

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS A. C. SIMÕES
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

MARIANNI PEREIRA LIMEIRA

**OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROCESSOS EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS
BIM: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO FERRAMENTAS INTEGRADAS**

Maceió

2024

MARIANNI PEREIRA LIMEIRA

**OTIMIZAÇÃO DO FLUXO DE PROCESSOS EM GERENCIAMENTO DE PROJETOS
BIM: UM ESTUDO DE CASO UTILIZANDO FERRAMENTAS INTEGRADAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao colegiado do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Ivvy Pessoa Quintella

Coorientador: Iany Andrade dos Santos

Maceió

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 – 1767

L733o Limeira, Marianni Pereira.
Otimização do fluxo de processos em gerenciamento de projetos BIM : um estudo de caso utilizando ferramentas integradas / Marianni Pereira Limeira. - 2024.
58 f. : il.

Orientadora: Ivy Pessôa Quintella.
Co-orientadora: Iany Andrade dos Santos.
Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2024.

Bibliografia: 55-58.

1. Gerenciamento de projetos. 2. Fluxo de trabalho. 3. Modelagem da informação da construção. 4. Ciclo PDCA (Método gerencial). I. Título.

CDU: 624.04

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por guiar meus passos, me conceder oportunidades e me dar forças para superar os desafios ao longo desta jornada acadêmica.

Ao meu marido (Jordir), meus pais (Leoncio e Martides), meus irmãos (Marielli e Jônatas), por serem meu porto seguro, pelo amor incondicional, apoio inabalável e minha fonte de inspiração e motivação.

Agradeço à IF Designers, onde iniciei minha trajetória profissional em projetos BIM, pela oportunidade de aprender e crescer como BIM Modeler em construções verticais de alto padrão.

À GVBIM, empresa referência em projetos BIM em Minas Gerais, pela oportunidade de continuar minha jornada no mundo do BIM, desenvolvendo habilidades em modelagem, renderização e implantação do BIM.

Ao GBIM-UFAL, grupo de extensão da UFAL, pela oportunidade de fazer parte de um projeto pioneiro em Alagoas e pela experiência enriquecedora como coordenadora de pesquisa em BIM e vice-presidente do grupo.

À Women in BIM (WIB) e à BIM Menthor, pelas oportunidades de disseminar o conhecimento em BIM e contribuir para a inclusão de mais mulheres neste campo, assumindo os papéis de Regional Lead e embaixadora, respectivamente.

Agradeço a todos os colegas, em especial a Anne Salvador, Samira Santos, ao grupo “Engatas” (Alana, Rayanne, Marianna, Hítilla e Hilleana) por toda a força e amizade durante todo o curso, aos professores, em especial a dedicação e valorização que recebi da minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Ivvy Quintella, aos monitores, mentores e amigos cujo apoio e orientação foram fundamentais para o meu desenvolvimento pessoal e profissional ao longo desta jornada.

Por fim, dedico este trabalho aos estudantes e profissionais que buscam se aprofundar no mundo da tecnologia e construção civil, com a esperança de que este estudo possa ser uma fonte valiosa de conhecimento e inspiração para todos que desejam explorar o universo do BIM.

“Não se gerencia o que não se mede, não se mede o que não define, não se define o que não se entende e não há sucesso no que não se gerencia”

(William Edwards Deming)

RESUMO

LIMEIRA, M. P. **Otimização do fluxo de processos em gerenciamento de projetos BIM: Um estudo de caso utilizando ferramentas integradas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2024

A necessidade de se estabelecer fluxos de processos bem definidos no gerenciamento de projetos vem crescendo em todos os setores da construção civil, incentivado pela adoção da metodologia BIM (modelagem da informação da construção). Tal procedimento desempenha um papel importante ao identificar deficiências nos processos, tais como retrabalho, desperdício de tempo e execução inadequada de atividades. O presente trabalho tem como objetivo propor um fluxo que permita uma organização eficiente dos dados de um projeto BIM. A aplicação da metodologia proposta foi desenvolvida por meio de um estudo de caso, utilizando-se a documentação de um projeto de edifício residencial de médio porte cedido pela empresa GVBIM. As etapas metodológicas incluíram: 1- Escolha do projeto para estudo de caso; 2- Seleção e análise das tecnologias aplicadas; 3- Verificação do Ambiente Comum de Dados (CDE) em estudo; 4- Mapeamento dos processos de projetos por fluxogramas; 5- Implementação do ciclo PDCA no estudo de caso; 6- Fluxos de informações do modelo BIM em estudo dentro do ciclo PDCA. Como resultado do trabalho, foram desenvolvidos fluxogramas de procedimentos para organização de toda a documentação, visando a padronização dos arquivos e a otimização do fluxo de processos. Tais fluxogramas poderão ser utilizados por gerentes, coordenadores e modeladores de projetos BIM como uma ferramenta facilitadora para a adoção de fluxos de projetos otimizados. Assim, o método de gerenciamento proposto pode contribuir para o desenvolvimento contínuo das práticas de BIM em empreendimentos futuros.

Palavras-chave: Gerenciamento de projetos; fluxo de trabalho BIM; PDCA.

ABSTRACT

LIMEIRA, M. P. **Process flow optimization in BIM project management: A case study using integrated tools**. Course Completion Work (Graduation in Civil Engineering) – Federal University of Alagoas, Maceió, 2024.

The need to establish well-defined process workflows in project management has been growing in all construction sectors, encouraged by the adoption of the BIM methodology (construction information modeling). This procedure plays an important role in identifying deficiencies in processes, such as rework, wasted time and inadequate execution of activities. The present work aims to propose a flow that allows efficient organization of BIM project data. The application of the proposed methodology was developed through a case study, using the documentation of a medium-sized residential building project provided by the company GVBIM. The methodological steps included: 1- Choosing the project for case study; 2- Selection and analysis of applied technologies; 3- Verification of the Common Data Environment (CDE) under study; 4- Mapping project processes using flowcharts; 5- Implementation of the PDCA cycle in the case study; 6- Information flows of the BIM model under study within the PDCA cycle. As a result of the work, procedural flowcharts were developed to organize all documentation, aiming to standardize files and optimize process flow. Such flowcharts can be used by BIM project managers, coordinators, and modelers as a facilitating tool for the adoption of optimized project workflow. Thus, the proposed management method can contribute to the continuous development of BIM practices in future projects.

Keywords: Project management; BIM workflow; PDCA.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Usos do BIM	20
Figura 2 – Estágios de Maturidade BIM.....	21
Figura 3 – Esquema de gestão do CDE (Ambiente Comum de Dados)	24
Figura 4 – Ciclo PDCA.....	27
Figura 5 – Origem e evolução do Ciclo PDCA.....	29
Figura 6 – Estrutura esquemática dos módulos do ACC.....	31
Figura 7 – Módulos disponíveis para o projeto.....	32
Figura 8 – Partes gerenciáveis do Administrador.....	37
Figura 9 – Detecção de conflitos.....	38
Figura 10 – Atualização de arquivos no ACC.....	39
Figura 11 – Processos de gerenciamento de projetos: Tradicional x BIM.....	39
Figura 12 – Comunicação no ACC.....	40
Figura 13 – Visualização e controle de arquivos no ACC.....	41
Figura 14 – Separação dos documentos dentro do Ciclo PDCA.....	44
Figura 15 – Fluxo básico de projeto.....	44
Figura 16 – Modelagem do processo de planejar.....	46
Figura 17 – Modelagem do processo de fazer.....	48
Figura 18 – Modelagem do processo de checar.....	50
Figura 19 – Modelagem do processo de atuar.....	52

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Gerenciamento de projeto.....	17
Quadro 2 – BEP x BIM Mandate.....	23

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	Autodesk Construction Cloud
AECO	Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação
API	<i>Application Programming Interfaces</i>
BEP	Plano de Execução BIM
BIM	Modelagem da Informação da Construção
CDE	<i>Common Data Environment</i>
EAP	Estrutura Analítica do Projeto
GVBIM	Gerando Valor em BIM
IFC	<i>Industry Foundation Classes</i>
NM	Nível de Maturidade
MIA	Modelo de Informação do Ativo
MIP	Modelo de Informação do Projeto
PBQP-h	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
PGP	Processo de Gerenciamento de Projeto
PMBOK	<i>Project Management Body of Knowledge</i>
RIA	Requisito de Informação do Ativo
RIO	Requisito de Informação da Organização
RIP	Requisito de Informação do Projeto
RTI	Requisito de Troca de Informação
TI	Tecnologia da Informação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	Objetivo geral	16
1.2	Objetivos específicos	16
1.3	Justificativa	16
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	Gerenciamento de projetos	18
2.2	Importância da Metodologia BIM no Gerenciamento	19
2.3	Dimensões do BIM x Usos do BIM.....	20
2.4	Níveis de Maturidade (NM).....	22
2.5	BIM Mandate e Plano de Execução BIM (BEP)	23
2.6	Ambiente Comum de Dados (CDE)	25
2.7	Introdução a ISO 19650 no gerenciamento de projetos.....	26
2.8	Introdução ao ciclo PDCA.....	27
2.8.1	O que é o Ciclo PDCA	27
2.8.2	Etapas do Ciclo PDCA	28
2.8.3	História do Ciclo PDCA.....	29
2.8.4	Ciclo PDCA e a ISO 19650	30
2.9	Introdução à Plataforma Autodesk Construction Cloud	31
3	METODOLOGIA	34
3.1	Descrição detalhada do projeto selecionado	35
3.2	Seleção e Análise das tecnologias aplicadas	36
3.3	Verificação do ACC de acordo com a ABNT PR 1015	37
3.4	Mapeamento dos processos de projetos por fluxogramas	41
3.5	Implementação do Ciclo PDCA no modelo BIM	42
3.6	Fluxos de informações dentro do Ciclo PDCA	43
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5	CONCLUSÃO	54
6	SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS	55
	REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil, caracterizada por sua multidisciplinaridade, tem enfrentado desafios consideráveis no processo de gerenciamento de projetos. Destaca-se, em especial, a dificuldade de gestão do fluxo de trabalho e a coordenação de informações entre todos os profissionais envolvidos. Um meio para se alcançar melhorias frente a esses desafios é a implementação de fluxos de processos, reconhecidos por sua eficácia na identificação e redução de falhas operacionais, tais como retrabalho, desperdício de tempo e execução inadequada de atividades (Cunha, 2012).

De acordo com o Relatório McKinsey & Company (2017), a comunicação ineficaz entre as partes envolvidas nos projetos de construção pode resultar em atrasos, custos adicionais e baixa produtividade no setor, como também a falta de organização dos arquivos e informações do projeto no decorrer do seu processo. Segundo o relatório da Construction Industry Institute (2019), destaca-se que a gestão de informações e documentação são um desafio crítico na indústria da construção.

A compreensão aprofundada de todo o processo da documentação e informações é crucial para entender o funcionamento interno de toda equipe envolvida no projeto. Esse entendimento permite avaliar a eficácia das atividades realizadas, identificando aquelas que necessitam de melhorias ou revisões. Na gestão de processos, a fase inicial é frequentemente marcada pelo mapeamento, fornecendo uma base para a compreensão dos métodos envolvidos (Pavani, 2011).

Com base nisso, destaca-se a necessidade de um modelo de fluxo de informações para a aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos utilizado para garantir o sucesso de um empreendimento. Este projeto de pesquisa visa integrar o gerenciamento de projetos BIM, aliado a fluxos de processos baseados no ciclo PDCA. Esse ciclo incorpora uma mentalidade de melhoria contínua, eficiência operacional e adaptação dinâmica em um ambiente que demanda constantes ajustes e aprimoramentos.

Nesse contexto, pode-se notar que a metodologia BIM transforma uma construção em um banco de dados capaz de ser gerido de forma eficaz. Toda a documentação e planejamento do projeto devem andar junto com os requisitos propostos pela sua organização. Para isso, toda a

equipe deve estar envolvida e alinhada com os objetivos definidos, capacidade tecnológica e procedimentos que serão utilizados no decorrer do desenvolvimento do modelo. Daí a importância de se ter uma administração precisa desses dados do modelo BIM.

1.1 Objetivo geral

O objetivo principal deste trabalho é propor um fluxo que permita uma organização eficiente dos dados de um projeto BIM.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar e verificar os recursos de uma plataforma de gerenciamento de projetos BIM de acordo com a ABNT PR 1015.
- Analisar o Ciclo PDCA como um método de gestão eficiente de projetos BIM.
- Alinhar a documentação proposta em um estudo de caso de acordo com as etapas do Ciclo PDCA.
- Criar um conjunto de fluxogramas para processo de gerenciamento de projetos BIM.

1.3 Justificativa

Tradicionalmente, na indústria de Arquitetura, Engenharia, Construção e Operação (AECO), a produção é realizada por meio de projetos, e o gerenciamento de projetos desempenha um papel fundamental na organização dos esforços nesse processo. No entanto, a crescente influência da Tecnologia da Informação (TI) na indústria AECO teve um impacto significativo em vários aspectos dos projetos (Alin *et al.*, 2013).

A integração das práticas de TI no desenvolvimento de projetos tem conduzido a uma nova maneira de se construir baseando-se em uma tecnologia inovadora e disruptiva: a modelagem da

informação da construção (BIM). Esta tecnologia introduz uma abordagem híbrida na manipulação da informação da construção e na organização da produção do projeto (Gledson, 2016).

Notavelmente, o BIM pode ser empregado para melhorar a qualidade das informações de todo o ciclo de vida de uma obra, desde o pré-projeto até o pós-obra. Contudo, a geração de muitas informações do projeto requer um método sólido para conduzir todos esses dados até o cliente final.

Hoje em dia, qualquer organização tem a capacidade de supervisionar tarefas que se repetem frequentemente, utilizando como referência registros históricos ou abordagens estabelecidas. Porém, a verdadeira dificuldade neste novo cenário, reside em administrar uma metodologia nova em tarefas inéditas, que nunca foram experimentadas anteriormente e que podem nunca se repetir no futuro (Kerzner, 2002).

Outro fator relevante é o gasto de tempo desnecessário em atividades não essenciais. Segundo Thomas *et al.* (2018), aproximadamente, 35% do tempo é gasto em atividades não essenciais relacionadas à recuperação de dados e informações cruciais para a tomada de decisões, totalizando um acréscimo de 14 horas por semana por pessoa. Outro dado trazido deste relatório é que 280 bilhões de dólares é o custo estimado de retrabalho anual na indústria da construção causado pela falta de dados e comunicação entre as diferentes áreas. Nota-se que a maioria das empresas não possui processos definidos ou não replica de forma satisfatória. Não são realizadas medições sobre os resultados, portanto, como saber quais pontos de melhoria?

Diante do contexto anteriormente mencionado, investigar um Método de Análise e Solução de Problemas (MASP) que envolva a gestão de projetos BIM demonstra um grande potencial. A integração do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*), que é alinhado aos princípios do MASP com o gerenciamento de projetos BIM, abre novas perspectivas para a aplicação bem-sucedida da Modelagem da Informação da Construção nos projetos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a concepção deste trabalho fez-se uma revisão da literatura acerca dos conceitos que serão abordados. Enfocou-se primeiramente os temas do gerenciamento de projetos, do ciclo PDCA e do BIM, abordando seus conceitos e aplicações práticas dentro do tema proposto, concluindo no entendimento sobre a plataforma Autodesk Construction Cloud (ACC). As literaturas de referência foram selecionadas com base em publicações recentes, enfatizando a relevância do tema e abordando questões contemporâneas. Dentre essas referências, destacam-se: BIM e Inovação em Gestão de Projetos (2021), Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM (2023) e o Manual do BIM (2021). Será feito também uma análise das ferramentas de software que foram empregados no modelo BIM em estudo, incluindo Revit®, Navisworks® e a plataforma ACC.

2.1 Gerenciamento de projetos

Sabe-se que o ato de gerenciar projetos está ligado a um conjunto de atividades para levar ao resultado desejado (Baguley, 1999). No caso de projetos em BIM o gerenciamento seria as atividades de controle, um passo a passo para que o modelo BIM precisa para atingir a finalidade definida. Essas compreende as etapas realizadas para garantir a qualidade do projeto e que geralmente se segue um padrão (adaptado BIM Dictionary) como é mostrado no quadro 1.

Quadro 1 – Gerenciamento de projeto

PARTICULARIDADES	GERENCIAMENTO
ALCANCE	DIRECIONAL
EQUIPE	ESPECIALISTAS
TEMPO (PRAZO)	FINITO E DEFINIDO
SERVIÇO	ESPECÍFICO
ATIVIDADE PREDOMINANTE	PLANEJAMENTO

Fonte: Autora (2024)

Ao examinar o tema de gerenciamento de projetos, evidencia-se que, na esfera teórica, o gerenciamento de projetos está amplamente estabelecido e é reconhecido no mercado atual como uma habilidade indispensável para as empresas. No campo do gerenciamento de projetos, diversas abordagens e ferramentas têm sido elaboradas, abrangendo todos os elementos de um projeto (Patah, 2010).

O gerenciamento de projetos vai além de simplesmente utilizar ferramentas; é um estilo de administração focado em resultados, que reconhece a importância da criação de relacionamentos colaborativos entre os diferentes membros de uma equipe (Larson, 2016). Ainda segundo Larson e Gray (2010) “O gerenciamento de projetos não está isento de problemas. O Standish Group acompanhou o gerenciamento de projetos em tecnologia de informação (TI) ao longo dos anos. O importante relatório periódico dessa organização resume a necessidade contínua de aprimoramento da prática”. Em função desses conceitos, nota-se uma necessidade de um planejamento bem estruturado para organização de todas as informações do projeto.

2.2 Importância da Metodologia BIM no Gerenciamento

A tecnologia tem desempenhado um papel cada vez mais crucial no gerenciamento de projetos, revolucionando a forma como os projetos são planejados, executados, monitorados e controlados. A indústria da construção civil está passando por uma transformação significativa, impulsionada pela incorporação de tecnologias avançadas em seus processos. O gerenciamento de projetos de construção civil é uma área que tem se beneficiado profundamente dessas inovações, com destaque para o BIM (Leusin, 2023).

Conforme apontado por vários especialistas, incluindo Larson e Gray (2016), o Guia PMBOK (2017) e Branco e Kelling (2014), a eficácia na condução de projetos está intrinsecamente ligada à colaboração entre diversos indivíduos, independentemente de sua localização geográfica, visto que muitos deles podem ter responsabilidades diretas sob a supervisão dos mesmos gestores (Rodrigues, 2008). Nesse contexto, é de suma importância a adoção de tecnologias que aprimorem a comunicação e facilitem a coordenação dos resultados obtidos ao longo do desenvolvimento dos projetos.

Alinhado a essa perspectiva, ressalta-se a importância de empregar recursos tecnológicos na administração de projetos, visando não apenas aprimorar o planejamento, mas também simplificar a implementação das estratégias de comunicação (Silva, 2019). Isso se faz necessário para garantir que as informações sejam transmitidas de maneira transparente e em tempo real, uma vez que o cenário atual de gerenciamento de projetos demanda crescente flexibilidade e habilidade para gerenciar mudanças à medida que novos conhecimentos e informações surgem (Kerzner, 2002).

Outra contribuição fundamental da tecnologia no gerenciamento de projetos é a automação de tarefas repetitivas e a análise de dados em tempo real (Martins, 2009). Ferramentas de automação e sistemas de inteligência artificial podem desempenhar um papel crucial na simplificação das operações e na identificação precoce de problemas (Gomes, 2010). Além disso, a capacidade de análise de dados que a tecnologia proporciona permite aos gestores de projetos identificar tendências, padrões e áreas de melhoria nos processos, possibilitando a otimização contínua das operações (Sousa, Meriño, 2013).

À medida que novas metodologias surgem, é essencial que as organizações e os profissionais de gerenciamento de projetos acompanhem essas mudanças para garantir o sucesso em seus empreendimentos (Oliveira, 2019). Sendo assim, para que se consiga acompanhar as mudanças que estão ocorrendo no gerenciamento de projetos da construção civil é necessário observar o que a tecnologia tem apresentado ao setor, adequar tais informações, ferramentas, e métodos aos processos construtivos.

2.3 Dimensões do BIM x Usos do BIM

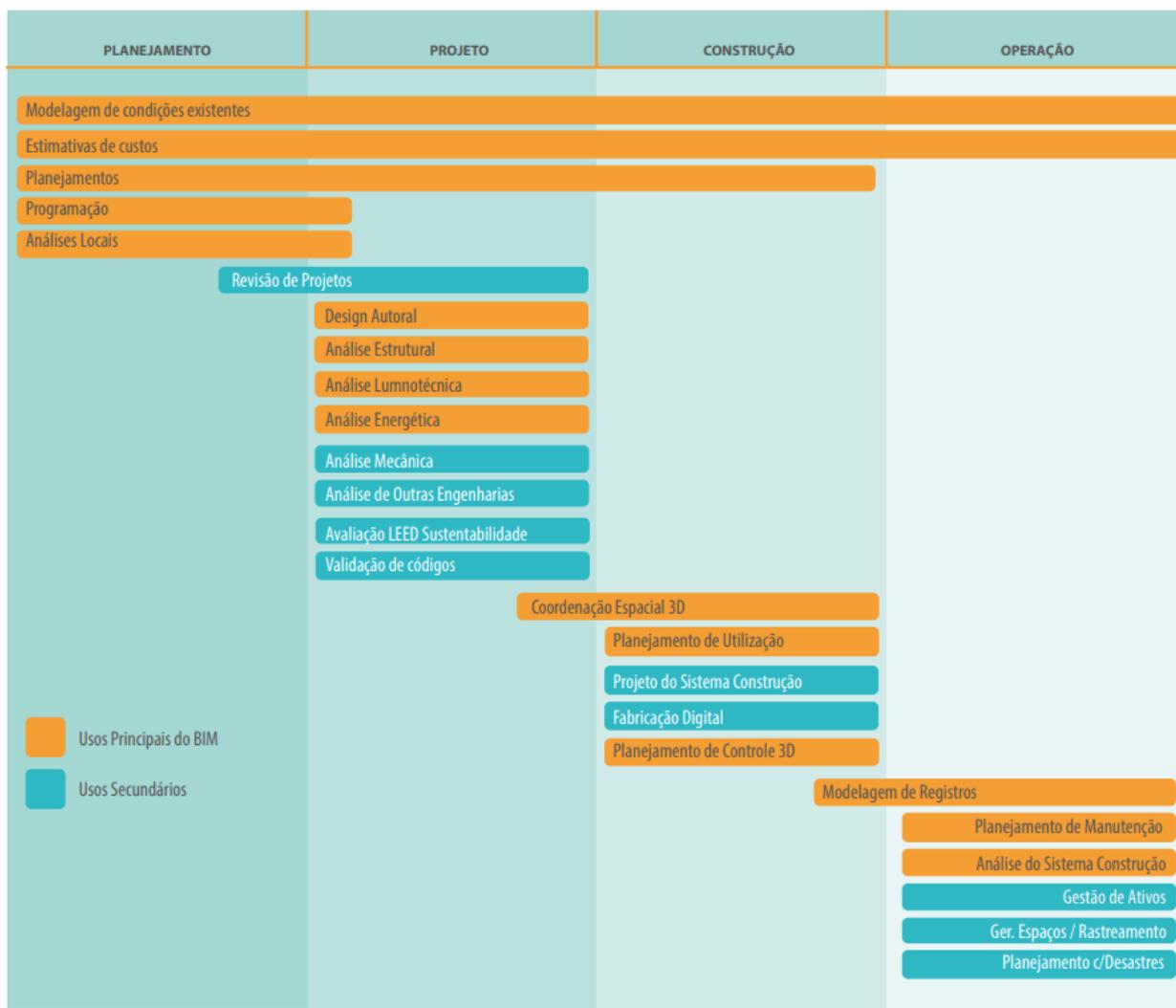
Neste estudo será evidenciado no item 5.3 os usos do BIM no decorrer da demonstração de ações de gerenciamento de projetos BIM na plataforma ACC. Sendo assim, é importante entender sobre os usos do BIM e suas dimensões.

Nos primórdios do BIM, muito se destacava por suas capacidades tridimensionais, inicialmente apresentadas como uma evolução superior ao AutoCAD®. Este último, embora predominantemente utilizado para a produção de projeções bidimensionais convencionais, como plantas baixas, seções e elevações, é, na verdade, uma tecnologia mais complexa do que a simples diferenciação entre 2D e 3D poderia sugerir. No contexto do BIM, a incorporação de informações

na terceira dimensão foi apenas o ponto de partida. O BIM expandiu suas dimensões, introduzindo o tempo como a quarta dimensão (4D) e o custo como a quinta (5D), conforme destacado por Ding, Zhou e Akinci (2014). É relevante observar que, embora o BIM tenha avançado consideravelmente, as projeções bidimensionais, características do AutoCAD®, ainda persistem no âmbito do BIM.

A maioria das publicações sobre as dimensões do BIM se concentra em aplicações e seus resultados, em vez de como os dados relevantes estão contidos na representação, ou seja, em seus usos (Azhar, 2011). Os usos do BIM são apresentados na figura 1. Assim sendo, o estudo aceita as definições até o 5D, onde há consenso da literatura (ABDI, 2017).

Figura 1 – Usos do BIM



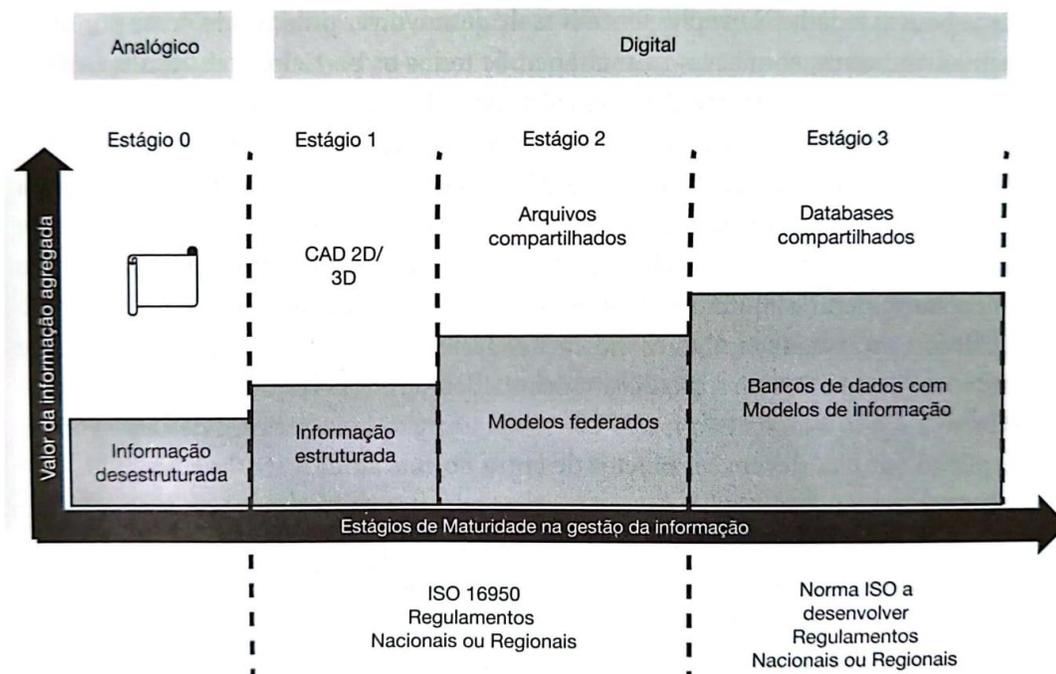
Fonte: CBIC (2016)

Em resumo, as funcionalidades do BIM são focadas principalmente no que se pode fazer com a informação em BIM e não na natureza e estrutura dessas informações. As dimensões BIM tendem a usar o termo metaforicamente, falando de dimensões para expressar capacidades de processamento de informações para vários aspectos.

2.4 Níveis de Maturidade (NM)

Um projeto BIM tem por característica apresentar um modelo rico em informações e a maturidade BIM é associada ao nível de evolução da qualidade das informações no decorrer do processo de projeto (Leusin, 2023). A norma ISO 19650 (2018) (que será abordada posteriormente no tópico 3.7) define quatro estágios de maturidade BIM, como mostrado na figura 2.

Figura 2 – Estágios de Maturidade BIM



Fonte: Leusin (2023)

No estágio 0 (zero), a utilização do BIM é limitada ou inexistente. Os projetos são tipicamente elaborados em formatos 2D tradicionais, não há colaboração efetiva entre as partes envolvidas no projeto e a informação é compartilhada de forma isolada. Os modelos 3D não são usados, ou, se forem, são apenas representações visuais e não contêm dados ou informações significativas. No

estágio 1, o uso do BIM é introduzido, os projetos são elaborados em modelos 3D ou transferidos do 2D para a modelagem 3D, mas a colaboração entre as partes ainda é limitada. Cada disciplina mantém seu próprio modelo e há pouca integração entre eles. Os modelos 3D contêm informações essenciais, como geometria e quantidades, mas não são totalmente compartilhados. No estágio 2, há um aumento significativo na colaboração e integração. Nesse estágio, os diferentes participantes do projeto utilizam modelos 3D compatíveis e compartilham informações de maneira mais eficaz (Leusin, 2023). A colaboração é incentivada, e a informação é trocada em formato aberto, como o IFC (*Industry Foundation Classes*). Cada disciplina mantém seus próprios modelos, mas há coordenação entre eles. No estágio 3, tem-se o estágio mais avançado da maturidade BIM. Nele, todos os participantes do projeto colaboram em um único modelo 3D compartilhado. Essa abordagem é altamente integrada e colaborativa, permitindo uma troca em tempo real de informações entre todas as partes envolvidas.

Os níveis de maturidade são grandes auxiliares no processo do projeto, pois eles indicam e avaliam aspectos de tecnologia, pessoal e políticas, ou seja, os três pilares do BIM. Vale ressaltar que no estágio três depende também de uma rede externa compatível com a quantidade de tráfego de dados compartilháveis e, no Brasil, isso está limitado a algumas áreas restritas (Leusin, 2023).

2.5 BIM Mandate e Plano de Execução BIM (BEP)

Diante das revoluções tecnológicas emergentes, é necessário reconhecer que a importância das pessoas deve ocupar um papel central. A colaboração e o engajamento ativo dos participantes tornam-se tão cruciais para a efetiva adoção do BIM quanto o próprio nível de informações contido nos modelos. Devido a isso, como apoio à difusão e obrigatoriedade do BIM, são criados os BIM Mandates, um conjunto de regras gerais para todo tipo de projeto e regras pontuais que tiveram impactos positivos e passaram a ser definitivas e estabelecem os objetivos de médio e longo prazo a serem atingidos (Ferreira, 2023).

Essas regras são estipuladas por uma autoridade reconhecida (governo ou ministérios) de um país, estado ou região. Consequentemente, esses tipos de impulsionamento por parte do governo refletem nos profissionais do projeto que terão acesso a uma estratégia de planejamento, construção e operação de edifícios de uma maneira mais barata, segura e sustentável (Eastman *et al.*, 2021).

No Brasil, foram estabelecidos BIM Mandates em diferentes níveis de governo e setores. A esfera federal implementou o BIM Mandate Brasileiro por meio do Decreto N° 9.377, como parte da Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Estratégia BIM BR). Em nível estadual, estados como Santa Catarina e Paraná também adotaram seus próprios BIM Mandates. Além desses mandatos governamentais, o setor AECO estabeleceu seu próprio BIM Mandate, conhecido como BIM Mandate AECO. Para complementar a implementação desses mandatos, é utilizado o Plano de Execução BIM (BEP), que consiste em um conjunto de regras específicas para orientar a execução do BIM em projetos. Essas regras podem ser personalizadas para atender às necessidades de cada projeto, como ilustrado no quadro 2.

Quadro 2 – BEP x BIM Mandate

PLANO DE EXECUÇÃO BIM		BIM MANDATE
REGRAS	ESPECÍFICAS	GERAIS
PROJETO	PODE MUDAR A CADA TIPO DE PROJETO	PODEM SE TORNAR DEFINITIVAS

Fonte: Autora (2024)

Com isso, há uma relevância em se utilizar um Plano de Execução BIM que implica em todas as fases do ciclo do desenvolvimento do projeto BIM. A confecção de um BEP requer um conhecimento sobre o projeto, suas características próprias, complexidade, finalidade, entre outros. Por essa razão que cada projeto tem seu plano exclusivo, e isso o torna um documento dinâmico, podendo ter poucas alterações de um projeto para outro (Manziona, 2021).

O BEP define elementos principais como: identificação dos objetivos e usos do BIM, definição do processo de projeto com o BIM, detalhamento das trocas de informações necessárias ao processo do projeto, definição da infraestrutura necessária para o desenvolvimento do projeto e estabelecimento dos procedimentos de controle da qualidade dos modelos e dos documentos (Manziona, 2021).

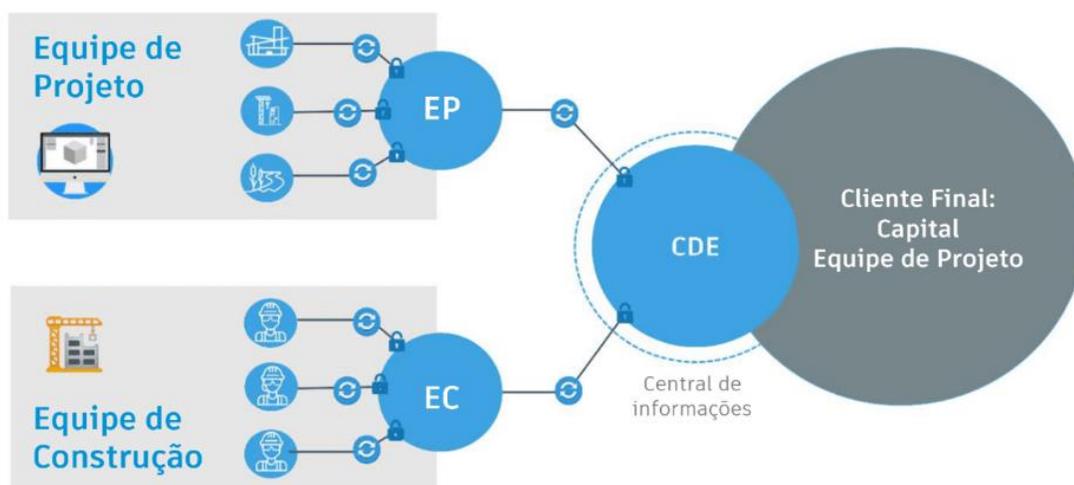
Outro aspecto do BEP é que ele pode ser dividido em duas etapas, uma anterior à contratação e construção e a outra etapa posterior à definição do responsável da obra. A primeira etapa trata das

especificações e expectativas definidas pelo contratante e, na segunda etapa, são detalhados os entregáveis e os responsáveis (Leusin, 2023). A ISO 19650 (2018) tem diretrizes específicas para a confecção do BEP e serão abordadas no item 2.7.

2.6 Ambiente Comum de Dados (CDE)

O CDE (*Common Data Environment*) é uma plataforma digital compartilhada que reúne e gerencia todas as informações relacionadas a um projeto de construção ou infraestrutura. Ele garante que todas as partes envolvidas no projeto tenham acesso às informações mais atualizadas e precisas, inclusive o BEP. No CDE, os diversos colaboradores do projeto podem compartilhar e acessar modelos 3D, documentos, especificações, cronogramas, e outras informações relevantes. Isso promove a colaboração eficaz entre arquitetos, engenheiros, construtores, proprietários e outras partes interessadas, ajudando a evitar conflitos, retrabalho e erros durante todo o ciclo de vida do projeto, desde a concepção até a operação e manutenção. Além disso, o CDE geralmente mantém um histórico das alterações e revisões, o que é valioso para o acompanhamento do progresso do projeto, para a conformidade com regulamentos e padrões, e para fins de auditoria e responsabilidade. De acordo com a figura 3, o CDE funciona como uma central de informações contendo os dados obtidos da equipe de projeto e de construção acessível a todos, inclusive o cliente final (Leusin, 2023).

Figura 3 – Esquema de gestão do CDE



Fonte: ABNT (2022)

O Ambiente Comum de Dados deve ter a função de gerenciar as informações do modelo BIM mediante ao armazenamento e controle dos processos de trocas de documentação. Conseqüentemente, com o gerenciamento dos processos tem-se a verificação e análise das informações através de revisões do modelo BIM. Importante ressaltar que o uso do CDE é cabível a qualquer tipo de empresa, seja pública ou privada e organizações dentro da indústria da construção. Além disso, essa plataforma digital pode ser implementada através de diferentes tecnologias.

2.7 Introdução a ISO 19650 no gerenciamento de projetos

A norma ISO 19650 (2018) é um recurso para a administração das informações relacionadas à construção, uma vez que estabelece claramente como será esse processo de elaboração do planejamento de gestão (Leusin, 2023). A criação da ISO 19650 foi baseada nas normas da BS 1192 e PAS 1192-2:2013 do governo do Reino Unido que passou por revisões para ser utilizada internacionalmente (Manziona, 2021).

A ISO 19650 é composta por seis partes que são: parte 1 (Conceitos e princípios), parte 2 (Fase de entrega dos ativos), parte 3 (Fase operacional dos ativos), parte 4 (Troca de informações), parte 5 (Abordagem de segurança na gestão da informação) e parte 6 (Saúde e segurança), (Leusin, 2023). Tendo em vista que a ISO 19650 é uma norma genérica e conceitual, logo atua como um guia na estrutura dos processos BIM, que necessita de uma visão crítica e completa do leitor (Manziona, 2021).

A NBR ISO 19650- 2 especifica os requisitos para a gestão de informações, na forma de um processo de gestão, dentro do contexto da fase de entrega dos ativos e das trocas de informações dentro dele, usando o BIM. Tem-se quatro tipos de requisitos de informação: o da Organização (RIO), do Projeto (RIP), do Ativo (RIA), o de Troca de informações (RTI), e dois modelos que são, o de informação do projeto (MIP), e de informação do ativo (MIA). Esses conceitos devem estar consolidados no BEP na fase 1. Já para a fase 2 do BEP os requisitos gerais devem ser detalhados e como obtê-los. Vale ressaltar que cada obra tem suas peculiaridades e os entregáveis podem sofrer variações (Leusin, 2023).

Além dos requisitos de informações, a ISO 19650 enfatiza a integração de dados com acesso colaborativo, simultâneo e controlado contendo todos os dados das disciplinas envolvidas no projeto. O CDE é um requisito da norma e, sendo assim, é de uso obrigatório em projetos BIM. O contratante tem por obrigação implementar, configurar e dar suporte para a implementação do Ambiente Comum de Dados, que pode ser terceirizada ou não, caso terceirizada deve ser aplicado um fator de segurança de dados após a finalização do projeto (Leusin, 2023).

Dessa forma, percebe-se que a ISO 19650 estabelece os padrões mínimos do processo BIM, alinhando a cadeia produtiva a um processo padrão. É através do domínio dos processos que se consegue criar essa conexão entre as informações que são criadas nas fases de projeto e construção para que então essas informações cheguem no usuário final e possam até mesmo serem utilizadas, como referência para o planejamento de novos projetos.

2.8 Introdução ao ciclo PDCA

A busca incessante pela melhoria na qualidade é um fenômeno amplamente evidente em diversas organizações, notadamente na indústria. A gestão da qualidade na indústria da construção civil permanece um fator determinante na competitividade (Pettersen, 2009). Com o passar dos anos, essa exigência, antes imposta pelo mercado, tornou-se uma necessidade evidente, uma vez que grande parte das instituições de crédito condicionam o financiamento de empreendimentos à posse de certificações específicas de qualidade.

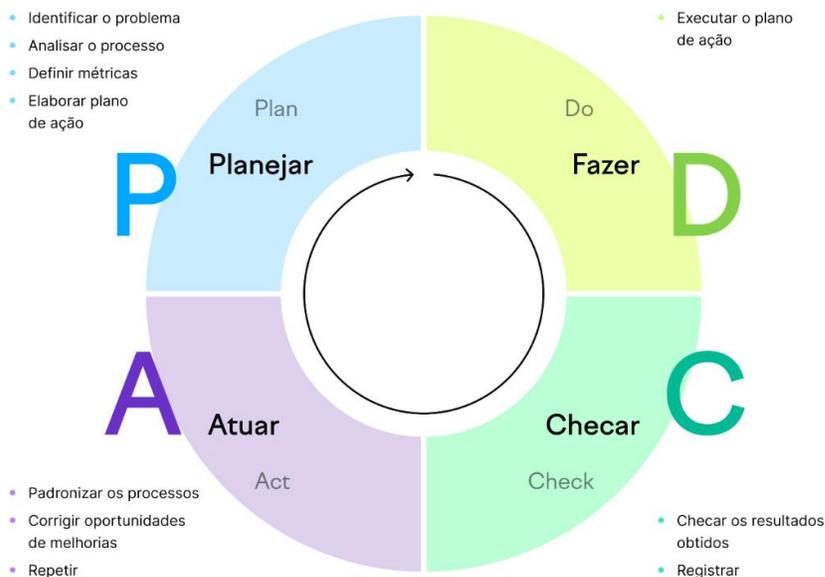
Diante disso, a aplicação do ciclo PDCA surge como uma abordagem estratégica na gestão da qualidade, fornecendo um método sistemático para alcançar melhorias contínuas nos processos da indústria da construção civil (Marshall *et al.*, 2010). No contexto de projetos BIM, onde a qualidade é um fator crucial para a competitividade, a implementação do ciclo PDCA torna-se uma ferramenta estratégica para garantir a conformidade com as normas de qualidade exigidas pelo mercado.

2.8.1 O que é o Ciclo PDCA

Conforme Silva (2006) e Lima (2006), o PDCA é uma ferramenta utilizada para aplicar ações de controle dos processos, planejar a qualidade e manter padrões, ou seja, implementar melhorias.

O Ciclo PDCA é um método gerencial que promove a melhoria contínua e reflete em suas quatro fases a base da filosofia do aperfeiçoamento contínuo. Ao praticá-lo de forma cíclica e ininterrupta, ocorre uma promoção sistemática de melhoria, consolidando a padronização das práticas (Marshall *et al.*, 2010) mostrado na Figura 4.

Figura 4 – Ciclo PDCA



Fonte: Casagrande (2022)

2.8.2 Etapas do Ciclo PDCA

De acordo com Casagrande (2022) as fases do Ciclo PDCA são as seguintes:

- **Planejar (Plan):** Nesta fase, ocorre o planejamento da ação, sendo uma etapa fundamental para assegurar a eficácia da ação. A maior parte do tempo dedicado à resolução do problema concentra-se na fase de planejamento, que se baseia na identificação do problema, dos indícios do problema e sua causa.
- **Fazer (Do):** A fase "Fazer" é relativamente curta e envolve a execução das ações definidas no planejamento.

- Checar (Check): Durante a fase "Checar", o tempo é destinado à análise dos dados obtidos com a execução do plano de ação. É o momento de avaliar a efetividade da ação, é o monitoramento e, se necessário, fazer revisões no planejamento.
- Atuar (Act): Na última fase do ciclo, denominada "Atuar", a ação corretiva é implementada por meio da padronização.

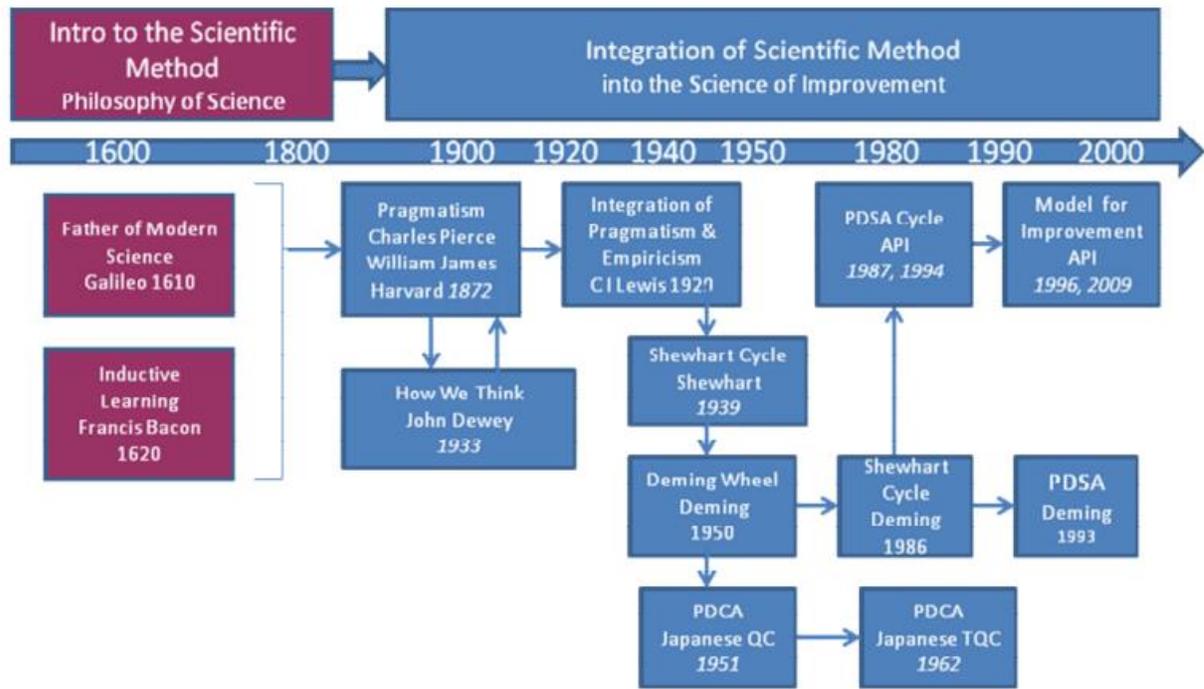
O ciclo em questão é uma ferramenta cujo propósito é controlar e aprimorar continuamente processos e produtos, funcionando como um ciclo ininterrupto de gestão. A qualidade da construção como a dinâmica de gestão, portanto, envolve o ciclo PDCA permitindo que as equipes de construção retifiquem seus procedimentos para reduzir defeitos no projeto. Também permite procedimentos de planejamento de melhor qualidade em projetos futuros através da retenção do conhecimento das ações corretivas e preventivas atuais, que tenha ocorrido devido a defeitos de qualidade em projetos anteriores.

2.8.3 História do Ciclo PDCA

Os primeiros conceitos do Ciclo PDCA remontam aos anos 1600, marcados pela influência de Galileu e pela evolução da filosofia da ciência e do método científico em busca do aperfeiçoamento. Em 1939, Walter Shewhart aplicou o método científico ao desenvolver seu ciclo, que compreendia as etapas de especificação, produção e inspeção. Posteriormente, em 1950, W. Edwards Deming promoveu modificações no ciclo de Shewhart, propondo uma abordagem mais abrangente, incluindo o projeto do produto, a fabricação, a colocação no mercado, testes por meio de pesquisas de mercado e o redesenho do produto (Moen, 2009).

A interpretação japonesa da "roda de Deming" nas palestras do Dr. Deming em 1950 e 1951 resultou no estabelecimento do ciclo PDCA, conhecido como planejar-fazer-verificar-agir. Esse ciclo tornou-se uma parte integral das práticas japonesas de Controle de Qualidade (CQ), Controle Total da Qualidade (TQC) e círculo de Controle de Qualidade (CQ). Deming apresentou seu ciclo Shewhart para aprendizagem e melhoria nos EUA em 1986, enquanto uma versão mais abreviada, o ciclo PDSA, foi introduzida em 1993, embora esse estudo não aborde especificamente o conceito de PDSA (Moen, 2009). A figura 5 mostra a origem e evolução do Ciclo PDCA.

Figura 5 – Origem e evolução do Ciclo PDCA



Fonte: Moen (2009)

2.8.4 Ciclo PDCA e a ISO 19650

O ciclo PDCA não é especificamente mencionado ou incorporado como um componente explícito na ISO 19650. No entanto, os princípios do PDCA podem ser considerados alinhados aos objetivos e práticas promovidos pela ISO 19650, especialmente em relação à melhoria contínua e à gestão eficiente da informação ao longo do ciclo de vida de um projeto BIM.

Embora a ISO 19650 não adote explicitamente o ciclo PDCA, a filosofia de melhoria contínua e gestão eficiente de processos está de acordo com os princípios do PDCA. Integrar os conceitos do ciclo PDCA torna-se uma abordagem para aprimorar a implementação prática dos requisitos da ISO 19650 em projetos BIM, promovendo a adaptabilidade e a eficiência ao longo do ciclo de vida do projeto.

2.9 Introdução à Plataforma Autodesk Construction Cloud

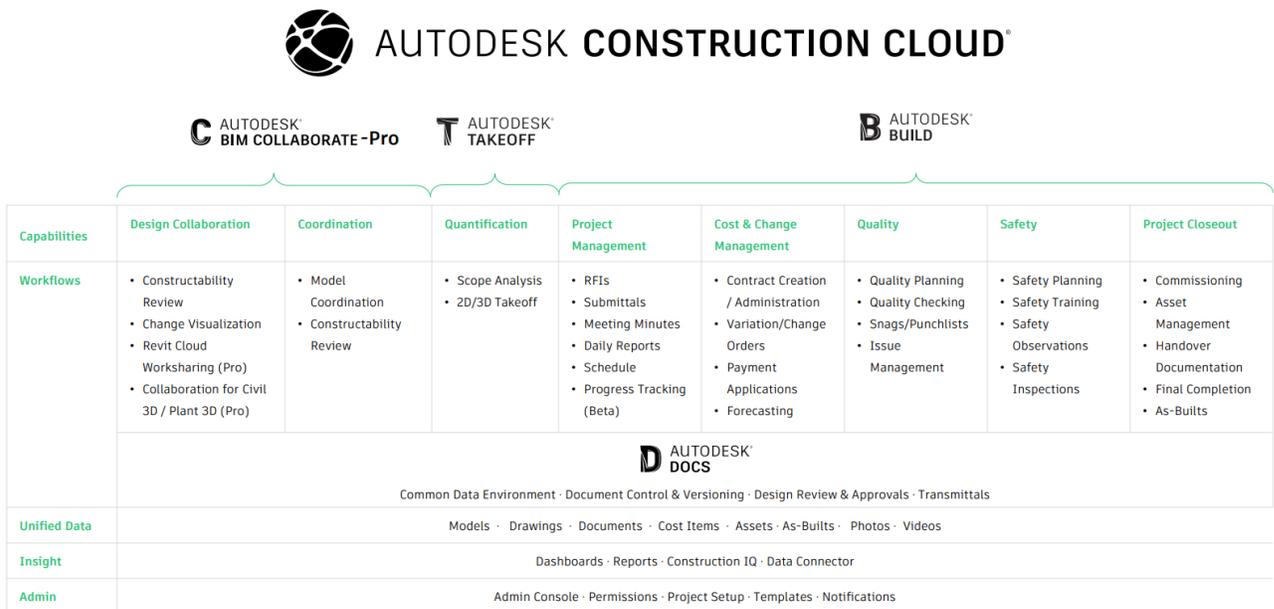
O Autodesk Construction Cloud é uma plataforma de gerenciamento de dados baseada em serviço de nuvem que integra primordialmente o *software* líder em Gerenciamento de Construção (CM) desenvolvido pela Autodesk. Também possibilita ao usuário trocas de informações com mais praticidade e rapidez otimizando o processo de desenvolvimento de projetos. O ACC, que é uma entidade mais recente, integrou o BIM 360, amplamente reconhecido, apresentando essencialmente as mesmas funcionalidades. A integração do *software* antigo no serviço de nuvem é recente, foi iniciada em 2022 e ainda pode ser usado separadamente, embora seja tecnicamente parte de uma entidade atualizada.

A ferramenta BIM ACC oferece diversos recursos para projetos não só de arquitetura como de infraestrutura também. Os profissionais conseguem editar e visualizar o projeto em tempo real, podendo atualizar e fazer marcações e todos os envolvidos conseguem ter acesso a esses arquivos, acelerando a troca de informações e otimizando o desenvolvimento do projeto. Sua finalidade reside na interligação de informações, partes interessadas e processos ao longo de todas as etapas de um projeto de construção (Autodesk, 2022).

Lembrando que esses arquivos ficam em acesso na nuvem, então todos os participantes do projeto têm acesso às versões mais atualizadas desses arquivos e controle de versões com análise do histórico de alterações, funcionando como um CDE. É nesse ambiente comum de dados que todos os envolvidos no projeto conseguem ter acesso aos arquivos, além de ser um repositório de projetos dentro de um único ambiente. Com isso, pode-se padronizar um fluxo de processos de gerenciamento de projetos com toda a equipe de trabalho.

O ACC adota o conceito de plataforma unificada e é composto por módulos que incorporam diversas ferramentas e recursos e tem integração com os *Softwares* Revit e Navisworks. Com base nas licenças requeridas e disponíveis, o usuário tem a capacidade de configurar a entidade desejada a partir dos módulos. Além disso, os módulos operam de maneira integrada, embora haja sobreposições específicas entre eles. A hierarquia desses módulos é delineada na figura 6, destacando, por exemplo, que o Autodesk Docs serve como a base para todas as operações, armazenando todos os documentos relevantes do *software*.

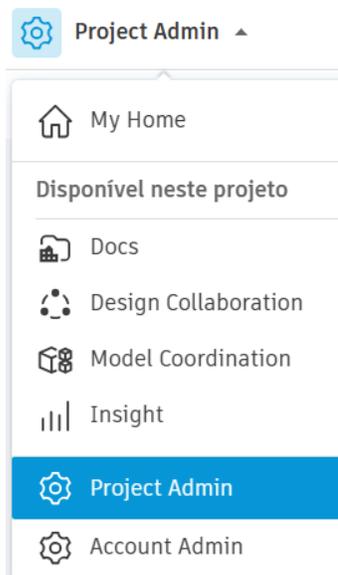
Figura 6 – Estrutura esquemática dos módulos do ACC



Fonte: Autodesk (2022)

Nesse estudo de caso serão aprofundadas as funcionalidades dos módulos assinados pela empresa GVBIM disponíveis para o projeto em estudo, conforme a figura 7.

Figura 7 – Módulos disponíveis para o projeto



Fonte: Autora (2024)

Sobre os módulos disponíveis para estudo têm-se a seguinte explicação:

- O ambiente **Docs** representa uma parte essencial da plataforma centrada na gestão de documentos em projetos de construção. Sua função principal é proporcionar um espaço online destinado ao armazenamento, organização e compartilhamento de diversos tipos de arquivos, como desenhos, especificações e relatórios.
- O módulo **Design Collaboration** capacita equipes a escolherem como colaborar com outras unidades. À medida que os modelos de projeto se desenvolvem constantemente, envolvendo múltiplas equipes em diferentes regiões, o Design Collaboration se torna crucial ao fornecer uma visão comum do projeto. A ausência dessa visão compartilhada pode resultar na perda de alterações e na ineficiência do tempo.
- O **Model Coordination** é focado na coordenação e gestão de modelos de construção em 3D. Sua aplicação é fundamental em projetos complexos, onde a coordenação eficiente dos modelos 3D desempenha papel importante no sucesso do empreendimento. Este módulo contribui para a redução de erros, melhoria da comunicação entre as equipes e otimização do processo de construção.
- O módulo **Insight** se destaca como uma ferramenta avançada de análise e inteligência de dados, desenvolvida para aprimorar a gestão e execução de projetos de construção. Sua funcionalidade abrange uma visão abrangente e detalhada do desempenho dos projetos, auxiliando na identificação de tendências, previsão de riscos e aprimoramento da tomada de decisões. A utilização desse módulo pode significativamente melhorar a eficiência, segurança e qualidade dos projetos de construção, transformando dados em *insights* para tomadas de decisões mais assertivas.

3 METODOLOGIA

Na condução deste estudo, foi adotada uma abordagem de pesquisa aplicada. Esse tipo de pesquisa empenha-se na elaboração de diagnósticos, identificação de problemas e busca de soluções (Thiollent, 2009). Nesse sentido, a proposição de um fluxo de processos de gerenciamento de projetos BIM alinhado ao ciclo PDCA será aplicada em um estudo de caso de um projeto específico na plataforma ACC, proporcionando uma compreensão dos benefícios práticos da metodologia proposta.

As etapas metodológicas incluíram: 1- Escolha do projeto para estudo de caso; 2- Seleção e análise das tecnologias aplicadas; 3- Verificação do CDE em estudo; 4- Mapeamento dos processos de projetos por fluxogramas; 5- Implementação do ciclo PDCA no estudo de caso; 6- Fluxos de informações do modelo BIM em estudo dentro do ciclo PDCA. Como resultado do trabalho, foram desenvolvidos fluxogramas de procedimentos para organização de toda a documentação, visando a padronização dos arquivos e a otimização do fluxo de processos.

Etapas metodológicas

A primeira etapa do trabalho enfocou na escolha do projeto para exemplificação do método em estudo. Posteriormente foram selecionados os softwares BIM para modelagem, simulação e detecção de conflitos do projeto. Seguindo as etapas, verificou-se o atendimento do ACC às normas de CDE, destacando-se as atividades relacionadas à comunicação e organização dos arquivos, detecção de conflitos no ACC e a capacidade de acompanhamento do projeto tanto do cliente como dos profissionais. Logo em seguida, utilizou-se a técnica de mapeamento de processos por meio de fluxogramas, uma ferramenta essencial para a busca da melhoria contínua (Gomes *et al.*, 2015).

De posse dos arquivos CAD do projeto de referência, da modelagem 3D, da compatibilização e do BEP e dos entregáveis requeridos pelo cliente foi feito um fluxograma para cada etapa do ciclo PDCA, detalhando o processo de gerenciamento de todas as informações. O método aqui utilizado são pesquisas e experiências do usuário no software, bem como informações gerais disponíveis sobre seus benefícios teóricos. Finalmente, os resultados do processo de gerenciamento de projetos BIM com o uso do ciclo PDCA são apresentados.

3.1 Descrição detalhada do projeto selecionado

O projeto em análise configura-se como um edifício residencial de menor escala, porém com abordagem multidisciplinar, destacando sua capacidade de demonstrar a organização de documentos, modelos, especialistas e clientes em um ambiente BIM. Foram utilizados arquivos prontos, tais como o Plano de Execução BIM, que envolve a identificação de cada etapa e sub etapa do projeto, e o modelo 3D no *software* Revit cedido pela empresa GVBIM. Esses dados foram importados para o *software* Navisworks (possui versão gratuita para estudantes), devido à flexibilidade de interoperabilidade do *software*, que permite a leitura de diversos tipos de arquivos e diferentes abordagens de integração. Para alinhar o planejamento com o modelo 3D, foi estabelecida uma regra de correspondência entre as etapas do planejamento e as fases do modelo 3D. Todos esses arquivos foram cedidos pela empresa GVBIM, que contribuiu para o estudo de caso.

Escolheu-se um projeto já concluído com o intuito de focar na proposta do tema em estudo, que é o gerenciamento do projeto. O projeto de uso residencial servirá para exemplificar o potencial do BIM em obras residenciais. O projeto refere-se à obra localizada no município de Sorocaba, São Paulo e tem uma área total construída de 1.810,10 m² e quatro níveis de construção: o pavimento térreo e os pavimentos do primeiro, segundo e terceiro andar. A obra consta com 3 andares de pavimentos tipos para habitação, galerias, guaritas e salão de festas.

A empresa contratante tinha por objetivo a aquisição de uma análise crítica dos projetos, modelagem e compatibilização das disciplinas de arquitetura, estrutura, elétrica, hidrossanitário, proteção e combate à incêndio, gás, fundações, paisagismo, sistema de proteção contra descargas atmosféricas e circuito fechado de televisão. A meta era garantir a excelência na prestação de serviço que esse projeto iria fornecer. Para isso, foi preciso ter um planejamento estratégico das obras futuras, daí a necessidade de contratar uma empresa para fazer um diagnóstico do sistema atual e a previsão das obras num futuro próximo. Foram adquiridas em formato CAD as plantas que compunham o projeto. Esses dados serviram como ponto de partida para a criação de um modelo BIM do projeto e também para a análise da compatibilidade entre as diferentes especialidades.

3.2 Seleção e Análise das tecnologias aplicadas

Executou-se a análise do Nível de Maturidade e a criação do BEP conforme a ISO 19650 (2018), conforme os objetivos do projeto. O NM foi elaborado por meio de um relatório PDF e o BEP por meio da ferramenta da Microsoft, Powerpoint, devido à possibilidade de padronização de textos e apresentações. Para a modelagem dos projetos da obra, utilizou-se o *software* de modelagem 3D em BIM da Autodesk, o Revit 2021. Este *software* foi escolhido para a criação dos modelos das disciplinas em questão.

A decisão de selecionar o Revit, em vez de outros *softwares* com funcionalidades similares, deve-se à sua ampla adoção na indústria e à sua capacidade de interoperabilidade com diversos outros programas. O Autodesk Revit, desenvolvido pela empresa Autodesk, é uma ferramenta específica para a criação de BIM 3D, consolidando, desde 2013, as três vertentes do *software* em uma única versão: Revit Architecture, Revit MEP e Revit Structure (Autodesk Revit, 2023).

Para a detecção de incompatibilidades no modelo desenvolvido, utilizou-se o software Autodesk Navisworks Manage 2021. Assim como o Revit, este *software* é produzido pela Autodesk sendo dedicado à revisão de projetos por meio da análise e coordenação de informações entre as diferentes disciplinas de projetos BIM. Ele combina as várias disciplinas de cada projeto em um único modelo, possibilitando a detecção automática de incompatibilidades e a gestão de conflitos encontrados durante a fase de pré-construção do projeto (Autodesk Navisworks, 2023).

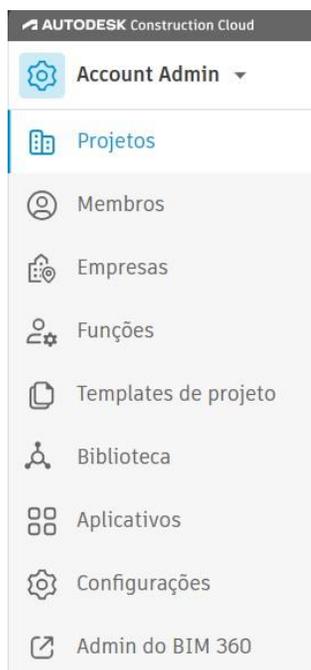
O projeto BIM em questão aborda conceitos quanto ao uso do BIM, nível de maturidade BIM, o Plano de execução BIM (BEP), escolha do ambiente comum de dados e a ISO 19650 como norma norteadora do gerenciamento dos dados do projeto. As vantagens do BIM foram demonstradas na plataforma Autodesk Construction Cloud por meio da inserção do projeto em estudo nesta plataforma. Desenvolvida pela Autodesk®, a ACC é basicamente um agregado de serviços em nuvem para modelos BIM e tem se destacado como uma ferramenta fundamental para o gerenciamento de projetos, possibilitando a colaboração em tempo real, a coordenação de equipes e a gestão eficaz de informações.

3.3 Verificação do ACC de acordo com a ABNT PR 1015

A ABNT PR 1015 (2022) recomenda que um CDE deve conter funcionalidades de administrador, gestão de modelos BIM, gestão de documentos, gestão das comunicações, visualização e controle de arquivos e integrações. Diante desses requisitos, o ACC deve ser verificado para a confirmação do atendimento a essas recomendações e assim ser utilizado como CDE do estudo de caso.

A funcionalidade de administrador pode ser encontrada no módulo Account Admin, que se concentra na gestão eficiente de contas e usuários na plataforma ACC e oferece um controle centralizado de contas, simplificando a atribuição de funções e o acesso a diferentes projetos. É nesse módulo que são criados os projetos e templates e tem o controle do acesso dos membros do projeto, empresas e funções dos usuários conforme a figura 8.

Figura 8 – Partes gerenciáveis do Administrador



Fonte: Autora (2024)

Para a Gestão de modelos BIM, a plataforma possui os módulos, Design Collaboration e Model Coordination que atuam para colaboração eficiente em projetos BIM e proporcionam um ambiente

colaborativo virtual, permitindo a interação efetiva entre membros da equipe, independentemente de suas localizações geográficas. A Coordenação de Modelos BIM, por sua vez, facilita a detecção e resolução de interferências, melhorando significativamente a precisão do projeto. Um exemplo prático seria um coordenador de BIM identificar e resolver conflitos entre os modelos estrutural e de instalações hidráulicas, evitando problemas durante a construção, conforme evidenciado na figura 9.

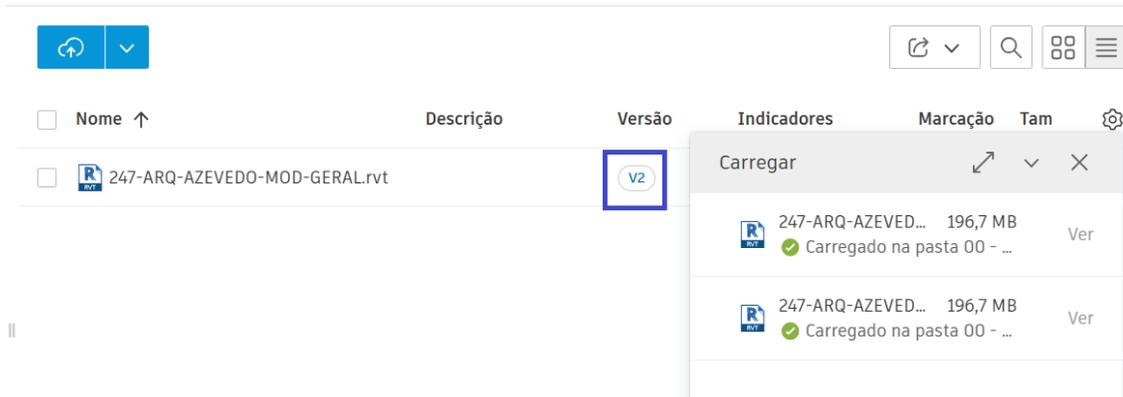
Figura 9 – Detecção de conflitos



Fonte: Autora (2024)

A gestão de documentos é atendida no módulo Docs. Este módulo disponibiliza um repositório seguro para armazenamento de documentos, com controle de versões e *backup* adequado. Adicionalmente, oferece funcionalidades de controle preciso de revisões, garantindo a conformidade e a atualização contínua dos documentos. Um exemplo prático seria o arquiteto da obra que atualiza um conjunto de desenhos do projeto, gerando automaticamente uma nova versão e preservando a integridade do histórico do documento conforme a figura 10.

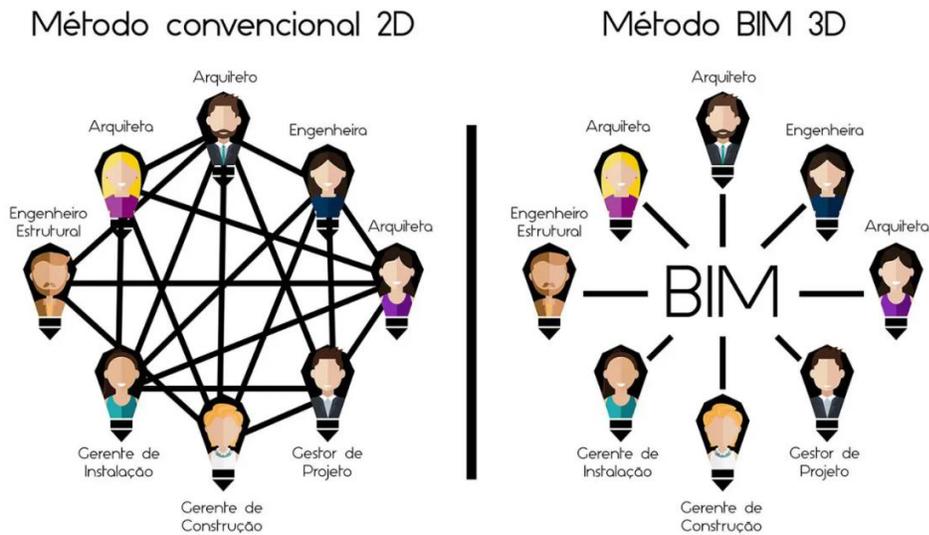
Figura 10 – Atualização de arquivos no ACC



Fonte: Autora (2024)

Uma problemática do fluxo tradicional é a dificuldade de acompanhar múltiplas iterações de documentos e visualizar edições de uma versão, como aponta a figura 11, que mostra uma comparação entre o fluxo tradicional e o fluxo BIM.

Figura 11 – Processos de gerenciamento de projetos: Tradicional x BIM

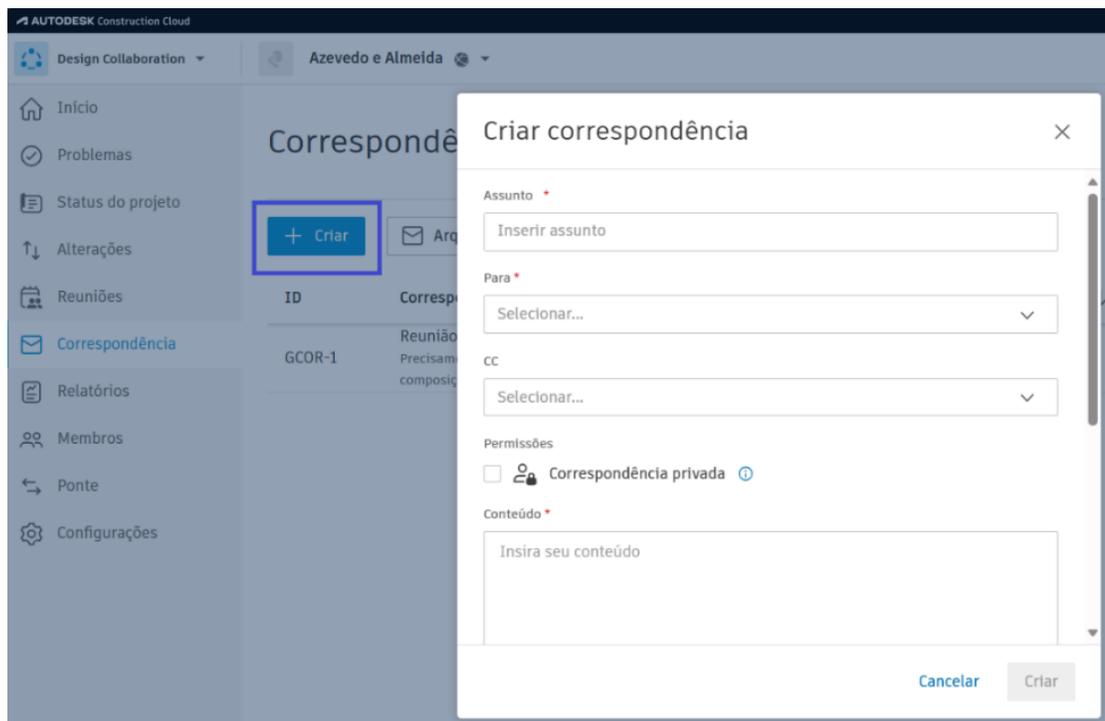


Fonte: Farias (2021)

A gestão das comunicações dentro do ACC ocorre em todos os módulos existentes da plataforma. Um exemplo é a funcionalidade de Correspondência, que proporciona ao usuário a capacidade de criar e administrar comunicações flexíveis dentro do ambiente da referida plataforma. Em outras palavras, a ferramenta viabiliza a troca de mensagens por meio de e-mails

entre os membros do projeto e pessoas externas, as quais também têm a possibilidade de responder a esses e-mails utilizando seu correio eletrônico padrão, como Outlook ou Gmail, conforme demonstrado na figura 12.

Figura 12 – Comunicação no ACC



Fonte: Autora (2024)

No módulo Insight concentra-se em funcionalidades para visualização detalhada e controle de arquivos, possibilitando uma compreensão espacial aprimorada, enquanto o controle de visualização oferece opções personalizadas para manipulação de elementos nos modelos. Um gerente de projetos pode utilizar a visualização 3D para avaliar a compatibilidade entre o projeto arquitetônico e os projetos complementares. Também um inspetor de qualidade configura as preferências de visualização para destacar elementos específicos em um modelo, facilitando a análise como mostra a figura 13.

Figura 13 – Visualização e controle de arquivos no ACC



Fonte: Autora (2024)

A funcionalidade de integração está no fato do ACC poder ser acessado através de outro *software*, como por exemplo o *Revit*. Isso se deve pela disponibilização de *Application Programming Interfaces* (API), que permite uma comunicação entre os *softwares*.

Sendo assim, comprova-se que o ACC possui as recomendações de CDE estabelecido em norma e portanto pode ser definido como o CDE para o estudo de caso. Essa verificação é válida para qualquer outro CDE no mercado, visando garantir que os objetivos de um bom gerenciamento de projetos BIM seja alcançado.

3.4 Mapeamento dos processos de projetos por fluxogramas

A modelagem de processos é necessária para remover fatores que afetam negativamente o desempenho e para alocar recursos adequadamente para atividades que agregam valor. Os processos podem ser descritos através de mapeamento de processos ou arquiteturas. Uma organização deve gerenciar e controlar seus processos para atingir seus objetivos. O objetivo do gerenciamento de processos é definir metas para os processos com base nos objetivos da empresa, acompanhar, compreender os resultados e definir padrões. Isso significa que melhorar o

desempenho das organizações através de processos pode implicar uma mudança para uma abordagem baseada em processos cíclicos levando a possibilidade de melhorias contínuas (Martinsuo, Blomqvist, 2010).

O uso do fluxograma é difundido como uma técnica para a padronização de processos, que através da visualização de todo o processo possibilita propostas de aprimoramento. Essa ferramenta utiliza símbolos, linhas e palavras para proporcionar uma representação gráfica das atividades, oferecendo uma compreensão clara que não apenas esclarece a sequência de atividades, mas também ressalta as interdependências críticas entre essas atividades (Powell, 1994; Rummler, Brache, 1992).

Ademais, a literatura destaca que o fluxograma não é uma ferramenta estática. Pelo contrário, deve ser dinamicamente atualizado para refletir com precisão as mudanças nos processos ao longo do tempo, promovendo assim sua relevância contínua na gestão de processos organizacionais (Hayes, 2017).

3.5 Implementação do Ciclo PDCA no modelo BIM

O Ciclo PDCA se revela como o sistema de gestão de qualidade ideal para o cenário considerado, conhecido como BIM com o Nível de maturidade 1, devido à estreita ligação entre a gestão da qualidade e a execução do processo. De acordo com Sinclair (2012), do ponto de vista dos procedimentos, o Nível 1 requer que os processos de gerenciamento estejam intimamente relacionados ao processo de design. Nesse sentido, a integração dessa ferramenta de gerenciamento com o BIM pode desempenhar uma melhoria na gestão da qualidade da construção civil, a fim de estabelecer a padronização de práticas no setor em todas as etapas do projeto.

Outro fator de relevante é que tanto o Ciclo PDCA quanto a metodologia BIM são processos cíclicos que têm por objetivo definir padrões e melhorias contínuas explicitada na fase Agir (PDCA) e em todo o processo de adoção do BIM, pois abrange todo o ciclo de vida de um empreendimento. Ambos os processos visam estabelecer padrões, corrigir falhas e aprimorar constantemente as práticas de gerenciamento de projetos.

A união desses conceitos se dará através da integração de toda informação e documentação do modelo BIM em estudo com a concepção de fluxos de gerenciamento das informações do projeto baseada no ciclo PDCA detalhada no próximo tópico. Essa abordagem integrada do Ciclo PDCA com o BIM visa não apenas estabelecer padrões e correções contínuas nas práticas de gerenciamento, mas também garantir uma gestão de qualidade que permeia todas as fases do projeto, proporcionando benefícios ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

3.6 Fluxos de informações dentro do Ciclo PDCA

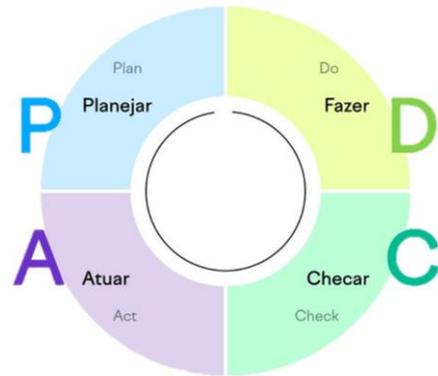
Com base nos documentos cedidos pela GVBIM da obra foi feito um fluxo de como gerir essas informações do modelo BIM dentro do ciclo PDCA. Os documentos são:

- DWGs das disciplinas;
- BEP;
- Estrutura Analítica do Projeto (EAP) da empresa
- PDFs das reuniões com o cliente;
- Docs das reuniões internas;
- Os modelos Tridimensionais desenvolvidos com base nos DWGs, ou seja, os arquivos. rvt;
- Arquivos IFCs das modelagens;
- Planilhas com os quantitativos da obra;
- Pranchas dos detalhamentos das disciplinas;
- Relatório de Compatibilização e análise de Interferências;
- Renders da obra;
- Executivos de cada disciplina desenvolvida;
- E-book com detalhes de obras mostradas no modelo tridimensional;
- PGP (Processo de Gerenciamento de Projetos).

Cada documentação foi separada de acordo com as etapas e suas respectivas cores do ciclo PDCA, como mostra a figura 14. Vale ressaltar a etapa de Checar deve ser aplicada em toda as documentações, não necessitando então de ser destacada.

Figura 14 – Separação dos documentos dentro do ciclo PDCA

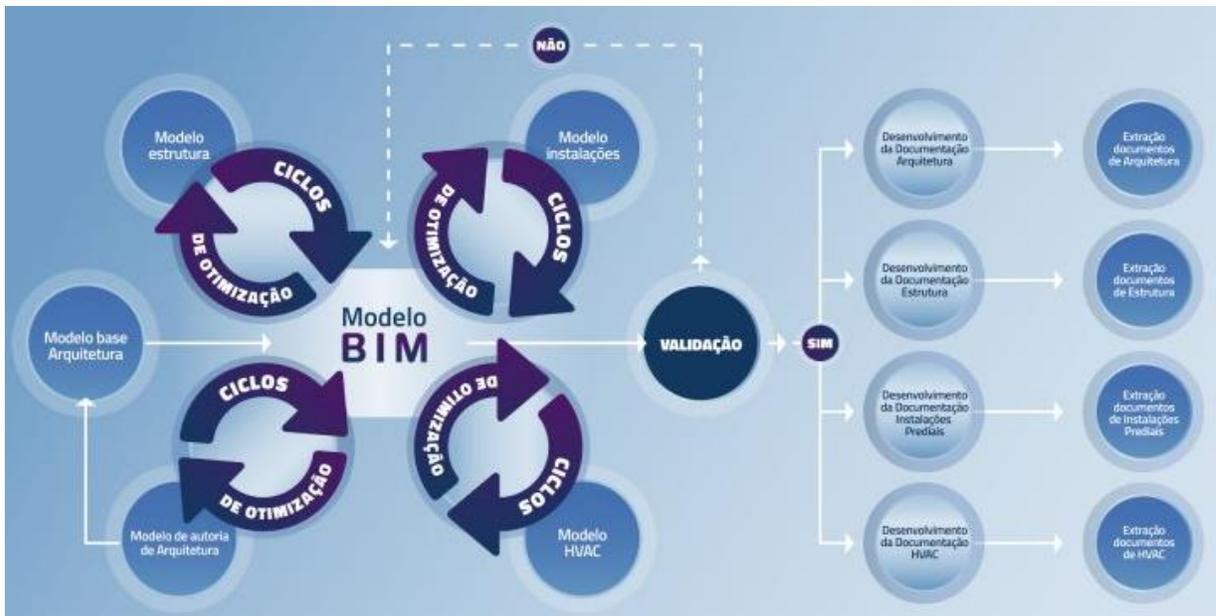
- DWGs das disciplinas;
- BEP;
- Estrutura Analítica do Projeto (EAP) da empresa
- PDFs das reuniões com o cliente;
- DOCs das reuniões internas;
- Modelos Tridimensionais
- Arquivos IFCs das modelagens;
- Planilhas com os quantitativos da obra;
- Pranchas dos detalhamentos das disciplinas;
- Relatório de Compatibilização;
- Renders da obra;
- Executivos de cada disciplina desenvolvida;
- E-book com detalhes de obras mostradas no modelo tridimensional.
- PGP



Fonte: Autora (2024)

Os fluxogramas que serão apresentados devem ser aplicados em cada disciplina acordada no BEP e rodados o número de vezes que for preciso para alcançar a satisfação do cliente quanto aos entregáveis estabelecidos. A figura 15 retrata a necessidade de ciclos de otimização dentro de cada disciplina em concordância com esse estudo.

Figura 15 – Fluxo básico de projeto



Fonte: ABDI (2017)

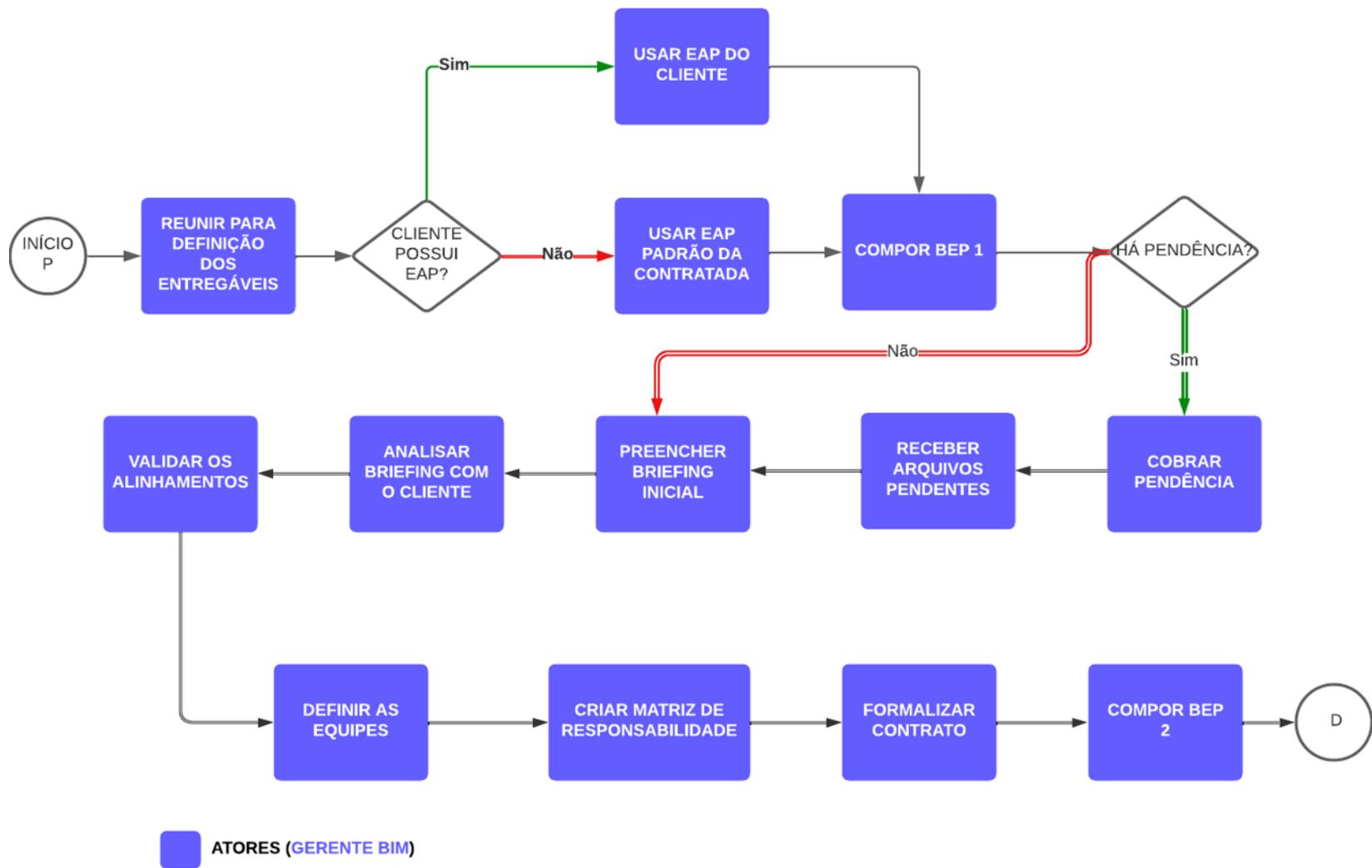
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a concepção do objetivo estabelecido, a condução da gestão das informações relacionadas à obra é pautada no ciclo PDCA, alinhando-se à metodologia BIM. A abordagem BIM, por sua vez, configura-se como um ciclo composto por diversas fases, abrangendo desde a concepção do projeto até as etapas pós-obra. A convergência destes dois referenciais propicia um refinado processo de gerenciamento de informações.

Ademais, destaca-se que a utilização do ACC, neste contexto, desempenha um papel crucial na eficiência e visibilidade desse fluxo de gestão. O ponto focal desta integração é explicitado no item 3.3, no qual se evidencia a visibilidade ampliada e a otimização resultante da incorporação desta plataforma.

Para a etapa do Planejamento, foi estabelecido como dados de entrada o levantamento dos entregáveis seguido dos requisitos específicos para as informações do modelo BIM, considerando normas da indústria, padrões organizacionais e requisitos do projeto até chegar no BEP definido de acordo com a ISO 19650 incluindo a definição de responsabilidades e processos. Essa etapa é a mais crítica, pois é ela que conduz todo o processo de gerenciamento. É a partir da etapa de planejamento que todo o ciclo flui até chegar no resultado e é conduzida pelo gerente BIM (profissional responsável pelo contato com o cliente e gestão da implantação BIM no projeto). O resultado dessa etapa é um BEP completo, bem definido, que conduzirá todo o processo até chegar nos entregáveis do cliente, como mostra a figura 16.

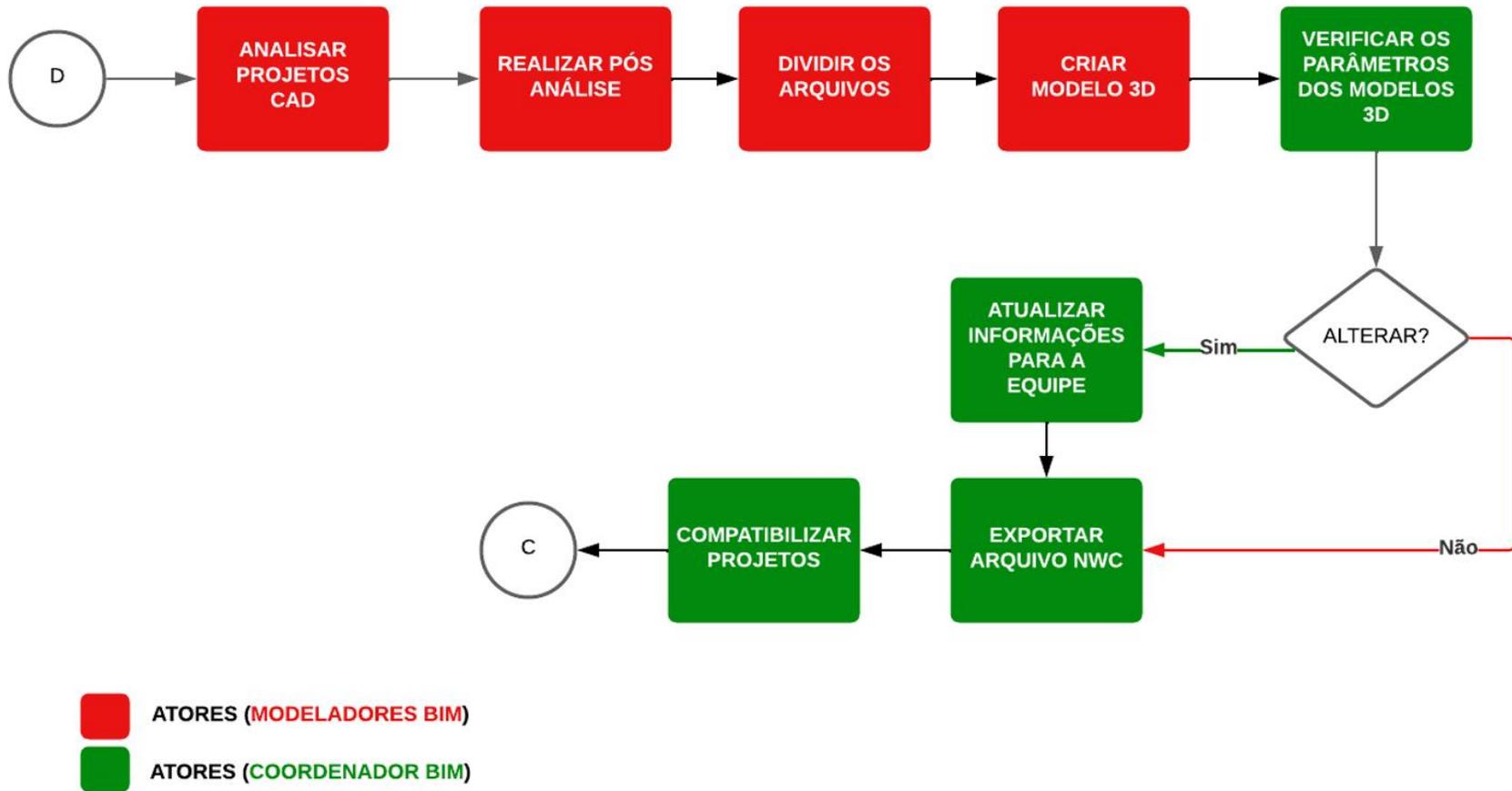
Figura 16- Modelagem do processo de planejar



Fonte: Autora (2024)

Para a etapa do Fazer, coloca-se em prática os protocolos desenvolvidos na fase de planejamento, garantindo que todos os membros da equipe estejam cientes e capacitados para seguir as diretrizes. O ideal dessa fase é a finalização de um modelo BIM para que a partir daí gere todo os entregáveis solicitados em contrato. Para este estudo de caso, inicia-se com a análise dos projetos CAD, modelagem 3D dos projetos de cada disciplina, verificação dos parâmetros nos modelos BIM e exportação do modelo para simulação, finalizando com a compatibilização dos projetos. Nota-se que se deve fazer sempre a coleta e atualização contínua das informações no modelo BIM, garantindo a conformidade com os protocolos estabelecidos, conforme a figura 17. Os agentes desse fluxo são os modeladores BIM e os coordenadores BIM e tem como resultado um modelo 3D definido e revisado, o arquivo para simulação e a compatibilização das disciplinas do projeto.

Figura 17 - Modelagem do processo de fazer



Fonte: Autora (2024)

Para o Checar, inicia-se com o gerente BIM conduzindo as verificações regulares (*Sprints*) para garantir a conformidade com os requisitos e padrões estabelecidos, identificando qualquer inconsistência ou problema. Logo em seguida, o coordenador BIM passa para a pasta de publicado todos os arquivos já verificados e aprovados, conforme a figura 18. O objetivo dessa etapa é a validação do modelo 3D. Vale ressaltar que é nessa fase que o índice de retrabalho diminui pois a comunicação é primordial e evidenciada através dos *Sprints*, cada alteração, atualização e informação deve ser revisada e comunicada a todos os envolvidos no projeto.

Figura 18 - Modelagem do processo de checar



- ATORES (GERENTE BIM)
- ATORES (COORDENADOR BIM)

Fonte: Autora (2024)

A etapa do Atuar será baseada na realização de todos os entregáveis e na criação do PGP (Processo de Gerenciamento de Projeto), para então implantar ações corretivas para corrigir quaisquer problemas identificados. Nessa fase, ajusta-se os processos e documenta as lições aprendidas durante cada ciclo para acumular conhecimento e facilitar a implementação de melhorias em projetos futuros. Segundo a apostila Cresça Brasil (2016), pode-se retirar as seguintes lições após o término do projeto:

Lições Aprendidas 1

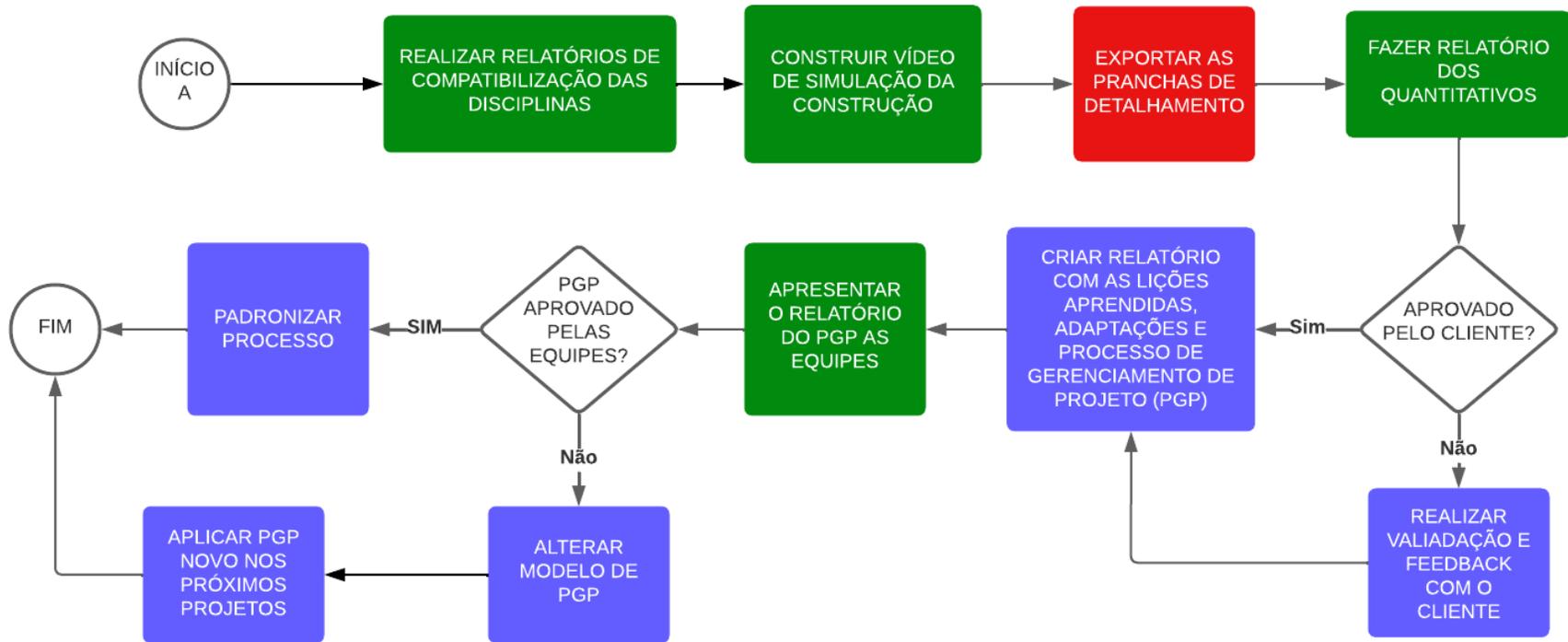
- Produtos foram entregues conforme a descrição do escopo?
- Houve atrasos? Por quê?
- Ocorreram riscos não previstos?
- Os clientes estão satisfeitos?
- A equipe ficou satisfeita?

Lições Aprendidas 2

- Houve comprometimento das pessoas?
- Houve problemas de comunicação?
- O projeto foi bem documentado?
- Os fornecedores foram eficientes?
- Recomendações para projetos futuros?

Nessa etapa, todos os agentes se envolvem a fim de entregar ao cliente o produto, ou seja, os entregáveis estabelecidos no Planejamento, conforme a figura 19.

Figura 19 - Modelagem do processo de atuar



- ATORES (GERENTE BIM)
- ATORES (COORDENADORES BIM)
- ATORES (MODELADORES BIM)

Fonte: Autora (2024)

Deve-se se repetir o ciclo PDCA de forma contínua ao longo do ciclo de vida do projeto, aplicando em todas as disciplinas e entregáveis do projeto. Vale ressaltar que pode haver vários tipos de soluções e fluxos de trabalho dentro do ciclo PDCA, a depender do tipo de projeto e das finalidades propostas pelo contratante. O importante é fazer com que cada informação seja gerenciada, armazenada, compartilhada e planejada para atender a demanda específica. Assim, o fluxo acima é em decorrência dos materiais disponibilizados da obra em estudo.

Vale ressaltar que, na etapa do Planejamento fica estabelecido todos os procedimentos para a construção de um BEP assertivo. Na etapa do Fazer constitui-se todas as ações e procedimentos necessários para resultar nos entregáveis do cliente. Na etapa do Checar, constitui-se toda a verificação das ações já ocorridas e se estar em conformidade com o planejamento. E por fim, a etapa do Atuar encarrega-se de executar todos os objetivos do projeto, incluindo ações corretivas para melhorias.

5 CONCLUSÃO

Na conclusão deste trabalho, fica evidente a necessidade de ser ter um CDE bem definido de acordo com as normas e um mapeamento de projetos que garantam melhorias contínuas em todo o processo de gerenciamento de projetos. Diante disso, foi apresentado a integração dos princípios do Ciclo PDCA ao gerenciamento das informações de um modelo BIM, que representa uma abordagem inovadora na gestão de projetos na era da construção digital. A inovação da proposta reside na capacidade de aplicar um ciclo dinâmico de Planejar, Executar, Checar e Atuar aos processos de gerenciamento de informações em modelos BIM, consistindo de um conjunto de fluxogramas apresentado em estudo.

A abordagem sistemática desses fluxogramas permite que as organizações identifiquem proativamente desafios, ajustem processos e alcancem níveis mais elevados de excelência ao longo do tempo, além de menor índice de retrabalho. A título de exemplo, pode-se citar na etapa de Atuar que lições aprendidas durante o processo de gerenciamento de projeto são documentadas e utilizadas para otimizar não apenas o projeto em andamento, mas também para nortear práticas futuras.

Além disso, essa integração do PDCA ao gerenciamento de informações de modelos BIM mostrou que é possível ter um modelo padrão de gerenciamento de projetos BIM escalável, que pode ser aplicado a qualquer tipo de projeto BIM e adaptável de acordo com a necessidade do cliente. Por fim, esse estudo contribui para a construção de uma base de conhecimento valiosa, impulsionando práticas de gerenciamento de informações BIM assertivas para o mercado da construção civil.

6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Para futuros estudos e desenvolvimentos na área, outros resultados podem emergir a partir desta pesquisa. Primeiramente, há a proposta de desenvolver um fluxo que integre todas as disciplinas em um processo contínuo de trabalho onde as diferentes áreas de conhecimento sejam trabalhadas simultaneamente. Em segundo lugar, pode-se desenvolver uma investigação de um estudo de caso com a utilização de todos os módulos do Autodesk Construction Cloud no gerenciamento de projetos.

Por fim, uma sugestão interessante seria a criação de um *plug-in* para *softwares* BIM que disponibilizasse os fluxogramas propostos nesse estudo, tornando-os acessíveis a qualquer momento e fornecendo orientação passo a passo sobre procedimentos específicos. Isso seria especialmente útil para equipes de projeto que enfrentam desafios durante o processo de modelagem e precisam de orientação imediata para resolver problemas técnicos ou procedimentais. Essas sugestões oferecem oportunidades significativas para aprimorar a eficiência e a eficácia do gerenciamento de projetos na indústria da construção, promovendo uma abordagem mais integrada e orientada para resultados.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. **Processo de Projeto BIM: Coletânea Guias BIM ABDI - MDIC**. 1. ed. Brasília: ABDI, 2017.

ALIN, P.; MAUNULA, A. O.; TAYLOR, J. E.; SMEDS, R. Aligning misaligned systemic innovations: Probing inter-firm effects development in project networks. **Project Management Journal**. v. 44, n. 1, p. 77–93, 2013.

AMORIN, S. R. L. **Gerenciamento e Coordenação de Projetos BIM**. 2.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Prática recomendada: **ABNT PR 1015: Ambiente Comum de Dados (CDE)**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

AUTODESK BIM 360. **Autodesk**. São Rafael (Califórnia), 2019. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br>. Acesso em: 25/08/2023.

AUTODESK NAVISWORKS. **Autodesk**. São Rafael (Califórnia), 2023. Disponível em: <https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview>. Acesso em: 01/09/2023.

AUTODESK REVIT. **Autodesk**. São Rafael (Califórnia), 2023. Disponível em: <https://www.autodesk.pt/products/revit/overview>. Acesso em: 01/09/2023.

AZHAR, S. Building information modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AECO industry. **Leadership and Management in Engineering**. v. 11, n. 3, p. 241–252, 2011.

BAGULEY, P. **Project Management**. Londres: Teach Yourself Books, 1999.

BARBOSA, Filipe et al. Reinventing construction through a productivity revolution. **McKinsey Global Institute**, 2017. Disponível em: https://www.mckinsey.com/~/_/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-executive-summary.pdf. Acesso em 15 de ago 2023.

BRANCO, R. H. F.; KELLING, R. **Gestão de Projetos: uma abordagem global**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

BRYDE D.; BROQUETAS M.; VOLM, J. M. The project benefits of building information modelling (BIM). **International Journal of Project Management**. v. 31, n. 7, p. 971–980, 2013.

CASAGRANDE, E. PDCA: como usar a metodologia de gestão no dia a dia do negócio. Semrush. Estados Unidos, 2022.

ÇIDIK, M. S.; BOYD, D.; THURAIRAJAH, N. Ordering in disguise: Digital integration in built-environment practices. **Building Research and Information**. v. 45, n. 6, p. 665–680, 2017.

CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, IX, 2013, Rio de Janeiro, Aspectos da Implantação de Ferramentas BIM em Empresas de Projetos relacionados à

Construção Civil. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: <https://cneg.org/>. Acesso em 10 de ago. 2023.

CUNHA, A. U. N. **Mapeamento de processos organizacionais na UnB: Caso Centro de Documentação da UnB-CEDOC**. Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2012.

CRESCA BRASIL. Como elaborar e gerenciar projetos. 2016.

CRITICAL COLLABORATION. Annual report 2019. **Construction Industry Institute**. 2019.

DEMING, W.E. Out of the Crisis. Cambridge: MIT, 1986.

DICTIONARY BIM. **BIMe**. 2023. Disponível em: < <https://bimdictionary.com/terms/search>>. Acesso em: 02/09/2023.

DODGE DATA AND ANALYTICS. The business value of BIM for infrastructure 2017. SmartMarket Report. 2017.

EASTMAN, Charles et al. Manual de BIM. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2021.

FARIAS, J. C. Saiba agora as diferenças entre CAD vs BIM. Spbim. 2021.

FERREIRA, Ricardo.; LEUSIN, Sergio. **Guias de contratação BIM: conceitos básicos e requisitos para contratação BIM**. 1 ed. São Paulo: Bim Fórum Brasil - BFB : Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, 2023.

GLEDSOON, B. J. Hybrid project delivery processes observed in constructor BIM innovation adoption. Construction Innovation. 2016.

GOMES, Dennis dos Santos. Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. Revista Olhar Científico – Faculdades Associadas de Ariquemes. 2010.

GOMES, F. M.M.; FAUSTINO, G.G.; TONANI, M.; PORCINCULA, S.; SOMERA, S.C.; BEICKER, W.; PAZIN-FILHO, A. Mapeamento do fluxo de trabalho: Engenharia Clínica do HCFMRP-USP. **Revista de Medicina USP**, v. 48, n.1, 41- 47, 2015.

GUIA PMBOK. Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. Project Management Institute (PMI), Pennsylvania, 6ª Ed. 2017.

HAVILAND, D. S. **The Architect's Handbook of Professional Practice: Tools; the architect; the firm**. 12. ed. Washington: American Institute of Architects (AIA), 1990.

HAYES, D. K. **Process Mapping and Management**. Taylor & Francis, 2017.

JUSTI, A. **BIM Mandate**. Webinar. BIM DNIT, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/planejamento-e-pesquisa/bim-no-dnit/mosaico-de-servicos/capacitacao/apresentacoes-webinar/20210428_apresentacao_o-bim-mandate_grupo-aj.pdf. Acesso em: 24 de ago. 2023.

- KANG, L. S.; KIM, H. S.; MOON, H. S.; KIM, S. Managing construction schedule by telepresence: Integration of site video feed with an active nD CAD simulation. **Automation in Construction**. 2016.
- KERZNER, H. *Gestão de Projetos: as melhores práticas*. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- LARSON, E. W.; GRAY, C. F. *Gerenciamento de Projetos: o processo gerencial*. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- LARSON, E. W.; GRAY, C. F. *Gerenciamento de Projetos: o processo gerencial*. 6 ed. Porto Alegre: Bookman, 2016.
- LIEYUN, D.; YING, Z.; BURCU, A. Building Information Modeling (BIM) application framework: The process of expanding from 3D to computable nD. **Automation in Construction**. 2014.
- LIMA, Renata de Almeida - Como a relação entre clientes e fornecedores internos à organização pode contribuir para a garantia da qualidade: o caso de uma empresa automobilística. Ouro Preto: UFOP, 2006.
- MANZIONE, Leonardo; MELHADO, S. B.; NÓBREGA, C. L. **BIM e Inovação em Gestão de Projetos**. 1.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2021.
- M. MARTINSUO; M. BLOMQUIST. Process modeling for improved performance, 2010.
- MARSHALL, Isnard Junior, et al. **Gestão da Qualidade**. 10ª edição, Rio de Janeiro. Editora: FGV, 2010.
- MARTINS, João Pedro da Silva Poças. **Modelação do Fluxo de Informação no Processo de Construção**. 2009, Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto. 2009.
- MELHADO, Sílvio Burrattino. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo, SP: Nome da Rosa Editora. 2005.
- MEIRIÑO, Jasmin Marcelo; SOUSA, Otávio Knaipp; Aspectos da Implantação de Ferramentas BIM em Empresas de Projetos Relacionados à Construção Civil. Rio de Janeiro. Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2013.
- OLIVEIRA, Pedro H. **Comparativo entre metodologia tradicional 2D e BIM na detecção de incompatibilidades de projetos**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019.
- PATAH, Leandro Alves. **Avaliação da relação do uso de métodos e treinamentos em gerenciamento de projetos no sucesso dos projetos através de uma perspectiva contingencial: uma análise quantitativa**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- PAVANI, O. JÚNIOR; SCUCUGLIA, R. **Mapeamento e gestão por processos – BPM: gestão orientada à entrega por meio dos objetos**. Metodologia GAUSS. São Paulo: M Books, 2011.

PMBOK. A Guide to the Project Management Body of Knowledge. Newtown Square: Project Management Institute. 2013.

PORWAL, A.; HEWAGE, K. N. Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. **Automation in Construction**. 2013.

POWELL, T. C. Total Quality Management as Competitive Advantage: A Review and Empirical Study. **Strategic Management Journal**, 15(8), 565–586, 1994.

RODRIGUES, Marcos. **Gestão de Projetos - Abordagem Conceitual**. 2008. Disponível em: <https://administradores.com.br/artigos/gestao-de-projetos-abordagem-conceitual>. Acesso em 15 de ago 2023.

MOEN, R.; NORMAN, C., “The History of the PDCA Cycle.” In Proceedings of the 7th ANQ Congress, Tokyo 2009, September 17, 2009.

RUMMLER, G. A.; BRACHE, A. P. Melhores Desempenhos das Empresas – Ferramentas para a Melhoria da Qualidade e da Competitividade. São Paulo: Makron Books, 1992.

SEMINÁRIO NOVO CICLO DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA E A TRANSPARÊNCIA NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2019, Rio de Janeiro, RJ. **Novo ciclo de investimentos em infraestrutura e a transparência na construção civil**. Rio de Janeiro, RJ: Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), abril, 2016.

SHEWHART, W. A. Economic control of quality of manufactured products. São Paulo: ASQPR, 1986.

SILVA, Cíntia Figueira da. **Análise de falhas em projetos de construção civil**. 2015. Monografia de Especialização (Pós-Graduação em Engenharia Civil) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SILVA, Jane Azevedo da. **Apostila de Controle da Qualidade I**. Juiz de Fora: UFJF, 2006.

SILVA, J. P. O Papel Transformador da TI na Administração Pública. Brasília: Editora Nacional, 2019.

SINCLAIR, D., ed. **BIM Overlay to the RIBA Outline Plan of Work**. Londres, Reino Unido, RIBA Publishing, maio 2012.

THOMAS, E.; SCHOTT, P.; BOWMAN, J.; SNYDER, J.; SPARE, N. Construction Disconnected. **PlanGrid**. 06 mar. 2018. Disponível em: <https://www.autodesk.com/blogs/construction/construction-disconnected-fmi-report/>. Acesso em 22 fev. 2024.

THIOLLENT, M. Metodologia de Pesquisa-ação. São Paulo: Saraiva, 2009.

PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. *The TQM Journal*, 2, p. 127-142, 2009.