

  <https://doi.org/10.56238/tecavanaborda-003>

Bruno Rodrigues de Andrade

Programa de Pós-graduação em Montagem Industrial,
Escola de Engenharia,
Universidade Federal Fluminense, Rio Janeiro, Niterói,
Brasil
E-mail: broandrade@gmail.com

Fernando B. Mainier

Programa de Pós-graduação em Montagem Industrial,
Escola de Engenharia,
Universidade Federal Fluminense, Rio Janeiro, Niterói,
Brasil
E-mail: fmainier@uol.com.br

RESUMO

Tendo em vista as diversas formas de gerenciamento dos Projetos de Engenharia, onde boa parte é orientada pela metodologia clássica de gestão do PMBOK® (Project Management Body of Knowledge), que define que o gerenciamento de projetos nada mais é do que a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para projetar atividades que visem atingir as expectativas das partes envolvidas em um projeto. Considerando que o mundo corporativo tem passado por diversas transformações decorrentes de movimentos naturais dos ciclos econômicos, como novos segmentos de mercado, novos modelos de negócio e avanço tecnológico ao alcance de todos, e que destacando que alguns fatores são o caminho para que um negócio prospere, tais como a capacidade de se adaptar, agilidade, planejamento voltado para tendências e estratégias de gestão de projetos para viabilizar as metas estipuladas. Acreditando que essa realidade, aumenta a cada dia a importância da eficácia dos projetos e, na mesma proporção, a disseminação de conhecimentos que envolvem o gerenciamento de projetos em resposta às exigências do mercado. Observando a eficácia da utilização das Metodologias Ágeis em projetos de TI e a discreta aplicação desta metodologia em projetos de Engenharia, torna-se importante explorar e discutir as diversas formas de gestão de projetos que se mostram eficazes, gerando menor desperdício de recursos de mão de obra com retrabalhos, por exemplo. São apresentados neste

trabalho uma visão das Metodologias Ágeis e das Metodologias Tradicionais visando os projetos industriais.

Palavras-chave: Metodologias Ágeis, Metodologias Tradicionais, Projetos de Engenharia, Equipamentos Offshore.

ABSTRACT

In view of the various forms of management of Engineering Projects, where a good part is guided by the classic management methodology of the PMBOK® (Project Management Body of Knowledge), which defines that project management is nothing more than the application of knowledge, skills and techniques to design activities that aim to meet the expectations of the parties involved in a project. Considering that the corporate world has undergone several transformations resulting from natural movements of the economic cycles, such as new market segments, new business models and technological advances available to all, and that highlighting that some factors are the way for a business to prosper, such as the ability to adapt, agility, planning geared to trends and project management strategies to make the stipulated goals feasible. Believing that this reality, the importance of project effectiveness increases every day and, in the same proportion, the dissemination of knowledge that involves project management in response to market demands. Observing the effectiveness of the use of Agile Methodologies in IT projects and the discreet application of this methodology in Engineering projects, it is important to explore and discuss the different forms of project management that prove to be effective, generating less waste of labor resources work with reworks, for example. This paper presents a vision of Agile Methodologies and Traditional Methodologies aimed at industrial projects.

Keywords: Agile Methodologies, Traditional Methodologies, Engineering Projects, Offshore Equipment.

1 INTRODUÇÃO

A definição mais acadêmica de um Projeto de Engenharia é a de um esforço temporário empreendido para alcançar um objetivo específico. Projetos são executados por pessoas, geralmente têm limitações de recursos e são planejados, executados e controlados. Objetivamente, pode ser dito que os projetos diferem dos processos ou das operações industriais, porque estes são contínuos e repetitivos, enquanto os projetos têm caráter temporário e único. Temporário porque todo projeto tem início e fim definidos. Único porque o produto ou serviço é, de algum modo, diferente de todos os produtos e serviços, ainda que da mesma área ou semelhantes.

Projetos são criados em todos os níveis da organização, em um único departamento da empresa ou fora suas fronteiras, como nas *joint ventures* e parcerias. Frequentemente, os projetos representam componentes críticos da estratégia de negócio das empresas. É muito comum que os projetos não sejam percebidos nas instituições, e assim, não são tratados como tal, e, muitas vezes, nem são gerenciados, causando desgastes. Os requisitos de um projeto variam em função do tempo e das características e das premissas condicionantes das solicitações feitas na época. Desta forma, as atividades no desenvolvimento do projeto devem se ordenadas num fluxo de trabalho claro e objetivo, evidenciando as etapas principais e de execução, para que possam ser planejadas e controladas [1-3].

Os Gerenciamentos para as fases de projeto e a fabricação de equipamentos offshore geralmente seguem o método de Gerenciamento em Cascata (*Waterfall*, em inglês), com sequências específicas e, estruturas de comando e controle desenvolvidas e implementadas para concluir o projeto dentro do prazo e do orçamento estabelecidos. O Método em Cascata, que se concentra em uma abordagem linear de cima para baixo, em que as ações anteriores raramente são revisadas e as lições aprendidas normalmente não são revisadas, pesquisadas ou reconhecidas até o final do projeto. De acordo com a pesquisa, uma estratégia linear é uma estratégia tradicional que consiste em fases sequenciais dependentes que são executadas sem ciclos de *feedback*. A solução do projeto não é divulgada até a fase final [4 - 6].

Uma gestão, se não conduzida de forma eficiente, pode gerar uma série de impactos negativos ao projeto, desde aos mais óbvios, como por exemplo, o aumento do custo em relação ao previsto inicialmente, a baixa qualidade dos equipamentos fabricados, a insatisfação de um cliente ou até os problemas mais profundos e intrínsecos relativos ao processo, como a desmotivação de membros da equipe. É possível que equipes desmotivadas possam gerar efeitos danosos aos projetos, como a falta de comprometimento com a entrega, diminuição da capacidade criativa, baixo nível de energia, entre muitos outros, afetando diretamente a entrega de um projeto no que diz respeito à qualidade, segurança, prazo e custo estimados.

Ao contrário dos projetos gerenciados pelo Método em Cascata, os projetos que utilizam as Metodologias Ágeis não têm fases sucessivas de Análise, *Design*, Desenvolvimento, Teste e Implementação. Essas atividades são executadas continuamente ao longo do projeto, o que significa que cada funcionalidade é testada à medida que é desenvolvida. Em outras palavras, não se espera que o projeto seja concluído antes de começar o teste e avaliações.

Visando avaliar as interações em um Projeto de Engenharia são apresentadas, a seguir, vários exemplos de Metodologias Ágeis nas fases de projeto e fabricação de equipamentos industriais.

2 METODOLOGIAS ÁGEIS

Segundo Beck *et al.* [7], as Metodologias Ágeis tiveram início em meados da década de 1990, quando um grupo de dezessete especialistas em processos de desenvolvimento de *software*, representando os métodos *Extreme Programming* (XP), *Scrum*, *DSDM*, e outros, estabeleceram princípios comuns compartilhados por todos esses métodos. O resultado foi a criação da Aliança Ágil e o estabelecimento do “Manifesto Ágil” (*Agile Manifesto*) anos depois.

Segundo Libardi e Barbosa [8], as Metodologias Ágeis são adaptativas ao invés de prescritivas. Desta forma, adaptam-se aos novos fatores durante o desenvolvimento de um projeto, ao invés de tentar prever tudo o que pode ou não acontecer no decorrer do desenvolvimento. Os métodos adaptativos ganharam destaque a partir do surgimento do *Agile Manifesto*.

Por serem adaptativos, os Métodos Ágeis trabalham com constante *feedback*, o que permite adaptar rapidamente a eventuais mudanças nos requisitos. Alterações essas que são, muitas vezes, críticas nas metodologias tradicionais ou conhecidas também como prescritivas, que não apresentam meios de se adaptar rapidamente às mudanças [8].

As metodologias prescritivas desenvolvem-se com base em documentação antecipada e detalhada em seu plano de projeto. A Metodologia Ágil define, desde o início, o contexto e datas-marco de projeto. Entretanto, sua documentação evolui a cada iteração, utilizando-se de mecanismos mais flexíveis e garantindo a visibilidade constante. Desta forma, as práticas e técnicas utilizadas pelos Métodos Ágeis, prometem aumentar a satisfação do cliente, produzindo um *software* de alta qualidade, com mais assertividade [9].

2.1 MANIFESTO ÁGIL

Embora alguns aspectos das Metodologias Ágeis com relação ao gerenciamento de projetos já existam por décadas, o conceito não havia sido definido até que o “Manifesto para Desenvolvimento Ágil de *Software*” fosse publicado [7]. A Gestão Ágil de projetos é definida pelo “Manifesto” e na verdade é um conjunto de regras que definem a abordagem ágil.

O Manifesto Ágil surgiu em 2001 que envolveu um encontro de dezessete especialistas na área, incluindo desenvolvedores, autores e consultores que propuseram quatro valores e doze princípios a serem utilizados na formulação e uso de novos modelos para gerenciamento e execução de projetos de desenvolvimento de *software*. Os doze princípios comuns que norteavam seus diferentes métodos é que os tornavam semelhantes entre si e diferentes dos métodos mais prescritivos [7], são:

- 1) A principal prioridade é satisfazer o cliente, através da entrega adiantada e contínua de *software* valorizado;
- 2) Aceitar mudanças de requisitos, mesmo no fim do desenvolvimento. Os processos ágeis se adequam as mudanças, para que o cliente possa tirar vantagens competitivas nas suas negociações ou no próprio projeto;
- 3) Entregar *software* funcionando com frequência, na escala de semanas e até de meses, com preferência aos períodos mais curtos;
- 4) Pessoas relacionadas aos negócios e desenvolvedores devem trabalhar em conjunto e diariamente, durante todo o curso do projeto;
- 5) Construir projetos ao redor de indivíduos motivados, fornecendo aos mesmos o ambiente e suporte necessários, além de confiar no trabalho executado;
- 6) O método mais eficiente e eficaz de transmitir informações rápidas para o grupo de desenvolvimento por meio de discussões frente a frente;
- 7) *Software* funcional é a medida primária de progresso;
- 8) Processos ágeis promovem um ambiente sustentável. Os patrocinadores, desenvolvedores e usuários, devem ser capazes de manter indefinidamente, passos constantes;
- 9) Contínua atenção a excelência técnica e ao bom *design*, aumenta a agilidade;
- 10) Simplicidade: a arte de maximizar a quantidade de trabalho que não precisou ser feita;
- 11) As melhores arquiteturas, requisitos e *designs* emergem de equipes auto-organizáveis;
- 12) Em intervalos regulares, a equipe reflete em como ficar mais efetiva. Então, através de acordos mútuos se ajustam e otimizam o seu comportamento.

Os valores do Manifesto Ágil envolvem valorizar a interação humana, gerenciar projetos através de práticas iterativo-incrementais, estimular maior colaboração com o cliente e proporcionar rápida resposta as mudanças [7]. Estes valores são descritos a seguir, de acordo com a visão de Cockburn [10]:

- **Indivíduos e interações** (processos e ferramentas): os métodos ágeis acreditam na importância do trabalho individual das pessoas sobre papéis e incentivam a interação entre os indivíduos. Embora seja necessário um processo definido e documentado, acredita-se que as novas alternativas e soluções podem surgir através da interação entre as pessoas,

sendo preferível utilizar um processo não documentado com boas práticas do que um processo documentado com poucas interações;

- **Software funcionando** (documentação abrangente): em projetos ágeis, *software* de qualidade funcionando é a única coisa que indica o que realmente foi construído pelas equipes. Documentos contendo requisitos, *design* e fluxos de telas, diagramas e demais informações do projeto podem ser úteis e deverão ser construídos apenas o suficiente para auxiliar no trabalho dos grupos.
- **Colaboração com o cliente** (negociação de contratos): este item explicita a colaboração entre o cliente que solicita o produto e a equipe que o desenvolve. Somente, quando ambas as partes trabalhando de forma colaborativa, tendo liberdade para solucionar os problemas surgidos de forma conjunta e estreitando as tomadas de decisão no trabalho, é que será possível atingir a satisfação do cliente, independentemente de cláusulas e contratos rígidos que não auxiliam em um clima de colaboração e confiança.
- **Responder as mudanças**: construir um plano é útil, e cada um dos métodos ágeis contém uma forma de planejamento específico das atividades, porém eles também possuem mecanismos para lidar com as mudanças de prioridades de forma rápida. Acredita-se que mudanças são ótimas oportunidades para que o produto de software desenvolvido seja mais aderente às necessidades do cliente, além de contribuírem para os resultados desejados.

Os principais Métodos Ágeis para desenvolvimento de *software* que foram debatidos pelos dezessete profissionais presentes no encontro que originou o “Manifesto”, estão relacionados na Tabela 1 contando com uma descrição resumida de cada método.

Tabela 1 – Métodos Ágeis discutidos no Manifesto Ágil

Método	Descrição	Ano
<i>Kanban</i>	Utilizado pelas organizações para gerenciar a criação de produtos com ênfase na entrega contínua e para ajudar as equipes a trabalharem em conjunto de forma mais eficaz. É baseado em 3 princípios básicos: visualizar o que você faz hoje (<i>workflow</i>), limitar a quantidade de trabalho em andamento (<i>WIP – Work In Progress</i> , em inglês) e agilizar o fluxo. O método promove a colaboração contínua e incentiva a aprendizagem definindo o melhor fluxo de trabalho da equipe possível [11, 12].	1953
<i>Scrum</i>	É um <i>framework</i> utilizado para construção de produtos complexos, e que possui três principais pilares de controle de processo: transparência, inspeção e adaptação. Valores estes, que auxiliam na antecipação de possíveis problemas, identificação de oportunidades e um melhor controle das demandas do projeto [9, 10].	1993
<i>Extreme Programming (XP)</i>	Preza pela qualidade do <i>software</i> e pela satisfação do cliente e adota os seguintes valores: comunicação, simplicidade, <i>feedback</i> , respeito e coragem. O XP propõe um processo leve, de desenvolvimento iterativo e com entregas constantes de pequenas partes da funcionalidade do software [13].	1996

<i>Dynamic Systems Development Method (DSDM)</i>	É baseado em nove princípios fundamentais que giram principalmente em torno de necessidades de negócio e valor, a ativa participação do usuário, equipes habilitadas, de entrega frequente, testes integrados, e colaboração de todos envolvidos. O método apela especificamente a "adequação à finalidade do negócio" como o critério principal para a entrega e aceitação de um sistema, focando a utilidade de 80% do sistema que pode ser implantado em 20% do tempo [14].	1997
<i>Feature-Driven Development (FDD)</i>	Baseado em "Resultados frequentes, tangíveis e funcionais". O método busca o desenvolvimento por funcionalidade, ou seja, por um requisito funcional do sistema. O FDD atua muito bem em conjunto com o <i>Scrum</i> , pois o <i>Scrum</i> atua no foco do gerenciamento do projeto e o FDD atua no processo de desenvolvimento [15].	1997

A valorização das pessoas, as entregas frequentes de valor, a adaptação, os ciclos iterativo-incrementais, o *feedback* constante, a antecipação de riscos e oportunidades, são características em comum entre esses Métodos Ágeis [10].

2.2 SISTEMA KANBAN

Conforme mencionado por Soares [16] o Sistema *Kanban* é um método inspirado no Sistema Toyota de Produção (STP), originário na produção industrial, que preza pela minimização de desperdícios e eliminação de gargalos. Para isso, utiliza a divisão do trabalho necessário para a conclusão do desenvolvimento de um item em diversas etapas, a visualização do trabalho em andamento dentro dessas etapas e a limitação da quantidade de itens processados simultaneamente (WIP - *Work in Progress*) em cada estágio do processo. Esta limitação do WIP visa a obtenção de um ritmo constante e sustentável, que possa ser mantido por um período indefinido de tempo, sem sobrecargas no time de desenvolvimento.

De acordo com Majchrzak e Stilger [17] o nome *Kanban* tem origem japonesa e pode ser traduzido como cartão ou sinal, atuando como um mecanismo de controle de fluxo e incorporando estabilidade e previsibilidade a estoques considerados suscetíveis às mudanças de mercado. A ideia de *Kanban* enquanto um método para o desenvolvimento de *software* inspirada no STP, foi criada e primeiramente colocada em prática em um projeto na empresa Corbis, entre os anos de 2006 e 2007.

O *Kanban* é popular na indústria de desenvolvimento de *software* devido à sua facilidade de implementação, uso de controles visuais, gerenciamento eficiente do trabalho em andamento e foco incansável na melhoria contínua do processo. O sucesso do *Kanban* também depende da implementação de políticas explícitas e ciclos de *feedback*. No geral, o *Kanban* é conhecido como o melhor método para executar o pensamento *Lean* na prática [18].

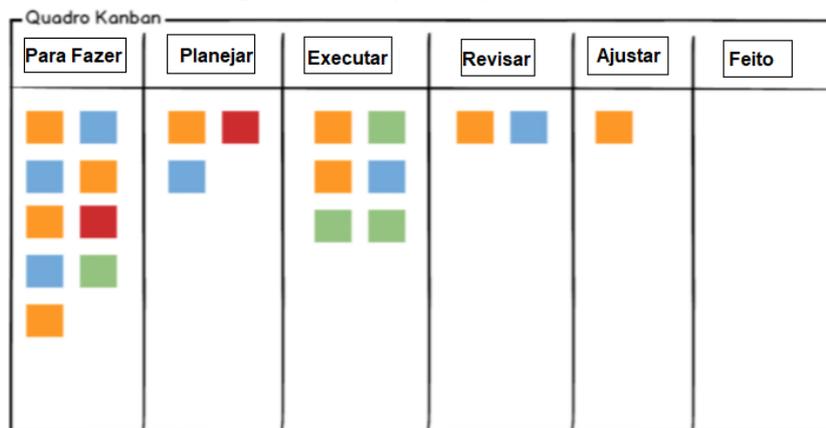
O *Kanban* utiliza um quadro que é uma ferramenta empregada para visualizar o fluxo de trabalho da metodologia. Essa ferramenta apoia o princípio *Lean* de “otimizar o todo”, demonstrando o que precisa ser feito, o trabalho em andamento (WIP) e o que foi concluído. O quadro *Kanban* possui colunas que representam os estágios do fluxo de trabalho do processo de desenvolvimento e o número de histórias de usuários em cada coluna é limitado para gerenciar o fluxo de trabalho. Nesse contexto, uma história de usuário é uma simples e natural explicação de linguagem de um recurso do sistema.

O quadro *Kanban* conforme mostra a Figura 1, a seguir, pode ter colunas para as tarefas serem concluídas, tarefas em andamento, tarefas em testes e tarefas executadas. Cada história de usuário tem uma ou mais tarefas relacionadas a ela [19]. Os desenvolvedores concentram-se exclusivamente em uma história de usuário em andamento e garantem que os itens de trabalho sejam concluídos antes de começar a trabalhar em uma nova história de usuário. A história do usuário é movida para a próxima coluna quando concluída, "puxando" outras histórias da coluna anterior. Isso é conhecido como o sistema *Pull* [20].

Segundo Li [20] o *backlog* ou fila prioritizada é definida como uma lista que contém itens de trabalho que ainda serão executados. Diferentes critérios podem ser aplicados para priorizar essas filas

que podem ser priorizados por importância, urgência ou valor. Além disso, os critérios de inclusão, um dos elementos mais importantes do *Kanban*, garantem que todos os itens de trabalho adicionados ao *backlog* e, por fim, ao Conselho de Administração, criam valor para o cliente.

Figura 1 - Exemplo de Quadro Kanban

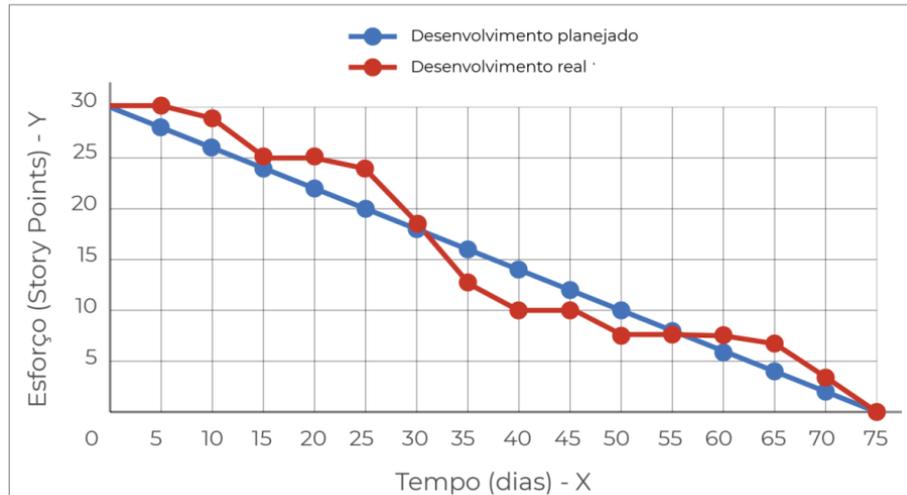


Fonte: Oliveira [21].

Cycle Time é um termo cuja definição os pesquisadores ainda não chegaram a um acordo. Alguns pesquisadores o definem como o tempo necessário para iniciar e completar um recurso, e outros como o tempo entre entregas de tarefas. Independentemente de qual seja a definição exata, este elemento é a motivação para a eficácia e eficiência do processo, porque é usado para medir o desempenho geral. As Ferramentas de Medição de Desempenho são usadas para determinar o desempenho do projeto *Kanban* [20]. O desempenho pode ser medido diariamente por meio de gráficos de *burndown* ou com diagramas de fluxo cumulativos baseados no *WIP* e *Lead Time*. A Figura 2 apresenta um exemplo de gráfico *Burndown*.

No gráfico de *Burndown*, existem dois eixos: o eixo horizontal X, que representa o tempo de um *Sprint* (ou qualquer outra iteração em metodologias diferentes) e o eixo Y, que representa o esforço necessário para completar o *Sprint*, geralmente medido no *Scrum* como *Story Points* (pontos de histórias, em português), por exemplo.

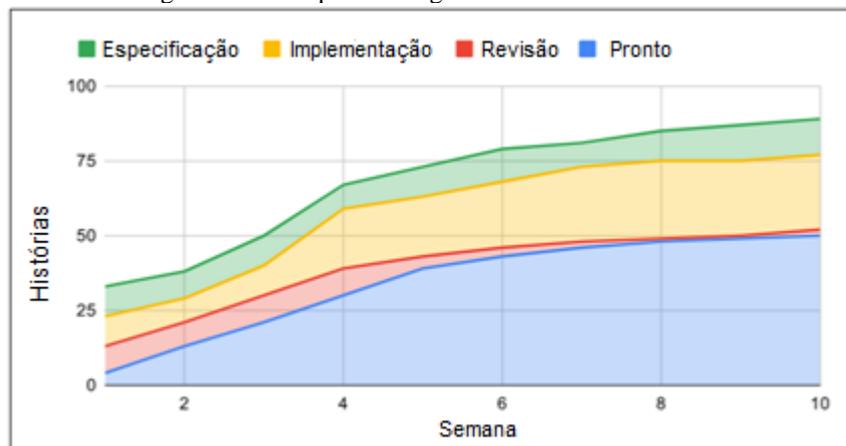
Figura 2 – Exemplo de Gráfico *Burndown*



Fonte: Oliveira [21].

Em um Diagrama de Fluxo Cumulativo, a faixa inferior corresponde à coluna mais à direita do quadro *Kanban*. No exemplo apresentado na Figura 3, a coluna Pronto (na cor azul), a partir dela, são empilhadas as demais colunas, da direita para a esquerda do quadro. Assim, a última coluna empilhada, no exemplo, é a Especificação.

Figura 3 – Exemplo de Diagrama de Fluxo Cumulativo



Fonte: <https://engsoftmoderna.info/artigos/cfd.html>.

2.3 SISTEMA SCRUM

De acordo com Vinicius *et al.* [22] o *Scrum* foi criado em meados dos anos 1990, inicialmente como uma metodologia de desenvolvimento orientada a objetos com alto grau de iteração, sendo Mike Beedle, Ken Schwaber e Jeff Sutherland como os principais mentores desta metodologia. O *Scrum* é um *framework* ou arcabouço conceitual, em português, que foi criado seguindo conceitos do *Lean*, para auxiliar o desenvolvimento de *softwares*. Possui três principais pilares de controle de processo: transparência, inspeção e adaptação. Valores estes, que auxiliam na antecipação de possíveis problemas, identificação de oportunidades e um melhor controle das demandas do projeto.

A palavra *Scrum* é o nome de uma jogada típica do esporte *Rugby*, onde as duas equipes se agrupam, frente a frente, para que juntos empurrem o time adversário à frente para assumir o controle da bola. O termo *Scrum* para fundamentos do método foi introduzido por Nonaka e Takeuchi [23] em um estudo publicado na *Harvard Business Review* em 1986, onde foi abordada uma analogia entre equipes de desenvolvimento de novos produtos e equipes do jogo *Rugby*, que através de maior autonomia conseguem atingir a excelência.

O estudo mostra, para esta abordagem, que são necessárias seis principais características: produção em incrementos, fases de desenvolvimento de sobreposição, equipes auto-organizadas, controle sutil, multiconhecimento e transferência de aprendizagem organizacional. Cada uma dessas características por si só não garante velocidade e flexibilidade, mas tomando como um todo, elas podem produzir um poderoso conjunto de novas dinâmicas e fazer a diferença no processo e nos resultados [22].

Baseados no estudo de Nonaka e Takeuchi [24], que relatam uma necessária mudança das empresas no desenvolvimento de novos produtos para se destacarem no mercado que se tornava cada vez mais competitivo, Jeff Sutherland e Ken Schwaber publicam no ano de mil novecentos e noventa e cinco um artigo referente a criação do método *Scrum* para desenvolvimento de *software*. Segundo Sutherland [9] antes do *Scrum* ser criado, o desenvolvimento de *softwares* era executado com base no “Método em Cascata”. Porém, na grande maioria dos casos, o desenvolvimento era lento, imprevisível e muitas vezes, não resultava em um produto que as pessoas quisessem ou, ainda, estivessem dispostas a pagar. Atrasos de meses ou até anos eram comuns. Para superar essas falhas, os autores inventaram a metodologia e desde seu nascimento, a estrutura do *Scrum* se tornou a maneira como o setor de tecnologia se baseia para criar *softwares* e produtos.

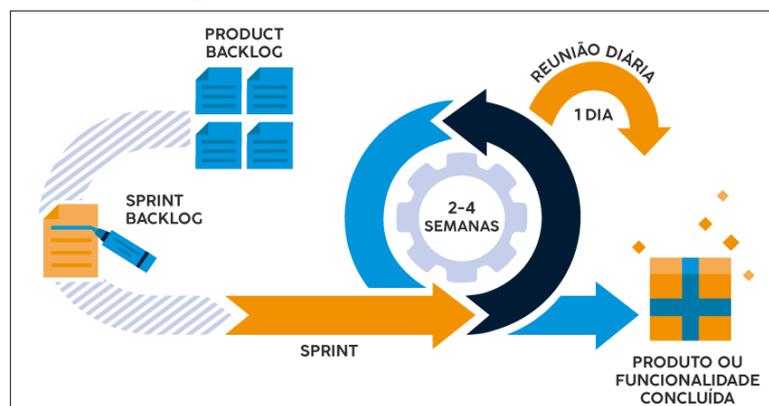
O *Scrum* está baseado nas teorias empíricas de controle de processo. O empirismo afirma que o conhecimento vem da experiência de tomar decisões baseadas nos conhecimentos. O *Scrum* emprega uma abordagem iterativa e incremental para aperfeiçoar a previsibilidade e o controle de riscos [9].

A adoção de um Método Ágil para desenvolvimento de *software* gera um grande impacto significativo sobre as pessoas, devido às expectativas esperadas da organização, clientes, parceiros e fornecedores. O guia oficial do método, chamado ‘*Scrum Guide*’ [25], relata que o ‘*Scrum Master*’ tem a responsabilidade de exercer o papel designado como a propagação dos princípios, método e boas práticas que sustentam o método entre todos os envolvidos. Os projetos que utilizam *Scrum* como método de desenvolvimento, possuem um ciclo de vida composto por três fases: *pre-game*, caracterizada pela união das fases de planejamento; *game*, que equivale à fase de desenvolvimento e *post-game*, que equivale à fase posterior a entrega do produto [22].

O desenvolvimento do produto, conforme apresentado na Figura 4, a seguir, é dividido em ciclos, chamados de *Sprints*. O *Sprint* representa um *timebox* de duas a quatro semanas dentro do qual um conjunto de atividades devem ser planejadas e executadas [25]. A figura 4, a seguir, ainda apresenta a ilustração da metodologia *Scrum* e como o *Sprint* se encaixa no processo, respectivamente. O *Sprint* é uma única tarefa ou grupo de tarefas relacionadas que são atribuídas a uma Equipe Funcional. Essa equipe fornece atualizações diárias sobre o progresso nas reuniões do *Scrum*, permitindo, assim, que todas as partes interessadas tenham a chance de acompanhar as atualizações, oferecer conselhos e participar do processo do início ao fim.

Conforme apresentado por Streule [26], “Os benefícios mencionados do *Scrum* foram uma maior transparência, melhor comunicação e colaboração, melhor fluxo de informações e desenvolvimento de projeto mais rápido”, mostrando, portanto, como a aplicação do *Scrum* é benéfica.

Figura 4 – Fluxo das Atividades do *Scrum*



Fonte: www.tecnicon.com.br.

Uma equipe de projeto assume um caráter de auto-organização quando existe autonomia e controle sobre suas atividades com maior participação entre todos os envolvidos, pressupondo que essa interação gere melhores resultados [24]. O *framework Scrum* é composto por várias cerimônias, que visam criar uma rotina e diminuir a quantidade de reuniões não definidas pelo *framework*, com oportunidades para inspecionar e adaptar algo que possa ser melhorado [25].

Sprint Planning é uma reunião em que é planejado o que será realizado durante a *Sprint*. Sabendo o número de dias que poderão trabalhar efetivamente, a equipe define a quantidade de esforço para o período e estima as tarefas priorizadas pelo *Product Owner*, formando um conjunto de tarefas que deverão ser desenvolvidas durante a *Sprint* [25].

A *Daily Meeting* é uma reunião feita todos os dias para sincronizar a equipe e deixar todos a par dos acontecimentos, e dos avanços de cada um. O *Scrum Master* coordena esta reunião que tem limite de tempo de 15 minutos, onde todos participam e deve sempre ocorrer no mesmo horário e no

mesmo lugar. Nesta reunião cada um da equipe deve se responder a três perguntas: O que eu fiz ontem que ajudou o Time de Desenvolvimento a atender a meta da *Sprint*? O que eu farei hoje para ajudar o Time de Desenvolvimento a atender a meta da *Sprint*? Eu vejo algum obstáculo que impeça a mim ou o Time de Desenvolvimento no atendimento da meta da *Sprint*? [25].

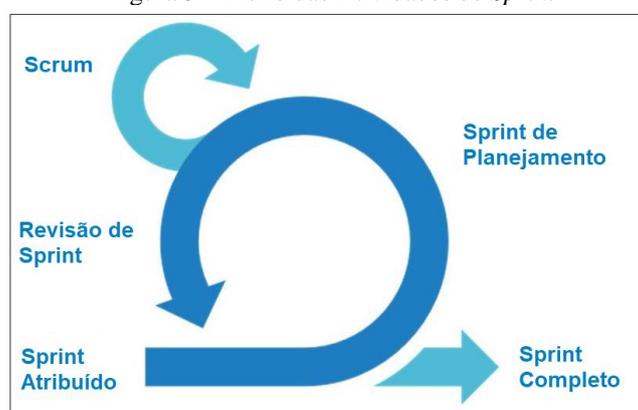
A reunião chamada de *Sprint Review* é realizada ao final da *Sprint* para uma revisão das atividades que foram planejadas para o período. Os participantes são os integrantes do time *Scrum* (PO, SM e Time de Desenvolvimento). Nesta reunião, o PO verifica o que está pronto, e o que não está e toma conhecimento do que foi desenvolvido durante a *sprint*, sendo apresentadas pelo Time de desenvolvimento [25].

A *Sprint Retrospective* também é realizada ao final da *Sprint* para que o time possa se auto inspecionar, encontrar acertos e erros, e definir planos de ação para tentar corrigir o que não saiu como o esperado, buscando a melhoria contínua [25].

Conforme detalhado na Figura 5, a seguir, o *Sprint* ou tarefa é atribuído ao grupo funcional. O processo de planejamento e a execução se iniciam. Usando o *Scrum* diário e a revisão de *Sprint*, o processo continua até que toda a tarefa seja concluída e aceita por todas as equipes. Deve-se reconhecer que vários *Sprints* ou tarefas podem estar em andamento e a maioria das tarefas não será concluída ao mesmo tempo.

De acordo com Streule [26] os estudos mostraram outras áreas potenciais de benefícios para a equipe de construção pesada, e como "*Scrum* diário pode ser benéfico para informar empresas de construção pesada sobre o andamento da obra e da meta diária (*Sprint*) de outras empresas que também estejam trabalhando no local.". Obviamente, quanto mais envolvida a equipe completa estiver no dia a dia, mais em sintonia com o andamento geral do projeto e como seu trabalho impacta a conclusão geral do trabalho.

Figura 5 – Fluxo das Atividades de *Sprint*



Fonte: Adaptado de "*UX and Agility: 1 Sprint Ahead*" (Kuter [27]).

Das Metodologias Ágeis disponíveis, muitas identificam o *Scrum*, *Sprints* e Equipes Funcionais como sendo os mais adequados para a construção e fabricação. Nos estudos de Ilieva *et al.*[28], Svensson e Höst [29], Sillitti e Succi [30], Mann e Maurer [31], eles relataram que a adoção da metodologia *Scrum* ajuda a simplificar a comunicação com o resto da empresa, auxilia no desenvolvimento das habilidades profissionais e interpessoais dos funcionários, leva a uma redução dos excessos de custos, proporcionando uma documentação mais ágil e objetiva e, mantém um relacionamento mais satisfatório com o cliente. Claramente, ao implementar o *Scrum*, a empresa constrói relacionamentos mais fortes com os funcionários e Equipes Funcionais focadas em tarefas.

Ao fornecer aos funcionários a oportunidade de ingressar em Equipes Funcionais específicas, eles têm a chance de assumir o controle do processo e, assim, se tornar um membro da equipe mais engajado. Segundo Moreira [32], “... O engajamento do funcionário se concentra em capacitar os funcionários para que eles possam se auto-organizar em equipes e possam assumir e fazer parte do processo de tomada de decisão em seu próprio nível no *Scrum*, você usaria um *Sprint* para desenvolver um lote de trabalho para que essas equipes assumam a responsabilidade e sejam encarregadas de toda a tarefa do início ao fim”.

Como acontece com a maioria dos empreendimentos, o objetivo final de qualquer projeto é ter sucesso fiscal. Moreira [32] lembra que “O benefício comercial final de se tornar ágil é que isso pode gerar mais dinheiro para a empresa. Se você está realmente comprometido em capacitar seus funcionários, então irá fornecer um ambiente de trabalho onde eles se sintam responsáveis pelo trabalho e possam tomar suas próprias decisões, e eles estarão mais motivados para ativar sua capacidade intelectual, melhorando o moral e aumentando a probabilidade de que eles farão um esforço extra para criar um produto de qualidade.”. Se o empoderamento dos funcionários, conforme descrito, resultar em melhor eficiência, então as empresas devem executar, por todos os meios, os sistemas que levarão a esse empoderamento. No geral, os projetos de fabricação que utilizam o *Scrum*, *Sprints* e Equipes Funcionais têm a melhor chance de melhorar a eficiência e entrega do projeto [26].

A adoção de *Scrum* é um grande desafio, uma quebra do paradigma de produção tradicional. As metodologias tradicionais de desenvolvimento de *software* desenvolvem-se baseadas em documentação antecipada e detalhada em seu plano de projeto. Já as Metodologias Ágeis definem desde o início o contexto e datas-marco de projeto. Entretanto sua documentação evolui a cada iteração, utilizando-se de mecanismos de controle para controlar a flexibilidade e garantir a visibilidade [7]. Desta forma, as práticas e técnicas utilizadas pelo método ágil *Scrum* prometem aumentar a satisfação do cliente produzindo *software* de alta qualidade e com alta produtividade [33].

2.4 SISTEMA EXTREME PROGRAMMING

O Sistema *Extreme Programming* ou XP é um processo de desenvolvimento que busca garantir que o cliente receba o máximo de valor de cada dia de trabalho da equipe de desenvolvimento. Ela é organizada em torno de um conjunto de valores e práticas que atuam de forma harmônica e coesa para assegurar que o cliente sempre receba um alto retorno do investimento [34]. A XP é um processo de desenvolvimento de *software* voltado para:

- Projetos cujos requisitos são vagos e mudam com muita frequência;
- Desenvolvimento de sistemas orientados ao objeto;
- Equipes pequenas, preferencialmente até 12 desenvolvedores;
- Desenvolvimento incremental (ou iterativo), em que o sistema começa a ser implementado logo no início do projeto e vai ganhando novas funcionalidades ao longo do tempo.

A XP se baseia em quatro valores fundamentais: o feedback, a comunicação, a simplicidade e a coragem. Segundo Teles [34], a equipe precisa ser corajosa e acreditar que, utilizando as práticas e valores da XP, será capaz de fazer o *software* evoluir com segurança e agilidade.

Na ótica de Teles [34] o sistema XP se baseia em doze práticas – Cliente Presente, *Stand up Meeting*, Programação em Par, Desenvolvimento Guiado pelos Testes, *Refactoring*, Código Coletivo, Código Padronizado, *Design* Simples, Metáfora, Ritmo Sustentável, Integração Contínua e *Releases* Curtos – que devem ser seguidas por toda a equipe, com o intuito de acompanhar apropriadamente a metodologia apresentada, caso não seja feito, aumentam as chances de gerar retrabalho e desperdício de esforço e tempo.

Aplicar a XP em equipes de desenvolvimento não é um processo simples e muitas vezes, pode ser considerado impossível. A maior dificuldade na implantação desta metodologia se dá devido às diferenças culturais dentro das empresas e equipes de desenvolvimento. A XP deve ser aplicada em empresas que produzam *software* de maneira dinâmica, com praticidade e facilidade, evitando a produção em massa onde se encaixaria melhor a Modelo Cascata. Portanto, o uso da XP deve ser feito em empresas que primam por processos dinâmicos de desenvolvimento, baseados na resposta do cliente e no aprendizado contínuo de todos os integrantes da equipe. A Tabela 2 elenca algumas situações em que o uso da XP não é recomendado.

Tabela 2 – Exemplos de situações que o Sistema XP não é utilizável

Situação	Descrição
Contratos de escopo fechado	Dada à natureza flexível da XP o fato do cliente esperar um produto final no prazo, gera um desconforto entre as partes. Em suma, o cliente não será parte do time.
Política de premiações	Prêmios individuais não são recomendados, pois a metodologia dá ênfase à coletividade.

Clientes exigem documentação	XP é baseada em agilidade e flexibilidade, e não recomendada em projetos onde o cliente quer o processo minuciosamente descrito. A XP utiliza a documentação de forma moderada.
Equipe alheia a mudanças	A XP é inviável caso a equipe seja resistente a mudanças, visto que adotar a metodologia exige dedicação.
Desenvolvedores de baixa qualidade	Se os membros da equipe responsável pelo desenvolvimento não forem capacitados, a adoção da XP é dificultada.

Fonte: Adaptado de Teles [34].

2.5 MODELO AGILE EM LARGA ESCALA

Muitas empresas acreditam que as Metodologias Ágeis somente são aplicadas para pequenos grupos ou projetos que não demandem tanta complexidade, ou ainda, onde os membros de equipe encontram-se todos dentro de uma mesma localidade. A seguir, são apresentados modelos ágeis em larga escala existentes.

2.5.1 Sistema SAFe – *Scaled Agile Framework*

O objetivo do SAFe é sintetizar um corpo de conhecimento, juntamente com as lições aprendidas de centenas de implantações, criando, dessa forma, um sistema de práticas integradas e comprovadas que melhoraram o engajamento do funcionário, o *time-to-market*, a qualidade da solução e a produtividade da equipe. Algumas adaptações e personalizações podem ser necessárias, pois nem todas as práticas recomendadas pelo Sistema SAFe serão aplicadas igualmente em todas as circunstâncias. O SAFe é baseado em nove princípios *Lean e Agile*, subjacentes e imutáveis. Esses princípios e conceitos econômicos inspiram e informam os papéis e práticas do SAFe [35].

2.5.2 Sistema LeSS – *Large-Scale Scrum*

Este sistema pode ser considerado como um Sistema *Scrum* em larga escala, não é novo e veio para melhorar o *Scrum*. Não é um Sistema *Scrum* aplicado a cada time com uma camada em cima do *Scrum*. Na verdade, é descobrir como aplicar os princípios, propósitos, elementos e a elegância do *Scrum* em um contexto de larga escala da forma mais simples possível. Como *Scrum* e outros *frameworks* ágeis, LeSS é uma metodologia pouco exigente com um alto grau de impacto [36].

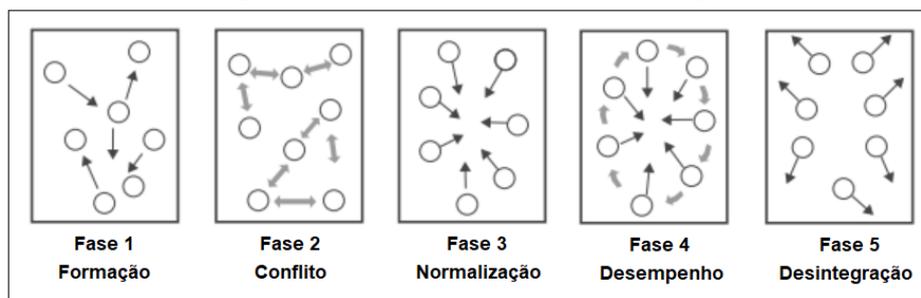
2.6 MODELO DE TUCKMAN

Tuckman [37], em seus estudos, realizou extensas revisões de literatura onde foram analisados diversos artigos científicos que tratavam a respeito da formação de equipes. Em seu primeiro estudo Tuckman propôs quatro fases e, anos depois, após uma revisão do seu estudo [38], definiu as cinco fases de formação de equipes, representadas, a seguir, na Figura 6.

O modelo Tuckman consta das seguintes fases:

Fase 1 - Formação: É a primeira fase de formação de equipes, e muito importante, pois é onde os membros da equipe conhecem uns aos outros e trocam algumas informações pessoais. É caracterizada por sentimentos como insegurança e incerteza em relação aos objetivos do grupo, à estrutura e à liderança. Este momento exige a definição de regras, é preciso orientação dos integrantes para que entendam o contexto e os objetivos em que estão reunidos para realizar algo e por isso há a necessidade e dependência de uma liderança ou chefia que explique, ordene e faça iniciar.

Figura 6 – Fases de Desenvolvimento de Grupo



Fonte: Zannelli *et al.*[39].

Fase 2 - Conflito: Esta fase é caracterizada por possuir diversos níveis de conflitos, onde existem confrontos de diferentes ideias, desunião, tensão e hostilidade. Os indivíduos já reconhecem a existência do grupo, mas demonstram resistência em relação aos limites da individualidade e por isso aspectos emocionais podem impactar nos resultados trabalho e nas relações interpessoais. Após o encerramento desta etapa, a hierarquia passa a ficar claro para os membros da equipe.

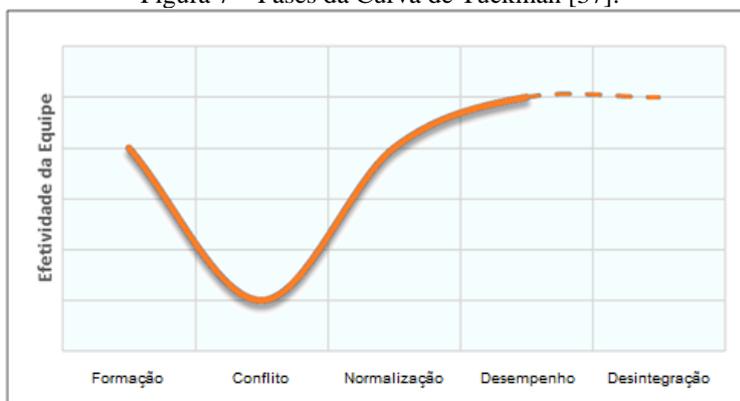
Fase 3 - Normalização: fase em que os integrantes passam a se conhecer melhor buscando pontos de equilíbrio para atingir um objetivo compartilhado. A equipe busca eliminar as diferenças para tornar o trabalho mais agradável e produtivo, com isso se tornam mais próximos e as ações se tornam mais coordenadas, o que torna a equipe mais sólida.

Fase 4 - Desempenho: estágio onde a equipe se torna produtiva e se mantém em melhoria contínua para agregar mais valor aos resultados. A equipe atinge maturidade para atingir seus objetivos e se torna desnecessário a presença de uma liderança, pois com uma visão clara de como atuar na execução das tarefas a equipe se torna auto organizável.

Fase 5 - Desintegração: é o estágio final do desenvolvimento da equipe. Fase em que os objetivos foram atingidos ou o prazo encerrado ou por algum outro acordo, necessário para que haja um processo de liberação, talvez recolocação em outras equipes, realizando este momento de forma construtiva e positiva e por isso o papel do gestor volta a ser necessário para apoiar esta reorganização.

Tuckman [37] descreve que existe uma curva de aprendizagem e de adaptação perante o ambiente, papéis dos integrantes, demandas e tecnologia, sendo possível visualizar essa curva através da diagramação da Figura 7.

Figura 7 – Fases da Curva de Tuckman [37].



Um estudo realizado por Whelan [40] flexionou a perspectiva de formação de equipes proposta por Tuckman [37] com a produtividade. O pesquisador obteve resultados que concluíram que equipes pequenas, de três a nove integrantes, possuem uma produtividade maior do que equipes com mais de nove integrantes. Whelan [40] também validou que apenas equipes pequenas seguem a curva de Tuckman [37]. Considerando o conceito de equipes pequenas de Whelan [40] pode-se associar com a abordagem dos princípios Ágeis, que também defende a formação de equipes pequenas.

3 GERENCIAMENTO TRADICIONAL DE PROJETOS

De acordo com o PMBOK® [41] o Gerenciamento de Projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas nas atividades do projeto, a fim de atender aos seus requisitos. Ele pode ser mais bem explicado através dos processos que o compõem, que podem ser reunidos em:

- Cinco grupos de processos – Iniciação, Planejamento, Execução, Controle e Encerramento;
- Nove Áreas de Conhecimento – Gerenciamento da Integração do Projeto, Gerenciamento do Escopo do Projeto, Gerenciamento do Tempo do Projeto, Gerenciamento dos Custos do Projeto, Gerenciamento da Qualidade do Projeto, Gerenciamento dos Recursos Humanos do Projeto, Gerenciamento da Comunicação do Projeto, Gerenciamento dos Riscos do Projeto e Gerenciamento de Aquisições do Projeto.

A Equipe do Projeto gerencia os trabalhos envolvidos nele, que geralmente envolvem o balanceamento de demandas conflitantes do escopo, tempo, custo, risco e qualidade do projeto; a satisfação de diferentes interessados (*stakeholders*) com diferentes necessidades e expectativas; e o alcance dos requisitos estabelecidos.

O Termo Gerenciamento de Projetos é às vezes utilizado para descrever uma abordagem organizacional ao gerenciamento de operações rotineiras. Essa abordagem trata muitos aspectos das operações rotineiras como projetos, a fim de aplicar as técnicas de Gerenciamento de Projetos a elas, o que também é chamado de gerenciamento por projetos.

Os projetos são caracterizados por quatro características: um grupo de pessoas, um objetivo, tempo e dinheiro limitados e um certo nível de incerteza sobre se os objetivos serão alcançados. Os gerentes de projeto estão envolvidos em todos esses aspectos, o que torna a supervisão e a direção de um projeto uma tarefa complexa. Seguir estas linhas os ajudará a maximizarem o potencial de sucesso dos seus projetos, ajudando-os a abordar cada elemento do seu projeto no momento certo e com o nível certo de detalhes para o tamanho e a complexidade do seu projeto [42]. Dentre os principais benefícios da utilização do gerenciamento de projetos, podem-se destacar:

- Evita surpresas durante a execução dos trabalhos;
- Permite desenvolver diferenciais competitivos e novas técnicas, uma vez que toda metodologia está sendo estruturada;
- Antecipa as situações desfavoráveis que poderão ser encontradas, para que ações preventivas e corretivas possam ser tomadas antes que essas situações se consolidem como problemas;
- Adapta os trabalhos ao mercado consumidor e ao cliente;
- Disponibiliza o orçamento antes do início dos gastos;
- Agiliza as decisões, já que as informações estão estruturadas e disponibilizadas.

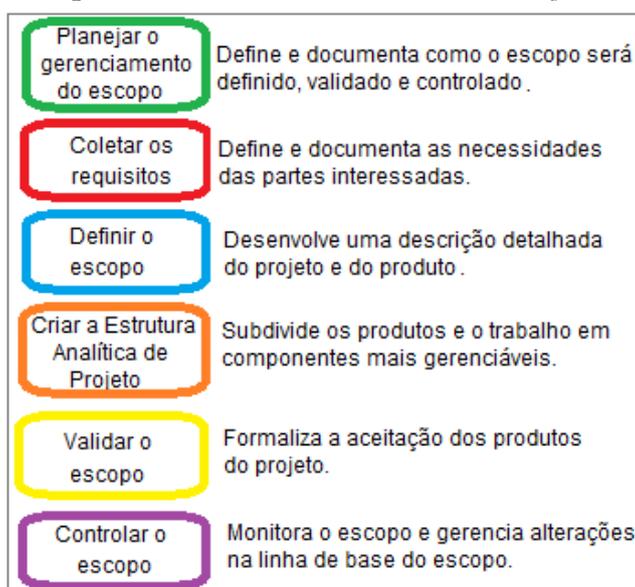
3.1 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO GERENCIAMENTO DE INTEGRAÇÃO

O gerenciamento de integração do projeto contém processo e atividades que tem o propósito de identificar, definir, combinar, unificar e coordenar os processos e as atividades dos grupos de processos de gerenciamento. Quais sejam: Termo de Abertura do Projeto e o Plano de Gerenciamento do Projeto.

3.2 TÉCNICAS DO GERENCIAMENTO DE ESCOPO

Segundo o Guia PMBOK® [41], o Gerenciamento de Escopo de projeto inclui os processos necessários para assegurar que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e apenas o necessário, para que termine com sucesso. Preocupa-se principalmente em definir e controlar o que está e não está incluso no projeto, podendo ser representado, a seguir, pela Figura 8, com base nas melhores práticas do Guia PMBOK® [41]:

Figura 8 – Processos do Gerenciamento do Projeto



3.3 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO GERENCIAMENTO DE TEMPO

Para gerenciar o término pontual de um projeto, definem-se como necessários seis processos. Quais sejam: 1) Definir as Atividades; 2) Sequenciar as Atividades; 3) Estimar os Recursos das Atividades; 4) Estimar as Durações das Atividades; 5) Desenvolver o Cronograma; 6) Método do Caminho Crítico (PERT/CPM).

3.4 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO GERENCIAMENTO DE CUSTOS

Segundo Scarpin [42], a globalização fortalece a acirrada competitividade por disputa de mercado, aliada a existência de diferentes sistemas de custos disponíveis, tem levado as empresas a formularem os preços de venda de seus produtos. As dificuldades que vêm sendo enfrentadas para fixar o preço de venda de seus produtos, residem no fato de que as mesmas precisam trabalhar com margens cada vez mais reduzidas de lucros e, manter uma administração de custos competente para conseguir alcançar os resultados desejados. Outra dificuldade advém do fato de que a maioria das empresas considera apenas os custos para a formação do preço de venda. A fixação errônea no preço do produto pode prejudicar de forma significativa a competitividade da empresa, seja pelo fato de inviabilizar a lucratividade de um produto, ou seja, elevando muito o seu preço e tornando a sua venda inviável diante dos preços praticados pelos concorrentes.

A Previsão de Demanda desempenha um papel importante nas áreas de gestão das organizações, principalmente na área Financeira e de Recursos Humanos. Na área Financeira, devido ao planejamento da necessidade de recursos. Já na área de Recursos Humanos refere-se ao planejamento de modificações do nível da força de trabalho. Isto remete ao fato de que erros nas

previsões ou na ausência de um modelo estruturado podem levar a empresa a tomar decisões estratégicas errôneas, sujeita a diversos problemas decorrentes.

3.5 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO GERENCIAMENTO DE QUALIDADE

Entre especialistas e usuário, surgiram classificações sobre a forma de agrupar e utilizar algumas das ferramentas mencionadas, por exemplo, ferramentas de controle ou de planejamento. Outras, utilizadas com menos frequência ou mais aplicáveis a determinados contextos, fazem parte do acervo característico, mas não recebem classificações específicas [44].

Desta forma pode ser citado o *Brainstorming*, que é um processo de grupo que os indivíduos emitem ideias de forma livre, sem críticas, no menor espaço de tempo possível. Os grupos devem ter entre cinco e doze pessoas, e é recomendável que a participação seja voluntária, com regras claras e prazo determinado. Devem ser utilizados facilitadores adequadamente treinados para lidar com os grupos. O propósito do *Brainstorming* é lançar e detalhar ideias com certo enfoque, originais e em uma atmosfera sem inibições. Busca-se a diversidade de opiniões a partir de um processo de criatividade de equipes [44].

A Carta de Controle é um tipo específico de gráfico de controle que serve para acompanhar a variabilidade de um processo, identificando as suas causas comuns (intrínsecas ao processo) e as especiais (aleatórias). As causas comuns estão relacionadas ao funcionamento do próprio sistema (por exemplo, projeto e equipamentos), enquanto as causas especiais refletem ocorrências fora dos limites de controle (por exemplo, falha humana, queda de energia e matéria-prima em não conformidade).

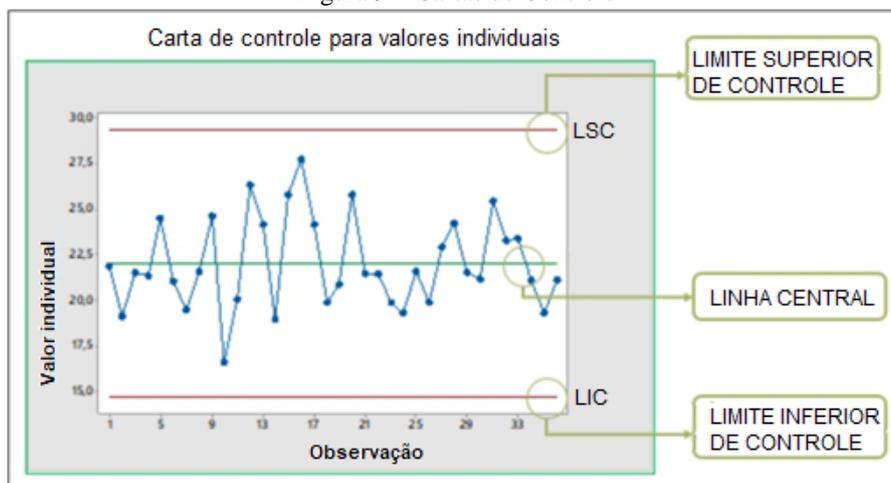
Para a construção da Carta de Controle apresentada na Figura 9, a seguir, deve-se calcular estatisticamente o Limite Superior de Controle (LSC), o Limite Inferior de Controle (LIC) e a média (M) de um processo. Os dados do processo, dentro desses limites, caracterizarão, na maior parte das vezes, que mesmo está estatisticamente sobre controle (estável) e que as flutuações são consistentes e inerentes ao processo. A Carta de Controle é um tipo específico de gráfico de controle, que serve para acompanhar a variabilidade de um processo, identificando suas causas comuns (intrínsecas ao processo) e especiais (aleatórias). As causas comuns estão relacionadas ao funcionamento do próprio sistema (por exemplo, projeto e equipamentos), enquanto as causas especiais refletem ocorrências fora dos limites de controle (por exemplo, falha humana, queda de energia e matéria-prima em não conformidade).

Para a construção da Carta de Controle apresentada na Figura 9, a seguir, deve-se calcular estatisticamente o Limite Superior de Controle (LSC), o Limite Inferior de Controle (LIC) e a média (M) de um processo. Os dados do processo, dentro desses limites, caracterizarão, na maior parte das

vezes, que mesmo está estatisticamente sobre controle (estável) e que as flutuações são consistentes e inerentes ao processo.

Outro controle que pode ser usado é o Diagrama Causa-Efeito de Ishikawa, nomeado em reconhecimento de Kaouru Ishikawa, engenheiro japonês que o introduziu e popularizou com sucesso na análise de problemas em 1943, na Universidade de Tóquio durante uma de suas sessões de treinamento para engenheiros de uma empresa metalúrgica, explicando que vários fatores relacionados podem ser agrupados. Esta ferramenta é também conhecida sob os nomes de cadeia de causa consequência ou "espinha de peixe". O diagrama de Ishikawa é um método gráfico usado para fazer um diagnóstico de possíveis causas de determinados efeitos, que podem ser controladas [45]. Um exemplo do Diagrama de Ishikawa é apresentado na Figura 10.

Figura 9 – Cartas de Controle



Fonte: www.voitto.com.br/

Figura 10 – Exemplo de Diagrama de Causa-Efeito de Ishikawa



3.6 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO GERENCIAMENTO DE RISCO

De acordo com o PMI [41], o Risco do Projeto é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, terá um efeito positivo ou negativo sobre pelo menos um objetivo do projeto, como tempo, custo, escopo ou qualidade. Segundo Honton e Huss [46] que defendem a ideia de que são necessários dois ingredientes para o risco se configurar. O primeiro é a incerteza sobre os prováveis resultados de um experimento e o segundo é o fato de que os resultados obtidos precisam ser relevantes em termos de utilidade. Por isso, Vargas [42] afirma que o Gerenciamento de Riscos possibilita a chance de melhor compreender a natureza do projeto, envolvendo todos de modo a identificar e responder potenciais riscos do projeto. A necessidade de um Gerenciamento de Risco mais aprofundado, faz com que se torne fundamental a consolidação e aprimoramento de alguns elementos para o processo. Esses elementos são os conceitos, características e modelos relacionados a esse gerenciamento. A literatura apresenta um grande acervo teórico que nos ajuda a entender melhor esses elementos. Dependendo de caso podem ser usados, dentre outros, as seguintes ferramentas:

- O FMEA - *Failure Modes and Effects Analysis* ou Análise de Efeito e Modo de Falha é um método utilizado para analisar os problemas potenciais de confiabilidade no ciclo de desenvolvimento de um determinado projeto, tornando mais fácil a tomada de medidas para superar os problemas, aumentando assim a confiabilidade através do *design* [47].
- O FMECA - *Failure Mode and Critical Analysis* ou Análise Crítica e Modo de Falha surgiu com a evolução natural da FMEA e a diferença básica entre os dois métodos é que a ferramenta FMECA é um método quantitativo, ou seja, além de analisar o modo de falha ele busca definir a probabilidade que a falha venha a ocorrer [47].
- O FTA - *Fault Tree Analysis* ou Análise da Árvore de Falhas é uma técnica de análise sistemática e dedutiva orientada graficamente, utilizada para determinar as causas e probabilidade de ocorrência de um determinado acidente indesejado [43]. A FTA interpreta a relação entre o mau funcionamento dos componentes e fenômenos observados e avalia a probabilidade de um acidente resultante de sequências e combinações de falhas. A FTA utiliza símbolos para representar as inter-relações entre as falhas de equipamentos ou operações que podem causar um acidente específico
- O HAZOP - *Hazard and Operability Study* ou Estudo de Perigos e Operabilidade é uma análise sistemática de como desvio das especificações do projeto em um sistema podem surgir, e uma análise do potencial risco destes desvios. Esse estudo é sistemático e possui alguns termos importantes que devem ser conhecidos como pré-requisito [21].

3.7 TÉCNICAS E FERRAMENTAS DO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HUMANOS

O gerenciamento dos Recursos Humanos tem como objetivo central fazer o melhor uso dos indivíduos envolvidos no projeto. Como se sabe, as pessoas são o elo central dos projetos e seu recurso mais importante. Elas definem as metas, os planos, organizam o trabalho, produzem os resultados, direcionam, coordenam e controlam as atividades do projeto, utilizando suas habilidades técnicas e sociais [42].

Ainda segundo Vargas [42], todos os resultados do projeto podem ser vistos como fruto das relações humanas e das habilidades interpessoais dos envolvidos, uma vez que a satisfação pessoal e a qualidade de vida estão se tornando um dos fatores-chave da motivação de qualquer profissional.

4 GESTÃO ÁGIL DE PROJETOS E MÉTODOS MAIS ADEQUADOS PARA FABRICAÇÃO

Segundo Owen e Koskela [48], “... As práticas de trabalho que se concentram em entregas iterativas frequentes e sustentáveis por equipes intercomunicativas, multifuncionais e facilitadoras auto-organizadas *Scrum* e outras Metodologias Ágeis adicionam a esses focos gerais, prescrevendo números para o tamanho ideal da equipe (normalmente 5 a 20) e períodos de iteração (normalmente cerca de 30 dias, embora variando amplamente)”. Nesses projetos reais, o tamanho das equipes variava dependendo da tarefa em mãos. Em alguns casos, desenhistas e engenheiros de projetos temporários faziam parte da equipe, enquanto outros se concentravam mais em membros da equipe com habilidades administrativas, de programação e de coordenação.

Na maioria dos projetos analisados que usaram práticas de Gerenciamento Ágil, os gerentes indicaram que os processos, Equipes Funcionais e tarefas de *Sprint* mudavam conforme o projeto progredia e que suas Equipes Funcionais eram capazes de se adaptar mais facilmente devido aos *Scrums* diários e abordagem focada mais detalhada que seguia as Metodologias de Gerenciamento Ágil.

Os resultados fornecidos por esses gerentes de projeto, que utilizaram as Metodologias Ágeis permitiram o acesso às informações de seus projetos para esta pesquisa, tiveram o sucesso esperado alcançado. Sucesso este ter provado que, pelo menos internamente, ao utilizar essas práticas em seus projetos, eles têm maiores chances de sucesso com sua aplicação.

4.1 A PESQUISA BIBLIOGRÁFICA EM METODOLOGIA ÁGIL NA FABRICAÇÃO DE EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

A maior parte das pesquisas bibliográficas encontradas relacionadas aos Métodos de Gestão Ágil utilizados na fabricação se concentrou em entrevistas e questionários realizados com profissionais de projetos na área de construção. Pouco se sabe ou se pesquisou sobre a utilização destes métodos

utilizados para as fases de projeto e fabricação de equipamentos de um modo geral e especialmente para indústria offshore. Esses profissionais de projeto apresentaram suas avaliações e opiniões de como a implementação das Metodologias de Gerenciamento Ágil poderia impactar positivamente em seus projetos, mas raramente com qualquer pedido ou citação como referência. Gerentes de projeto e funcionários mediram os Indicadores-Chave de Desempenho de seus projetos que fizeram uso dos Métodos de Gerenciamento Ágil, fornecendo dados de desempenho real retirados para a análise desses projetos gerenciados por estas metodologias. Os dados coletados para este estudo foram de projetos concluídos que utilizaram os Métodos de Gestão Ágil.

Apesar da quantidade de trabalhos de pesquisa sobre conceitos Ágeis e os métodos propostos por diversos autores, há uma notável ausência de aplicações reais desses conceitos e modelos na indústria de projeto e fabricação de equipamentos *offshore*. A maioria das publicações destaca os aspectos teóricos da agilidade sem se relacionar com ambientes organizacionais específicos com projetos realizados.

Fazendo um paralelo com a indústria de construção, Ribeiro [49] entrevistou 12 líderes de empresas de construção ou engenheiros de projeto para obter conhecimento e visão a respeito de suas crenças sobre os vários aspectos dos Métodos Ágeis e aqueles que eles acreditavam que seriam mais bem implementados no campo da construção.

Da mesma forma, Ekstrom e Petterson [50] estudaram as possibilidades de aplicação de Métodos Ágeis na construção, entrevistando 12 profissionais da área de gerenciamento de projetos de construção. Eles também identificaram que há ganhos positivos esperados na indústria da construção, mas o fizeram sem quaisquer dados reais, apenas suas opiniões. Um de seus tópicos de pesquisa foi identificado como o estudo de casos reais para uma melhor compreensão do desempenho.

Entre os Métodos de Gestão Ágil identificados como mais prevalentes por Ribeiro [49], assim como Streule [26], estavam a introdução do *Scrum*, o uso de *Sprints* e a formação de Equipes Funcionais. Ambos os autores também identificaram claramente a falta da aplicação de dados em situações reais dos Métodos Ágeis identificados em estudos de pesquisas anteriores e, ainda citaram que a utilização e os dados resultantes seriam de valor futuro para a indústria. Uma opinião compartilhada por ambos os autores também identificou sua crença de que uma coleção maior de dados de projetos que utilizaram métodos ágeis em comparação com aqueles que não utilizaram, seria de valor e contribuição significativos para o assunto em questão.

Um exemplo de pesquisa baseada em levantamento inclui Fernandez e Fernandez [6], que reconheceram que pesquisas anteriores identificaram que a introdução e implementação de Métodos Ágeis na construção provavelmente produziriam melhorias consideráveis na entrega do projeto e que

mais pesquisas deveriam ser realizadas com respeito à aplicação de Métodos Ágeis fora do escopo de *design* e produção de *software*. Sua teoria era baseada em pesquisas e não em dados reais do projeto.

Outro trabalho de Koskela *et al.* [51] também afirmaram que apesar de todos esses problemas da cultura de construção, os autores acreditam que há espaço para o uso do Gerenciamento Ágil de Projetos na construção, pelo menos para o planejamento, quando os gerentes podem responder rapidamente a qualquer mudança que pode ocorrer no âmbito do projeto. Em ambos os casos, há indicações claras de que os autores apoiam a introdução de Métodos Ágeis na construção e que antecipam uma melhoria mensurável na eficiência geral do projeto e no desempenho devido à implementação. Eles o fazem com base na opinião deles próprios e dos outros, e não em dados reais ou resultados do projeto. Desta forma, assim como em projetos de construção, pode-se extrapolar esses resultados para a fabricação de equipamentos *offshore*, já que as etapas de projeto são muito similares – definição de escopo, requisitos técnicos, contratação do empreiteiro, engenharia, fabricação, instalação e testes.

Além disso, em um esforço para mostrar como os Métodos de Gestão Ágil podem beneficiar a construção, Mostafa *et al.* [52] conduziram todo o seu estudo sobre as pesquisas disponíveis e simplesmente forneceram uma Revisão Sistemática da Literatura (RSL) para mostrar como estudos anteriores abordaram o assunto, usando nenhum dado real mundial ou informações do projeto.

Em outro estudo, Mohammed e Jasim [52] construíram suas pesquisas e conclusões sobre como os métodos encontrados no Manifesto Ágil podem ser aplicados na construção com base inteiramente em questionários de pesquisa recebidos de 40 engenheiros da indústria da construção. Claramente, esses exemplos de Metodologias Ágeis na construção se concentram apenas em questionários e não em quaisquer dados de projeto realizados. Mais uma vez, mais exemplos de dados disponíveis sendo coletados por meio de levantamentos ou pesquisas anteriores, mas não com dados de desempenho reais coletados de resultados de projetos.

Outras pesquisas geraram vários artigos de periódicos, sugerindo que o estudo de mais projetos realizados poderia servir para demonstrar que havia de fato ganhos a serem obtidos com o uso das Metodologias Ágeis na construção e que estudos futuros deveriam se concentrar neste aspecto. Conforme indicado por Mendez [54], “A principal limitação deste estudo foi que ele testou a diretriz em apenas um único estudo de caso.” (p. 77). Outro artigo de pesquisa identificou que ferramentas, métodos e processos ágeis agregam valor considerável aos projetos de construção [55], mas considerou apenas 2 projetos de construção no estudo.

Um estudo sobre a introdução de Métodos de Gestão Ágil para um projeto na Polônia foi conduzido claramente sem olhar para fontes de dados em grande escala em vários projetos [56]. Esses projetos definitivamente indicaram melhorias e são bons exemplos de execução bem sucedida de

Métodos Ágeis, mas obter o conhecimento do sucesso ágil em uma escala muito maior é necessário que a indústria veja a utilização em larga escala. Ribeiro [49] afirmou “Também seria útil ampliar a amostra de empresas pesquisadas a fim de reforçar os resultados obtidos.”, ao discutir o sucesso de projetos.

Segundo Ribeiro [49], “... Avalia-se que os Métodos Ágeis oferecem considerável potencial de aplicação na construção civil e que existem obstáculos significativos para a sua adoção na fase atual. Se isso for superado, os Métodos Ágeis oferecem benefícios muito além de qualquer empresa individual.” É evidente que todas essas fontes acreditam que os Métodos Ágeis, quando introduzidos na construção em grande escala, resultariam em uma melhoria significativa na eficiência e na entrega em toda a indústria. Eles também reconhecem que a implementação em grande escala não será um processo fácil devido a vários obstáculos, como tipo de projeto, escopo e pessoal, para citar alguns.

Pesquisas realizadas por meio de questionários e entrevistas semiestruturadas realizadas por Andrade [57] com profissionais da área offshore permitiu, assim, levantar informações sobre a área de atuação, o nível de escolaridade, a idade, os anos de experiência dos respondentes, dentre outras informações, características e aspectos. Como conclusão, este estudo consegue realizar o paralelo entre o uso das Metodologias Tradicionais e Metodologias Ágeis visando indicar quais são aquelas mais utilizadas e informar a percepção dos profissionais quanto ao uso destas metodologias.

O resultado final indica que a maioria dos profissionais da amostra, possui cargo de gerência ou coordenação. Sendo, portanto, um grupo com função gerencial e com experiência entre superior a 10 anos na atuação de projetos que são objeto desta pesquisa. Também foi possível concluir que, quase a totalidade dos respondentes possui experiência em projetos gerenciados pela forma tradicional e, pouco mais da metade (58,1%), informou possuir experiência em projetos gerenciados utilizando Metodologias Ágeis. Dentro desse universo de utilização das Metodologias Ágeis, *Lean*, *Kanban*, *Scrum* e *Agile* foram os mais citados, respectivamente.

Ainda, segundo Andrade [57] 80 % dos respondentes afirmaram acreditar que a implementação das Metodologias Ágeis contribui para diminuir os custos associados às variações ou mudanças de escopo em projetos, bem como, contribuir com a diminuição de custos associados a atrasos no cronograma. Entretanto, contrapondo a esses expressivos números, quase metade dos respondentes afirmou que a organização em que atuam não está alinhada aos valores e princípios ágeis.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora não seja um padrão da indústria, as Metodologias Ágeis foram introduzidas e utilizadas na Indústria Offshore, porém, com poucos relatos e informações de uso destas metodologias. As Metodologias Ágeis mais citadas, respectivamente, foram as Metodologias *Lean*, *Kanban*, *Scrum* e *Agile*

. Porém, pode-se perceber com base no trabalho de Andrade [57] que essa utilização ocorre quase de forma intuitiva por parte dos colaboradores, e não como uma diretriz clara das organizações, que ainda preconizam a utilização de forma tradicional de gestão de projetos.

É fundamental ter consciência de que cada projeto possui demandas específicas e particulares, ajudando a entender, que a todo o momento, são buscadas metodologias que venham a auxiliar na gestão de projetos e, dificilmente será utilizada uma metodologia apenas para ajudar aos projetos serem ágeis.

REFERÊNCIAS

- [1] PAHL, G.; BEITZ, W.; FELDHUSEN, J.; GROTE, K. H. Projeto na engenharia. Editora Blucher, 2005.
- [2] MARTINS, J. C. C. Técnicas para Gerenciamento de projetos de software, Rio de Janeiro: Brasport, 2007.
- [3] DINSMORE, P. C.; CABANIS-BREWIN, J. AMA-Manual de Gerenciamento de Projetos. Rio de Janeiro: Brasport, 2009.
- [4] ANDREI, B. A.; CASU-POP, A. C.; GHEORGHE, S. C.; BOIANGIU, C. A. A study on using waterfall and agile methods in software project management. *Journal of Information Systems & Operations Management*, 125-135, 2019.
- [5] AJAM, M. A. Project management beyond waterfall and agile. CRC Press, Taylor & Francis Group, 2018.
- [6] FERNANDEZ, D; FERNANDEZ, J. *Agile Project Management - Agilism versus Traditional Approaches. Journal of Computer Information Systems*, 2016.
- [7] BECK, K.; GRENNING, J.; AT AL. *Manifesto for Agile Software Development*, 2001. Disponível na internet em: <http://agilemanifesto.org/>. Acessado em Junho de 2022.
- [8] LIBARDI, P.; BARBOSA, V. Métodos Ágeis. Monografia, Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Tecnologia, UNICAMP, 24p, 2010.
- [9] SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide*. 2020. Disponível em: <https://www.scrum.org/resources/scrum-guide>. Acessado em Abril de 2022.
- [10] COCKBURN, A. Agile Software Development. Addison-Wesley, 2002.
- [11] PACE, J. O Kanban na Prática. Qualitymark, 2003.
- [12] WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. The machine that changed the world: The story of lean production - Toyota's secret weapon in the global car wars that is now revolutionizing world industry. Free Press, 1990.
- [13] JEFFRIES, R.; BECK, K.; CUNNINGHAM, W. XProgramming. Disponível em: https://www.xprogramming.com/recommended_reading/recommended_reading_prog/. Acessado em Maio de 2022.
- [14] BENNEKUM, A. DSDM Agile Methodology. Disponível em: <https://www.dsdmofagilemethodology.wikidot.com>. Acessado em Maio de 2022.
- [15] DE LUCA, J.; COAD, P. A Brief introduction to FDD. Disponível em: <https://www.methodsandtools.com/archive/archive.php?id=19p2>. Acessado em Maio de 2021.
- [16] SOARES, M. Análise Comparativa de Ferramentas Utilizadas para Kanban, 2017.

- [17] MAJCHRZAK, M.; STILGER, L. Experience report: introducing Kanban into automotive software project. *e-Informatica Software Engineering Journal*, p. 39-57, 2017.
- [18] AL-BAIK, O.; MILLER, J. The Kanban Approach, Between Agility and Leanness: A Systematic Review. *Empirical Software Engineering*. Disponível em: <http://doi.org/10.1007/s10664-014-9340-x>, 2014.
- [19] KHAN, Z. Scrumban-Adaptive Agile Development Process: Using Scrumban to Improve Software Development Process. Helsinki Metropolia University of Applied Sciences. Disponível em: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/7701>, 2015.
- [20] LI, P. Running Your Project Using Kanban: Disponível em: <https://www.packtpub.com/books/content/running-your-project-using-kanban>, 2016.
- [21] OLIVEIRA, M. A Gestão de riscos como uma ferramenta para o sucesso de ensaios clínicos. Estudo de Caso, 2016.
- [22] VINICIUS, M.; REIS, T.; RODRIGUES, G. Gestão de riscos no framework Scrum utilizando análise SWOT. *Revista de Tecnologia da Informação e Comunicação*, p. 13-14, 2018.
- [23] NONAKA, I.; TAKEUSHI, H. The New New Product Development Game. *Harvard Business Review*, Vol 64, p. 137-146, 1986.
- [24] NONAKA, I.; TAKEUSHI, H. *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, p. 304, 1995.
- [25] SCHWABER, K.; SUTHERLAND, J. *The Scrum Guide*. 2020. Disponível em: <https://www.scrum.org/resources/scrum-guide>. Acessado em Abril de 2022.
- [26] STREULE, T. Implementation of scrum in the construction industry. *procedia engineering*. Creative Construction Conference – CCC, 2016.
- [27] KUTER, M. UX and agility: 1 sprint ahead? Disponível em: <https://www.mariekuter.com/>, 2018.
- [28] ILIEVA, S.; IVANOV, P.; STEFANOVA, E. Analyses of an agile methodology implementation. *Conference Proceedings of the EUROMICRO*. Vol 30. 326-333, 2004.
- [29] SVENSSON, H.; HÖST, M. Views from an organization on how development affects its collaboration with a software development team. *Product Focused Software Improvement, 6th International Conference*, 2005
- [30] SILLITTI, A.; SUCCI, G. The role of plan-based approaches in organizing agile companies. *semantic scholar*, 2005.
- [31] MANN, C.; MAURER, F. A case study on the impact of scrum on overtime and customer satisfaction. *University of Calgary*, 2005.
- [32] MOREIRA, M. *Being Agile: your roadmap to successful adoption of Agile*. Apress. New York, NY, 2013.

- [33]MELO, C. Produtividade e adaptabilidade de times ágeis: conceitos e paradoxos. Thoughtworks Antologia Brasil: Histórias de Aprendizado e Inovação, Casa do Código, 2014.
- [34]TELES, M. Extreme Programming: Aprenda como encantar seus usuários desenvolvendo com agilidade e alta qualidade. Novatec Editora, p. 24-26, 2017.
- [35]LEFFINGWELL, D. SAFe 4.5 Reference guide: scaled agile framework for Lean Enterprises. Addison-Wesley Professional, 2018.
- [36]LARMAN, C.; VODDE, B. Large-Scale Scrum: more with LeSS. Addison-Wesley Professional, 2016.
- [37]TUCKMAN, B. Developmental sequence in small groups. Psychological Bulletin, Vol. 63, p. 384-99, 1965.
- [38]TUCKMAN, B.; JENSEN, M. Stages of small-group development revisited. Group and Organizational Studies, Vol 2, p. 419-427, 1977.
- [39]ZANNELLI, J.; BORGE-ANDRADE, J.; BASTOS, A. Psicologia, Organizações e Trabalho no Brasil. Artmed, p. 609, 2004.
- [40]WHEELAN, S. Group size, group development, and group productivity. Small Group Research, Vol. 40, p. 247-262, 2009
- [41]PMI PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge – PMBOK®, PMI®, 6th Edition, 2017.
- [42] VARGAS, R. Manual Prático do Plano de Projeto Utilizando o PMBOK Guide. Rio de Janeiro: Brasport, 2018.
- [43]SCARPIN, J. Utilização do Target Costing e da Previsão de Demanda como Ferramentas de Gestão Estratégica de Custos na Indústria de Concreto: Um Estudo de Caso. ABCustos, 2016.
- [44]ROCHA, A.; MOTA, E.; Junior, I.; QUINTELLA, O. Gestão da Qualidade e Processos –FGV Management. Editora FGV, 1ª Edição, 2014.
- [45] KANJI, G.; ASHER, M. Advances in Total Quality Management. Avances en la Administración de la Calidad Total, 1993.
- [46]HONTON, E.; HUSS, W. Alternative Methods for Developing Business Scenarios. Technological Forecasting and Social Change. v.31, p. 219-238, 1987.
- [47]BARAN, L; TROJAN, F.; Métodos e Ferramentas Aplicados na Análise de Criticidade em Sistemas Industriais. Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2013. Disponível em: <http://anteriores.aprepro.org.br/conbrepro/2013/anais/artigos/gestaoproducao/20.pdf> Acessado em: Maio de 2021.
- [48]OWEN, R.; KOSKELA, L. Agile Construction Project Management. Research Institute of the Built & Human Environment. PMI Research Conference. PMI, 2007.

- [49]RIBEIRO, F. Exploring Agile Methods in Construction Small and Medium Enterprises: A Case Study. Journal of Enterprise Information Management, 2010.
- [50] EKSTROM, A.; PETTERSSON, E. Agile Project Management in the Design Stage: Construction Projects Possibilities to Apply Agile Methods. Master's Thesis. Department of Real Estate and Construction Management. Royal Institute of Technology, 2016.
- [51] KOSKELA, L.; OWEN, R. B.; DAVE, B. Lean construction, building information modelling and sustainability. In Proceedings of the 2010 ERACOBUILD Workshop on BIM and Lean, 2010.
- [52]MOSTAFA, S.; CHILESHE, N.; ABDELHAMID, T. Lean and Agile Integration within Offsite Construction Using Discrete Event Simulation: A Systematic Literature Review. Construction Innovation Journal, Vol. 16, No. 4, 2016.
- [53]MOHAMMED, S.; JASIM, A. Examining the values and principles of Agile construction management in Iraqi construction projects. Journal of Engineering, Number 7, Volume 24, July 2018.
- [54]MENDEZ, A. Improving Project Performance Through Implementation of Agile Methodologies in the Renewable Energy Construction Industry. ProQuest Dissertations and Theses, 2018.
- [55]STRACUSSER, G. Agile Project Management Concepts Applied to Construction and other Non-IT Fields. Project Management Institute. Orlando, 2015.
- [56] NOWOTARSKI, P.; PASLAWSKI, J.; MATYJA, J. Improving Construction Processes Using Lean Management. World Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium, 2016.
- [57] ANDRADE, B. R. de . Estudo da utilização das metodologias ágeis nas fases de projeto e fabricação de equipamentos offshore, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ. Brasil.