágeis. Projetos. Engenharia Química.

ABSTRACT

Agile methodologies are a set of practices and values used in projects across different areas to enhance their efficiency and flexibility. This undergraduate thesis aimed to conduct a literature review and explain what these methodologies are, what the main ones are, and how they are used. Additionally, the study aimed to establish a connection between these projects and chemical engineering in order to identify possible ways to increase their efficiency. To achieve this objective, a systematic search for scientific articles was conducted in academic databases such as ScienceDirect, Google Scholar, and Google Books to contextualize the history of these methodologies and their diverse applications. The literature review revealed that these methods were originally created for software projects, aiming to improve agility and deliver greater added value to the customer. However, these methodologies have transcended the barriers of the technological realm and have been applied in other industrial segments, including chemical engineering. It is concluded that, although these methodologies were originally conceived for the context of computing and their applications have been predominantly within that area, it is possible to adapt them to address specific challenges in the field of chemical engineering.

Keywords: Agile Methodologies. Projects. Chemical Engineering.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Princípios do manifesto ágil.	7
Figura 2. Conceitos chave em ambientes regulamentados Erro! Indicador não definido.	
Figura 3. Funcionamento de uma Sprint	11
Figura 4. Estrutura de um Scrum.	12
Figura 5. Conceito de <i>Lean</i> e seus princípios de desenvolvimento.....	14
Figura 6. Quadro Kanban.....	19

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS.....	4
3	METODOLOGIA	5
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1	Definições.....	6
4.1.1	Metodologias Ágeis.....	6
4.1.2	Scrum.....	10
4.1.3	Lean	12
4.1.4	Kanban.....	17
4.2	Indústria 4.0.....	19
4.3	Metodologias Ágeis e Gestão de Projetos na Engenharia Química 22	
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	26
6	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

As Metodologias Ágeis estão cada dia mais sendo adotadas por diversos segmentos industriais, tais como Marketing, Enfermagem, Engenharia Mecânica e vários outros, os quais visam resolver, principalmente, problemas comuns na área de gerenciamento de projetos. A falta de comunicação entre a equipe de trabalho e o desalinhamento entre as tarefas da equipe, as necessidades do cliente e dificuldade de cumprimento de prazos são exemplos de impasses solucionados, na maioria das vezes, pelas metodologias ágeis. Essas metodologias têm obtido elevado sucesso em suas aplicações, porém, como há uma necessidade de reestruturar a organização, há um certo receio e dificuldade de se implementá-las (BARRANQUEIROS, 2016; DA TRINDADE; LUCENA, 2016).

As ideias sobre o Desenvolvimento Ágil surgiram antes da década de 90, porém, foi somente em 2001 que um grupo de desenvolvedores decidiram se reunir para debater a respeito de sua aplicação no gerenciamento de projetos. Neste mesmo ano, cientes das dificuldades de se implementar Metodologias Ágeis fora da área da computação, bem como a alta quantidade de fracassos aos quais diversos empreendedores enfrentavam em relação à produção de *softwares* e da introdução dos mesmos ao mercado, um grupo de autores e representantes de Metodologias Ágeis se juntaram para criar o Manifesto Ágil (TOMÁS, 2009).

O Manifesto Ágil (Beck et al., 2001) foi elaborado visando fomentar quatro valores principais - os quais incluem: Comunicação, Praticidade, Expectativas e Colaboração; Adaptabilidade e flexibilidade – e, partindo-se da ideia de que essas Metodologias pudessem ser utilizadas por todos. O Manifesto é um documento redigido durante uma reunião formal de seus desenvolvedores. Tal documento reconheceu que processos, ferramentas, documentação, contratos e planos são importantes para os projetos tecnológicos de forma geral (CIRIC *et al.*, 2019).

O mercado tecnológico é muito dinâmico e isso traz grandes desafios para projetos com alto grau de inovação. Sendo assim, setores de tecnologia enfrentam dificuldades financeiras devido a um alto grau de investimentos para

desenvolver seus produtos. Diante dessa realidade, tem sido cada vez mais necessária a utilização de técnicas e de ferramentas de gestão de projetos que fujam do método tradicional. Por exemplo, em uma pesquisa com um grupo de 5 Startups foi mencionada uma dificuldade de que há a necessidade de conscientização da área de engenharia para o uso de ciclos rápidos para validar as hipóteses e seus produtos (STOPA; RACHID, 2019). Dentre as ferramentas ágeis para uso em projetos de engenharia, destacam-se o *Scrum*, *Lean* e *Kanban*.

"Indústria 4.0" é um termo recente, mencionado em 2011 pela primeira vez, como uma proposta relacionada ao desenvolvimento de um novo conceito baseada em estratégias de alta tecnologia (COSTA *et al.*, 2018). Pode-se dizer que a indústria 4.0 é um novo paradigma, ao qual traz um relevante avanço na relação homem e máquina. Com o advento da Indústria 4.0, as empresas acabaram ficando mais competitivas. Sendo assim, é necessária uma maior eficiência e maior flexibilidade das mesmas. É neste contexto que se pode destacar os métodos ágeis e as ferramentas para suas aplicações, pois cada vez mais tem sido necessário incrementar meios de se facilitar a produção (GRANRATH, 2019).

A grande demanda pela flexibilidade e menor tempo no desenvolvimento de produtos, a individualização, customização da demanda, eficiência dos recursos de produção são transformações relativas à Indústria 4.0. Nesse quesito é importante ressaltar que a Indústria 4.0 não só transforma os processos e produtos, mas também, as competências das pessoas, que acabam tendo a necessidade de se atualizar sobre novas tecnologias e novas ferramentas de gestão (RODRIGUES; SORDAN, 2019).

A adoção de novas tecnologias, produtos e sistemas na indústria 4.0 podem acarretar riscos não só de projetos, mas também na operação e manutenção do empreendimento, no entanto esses podem ser minimizados através da implantação de novas ferramentas de gestão, como as Metodologias Ágeis. Diante desse contexto, o presente trabalho buscou realizar uma busca prospectiva e crítica para a aplicação de metodologias ágeis no desenvolvimento e gerenciamento de processos químicos. Portanto, espera-se que este trabalho apresente uma contribuição de leitura para estudantes de engenharia química e

engenheiros químicos já formados que se interessam pela gestão de projetos e processos

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Em virtude do que foi apresentado, o objetivo geral do presente trabalho de conclusão de curso foi o de realizar uma revisão de literatura acerca do domínio e barreiras para a implementação de ferramentas ágeis no desenvolvimento e gerenciamento de processos químicos.

2.2 Específicos

- Realizar uma breve revisão de literatura sobre ferramentas ágeis: Scrum, *Lean* e Kanban;
- Definir o conceito de Indústria 4.0 e correlacioná-lo com a crescente aplicação das ferramentas ágeis no desenvolvimento e gerenciamento de projetos.

3 METODOLOGIA

A presente etapa do trabalho foi elaborada a partir de uma revisão da literatura sobre Ferramentas Ágeis, Indústria 4.0 e Projetos de Engenharia Química, e tendo como critério a seleção de artigos científicos, capítulos de livros, livros e sites com ano de publicação variando entre 1995 a 2023. As plataformas de busca foram: o SCIENCE DIRECT¹, GOOGLE ACADÊMICO² e GOOGLE LIVROS³.

¹ <https://www.sciencedirect.com/>

² <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>

³ <https://books.google.com.br/>

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Definições

4.1.1 Metodologias Ágeis

De acordo com Dingsøyr et al. (2012), Métodos Ágeis surgiram há mais de vinte anos como uma opção aos métodos de desenvolvimento de *software* orientados ao planejamento. Hoje, essas ferramentas são consideradas primordiais no desenvolvimento em engenharia de *software*.

A criação da Aliança Ágil (*Agile Alliance*⁴) em 2001 e a divulgação do Manifesto Ágil (*Agile Manifesto*) foram responsáveis por introduzir formalmente a agilidade no campo do desenvolvimento de tecnologias. A criação deste manifesto deu origem ao pensamento ágil, que nada mais é que uma abordagem de gestão de projetos e resolução de problemas que enfatiza a adaptação rápida às mudanças, a colaboração eficaz entre os membros da equipe e a entrega contínua de valor ao cliente. O pensamento ágil é baseado nos valores e princípios do Manifesto Ágil (ABBAS; GRAVELL; WILLS, 2008).

A *Agile Alliance* é uma organização sem fins lucrativos fundada por um grupo de desenvolvedores de *software*. A organização tem como objetivo promover e apoiar a adoção de práticas ágeis de desenvolvimento de *software* em todo o mundo. A *Agile Alliance* é conhecida atualmente por promover a disseminação do conhecimento e a colaboração na comunidade ágil. A organização patrocina e organiza eventos e conferências em todo o mundo, como a conferência Agile20xx anual, na qual especialistas em agilidade compartilham suas experiências e conhecimentos. Além disso, a *Agile Alliance* mantém uma biblioteca de recursos online, que inclui artigos, livros e ferramentas relacionadas ao desenvolvimento ágil de *software*. A organização também apoia iniciativas comunitárias, oferecendo bolsas de estudos e patrocínios para eventos e projetos relacionados ao desenvolvimento ágil.

Enfim, a *Agile Alliance* é uma referência importante no mundo do desenvolvimento ágil e tem sido fundamental para o crescimento e

⁴ <https://www.agilealliance.org/>, acesso em 19 de abril de 2023

aprimoramento das práticas ágeis em todo o mundo. Assim, o manifesto apresentava uma visão liderada pela indústria para uma mudança significativa no paradigma padrão. A Figura 1 mostra o que trazia esse Manifesto Ágil e para que ele surgiu.

Figura 1. Princípios do manifesto ágil.



Fonte: Disseminação Ágil⁵

Este documento reconheceu que processos, ferramentas, documentação, contratos e planos são importantes para os projetos, mas que as suas importâncias só podem ser de fato resguardadas pelo cultivo dos quatro valores:

- i. Comunicação – indivíduos e interações devem estar acima de processos e ferramentas; a comunicação precisa ser muito bem feita em projetos para que os “ruídos” não interfiram no resultado final;
- ii. Praticidade – *software* em funcionamento é mais importante que documentação abrangente; o cliente paga pelo resultado (pelo *software* ou pelo projeto), não paga por relatórios bem feitos, por uma roupagem bonita seja do *software*, seja do projeto;

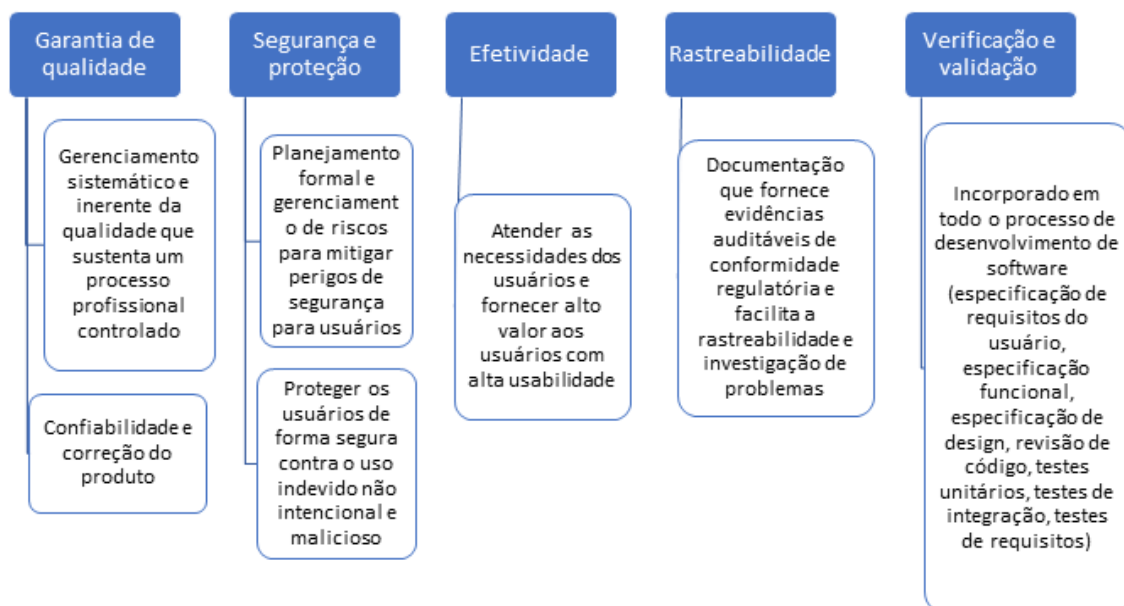
⁵ <https://disseminacaoagil.com.br/manifestoagil>

- iii. Expectativas e colaboração – colaboração com o cliente e membros do projeto mais que negociação de contratos; cliente e equipe precisam trabalhar em parceria, devem estar alinhados e não um contra o outro;
- iv. Adaptabilidade e flexibilidade – responder a mudanças mais que seguir um plano; não significa que não se deva ter um plano de trabalho, mas sim que o “veleizador” experiente sabe quando mudar a posição das velas para atingir o objetivo final (CIRIC *et al.*, 2019).

A disseminação generalizada dos Métodos Ágeis pode ser facilmente comprovada por meio de uma ampla pesquisa industrial que revelou que 80% das organizações que responderam estavam adotando uma abordagem metodológica ágil (VersionOne, 2011).

Os princípios do Manifesto Ágil já haviam sido identificados antes e embora não exista um conjunto completo de princípios para ambientes regulamentados, é possível inferir uma série de questões centrais para o desenvolvimento de *software* nessas condições. Estes problemas são listados na Figura 2 e incluem a garantia da qualidade, segurança e eficácia, bem como a rastreabilidade e verificação e validação.

Figura 2. Conceitos chave em ambientes regulamentados



Fonte: Adaptado de Fitzgerald et al. (2013).

As Metodologias Ágeis apresentam diversas vantagens, tais como: promover um ambiente de trabalho propício à criatividade e produtividade, permitir uma rápida adaptação a mudanças, proporcionar um maior valor ao cliente ao identificar melhor suas necessidades e prioridades e possibilitar entregas mais ágeis de múltiplas funcionalidades (Schwaber, 2004; Thomke; Reinertsen, 1998).

De acordo com Kettunen (2009), aprimoramentos no processo de desenvolvimento de *software* podem ser impulsionados por organizações que se baseiam em conceitos de negócios, tais como concorrentes de engenharia, gerenciamento de múltiplos projetos e uma abordagem proativa. Embora os Métodos Ágeis tenham sido inicialmente projetados para serem aplicados no ambiente mencionado anteriormente, eles são empregados em vários setores, inclusive na indústria (Gustavsson; Rönnlund, 2013).

Existem diversas Metodologias Ágeis e seus tipos, sendo que algumas das mais populares e frequentemente analisadas na literatura incluem *Scrum*, *Extreme Programming*, *Kanban*, *Lean Software Development*, *Feature Driven Development*, Processo Unificado Ágil, Método de Desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos (DSDM) e vários outros. De acordo com a VersionOne (2013), o *Scrum* é atualmente a Metodologia Ágil mais utilizada. Cada método ágil se concentra em valores específicos e não existe um padrão definido para a implementação dos seus recursos. No entanto, se não existir uma equipe de projeto eficiente e auto organizada, composta por indivíduos capacitados e motivados, a implementação da Metodologia Ágil pode ser desafiadora (Hoda et al., 2011).

Existem diversas Metodologias Ágeis e seus tipos, sendo que algumas das mais populares e frequentemente analisadas na literatura incluem *Scrum*, *Extreme Programming*, *Kanban*, *Lean Software Development*, *Feature Driven Development*, Processo Unificado Ágil, Método de Desenvolvimento de Sistemas Dinâmicos (DSDM) e vários outros. De acordo com a VersionOne (2013), o *Scrum* é atualmente a Metodologia Ágil mais utilizada. Cada método ágil se concentra em valores específicos e não existe um padrão definido para a implementação dos seus recursos. No entanto, se não existir uma equipe de projeto eficiente e auto organizada, composta por indivíduos capacitados e

motivados, a implementação da Metodologia Ágil pode ser desafiadora (Hoda et al., 2011).

4.1.2 Scrum

Schwaber (1995) propôs o *Scrum* como uma metodologia simples de desenvolvimento que utiliza princípios iterativos e incrementais. O *Scrum* envolve reuniões, artefatos e papéis, e tem sido atualizado pelos seus criadores à medida que é utilizado. A versão mais recente do Guia oficial do *Scrum* foi lançada em novembro de 2020 por Schwaber e Sutherland.

Em Administração, um *framework* é uma estrutura conceitual que possibilita o uso homogêneo de diferentes etapas de um negócio. O Scrum é um *framework* ao qual pessoas podem tratar e resolver problemas difíceis, enquanto entregam produtos de alto valor agregado. Ele tem sido utilizado no gerenciamento de produtos complexos desde o início dos anos 90. *Scrum* não é um processo ou técnica para criar produtos, é um *framework* ao qual você pode utilizar vários processos ou técnicas. Nesta técnica, as equipes são compostas por indivíduos que desempenham três tipos de papéis: *Product Owner*, *Scrum Master* e o Time de Desenvolvimento. Os ciclos de cada projeto são chamados de *Sprints* que duram em períodos pré-determinados e são dotados de tarefas específicas (*Sprint Backlog*). Diariamente (*Daily Scrum*), a equipe se reúne para acompanhar o projeto que visa produzir um determinado produto (*Product Backlog*) (SCHWABER; SUTHERLAND, 2013).

Os *Sprints* geralmente duram entre duas e quatro semanas. O planejamento dele ocorre no início e é utilizado para determinar o que pode ser entregue no próximo e as tarefas necessárias para alcançar isso. No final de cada *Sprint*, há uma retrospectiva para promover a aprendizagem contínua e melhorias na equipe, conforme ilustra a Figura 3. Durante uma *Sprint*, os objetivos estabelecidos não podem ser modificados, mas em cada incremento, o *Product Owner* pode incluir novas funcionalidades no projeto que não foram previamente especificadas (Schwaber, 2004). A melhoria do plano de lançamento e do processo é alcançada por meio da análise crítica de cada iteração e avaliação minuciosa de cada lançamento realizado.

Figura 3. Funcionamento de uma Sprint



Fonte: Artia⁶

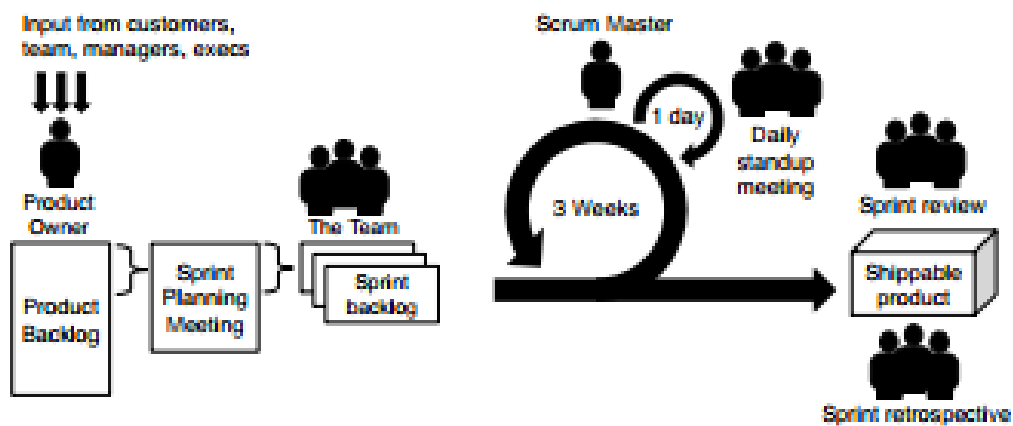
Uma revisão é realizada para apresentar os resultados para o cliente e obter *feedback* para o próximo incremento de trabalho. O *Scrum* enfatiza a autonomia do desenvolvedor, mas não às custas da disciplina. Os desenvolvedores iniciam o dia com reuniões *stand-up* para atualizar uns aos outros sobre o progresso e as tarefas futuras. A equipe *Scrum* é liderada por um *Scrum Master*, em vez de um gerente de projeto, para incentivar a auto-organização. O proprietário do produto gerencia o *backlog* de trabalho a ser feito e é o principal ponto de contato. Para o sucesso do desenvolvimento no *Scrum*, o cliente participa regularmente, contribuindo com novas ideias para novos recursos e assinando os recursos concluídos no final de cada *Sprint*. As ideias do cliente são registradas como *histórias de usuários* e mantidas em uma lista de pendências (Hron; Obwegeser, 2021).

A Figura 4 apresenta a estrutura do *Scrum*, na qual é possível observar o ciclo de vida de um projeto com a metodologia e suas Sprints de

⁶ <https://artia.com/blog/sprint/>

desenvolvimento, com uma fase de planejamento e outra fase final de revisão do *Sprint*. As fases inicial e final do projeto devem ser previsíveis e bem definidas.

Figura 4. Estrutura de um Scrum.



Fonte: Adaptado de Deener e Benefield (2007).

Através da abordagem iterativa do *Scrum*, as empresas são habilitadas a lidar de forma mais eficiente com os desafios que emergem dos seus ambientes de negócios complexos (Schwaber; Sutherland, 2020; Schwaber, 1997). O *Scrum* se tornou a representação do pensamento ágil e, com frequência, os termos são utilizados de maneira intercambiável. A razão pela qual o *Scrum* se tornou tão popular é que ele permite que o proprietário do produto comece um projeto sem a necessidade de um planejamento extenso antecipado e as vantagens que se destacam incluem a redução de custos através da comunicação constante e do aumento da qualidade, assegurando que todas as equipes estejam cientes dos problemas e mudanças relevantes.

4.1.3 Lean

O conceito *Lean Thinking* (Pensamento Enxuto) é baseado no Sistema Toyota de produção. O mesmo foi desenvolvido em ambiente de manufatura,

especificamente no setor automobilístico. *Lean Thinking* é amplo e o setor de construção diversificado e complexo, as aplicações deste conceito podem ser amplas. O objetivo deste método é de se ter um novo método de pensar a respeito da organização das atividades, entregando benefícios e eliminando desperdícios. O Pensamento Enxuto precisa seguir cinco passos para ser implementados em um empreendimento. São eles:

- i. Identificar o que tem valor para o cliente;
- ii. Mapear o fluxo de produção e identificar os desperdícios;
- iii. Implementar um fluxo contínuo para dar fluidez no processo, interligando todas as etapas do negócio (recebimento de matérias-primas, controle de produção, níveis de estoque);
- iv. Deixar o cliente puxar a produção (não se pode guardar estoques, a fábrica produz aquilo que o cliente solicita);
- v. Buscar a perfeição (diálogo, equilíbrio e revisão contínua das oportunidades de melhoria levam o empreendimento a se tornar cada vez melhor (PICCHI, 2003).

O conceito *Lean* visa atender às demandas dos clientes de forma eficiente, sem desperdício e no local e momento que eles desejam. A fim de alcançar esse objetivo, o *Lean* baseia-se em alguns princípios. Poppendieck (2003), em seu livro “Lean Software Development: An Agile Toolkit for Software Development Managers”, apresenta um mapeamento dos sete princípios do *Lean* para a área de desenvolvimento de *software*. Quando aplicados em conjunto, esses princípios permitem entregas rápidas, com alta qualidade e baixo custo. A Figura 5 representa estes princípios.

Figura 5. Conceito de *Lean* e seus princípios de desenvolvimento



Fonte: K & C⁷

Em sua dissertação de mestrado intitulada “Experiências com desenvolvimento ágil”, Filho apresenta o seu ponto de vista sobre cada princípio (Filho, 2008).

4.1.3.1 Eliminar desperdício

O desperdício pode ocorrer em diferentes formas, como desperdício de dinheiro, recursos, tempo, esforço e espaço. Cada etapa e atividade realizada no processo deve contribuir para a construção do produto final de maneira mais rápida, com maior qualidade ou menor custo. Filho (2008) apresenta uma série de cenários nos quais o desperdício é claramente visível. Funcionalidades incompletas podem gerar desperdício, pois exigem esforços para serem iniciadas e não acrescentam valor ao *software* ou projeto. A criação de documentos é um desperdício de recursos, uma vez que eles consomem tempo e nem sempre são lidos ou atualizados, tornando a comunicação mais lenta e

⁷ <https://kruschecompany.com/lean-software-development/>

menos eficiente. Além disso, muitas vezes, os documentos servem apenas como formalidades burocráticas que não agregam valor.

4.1.3.2 Amplificar o aprendizado

Segundo Poppendieck e Cusumano (2012), ao final do processo de desenvolvimento de um produto, é fundamental criar conhecimento e aplicá-lo ao produto. De acordo com a metodologia lean development, essa aplicação pode ser realizada de duas maneiras diferentes, dependendo do contexto.

A primeira abordagem envolve explorar múltiplas opções para decisões caras de mudar, como a arquitetura fundamental, escolha de linguagem, linguagem de design para interação do usuário, entre outras. As decisões críticas devem ser adiadas para o último momento responsável, a fim de permitir que as decisões sejam tomadas com base no melhor conhecimento disponível naquele momento. Dessa forma, é possível encontrar a melhor alternativa que otimize o sistema geral, em uma abordagem conhecida como "aprender primeiro".

A segunda abordagem consiste em criar um conjunto mínimo de recursos para iniciar o projeto e, em seguida, realizar entregas frequentes, com base no feedback da experiência real do cliente, para tomar decisões sobre o conteúdo do produto. Esse processo de aprendizado contínuo ajuda a minimizar o esforço gasto no desenvolvimento de recursos que os clientes não consideram valiosos.

4.1.3.3 Adiar compromentimentos e manter a flexibilidade

Postergar decisões proporciona a oportunidade de embasá-las em um maior acúmulo de experiências e conhecimentos adquiridos ao longo do processo. Para aplicar essa estratégia de adiar decisões durante a construção de sistemas, é essencial que a equipe desenvolva a habilidade de se adaptar às mudanças e encare os planos como estratégias para alcançar um objetivo, e não como compromissos fixos. Dessa forma, as mudanças são vistas como oportunidades de aprendizado e para alcançar as metas estabelecidas (Filho, 2008).

4.1.3.4 Entrega rápida

Em ambientes de desenvolvimento enxuto, é comum que as versões finais dos produtos sejam lançadas com frequência, às vezes até diariamente. Para garantir que essas implementações sejam bem-sucedidas, são utilizados mecanismos que evitam erros e aumentam a qualidade do produto final. Isso reduz significativamente o risco de problemas regressivos que costumavam ser comuns em lançamentos de software. Embora existam possíveis problemas devido a defeitos no código anterior e mudanças inesperadas, muitas empresas desenvolveram conjuntos de testes automatizados para detectar a maioria dos defeitos introduzidos por mudanças menores (Poppendieck; Cusumano, 2012).

4.1.3.5 Tornar a Equipe Responsável

O princípio a respeito de tornar a equipe responsável reconhece que os desenvolvedores são os responsáveis por criar o produto que será entregue ou usado pelos clientes. É crucial envolver esses especialistas nas decisões técnicas para alcançar a excelência. Quando esses membros da equipe têm a experiência necessária e são guiados por um líder competente, são capazes de tomar decisões técnicas e de processo superiores às de qualquer outra pessoa (Franco, 2010).

4.1.3.6 Construir Integridade

A equipe de desenvolvimento deve criar soluções que garantam a construção de um produto de qualidade, proporcionando confiança em sua entrega. Nesse sentido, é necessário utilizar uma arquitetura apropriada, manter uma cobertura de testes automatizados alta e preservar a flexibilidade para adaptações, mudanças e extensões. Essas ações são formas de garantir a segurança e a motivação da equipe para atingir níveis mais elevados de qualidade. Em vez de perder tempo procurando e corrigindo erros, é mais efetivo investir em prevenção, utilizando diferentes tipos de teste (Filho, 2008).

4.1.3.7 Visualizar o todo

De acordo com Fadel e Silveira (2010), em sistemas altamente complexos, a integridade só pode ser alcançada através do conhecimento detalhado de várias áreas. Segundo os autores, o Lean não se trata de uma prática de desenvolvimento ou gerenciamento de projetos, mas sim de um conjunto de princípios, valores e ferramentas que visam tornar o desenvolvimento mais enxuto.

4.1.4 Kanban

A gestão visual é o conceito central do sistema Kanban, que foi criado com o objetivo principal de permitir a produção "Just in Time" por meio do controle visual da produção e dos estoques, utilizando cartões visuais para indicar a necessidade de reposição de materiais e produtos. O termo "kanban" em japonês significa "cartão visual" (OHNO, 1997). Segundo Rocha e Sousa (2021), o Sistema Kanban trouxe uma grande evolução para o controle de produção ao possibilitar a visualização das informações para a movimentação e geração de produtos de forma estabelecida ao final do processo, resultando em produção Just in Time, ou seja, na hora certa e na quantidade necessária, reduzindo os estoques e minimizando custos e desperdícios. No *Kanban* cartões são usados para autorizar a produção e movimentação dos itens ao decorrer do processo produtivo.

São princípios do *Kanban*:

- i. Visualizar trabalho em progresso;
- ii. Identificar melhorias, criando-se uma cultura *kaizen*, na qual essa melhoria é responsabilidade de todos;
- iii. Tornar claras as políticas seguidas; visualizar todos os passos, do conceito geral até o *software* ou produto que possa ser lançado;

medir e gerenciar fluxo para que as decisões sejam bem embasadas, além de observar as futuras consequências de cada decisão (BOEG, 2011; MACHADO JUNIOR *et al.*, 2019).

A finalidade do sistema Just in Time é aprimorar a eficácia da linha de produção, buscando alcançar a produção de produtos e serviços com o menor

custo e mais rapidamente possível. Para alcançar esse objetivo, é necessário reduzir o desperdício de recursos de produção e implementar um sistema que permita autorização e controle de produção de maneira simples e altamente visível (WILDEMANN; CARLSON, 1987).

É fundamental destacar que o método Kanban exige do gestor uma avaliação situacional do negócio para identificar suas forças e fraquezas. Todos os membros da equipe precisam passar por um treinamento e é essencial mapear o processo para definir as prioridades. Posteriormente, a equipe e os líderes devem avaliar o processo (ARTIA, 2022).

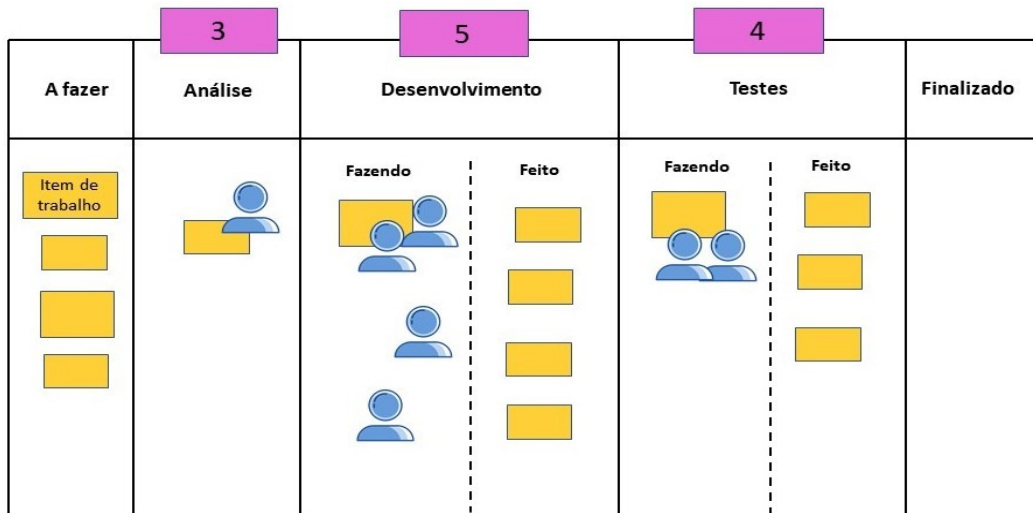
Assim, levando em conta que o Kanban é uma das técnicas do método Lean que pode fornecer dados visualmente, seguindo um padrão já definido (MATTOS et al., 2019), ou seja, essa técnica permite ao gerente ter uma visão geral do ambiente que ele deve administrar.

De acordo com Almeida (2019), o método Kanban é caracterizado como um sistema de "puxar" as demandas de produtos acabados, diferentemente dos sistemas tradicionais de produção, o que o torna um sistema de autocontrole a nível de fábrica. Além disso, ele é independente de gestões paralelas e controles computacionais.

De acordo com Artia (2022), as principais funções do sistema Kanban incluem a gestão do fluxo de trabalho, fornecendo aos gestores uma visão do sistema de produção, o equilíbrio dos processos para evitar interrupções de atividades e a limitação da quantidade de trabalho, a fim de garantir que a produção esteja em conformidade com a capacidade de cada membro da equipe.

A Figura 6 demonstra uma das maneiras que pode ser realizado um processo de Kanban. Nela foi dividido as tarefas entre Análise, Desenvolvimento, Testes e a Finalização do processo todo. Em cada etapa há cartões que só podem seguir um fluxo do processo, sendo esse da esquerda para a direita, e nunca se deve retornar para que não haja retrabalho. O modelo pode ser adaptado de acordo com a necessidade do time que se está inserido e que melhor atenda as demandas do projeto.

Figura 6. Quadro Kanban.



Fonte: Thomaz Ribas⁸

4.2 Indústria 4.0

As mudanças na tecnologia têm alterado os paradigmas de produção, sendo que três marcos históricos foram identificados como Revoluções Industriais e analisados após terem ocorrido (LASI et al., 2014). A primeira ocorreu em 1780, impulsionada pelos teares mecânicos movidos a vapor, e levou à centralização da produção em fábricas. Cerca de 100 anos depois, a segunda revolução industrial teve como destaque a introdução de linhas de produção e a construção do Ford T. Por fim, a terceira revolução industrial surgiu no final da década de 1960, quando o primeiro controlador lógico programável foi apresentado, permitindo a programação de sistemas digitais (DRATH; HORCH, 2014).

A quarta revolução industrial, também conhecida como Indústria 4.0, propõe a integração entre humanos e máquinas, mesmo que em locais geograficamente distantes, criando grandes redes capazes de oferecer produtos e serviços de forma autônoma (SILVA; SANTOS FILHO; MIYAGI, 2015). A

⁸ <https://thomazribas.com/agile/kanban>

Indústria 4.0 tem o potencial de trazer melhorias para toda a cadeia produtiva, impactando diversos níveis de processos, desde a manufatura, passando pelo projeto, produtos, operações e outros sistemas relacionados à produção (FIRJAN, 2016).

As fábricas inteligentes desempenham um papel fundamental na Indústria 4.0, pois visam a criação de produtos, processos e procedimentos inteligentes. Essas plantas são capazes de lidar com complexidades maiores e são menos suscetíveis a interrupções, permitindo que humanos e máquinas se comuniquem naturalmente, como em uma rede social (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013). Com a Quarta Revolução Industrial, áreas como engenharia, planejamento, manufatura, operação e processos logísticos terão maior qualidade, flexibilidade e robustez, o que pode levar a cadeias de valores auto organizáveis (KAGERMANN; WAHLSTER; HELBIG, 2013).

A modernização empresarial está ligada à adoção de sistemas tecnológicos e à digitalização dos negócios. Foi previsto que até 2020, metade das empresas realizariam transformações digitais (RIBEIRO, 2017.). As mudanças resultantes trazem implicações e vantagens para a informação, conectividade e aumento de produtividade. A nova abordagem da indústria se baseia na colaboração para a inovação, meio de produção flexíveis e conectados em toda a cadeia de distribuição, além do serviço digitalizado. De acordo com Ribeiro (2017), a indústria 4.0 trará avanços importantes em diferentes níveis, incluindo:

- Equipamentos: a automação de máquinas e ferramentas, capazes de se adaptar a mudanças durante o processo;
- Trabalho humano: é provável que o número de trabalhadores diminua como resultado da automação, e estes serão substituídos por trabalhadores com habilidades técnicas;
- Processos: a adoção de tecnologia de impressão 3D no processo de produção, com redução significativa dos custos;
- Produtos: a personalização dos produtos, cada vez mais voltada para as necessidades específicas dos consumidores. O consumidor é agora uma parte integrante da cadeia de valor

Segundo Rübmann et al. (2015), a Indústria 4.0 traz impactos significativos para a indústria em diferentes áreas, tais como:

- Produtividade: espera-se que, em breve, a maioria das empresas adote as tecnologias da Indústria 4.0, o que pode resultar em aumento da produtividade;
- Receita: a customização cada vez mais diversificada dos produtos pode levar a um crescimento da receita, com a produção voltada para clientes específicos;
- Emprego: a digitalização leva ao aumento do uso de software, conectividade e dados em rede, o que pode aumentar a demanda por profissionais com habilidades em tecnologia da informação;
- Investimento: é necessário investir na adaptação da indústria às tecnologias da Indústria 4.0.

A indústria enfrenta grandes desafios à medida que as principais empresas passam por transformações digitais profundas. A gestão, análise, recolha e comunicação de informações são elementos que, uma vez tratados, servirão como base para criar novos valores no setor industrial. Os consumidores exigem novidades cada vez mais personalizadas, com alta qualidade, preços competitivos e tempos de entrega rápidos, enquanto os produtos são fabricados com recursos cada vez mais limitados e seguindo conceitos de sustentabilidade rigorosos.

O mundo real e o virtual vem convergindo para a “Internet das Coisas”. Todas as máquinas estarão interligadas e todos os materiais utilizados para a produção de um produto terão dispositivos digitais incorporados. Esse princípio é baseado em um fluxo de informação contínuo que começa na fase de *design* do produto, passa pelo processo de fabricação, comercialização e termina com a reciclagem, usando informações armazenadas digitalmente para identificar partes do produto que podem ser reutilizadas.

Assim, a concepção geral da Indústria 4.0 é aproveitar as tecnologias emergentes e aprimorá-las para transformar o setor industrial, levando-o a produzir de maneira mais flexível e personalizada para atender às demandas do consumidor. As Metodologias Ágeis e a Indústria 4.0 estão intimamente

relacionadas, pois ambas visam aprimorar a eficiência e a produtividade dos processos de negócios. As metodologias ágeis podem ajudar a criar uma cultura de inovação e colaboração, permitindo que as equipes trabalhem juntas para alcançar objetivos comuns (ELNAGAR et al., 2019).

4.3 Metodologias Ágeis e Gestão de Projetos na Engenharia Química

Gestão de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas para planejar, executar e monitorar um projeto, a fim de atingir seus objetivos dentro de prazos e orçamentos definidos. Na engenharia química, a gestão de projetos é fundamental para o sucesso do desenvolvimento de novos produtos e processos. Ela é aplicada em diferentes etapas, desde a concepção e projeto de processos químicos até a implementação de novas instalações industriais. Algumas das áreas em que a gestão de projetos é aplicada na engenharia química incluem:

- Gerenciamento de riscos: identificação e avaliação de riscos associados a processos químicos e desenvolvimento de planos de contingência para minimizar esses riscos;
- Gerenciamento de custos: monitoramento e controle de custos ao longo de todo o ciclo de vida do projeto, incluindo a aquisição de equipamentos, materiais e serviços;
- Gerenciamento de prazos: definição de prazos para as diferentes etapas do projeto e monitoramento do progresso para garantir que o projeto seja entregue dentro do prazo estabelecido;
- Gerenciamento de qualidade: definição de padrões de qualidade para produtos e processos químicos e desenvolvimento de procedimentos de controle de qualidade para garantir que esses padrões sejam atendidos;
- Gerenciamento de equipes: coordenação das equipes envolvidas no projeto, incluindo engenheiros químicos, técnicos, operadores e outros profissionais, garantindo que todos trabalhem juntos para atingir os objetivos do projeto (TOWLER; SINNOTT, 2021).

Segundo Eder et al (2015) podemos caracterizar a gestão de projetos e suas abordagens na gestão de projetos ágil e tradicional. No que diz respeito à forma como o plano do projeto é elaborado, na gestão de projetos tradicional, há um único plano do projeto que cobre todo o tempo do projeto e contém os produtos, entregas, pacotes de trabalho e atividades. Já na gestão de projetos ágil, existem dois planos do projeto: um plano geral que considera o tempo total do projeto, mas que contém apenas os principais produtos do projeto; e um plano de curto prazo (iteração) que contém apenas as entregas e atividades para uma fração do tempo do projeto.

No ano 2000, surgiram publicações introduzindo a abordagem ágil de projetos, que trouxeram novas definições de gerenciamento ágil de projetos. As publicações mencionadas anteriormente tiveram origem após 2001, com a criação do manifesto ágil para a gestão de projetos de *software* (Eder, 2012). Esse manifesto apresenta diferenças nas abordagens de gestão e é baseado em um conjunto de princípios que incluem:

1. A prioridade é garantir a satisfação do cliente através da entrega contínua de valor, de maneira rápida e eficiente
2. As alterações nos requisitos são bem recebidas mesmo em fases avançadas do desenvolvimento. Os processos ágeis aproveitam essas mudanças em prol da vantagem competitiva do cliente.
3. Entregar um produto funcional em um curto espaço de tempo
4. É fundamental que desenvolvedores e gestores trabalhem juntos diariamente
5. Para criar projetos de sucesso, é importante ter uma equipe motivada. Para isso, é necessário investir em sua confiança, dar suporte e proporcionar um ambiente favorável para a realização do trabalho
6. A forma mais eficiente e eficaz de transmitir informações em um projeto é por meio de conversas presenciais
7. A principal medida de progresso é ter um produto que funcione adequadamente

8. Os processos ágeis visam promover o desenvolvimento sustentável, permitindo que patrocinadores, desenvolvedores e usuários mantenham um ritmo constante de trabalho indefinidamente
9. A simplicidade é essencial e consiste na arte de evitar a realização de tarefas desnecessárias
10. A busca pela excelência técnica e de design de forma contínua é fundamental para melhorar a agilidade do processo
11. Equipes auto gerenciáveis tendem a produzir os melhores requisitos, arquiteturas e designs
12. A equipe deve realizar reflexões periódicas para identificar formas de se tornar mais eficiente, e, após essa reflexão, ajustar-se de acordo com as necessidades percebidas

Após a assinatura do manifesto ágil, surgiram vários trabalhos que simplificaram os doze princípios e criaram modelos a serem aplicados no contexto organizacional. Highsmith (2004) propôs seis princípios que, juntos, formam um guia para a aplicação da gestão ágil de projetos em uma empresa. Esses princípios abordam aspectos relacionados à entrega do produto e também à equipe. Highsmith destaca que as empresas precisam desenvolver uma cultura que promova a adaptação para absorver as mudanças.

No que se refere à entrega do produto, é importante realizar entregas contínuas de funcionalidades em cada iteração, visando entregar valor para o cliente e buscar a excelência técnica. Já em relação à equipe, é essencial desenvolver equipes adaptáveis, incentivar a exploração das práticas de gestão ágil de projetos e simplificar o processo de desenvolvimento.

Quando se compara a abordagem ágil com a abordagem tradicional, nota-se que ambos mencionam a importância de entregar valor ao cliente. No entanto, autores da abordagem ágil questionam como é possível entregar valor se é difícil prever atividades ou planejar de forma flexível para lidar com mudanças ao longo do projeto. Diante disso, Chin (2004) e Highsmith (2004) argumentam que é necessário mudar o foco das técnicas e ferramentas utilizadas, para melhorar a capacidade de lidar com mudanças nos projetos e reduzir os riscos e incertezas durante o desenvolvimento.

Em suma, as abordagens de gerenciamento de projetos ágeis e tradicionais têm aplicação em projetos de engenharia química, e as características descritas no texto podem ser adaptadas para atender às necessidades específicas desse tipo de projeto. A revisão de literatura mostra alguns estudos de caso recentes, entre os quais, destacam-se:

- De acordo com Burgess et al. (2004), o estudo revelou que uma nova opção de planta de produção foi avaliada para reduzir os custos operacionais em 64% e melhorar significativamente tanto a qualidade do rendimento quanto a velocidade de processamento. No estudo final, que dizia respeito ao projeto de uma nova planta ágil, construída com um propósito, foi projetado um aumento de 40% no lucro líquido por ano, com retorno do investimento alcançado em pouco mais de um ano.
- De acordo com Hounbé et al. (2019), a agilidade é uma abordagem inovadora na engenharia química e de processos para permitir uma fácil reconfiguração do processo de transformação de biomassa, atendendo às restrições e às partes interessadas. A fim de impulsionar a expansão de biorrefinarias, é fundamental considerar todo o ecossistema envolvido, o qual é caracterizado por grande variabilidade. Os autores propõem um modelo para projetar biorrefinarias ágeis com uma abordagem sistêmica, por meio da modelagem do conhecimento sobre o sistema e suas características ambientais por meio de um meta-modelo. (Hounbé et al., 2019).

As ferramentas para gestão de projetos com métodos ágeis podem ser acessadas por meio de webpages, programas e aplicativos, alguns gratuitos e outros pagos. Dentre as opções, o Trello é um *software* gratuito, flexível e visual, que permite o gerenciamento de fluxos de trabalho de forma confortável e temporária. O Asana, embora tenha uma versão gratuita, é um dos *softwares* mais populares e possui design intuitivo e funcionalidades que permitem aos profissionais visualizar seus objetivos, atribuir-lhes tempo e priorizá-los, além de receber atualizações e visualizar tudo como um calendário. Outras ferramentas importantes são o Jira, ideal para empresas de desenvolvimento de software; o Axosoft, que otimiza os processos operacionais; o iceScrum, que permite a

organização de tarefas por colunas e possui análises, indicadores e gráficos que são construídos a partir dos dados que fornecemos; o Scrumblr, uma ferramenta prática para quem não quer complicar muito a vida; o LeanKit, que permite organizar as tarefas de qualquer empresa de forma semelhante às colunas verticais; e o Google Drive, uma ferramenta amplamente utilizada que permite criar, compartilhar e carregar arquivos de diferentes tipos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O escopo de um projeto pode ser mais desafiador e ambíguo em projetos de engenharia química do que em outros tipos de projetos, devido à complexidade e variedade de processos químicos envolvidos. Além disso, a definição das atividades em projetos de engenharia química pode ser mais padronizada e organizada em listas tipo WBS, devido à necessidade de documentação precisa e padronização para atender a regulamentações e normas da indústria.

Em relação à gestão do tempo, os relatórios de indicadores de desempenho e documentos escritos podem ser mais comuns em projetos de engenharia química, pois há necessidade de monitoramento constante da qualidade e segurança dos processos.

As ferramentas ágeis, como Scrum e Kanban, ajudam a gerenciar o fluxo de trabalho, priorizar tarefas, identificar gargalos e promover a comunicação entre as equipes. Isso é particularmente importante na engenharia química, pois muitas vezes envolve a resolução de problemas complexos que exigem soluções rápidas e criativas. Além disso, a implementação de ferramentas ágeis pode reduzir os custos e o tempo de desenvolvimento, garantindo que o projeto atenda às expectativas do cliente e seja entregue dentro do prazo estabelecido.

6 REFERÊNCIAS

ABBAS, N.; GRAVELL, A.M.; WILLS, G.B. **Historical Roots of Agile Methods: Where Did “Agile Thinking” Come From?**. In: ABRAHAMSSON, P. et al. (eds). *Agile Processes in Software Engineering and Extreme Programming. XP 2008. Lecture Notes in Business Information Processing*, vol 9. Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-540-68255-4_10.

ALMEIDA, P. **Aplicação do Sistema Kanban com um Único Cartão no Ensaque de Areia e Pedra Brita**. Orientador: Prof. Me. Marcus Vinicius Souza Dias. 2019. 48 p. Monografia (Especialista pelo Curso de Pós-graduação em Gestão de Processos Industriais do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.) - Universidade de Taubaté, Taubaté - SP, 2019.

ARTIA. **O que é o Kanban**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://artia.com/kanban/#:~:text=O%20sistema%20kanban%20funciona%20através,as%20atividades%20a%20serem%20realizadas>.

ARTIA. **Kanban: Aprendendo a Gerenciar Fluxos de Trabalho**. [S.l.: s.n.], 2022. 38 p. Disponível em: <https://artia.com/wp-content/uploads/2019/08/ebook-kanban-como-gerenciar-fluxos-de-atividades.pdf>.

BARRANQUEIROS, A. **Perfil das Startups Brasileiras Quanto à Adoção de Metodologias Ágeis no Desenvolvimento de Software: Um Estudo sobre Lean Startup e Scrum**. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016. Disponível em: <http://177.105.2.222/handle/1/11122>.

BECK, K. et al. **Manifesto for Agile Software Development**. 2001. Disponível em: <http://agilemanifesto.org/>. Acesso em: 26 abr. 2023.

BOEG, J. **Kanban em 10 Passos**. InfoQ Brasil, 2011. Disponível em: <https://www.infoq.com/br/minibooks/priming-kanban-jesper-boeg/>

BURGESS, T.F. et al. **Business and technical support for the design of agile production plants**. In: A. Barbosa-Póvoa; H. Matos (Eds.). *Computer*

Aided Chemical Engineering. Elsevier, v. 18, p. 355-360, 2004. ISSN 1570-7946. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1570-7946\(04\)80125-1](https://doi.org/10.1016/S1570-7946(04)80125-1).

CHIN, G. **Agile Project Management: how to succeed in the face of changing project requirements**. Amacom: New York, 2004.

CIRIC, D. et al.. **Agile vs. Traditional Approach in Project Management: Strategies, Challenges and Reasons to Introduce Agile**. Procedia Manufacturing, v. 39, p. 1407–1414, 2019. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2351978920303814>>.

COSTA, R. et al. **Como o Advento da Indústria 4.0 e o Incremento De Novas Tecnologias, Tais Como A Internet Das Coisas (Iot), Vêm Contribuindo Para A Otimização Do Desenvolvimento De Novos Produtos, Na Indústria Manufatureira?** 2018, Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2018. Disponível em: <[https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/como_o_advento_da_industria_4.0_e_o_incremento_de_novas_tecnologias__tais_como_a_internet_das_coisas_\(iot\)__vem_contribuindo...pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/1012/o/como_o_advento_da_industria_4.0_e_o_incremento_de_novas_tecnologias__tais_como_a_internet_das_coisas_(iot)__vem_contribuindo...pdf)>.

DA TRINDADE, G.; LUCENA, M.; **Rastreabilidade de Requisitos em Metodologias Ágeis: um Estudo Exploratório**. 17 Maio 2016, [S.l.]: Sociedade Brasileira de Computação, 17 Maio 2016. p. 478–485. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/sbsi/article/view/5997>>.

DEEMER, P. and BENEFIELD, G. **The scrum primer: An introduction to agile project management with scrum**. Version 1.04, 2007.

DINGSØYR, T.; NERUR, S.; BALIJE-PALLY, V.; MOE, N.B. **A decade of agile methodologies: towards explaining agile software development**. Journal of Systems and Software, v. 85, n. 6, p. 1213–1221, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2012.02.033>. Acesso em: 26 abr. 2023.

DRATH, R.; HORCH, A. **Industrie 4.0: Hit or hype?** IEEE industrial electronics magazine, v. 8, n. 2, p.56–58, 2014.

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

EDER, S. **Práticas de gerenciamento de projetos de escopo e tempo nas perspectivas das abordagens ágil e tradicional**. 2012. Tese de

Doutorado. Universidade de São Paulo.

ELNAGAR, S.; WEISTROFFER, H.; THOMAS, M. **Agile Requirement Engineering Maturity Framework for Industry 4.0**. In: THEMISTOCLEOUS, M.; RUPINO DA CUNHA, P. (Eds.) Information Systems. EMCIS 2018. Lecture Notes in Business Information Processing, vol. 341. Springer, Cham, 2019. https://doi.org/10.1007/978-3-030-11395-7_31

FADEL, A. C.; SILVEIRA, H. da M. **Metodologias ágeis no contexto de desenvolvimento de software: XP, Scrum e Lean**. Monografia do Curso de Mestrado FT-027-Gestão de Projetos e Qualidade da Faculdade de Tecnologia–UNICAMP, v. 98, p. 101, 2010.

FILHO, D. L. B. **Experiências com desenvolvimento ágil**. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 2008.

FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. 2016.

FITZGERALD, B.; STOL, K.-J.; O'SULLIVAN, R.; O'BRIEN, D. **Scaling Agile Methods to Regulated Environments: An Industry Case Study**. In: 2013 35th International Conference on Software Engineering (ICSE). San Francisco, CA, USA, 2013. pp. 863-872. DOI: 10.1109/ICSE.2013.6606635.

FRANCO, E. F. **Um modelo de gerenciamento de projetos baseado nas metodologias ágeis de desenvolvimento de software e nos princípios da produção enxuta**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado, 2007.

GRANRATH, Lorenz. **Large Scale Optimization Is Needed for Industry 4.0 and Society 5.0**. In: FATHI, M.; KHAKIFIROOZ, M.; PARDALOS, P. M. (Org.). **Optimization in Large Scale Problems: Industry 4.0 and Society 5.0 Applications**. 1. ed. [S.l.]: Springer International Publishing, 2019. p. 3–6. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007/978-3-030-28565-4_1.

GUSTAVSSON, T.; RÖNNLUND, P. **Agile adoption at Ericsson hardware product development**, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.13140/2.1.3781.3447>.

HIGHSMITH, J. **Agile Project Management: creating innovative products**. Boston: Addison-Wesley, 2004.

HODA, R.; NOBLE, J.; MARSHALL, S. **Developing a grounded theory to explain the practices of self-organizing Agile teams**. Empirical Software Engineering, v. 17, n. 6, p. 609-639, 2011.

HOUNGBÉ, M.; BARTHE-DELANOË, A.-M.; NÉGNY, S. **A systemic approach for agile biorefineries**. In: KISS, A. A.; ZONDERVAN, E.; LAKERVELD, R.; ÖZKAN, L. (Eds.). Computer Aided Chemical Engineering. Vol. 46. Elsevier, 2019. p. 1519-1524. doi:10.1016/B978-0-12-818634-3.50254-X..

HRON, M.; OBWEGESER, N. **Why and how is Scrum being adapted in practice: A systematic review**. Journal of Systems and Software, v. 183, 2021. doi: 10.1016/j.jss.2021.111110.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Securing the future of German manufacturing industry: Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Frankfurt, 2013.

KETTUNEN, P. **Adopting key lessons from agile manufacturing to agile software product development: A comparative study**. Technovation, v. 29, n. 6/7, p. 408, 2009.

LASI, H.; FETTKE, P.; KEMPER, H.-G.; FELD, T.; HOFFMANN, M. **Industry 4.0. Business & Information Systems Engineering**, Springer, v. 6, n.4, p. 239–242, 2014.

MACHADO JUNIOR, W. et al. **Controle de estoque: gestão de processos utilizando a ferramenta Kanban com o suporte da metodologia ágil Scrum**. Research, Society and Development, v. 8, n. 1, p. e2381531, 1 Jan 2019. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/531>.

MATTOS, C. M. et al. **A aplicação do Kanban como ferramenta de gestão em serviços de saúde: revisão integrativa**. Revista Científica de Enfermagem, [s. l.], p. 14-21, 2019.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre : Bookman, 1997.

OLIVEIRA, G. W. B.; JACINSKI, L. **Desenvolvimento De Questionário Para Coleta e Análise de Dados de uma Pesquisa, Em Substituição ao Modelo Google Forms**. 2017. 51 f. Universidade Tecnológica Federal Do Paraná, 2017. Disponível em: <http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8339/1/PG_COADS_2017_2_06.pdf>.

PICCHI, F. A. **Oportunidades da Aplicação do Lean Thinking Construção**. Ambiente Construído, v. 3, n. 1, p. 8–23, 2003. Disponível em: <<https://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3439/1853>>.

POPPENDIECK, M.; CUSUMANO, M. A. **Lean Software Development: A Tutorial**. IEEE Software, vol. 29, no. 5, pp. 26-32, Sept.-Oct. 2012. doi: 10.1109/MS.2012.107.

RIBEIRO, J. M. **O conceito da indústria 4.0 na confecção: análise e implementação**. 2017. Tese de Doutorado.

ROCHA, D. P.; SOUSA, J. C. **Gestão Da Qualidade: A Importância do Método Kanban como Ferramenta Gerencial**. Id on Line Rev. Mult. Psic., Maio/2021, vol.15, n.55, p. 449-468, ISSN:1981-1179.

RODRIGUES, Y. T.; SORDAN, J. E. **Competências Emergentes na Indústria 4.0: uma revisão sistemática da literatura**. 2019, Sertãozinho: [s.n.], 2019. p. 307–317. Disponível em: <https://sitefa.fatecertaozinho.edu.br/index.php/sitefa/article/view/75/59>.

RÜBMANN, M. et al. **The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries**. s.l.: The Boston Consulting Group, 2015.

SCHWABER, K. **SCRUM development process**. In: **Business Object Design and Implementation**. pp. 117-134, 1995. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4471-0947-1_11

SCHWABER, K. **Agile project management with Scrum**. USA: Microsoftpress, 2004.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **Guia do Scrum**. [S.l: s.n.], 2013.

SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. **The 2020 Scrum Guide**. 2020. Disponível em: <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>.

SCHWABER, K., SUTHERLAND, J., 2020. **The Scrum Guide - The Definitive Guide To Scrum: The Rules Of The Game**. Retrieved from. <https://www.scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-US.pdf#zoom=100>.

SILVA, R. M. da; SANTOS FILHO, D. J.; MIYAGI, P. E. **Modelagem de Sistema de Controle da Indústria 4.0 Baseada em Holon, Agente, Rede de Petri e Arquitetura Orientada a Serviços**. In: XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Natal, 2015.

STOPA, G. R.; RACHID, C. L. **SCRUM: Metodologia Ágil como Ferramenta de Gerenciamento de Projetos**. CES REVISTA, v. 33, n. 1, 2019. Disponível em: <https://seer.cesjf.br/index.php/cesRevista/article/view/2026/1315>.

THOMKE, S.; REINERTSEN, D. **Agile product development: Managing development flexibility in uncertain environments**. California Management Review, v. 41, n. 1, p. 8–30, 1998.

TOMÁS, M. R. **Métodos ágeis: características, pontos fortes e fracos e possibilidades de aplicação**. Lisboa (Portugal): [s.n.], 2009. Disponível em: https://run.unl.pt/bitstream/10362/2003/1/WPSeries_09_2009Tomas.pdf.

TOWLER, G.; SINNOTT, R. **Chemical engineering design: principles, practice and economics of plant and process design**. Butterworth-Heinemann, 2021.

VERSIONONE. **6th annual state of agile survey: The state of agile development**, 2011.

VERSIONONE. **8th annual state of agile development survey**, 2013. <http://stateofagile.versionone.com>.

WILDEMANN, H.; CARLSON, J. G. **Implementing Just-in-Time Concepts into European Companies**. Engineering Costs and Production Economics, v. 13, n. 1, p. 27-37, 1987.