

KAUÊ TAKASE

**Análise das práticas de gestão de uma equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em uma usina hidrelétrica**

São Paulo

2021

KAUÊ TAKASE

**Análise das práticas de gestão de uma equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em uma usina hidrelétrica**

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Especialista em Gestão de Projetos na Construção

Área de Concentração: Gestão de Projetos na Construção

Orientadora:

Prof<sup>a</sup>. Msc. Tássia Farssura Lima da Silva

São Paulo

2021

### Catálogo-na-Publicação

Takase, Kauê

Análise das práticas de gestão de uma equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em uma usina hidrelétrica / K. Takase -- São Paulo, 2021.

122 p.

Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

1.Gestão de projetos 2.Processo de projetos 3.Construção civil  
4.Usinas hidrelétricas 5.Acompanhamento técnico de obra I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil II.t.

Dedico esta monografia às pessoas que  
sempre estiveram ao meu lado: meu irmão Kaio  
e meus pais Sergio e Susan.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por todas as oportunidades, aprendizados e valiosas amizades desses últimos anos.

Agradeço à minha família pelo apoio e pelo amor nos momentos em que estive trabalhando em lugares distantes, pois nunca me senti sozinho. Ao meu irmão Kaio, pelos ensinamentos, conversas, companheirismo e por me mostrar como ser uma pessoa sensata. À minha mãe Susan, por me manter humilde e sempre buscar o melhor em mim. Ao meu pai Sergio, pelos conselhos e por me guiar em toda minha trajetória profissional.

À minha orientadora Tássia Farssura, por todas as conversas, conselhos, ensinamentos e paciência durante esta jornada. Agradeço imensamente sua dedicação e perseverança neste trabalho, mesmo em momentos nos quais eu não conseguia me dedicar completamente.

Agradeço à Beatriz Kimiê, por me motivar a não deixar ciclos inacabados e a trazer o melhor de mim em todos os projetos. Sou grato pelas conversas, conselhos e por toda ajuda concedida para que esta monografia se tornasse realidade.

Por fim, agradeço a todas as empresas que disponibilizaram, de bom grado, os dados da pesquisa, e às pessoas que cederam seu tempo e me ajudaram de alguma forma no desenvolvimento deste estudo.

## RESUMO

TAKASE, Kauê. **Análise das práticas de gestão de uma equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em uma usina hidrelétrica.** 2021. 122 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Gestão de projetos é um tema estudado há mais de sete décadas, com diversas práticas e metodologias consolidadas e catalogadas na literatura. Boa parte dessas práticas foi desenvolvida em um contexto muito diferente deste que está sendo vivenciado atualmente na construção civil. Adicionalmente, o avanço crescente da modelagem da informação da construção (BIM) tem requerido, cada vez mais, que as empresas se reestruturem através da reorganização dos processos e de um novo modo de pensar sobre o processo de projeto. Nesse contexto, as metodologias ágeis surgiram com o intuito de trazer maior agilidade e flexibilidade para as empresas, resultando em métodos de gestão mais adaptáveis às mudanças de mercado e inovações tecnológicas. Dessa forma, o presente trabalho ilustra um estudo de caso focado na gestão da equipe de desenvolvimento de projeto locada no canteiro de obra denominada acompanhamento técnico de obra (ATO) na construção de uma usina hidrelétrica, com o objetivo de identificar e comparar as práticas de gestão adotadas em duas lideranças distintas do ATO. Como resultado final, foram analisadas a produtividade do acompanhamento técnico durante o período de construção da usina hidrelétrica e o relacionamento e satisfação do cliente em relação à equipe sobre os dois períodos distintos de liderança. Após a reestruturação dessa equipe, foram observados maior produtividade do grupo, melhor atendimento às das necessidades de obra e melhor relacionamento com o cliente; o BIM foi implementado no processo de projeto do ATO de forma conjunta com práticas de metodologias ágeis, como o Kanban e o *Extreme Programming* (XP).

**Palavras-chave:** Gestão de projetos. Processo de projeto. Construção civil. Projetos de usinas hidrelétricas. Acompanhamento técnico de obra.

## ABSTRACT

TAKASE, Kauê. **Analysis of the management practices of a technical work monitoring (ATO) team in a hydroelectric plant.** 2021. 122 p. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos na Construção) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

Project management has been a theme studied for more than seven decades, with several practices and methodologies consolidated and cataloged in the literature. Much of these practices were developed in a very different context from what we currently see in civil construction. In addition, the growing advance in construction information modeling (BIM) has increasingly required companies to restructure their processes through reorganization and a new way of thinking concerning design process. In this context, agile methodologies emerged in order to bring greater agility and flexibility to companies, leading to management methods more adaptable to market changes and technological innovations. Thus, the present research illustrates a case study with a focus on the management of the technical construction monitoring team (ATO) in the construction of a hydroelectric power plant, with the objective of identifying and comparing the management practices adopted in two different leadership of ATO. As a final result, ATO productivity was analyzed during the construction period of the hydroelectric power plant and the relationship and customer satisfaction with the team under the two distinct leadership periods. Being observed a greater productivity of the team, a better attendance of the needs of the construction and an improvement relationship with the client after the restructuring of the team, in which BIM was implemented in the ATO design process along with agile methodologies practices, such as Kanban and Extreme Programming (XP).

**Keywords:** Project management. Design process. Civil construction. Hydroelectric power plant projects. Technical construction monitoring team.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de comunicação de Kerzner e Cleland .....	30
Figura 2 – Liderança situacional.....	37
Figura 3 – Quadro Kanban: exemplo .....	43
Figura 4 – Os quatro valores do XP .....	46
Figura 5 – Tabela para definição do nível de detalhamento de cada elemento do modelo: <i>AIA Document G202TM-2013 – Project Building Information Modeling Protocol Form</i> .....	53
Figura 6 – Exemplo de ilustração no documento do BIM <i>Forum</i> para auxiliar na compreensão do nível de detalhamento proposto.....	53
Figura 7 – Modelo federado .....	55
Figura 8 – Vista geral do empreendimento (foto do dia 05/10/2017).....	57
Figura 9 – Corte representativo de uma casa de força .....	58
Figura 10 – Corte representativo de um vertedouro.....	59
Figura 11 – Organograma macro do empreendimento .....	61
Figura 12 – Arranjo geral do empreendimento.....	63
Figura 13 – Organograma simplificado do canteiro de obra.....	64
Figura 14 – Organograma simplificado da empresa C.....	65
Figura 15 – Planta do eixo da ensecadeira de primeira etapa e do canteiro de obra.....	66
Figura 16 – Retomada da obra após cheia histórica .....	67
Figura 17 – Exemplo de um projeto de campo.....	68
Figura 18 – Processo de emissão de projeto executivo .....	70
Figura 19 – Processo de solicitação de alteração e tomada de decisão de projeto de campo .....	70
Figura 20 – Processo de emissão de projeto de campo .....	71
Figura 21 – Processo para elaboração do relatório de progresso.....	72
Figura 22 – Vista aérea do canteiro .....	76
Figura 23 – Os quatro <i>softwares</i> analisados para ser implantado na gestão de tarefas/atividades .....	79
Figura 24 – Quadro Kanban digital utilizado: Trello.....	81
Figura 25 – Exemplo de cartão de tarefa expandido: Trello.....	82
Figura 26 – Exemplo de cartão do quadro Kanban aberto em um dispositivo móvel.....	83
Figura 27 – Etapas de emissão de documentos utilizados pelo ATO .....	86



Figura 28 – Processo macro de ações para tarefas de prioridade 1 e prioridade 2 ..	88
Figura 29 – Processo macro de ações para tarefas de prioridade zero .....	89
Figura 30 – Exemplo de lista de controle adicionada no cartão da tarefa .....	89
Figura 31 – Vista do escritório da equipe de ATO .....	92
Figura 32 – Modelo BIM para visualização da casa de força – Corte feito no modelo com o intuito de ilustrar a estrutura .....	94
Figura 33 – Modelo da caixa espiral – Vergalhões de CA 50 de 32 mm em verde e peças mecânicas em laranja – Arquivo em PDF 3D disponibilizado para a equipe de montagem de armadura da obra .....	95
Figura 34 – Vista superior da caixa espiral em montagem.....	96
Figura 35 – Modelo BIM sendo utilizado para a visualização no canteiro de obra ....	97
Figura 36 – Processo de projeto macro, incorporando as alterações realizadas pelo ATO .....	98
Figura 37 – Invasão do MAB sendo noticiada por veículo de mídia.....	99
Figura 38 – Vista do vertedouro em operação .....	101
Figura 39 – Gráfico de produtividade da equipe de ATO associado ao volume de concreto executado na obra .....	103
Figura 40 – Avaliação da equipe de ATO em julho de 2016, realizada pelo cliente da empresa C.....	105
Figura 41 – Avaliação da equipe de ATO em julho de 2017, realizada pelo cliente da empresa C.....	106
Figura 42 – Reconhecimento da aplicação do BIM na obra em estudo pelo fabricante do <i>software</i> ( <i>Nemetschek</i> ) e pelo Comitê Brasileiro de Barragens .....	107
Figura 43 – Linha do tempo resumida .....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Eficácia na correspondência entre estilos e maturidade .....	38
Tabela 2 – Quadro resumo .....	108

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C.	Antes de Cristo
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIA	American Institute of Architects
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ATO	Acompanhamento Técnico de Obra
BIM	Modelagem da Informação da Construção
EP	Engenharia do Proprietário
ICB	Competence Baseline
LOD	Level of Development
MAB	Movimento dos Atingidos por Barragens
NBR	Norma Brasileira
PCH	Pequena central hidrelétrica
PMBok	Project Management Body of Knowledge
UHE	Usina Hidrelétrica
WIP	Work in Progress

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 <b>Justificativa</b> .....	17
1.2 <b>Objetivos</b> .....	19
1.2.1 Objetivo geral .....	19
1.2.2 Objetivos específicos .....	19
1.3 <b>Metodologia</b> .....	19
1.3.1 Pesquisa teórica – Revisão bibliográfica .....	20
1.3.2 Estudo de caso .....	20
1.4 <b>Estruturação do Trabalho</b> .....	22
<b>2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>23</b>
2.1 <b>Gestão do processo de projeto (Design management)</b> .....	23
2.1.1 Planejamento no processo de projeto .....	24
2.1.2 Processo de projeto e qualidade .....	25
2.1.3 Etapas do processo de projeto .....	26
2.2 <b>Stakeholders (partes interessadas)</b> .....	27
2.2.1 Engajamento .....	28
2.3 <b>Comunicação</b> .....	29
2.3.1 Comunicação nas organizações .....	30
2.3.2 Comunicação em projetos .....	31
2.4 <b>Liderança</b> .....	33
2.4.1 Fatores situacionais .....	35
2.4.2 Estilos de liderança .....	36
2.5 <b>Construção enxuta (lean construction)</b> .....	38
2.6 <b>Metodologias ágeis</b> .....	40
2.6.1 Relação Lean e metodologias ágeis .....	41
2.6.2 Kanban .....	42
2.6.2.1 Implementação do Kanban .....	43
2.6.3 <i>Extreme Programming</i> (XP) .....	45
2.6.3.1 Comunicação na XP .....	46
2.6.3.2 Simplicidade .....	47
2.6.3.3 <i>Feedback</i> rápido .....	48
2.6.3.4 <i>Embrace Change</i> .....	49

2.7	<b>Modelagem da Informação da Construção (BIM)</b>	50
2.7.1	Implantação da modelagem da informação da construção	51
2.7.2	Nível de desenvolvimento (LOD)	52
2.7.3	Modelo federado	54
2.7.4	<i>Little bim</i>	55
<b>3.</b>	<b>ESTUDO DE CASO</b>	<b>57</b>
3.1	<b>Caracterização do empreendimento</b>	57
3.2	<b>Identificação dos agentes envolvidos</b>	59
3.2.1	Empresa contratante A	59
3.2.2	Empresa construtora B	60
3.2.3	Empresa projetista C	60
3.2.4	Empresa fabricante/montadora D	61
3.2.5	Organograma do empreendimento	61
3.3	<b>Contexto do empreendimento</b>	62
3.3.1	Fase inicial	62
3.3.2	Estrutura organizacional do canteiro de obra	62
3.3.3	Cheia histórica em 2014	65
3.4	<b>Gestão do processo de projetos na empresa C (escritório central e ATO)</b>	67
3.4.1	Processo de projeto executivo	69
3.4.2	Processo de projeto de campo inicial	70
3.5	<b>Liderança inicial da equipe de ATO</b>	72
3.6	<b>Comunicação</b>	73
3.6.1	Alteração na liderança do ATO	75
3.6.2	Nova abordagem na comunicação do ATO	77
3.7	<b>Implementação da metodologia ágil</b>	78
3.7.1	Implementação do Kanban	80
3.7.2	Influência do <i>Extreme Programming</i>	84
3.8	<b>Modelagem da Informação da Construção (BIM)</b>	90
3.8.1	Implantação do BIM no ATO	91
3.8.2	Utilização do modelo BIM no canteiro de obra	96
3.9	<b>Conclusão da obra</b>	98
3.10	<b>Desempenho final da equipe de ATO</b>	102
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>111</b>

4.1 Sugestões para trabalhos futuros .....	112
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>113</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O tema gestão de projetos surgiu na década de 50, utilizado para grandes projetos, como no caso de construção civil, defesa e aeroespacial. Em 1960, o foco continuou voltado para essas áreas, no entanto, com aplicações de sistemas de avaliação de custo e cronograma, ganhando mais popularidade (CRAWFORD; POLLACK; ENGLAND, 2006).

A partir da década de 80, surgiram estudos sobre a gestão de risco e de custos, e sobre o desenvolvimento de equipes e gestão da qualidade (KIOPPENBORG, 2002). Após 1990, várias pesquisas abordaram aspectos relacionados a recursos humanos, incluindo o desenvolvimento de equipes, liderança e motivação, dando início à diversidade de publicações relacionadas ao tema, disseminando os resultados dos benefícios do gerenciamento de projetos nas organizações (LASZLO, 1999; KOLLTVEIT; KARLSEN; GRONHAUG, 2007).

Existem diversas práticas catalogadas de gestão de projetos (*project management*) nos padrões ou guias da literatura, contudo, esses modelos têm sido alvo de críticas em razão do não atendimento a determinadas condições e tipos de projeto, como por exemplo, em projetos que concentram altos níveis de incertezas e mudanças constantes, geralmente presentes no desenvolvimento de produtos inovadores e complexos. Nesses casos, notam-se dificuldades no planejamento e no controle do gerenciamento (DAWSON; DAWSON, 1998; WILLIANS, 1999; PERMINOVA; GUSTAFSSON; WIKSTRÖM, 2008; STEFFENS; MARTINSUO; ARTTO, 2007).

Nesse contexto, surgiram novas propostas de abordagens com o intuito de aumentar a agilidade da gestão de projetos utilizando práticas visuais, iterativas e simplificadas (CHIN, 2004; HIGHSMITH, 2004; AUGUSTINE, 2005; COHN, 2005). Essas novas abordagens denominam-se “metodologias ágeis”, por serem menos prescritivas do que os métodos tradicionais (KNIBERG; SKARIN, 2010).

Embora o termo “projetos complexos” seja muito empregado, não há, ainda, uma definição clara sobre o seu significado, além do consenso de que trata-se de algo maior do que simplesmente um grande projeto (WILLIANS, 1999). Segundo Gidado (1996), a complexidade na construção civil origina-se de seu elevado número de

elementos, ou seja, da diversidade de recursos empregados e de conhecimento requerido, além do grande número de inter-relações entre as diferentes partes.

Assim, entender a construção civil como um fenômeno complexo abre caminho para novas formas de gestão (BERTELSEN, 2003). Na prática, a gestão tem que ser dinâmica, adaptando o planejamento inicial às novas informações (RODRIGUES; BOWERS, 1996).

No Brasil, de acordo com Souza, Wyse e Melhado (2013), desde 2007, observa-se um início de movimentação no setor privado para a implementação da modelagem da informação da construção. Problemas antigos da construção nacional, como a falta de informações, o baixo nível de integração das operações de execução da obra, o restrito poder de representação dos projetos 3D para auxiliar na compreensão dos projetos por parte do usuário leigo, enfim, um grande conjunto de situações já conhecidas pela cadeia produtiva da indústria da construção tem no *Building Information Modeling* (BIM) uma ferramenta para enfrentar projetos inovadores e de alta complexidade (JACOSKI; JACOSKI, 2014).

Melhado (1994) aponta para a complexidade crescente nas edificações, fator este que vem exigindo um número cada vez maior de projetistas e consultores [...] produzindo novas situações sociotécnicas que possibilitem o trabalho colaborativo, pois as práticas convencionais de trabalho, pouco colaborativas, não conseguem responder adequadamente às demandas do mercado.

Em um ambiente colaborativo, a comunicação entre os envolvidos é fundamental; para tanto, vários autores de origens distintas (FLORES, 1982; GOLDKUHL, 2003; TAYLOR et al., 1996; WINOGRAD; FLORES, 1986) destacam que a existência desse processo, que envolve múltiplas pessoas interagindo ao longo do tempo, resulta não somente na troca de informações, mas também em uma forma de criar novos significados e de desenvolver compreensão compartilhada entre elas (SMOLIAR; SPRAGUE, 2003).

O projeto e a construção de obras de usinas hidrelétricas são geralmente associadas a um nível elevado de complexidade, muito em razão da ampla gama de incertezas e do grande número de partes interessadas envolvidas. Em obras desta tipologia, é comum que as empresas projetistas possuam uma equipe de desenvolvimento de projeto alocada no canteiro de obra destinada a atender as



necessidades da construtora, a qual neste nicho de construção é denominada acompanhamento técnico de obra (ATO).

O estudo em questão ocorre nesse cenário, quando surge a oportunidade de a equipe de ATO adotar uma nova forma de gestão para se adaptar às necessidades do canteiro e atingir melhores resultados.

## 1.1 Justificativa

Os resultados obtidos por Veloso, Matos e Coelho (2014) foram apresentados no *Conference Board*, divulgado pela Fundação Getúlio Vargas (2015), e indicaram que o Brasil era o 56º no *ranking* de produtividade global em construção. O mesmo estudo aponta que, quando comparada com outros países, a produtividade brasileira equivale a apenas 20,3% da norte-americana e, com relação ao crescimento da produtividade, a China atingiu o percentual de 108,4%, enquanto o Brasil alcançou 20,6% no mesmo período analisado. Contudo, o estudo em questão leva em conta somente o trabalho medido por hora trabalhada, sem levar em consideração os custos das obras envolvidas, a economia do país neste período e as práticas de construção utilizadas.

Outro estudo realizado pela empresa Ernst & Young, em parceria com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, expõe os resultados obtidos por Zancul et al. (2014). Os autores levantaram fatores da construção civil considerados fundamentais para o ganho de produtividade e, dentre as principais lacunas, estão a baixa qualificação da mão de obra e a falta de métodos de gestão apropriados.

Segundo Fabricio (2002), a busca de novos métodos e processos que possam considerar precocemente a totalidade das questões envolvidas no projeto é de extrema relevância para o sucesso dos empreendimentos e para o progresso do setor da construção. Além disso, a velocidade das transformações tecnológicas, sociais e econômicas têm obrigado as empresas a se manterem flexíveis e ágeis frente aos novos desafios. O antigo paradigma de produção em massa (taylorista-fordista) é substituído pelas premissas da produção enxuta (OHNO, 1988; WOMACK; JONES; ROOS, 1990) e por novos métodos de gestão da produção mais adaptáveis às escalas de produção e às mudanças de mercado.

Para Cockburn e Highsmith (2001), as metodologias ágeis não possuem nada de novo. O que as diferencia das metodologias tradicionais são o enfoque e os valores. A implicação mais importante para os gerentes que trabalham de maneira ágil é a maior ênfase no fator “pessoa” do projeto, como o companheirismo, o talento, a habilidade e a comunicação.

Em conjunto com as metodologias ágeis e visando auxiliar as ferramentas de coordenação, inúmeros *softwares* de gestão têm sido lançados nos últimos anos. Para Toumi (2001), novas informações, comunicação e tecnologias computacionais estão mudando fundamentalmente a organização e o conteúdo de trabalho, enfatizando que, pelo menos para alguns membros da sociedade, carreiras de trabalho de longa vida estão se transformando em um mosaico, no qual trabalho produtivo, aprendizado e desenvolvimento de competência são inseparáveis.

As grandes construtoras e incorporadoras brasileiras iniciaram uma série de projetos-piloto para avaliar a aplicabilidade do BIM, tendo em vista o aumento de produtividade, a redução de perdas e a diminuição de prazos, a melhoria nos orçamentos e a melhoria na qualidade do produto (DELATORRE; SANTOS, 2014). Do ponto de vista acadêmico, Santos (2009) afirma que a utilização da tecnologia de informação agiliza as obras, proporcionando mais qualidade aos projetos e confiabilidade às decisões.

No entanto, Lana e Andery (2001) ressaltam o fato de que a existência de inúmeras pesquisas e metodologias acadêmicas de gestão não garante a sua aplicação no setor da construção, e mesmo empresas que se propõem a introduzir novos modelos de gestão e tecnologias possuem dificuldades para estendê-los para a sua cadeia produtiva.

Diante desses aspectos, o estudo de caso de uma construção de usina hidrelétrica (UHE) que ilustra dois posicionamentos distintos de liderança da equipe de ATO, tanto do ponto de vista técnico quanto em questões sociais, pode levar ao melhor entendimento do que é preciso ser aperfeiçoado nos desafios futuros desse setor específico de construção de hidrelétricas.

O relato do uso de tecnologias voltadas aos processos de projeto e de metodologias comumente utilizadas no ramo de desenvolvimento de *software*

aplicado em uma construção complexa exemplifica como o conhecimento de outros setores pode contribuir no âmbito de equipes de ATO de obras dessa tipologia.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo geral**

Identificar as práticas de gestão do acompanhamento técnico de obra, caracterizando os principais pontos críticos, assim como realizar um comparativo dessas práticas em duas diferentes fases de liderança do ATO durante a construção de uma usina hidrelétrica.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- a) apresentar os principais conceitos relacionados ao tema (gestão do processo de projeto, comunicação, liderança, metodologias ágeis e BIM);
- b) identificar as limitações e dificuldades da gestão da equipe de ATO em um caso específico;
- c) ilustrar a aplicação de um modelo de gestão ágil aliado a tecnologias do processo BIM no canteiro de obra de uma usina hidrelétrica.

## **1.3 Metodologia**

Esta pesquisa foi realizada em três etapas: a primeira corresponde à revisão bibliográfica de conceitos relevantes para o estudo; a segunda representa a análise do estudo de caso, identificando as práticas de gestão e realizando uma correlação com a literatura estudada; a terceira e última fase compreende a avaliação dos pontos críticos observados.

Por meio do estudo de caso e da revisão bibliográfica referentes aos temas mais relevantes do desenvolvimento deste projeto, foram coletados dados dos profissionais envolvidos através de entrevistas semiestruturadas e observações diretas e indiretas dos fatos ocorridos durante o estudo de caso. Por fim, foram analisados documentos técnicos, desenhos, fotos de avanço de obra, relatórios de progresso do empreendimento em estudo e relatórios de qualidade.

### 1.3.1 Pesquisa teórica – Revisão bibliográfica

A pesquisa bibliográfica foi norteadada a partir dos autores mais importantes e dos grupos de pesquisas mais relevantes sobre o tema no Brasil e no exterior. O levantamento de referências compreendeu o estudo de teses, dissertações, artigos científicos, livros e *websites*.

Considerando que o estudo de caso abrange uma grande gama de tópicos, a estratégia da pesquisa bibliográfica consistiu, inicialmente, em investigar os conceitos relevantes para o caso estudado no que concerne à gestão do processo de projetos (*design management*) e suas conceituações.

Em seguida, foram pesquisados os temas ligados à comunicação, às partes interessadas e à liderança, com foco maior nos tópicos aplicáveis ao estudo de caso.

Posteriormente, abordou-se, de forma geral, a contextualização das metodologias ágeis para, então, imprimir destaque às ferramentas mais relevantes para o estudo em questão – os aspectos relacionados à engenharia civil. Os conceitos específicos de desenvolvimento de *softwares* e programação não foram enfatizados.

O último tema importante a ser pesquisado foi o *Building Information Modeling* (BIM), ou modelagem da informação da construção, que trouxe assuntos específicos ao desenvolvimento desta monografia.

### 1.3.2 Estudo de caso

Nessa etapa da monografia, o intuito é ilustrar a realidade da gestão de uma equipe de ATO em uma obra de usina hidrelétrica. Para alcançar tal objetivo, adotou-se o método de estudo de caso, cujo foco foi o acompanhamento da gestão desse grupo ao longo do empreendimento. O autor acompanhou o estudo de caso e pode fazer observações diretas, além de ter acesso a documentos internos das empresas envolvidas. Os dados de desempenho da equipe de ATO foram fornecidos pelas empresas atuantes no empreendimento, não tendo envolvimento algum do autor na elaboração de tais documentos e relatórios. As características dos principais líderes envolvidos no estudo, foram obtidas através de entrevistas dos colaboradores da equipe de ATO e das gerências envolvidas.

Para Yin (2005), como metodologia, o estudo de caso é uma forma de pesquisa válida para situações que buscam pesquisar o “como” e o “por quê” de acontecimentos contemporâneos, utilizando como fonte de evidências entrevistas com as pessoas envolvidas e a observação direta dos acontecimentos.

Ainda de acordo com Yin (2005), a realização de um estudo de caso único se justifica quando o caso for típico e representativo. De fato, o caso em questão é único, típico e representativo no setor de obras de usinas hidrelétricas. Trata-se de uma usina com capacidade de geração de 350 MW com três unidades geradoras, e não de uma hidrelétrica de porte nacional (para efeito de comparação, a usina de Belo Monte, no rio Xingú (PA), possui uma capacidade de geração de 11.000 MW). O empreendimento também não é categorizado como uma pequena central hidrelétrica (PCH), pois, de acordo com a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), para ser considerada uma PCH, a capacidade instalada de uma usina deve ser de 5 MW a 30 MW.

As principais empresas envolvidas no estudo em questão empreendem no segmento da construção civil no Brasil, tendo décadas de atuação no ramo de infraestrutura e um bom histórico de referências em relação a obras e projetos já executados.

A coleta dos dados ocorreu das seguintes formas:

- a) entrevistas semiestruturadas, realizadas com o desenhista de estruturas da equipe de ATO, com o engenheiro projetista da construtora e com a gerente de projeto da projetista principal do empreendimento;
- b) observações diretas dos acontecimentos durante o período de dois anos de construção do empreendimento;
- c) observações indiretas, através de relatos de colaboradores do empreendimento e relatórios de progresso da obra;
- d) análise de documentos técnicos e administrativos da empresa projetista, como projetos executivos, projetos de campo e relatórios de progresso de projeto;
- e) análise de documentos de gestão da qualidade após o término do trabalho da equipe de ATO, contendo avaliações realizadas pelos clientes externos.

Também foram analisadas outras documentações com o intuito de contextualizar a obra, como por exemplo, mas não limitado a, organograma das empresas e do empreendimento, quadro de tarefas, fluxo de informação e fluxo de emissão de documentos.

Finalizado a coleta, os dados foram analisados e relacionados com conceitos e teorias abordados nas pesquisas bibliográficas.

#### **1.4 Estruturação do Trabalho**

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos, os quais serão apresentados a seguir.

A introdução, a justificativa, os objetivos do trabalho, a metodologia da pesquisa utilizada e a estrutura desta monografia integram o Capítulo 1.

O segundo capítulo, por sua vez, aborda a revisão bibliográfica, cujos temas centrais da pesquisa são a gestão do processo de projeto, os *stakeholders* (partes interessadas), a comunicação, a liderança, as metodologias ágeis (Kanban e *Extreme Programming*) e a modelagem da informação da construção.

O capítulo seguinte discorre sobre o estudo de caso realizado na construção da usina hidrelétrica, no qual foram ilustradas as práticas de gestão do processo de projetos a partir do ponto de vista da equipe de acompanhamento técnico de obra da empresa projetista dentro do canteiro de obra. O estudo ilustra duas formas de gestão da mesma equipe, levando a uma reflexão e comparação sobre as práticas adotadas.

Em continuidade, o Capítulo 4 apresenta as considerações finais sobre o desempenho da equipe de ATO ao longo do período da obra e os principais resultados da pesquisa realizada.

Por fim, o último capítulo expõe propostas para pesquisas futuras relacionadas ao tema desenvolvido por este trabalho.

## 2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 2.1 Gestão do processo de projeto (*Design management*)

Conforme Melhado et al. (2005), o conceito de processo remete à noção de uma metodologia para alcance de objetivos, “[...] perpassando por etapas progressivas e geradoras de produtos cada vez mais detalhados, que lhe imprimem características e complexidades ímpares”.

Para Souza (1998), processo é um conjunto de atividades previamente determinadas para gerar produtos e/ou serviços que atendam às necessidades dos usuários/clientes. Esse conjunto de atividades é delimitado pelo objetivo de onde se deseja chegar, com produtos bem definidos.

De acordo com Melhado (1994), o processo de projeto é compreendido como a atividade ou serviço que integra o processo de construção, responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e transmissão das características físicas e tecnológicas especificadas para uma edificação, a serem consideradas na etapa de execução. Esse processo abrange todas as atividades inerentes à construção de uma edificação, iniciando no planejamento, passando pela elaboração do projeto propriamente dito, pela sua execução e se estende até a entrega ao usuário final (ROMANO, 2003).

Segundo Andrade e Ruschel (2011), nenhum processo de projeto pode ser completamente linear, pois deve incorporar *feedbacks*, *return loops* e articulações; informações obtidas em qualquer fase do processo de projeto podem ser incluídas em todo momento nas sequências de decisões.

Emmitt (2007) entende que as boas práticas de gestão devem suportar e não interferir nos processos criativos implícitos ao projeto. Para o autor, práticas pobres de gestão são inflexíveis e burocráticas e, portanto, consumirão o tempo que deveria ser dedicado aos processos de reflexão e análise sobre as melhores soluções projetuais.

Nesse sentido, Melhado et al. (2005) entendem que a gestão do processo de projeto deve considerar tanto os aspectos técnicos quanto os fatores sociais. Os aspectos técnicos referem-se aos objetivos, metas, tarefas, prazos, tecnologias,

instalações, procedimentos e controles, atribuições e responsabilidades, enquanto os fatores sociais dizem respeito às relações interpessoais, grupos informais, liderança, cultura, atitudes motivação e fatores ambientais.

De acordo com Emmit (2007), a gestão decorre de um processo de liderança e tomada de decisões. Gestões criativas são menos focadas em sistemas e procedimentos, ressaltando nos indivíduos suas competências e habilidades para a aplicação do conhecimento que possuem.

### 2.1.1 Planejamento no processo de projeto

De acordo com Manzione (2006), os profissionais de projeto apresentam resistências ao planejamento, pois embora soluções de alto nível e em consonância com prazos não sejam excludentes, muitos projetistas consideram a qualidade do projeto inconciliável com o cumprimento de cronogramas por acreditarem que, por ser o projeto um processo criativo, ele não pode ser planejado efetivamente (AUSTIN; BALDWIN; NEWTON, 1994) e (SOUZA et al., 2005)

Segundo Manzione (2006), o planejamento de projetos é um processo que vem sendo tratado na prática como um assunto secundário e que ainda não está incorporado às rotinas normais da gestão de projetos, mesmo existindo diversos fatores que justifiquem a sua necessidade. Tzortzopoulos (1999) cita o aumento da complexidade das atividades requeridas para garantir a qualidade do projeto, o aumento da importância de atividades relacionadas à viabilidade e ao lançamento comercial, além da necessidade da diminuição dos prazos dos empreendimentos, como alguns desses fatores.

Para Manzione (2006), na prática, sua mais frequente utilização assemelha-se a um instrumento acessório para o controle de entregas dos desenhos contratados junto aos projetistas, e não como um condutor do processo gerencial. Em função da finalidade em que é empregado, acabam sendo desenvolvidos modelos de planejamento estáticos e ineficazes para a simulação, já que não consideram a natureza do processo de projeto, sua complexidade e seu fluxo de informações. O uso de modelos de planejamento não apropriados para o processo de projeto é um problema frequente, embora existam diversas pesquisas na área que busquem compreender e representar o processo de maneira analítica e sistemática.



## 2.1.2 Processo de projeto e qualidade

De acordo com Melhado (1994), na construção civil, o enfoque está voltado para as etapas posteriores no processo de geração do produto (como inspeção e controle) e, para mudar essa perspectiva, é preciso alterar as relações do projeto com as demais atividades que compõem o ciclo da qualidade, o que significa:

- a) estreitar as relações entre as atividades de projeto e de planejamento do empreendimento para a adequada inicialização do processo do empreendimento, utilizando o projeto de forma estratégica considerando as necessidades do usuário e resultando na formulação de políticas de *marketing* coerentes com a qualidade do produto;
- b) relacionar as decisões de projeto às informações advindas do uso, operação e manutenção de produtos já entregues aos usuários, através de um processo de coleta e análise de informação, que pode provocar a retroalimentação e auxiliar a sistematização dos procedimentos de decisão em projeto;
- c) integrar o projeto e a execução;
- d) tratar o projetista como um participante efetivo do ciclo da qualidade, estabelecendo procedimentos que norteiem de modo objetivo as relações cliente-fornecedor na contratação, acompanhamento e controle dos projetos – consideradas suas peculiaridades<sup>1</sup>;
- e) compatibilizar as atividades de projeto e suprimentos – envolvendo as relações da empresa com fabricantes e distribuidores de materiais e componentes – para permitir o desenvolvimento de inovações tecnológicas, através da realização de trabalhos conjuntos que podem, então, se traduzir em especificações e detalhamentos adotados no projeto.

Ainda segundo Melhado (1994), a adequada inserção da atividade de projeto no processo do empreendimento permite considerar o necessário atendimento aos três principais clientes do projeto – usuário, empreendedor e construtor –, o que significa a estruturação dos procedimentos de projeto de modo a permitir a satisfação

---

<sup>1</sup> A complexidade do papel do projeto não permite, evidentemente, tratá-lo como um simples “insumo”, e ao projetista, como um mero “fornecedor”, já que o projeto influi de forma decisiva tanto sobre todo o processo quanto sobre as especificações de materiais, tecnologia adotada, etc.

desses clientes, equilibrando seus interesses e trazendo melhores resultados para a atuação da empresa em seu mercado.

Para Fabrício e Melhado (2011), a qualidade do empreendimento é inerente tanto na capacidade e formação técnica dos profissionais envolvidos, quanto na organização e eficácia do processo de projeto, através da qualidade dos processos cognitivos de criação e do processo social, por meio da cooperação para o desenvolvimento das soluções projetuais do edifício.

### 2.1.3 Etapas do processo de projeto

Para a definição das etapas do processo de projeto será utilizada a NBR 13.531 (ABNT, 1995), que define que o processo de desenvolvimento das atividades técnicas do projeto de edificação e de seus elementos, instalações e componentes pode ser dividido em oito etapas, conforme segue:

1. Levantamento de dados
2. Programa de necessidades
3. Estudo de viabilidade
4. Estudo preliminar
5. Anteprojeto e/ou pré-execução
6. Projeto legal
7. Projeto básico (opcional)
8. Projeto executivo

Como escopo desta monografia, serão abordados apenas o projeto básico e o projeto executivo.

- a) Projeto básico: etapa opcional destinada à concepção e à representação das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, ainda não completas ou definitivas, mas consideradas compatíveis com os projetos básicos das atividades técnicas necessárias e suficientes à licitação (contratação) dos serviços de obra correspondentes;

- b) Projeto executivo: etapa destinada à concepção e à representação final das informações técnicas da edificação e de seus elementos, instalações e componentes, completas, definitivas, necessárias e suficientes à licitação (contratação) e à execução dos serviços de obra correspondentes.

## 2.2 Stakeholders (partes interessadas)

Freeman (1984) conceitua partes interessadas como todos os indivíduos, grupo de indivíduos ou outra organização que tenham a capacidade de interferir ou sofrer interferência em relação às atividades de determinada organização.

Segundo Heldman (2006), os principais *stakeholders* podem ser responsáveis tanto pelo êxito quanto pelo fracasso de um projeto, pois de nada adianta que todas as entregas sejam concretizadas e os objetivos sejam atendidos, se suas principais partes interessadas não estiverem satisfeitas.

De acordo com o *Project Management Body of Knowledge* (PMI, 2017), uma parte interessada é um indivíduo, grupo ou organização que pode afetar, ser afetado ou sentir-se afetado por uma decisão, atividade ou resultado de um projeto. As partes interessadas podem estar ativamente envolvidas no projeto ou possuir interesses que possam ser impactados de forma positiva ou negativa pelo desempenho ou término do projeto. Os diferentes *stakeholders* podem cultivar expectativas antagônicas, gerando conflitos no âmbito do projeto; ademais, podem exercer influência sobre o projeto, suas entregas e sobre a equipe de projeto, a fim de atingir um conjunto de resultados que atenda objetivos de negócios estratégicos ou outras necessidades.

O gerenciamento das partes interessadas do projeto inclui os processos exigidos para identificar todas as pessoas, grupos ou organizações que podem impactar ou serem impactados pelo projeto, analisar suas expectativas e seu impacto no projeto, e desenvolver estratégias de gerenciamento apropriadas para o engajamento eficaz dessas partes nas decisões e na execução do projeto.

Esse gerenciamento também se concentra na comunicação contínua com os *stakeholders*, a fim de entender suas necessidades e expectativas, abordando as questões conforme elas ocorrem, administrando os interesses conflitantes e incentivando o seu engajamento com as decisões e atividades do projeto. A satisfação

das partes interessadas deve ser gerenciada como um objetivo essencial do projeto (PMI, 2017).

### 2.2.1 Engajamento

Engajamento pode ser caracterizado a partir de três dimensões: comportamental, emocional e cognitivo. A dimensão comportamental envolve a participação e o envolvimento em uma atividade; a dimensão emocional se relaciona às reações afetivas e emocionais diante da atividade e dos diferentes elementos que a constituem e dela participam; por fim, a dimensão cognitiva expressa investimento psicológico no sentido da compreensão do que se faz em determinada atividade. (FREDRICKS; BLUMENFELD; PARIS, 2004).

Bakkher, Salanova e Schaufeli (2006) definem engajamento como uma combinação da capacidade de trabalho (energia, vigor) e vontade de trabalhar (envolvimento, dedicação).

O engajamento das partes interessadas pode ser entendido como um processo de aquisição de informações das partes que têm interesse ou são impactadas por um projeto. As informações dessas partes podem ser utilizadas para direcionar uma abordagem que afetará diretamente o sucesso e a rentabilidade de uma operação (YIP; PHALL; DAVID, 2013).

Durante o trabalho de gerenciamento dos *stakeholders*, a natureza, o cliente e o custo do projeto, bem como o nível de gestão e organização da empresa, precisam ser avaliados (YANG et al., 2010). A responsabilidade dessa avaliação pode ficar a cargo do gerente de projeto, dada a sua significativa influência no sucesso do projeto (BERINGER; JONA; KOCK, 2013). Conseguir o engajamento das partes interessadas é um dos principais fatores para a realização do seu gerenciamento (YANG et al., 2011).

Segundo o *Project Management Institute* (PMI, 2017), o nível de engajamento atual de todos os *stakeholders* deve ser comparado aos níveis de envolvimento planejados requeridos para a conclusão bem-sucedida do projeto. O engajamento das partes interessadas durante todo o ciclo de vida do projeto é essencial para o seu êxito.

Ainda de acordo com o PMI (2017), o nível de engajamento das partes interessadas pode ser classificado na seguinte conformidade:

- a) desinformado: sem conhecimento do projeto e impactos potenciais;
- b) resistente: ciente do projeto e dos impactos potenciais e resistente à mudança;
- c) neutro: ciente do projeto, mas mesmo assim, não oferece apoio ou resiste;
- d) dá apoio: ciente do projeto e dos impactos potenciais e apoia a mudança.
- e) lidera: ciente do projeto e dos impactos potenciais e ativamente engajado em garantir o êxito do projeto.

### **2.3 Comunicação**

A escrita surgiu há cerca de dez mil anos e se mostrou um forte instrumento de controle social. O alfabeto contou com seus primeiros registros entre 800 e 720 a.C. e representou uma revolução na estrutura da sociedade, pois era de fácil aprendizado. Em 1439, Gutenberg inventou a prensa com tipos móveis, que foi um marco na difusão das cópias impressas (BURKE; ORNSTEIN, 1998).

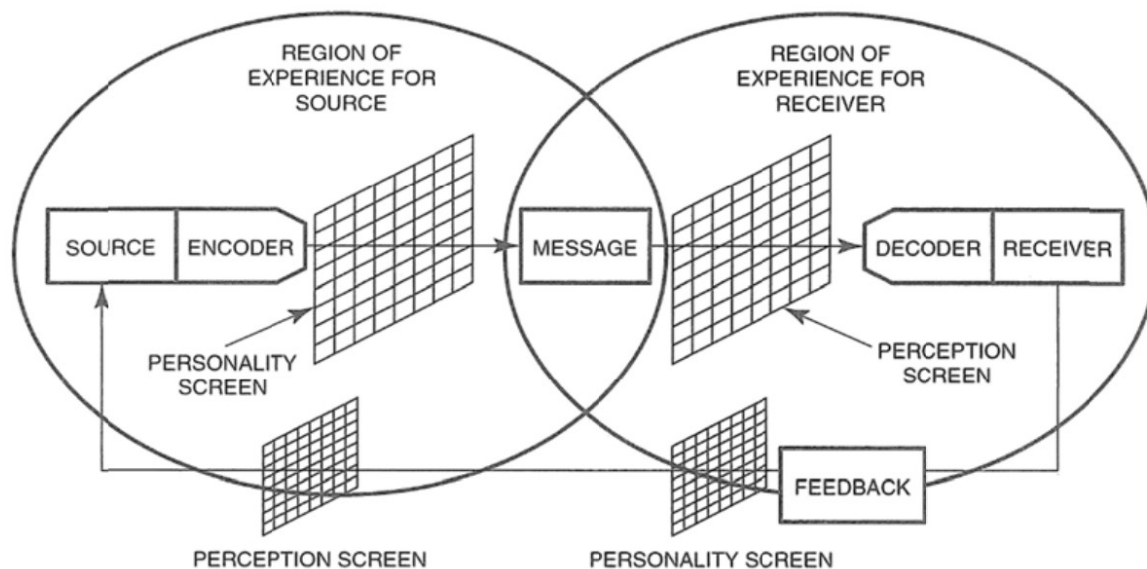
No século XIX, o livre comércio e a onda de invenções dos sistemas técnicos básicos de comunicação embasaram a visão da comunicação como fator de integração social nas comunidades humanas. Esse pensamento leva ao entendimento de sociedade como organismo, como um conjunto de partes que faz o todo funcionar, e desse ponto às primeiras concepções de “ciência da comunicação” (MATTELART, 2001)

Hohlfeldt, Martinho e França (2001) e Chaves et al. (2010) afirmam que Aristóteles foi o primeiro a citar um modelo de comunicação, considerando-a como um processo composto por três partes: “aquele que fala, o que essa pessoa tentou dizer e aquele que escuta”. Em termos dos modelos atuais, o emissor, o canal e o receptor.

Kerzner e Cleland (1986) apresentam seu Modelo de Comunicação Total, no qual consideram que o emissor codifica sua mensagem por meio do seu “filtro de percepção” e a envia ao receptor, que, por sua vez, aplica seu “filtro de percepção” para decodificar a mensagem e, sequencialmente, envia seu *feedback* ao emissor. Os autores consideram que existem duas zonas distintas nesse processo: a zona de experiência do emissor e a zona de experiência do receptor, sendo a comunicação o

processo que proporciona interação entre as duas, conforme pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Modelo de comunicação de Kerzner e Cleland



Fonte: Kerzner e Cleland (1986)

Segundo o PMI (2017), há dois elementos incluídos entre o emissor e o receptor – a mídia e o ruído, itens estes que não aparecem no modelo anterior.

Chaves et al. (2010) propõem sua visão do modelo de comunicação, no qual o canal de comunicação e o ruído são apresentados. Os autores substituem a ideia da percepção pelos termos codificação e decodificação, considerando que, inerente a esse processo, encontra-se a experiência pessoal que permitirá o entendimento da mensagem. O resultado pós-decodificação apresenta-se como “mensagem e significado percebido”.

### 2.3.1 Comunicação nas organizações

A conceituação da comunicação nas organizações parte do princípio que a comunicação é uma variável, um elemento das empresas, algo que ocorre dentro da estrutura organizacional. Nessa abordagem, a organização é uma entidade que, a partir da abordagem essencialista, passa a ser objetivo de investigação científica que objetiva a eficiência e a eficácia administrativa (TAYLOR; VAN EVERY, 1999).

Putnam, Phillips e Chapman (1996) pontuam que, a partir do ponto de vista da comunicação nas organizações, a corporação assume a posição de estrutura de base, cuja existência tem prioridade sobre a ação social, e a comunicação é umas dessas características sociais. Dessa forma, a comunicação é um elemento do container organizacional estudado de fora, e seus elementos funcionais e estruturais são críticos à manutenção da ordem empresarial.

Cornelissen, Bekkum e Ruler (2006) definem a comunicação corporativa como uma função do gerenciamento que oferece estrutura e vocabulário para a efetiva coordenação de todos os meios de comunicação, com objetivo geral de estabelecer e manter reputações favoráveis com grupos de interesse dos quais a organização é dependente.

### 2.3.2 Comunicação em projetos

Keelling (2002) entende que a comunicação é fundamental à ação individual e ao esforço conjunto, pois trata-se do sistema nervoso da liderança, do trabalho em equipe, da cooperação e do controle. O autor ainda a percebe como fator determinante à qualidade dos relacionamentos e dos níveis de satisfação, e à medida do sucesso ou fracasso. Na mesma linha, defende que a ruptura da comunicação é uma das causas principais de conflitos e discórdia, e que também é o meio para solucionar esse tipo de problema.

Whittaker (1995) separa o gerenciamento do fluxo de informações do gerenciamento das pessoas envolvidas no espectro da comunicação, ressaltando que ambos são igualmente importantes, porém, que o gerenciamento do fluxo de informações ainda precisa ser subdividido entre as informações de projeto (técnicas) e as informações necessárias ao controle do projeto. O autor aponta o gerente como responsável pelo nível de controle sobre a informação que o projeto necessita, e que a ele cabe julgar a complexidade do projeto que se eleva na medida em que o número de participantes do projeto cresce.

Para Walker (1996), uma boa ferramenta para a gestão das informações é fundamental e precisa estar alinhada à estrutura da empresa, pois o grande número de envolvidos, tanto interna quanto externamente, e o conseqüente conflito quanto aos objetivos de uso e necessidades de informação refletem diretamente na

obrigatoriedade do planejamento, para que cada envolvido realmente receba as informações primordiais ao seu trabalho em particular. Cada envolvido deve possuir particular comprometimento e proatividade em relação às necessidades de informação. Uma boa ferramenta de gestão das informações deve facilitar a comunicação entre os envolvidos.

Casarotto, Fávero e Castro (1999) concordam com Walker (1996) no que se refere à necessidade do registro e armazenamento das informações do projeto (*project*), sendo que os conhecimentos contidos no sistema de gerenciamento são entendidos como fontes de informação para tomada de decisão. Os autores ainda registram a necessidade de integração do sistema de armazenamento das informações com o sistema de planejamento e controle do projeto.

Verzuh (2000) apresenta o gerente do projeto como um indivíduo que dispensa considerável parte do seu tempo à comunicação e considera que o planejamento detalhado, bem como o gerenciamento do risco, são métodos de comunicação. Segundo o autor, o gerente deve possuir fortes qualidades de comunicação e a ele cabe determinar o “tom” da comunicação, pois apenas um bom planejamento de comunicação não é suficiente.

Comunicação eficiente e boa liderança são objetivos comuns dos indivíduos envolvidos em um projeto (*project*), contudo, quando o projeto abarca terceiros (subcontratados) ou consultores, geralmente, o processo de comunicação é mais complexo, pois cada organização pode ter um sistema específico para comunicação que pode ou não se adequar às necessidades do projeto.

Outro ponto importante é que as prioridades possivelmente não serão as mesmas, e que os profissionais subcontratados não se sujeitarão ao controle direto do gerente do projeto. Uma alternativa para contornar prováveis problemas é a inclusão de uma cláusula contratual que defina a ferramenta e o procedimento a ser adotado. Atenção especial deve ser dada a projetos considerados complexos, ou seja, aqueles que envolvem diversos fornecedores (KEELLING, 2002).

De acordo com Carvalho e Rabechini (2011), a análise das partes interessadas pode ajudar a selecionar os principais canais de comunicação e a definir formas adequadas de comunicação por grupos de *stakeholders*.



Prado (2004) afirma que o primeiro passo do planejamento do gerenciamento da comunicação é a identificação de todos os interessados e qual informação cada um deles necessita. Sequencialmente, definem-se quais informações deverão ser obtidas e de que forma. A escolha do canal e do tipo de comunicação (verbal ou não verbal) são importantes e devem estar adequados ao público ao qual se destinam (relatórios curtos e com bons gráficos para alta gerência, por exemplo).

## **2.4 Liderança**

Segundo Neto (2008), muitos estudos tiveram a liderança como objetivo, embora não apresentassem consenso entre si. A liderança é vista como um processo de persuasão sobre o grupo de indivíduos para obtenção de objetivos e o executor é o líder. Trata-se ainda de um processo mútuo, entre líder-liderado ou o inverso, de modo que é possível afirmar que líderes são formados.

Hersey e Blanchard (1986) definem liderança como o processo de influenciar as atividades dos indivíduos ou grupos para a consecução de um objetivo em uma situação.

Kouzes e Posner (1997), por sua vez, entendem liderança como a arte de mobilizar os outros para que estes queiram lutar por aspirações compartilhadas. O processo de liderança está focado na distinção entre mobilizar pessoas para fazerem algo (em função do poder concedido pelo cargo) e mobilizá-las para que queiram fazer (em função da credibilidade).

Para Covey (1995), a liderança é regida por princípios e, quando se vive de acordo com eles, a influência e a autoridade moral aumentam, muitas vezes, através do recebimento de mais autoridade formal. Liderar é comunicar às pessoas seu valor e seu potencial de forma clara, para que estas acabem por vê-los em si mesmas.

De acordo com Yukl (1998), liderança é o processo em que um cada membro de um grupo ou organização influencia a interpretação dos acontecimentos, a escolha dos objetivos e estratégias, a organização de atividades e a motivação das pessoas para atingir os objetivos.

Segundo Cohen e Fink (2003), a influência e o poder são características básicas que um líder deve possuir para alcançar seus objetivos. Os autores

conceituam influência como sendo “[...] qualquer ato ou ato potencial que afeta o comportamento de outra (s) pessoa (s)”; poder, por seu turno, é “[...] a capacidade de exercer influência”.

Para Gonçalves (2009), liderar pela influência é mais eficaz na constituição do compromisso e do desempenho sustentado do que liderar pela autoridade posicional ou pelo medo e pela intimidação direta.

Poder é um assunto bastante controverso que desperta fortes reações. Enquanto alguns o enxergam como algo natural, inerente à vida das empresas, outros o consideram algo ilegítimo e prejudicial. Em um ambiente que exige decisões rápidas de qualidade, os líderes precisam influenciar outras pessoas também de forma rápida e eficiente e, para tanto, recebem, obtêm e utilizam o poder. Nesse contexto, sua utilização é legítima e positiva (GONÇALVES, 2009).

Meléndez (1996) aborda algumas características importantes no reconhecimento do líder por parte de seus subordinados:

- a) caráter: bons líderes são justos e honestos;
- b) visão: os líderes que serão seguidos conseguem despertar a imaginação através da visão que leva além do que é conhecido atualmente;
- c) entusiasmo: com a causa e com o compromisso;
- d) confiança: capacidade de inspirar confiança e constância em suas opiniões;
- e) sinceridade: baseia-se na honestidade de pensamentos e ações;
- f) integridade: líderes cumprem seus compromissos e promessas;
- g) constância: por mais surpresas que o líder possa encontrar pelo caminho, ele não cria surpresas para o grupo;
- h) clareza das metas: bons líderes normalmente conseguem explicar o que estão tentando realizar com clareza e simplicidade, e conseguem convencer seu grupo sobre a importância da ação.
- i) perseverança: os líderes aprendem com o fracasso e sabem quando desistir e tentar outras alternativas;
- j) coerência: líderes fazem o que dizem;
- k) gentileza: esta característica implica na forma como se comunicam, dão

*feedback* e instruções, e definem os sistemas de recompensas e incentivos;

- l) renovação contínua: constantemente engajados na reflexão e na autoavaliação;
- m) catalisador de mudanças: como todas as pessoas criativas, líderes veem as coisas de forma diferente, pensam de forma nova e original;
- n) autoconhecimento: um líder conhece seus defeitos tão bem quanto suas qualidades e os enfrenta;
- o) inteligência: trata-se da capacidade de enxergar longe com maior rapidez, de raciocinar com mais eficácia, de associar os aprendizados ao longo da vida.

#### 2.4.1 Fatores situacionais

No contexto contingencial de liderança, é importante considerar fatores que influenciam o estilo a ser adotado. Fatores situacionais são fatores únicos para uma situação, que os dirigentes precisam levar em conta e adaptar-se (ESLAMI et al., 2005).

Diante de uma perspectiva de liderança situacional, que visualiza a forma como flui uma liderança e o surgimento da figura dos seguidores, no que se refere ao estilo de liderança adotado, há um número de fatores situacionais que os líderes devem considerar, como os membros do grupo, o tempo e a natureza de trabalho, não se esgotando outras possibilidades. Para os líderes, as pessoas da equipe, ou liderados, são o aspecto mais importante a ser considerado. O que deve ser avaliado são os atributos pessoais dos membros do projeto e a efetividade será determinada pela maneira com a qual se ajustam tais características (GONÇALVES, 2009).

Eslami et al. (2005) afirmam que o calendário é o mais importante aspecto para que um dirigente considere a adoção de um comportamento adequado de liderança. Atrasos em um projeto podem ter enormes custos econômicos para a sociedade e para a empresa.

### 2.4.2 Estilos de liderança

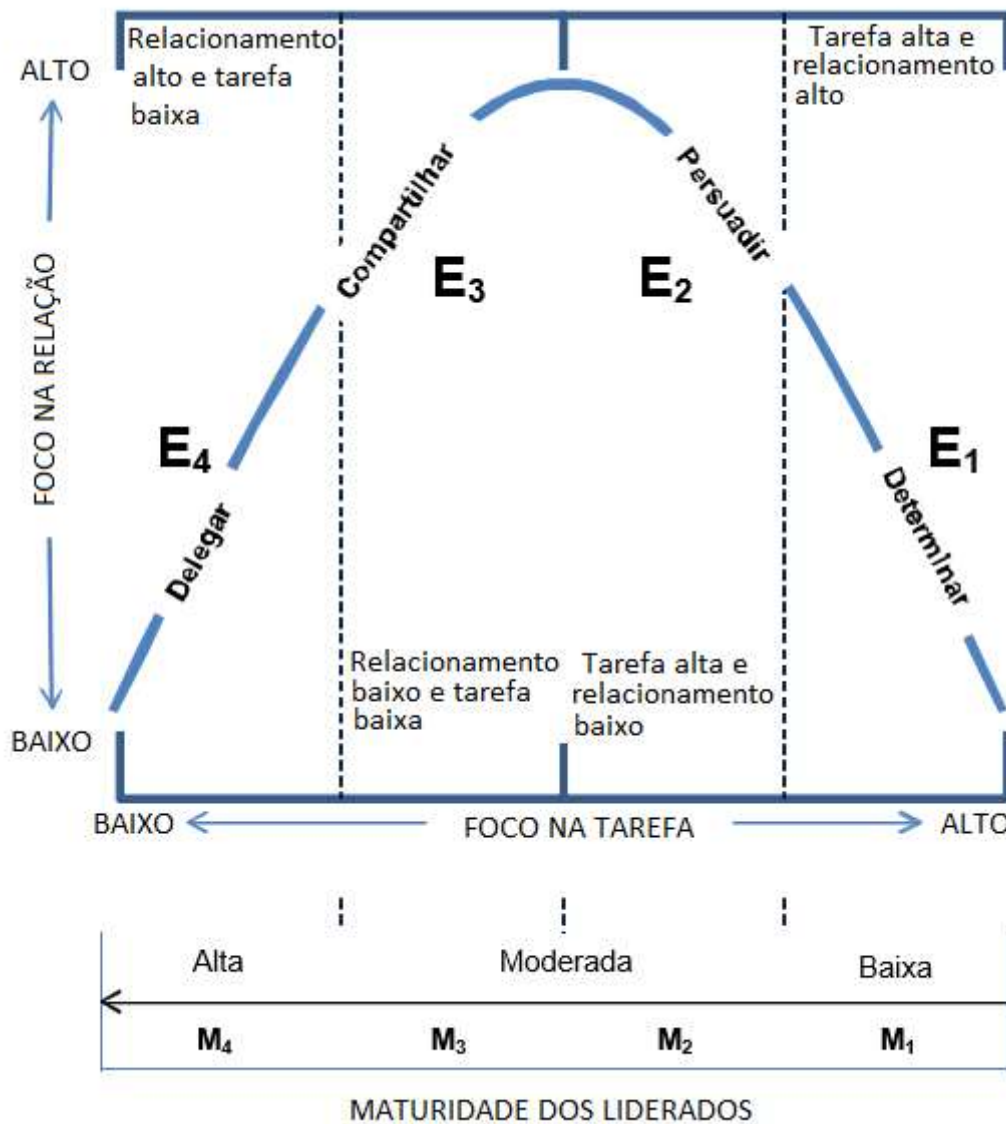
O estilo de liderança apropriado para ser adotado pelo líder a cada nível de maturidade inclui uma quantidade correta de comportamento de tarefa e comportamento de relacionamento (MCGINN; WILSON, 2006; HERSEY; BLANCHARD, 1986).

Para Hersey e Blanchard (1986), os principais estilos considerados são:

- a) o estilo **determinar (E1)**, mais aconselhado para subordinados imaturos, que não conheçam a tarefa e não apresentam segurança. Em muitos casos, a falta de disposição é consequência da insegurança em relação à tarefa exigida. O líder deve dar pouca ênfase aos relacionamentos e focar sua ação nas tarefas, definindo as funções e especificando as entregas necessárias. Com pessoas desse nível de desempenho (maturidade M1), um comportamento de muito apoio pode ser visto como permissivo ou complacente, e por isso, recompensador de maus desempenhos.
- b) o estilo **persuadir (E2)** serve para influenciar pessoas que apresentam um pouco de segurança, porém, sem a competência necessária (M2). O líder deve dar apoio diretivo e comportamental, visando estabelecer e reforçar a confiança na equipe, e a maior parte da direção ainda é fornecida por ele. Contudo, mediante explicações e comunicações bilaterais, o líder procura conseguir que os liderados se sintam convencidos psicologicamente a adotarem os comportamentos desejados.
- c) o estilo **compartilhar (E3)** é adequado àqueles liderados que têm capacidade, mas são inseguros (M3). Sua falta de disposição, muitas vezes, é consequência da falta de confiança em si mesmos ou insegurança, entretanto, se forem competentes, mas pouco dispostos, sua relutância em fazer o que deles se espera é mais uma questão de motivação do que um problema de segurança. O líder deve apoiar suas iniciativas e participar das tomadas de decisão.
- d) o estilo **delegar (E4)** volta-se às equipes que apresentam elevada maturidade, isto é, são competentes e seguros (M4). O líder pode ser ainda o responsável pela identificação dos problemas, mas seus liderados irão desenvolver as soluções, requisitando pouco apoio ou direcionamento. Como são

psicologicamente maduros, não necessitam de uma comunicação bidirecional acima do normal ou de um comportamento de apoio.

Figura 2 – Liderança situacional



Fonte: Adaptado de Hersey e Blanchard (1986)

Como pode ser observado na Figura 2, há alguns marcos de referência da maturidade para determinar o estilo de liderança apropriado, pela divisão do contínuo da maturidade em quatro níveis: baixo (M1), baixo a moderado (M2), moderado a alto (M3) e alto (M4).

Hersey e Blanchard (1986) fazem distinção entre estilos, E1 a E4, e quadrantes, Q1 a Q4, ressaltando que a adoção do estilo adequado ao nível de desempenho (maturidade) está relacionada diretamente à probabilidade de eficácia: só se deve

empregá-los com referência a comportamentos pelo lado eficaz do modelo tridimensional da eficácia do líder. Para estilos ineficazes, utiliza-se o número do quadrante.

Essa abordagem está relacionada à necessidade efetiva de adoção, por parte do líder, do estilo adequado, sob pena de tornar a liderança ineficaz caso adote um estilo inadequado ao nível de desempenho do liderado. Isso ocorre em todos os níveis de desempenho e pode ser exemplificado pelos dois extremos:

- a) para o nível de desempenho baixo (M1), o estilo adequado é o de direção (E1); se for adotado o estilo de delegação (E4), ele será ineficaz;
- b) para o nível de desempenho alto (M4), o estilo adequado é o estilo de delegação (E4); logo, se for adotado o estilo de direção (E1), ele será ineficaz.

A maior ou menor probabilidade de eficácia relacionada a essa correspondência está resumida na Tabela 1.

Tabela 1 – Eficácia na correspondência entre estilos e maturidade

Nível de Maturidade	Probabilidade de Eficácia		
	Alta	Média	Baixa
M1	E1	E2	Q3, Q4
M2	E2	E1, E3	Q4
M3	E3	E2, E4	Q1
M4	E4	E3	Q2, Q1

Fonte: Adaptado de Hersey e Blanchard (1986)

De acordo com Lins (2005), tal direcionamento deve ser ressaltado porque, em qualquer sistema produtivo, a tríplice associação líder-liderado-tarefa está presente, podendo ser determinante para a aproximação de uma medida da produção de fatores mutuamente dependentes.

## 2.5 Construção enxuta (*lean construction*)

De acordo com Vivan, Paliari e Novaes (2010), para que a produção de um empreendimento seja racionalizada, é necessário que haja um controle científico por meio de filosofias de gerenciamento dos processos envolvidos no ciclo de vida do empreendimento, que garanta a racionalização do mesmo. A construção civil vem

incorporando os princípios da construção enxuta, termo traduzido da expressão inglesa *lean construction* originada na pesquisa de Lauri Koskela (1992).

Para Koskela (1997) a essência desta teoria é a consideração de que há dois aspectos em qualquer sistema de produção: fluxos e conversões. Conceitualmente, a construção civil produz a partir de uma série de atividades de conversão que transformam a matéria-prima em produtos intermediários. Em uma obra, o processo de produção é uma conversão de entradas em saídas, podendo ser composta por subprocessos que irão compor o edifício (KOSKELA, 1992).

Segundo Koskela (1992), os maiores responsáveis pelo aumento dos custos e ineficácia produtiva são, exatamente, as atividades de fluxo que chegam a superar as atividades de conversão, além do que as empresas que não dominam totalmente o processo de produção (neste caso, associado a um sistema construtivo), tornam os processos de conversão ainda mais complicados de serem executados.

O processo de projeto na construção civil é algo de grande complexidade, com numerosas interdependências, grandes incertezas originadas pelas decisões, muitas vezes impostas pelos próprios clientes e legislações, realizadas sob pressão temporal, visto que a desarticulação entre as diversas disciplinas do processo é a maior causadora de defeitos no produto final (KOSKELA; BALLARD; TANHUANPÄÄ, 1997).

O modo de gestão utilizado por grande parte das construtoras é baseado em processos de conversão, que transformam insumos em produtos intermediários ou finais, porém essa definição de produção tem ignorado muitas vezes algumas atividades que compõem os fluxos físicos entre as atividades de conversão, como por exemplo, a movimentação de materiais, de pessoas e informações. Essas atividades são caracterizadas por não agregar valor ao produto (KOSKELA 1992).

Ainda de acordo com Koskela (1992), os problemas de fluxo gerados por este tipo de gestão estão relacionados aos seguintes fatores:

- Método sequencial de realização do projeto, onde não se identifica uma integração entre as fases do projeto, fazendo com que as restrições da fase seguinte não sejam levadas em consideração.
- Falta de qualidade, pois não existem esforços especiais para eliminar defeitos, erros, omissões, e nem seus impactos.

- Controle segmentado, onde parte de um fluxo de processo é controlado separado do todo.
- Modo de planejamento da rede, que divide o fluxo em atividades específicas, sendo elas organizadas em sequência ficando assim dependentes de atividades precedentes.

De uma maneira geral, pode-se constatar que a produção enxuta, como uma maneira de administrar a produção, é um balanceamento dos esforços de melhoria entre ações voltadas para as conversões e os fluxos que acontecem entre estas conversões.

## 2.6 Metodologias ágeis

A metodologia tradicional de desenvolvimento é amplamente criticada devido à dificuldade de pensar em todos os requisitos de um produto logo no início de um projeto (LARMAN; BASILI, 2003; POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003; RAMASUBU; BALAN, 2009). Pressman (2011) complementa essa crítica expondo a incerteza do desenvolvimento do projeto em relação ao impacto de possíveis mudanças no mercado.

Ambler (2002) também acredita que a documentação excessiva prejudica o projeto, e que o ideal seria documentar somente o necessário para iniciar o desenvolvimento e estender a atividade de documentação para todo o período do projeto. Diante dessas dificuldades, as metodologias ágeis ganharam destaque tanto na prática quanto na literatura (BOEHM; TURNER, 2003).

Para Cecilio (2004), a diferença fundamental entre os chamados métodos “robustos” e os “ágeis” está no fato de que, enquanto os métodos “robustos” visam atingir seus objetivos através de uma sequência bem determinada de trabalho e intensa documentação, os chamados métodos “ágeis” ou “leves” têm como seus principais objetivos a melhoria da qualidade final do *software*, através de uma comunicação mais direta e imediata entre a equipe e os usuários/clientes envolvidos no projeto.

Larman (2003) e Hunt (2005) definem que metodologia ágil é ser aberto a mudanças e respondê-las de maneira rápida. Em contrapartida, Shore e Warden



(2005) afirmam que, para ser ágil, é necessária uma mudança de cultura e, conseqüentemente, aumenta-se a produtividade.

Consolidando a visão de Shore e Warden (2005), Ågefalk et al. (2005) definem metodologias ágeis como um conjunto de práticas para desenvolvimento de *softwares* que, quando aplicadas a um projeto, auxiliam no trato com as mudanças ocorridas durante o desenvolvimento, trazendo agilidade e flexibilidade, permitindo, segundo Cao e Ramesh (2008), um *feedback* rápido e constante.

As metodologias ágeis e suas práticas devem estar alinhadas aos pilares estabelecidos no Manifesto Ágil, publicado em 2001 (FOWLER, 2001).

O Manifesto Ágil é um marco para o paradigma ágil, consolidando a essência das práticas ágeis em quatro pilares, que são, segundo Highsmith (2002):

- a) indivíduos e iterações são mais importantes do que processos e ferramentas;
- b) *software* funcional é mais importante do que documentação detalhada;
- c) a colaboração do cliente é mais importante do que a negociação de contratos;
- d) responder às mudanças é mais importante do que seguir um plano.

Apesar de sua importância para a consolidação desse novo paradigma, as metodologias ágeis antecedem a publicação do manifesto. O primeiro modelo ágil, conhecido como *Dynamic Systems Development Method* (STAPLETON, 2003), foi apresentado em 1995. Nesse mesmo ano, foi publicado o primeiro artigo referente ao *Scrum* para o gerenciamento do desenvolvimento de *software* (SCHAWBER; BEEDLE, 2001) e o *Extreme Programming* (BECK, 2000) foi apresentado.

Até então, as metodologias ágeis referiam-se ao desenvolvimento de *softwares*; foi em 1998 que o processo se tornou um dos focos desse novo paradigma, permitindo a utilização dos conceitos *Lean*, Kanban, entre outros (COCKBURN, 2002; PALMER; FELSING, 2002; POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003; HIGHSMITH, 2002).

### **2.6.1 Relação Lean e metodologias ágeis**

Ress e Renato (2015), sugerem que o desenvolvimento ágil e os princípios das metodologias de desenvolvimento ágil são influenciados pelos conceitos do *Lean*. A

busca de formas de eliminar desperdícios e atividades que não agregam valor aparecem nas duas áreas. Neste mesmo estudo, foram encontradas em pesquisas bibliográficas discussões sobre métodos e procedimentos de comparação dos resultados obtidos com abordagens mais tradicionais (de produção e desenvolvimento). Para os autores, isto indica que ainda há, pelo menos por parte dos acadêmicos e profissionais da área, uma necessidade de melhor compreensão das vantagens e limitações subjacentes ao uso destas duas filosofias.

Ainda segundo Ressa e Renato, alguns pontos de diferença podem ser observados entre o *Lean* e metodologias ágeis:

- Objetivo - o objetivo das metodologias ágeis é tornar o processo de desenvolvimento flexível, o que é feito fornecendo iterações pequenas e frequentes. O objetivo do *Lean* é tornar o processo de desenvolvimento sustentável, o que é feito através da melhoria contínua dos processos.
- Equipes - as equipes ágeis trabalham em iterações focadas em recursos, com uma predefinição de “concluído” como a medida do progresso de cada iteração. As equipes *Lean* operam definindo o progresso como aprendizado validado. Comparado ao modelo iterativo das metodologias ágeis, o desenvolvimento *Lean* envolve testar, medir e validar hipóteses com base nas tendências do mercado e em trabalhos anteriores.

### 2.6.2 Kanban

Kanban é um termo japonês que significa cartão. Esse cartão age como disparador da produção (ou movimentação) por parte de centros produtivos presentes no processo, coordenando a produção de todos os itens de acordo com a demanda de produtos finais (GIANESI; CORRÊA, 1996)

O Kanban é um *framework* desenvolvido por Taiichi Ohno, em meados da década de 50 (OHNO, 1997). De acordo com Anderson (2010), fazendo uso dos conceitos do sistema de administração *Just in Time*, o Kanban foi implementado para apoiar o controle de produção da fábrica Toyota e tornou-se indispensável ao Sistema Toyota de Produção.

Segundo Moura (1994), Kanban é:

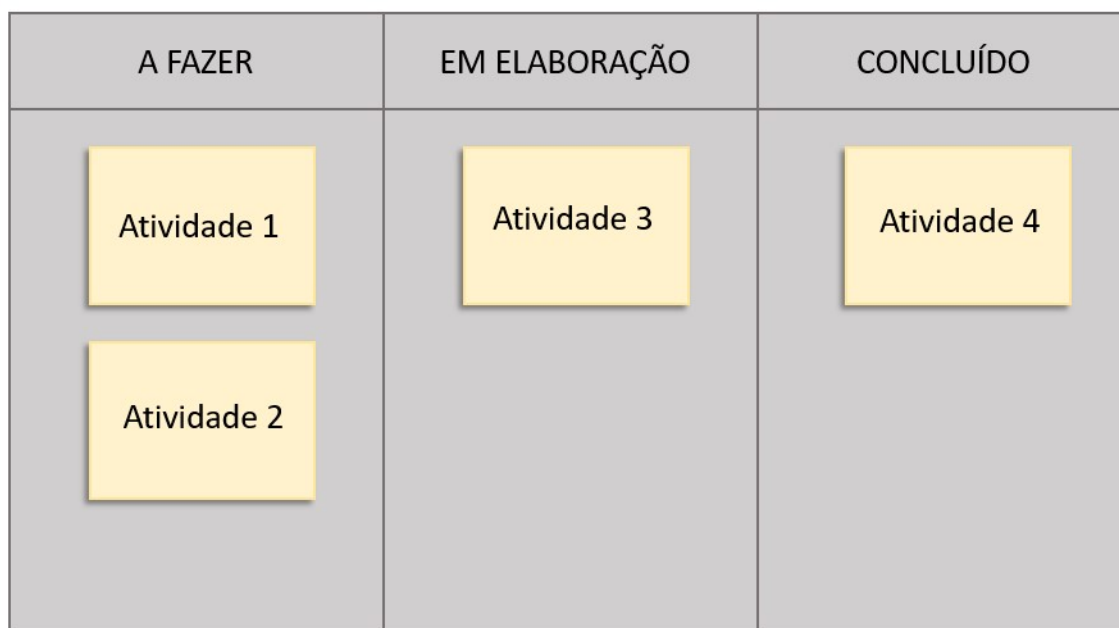
- a) um programa para a melhoria da produtividade;
- b) um programa que requer a participação da mão de obra, significando uma mudança nas relações entre a gerência e os operários.

### 2.6.2.1 Implementação do Kanban

Na visão de Khaled, Abdel e Bahaa (2016), o Kanban possui cinco princípios fundamentais: (1) visualizar o fluxo de trabalho; (2) limitar o trabalho em andamento; (3) medir e gerenciar o fluxo; (4) tornar explícitas as políticas do processo; e (5) usar modelos para reconhecer melhorias e oportunidades.

Tais princípios são aplicados através da utilização de um Quadro Kanban, que permite a visualização do fluxo de atividades do processo em várias colunas. Os cartões são usados para cada item de trabalho presentes no quadro para mostrar seu estado atual, conforme se observa na Figura 3.

Figura 3 – Quadro Kanban: exemplo



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

O *framework* Kanban não se impõe aos costumes já empregados, ao contrário, respeita papéis, responsabilidades e cargos já definidos, visando sempre à qualidade e à busca por mudanças incrementais e evolucionárias.

De acordo com Anderson (2010), o Kanban está fundamentado em cinco pilares:

- i. foco na qualidade;
- ii. redução do trabalho em progresso, permitindo entregas frequentes;
- iii. redução da variação do fluxo de processo;
- iv. priorização de demandas;
- v. processo puxado.

Os cinco pilares constituem a base para definir a adoção dos processos e dos artefatos a serem empregados para alcançar o objetivo principal, isto é, a otimização do fluxo de trabalho a partir da exposição do processo de desenvolvimento e identificação dos gargalos.

O Kanban não possui uma ordem correta de implementação, todavia, para facilitar sua utilização, os autores comumente elaboram um passo a passo, ordenando sequencialmente as atividades que devem ser realizadas (ANDERSON, 2010; GROSS; MCINNIS, 2003; BOEG, 2011). Apesar de as abordagens realizadas tanto por Gross e Mcinnis (2003) quanto por Boeg (2011) terem se baseado na de Anderson (2010), a de Boeg (2011) é a mais detalhada.

De acordo com Boeg (2011), o Kanban pode ser implementado seguindo um conjunto de atividades. A primeira delas é visualizar o fluxo, ou seja, para melhorar um processo, é necessário primeiro entendê-lo para depois mapeá-lo; posteriormente, deve-se reproduzi-lo no Quadro Kanban. Essa atividade proporciona uma transparência no fluxo, permitindo a verificação de como seu trabalho impacta outras pessoas e até mesmo as fontes de desperdícios. Uma vez conhecidas as fases, estas deverão conter um limite de atividades, também conhecido como *WIP (Work in Progress)* e políticas de qualidade.

Boeg (2011) reforça que limitar o *WIP* é uma prática para estabelecer a quantidade máxima de trabalho em progresso que poderá ser desenvolvido em cada fase. É preciso ter cautela quando da definição de um número, pois um limite poderá causar ócio na equipe e um limite alto vai contra a política de otimização. Para estabelecer um número ótimo, Anderson (2010) sugere que não seja gasto tempo tentando estimar números: o ideal é arriscar um valor e ajustá-lo aos poucos.

### 2.6.3 *Extreme Programming (XP)*

Segundo Beck (2000), no contexto “ágil”, surgiram diversos modelos de processo de desenvolvimento de *software*, sendo o *Extreme Programming (XP)* um deles. Este modelo tem como princípio eliminar um problema fundamental da construção de *software*: os riscos envolvidos no desenvolvimento. Sendo estes riscos citados pelo autor a falta de monitoramento e controle, pouca participação do cliente, comunicação ruim entre as partes interessadas e deformação ou falta de escopo.

O modelo XP teve início em um grupo de profissionais norte-americanos que atuavam na área de desenvolvimento de *software* e eram liderados por Kent Beck (2000), na indústria automobilística *Daimler-Chrysler*, no final da década de 90.

Para Beck (2000), seria humanamente impossível planejar e prever todos os detalhes com antecedência, portanto, o fator de mudança na XP adquire uma grande prioridade, visando atender, da melhor maneira possível, às expectativas dos usuários/clientes.

De acordo com Cecilio (2004), o modelo de processo XP é altamente recomendável para desenvolvimentos em que os requisitos, de certa forma, não são bem definidos ou são mutantes, devido ao fato de o usuário/cliente não conhecer claramente suas necessidades.

Ainda segundo Cecilio (2004), o método está focado nas pessoas que compõem o processo de desenvolvimento, principalmente a figura do desenvolvedor e do representante do usuário/cliente, visando reduzir a complexidade do projeto através de um trabalho orientado diretamente ao objetivo final, baseado nas relações interpessoais e na velocidade de resposta obtidas dessas relações, não deixando para depois eventuais dúvidas, redefinições ou até mesmo grandes alterações dos requisitos do projeto em desenvolvimento em qualquer etapa do projeto, sem se preocupar com o cumprimento de um ritual rígido e pré-estabelecido.

Para Jeffries (2001), o XP é uma disciplina de desenvolvimento de *software* que procura envolver todo o time (desenvolvedor e usuário/cliente) em um trabalho de equipe, utilizando práticas simples, com uma comunicação intensa e imediata para a obtenção de *feedback* constante a cada momento, convergindo suas práticas para alcançar uma solução eficaz e completa.

Segundo Beck (2000), a psicologia do aprendizado ensina que o tempo entre uma ação e o *feedback* correspondente é crítico para o aprendizado. Experimentos com animais demonstram que, mesmo pequenas diferenças no tempo de *feedback*, resultam em enormes diferenças de aprendizado. [...] Portanto, um dos princípios é obter *feedback*, interpretá-lo e colocar o que foi aprendido de volta dentro do sistema da forma mais rápida possível.

Nesse contexto, o XP segue um conjunto de quatro valores (Figura 4), princípios e regras que buscam atingir maiores eficiência e efetividade no processo de desenvolvimento de *software* (BECK, 2000).

Figura 4 – Os quatro valores do XP



Fonte: Beck (2000)

### 2.6.3.1 Comunicação na XP

A comunicação entre os integrantes da equipe e os usuários é o primeiro grande valor definido pelo método XP, e essa comunicação não deve ser limitada apenas aos processos formais (BECK, 2000).

De acordo com Cockburn (2002), uma equipe XP faz um excelente uso de comunicação osmótica, comunicação face a face, correntes de convecção no fluxo da informação e radiadores de informação<sup>2</sup> nas paredes. A disponibilidade consistente

---

<sup>2</sup> Radiadores de informação são uma forma de controle visual ou gestão à vista. Se o trabalho será autodirecionado, então todos precisam ser capazes de ver o que está acontecendo, o que precisa ser feito, quais os problemas existentes, que progresso está sendo alcançado. O trabalho não pode ser

de especialistas significa que o tempo entre uma pergunta e sua resposta é curto. O tempo e a energia gastos para descobrir uma informação demandada são baixos, e a taxa de dispersão da informação é alta.

A rapidez na comunicação é um aspecto relevante, pois “[...] o ritmo de progresso de um projeto está ligado ao tempo que se leva para transmitir uma informação da mente de uma pessoa para outra” (COCKBURN, 2002). Além disso, “[...] os custos de um projeto crescem na proporção do tempo necessário para as pessoas se compreenderem” (COCKBURN, 2002).

Outro fator que influencia a qualidade da comunicação é a quantidade de pessoas envolvidas. “Com cada aumento no tamanho da equipe, torna-se mais difícil para as pessoas saber o que os outros estão fazendo e como não sobrepor, duplicar ou interferir no trabalho um do outro” (COCKBURN, 2002). Por essa razão, projetos XP procuram contar com um número reduzido de participantes (frequentemente menor do que uma dúzia de pessoas) (BECK, 2000).

### 2.6.3.2 *Simplicidade*

A simplicidade é um dos fatores que sustenta a premissa extrema do método e, segundo Beck (2000), simplicidade e comunicação estão diretamente relacionados, e quanto maior a comunicação, mais claros serão os objetivos do projeto, o que realmente precisa ser feito e o que é dispensável [...].

Para que uma equipe de desenvolvimento possa trabalhar com iterações curtas, é necessário que ela seja capaz de receber um pequeno escopo de funcionalidades no início de cada iteração, implementando-as completamente dentro de um curto prazo de tempo. Isso cria a necessidade de concentrar esforços apenas no essencial para implementar as funcionalidades da iteração, evitando generalizações que ainda não se mostrem necessárias e a criação de funcionalidades que ainda não foram solicitadas pelo cliente.

---

autodirecionado até que controles visuais simples, apropriados para o domínio, sejam colocados em uso, atualizados, a fim de direcionar o trabalho (POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003, p. 76).

### 2.6.3.3 *Feedback rápido*

Todo problema deve ser evidenciado o mais rapidamente possível para que também possa ser corrigido com brevidade. Da mesma forma, toda oportunidade deve ser descoberta o quanto antes, para que possa ser aproveitada com celeridade (BECK; FOWLER, 2001).

Para Brooks (1987), nenhuma outra parte do trabalho conceitual é tão difícil quanto estabelecer detalhadamente os requisitos técnicos, incluindo todas as interfaces [...]. Nenhuma outra parte é mais difícil do que corrigir mais tarde.

Ainda na opinião de Brooks (1987), os clientes não têm como prever corretamente os requisitos de que necessitarão. Por isso, é fundamental que haja uma forte interação com os desenvolvedores ao longo do projeto.

A compreensão das necessidades dos usuários é um processo de aprendizado contínuo, no qual os desenvolvedores aprendem sobre os problemas do negócio e os clientes tomam conhecimento das dificuldades e limitações técnicas. “Um princípio psicológico bem conhecido indica que, para maximizar a taxa de aprendizado, a pessoa precisa receber *feedback* sobre quão bem ou mal ele está indo” (WEINBERG, 1971).

Por esses motivos, o XP é organizado em ciclos curtos de *feedback* que possibilitem aos clientes solicitar funcionalidades e aprender sobre elas através de *softwares* funcionando em prazos curtos. Esse processo envolve a priorização de poucas funcionalidades a serem implementadas e a sua simplificação, na medida do possível. O objetivo torna-se a apresentação da funcionalidade ao usuário de forma rápida, de modo que ele possa detectar eventuais falhas desde cedo, quando sua correção tende a ser mais barata. A razão básica para estratégias incrementais e iterativas é permitir que os inevitáveis erros das pessoas sejam descobertos relativamente cedo e reparados de forma metódica (COCKBURN, 2002).

Trabalhando com ciclos de *feedback* curtos, o *Extreme Programming* procura assegurar que pouco trabalho seja efetuado e concluído. A equipe segue adiante apenas se o resultado estiver correto; caso surjam falhas, as mesmas são corrigidas com brevidade, antes de iniciar o desenvolvimento de outras funcionalidades. A utilização de lotes reduzidos de trabalho assegura que eventuais falhas tendam a ser



corrigidas com maior rapidez exatamente porque o escopo do trabalho é reduzido, o que significa que menos coisas podem vir a dar errado (TELES, 2005).

#### 2.6.3.4 *Embrace Change*

De acordo com Beck (2000), o quarto valor do XP tem muito peso quando combinado com os três primeiros valores.

Em *Extreme Programming*, ter coragem significa ter confiança nos mecanismos de segurança utilizados para proteger o projeto. Ao invés de acreditar que não haverá problemas e fazer com que a coragem se fundamente nessa crença, projetos XP partem do princípio de que problemas irão ocorrer, inclusive aqueles mais temidos, entretanto, a equipe utiliza redes de proteção que possam ajudar a reduzir ou eliminar as suas consequências (TELES, 2005).

O problema não termina em função do desenvolvimento iterativo. O cliente pode ter solicitado algo errado no início da iteração ou a equipe pode ter efetuado a implementação de forma incorreta, mas essas falhas são logo descobertas. Como a iteração é curta, poucas funcionalidades são implementadas, portanto, caso existam erros, estes se referem a um conjunto reduzido de funcionalidades, o que facilita eventuais correções e evita que a equipe invista muitos recursos em funcionalidades incorretas, caso o cliente tenha se equivocado ao solicitá-las (POPPENDIECK; POPPENDIECK, 2003)

Para Beck e Fowler (2001), o processo de planejamento não é estático. A cada início de iteração, o planejamento geral do projeto é revisado e atualizado com base em informações mais recentes, isto é, o processo de planejamento é contínuo e procura incorporar *feedback* ao longo do tempo, permitindo a elaboração de planos para cada iteração que têm maiores chances de acerto. Além disso, no processo de priorização, o cliente pode incorporar novas decisões de negócios de forma natural.

Outra preocupação permanente dos desenvolvedores é não ter tempo suficiente para realizar um trabalho de qualidade. O XP trata essa questão dividindo claramente a responsabilidade por decisões técnicas e de negócio. O cliente tem soberania nas quatro decisões de negócio, portanto, ele decide quais funcionalidades devem ser implementadas e em qual ordem.

Os desenvolvedores, por sua vez, têm autoridade e responsabilidade sobre as decisões técnicas, logo, são eles quem estimam os prazos, por exemplo. Isso ajuda a lidar com o medo de precisar cumprir prazos impossíveis impostos por pessoas que não possuam qualificação técnica para estimar o esforço de determinado trabalho (BECK; FOWLER, 2001).

## **2.7 Modelagem da Informação da Construção (BIM)**

Para Eastman (2007), BIM significa um “processo” que tem por base o modelo digital do edifício. Para Succar (2008), BIM é um grupo de políticas, processos e tecnologias que, ao serem interligados, requerem uma metodologia para gerenciar os principais dados do empreendimento e do projeto do edifício, em formato digital, ao longo de seu ciclo de vida.

Na visão de Toledo (2012), a Modelagem da Informação da Construção (BIM) é o processo de produção, uso e atualização de um modelo de informações da edificação durante todo o seu ciclo de vida. Esse modelo, além da geometria da construção, contém numerosas informações sobre seus diferentes aspectos, abrangendo potencialmente todas as disciplinas envolvidas em um empreendimento. Dessa forma, serve a diferentes propósitos, desde os estudos de viabilidade, passando pelo desenvolvimento do projeto, simulações, orçamentação, planejamento, controle, (pré-)fabricação, construção, visualização, colaboração, representação e registro, até a manutenção, reforma e, eventualmente, demolição da edificação.

A modelagem da informação da construção significa uma mudança de paradigma na medida em que a edificação deixa de ser concebida e representada abstratamente por símbolos em duas dimensões (como era com o CAD) e passa a utilizar ferramentas 3D orientadas a objetos, onde cada componente construtivo inserido no modelo contém semântica (i.e., o computador sabe o que é aquele elemento), relacionamento com os demais objetos e outras informações ligadas a componentes reais. Com o BIM, as tradicionais pranchas de desenho (plantas, cortes, elevações e detalhes 2D) aparecem somente onde a documentação deve ficar no processo de projeto, ou seja, no final. As limitações da representação 2D são amplas e conhecidas (FERREIRA; SANTOS, 2007).

Um dos principais benefícios proporcionados por esse conceito é a possibilidade de um processo de projeto e construção mais integrados, conforme ressaltam Eastman et al. (2008).

### 2.7.1 Implantação da modelagem da informação da construção

A implantação de novas tecnologias baseadas em BIM pressupõe a reestruturação das empresas através da reorganização dos processos, da implementação de uma nova forma de organização do trabalho e de um novo modo de pensar o processo de projeto, visto agora de forma totalmente integrada. Além disso, o uso do BIM requer novas qualificações do profissional, aquisição de novos equipamentos e uma nova forma de lidar com os demais agentes no processo (JUSTI, 2008).

A escassez de mão de obra especializada, a resistência à mudança, o alto investimento com máquinas e treinamento, como será abordado adiante, são alguns fatores que dificultam a implantação efetiva da tecnologia nos escritórios de projeto do país. Devido aos riscos e incertezas, as empresas acabam criando barreiras e aguardando a consolidação da tecnologia para sua implantação (NASCIMENTO; SANTOS, 2003).

De acordo com um estudo realizado em escritórios de projeto no Brasil por Amorim, Lyrio e Souza (2009), uma das maiores dificuldades apontadas pelos escritórios refere-se à falta de tempo para implantação da tecnologia (25%). A escassez de profissionais com domínio sobre os *softwares* leva os escritórios a oferecer treinamentos que demandam tempo e investimento; cerca de 85% das empresas pesquisadas forneceram treinamento aos seus funcionários. Além disso, trabalhar com o BIM demanda não apenas o aprendizado de novos comandos, mas, principalmente, exige do profissional uma nova forma de pensar o processo de projeto. Assim, a resistência à mudança pela equipe (25%) acaba sendo outra barreira a ser vencida para a implantação dos *softwares*. Existe certa preocupação dos escritórios com o investimento em equipamentos para suportar os novos *softwares* (8,33%), pois, normalmente, os arquivos gerados nos programas BIM são muito grandes e exigem alta capacidade de processamento.

Vergara e Beiza (2012), em pesquisa realizada no Chile, afirmam que as dificuldades e os desafios observados nos escritórios de projeto relacionam-se às barreiras econômicas existentes para empresas e pequenos escritórios, à falta de apoio público à inovação nessa área de negócio e à falta de programas de treinamento adequados às reais necessidades da indústria. Na Alemanha, um grande obstáculo para os usuários que não trabalham com a modelagem da informação parece ser o capital necessário para investimento. Para os que já utilizam *softwares* BIM, o aspecto financeiro não é um entrave ou problema (BOTH, 2012).

Manderson et al.(2015) afirma que a implantação BIM apresenta muitos desafios relacionados a barreiras tecnológicas, e em uma análise conduzida por Bryde et al. (2013) é apontado que problemas com a interoperabilidade são o maior efeito negativo na utilização do BIM. De acordo com Cao et al. (2017), a questão da interoperabilidade não é apenas técnica, mas também de apoio ao trabalho colaborativo.

Em relação à construção, com a adoção do BIM, os investidores e construtores podem antecipar resultados positivos e negativos da obra e, assim, salvar dinheiro no processo de execução do projeto. No que concerne à arquitetura, a consequência da implantação depende de como a tecnologia está sendo implantada e integrada no projeto, no planejamento e na construção (ARAYICI et al. 2011).

### 2.7.2 Nível de desenvolvimento (LOD)

Segundo o *Computer Integrated Construction Research Group* (2012), o nível de desenvolvimento, ou *level of development* (LOD), proposto pelo *American Institute of Architects* (AIA) é o mais amplamente utilizado na indústria nos EUA, pois descreve as dimensões de forma quantitativa e qualitativa, além de apresentar outros dados mínimos que devem ser incluídos no modelo para apoiar um uso autorizado associado a esse nível de detalhe.

A estrutura do nível de desenvolvimento oferece subsídios aos participantes para o entendimento da evolução de um elemento da ideia conceitual até a definição precisa. Essa estrutura informa aos participantes em qual nível de desenvolvimento uma informação deve estar em determinada fase do projeto, o que ajuda a evitar que algum participante utilize o modelo de forma não pretendida pelo seu autor ou infira

maior precisão do que a real, permitindo que os participantes se comuniquem de maneira eficiente (DELATORRE; TOLEDO, 2015).

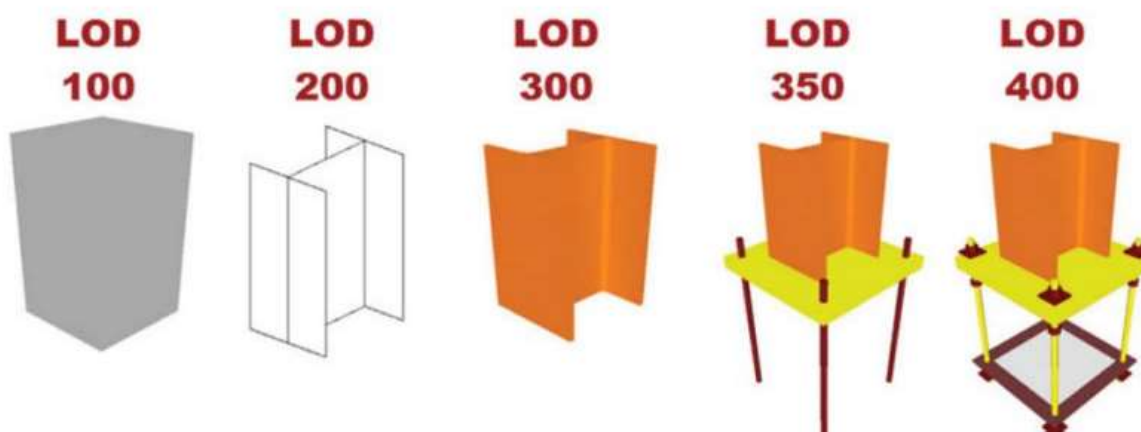
Figura 5 – Tabela para definição do nível de detalhamento de cada elemento do modelo: AIA Document G202TM-2013 – Project Building Information Modeling Protocol Form

§ 3.3 Model Element Table Identify (1) the LOD required for each Model Element at each Project milestone, (2) the Model Element Author (MEA), and (3) references to any applicable notes found in Section 3.4.  Insert abbreviations for each MEA identified in the table below, such as "A—Architect," or "C—Contractor."	Project Milestone 1			Project Milestone 2			Project Milestone 3			Project Milestone 4			Project Milestone 5			Project Milestone 6			Notes (See Sec 3.4)
	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	LOD	MEA	Notes	

Fonte: AIA (2013)

Para facilitar a comunicação entre os participantes do projeto e a correta interpretação do quadro LOD proposto pelo AIA (Figura 5), o BIM Forum (2015) criou um padrão para a indústria descrevendo o estado de desenvolvimento de vários elementos construtivos, incluindo imagens representativas, com o objetivo de garantir a consistência na comunicação e na execução, facilitar a definição detalhada dos marcos BIM e seus resultados, mas sem o intuito de prescrever os níveis de desenvolvimento que devem ser alcançados em cada etapa do projeto (Figura 6).

Figura 6 – Exemplo de ilustração no documento do BIM Forum para auxiliar na compreensão do nível de detalhamento proposto



Fonte: BIM Forum (2009)

De acordo com o BIM *Forum* (2009), não existe uma correspondência rigorosa entre o LOD e as fases de projeto, pois o desenvolvimento de cada um dos sistemas ocorre em velocidades diferentes. O modelo entregue em determinada etapa do projeto pode conter elementos modelados em vários níveis de desenvolvimento.

O mesmo documento traz um importante esclarecimento sobre a diferença entre Nível de Detalhe (*Level of Detail*) e Nível de Desenvolvimento (*Level of Development*), conceitos comumente confundidos, já que possuem a mesma sigla (LoD): o primeiro conceito se refere à quantidade de detalhes (geométrico e de informação) inseridos no elemento (entrada de informação); o segundo, e mais importante, diz respeito ao grau de detalhe de informação confiável presente no elemento (informação confiável que pode ser extraída do elemento).

A título de exemplo, um projetista pode inserir, no modelo BIM da fase de anteprojeto, um componente representando um aquecedor de água a gás, obtido do *site* de um fabricante. Isso não quer dizer que a potência, a capacidade, a posição das entradas/saídas de água e gás, dimensões, etc., já estejam definidas e especificadas pelo projetista (que o fará em um ponto mais tarde no ciclo de projeto), apesar de todas essas informações provavelmente já constarem no elemento inserido no modelo. Nessa etapa, seria possível apenas inferir a existência e a posição aproximada de um aquecedor a gás no projeto, a partir do componente BIM inserido.

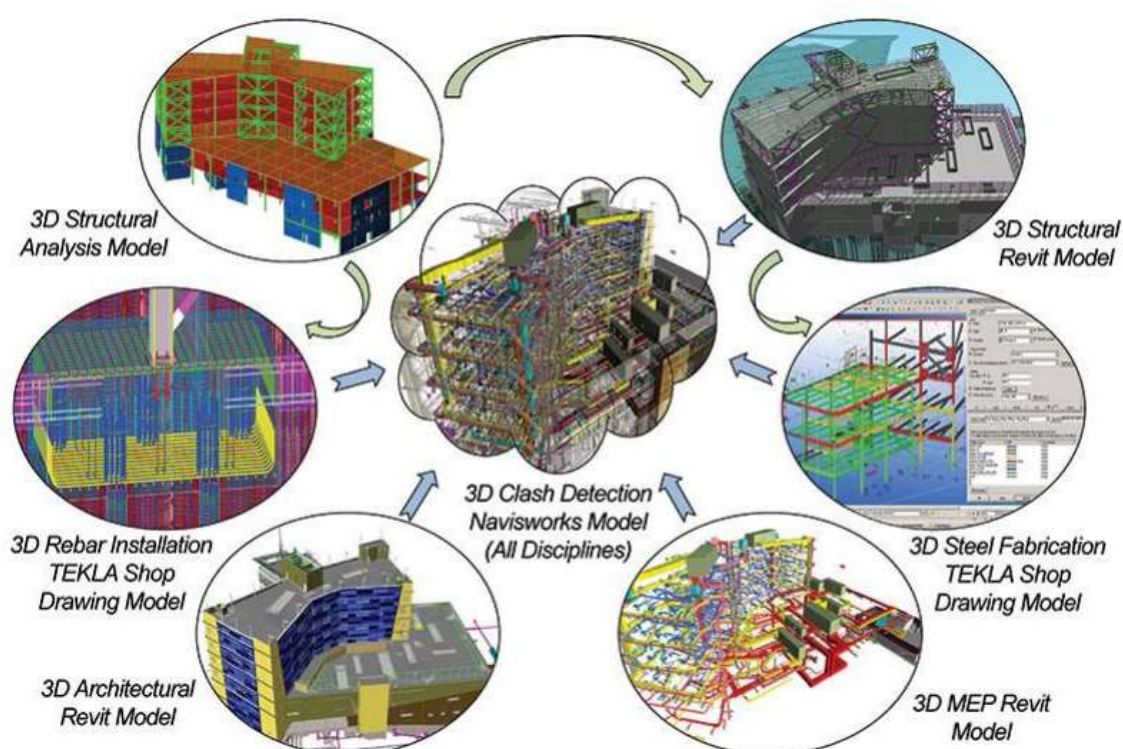
### 2.7.3 Modelo federado

Lowe e Muncey (2009) definem modelo federado como sendo aquele composto por modelos distintos e ligados logicamente, e que suas fontes de dados não perdem a identidade ou a integridade pelo fato de estarem ligadas, conforme esquematizado na Figura 7. Então, uma alteração feita em um dos modelos não cria mudanças nos demais componentes do modelo federado.

Para Bentley (2003), trata-se de um banco de dados único em termos lógicos, mas distribuído e sincronizado em muitas partes. Underwood e Isikdag (2010) complementam o conceito ressaltando que esse conjunto ou federação de banco de dados associados precisa ser coordenado por um aplicativo para manter a consistência.

Segundo Manzione (2015), o modelo federado caracteriza-se por ser um sistema que permite aos usuários trabalhar com os dados e formatos de modo mais produtivo, possibilitando ainda um controle central para gerenciar a conectividade e as grandes transações. Esse método propicia ajustes finos e ganhos graduais no modelo BIM, criando um modelo globalmente escalável, e o desafio para a sua gestão é manter a compatibilidade e a consistência entre os níveis dos modelos individuais com o modelo federado.

Figura 7 – Modelo federado



Fonte: TMAD Taylor & Gaines (TTG, 2021)

#### 2.7.4 Little bim

Com o título de seu famoso livro “BIG BIM x *little bim*”, Finith Jernigan (2007) popularizou duas expressões para designar, respectivamente, o BIM aplicado amplamente em todo o ciclo de vida da construção, daquele BIM (ou bim) aplicado pontualmente, dentro de um escritório de projetos ou construtora, de forma isolada.

De acordo com Toledo (2012), com o *BIG BIM* é possível almejar auferir praticamente todos os inúmeros benefícios que a modelagem da informação pode

proporcionar. O alcance do *little bim*, no entanto, é necessariamente limitado, nem sempre se justificando frente aos custos adicionais incorridos.

Um escritório de arquitetura que, internamente, utilize o BIM, mesmo sem a solicitação do cliente nesse sentido, ganha em agilidade e qualidade do projeto, na medida em que desenvolve seu trabalho em 3D e gera documentação de forma semiautomatizada. Ganha ainda na apresentação de seu trabalho ao cliente, facilitando a visualização do projeto e o processo de decisão. No entanto, a extração de quantitativos para orçamentação é limitada e parcial, pois se restringe aos itens exclusivamente da disciplina de arquitetura.

Dessa forma, não é possível detectar interferências automatizadas, se apenas uma disciplina estiver modelada. O modelo produzido não pode ser adotado em processos de simulação e análise por outros especialistas, nem possui utilidade no planejamento e monitoramento da construção. Durante o uso, operação e manutenção, a edificação não se beneficia daquele modelo inicial.

Ainda segundo Toledo (2012), fica claro que, embora seja limitado o uso proporcionado pelo *little bim*, é somente com sua aplicação em parte significativa do ciclo de vida e por diferentes agentes que se pode, sinergicamente, multiplicar as vantagens e o retorno de sua adoção.



### 3. ESTUDO DE CASO

#### 3.1 Caracterização do empreendimento

O empreendimento estudado é uma usina hidrelétrica (UHE) de médio porte, localizada na região sul do Brasil. A área alagada é de, aproximadamente, 13,5 km<sup>2</sup>, abrangendo um total de cinco municípios, sendo o reservatório do tipo lâmina d'água.

A obra conta com um orçamento de R\$ 2,3 bilhões, podendo gerar até 350,2 MW com as três unidades da casa de força em operação. A estrutura da barragem, parte de terra e parte de concreto, possui uma extensão total de 516 m. O vertedouro do empreendimento é extenso, totalizando 16 comportas segmentos.

Figura 8 – Vista geral do empreendimento (foto do dia 05/10/2017)



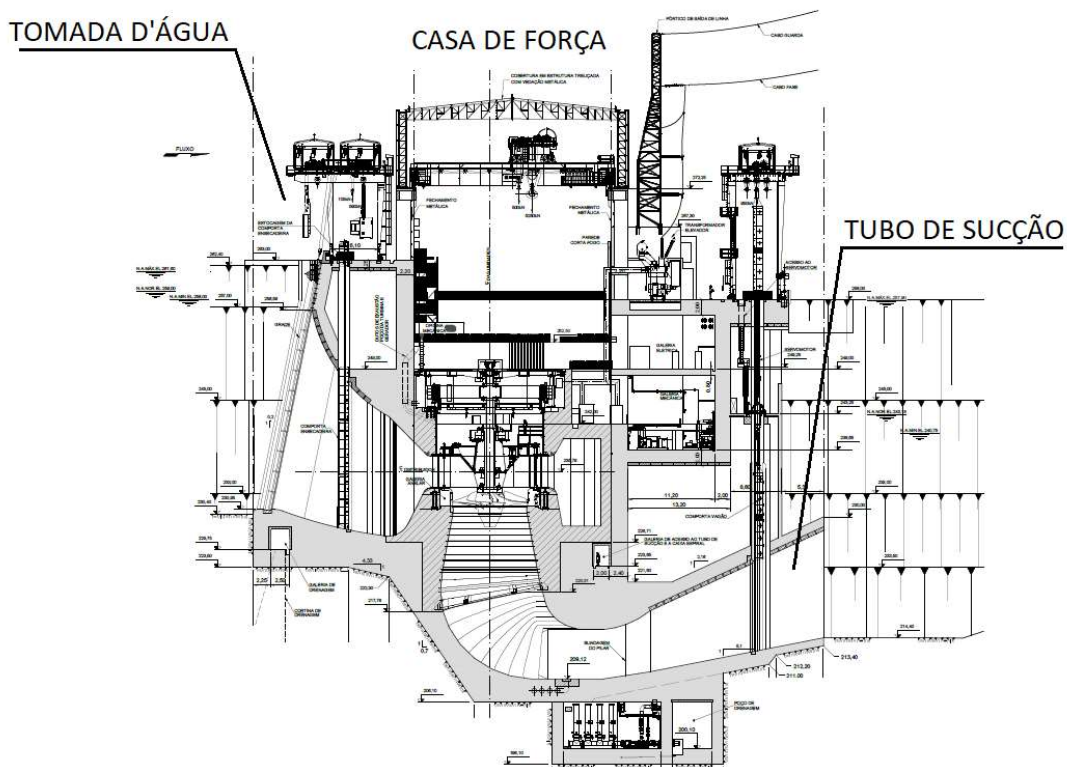
Fonte: *Eagle Power Drones* (2017)

Por se tratar de um empreendimento com longo prazo de execução e com diversas etapas de projeto e obra, neste estudo de caso, o escopo será limitado ao processo da obra principal, ou seja, não serão detalhados itens como desapropriação, construção de vias de acesso, construção do canteiro de obra e fábricas, desvio do rio e implantação da linha de transmissão.

Os principais itens considerados no escopo da usina hidroelétrica em estudo são:

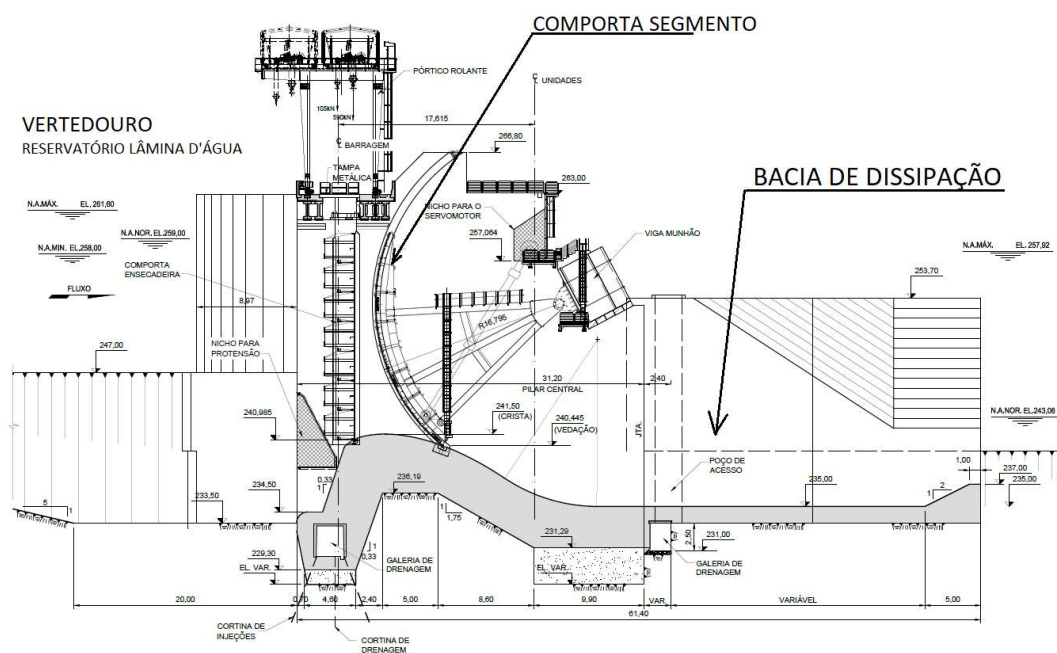
- a) três unidades de tomada d'água;
- b) três unidades de casa de força;
- c) duas áreas de montagem de equipamentos;
- d) 16 blocos de vertedouro;
- e) 16 blocos de bacia de dissipação;
- f) 16 comportas segmentos em 16 vãos de vertedouro;
- g) 16 pontes pré-moldadas sobre os vãos do vertedouro;
- h) dois muros laterais;
- i) uma subestação;
- j) barragem de terra.

Figura 9 – Corte representativo de uma casa de força



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Figura 10 – Corte representativo de um vertedouro



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

## 3.2 Identificação dos agentes envolvidos

### 3.2.1 Empresa contratante A

A contratante pertence um consórcio empreendedor, responsável pela operação e manutenção da usina hidrelétrica, formado por duas empresas, as quais serão denominadas neste trabalho como empresa A1 e empresa A2.

A empresa A1 é uma *holding* que atua no Brasil desde 1997, sendo um dos maiores grupos privados do setor elétrico brasileiro em número de consumidores, atuando em 18 estados do país. O grupo possui empreendimentos no setor de geração hidrelétrica (seis usinas em operação e uma em construção), energia eólica (17 parques eólicos em operação) e uma termelétrica a gás natural. Outro ramo de atuação da empresa A1 se concentra em linhas de transmissão, que também foi parte da obra da UHE, porém, não será escopo detalhado desta monografia. No ano de 2015, a empresa A1 teve uma receita bruta divulgada de R\$ 21,7 bilhões.

A empresa A2, brasileira, conta com mais de 60 anos de atuação no mercado e gera, transmite e distribui energia elétrica para um dos estados do sul do país em sua quase totalidade. Também empreende nas áreas de telecomunicações e, mais

recentemente, iniciou no setor de geração eólica. A empresa foi pioneira no Brasil no desenvolvimento de estudos, acompanhamento e relatórios de impacto ambiental na construção de usinas hidrelétricas. No ano de 2015, sua receita bruta foi de R\$ 24,4 bilhões.

### 3.2.2 Empresa construtora B

A empresa B é uma construtora brasileira que faz parte de um conglomerado empresarial com mais de 75 anos de experiência em obras, empreendendo nos mais diversos ramos da construção civil, com presença mais marcante, nas últimas décadas, no setor de infraestrutura e energia. Possui operações em 13 países além do Brasil e estruturas administrativas em outros 13. A primeira obra de usina hidrelétrica realizada pela empresa, implantada na divisa da Bahia com Goiás, data do ano de 1952.

Na data do estudo de caso, a empresa B foi a quinta maior organização brasileira e a maior no ramo de engenharia e indústria da construção. No ano de 2015, teve uma receita bruta de R\$ 58 bilhões, sendo 87% deste faturamento proveniente de operações internacionais, com receita em dólares. Nesse mesmo período, atingiu a marca de 270 mil colaboradores, considerando todas as suas filiais.

### 3.2.3 Empresa projetista C

A empresa C é a projetista principal da usina hidrelétrica em estudo e integra um grupo empresarial brasileiro que opera nas áreas de consultoria, gerenciamento de obras e projetos de engenharia há mais de 30 anos. Os principais ramos de atuação são de usinas hidrelétricas, barragens, metrô, obras de infraestrutura de óleo e gás, aeroportos, revisão e inspeção de segurança em barragens. O grupo possui contratos em seis países além do Brasil e, em território nacional, está presente em 17 estados.

Em 2014, a projetista obteve uma receita bruta de R\$ 226 milhões; destes, 27% eram provenientes da área internacional. Nesse mesmo ano, alcançou o total de 850 colaboradores, sendo 450 destes locados no estado do Paraná.

### 3.2.4 Empresa fabricante/montadora D

A empresa D integra um conglomerado multinacional responsável pela fabricação e montagem dos equipamentos eletromecânicos do empreendimento, contando com mais de 100 anos de atuação na área de energia. Presente em 170 países, possui atividade em diversas áreas, sendo as principais a geração de energia, conexões de energia, petróleo e gás, aviação e desenvolvimento de *softwares*.

No ano de 2016, alcançou um faturamento de U\$ 123,7 bilhões, levando em consideração todas as suas unidades em diversos países, e atingiu a marca dos 333 mil colaboradores nesse mesmo ano.

### 3.2.5 Organograma do empreendimento

Complementando os itens anteriores, a Figura 11 ilustra o organograma macro do empreendimento. Para fins deste trabalho, o organograma é apresentado de forma simplificada, contendo apenas as empresas mais relevantes para o escopo estudado. O organograma do canteiro de obra e da projetista serão detalhados em itens posteriores.

Figura 11 – Organograma macro do empreendimento



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

### **3.3 Contexto do empreendimento**

#### **3.3.1 Fase inicial**

A obra teve início em julho de 2013, marcada por conflitos com agricultores locais e com o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB). O reservatório ocupa uma das terras agrícolas mais produtivas da região e, até meados de 2019, as indenizações não haviam sido pagas em sua totalidade.

A fase inicial da obra caracteriza-se pela construção do canteiro de obra, desvio do rio, implosões e escavações das áreas a serem construídas sobre rocha. Esta fase não será escopo deste trabalho, pois o mesmo tem como foco a construção da usina em si.

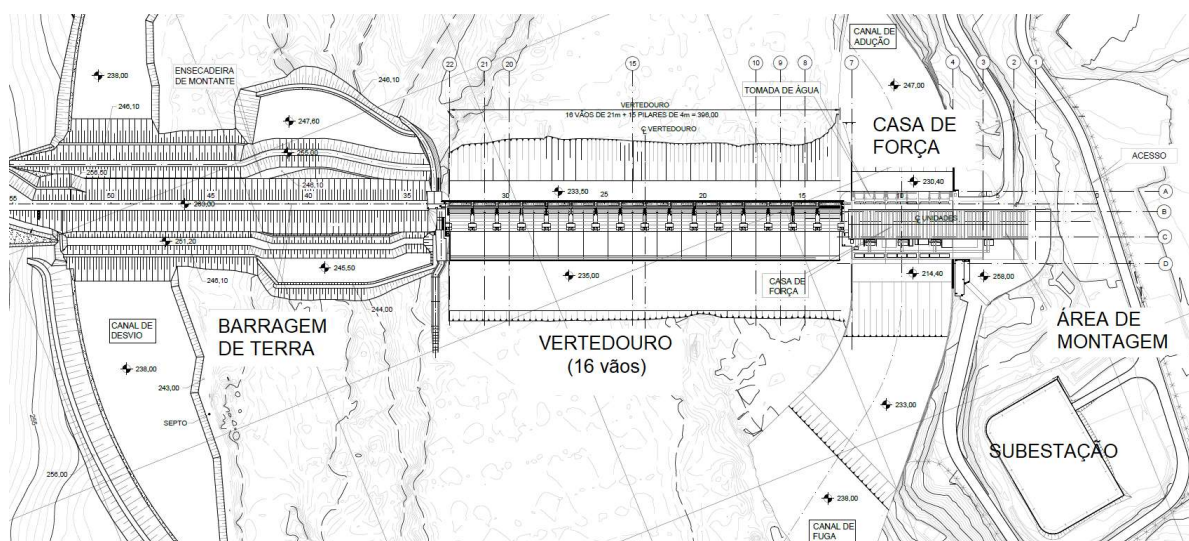
#### **3.3.2 Estrutura organizacional do canteiro de obra**

A construtora, em seu pico de trabalho, contava com o efetivo de, aproximadamente, três mil colaboradores e mais 500 terceirizados dentro do canteiro de obra, divididos em equipes para cada área do empreendimento. O canteiro de obra dispunha de uma ampla infraestrutura, que proporcionava a boa autonomia da obra, podendo ser citados uma central de concreto, uma central de gelo (para resfriamento do concreto), uma central de fabricação de pré-moldados, uma central de corte e dobra de barras de aço, uma central de estruturas metálicas e dois laboratórios para testes e ensaios.

Para a parte técnica, cada grande estrutura (casa de força, vertedouro e barragem) contava com um escritório menor que respondia diretamente para o escritório central da obra. O organograma simplificado do canteiro de obra pode ser visto na Figura 13.



Figura 12 – Arranjo geral do empreendimento



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

O escritório central da obra, por sua vez, se dividia em três setores: responsável pela fiscalização da obra, o primeiro se referia à engenharia do proprietário (EP) da empresa A; o segundo setor foi dividido entre a construtora (empresa B) e a projetista (empresa C); o terceiro setor fora destinado à montadora dos equipamentos eletromecânicos (empresa D).

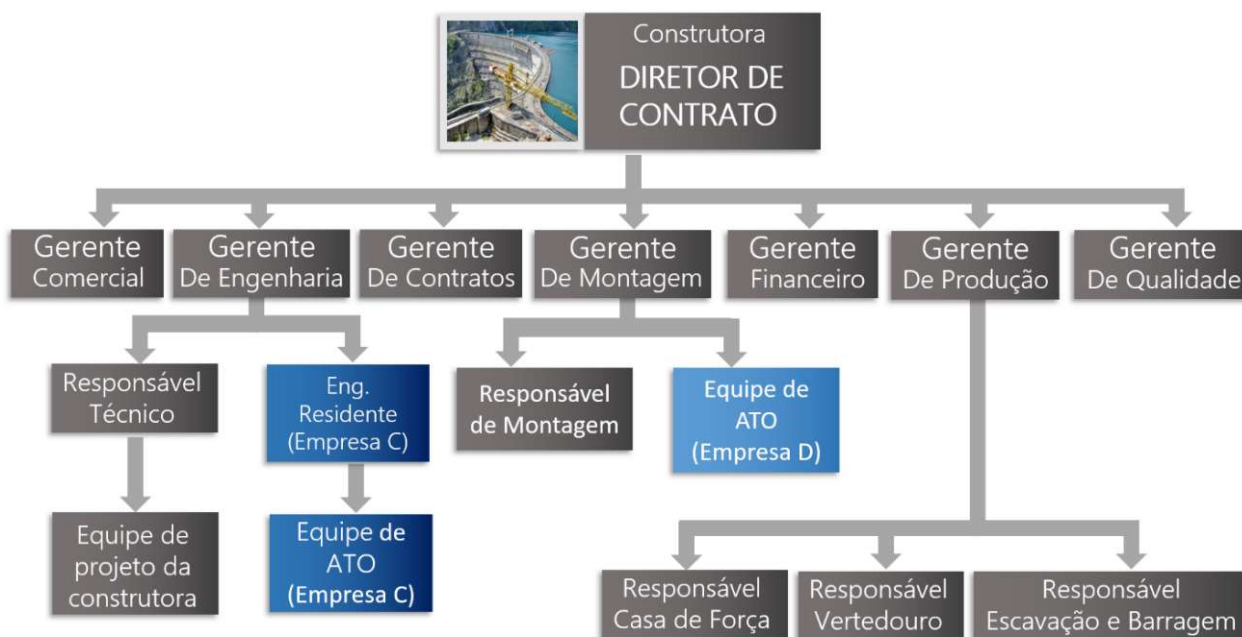
A equipe de projetistas da empresa C, locada no canteiro e denominada de acompanhamento técnico de obra (ATO), possuía sete colaboradores durante a maior parte da construção, sendo estes:

- a) um engenheiro residente (líder da equipe);
- b) um engenheiro civil;
- c) um engenheiro mecânico;
- d) um geólogo;
- e) um técnico em geologia;
- f) dois desenhistas.

O engenheiro civil e o mecânico da equipe eram profissionais com seis anos de experiência na área de projeto de usinas hidrelétricas; o geólogo e o técnico em geologia possuíam mais de 10 anos de experiência em obras de UHE; dentre os desenhistas, um era mais experiente, com cerca de 10 anos de atuação na área, e o outro era mais novo, com apenas três anos de atuação.

Importante salientar que o contrato da equipe de ATO da empresa projetista C com a empresa construtora B era separado do contrato principal de projeto executivo da obra. Esse contrato de acompanhamento técnico da obra possuía um prazo inicialmente determinado, mas que podia sofrer aditivos conforme a necessidade da obra. Dentro da empresa C, o acompanhamento técnico respondia diretamente para a gerente de projeto, conforme ilustrado no organograma da projetista na Figura 14.

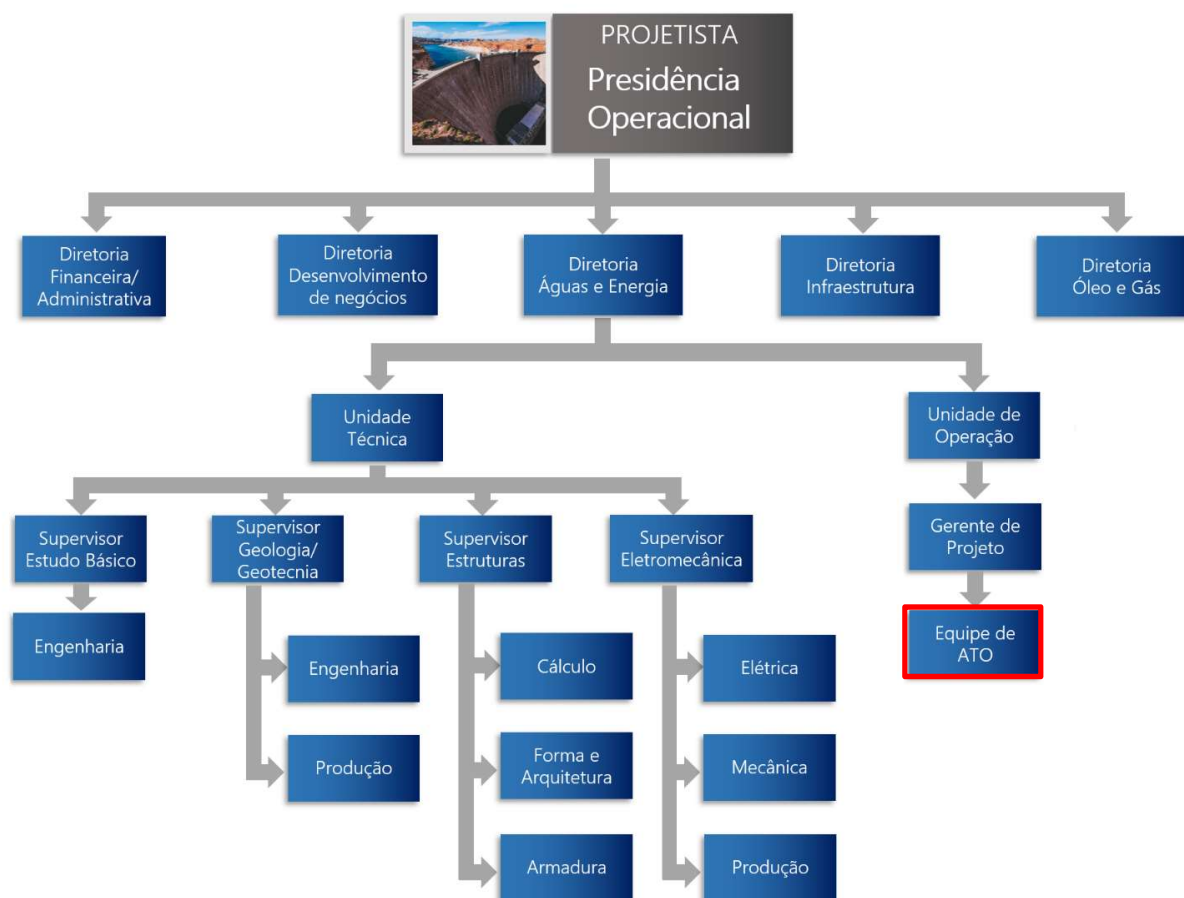
Figura 13 – Organograma simplificado do canteiro de obra



Fonte: Dados de pesquisa (2021)



Figura 14 – Organograma simplificado da empresa C



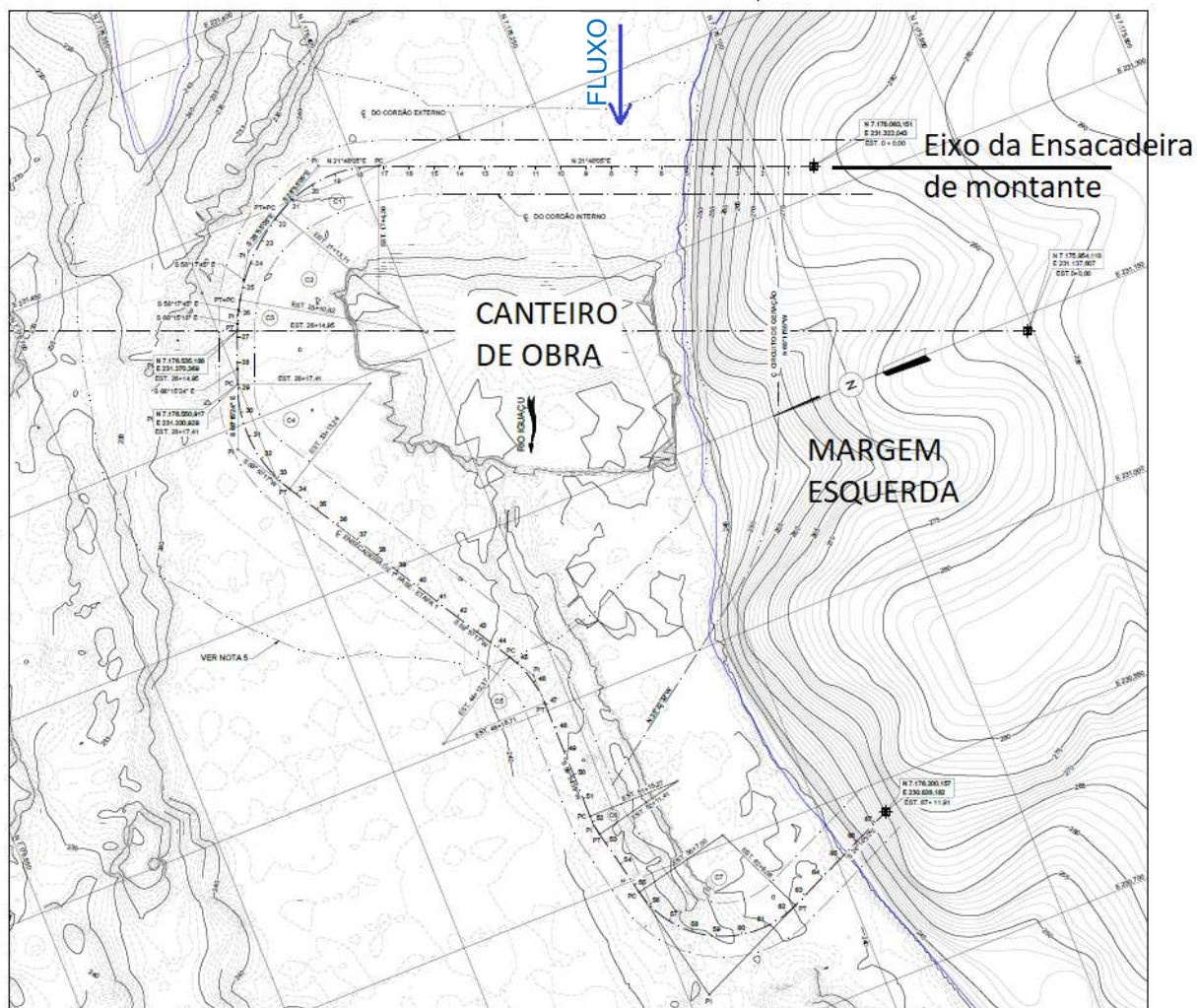
Fonte: Site da empresa, adaptado pelo autor (2021)

### 3.3.3 Cheia histórica em 2014

Em junho de 2014 ocorreu uma das maiores cheias na bacia do rio registradas no histórico recente, resultando no galgamento da barragem ensecadeira de primeira etapa da obra (ensecadeira de montante na Figura 15). Equipamentos foram levados pelo fluxo de água e grande parte da construção foi perdida. Após o ocorrido, a empresa A recebeu uma liminar de suspensão da obra e, somente após 20 meses, o empreendimento conseguiu novas aprovações legais para dar continuidade ao seu projeto.

Durante o período da cheia histórica e a retomada da obra, as equipes foram desmobilizadas, ficando em campo apenas os cargos estratégicos para a manutenção do canteiro. A equipe de ATO foi totalmente desfeita e nenhum integrante permaneceu no empreendimento durante esses anos.

Figura 15 – Planta do eixo da ensecadeira de primeira etapa e do canteiro de obra



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Em fevereiro de 2016, as atividades de obra foram retomadas com a estimativa de geração de energia para o início do ano de 2019.

Figura 16 – Retomada da obra após cheia histórica



Fonte: *Eagle Power Drones* (2016)

### 3.4 Gestão do processo de projetos na empresa C (escritório central e ATO)

Cada projeto de usina hidrelétrica possui suas individualidades, mas em linhas gerais, pode-se observar o mesmo padrão das estruturas principais a serem construídas para a geração de energia e segurança do empreendimento, sendo estas: vertedouro, casa de força, tomada d'água, barragem (terra, enrocamento e/ou concreto) e subestação.

A empresa C tem como foco principal de seus serviços os projetos de pequenas centrais hidrelétricas e usinas hidrelétricas, possuindo mais 30 anos de atuação nesse ramo específico. No escritório central da projetista, as atividades que envolvem o desenvolvimento desse tipo de projeto são bem conhecidas pelos gestores e pelas suas respectivas equipes.

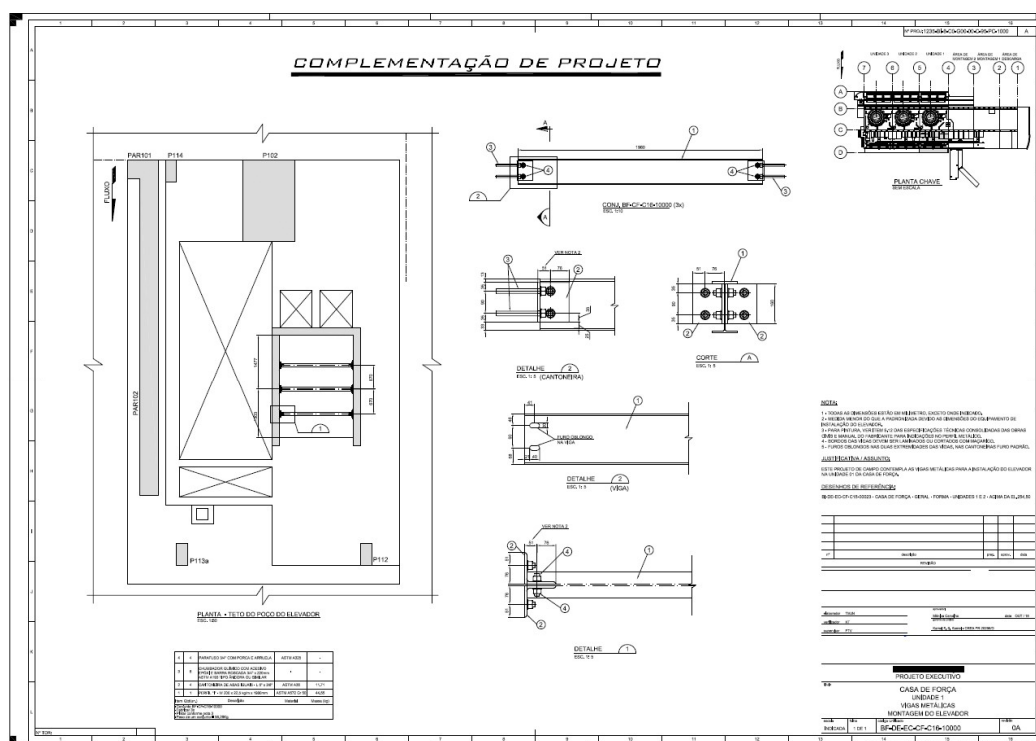
A fase inicial (escavação, desvio do rio e limpeza) da usina em estudo levou alguns meses para ser concluída, ou seja, a projetista possuía um tempo considerável antes que a primeira concretagem fosse executada. Isso implicou em prazos de projetos com uma folga em relação ao canteiro de obra.

Essas duas características, tipologia conhecida e prazos de entregas longos, possibilitaram a adoção de metodologias de gestão mais tradicionais no escritório

central da empresa C, como a utilização de caminhos críticos e atividades sequenciadas, sem que os prazos ou a qualidade do produto entregue fossem, de alguma forma, prejudicados.

Por outro lado, a equipe de ATO era responsável por atender à demanda de solicitações de alteração de projeto (por parte da EP ou da construtora) e correções pontuais devido a imprevistos ocorridos durante a obra, como por exemplo, recomposições decorrentes da cheia histórica do rio. Portanto, as atividades não possuíam um escopo bem definido.

Figura 17 – Exemplo de um projeto de campo



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Ao contrário do escritório central da projetista, no canteiro de obras, os ajustes tinham prazos mais curtos. Dependendo da urgência da situação, a solução deveria ser elaborada em questão de minutos ou horas, não seguindo necessariamente um padrão. Por exemplo, algumas interferências são detectadas com antecedência à execução de determinada estrutura, logo, há um prazo de alguns dias para que o problema seja resolvido.

Existem, entretanto, incompatibilidades de projeto/obra que são percebidas somente no momento da concretagem ou da montagem/instalação de equipamentos.

Neste último caso, a resolução deve ser a mais breve possível para que a frente de trabalho não atrase e/ou ocasione perdas materiais.

Durante o período de retomada da obra no primeiro semestre de 2016, o líder inicial da equipe de ATO, denominado engenheiro AG, organizava as atividades de acordo com a chegada das solicitações. Não havia definição precisa da ordem das atividades a serem elaboradas e nem de seus prazos; sua prioridade era estabelecida pelo engenheiro AG e então transmitida para os demais colaboradores da equipe.

Conforme relatado pelo desenhista de estruturas do ATO, as pendências eram anotadas em uma tabela eletrônica, elaborada pela própria construtora, para que, posteriormente, fosse encaminhada para o acompanhamento técnico da obra como forma de cobrança e controle. O líder inicial da equipe de ATO não possuía uma gestão própria das pendências de obra, tanto na forma digital quanto no formato físico.

Também não havia nenhuma forma de *back-up* dos computadores utilizados anteriormente à retomada da obra, informação salva em nuvem ou arquivo compartilhado para o acervo de documentos. O engenheiro AG normalmente imprimia os *e-mails*, ao invés de organizá-los digitalmente e/ou encaminhá-los para os demais envolvidos, dificultando a consulta de documentos e tomadas de decisões passadas.

Após a cheia histórica de 2014, muitas informações de projeto de campo dos dois anos anteriores foram perdidas, pois a maioria das decisões e atas de reuniões não havia sido registrada de maneira formal.

A maior parte das solicitações de alteração de projeto e eventuais correções passavam pela supervisão do líder inicial da equipe de ATO e, posteriormente, eram encaminhadas para o escritório central da projetista para que uma solução fosse adotada. Apenas esse processo era responsável por, aproximadamente, 70% dos atrasos dos projetos de campo, conforme informações nos relatórios de progresso de obra.

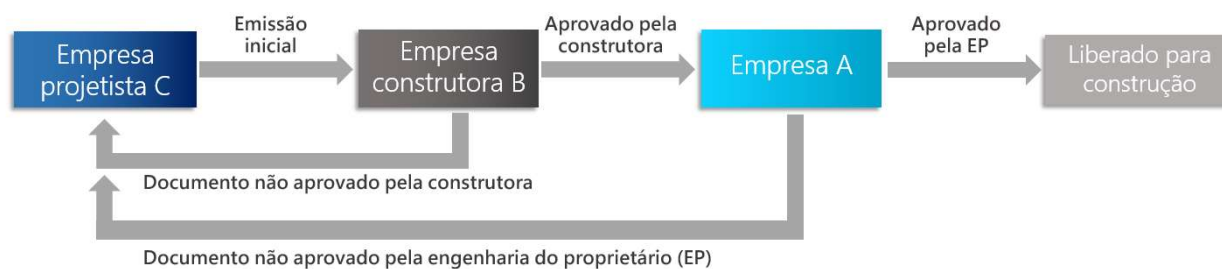
#### 3.4.1 Processo de projeto executivo

Os projetos executivos elaborados pela empresa C eram enviados à construtora para a primeira etapa de aprovação, depois, caso o documento fosse aprovado, este seria encaminhado para a Engenharia do Proprietário (EP). Após



aprovação, o projeto era emitido e liberado para construção; no caso de reprovação em algumas das etapas, este retornava à projetista para modificações necessárias e/ou esclarecimentos de hipóteses adotadas (Figura 18).

Figura 18 – Processo de emissão de projeto executivo



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

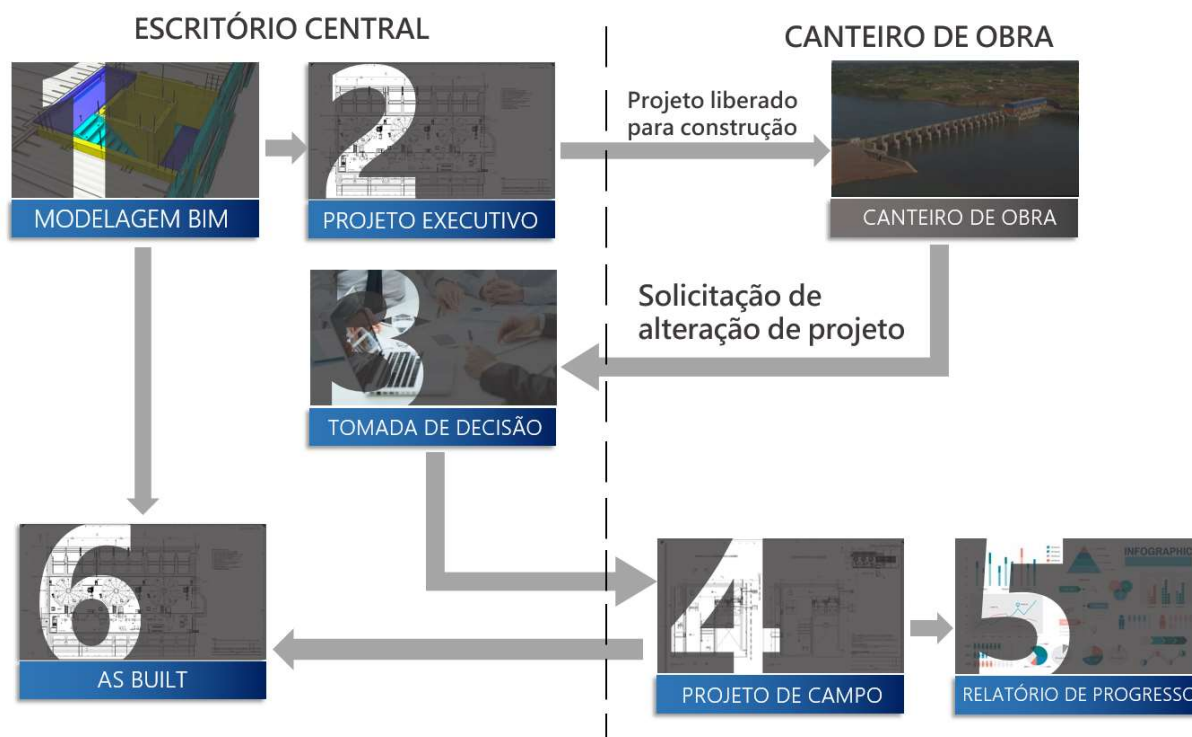
### 3.4.2 Processo de projeto de campo inicial

Além de projetos executivos, havia os projetos de campo que possuíam basicamente duas finalidades: realizar ajustes de urgência nos projetos executivos e efetuar alterações solicitadas pela construtora. Tais documentos eram prioritários em relação a um projeto executivo, ou seja, substituíam a informação contida no projeto executivo, incorporada futuramente direto no *as built*.

Nesse contexto, é notável que projetos de campo são de extrema responsabilidade, pois podem alterar o projeto e o método construtivo no decorrer da obra e com uma velocidade superior aos projetos executivos emitidos pelo escritório central da projetista.

Recebidas as solicitações de alteração de projeto, após avaliação dos principais pontos pelo corpo técnico do escritório central da empresa C, as diretrizes voltavam para o canteiro, onde o ATO seria responsável pela elaboração e emissão do projeto de campo, que, nesse ponto, era elaborado em um arquivo CAD. Se esse projeto não fosse aceito ou aprovado pela EP, o processo se repetia, voltando à etapa do escritório central da projetista para nova avaliação dos comentários, como esquematizado na Figura 19 e na Figura 20.

Figura 19 – Processo de solicitação de alteração e tomada de decisão de projeto de campo



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Figura 20 – Processo de emissão de projeto de campo



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

As principais decisões tomadas no escritório central da empresa C retirava boa parte da autonomia da equipe de acompanhamento técnico da obra e, ao mesmo tempo, sobrecarregava o corpo técnico do escritório central.

Esse processo resultou em diversos atrasos nos projetos de campo e em uma produtividade limitada pela velocidade de reposta do escritório central da projetista, conforme indicam os relatórios de progresso. Os atrasos tiveram consequências em longo prazo, com o acúmulo de tarefas para a equipe de ATO e desgaste da relação entre esta e a construtora, uma vez que, em alguns casos, a programação da obra dependia dos projetos de campo.

Outro ponto relevante era o fato de o projeto de campo não ser incorporado no modelo BIM desenvolvido no escritório central da empresa C. Os projetos desenvolvidos em campo durante esse período eram referenciados somente no desenho de *as built* (como construído), como uma nota.

No fechamento do mês, a equipe de acompanhamento técnico da obra elaborava um relatório de progresso, demonstrando o avanço de todas as áreas do empreendimento. Tal relatório continha as fotos mais relevantes do período em questão, o quadro de funcionários atuantes no projeto, pendências de projeto, documentos emitidos, solicitações de alterações de projeto, correções de projetos, motivo de atrasos de projetos, eventuais comentários e notas adicionais de ocorrências no canteiro de obra (Figura 21).

Figura 21 – Processo para elaboração do relatório de progresso



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

### 3.5 Liderança inicial da equipe de ATO

O engenheiro residente inicial do ATO, denominado engenheiro AG, possuía vasta experiência em obras de águas e energia, trabalhando inclusive na construção da usina hidrelétrica de Itaipu, obra de referência mundial pelo seu porte e capacidade energética. Seu posicionamento como líder era de caráter centralizador, e todos os assuntos e decisões deveriam passar por sua supervisão.

Sob sua liderança, as tomadas de decisão dos projetos de campo eram feitas, em sua grande maioria, no escritório central da empresa C. As diretrizes de resoluções não eram adotadas em campo, pois sua falta de especialidade na parte técnica



relacionada, principalmente, a estruturas de concreto e geotecnia/geologia, não o capacitava para tais decisões.

O engenheiro residente inicial era o responsável por distribuir e organizar as tarefas e atividades da equipe, contudo, não possuía um controle formal das atividades que deveriam ser realizadas, nem de suas prioridades, nem de seus progressos. Apesar desse fato, era consenso entre as partes interessadas que o engenheiro AG era bastante competente no que se relacionava a processos construtivos.

Profissionalmente, era capaz de resolver diversos problemas executivos de obra encontrados no início da retomada (primeiro semestre de 2016), no entanto, em questões técnicas, como cálculo de estruturas e dimensionamentos hidráulicos, não conseguia emitir opinião. Os colaboradores do ATO relataram que sua relação com a equipe era satisfatória e respeitosa, não existindo grandes conflitos. Sua liderança, na maior parte das situações, era de caráter autoritário, e a decisão final ficava sob seu controle.

### **3.6 Comunicação**

Em 2016, nos meses iniciais da retomada da obra, a relação entre a empresa projetista C e a empresa construtora B era bastante conturbada, pois havia conflitos quase que diariamente, chegando ao ponto de a construtora cogitar o cancelamento do contrato da equipe de ATO.

Parte dos colaboradores da construtora permaneceu em campo durante os dois anos de paralisação, analisando projetos e memórias de cálculo já emitidas e otimizando os processos de obra, tudo para que a retomada ocorresse da forma mais rápida e eficiente possível.

Esse acontecimento é resultado de um acordo entre o consórcio empreendedor (empresa A) e a construtora (empresa B), no qual, durante o recesso, a construtora receberia um valor determinado para manter as instalações mínimas necessárias no canteiro. A empresa projetista C, por outro lado, parou de receber pagamentos da empresa B durante esse período de paralisação e, conseqüentemente, não deu continuidade à produção/revisão de projetos executivos de todas as áreas relativas ao empreendimento.

Esse cenário ocasionou uma grande defasagem de trabalho entre a construtora e a projetista, que foi facilmente percebida pelo número de análises críticas geradas pela empresa B ao longo desses dois anos. No retorno às atividades da obra, após a cheia histórica de 2014, a diferença de maturidade no projeto se tornou evidente. O volume de ajustes e a otimização de modelos e projetos sobrecarregou tanto a equipe de acompanhamento técnico da obra quanto o escritório central da empresa C, resultando em maior desgaste na relação das duas empresas.

A relação do engenheiro AG com a equipe da empresa B fora bem turbulenta desde o início da retomada dos trabalhos. A postura mais rígida e as atitudes ríspidas acabaram causando atritos no decorrer da obra.

A comunicação entre o ATO e a equipe da empresa construtora B era realizada majoritariamente de forma verbal, com poucos registros formais das decisões, como *e-mails* e/ou atas de reuniões. Não havia plano de comunicação da equipe de acompanhamento técnico da obra para com as demais empresas, inclusive com os fiscais de obra e engenharia do proprietário da empresa A. A abordagem em reuniões, no geral, não era planejada e sempre liderada pelo engenheiro residente. Essa falta de preparo resultou em discussões e mal-entendidos ao longo dos meses iniciais nas reuniões mensais de coordenação do empreendimento.

O escritório central da projetista prestava suporte à equipe de ATO quando possível, contudo, devido à diferença de escopo entre o acompanhamento técnico e o escritório central, e à defasagem de trabalho entre a empresa projetista e a construtora nos meses iniciais da retomada, a sede da empresa C não conseguia suprir as demandas no tempo necessário, descumprindo os prazos solicitados pela construtora. Como o processo de tomada de decisão do ATO era dependente do escritório central, tais atrasos começaram a afetar também as tarefas diárias da equipe de acompanhamento técnico.

Os atrasos nas tomadas de decisões e, conseqüentemente, na elaboração de projetos de campo, geravam um descontentamento por parte da construtora, que teve a frente de obra atrasada em certas ocasiões por falta de ajuste do projeto. Esses fatos culminaram em atritos entre as equipes da empresa B e da empresa C, tanto no âmbito da obra quanto em questões que envolviam o pagamento de projetos emitidos, mas que precisavam de ajustes.

A equipe de acompanhamento técnico da obra foi a primeira a manter contato com a construtora e com a equipe técnica da empresa A, ou seja, o ATO representa a empresa C em um primeiro momento, quando se trata da resolução desses ajustes de campo. Os atrasos de projetos de campo, mesmo dependendo do escritório central, foram atribuídos ao não atendimento da equipe de ATO para com a obra. Tal atrito, que nesse momento passou a ser diário, fragilizou a imagem e, de certa maneira, o respeito que a construtora possuía em relação ao engenheiro residente AG.

A falta de confiança gerou conflitos e discussões sérias em reuniões de coordenação, até o instante limite em que o engenheiro AG teceu argumentações de maneira incisiva com o gerente de produção, o que trouxe consequências extremamente negativas, sendo este o momento mais crítico para o contrato da equipe de ATO. As medidas necessárias foram adotadas e o engenheiro AG teve suas atividades encerradas com a empresa de projetos.

A equipe de ATO permaneceu sem liderança por duas semanas, aguardando a tomada de decisão da empresa construtora B quanto à resolução do contrato. Nesse curto período, o acompanhamento técnico da obra foi gerido provisoriamente pela gerente de projeto da empresa projetista C.

Após uma reunião final sobre o ocorrido entre a empresa C e a empresa B, foi decidido que o contrato seria mantido, porém, com determinados aditivos, como por exemplo, multas por cada dia de atraso de projeto que resultasse em paralisação de uma equipe de campo da construtora, com valores proporcionais ao tamanho da frente de serviço prejudicada.

Ao término das duas semanas, o novo líder do ATO seria o engenheiro civil que já fazia parte da equipe.

### 3.6.1 Alteração na liderança do ATO

A usina hidroelétrica estava localizada em um lugar afastado de grandes centros urbanos ou cidades com boa infraestrutura. Os profissionais envolvidos na obra passavam longos períodos distantes da família ou, quando viável, se mudavam para as proximidades do canteiro.

Esse aspecto se caracterizava como a primeira dificuldade para encontrar engenheiros dispostos a trabalhar nesta obra; a segunda dificuldade prendia-se ao fato de este ser um ramo muito específico da área técnica da engenharia, limitando ainda mais as opções de contratação.

Figura 22 – Vista aérea do canteiro



Fonte: *Eagle Power Drones* (2017)

Tanto a empresa B quanto a empresa C concordaram que o melhor seria passar a liderança para algum colaborador que já estivesse a par dos processos de projeto. Do escritório central da projetista, não houve profissionais interessados na vaga de engenheiro residente; além do fato da moradia em obra, havia o histórico de conflitos e entraves mencionados.

Restavam dois engenheiros na equipe de ATO, um civil e um mecânico, todavia, a parte majoritária do projeto executivo da usina hidrelétrica era da área civil (geotecnia, hidráulica, forma, armadura, metálicas, arquitetura, fundações, etc.). A gerente de projeto da empresa C relatou que a escolha da liderança foi feita levando em consideração o escopo do projeto executivo e a relação dos engenheiros com a construtora, e determinou que a liderança ficasse a cargo do engenheiro civil, que, neste documento, será denominado engenheiro CV.

### 3.6.2 Nova abordagem na comunicação do ATO

A equipe de ATO, após o desligamento do engenheiro AG, era composta por seis integrantes. Metade da equipe fora transferida do escritório central da empresa C para o canteiro de obra, sendo estes: o engenheiro civil, o mecânico e o desenhista de estruturas. A outra metade era constituída por profissionais que não possuíam experiência no escritório central, somente no de canteiro de obra.

Em um momento crítico do relacionamento entre a projetista e a construtora, seria preciso um cuidado maior nas formas de comunicação que, anteriormente, não havia sido empregada. Os profissionais que trabalharam exclusivamente no canteiro de obra não possuíam instrução adequada no que dizia respeito à comunicação e à gestão dos processos de projetos.

Nos primeiros dias dessa nova etapa da equipe, foram realizados diversos alinhamentos de forma verbal, para que fossem padronizadas certas condutas relacionadas à abordagem dos clientes (internos e externos). Tais ajustes e acertos não foram feitos de maneira formal e também não houve um plano de comunicação escrito sobre as condutas a serem seguidas. Esses itens não foram formalizados e nem planejados de modo mais aprofundado por falta de conhecimento dos envolvidos.

A principal ação relativa à comunicação foi a de registrar, em um *e-mail*, todas as reuniões realizadas com a construtora e as decisões dela decorrentes (ata da reunião), com cópia para a gerente de projeto e demais supervisores do escritório central da projetista. A falta de registros da gestão anterior do ATO gerou muitas lacunas de históricos de informações, as quais, frequentemente, causavam discussões desnecessárias em reuniões de gerência. O registro de todas as reuniões, inclusive as menores (de quinze minutos, realizadas diariamente), facilitava posterior consulta ao histórico da obra e também informava o escritório central da projetista sobre os acontecimentos em campo.

Internamente, a dinâmica entre os colaboradores do ATO também foi alterada. A postura centralizadora e, muitas vezes, autoritária do engenheiro AG dificultava a comunicação interna da equipe. Colaboradores relataram que, em determinados momentos, por receio ou por se sentirem intimidados, não expressavam suas ideias e opiniões sobre certas decisões, o que acabava limitando o desempenho do time e resultando em soluções sempre muito similares e pouco inovadoras.

O engenheiro AG era o único integrante da equipe que morava em uma residência separada; os demais integrantes da equipe de acompanhamento técnico da obra dividiam uma casa na cidade mais próxima do canteiro de obras. O fator da convivência diária foi de suma importância para que o engenheiro CV, ao assumir a liderança, tivesse abertura para escutar e dialogar de maneira direta com os demais membros.

### **3.7 Implementação da metodologia ágil**

O ATO precisava restabelecer a confiança tanto do escritório central da projetista quanto dos clientes externos, da empresa construtora B e do corpo técnico da empresa A. Inicialmente, seriam organizados os processos internos do acompanhamento técnico, e essa etapa foi realizada através de algumas ações:

- a) registros digitais de todos os projetos de campo com suas respectivas revisões e sincronização com os servidores do escritório central da projetista; assim, todos os envolvidos no projeto, campo e escritório, estariam trabalhando com a mesma base de informações;
- b) definição de graus de prioridade para as tarefas e atividades que seriam exercidas pela equipe (será detalhado mais adiante);
- c) transição para uma liderança menos centralizadora e que permitisse aos profissionais da equipe a tomada de decisões proporcionais aos níveis de prioridade da tarefa;
- d) elaboração de um plano de ataque para as frentes de obra mais críticas.

Era de senso comum dos integrantes do ATO que os processos de projetos deveriam ser alterados para que o resultado almejado fosse alcançado. Para tanto, de modo informal, foram ouvidos os *feedbacks* de cada colaborador da equipe, que também opinou sobre quais ações poderiam ser adotadas para que as dificuldades fossem superadas.

Após essa coleta de dados, o engenheiro CV e o desenhista de estruturas começaram a prospectar *softwares* de gestão para auxiliar a equipe.

Figura 23 – Os quatro *softwares* analisados para ser implantado na gestão de tarefas/atividades



Fonte: Google (2021)

Os membros do ATO seguiam o regime de trabalho de 45 dias em campo e seis dias de folga para retornarem às suas respectivas famílias. Nesse regime havia um sistema de escala, para que não houvesse mais de um colaborador de folga. Por conta desse período distante do canteiro de obras, um *software* de gestão que tornasse possível o acompanhamento dos responsáveis de cada tarefa e seus progressos, mesmo à distância, seria primordial, assim como definir prioridades para novas tarefas, designando-as para os colaboradores da equipe, mesmo que remotamente.

O engenheiro CV e os demais colaboradores relataram que, ao entenderem as necessidades do ATO e as necessidades da obra, compreenderam que, para que o processo de projeto fosse alterado, as quatro primeiras ações descritas anteriormente não seriam suficientes: uma reestruturação maior era fundamental para a resolução da totalidade dos problemas.

Durante a etapa de prospecção de *softwares*, o ATO teve o primeiro contato com metodologias ágeis, as quais convergiam com o escopo e o contexto no qual a equipe estava inserida. A primeira foi o Kanban, por estar presente em três dos quatro *softwares* analisados, e a segunda foi o *Extreme Programming (XP)*, originalmente voltado para o desenvolvimento de software em equipes pequenas.

Os colaboradores da equipe de ATO relataram que não possuíam conhecimento da construção enxuta (*lean construction*), e por este motivo a alternativa não foi considerada neste ponto do empreendimento.

### 3.7.1 Implementação do Kanban

O *software* de gestão escolhido, que utilizava a ferramenta Kaban, foi o Trello. Esta seria a plataforma digital de fácil acesso para o controle do fluxo de trabalho, mesmo à distância, do canteiro de obra. Os principais motivos da escolha foram o preço, não existindo custo algum para uma equipe de até doze pessoas, a interface amigável, de fácil operação, e a disponibilidade de um aplicativo para dispositivos móveis. Com o *software* escolhido, iniciou-se o quadro de tarefas da equipe.

O quadro deveria ser elaborado de maneira simples, sempre que possível, com figuras que ilustrassem a tarefa a ser desenvolvida. Esse era um ponto crucial, tendo em vista que os colaboradores da equipe que não provinham do escritório central tinham pouco conhecimento de informática, portanto, para que todos utilizassem a ferramenta de maneira correta, era primordial que o quadro fosse objetivo, prático e, principalmente, de fácil utilização.

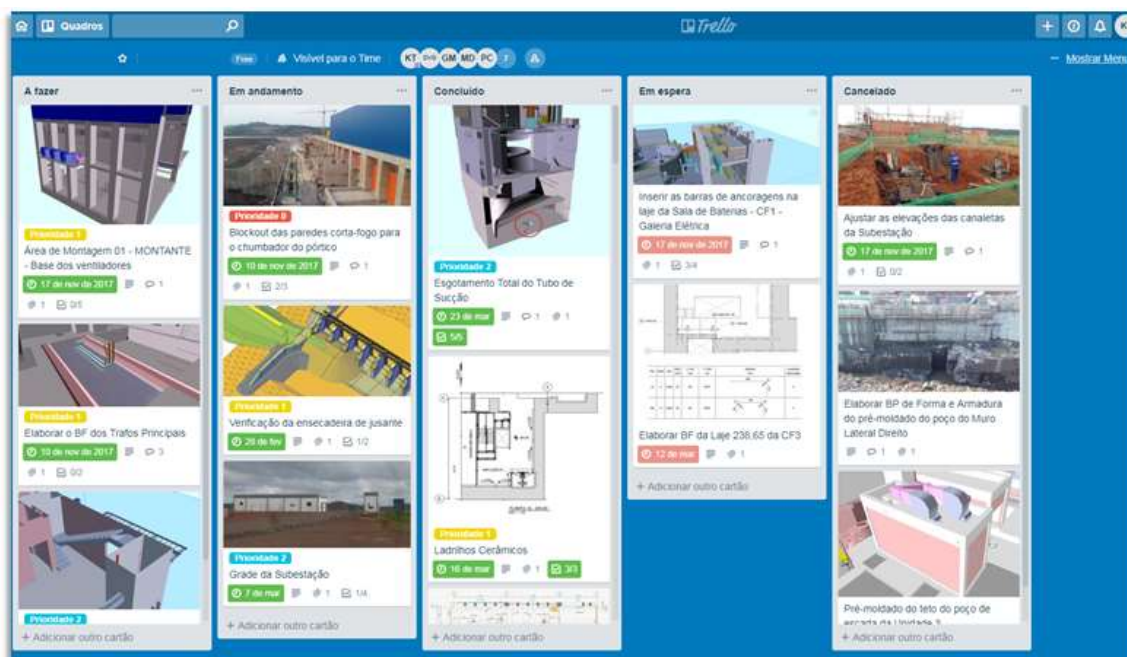
Além de gerenciar o fluxo das tarefas, outro objetivo almejado para o quadro era que o líder conseguisse manejar e limitar a quantidade de trabalho com facilidade entre os colaboradores, em especial, entre os dois desenhistas da equipe. Apesar de um dos profissionais ser da área de geotecnia e outro da área de estruturas, ambos conseguiam elaborar projetos de campo quando auxiliados por um engenheiro, ou seja, saber otimizar o tempo e a distribuição de tarefas entre esses colaboradores seria fundamental para o sucesso da equipe. Este era um gargalo na produção e tal percepção foi de extrema importância no uso do Kanban para o planejamento das atividades.

O Quadro Kanban utilizado era do tipo clássico de produção, com apenas cinco colunas: A fazer, Em andamento, Concluído, Em espera e Cancelado.

Cada cartão era demarcado com a sua prioridade (as definições de cada prioridade serão explicadas mais adiante), anexos, outras informações relevantes, sua data de entrega limite e uma breve descrição da tarefa, conforme ilustrado na Figura 24 e na Figura 25.



Figura 24 – Quadro Kanban digital utilizado: Trello

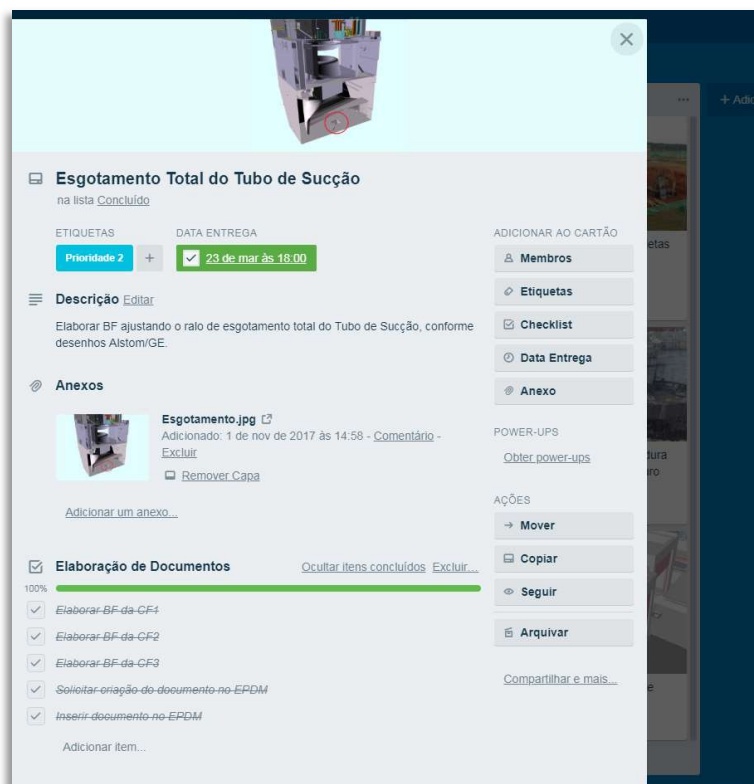


Fonte: Dados de pesquisa (2021)

O *software* também contribuiu no quesito de gestão da informação, uma vez que a movimentação de cada cartão é registrada no histórico do quadro. Este fato é de alta relevância em um ambiente de trabalho de escopo volátil, principalmente para a marcação de início e término de atividades, podendo ser apresentada a qualquer instante quando confrontada por outras equipes e empresas.

O quadro era disponibilizado tanto para a empresa projetista C quanto para a empresa B, proporcionando, acompanhamento das tarefas pela construtora, *input* de comentários e ajustes necessários para que os projetos de campo fossem emitidos com maior agilidade e atendimento às exigências de qualidade do cliente, evitando retrabalhos e revisões após a emissão inicial. O gerente de produção da construtora também era habilitado a fazer alterações nas ordens das tarefas, juntamente com uma justificativa para que os projetos de campo atendessem alterações de demanda da frente de obra.

Figura 25 – Exemplo de cartão de tarefa expandido: Trello



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

A possibilidade de gerenciamento por dispositivos móveis (Figura 26) era outro ponto crucial, tendo em vista que o engenheiro residente poderia ficar muitas horas fora do escritório do ATO durante o dia a dia de trabalho. Na construção desta usina, o escritório técnico ficava distante da construção em si (alguns quilômetros), e havia necessidade de um veículo para chegar até a frente da obra. Por essa razão, era comum que os colaboradores passassem várias horas do dia distantes do escritório de ATO e de seu computador, tornando a ferramenta do dispositivo móvel de suma importância.

Figura 26 – Exemplo de cartão do quadro Kanban aberto em um dispositivo móvel



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Uma ferramenta que, até aquele momento, não fazia parte do *software Trello* era a planilha compartilhada, que pudesse ser editada em tempo real pelos colaboradores da equipe. Para tal finalidade, foi utilizada uma planilha do *Google Drive*.

Esse arquivo possuía duas funções, separadas em duas abas: a primeira era listar todos os documentos emitidos pelo ATO e suas respectivas datas em um formato que a gerência do escritório central da projetista conseguisse obter de maneira prática; a segunda era organizar as datas de folga para visita familiar dos membros da equipe, para que não houvesse conflitos e sobreposições de períodos, além de facilitar o planejamento e o orçamento das viagens.

### 3.7.2 Influência do *Extreme Programming*

A ferramenta do Quadro Kanban foi escolhida para tratar alguns pontos da gestão do ATO, como a gestão de tarefas, no entanto, havia outros aspectos a serem considerados para que os problemas existentes fossem mitigados.

Para viabilizar o sucesso dessa nova fase do acompanhamento técnico, seria necessário melhorar a relação com a empresa construtora B. A resolução não viria somente com a adoção de um *software* ou com a alteração de um processo, já que tratava-se de um problema de relações humanas, envolvendo interesses financeiros e um forte caráter político entre as empresas B e C.

Na reestruturação da equipe do ATO foi realizada uma reunião formal com todos os seus membros, na qual o engenheiro CV informou que uma mudança de postura no ambiente de trabalho deveria ser adotada, a fim de evitar maiores desentendimentos com o corpo técnico da construtora.

O líder do ATO passou alguns *feedbacks*, de maneira respeitosa e sincera, sobre o modo com que alguns colaboradores se comunicavam com os funcionários de outras empresas. O intuito era que todos os integrantes da equipe tivessem mais cuidado nas formas de lidar com os clientes. Caso algum desentendimento maior ocorresse, este deveria ser resolvido pelo grupo de forma conjunta, e não apenas pelo colaborador responsável.

Adicionalmente, foi acertado que, todos os dias, no primeiro horário da manhã, uma reunião rápida de toda a equipe de acompanhamento técnico da obra seria realizada com o responsável técnico da engenharia da construtora para atualização de *status* de projetos de campo, revisão de escopo e resolução de problemas técnicos. Essas reuniões aconteciam na sala do departamento técnico da construtora e com os participantes de pé, assegurando sua brevidade (aproximadamente 15 minutos).

O foco do ATO, nesse momento, era adaptar-se às necessidades do cliente, empresa construtora B, da melhor maneira possível; para tanto, os *feedbacks* seriam fundamentais. Além das reuniões matinais diárias, os projetos de campo também eram apresentados à construtora com bastante frequência durante o seu processo de elaboração, com o intuito de promover uma antecipação das alterações necessárias no projeto, evitando, dessa forma, um grande retrabalho.

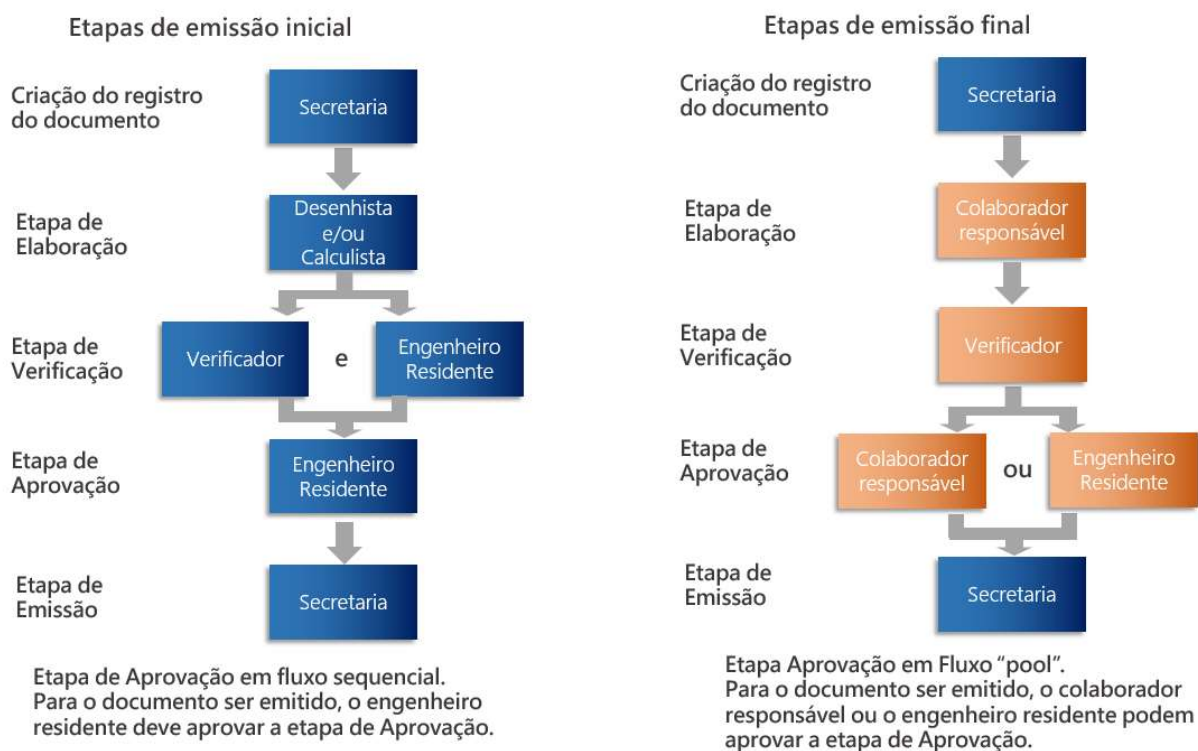
O desenhista de estruturas do ATO relatou que a gestão do engenheiro AG foi marcada por uma conduta bastante centralizadora, mesmo que sem intenção, o que desencorajava alguns colaboradores de assumirem certas responsabilidades por medo de represálias, caso cometessem algum erro. Os orçamentos da equipe de acompanhamento técnico da obra, assim como as expectativas de trabalho de cada membro da equipe, eram mantidos em sigilo pelo antigo engenheiro residente.

Essa situação foi alterada na reestruturação, quando o engenheiro CV apresentou para os colaboradores, de forma clara, o orçamento da equipe de cada mês e a expectativa de permanência na obra de cada colaborador. Uma conversa franca foi realizada para alinhar as expectativas dos envolvidos.

O engenheiro CV também informou que, apesar do direito de se mudar para o apartamento do engenheiro AG, não o faria; o local seria devolvido para a imobiliária e os móveis e eletrodomésticos, vendidos. Esse montante passaria para o escritório central da empresa C, ficando de crédito para equipe de ATO em caso de alguma eventualidade.

Outro ponto definido foi que cada colaborador teria mais autonomia e responsabilidade para aprovar seus projetos de campo e, para isso, o próprio fluxo de aprovação na documentação foi alterado. Na gestão inicial (anterior à reestruturação), todos os projetos de campo passavam pela aprovação do engenheiro residente AG; posteriormente à reestruturação, cada colaborador poderia aprovar seus documentos após verificação, conforme pode ser observado nas etapas de emissão de documentos do ATO, na Figura 27.

Figura 27 – Etapas de emissão de documentos utilizados pelo ATO



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Mencionada ação foi realizada com o intuito de descentralizar o processo de emissão de documentos. O engenheiro residente indica um colaborador como responsável da tarefa assim que ela entra no escopo do ATO, que elabora o documento e envia ao verificador. Após verificação, este colaborador tem a incumbência de encaminhar o documento à secretaria responsável, tendo em vista sua emissão. O funil de emissões, que inicialmente era o engenheiro residente, foi alterado para que o líder do ATO não precisasse aprovar o fluxo de todos os documentos, agilizando o processo como um todo.

Mais um ganho dessa reestruturação está no senso de pertencimento à equipe. Principalmente os desenhistas, que assumiam pouca responsabilidade no processo anterior, agora se viam responsáveis por suas tarefas. Esse fato gerou maior percepção de participação no processo de projeto e, conseqüentemente, aumentou os sentimentos de valorização do trabalho e de engajamento no projeto.

Na parte de processos, a maior influência do *Extreme Programming* foi a definição de prioridades das tarefas, que ordenou, de forma lógica, as frentes de serviços que deveriam ser atacadas pela equipe. A boa definição e o bom

funcionamento dessas prioridades só seriam possíveis com o envolvimento direto da construtora, mais uma vez, mostrando a importância do relacionamento transparente com o cliente e os *feedbacks* diários.

As categorias das prioridades de tarefas foram definidas de forma conjunta entre o ATO e o departamento de engenharia da empresa construtora B. Foram estabelecidas três categorias: prioridade 2, prioridade 1 e prioridade zero, e os critérios para a definição de cada categoria levaram em conta dois fatores-chave, custo e cronograma.

a) Prioridade 2

- tarefas em que o atraso do projeto resulte no fato de uma equipe pequena da construtora permanecer improdutiva em até dois dias;
- tarefas que não impactam o caminho crítico da obra.

b) Prioridade 1

- tarefas em que o atraso do projeto resulte em um custo maior ou igual a R\$ 100.000,00 por dia para a construtora (paralisação de uma grande frente de obra);
- tarefas que podem vir a impactar o caminho crítico.

c) Prioridade zero

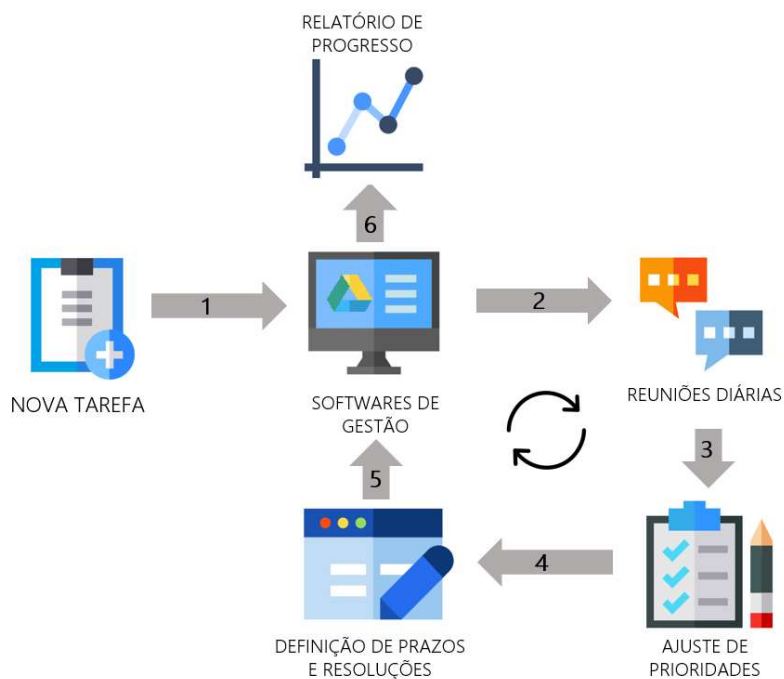
- tarefas em que o atraso do projeto resulte em um custo maior ou igual a R\$ 300.000,00 por dia para a construtora (paralisação de duas ou mais equipes de campo).
- tarefas que impactam diretamente o caminho crítico da obra.

No momento em que uma demanda da obra chegava ao escritório da empresa B, a mesma era categorizada de acordo com a sua prioridade pelo corpo técnico da construtora (departamentos de engenharia e planejamento) e, então, encaminhada para a equipe de acompanhamento técnico da obra. A tarefa entrava no processo de projeto do ATO com sua prioridade definida, porém, isso não significava que sua categoria não pudesse ser alterada ao longo do tempo. Por exemplo, uma tarefa poderia ter a sua prioridade aumentada, chegando como prioridade 1 e sendo

posteriormente alterada para prioridade zero, conforme o andamento do canteiro de obra.

Foram elaborados dois processos macros de ações a serem adotadas de acordo com a categoria da tarefa, um para prioridade 1 e prioridade 2 (Figura 28) e outro exclusivo para prioridade zero (Figura 29).

Figura 28 – Processo macro de ações para tarefas de prioridade 1 e prioridade 2



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

- i. inserir a nova tarefa no *software* de gestão; criação do cartão ainda sem sua definição de prioridades e ações a serem tomadas;
- ii. as tarefas ainda não concluídas eram levadas às reuniões diárias para que a equipe de ATO e a equipe técnica da construtora verificassem as prioridades, redefinindo-as no caso de alteração no cronograma da obra;
- iii. após a reunião, as prioridades das tarefas deveriam ser atualizadas no *software* de gestão;
- iv. com as prioridades definidas, as ações para as tarefas de prioridade 1 e 2 eram traçadas;
- v. atualização dos cartões de tarefas com as decisões e demais dados, e diretrizes necessárias para a conclusão da tarefa;



- vi. elaboração do relatório de progresso, justificando atrasos e demais fatos relevantes ocorridos em campo durante o mês.

Figura 29 – Processo macro de ações para tarefas de prioridade zero

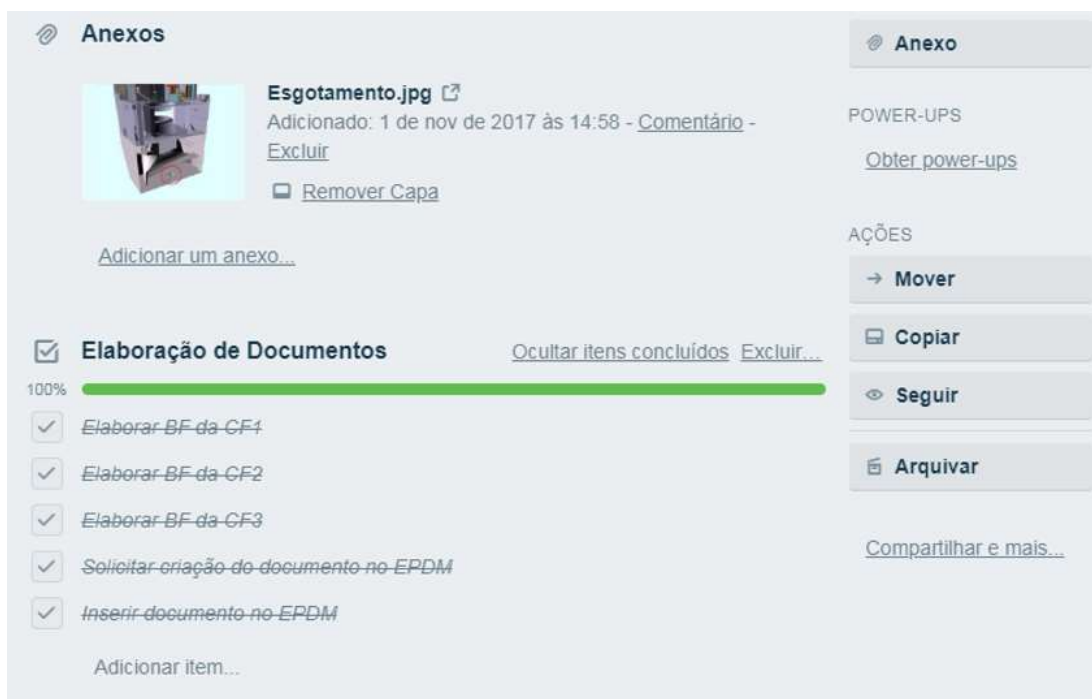


Fonte: Dados de pesquisa (2021)

- i. discussão com os colaboradores de campo para as ações imediatas que deveriam ser tomadas; se necessário, o escritório central da projetista deveria ser acionado o mais rápido possível;
- ii. elaboração do projeto de campo e/ou memória de cálculo da tarefa;
- iii. inserção da tarefa no *software* de gestão para registro e controle;
- iv. elaboração do relatório de progresso, justificando atrasos e demais fatos relevantes ocorridos em campo durante o mês.

Outra influência direta da metodologia XP foi a implementação de uma lista de controle nas tarefas mais complexas, com o intuito de auxiliar no seu desenvolvimento. Essa lista era incluída no próprio cartão da tarefa do Quadro Kanban (Figura 30) e sua implementação só acontecia nas tarefas de prioridades 1 e 2, uma vez que, nas tarefas de prioridades zero, não havia tempo hábil para tal.

Figura 30 – Exemplo de lista de controle adicionada no cartão da tarefa



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

A lista de controle se mostrou de grande ajuda nas tarefas que envolviam a elaboração de diversos documentos, pois, ao invés de criar um cartão de tarefa para cada documento, gerava um cartão de tarefa macro único, contendo uma lista de controle e indicando a elaboração de todos os documentos necessários para a conclusão.

### 3.8 Modelagem da Informação da Construção (BIM)

Durante o período em que a obra permaneceu inativa devido ao galgamento da enseadeira de montante de primeira etapa, a empresa C finalizava a implantação BIM no escritório central. Na retomada do projeto, diversas áreas como forma, mecânica, elétrica, arquitetura e demais sistemas periféricos já se encontravam modelados, mas não com o nível de desenvolvimento final (LOD 400).

O modelo do empreendimento era federado, todavia, pelo fato de a projetista elaborar o projeto de todas as áreas, com exceção dos equipamentos eletromecânicos da empresa D, o processo utilizado pode ser enquadrado como "little bim". Nesse período, a empresa projetista não recebia e nem enviava os modelos para outros parceiros.

Apesar de não haver contrato, solicitação ou qualquer exigência do modelo BIM, a empresa C especificava internamente um nível de desenvolvimento dos elementos LOD 400. Determinadas peças de terceiros foram modeladas do zero pela própria projetista para que a instalação dos equipamentos fossem as mais corretas possíveis, com as menores interferências (*clashes*) com o projeto de armadura e demais embutidos no concreto. A maior parte dos desenhos 2D de projeto executivo desenvolvidos pela empresa C eram feitos a partir do modelo BIM federado.

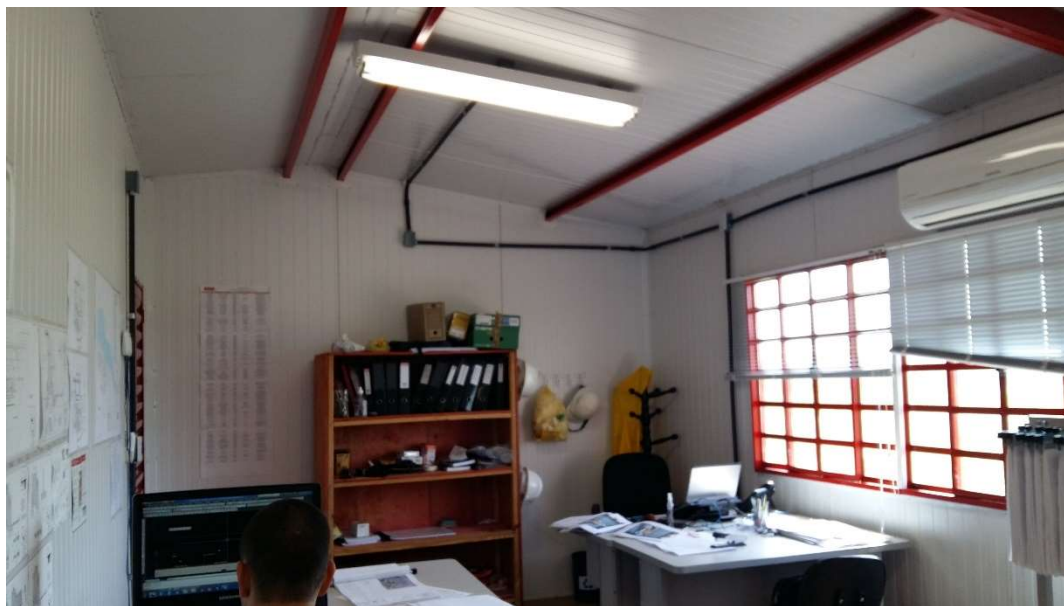
### 3.8.1 Implantação do BIM no ATO

Em conjunto com a alteração da gestão do processo de projeto, seria necessário modificar o processo de produção. O escritório central da empresa C já fazia uso de um modelo BIM federado, porém, os projetos de campo ainda eram desenvolvidos em CAD e, muitas vezes, o projeto de campo era iniciado do zero, ou seja, um processo lento, manual e trabalhoso, características essas incompatíveis com a demanda de tarefas da obra.

O *hardware* da equipe de ATO era limitado, mas capaz de suportar a implantação e a operação do BIM; havia necessidade apenas de alguns auxiliares como *tablet*, monitores adicionais para a equipe e uma placa gráfica de vídeo. A estrutura do escritório de campo segue ilustrada pela Figura 31.

O desenhista de estruturas, o engenheiro mecânico e o engenheiro CV já possuíam conhecimento e treinamento nos *softwares* necessários, o que facilitaria a implementação. O geólogo e o técnico em geologia não trabalhavam com a modelagem ou implantação do terreno da obra, portanto, o único profissional que deveria ser treinado era o desenhista da área de geotecnia.

Figura 31 – Vista do escritório da equipe de ATO



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Alguns pontos relevantes foram levantados pela equipe de acompanhamento técnico da obra para a solicitação e aprovação dos recursos necessários à implantação BIM no canteiro de obra:

- a) capacidade de incorporar as alterações de projetos de campo no modelo federado;
- b) histórico das alterações no modelo pela equipe de campo, facilitando, portanto, a elaboração e o controle do relatório de progresso;
- c) acompanhamento de obra pelo modelo em dispositivos móveis;
- d) agilidade nas modificações, principalmente da área eletromecânicas, pelo fato de a maioria dos componentes serem objetos paramétricos;
- e) facilidade na consulta de informações do modelo;
- f) auxílio na tomada de decisões pela equipe de campo.

Em que pesem as motivações levantadas, a empresa C relutou em conceder o orçamento para as melhorias necessárias. Os colaboradores do ATO relataram que a imagem da equipe com o escritório central da projetista estava desgastada, o que teria dificultado a negociação do insumo adicional requerido.

As chances de obtenção da verba necessária para a implantação do BIM no escritório de campo eram remotas. O ATO cogitou duas soluções possíveis para esse

cenário: a primeira seria abortar a utilização do BIM, continuar elaborando os projetos de campo em CAD e solicitar um desenhista adicional para compensar o tempo gasto no processo de elaboração; a segunda sugeriria que os colaboradores adquirissem os equipamentos com recursos próprios e, após o término da obra, cada equipamento ficaria com o seu respectivo colaborador.

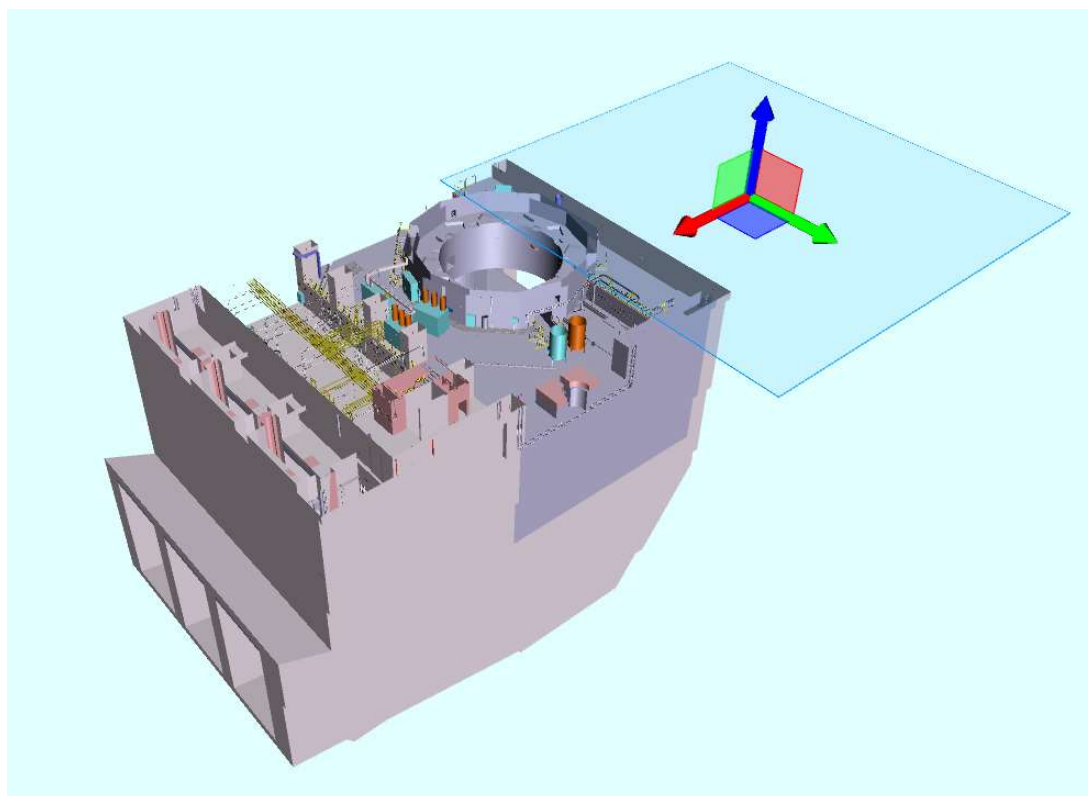
O engenheiro CV relatou que, em determinado ponto, chegou ao conhecimento da equipe de acompanhamento que a construtora estaria muito interessada em iniciar a implantação do BIM no canteiro de obra, mais especificamente no setor de planejamento, contudo, a empresa B não possuía conhecimento suficiente para dar início ao processo.

Em reunião com a construtora, o engenheiro CV levantou o ponto da implantação BIM no escritório do ATO, ilustrou os pontos da obra que poderiam ser beneficiados ao final desse processo e foi transparente ao relatar as dificuldades que estava encontrando para a aprovação do orçamento do *hardware* necessário. O gerente de engenharia da empresa construtora B mostrou interesse e concordou que a equipe de ATO, operando o modelo em conjunto com o escritório central da projetista, somaria um ponto valioso para o desenvolvimento da obra.

Não era um ponto oficial em contrato, mas a empresa B e o engenheiro CV entendiam que, após os problemas ocorridos com o antigo líder do ATO, a empresa projetista C estaria em “débito” com a construtora.

Uma conversa informal foi realizada entre as empresas B e C, na qual questionou-se a viabilidade de realizar um treinamento em modelagem BIM de dois profissionais do setor de planejamento de obra da construtora. Adicionalmente, foi sugerido que o ATO fizesse a intermediação entre o modelo BIM do escritório central da projetista e o canteiro, utilizando modelos de visualização (não editáveis) mais simples para que os operários de frente da obra conseguissem manuseá-lo com maior facilidade. O modelo de visualização pode ser visto na Figura 32.

Figura 32 – Modelo BIM para visualização da casa de força – Corte feito no modelo com o intuito de ilustrar a estrutura



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

O orçamento para a compra do *hardware* necessário foi aprovado para o ATO e os processos de treinamento foram iniciados ainda no primeiro mês da nova liderança da equipe.

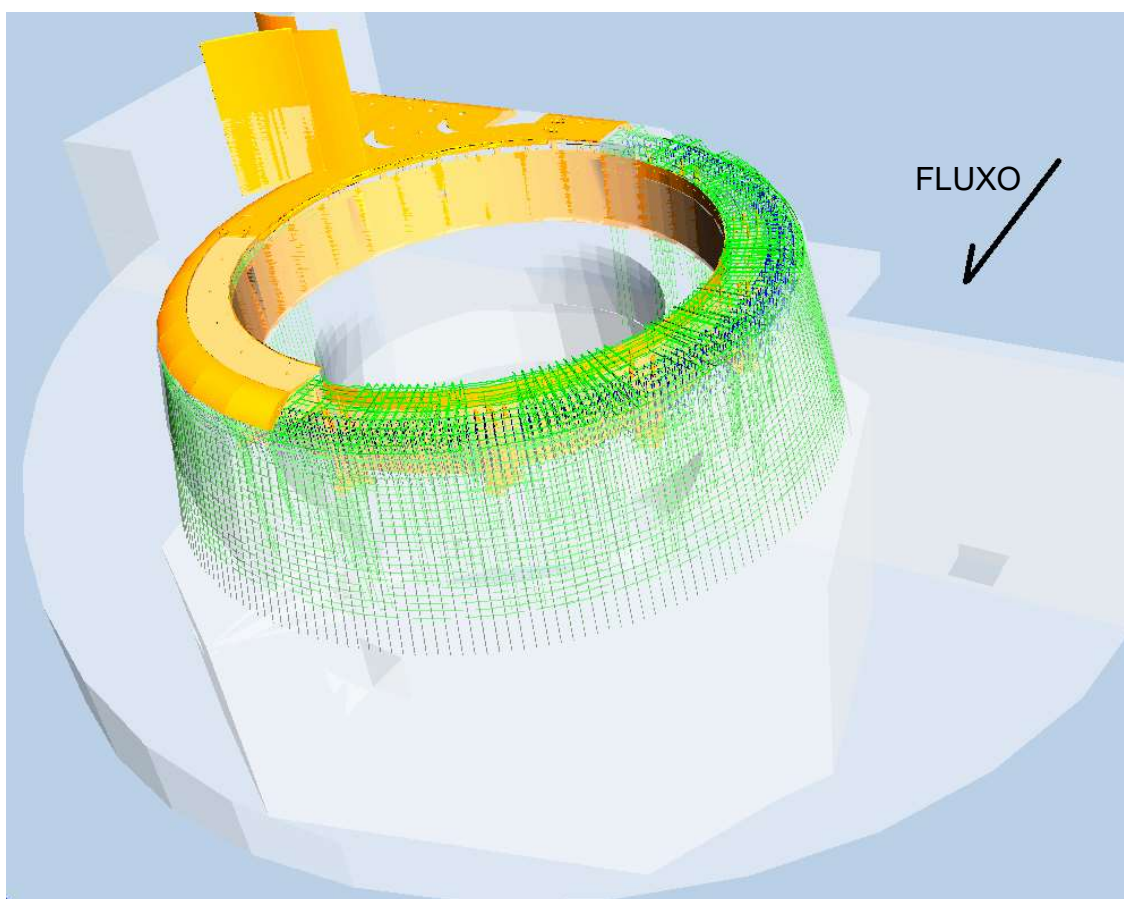
Algumas dificuldades da modelagem BIM nesta obra de usina hidrelétrica devem ser levadas em consideração para melhor entendimento do processo como um todo. A maior parte do trabalho da UHE envolvia as estruturas de concreto; por essa razão, os engenheiros residentes acabaram sendo engenheiros civis. Contudo, tais estruturas de concreto não são convencionais e não possuem famílias previamente modeladas, ou seja, praticamente todas as estruturas são modeladas do zero. Regras pré-existentes nos *softwares* de verificação também não se aplicam de maneira eficiente nesse contexto, gerando mais um trabalho adicional para a elaboração do modelo BIM.

No empreendimento deste estudo, a empresa C possuía um modelo de todas as áreas (mecânica, elétrica, hidráulica, forma, metálicas, combate a incêndio, etc.), exceto com relação às armaduras do concreto. No período que o projeto foi iniciado,

antes da cheia histórica e da ensecadeira de montante galgar, os desenhos de armadura já haviam sido iniciados em CAD, portanto, após a retomada conturbada da obra, não houve tempo para modelar desde o início todos os vergalhões em um modelo BIM, e a opção foi seguir com o projeto em CAD.

Com utilização do *software Allplan*, realizou-se um detalhamento 3D da caixa espiral da armadura (Figura 33), por tratar-se de uma estrutura crítica da obra no quesito de interferências de peças embutidas do conjunto da turbina no concreto e as armaduras.

Figura 33 – Modelo da caixa espiral – Vergalhões de CA 50 de 32 mm em verde e peças mecânicas em laranja – Arquivo em PDF 3D disponibilizado para a equipe de montagem de armadura da obra



Fonte: Dados de pesquisa (2021)



Figura 34 – Vista superior da caixa espiral em montagem



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

A modelagem BIM seria de grande ajuda para equipe de ATO, no entanto, é necessário entender que trata-se de um modelo de alta complexidade, com várias áreas realizando alterações diárias e diversos elementos sendo modelados do esboço. O modelo em si seria apenas uma das ferramentas para auxiliar na produção, controle e acompanhamento do projeto.

### 3.8.2 Utilização do modelo BIM no canteiro de obra

De acordo com os colaboradores do ATO, após a compra dos *hardwares*, a implementação ocorreu de forma rápida e eficaz, não levando mais do que alguns dias, uma vez que metade da equipe já estava familiarizada com o processo.

Com a implementação concluída, os ajustes feitos em projeto de campo seriam executados diretamente no modelo federado da empresa projetista C, resolvendo o problema de sincronia de informações entre os projetos de campo e os projetos executivos, conforme se observa na Figura 36.

O segundo ponto de impacto imediato recaiu sobre o fato de a elaboração de projetos de campo não ser sido iniciada do zero, principalmente projetos eletromecânicos de tubulações e embutidos no concreto, pois estes já possuem



famílias bem definidas pelos fabricantes, sendo facilmente replicável e/ou ajustado quando necessário.

O registro de alterações e a facilidade para ilustrar a região onde os projetos de campo alteravam o modelo, facilitavam a verificação e o acompanhamento do escritório central da projetista. Tais registros também agilizavam a elaboração do relatório de progresso e atas de reuniões, que começaram a receber fotos do modelo BIM ilustrando determinados itens discutidos nas reuniões, de forma similar ao que já estava sendo feito nos cartões de tarefa do Quadro Kanban.

A implementação do BIM no canteiro de obra impactou a construtora no que tange ao planejamento da obra e à visualização de detalhes construtivos. A empresa B passou a empregar o *software Navisworks* para facilitar a visualização no canteiro de obras; este foi amplamente utilizado na instalação de equipamentos, em tubulações expostas e na locação de tubulações embutidas no concreto. O modelo mostrou-se útil principalmente no quesito de conferência do que estava sendo executado com o que havia sido projetado (Figura 35).

Figura 35 – Modelo BIM sendo utilizado para a visualização no canteiro de obra



Fonte: Dados de pesquisa (2017)

O engenheiro da construtora responsável pelos projetos relatou que a facilidade de possuir o modelo BIM em um dispositivo móvel foi um grande facilitador para a detecção de problemas de interface civil/eletromecânica. A antecipação desses

problemas resultou em um prazo maior para a elaboração do projeto de campo, contribuindo para o bom planejamento e distribuição das tarefas do ATO.

Figura 36 – Processo de projeto macro, incorporando as alterações realizadas pelo ATO



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

O modelo BIM das estruturas de concreto foi o único modelo disponibilizado de maneira editável para a construtora. A empresa B utilizou-se desse modelo fora do servidor da empresa C para realizar trabalhos no planejamento de construção da obra, como sequência de montagem de pré-moldados e cronograma das concretagens.

Com a conclusão do treinamento da equipe de planejamento da empresa C, esta passou a elaborar relatórios mensais do planejamento da obra com figuras do modelo de concreto, ilustrando as etapas construtivas de cada estrutura da obra. As figuras do modelo, montadas em ordem cronológica, facilitavam o entendimento do processo construtivo e ajudava na compreensão do cronograma de modo mais intuitivo. Esse relatório contendo as figuras de construção do modelo BIM perdurou até o final da construção do escopo civil.

### 3.9 Conclusão da obra

No final da tarde do dia 18 de outubro de 2016, os agricultores que tiveram as terras atingidas pela construção da UHE, juntamente com o Movimento dos Atingidos

por Barragens (MAB), bloquearam o portão de acesso principal da obra de maneira abrupta e caótica. A guarita da portaria sofreu danos e alguns veículos da construtora foram danificados (Figura 37).

Prezando pela segurança dos trabalhadores da usina, a polícia federal adentrou no canteiro minutos antes do início da manifestação do MAB e ordenou a evacuação imediata da obra. Não houve tempo para que a equipe de acompanhamento técnico de obras retirasse equipamentos eletrônicos, com exceção dos dispositivos móveis, tampouco os encadernados de projeto.

A equipe de ATO e os colaboradores da área técnica da empresa B evacuaram os escritórios escoltados pela polícia até uma antiga saída da obra, que não era utilizada desde a cheia histórica de 2014.

Figura 37 – Invasão do MAB sendo noticiada por veículo de mídia

### **Agricultores atingidos por usina no [REDAÇÃO] resistem à reintegração de posse em ocupação**

Acampadas há 22 dias na entrada do canteiro de obras da UHE do [REDAÇÃO], famílias exigem avanço nas negociações

Redação  
Brasil de Fato | Curitiba (PR) | 08 de Novembro de 2016 às 15:13



Fonte: Brasil de Fato (2016). Disponível em: <<http://www.brasildefato.com.br>>

Considerando que praticamente todo o material dos escritórios permaneceu no canteiro, a equipe de ATO ficou impossibilitada de executar quaisquer tipos de trabalho durante esse período. A construtora também permaneceria paralisada até que a Justiça assegurasse o direito de retomada dos trabalhos e que a polícia federal garantisse a segurança e a ordem no canteiro.

A ocupação na entrada principal da obra se estendeu por 38 dias. O acampamento foi desfeito logo após o acordo com o consórcio do empreendimento, que se comprometeu a imprimir celeridade ao processo de cadastramento e indenização. Todavia, a empresa A ainda não havia apresentado a área para o reassentamento coletivo, que é um dos direitos expostos no Plano Básico Ambiental.

O retorno das atividades do canteiro de obras ocorreu de maneira gradual, pois grande parte dos colaboradores da construtora foi desligada da empresa durante período de ocupação do MAB. Como o processo judicial se mostrava lento e burocrático, e somado ao fato de que a empresa A não detinha a área para reassentamento coletivo, a empresa B optou por manter apenas os cargos essenciais para a obra.

As recontrações tiveram início ao longo de todo mês de dezembro de 2016 e, juntamente com o período de férias de alguns colaboradores, resultaram em um ritmo de obra mais lento, se comparado ao período anterior à ocupação dos manifestantes.

A equipe de acompanhamento técnico manteve o seu número de colaboradores e retornou às atividades assim que as instalações dos escritórios de campo foram liberadas pela polícia federal. O andamento das atividades da equipe seguiu sem problemas no último mês desse ano.

Durante o período em que a empresa construtora B não estava com todas as frentes de obra em operação, o ATO teve mais tempo disponível e criou um registro de soluções adotadas durante a obra em uma pasta compartilhada no servidor da empresa projetista C. Esse registro tinha a finalidade de construir um histórico dos maiores desafios enfrentados pela equipe e quais foram as respectivas soluções adotadas, relatando ainda comentários do resultado final e dos pontos de melhorias para as resoluções que não obtiveram um desempenho ótimo.

Figura 38 – Vista do vertedouro em operação



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Após o período de recesso de final de ano e das recontrações da construtora, a obra entraria em sua etapa final de construção das estruturas de concreto e metálicas, diminuindo o volume de concretagem e aumentando os serviços de montagem e instalação de equipamentos eletromecânicos. Tal informação foi relevante para o ATO, pois os projetos de campo transitaram de um escopo civil para serem majoritariamente mecânicos e auxiliares elétricos. Essa transição se tornou mais evidente quando analisada a produtividade no final do mês de março e durante o mês de abril de 2017 (Figura 39).

Os processos de projeto continuaram os mesmos, assim como o *software* de gestão e todas as demais praticas já implementadas. O diferencial era o programa para a execução do modelo BIM, que em sua maior parte, passou a ser feito no *Solidworks*. A transição de programa resultou em queda na produtividade da equipe, principalmente no mês de abril, acumulando projetos de campo para o mês seguinte.

Outro aspecto relevante implementado pela construtora e auxiliado pelo ATO no ano de 2017 foi a adoção do modelo BIM das estruturas de concreto para verificação das etapas construtivas, amplamente utilizado para calcular a quantidade de andaimes e demais auxiliares (chumbadores mecânicos e químicos, linhas de vida, apoios metálicos, etc.) para as concretagens mais elevadas das estruturas.

O escopo civil da equipe de acompanhamento técnico foi finalizado no mês de outubro de 2017, permanecendo em campo após esse período apenas o engenheiro mecânico como auxílio à empresa D, montadora do conjunto turbina/gerador da usina e das comportas do vertedouro.

A finalização dos serviços ocorreu de maneira programada, com 90% dos projetos de campo e demais ajustes restantes sendo elaborados um mês antes da desmobilização. Dessa maneira, no mês de desligamento da equipe, restaram poucas pendências, trazendo como resultado uma finalização dos trabalhos sem conflitos e tarefas inacabadas.

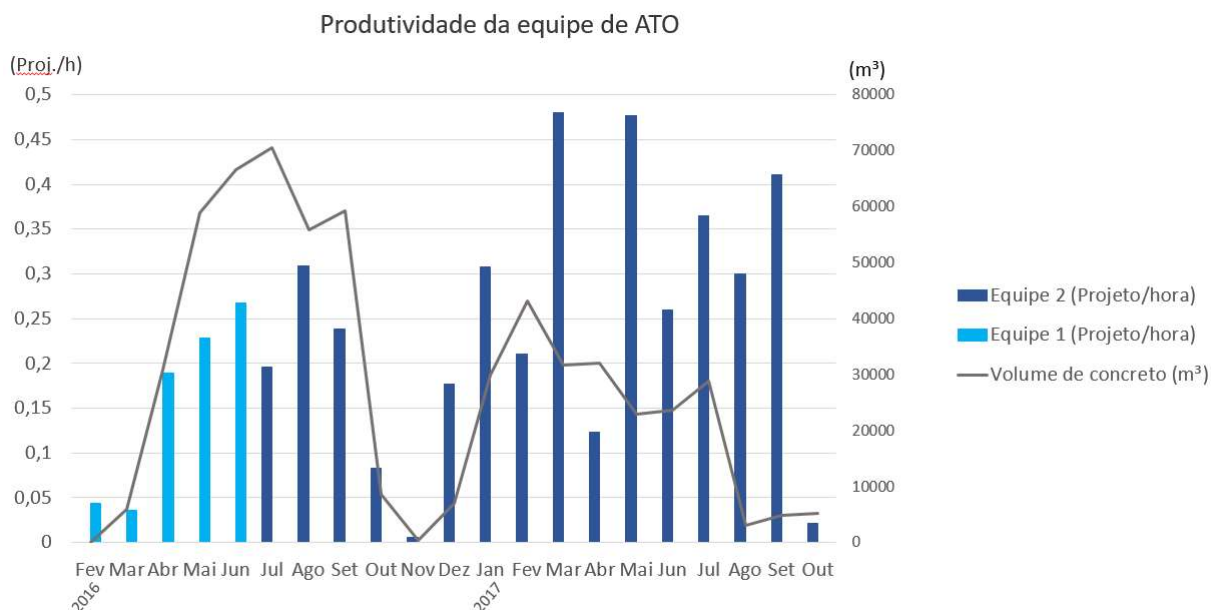
### **3.10 Desempenho final da equipe de ATO**

Após a finalização dos trabalhos e a dissolução da equipe de ATO, a empresa projetista C realizou estudos sobre os acontecimentos em campo na UHE, motivados pela natureza atípica da obra no que se refere a conflitos entre as partes interessadas do empreendimento. Esses estudos contemplaram em boa parte a equipe de acompanhamento técnico da obra e um dos pontos discutidos foi o fato de o engenheiro CV ter sido o engenheiro residente mais novo (de idade) da história da empresa a ocupar o cargo, o qual, até dado momento, só havia sido designado a colaboradores mais experientes.

Os relatórios de progresso de cada mês foram analisados, assim como as justificativas de atrasos dos projetos de campo, número de emissões, atas de reuniões importantes e *feedbacks* de clientes externos. Desses relatórios, elaborou-se um gráfico de produtividade da equipe durante o período de retomada da obra após a cheia histórica até a finalização dos trabalhos do ATO, que pode ser visto na Figura 39.



Figura 39 – Gráfico de produtividade da equipe de ATO associado ao volume de concreto executado na obra



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Na gestão inicial (anterior à reestruturação), desconsiderando os meses de fevereiro e março de 2016, a produtividade média do ATO foi de 0,23 proj/h, de acordo com o relatório de encerramento de serviço elaborado pela empresa C. Após a reestruturação da equipe, desconsiderando os meses de outubro e novembro de 2016 em razão da invasão do MAB, a produtividade média do ATO foi de 0,30 proj/h, resultando em um aumento de 30% na produtividade média.

O cálculo de produtividade da equipe de acompanhamento técnico foi feito levando em consideração o número de projetos emitidos em cada mês pela equipe, sem distinção de disciplina, dificuldade ou complexidade do projeto desenvolvido. De fevereiro a junho de 2016, a equipe de ATO possuía sete colaboradores e, de julho desse ano em diante, a equipe era formada por seis profissionais.

Foram contabilizadas as horas relativas aos dias de trabalho em cada mês e cada dia com 9h de jornada. As horas consideradas foram aquelas da equipe como um todo, independentemente, do número de colaboradores, como por exemplo, um mês com 20 dias trabalhados em calendário e 50 projetos de campo emitidos, resultaram em  $50 \text{ projetos} / (20 \times 9h) \cong 0,28 \text{ proj/h}$ . Este fato explica o motivo pelo qual, nos meses da invasão do MAB (outubro e novembro de 2016), a produtividade da equipe foi baixa, pois durante esse período de manifestação, não houve emissão de projetos de campo, e nenhuma outra atividade da equipe foi desenvolvida. O

mesmo raciocínio se aplica para o mês de dezembro do mesmo ano, devido ao recesso de fim de ano.

O volume de concreto indicado no gráfico foi fornecido pela empresa construtora B e corresponde ao total de concreto lançado efetivamente em cada mês. Esse dado foi utilizado pela empresa C para correlacionar o desempenho do ATO com o andamento da obra. O esperado seria um número maior de projetos de campo, juntamente com o pico de concretagem da obra, porém, do mês de março de 2017 em diante, houve muitos projetos de campo da área elétrica e mecânica.

Outro ponto analisado do acompanhamento técnico da obra refere-se às avaliações semestrais realizadas pelos clientes da empresa C. Na Figura 40 e Figura 41, é possível observar trechos dos relatórios de avaliação elaborados pelo departamento de gestão da qualidade da empresa C. As notas dadas pelos clientes poderiam variar de 0 a 10, sendo 0 a menor avaliação possível, indicando total descontentamento com o serviço prestado, e 10 a maior nota, revelando total satisfação com o serviço.

O primeiro trecho do relatório de satisfação externa (Figura 40) foi realizado em julho de 2016, pouco tempo após a crise entre o engenheiro residente AG e a diretoria da empresa B. Nesse documento é possível observar que a menor nota de ATO, entre as obras de águas e energia da empresa C, foi dada à UHE em estudo.



Figura 40 – Avaliação da equipe de ATO em julho de 2016, realizada pelo cliente da empresa C

## MEMORANDO

<b>Para:</b>	[REDACTED]	<b>Data:</b> 15/07/16
<b>De:</b>	Assessoria de Gestão da Qualidade e SMS	<b>Código:</b> 7001-SI-MI-0047/16
<b>Assunto:</b>	PESQUISA DE SATISFAÇÃO - CLIENTES EXTERNOS	

Empreendimento	Cliente	Qualidade geral documento técnicos	Qualidade geral documento administrativos	Organização de documentos técnicos	Organização de documentos administrativos	Atendimento de prazos	Qualidade do atendimento à obra
AH Laúca	[REDACTED]	9,0	9,0	9,0	8,5	9,0	9,0
UHE Chaglla	[REDACTED]	8,0	8,5	9,0	8,0	8,5	8,5
UHE Teles Pires	[REDACTED]	9,0	9,0	9,0	9,0	8,5	8,5
UHE Sinop	[REDACTED]	9,5	9,5	10,0	10,0	8,0	9,0
UHE [REDACTED]	[REDACTED]	8,0	9,0	9,0	9,0	8,0	7,0
UHE Palomino	[REDACTED]	9,0	8,0	9,5	9,5	8,5	9,0
UHE Garibaldi	[REDACTED]	9,0	9,5	9,0	9,0	8,5	9,0
RMB	[REDACTED]	9,5	10,0	10,0	10,0	9,0	-

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

Figura 41 – Avaliação da equipe de ATO em julho de 2017, realizada pelo cliente da empresa C

## MEMORANDO

<b>Para:</b>	[REDACTED]	<b>Data:</b> 14/07/17
<b>De:</b>	Assessoria de Gestão da Qualidade e SMS	<b>Código:</b> 7001-SI-MI-0043/17
<b>Assunto:</b>	PESQUISA DE SATISFAÇÃO - CLIENTES EXTERNOS	

Empreendimento	Cliente	Qualidade geral documento técnicos	Qualidade geral documento administrativos	Organização de documentos técnicos	Organização de documentos administrativos	Atendimento de prazos	Qualidade do atendimento à obra
AH Laúca	[REDACTED]	9,0	9,0	9,0	8,5	9,0	9,5
UHE Chaglla	[REDACTED]	8,0	8,5	9,0	9,0	8,5	8,5
UHE Belo Monte	[REDACTED]	9,5	9,0	9,5	10,0	8,5	9,0
UHE Teles Pires	[REDACTED]	9,0	9,0	8,5	9,0	7,5	8,0
UHE Sinop	[REDACTED]	9,5	9,0	10,0	10,0	8,0	9,0
UHE [REDACTED]	[REDACTED]	8,0	9,0	9,0	9,0	8,5	9,5

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

O segundo trecho do relatório foi elaborado em julho de 2017 (Figura 41), um ano após a reestruturação da equipe de ATO. Nessa situação, foi possível notar uma melhora da avaliação da equipe de campo, sendo a mais alta entre as obras de águas e energia, juntamente com uma usina hidrelétrica angolana.

Figura 42 – Reconhecimento da aplicação do BIM na obra em estudo pelo fabricante do *software* (*Nemetschek*) e pelo Comitê Brasileiro de Barragens



Fonte: SCIA do Brasil (2018)

O caso em estudo também recebeu notoriedade pelo fabricante de dois *softwares* utilizados pela empresa C (Figura 42). Um desses programas era o *Scia Engineer* que, por requerer uma configuração de *hardware* acessível à equipe de campo, foi empregado pelo ATO para elaborar modelos de cálculo das estruturas de concreto e metálicas. O segundo programa adotado foi o *Allplan*, como já mencionado anteriormente, usado para modelar as armaduras da região mais complexa do circuito de geração de energia.

Para síntese e conclusão do Capítulo 3, apresenta-se um quadro resumo na Tabela 2 e uma breve linha do tempo com os principais fatos ocorridos neste estudo de caso (Figura 43).

Tabela 2 – Quadro resumo

Tema	Subtema	Equipe de ATO inicial	Equipe de ATO final	Resultados
Gestão do processo de projeto	Planejamento	<p>Falta de definições das prioridades das atividades</p> <p>Não há uma sequência definida das atividades.</p> <p>Os prazos para a emissão dos projetos não são bem definidos e nem explícitos para a equipe</p>	<p>Definição das prioridades das atividades por regras pré-definidas</p> <p>Sequência de atividades definidas juntamente com a empresa construtora e disponibilizada no quadro Kanban para toda a equipe</p> <p>Prazo de emissão de documentos definidos assim que a atividade é inserida na equipe e disponibilizada no quadro Kanban para a equipe</p>	<p>Fluxo de trabalho mais organizado e direto</p> <p>Melhor atendimento aos prazos da obra.</p> <p>Antes da reestruturação, em 5 meses a equipe teve 103 documentos atrasados, resultando em uma porcentagem de 72,5% do total de documentos emitidos neste período.</p> <p>Após a reestruturação, em 16 meses a equipe teve 133 documentos atrasados, resultando em uma porcentagem de 17,8% do total de documentos emitidos neste período.</p>
	Qualidade	<p>Decisões de projeto de campo sem a participação da construtora</p> <p>Defasagem do progresso físico da obra em relação aos projetos de campo emitidos</p> <p>Tomadas de decisões realizadas no escritório central da empresa projetista</p> <p>Dimensionamentos, análise e verificação de projeto realizado majoritariamente pelo escritório central da empresa projetista</p>	<p>Processo de projeto de campo com a participação da construtora</p> <p>Projetos de campo suprindo a necessidade de obra</p> <p>Apenas decisões mais complexas dependem do escritório central.</p> <p>Dimensionamento, análise e verificação de projeto realizado pela equipe de ATO com auxílio do escritório central da empresa projetista em pontos específicos</p>	<p>Projetos de campo mais efetivos por serem elaborados com <i>feedback</i> constante do cliente</p> <p>Melhor atendimento das necessidades de obra</p> <p>Maior autonomia da equipe de ATO</p>
	Fluxo de emissão de documentos	Fluxo de aprovação de documentos centralizado no engenheiro residente	Fluxo de aprovação de documentos descentralizada. Cada colaborador é responsável pela emissão do documento que elabora	Agilidade no processo de emissão de projetos de campo
Stakeholders	Engajamento em relação ao ATO	<p>Construtora - Empresa B: resistente</p> <p>Sem apoio ao ATO e pouco suporte as necessidades da equipe. Cliente pouco engajado com pouco <i>feedback</i> durante o processo de projeto de campo.</p>	<p>Construtora - Empresa B: apoio</p> <p>Apoia a equipe de ATO e presta total suporte as necessidades da equipe.</p> <p>Cliente engajado com <i>feedbacks</i> constantes ao longo do processo de projeto de campo.</p> <p>Trabalha juntamente ao ATO para garantir um melhor andamento da obra</p>	<p>Melhor clima organizacional e espírito colaborativo entre a construtora e a equipe de ATO</p> <p>Melhora na qualidade do projeto de campo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projetos mais claros e elaborados para facilitar a execução</li> <li>- Melhor atendimento aos prazos</li> <li>- Melhor atendimento as prioridades da obra</li> </ul>

Comunicação	Interna a equipe de ATO	<p>Controle das informações realizada por papel</p> <p>Informação passada predominantemente de maneira verbal. Decisões tomadas em discussões presenciais sem o registro físico e/ou digital.</p> <p>Todas informações devem passar pelo engenheiro residente</p>	<p>Controle de informações por software de gestão</p> <p>Informação passada de maneira verbal e decisões registradas no software de gestão. Informações mais relevantes também são registradas via e-mail.</p> <p>As informações são atualizadas no software de gestão para toda a equipe</p>	<p>Organização das decisões tomadas e ações a serem tomadas pela equipe de ATO</p> <p>Registro das informações disponíveis para a equipe de ATO e escritório central da projetista</p>
	Externa a equipe de ATO	<p>Informação passada predominantemente de maneira verbal. Decisões tomadas em discussões presenciais sem o registro físico e/ou digital.</p> <p>Para clientes externos (empresa A, empresa B e empresa D) comunicação feita majoritariamente de maneira verbal</p> <p>Sem registro de reuniões e de tomada de decisões</p>	<p>Realizado reuniões curtas de 15min juntamente a construtora. Decisões registradas no <i>software</i> de gestão e informações mais relevantes registradas via e-mail.</p> <p>Para clientes externos (empresa A, empresa B e empresa D), comunicação feita majoritariamente por e-mail</p> <p>ATAs de reuniões registradas em e-mail e no servidor da empresa projetista</p>	<p>Controle e registro das decisões tomadas em reuniões, matendo um histórico de acontecimentos da obra.</p>
Liderança	Estilo de liderança	<p>Determinar (E1)</p> <p>Caráter centralizador</p> <p>Pouca transparência com a equipe</p>	<p>Delegar (E4)</p> <p>Caráter descentralizado, decisões sendo tomadas pelo grupo</p> <p>Maior transparência com a equipe</p>	<p>Melhora na produtividade da equipe de ATO</p> <p>Melhora no clima organizacional da equipe</p>
		Maturidade dos liderados	Alta (M4)	Alta (M4)
Metodologias ágeis	Kanban	O quadro Kanban não era utilizado	<p>Utilização do quadro Kaban de maneira digital principalmente para:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle de informações e tarefas</li> <li>- Definição de prioridades e ordem das tarefas</li> <li>- Facilitar a visualização do trabalho (a ser executado, elaborado e concluído)</li> </ul>	<p>Maior flexibilidade de planejamento</p> <p>Agilidade em manejar as tarefas de maneira clara e simples</p> <p>Capacidade de manejar tarefas mesmo distante do escritório</p> <p>Realização de registro das atividades e movimentações das tarefas</p>
	Extreme Programming	<p>Poucos <i>feedbacks</i> entre o líder do ATO e equipe</p> <p>Poucos <i>feedbacks</i> da construtora</p> <p>Pouca transparência na gestão da equipe de ATO</p> <p>Responsabilidade centrada na figura do engenheiro residente</p> <p>Não há definições de prioridades</p> <p>Não há lista de controle para tarefas</p>	<p><i>Feedbacks</i> constantes do líder do ATO com a equipe</p> <p><i>Feedbacks</i> constantes do cliente (construtora)</p> <p>Transparência nas atividades e situação da equipe</p> <p>Maior autonomia e responsabilidade dos colaboradores</p> <p>Definição de prioridades de cada tarefa a ser executada</p> <p>Lista de controle para tarefas complexas</p>	<p>Melhora no clima organizacional da equipe</p> <p>Menor retrabalho devido aos <i>feedbacks</i> constantes com o cliente</p> <p>Fluxo de trabalho mais organizado e direto</p> <p>Maior produtividade na elaboração de projetos de campo</p>

Modelagem da informação na construção (BIM)	Geral	Projeto de campo elaborado em CAD  Projetos de campo incorporados como "Nota" no projeto de <i>as-built</i>  Sem utilização do BIM em obra	Projeto de campo modelado em BIM  Projeto de campo incorporado diretamente no modelo federado da empresa projetista C  Utilização do BIM em obra pelo ATO e pela construtora	<p>Maior produtividade na elaboração de projetos de campo e projetos de <i>as built</i></p> <p>Projeto de <i>as built</i> ilustra de maneira mais precisa o que foi feito em campo</p> <p>Melhora no planejamento e visualização das etapas construtivas</p> <p>Melhora na verificação de interferências (<i>clash</i>)</p>
	Nível de desenvolvimento (LOD)	Projeto de campo elaborado em CAD	LOD 400	
	Little bim x BIG BIM	Projeto de campo elaborado em CAD	Little bim, modelo editável utilizado somente pela empresa projetista C	

Fonte: Dados de pesquisa (2021)

A Tabela 2 representa um resumo que sintetiza e conclui as principais observações realizadas no caso estudado, ilustrando as situações nas duas gestões do acompanhamento técnico da obra para os principais tópicos abordados e seus respectivos resultados ao final dos trabalhos da equipe.

Figura 43 – Linha do tempo resumida



Fonte: Dados de pesquisa (2021)

#### 4. CONCLUSÃO

Relatórios de progresso e dados coletados ao final da obra estudada indicaram que a gestão inicial do ATO não se mostrava compatível com as necessidades do canteiro. Apesar de o líder inicial possuir vasta experiência em obras, as práticas de gestão não condiziam com o contexto do empreendimento e a falta de conhecimento em tecnologias, como o BIM, afetaram negativamente a produtividade da equipe.

A liderança inicial se mostrou centralizadora e autoritária, enquanto o nível de maturidade dos liderados era alto. De acordo com a literatura, a probabilidade de eficácia nessa situação é baixa. Com a mudança do líder e uma postura voltada à delegação de atividades, percebeu-se maior eficácia da equipe, em consonância com a literatura levantada sobre estilos de liderança de Hersey e Blanchard (1986).

A criação de prioridades das atividades, assim como sua clara ordenação, proporcionaram maior organização do processo de projeto da equipe de campo. Essa prática, associada ao Quadro de Kanban, resultou em uma ferramenta eficaz para a gestão de tarefas do ATO, levando a entregas de projetos de campo mais frequentes, atendendo à maior parte da demanda da obra e melhorando a qualidade dos projetos. O resultado do *software* de Kanban digital corroborou com os apontamentos de Anderson (2010), levantados na revisão bibliográfica.

Os *feedbacks* constantes do cliente no processo de projeto de campo estabeleceram um melhor relacionamento das partes interessadas e possibilitou um processo de planejamento das atividades de maneira contínua. Esse resultado reforça e vai ao encontro da proposta de Beck e Fowler (2001) sobre a incorporação de *feedbacks* do cliente de forma constante ao longo do tempo. O maior contato com o cliente, a melhora da qualidade dos projetos de campo e o cuidado nas comunicações utilizadas, resultaram em um relacionamento de confiança entre o ATO e a construtora, possibilitando um trabalho colaborativo e integrado.

A implementação do BIM no canteiro de obra impactou positivamente na produtividade do acompanhamento técnico da obra e facilitou a incorporação dos projetos de campo no *as built* da obra. Para a empresa construtora B, o BIM gerou facilidades para a visualização das etapas construtivas e no planejamento de obra.

Para maior produtividade do ATO e melhor relacionamento com as demais partes interessadas, foi necessária uma alteração do processo de projeto da equipe como um todo, e não somente a adoção de determinadas ferramentas de gestão. A mudança de líder de maneira isolada também não implicaria na melhora do desempenho da equipe e na retomada do relacionamento com o cliente, mas sim a alteração na forma de liderar. Portanto, o conjunto de práticas adotadas precisou ser condizente com a equipe e o contexto do empreendimento para serem eficazes. Em conformidade com a literatura levantada e segundo Zancul et al. (2014), um fator fundamental para a boa produtividade deve ser a propriedade do método de gestão à situação vivenciada.

#### **4.1 Sugestões para trabalhos futuros**

Visando à continuidade das pesquisas relacionadas ao tema desta monografia e aplicações práticas de conceitos da literatura, este autor sugere-se os seguintes tópicos:

- a) estudo de gestão de equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em um empreendimento similar ao caso estudado, verificando as diferenças e semelhanças dos resultados obtidos com o presente trabalho;
- b) estudo de gestão de equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em obras de infraestrutura de outros setores industriais, analisando as práticas de gestão adotadas pelo líder da equipe e sua atuação no contexto do empreendimento;
- c) estudo de gestão de equipe de acompanhamento técnico de obra (ATO) em uma obra de usina hidrelétrica de grande porte, com o objetivo de verificar se as práticas de metodologias ágeis adotadas neste trabalho, somadas à utilização do BIM, são eficazes em equipes de ATO maiores.
- d) estudo em obra de características similares com o objetivo de avaliar as diretrizes do uso do BIM de forma a obter melhores resultados e as principais características profissionais necessárias para este tipo específico de empreendimento.



## REFERÊNCIAS

- AMBLER, S. W. **Agile modeling: effective practices for extreme programming and the unified process**, 1<sup>st</sup> edition. New Jersey: Wiley, 2002.
- AMERICAN INSTITUTE OF ARCHTECTS. AIA Document G202TM – 2013 – **Project Building Information Modeling Protocol Form**. 2013.
- AMORIM, S. R. L.; LYRIO, A. M.; SOUZA, L. L. A. Impactos do uso de BIM em escritórios de arquitetura: Oportunidades no mercado imobiliário. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, p. 26-53, 2009.
- ANDERSON, D. **Kanban – Successful Evolutionary Change for your Technology Business**. Blue Hole Press, ISBN 0-9845214-0-2. 2010.
- ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. C. Building Information Modeling (BIM). In: KOWALTOWSKI, D. K. et al. (Eds). **O Processo de Projeto em Arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.
- ARAYICI, Y.; COATES, P.; KOSKELA, L.; KAGIOGLOU, M.; USHER, C.; O'REILLY, K. BIM adoption and implementation for architectural practices. **Structural Survey**, v. 29, n. 1, p. 7-25, 2011.
- AUGUSTINE, S. **Managing Agile Projects**. Virginia: Prentice Hall PTR: New York. 2005.
- AUSTIN, S.; BALDWIN, A.; NEWTON, A. Manipulating the flow of design information to improve the programming of building design. **Construction Management and Economics**, London, v. 12, n. 5, p. 445-455, 1994.
- BECK, K. **Extreme Programming Explained: embrace change**. Boston: Addison Wesley, 2000.
- BECK, K.; FOWLER, M. **Planning Extreme Programming**. Boston: Addison Wesley, 2001.
- BENTLEY, K. **A response from Bentley to Autodesk BIM/REVIT proposal for the future**. Bentley, 2003.
- BERINGER, C.; JONAS, D.; KOCK, A. Behavior of internal stakeholders in project portfolio management and its impact on success. **International Journal of Project Management**, 31(6), p. 830-846, 2013.
- BERTELSEN, S. Construction as a Complex System. In: Annual Conference of the international group of lean construction, 11, 2003, Blacksburg. **Anais...** Blacksburg, 2003.
- BIM FORUM. **Level of development specification: For Building Information Models and Data**, v. 2019 – Draft, [S.l.], 256 p. 2009.
- BOEG, J. **Kanban em 10 Passos**. Leonardo Galvão, 2011.

BOEHM, B.; TURNER, R. Observation on balancing discipline and agility. In: Agile Development Conference (ADC 2003), 2003, Salt Lake City. **Anais...** Salt Lake City, 2003, p 25-28.

BOTH, P. V. Potentials and Barriers for Implementing BIM in the German – AEC Market. In: Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe Conference, 30, 2012, Praga, República Tcheca. **Proceedings...** Praga, 2012.

BROOKS, F. **No Silver Bullet: Essence and Accidents of Software Engineering**. Washington (DC): IEEE CS Press, 1987.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J.M. **The project benefits of building information modelling (BIM)**. Int. J. Project Manage. 31: 971 – 980. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>. 2013.

BURKE, J.; ORNSTEIN, R. **O Presente do fazedor de machados: os dois gumes da história da cultura humana**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

CAO, L.; RAMESH, B. Agile requirements engineering practices: an empirical study. **IEEE Software**, 25(1), p. 60-67, 2008.

CAO, D., Li, H.; Wang, G.; Huang, T. **Identifying and contextualising the motivations for BIM implementation in construction projects: An empirical study in China**. Int. J. Project Manage. 35: 658 – 669. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.02.002>. 2017.

CARVALHO, M. M.; RABECHINI, R. JR. **Fundamentos em Gestão de Projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2011.

CASAROTTO, N. F.; FÁVERO, J. S; CASTRO, J. E. **Gerência de Projeto e Engenharia Simultânea**. São Paulo: Atlas. 1999.

CECILIO, G. **Avaliação dos modelos de processo RUP e XP em relação às principais Áreas de Processo do CMMI Nível 2, ilustrada por um estudo de caso aplicando-se XP**. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Computação) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CHAVES, L. E. et al. **Gerenciamento da comunicação em projetos**. 2.ed. Rio de Janeiro: FGV, 2010.

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

COCKBURN, A.; HIGHSMITH, J. **Agile software development: the people factor**. University of Southern California, 2001.

COCKBURN, A. **Agile software development**. Boston: Addison-Wesley Longman Publishing Co., 2002.

COHN, M. **Agile Estimating and Planning**. New York: Prentice Hall, 2005.

COHEN, A.; FINK, S. **Comportamento Organizacional: conceitos e estudos de caso**. Rio de Janeiro: Campus, 2003.

CORNELISSEN, J.; BEKKUM, T.; RULER, B. **Corporate Communications: a Practice-based Theoretical Conceptualization**. *Corporate Reputation Review*. 9. 2006.

COVEY, S. R. **O 8º hábito: da eficácia à grandeza**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2005

CRAWFORD, L.; POLLACK, J.; ENGLAND, D. Uncovering the trends in Project management: journal emphases over the last 10 yers. **International Journal of Project Management**, v. 24, n. 2, p. 175-184. 2006.

DAWSON, R.; DAWSON, C. Practical proposals of managing uncertainty and risk in Project planning. **International Journal of Project Management**, v. 16, n. 5, p. 299-310. 1998.

DELATORRE, J. P. M.; SANTOS, E. T. Introdução de novas tecnologias: o caso do BIM em empresas da construção civil. In: Encontro Nacional da Tecnologia do Ambiente Construído, 15, Maceió, 2014. **Anais...** Maceió, 2014.

DELATORRE, J. P.M.; TOLEDO, E. **Gestão do nível de detalhamento da informação em um modelo BIM: análise de um estudo caso**. 735-745. 10.5151/engpro-tic2015-065, 2015

EASTMAN, C. **What is BIM**. BIM Resources. Georgia Tech University, 2007.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. New Jersey: John Wiley & Sons. 2008.

EMMITT, S. **Design Management for Architects**. Hong Kong: Blackwell Publishing, 2007.

FABRICIO, M. M. 2002. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. O processo cognitivo e social do projeto. In: KOWALTOWSKI, D. K. et al. (Eds). **O Processo de Projeto em Arquitetura: da teoria à tecnologia**. São Paulo: Oficina de Textos. 2011.

FERREIRA, R. C.; SANTOS, E. T. Limitações da Representação 2D na Compatibilização Espacial em Projetos de Edifícios e a Aposta no CAD 3D como Solução. In: Encontro Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção Civil (TIC2007), 3, 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2007.

FLORES, F. 1982. **Management and communication in the office of the future**. Tese (Doutorado) – University of California, Berkely, CA, USA, 1982.

FOWLER, M. The New Methodology. Wuhan University, **Journal of Natural Science**, 2001

FREDRICKS, J. A.; BLUMENFELD, P. C.; PARIS, A. H. **School engagement: potential of the concept, state of the evidence.** Review of Educational Research, 2004.

FREEMAN, R. E. **Strategic management: a stakeholder approach.** Boston, MA: Pitman, 1984.

GIANESI, I. G. N.; CORRÊA, H. L. **Administração Estratégica de Serviços – Operações para satisfação do cliente.** 1. ed. São Paulo: Atlas, 1996.

GIDADO, K. I. **Project Complexity: the focal point of Construction Production Planning.** *Construction Management and Economics*, v. 14, p. 213-225. 1996.

GOLDKUHL, G. Conversational analysis as a theoretical foundation for language action approaches? In: International Working Conference on the Language-Action Perspective on Communication Modelling, 8, 2003, Tilburg, The Netherlands. **Anais...** Tilburg, The Netherlands, 2003.

GONÇALVES, S. H. 2009. **Instrumento de atribuição de estilos de liderança na gestão de projetos.** Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

GROSS, J. M.; MCINNIS, K. R. **Kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process.** New York (NY): Amacom, 2003.

HELDMAN, K. **Gerência de projetos: guia para o exame oficial do PMI.** Rio de Janeiro: Elsevier. 2006.

HERSEY, P.; BLANCHARD, K. **Psicologia para administradores: a teoria e as técnicas da liderança situacional.** São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 1986.

HIGHSMITH, J. **Agile Software Development Ecosystems.** Boston (MA): Addison-Wesley Longman Publishing Co., 2002.

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

HOHLFELDT, A.; MARTINHO, L. C.; FRANÇA, V. V. **Teorias da Comunicação: conceitos, escolas e tendências.** Petrópolis: Vozes, 2001.

HOSHINO, C. Agricultores atingidos por usina no PR resistem à reintegração de posse em ocupação. **Brasil de fato**, 2016. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2016/11/08/agricultores-atingidos-por-usina-no-pr-resistem-a-reintegracao-de-posse-em-ocupacao/>. Acesso em: 23 nov. 2020.

HUNT, J. **Agile Software Construction.** 1<sup>st</sup> ed. Switzerland: Springer. 2005.

JACOSKI, C. A.; JACOSKI, S. F. Contribuição da modelagem BIM para projetos complexos: um estudo com projetos de parques tecnológicos. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2014.

JERNIGAN, F. E. **Big BIM little bim: the practical approach to Building Information Modeling: integrated practice done the right way!** Salisbury: 4Site Press, 2007.

JEFFRIES, R. **Extreme Programming Installed.** 1<sup>st</sup> ed. Addison-Wesley Professional. 2001.

JUSTI, A. R. Implantação da plataforma Revit nos escritórios brasileiros. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 3, n. 1, p. 140-152, 2008.

KEELLING, R. **Gestão de Projetos: uma abordagem global.** São Paulo: Saraiva, 2002.

KERZNER, H.; CLELAND, D. I. **Engineering Team Management.** Van Nostrand Reinhold. 1986.

KHALED, M.; ABDEL, M.; BAHAA, A. A New Approach for Distributed Software Engineering Teams Based on Kanban Method for Reducing Dependency. **Journal of Software**, v. 11, n. 12, p. 1231-1241, 2016.

KIOPPENBORG, T. The current state of project management research: trends, interpretations and predictions. **Project Management Journal**, v. 33, n. 2, p. 5-18. 2002.

KNIBERG, H.; SKARIN, M. Kaban and Scrum making the most of both. **Enterprise software development series**, Info Q. 2010.

KOLLTVEIT, B.; KARLSEN, J.; GRONHAUG, K. Perspective on Project management. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 1, p.3-9. 2007.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** Stanford, EUA, CIFE, Agosto 1992. Technical Report No 72.

KOSKELA, L. **Lean production in construction.** In: Lean Construction. ALARCON, Luis (Ed.). Rotterdam: A.A. Balkema. 1997

KOSKELA, L.; BALLARD, G.; TANHUNPÄÄ, Veli-Pekka. **Towards lean design management.** In: Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 5., 1997, Gold Coast. Proceedings... Gold Coast: IGLC, 1997. p. 1-12

KOUZES, J. M.; POSNER, B. Z. **O desafio da liderança.** Rio de Janeiro: Campus, 1997.

LANA, M. P. C. V.; ANDERY; P. R. P. Integração projeto – produção: um novo paradigma cultural. In: Workshop Nacional: gestão do processo de projeto na construção de edifícios, São Carlos, 2001. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2001.

LARMAN, C.; BASILI, V. **Interactive and incremental development: a brief history.** IEEE Computer Society, 2003.

LASZLO, G. P. Project management: a quality management approach. **The TQM Magazine**, v. 11, n. 3, p. 157-160. 1999.

LINS, G. C. N. 2005. **Ferramentas de apoio às decisões de liderança para uma gestão eficiente de pessoas em sistemas produtivos**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

LOWE, R. H.; MUNCEY, J. M. **Consensus DOCS 301 BIM Addendum**. 2009.

MANDERSON, A., JEFFERIES, M., BREWER, G. **Building information modelling and standardised construction contracts: a content analysis of the GC21 contract**. *Construction Economics and Building*, 15(3), 72-84. <http://dx.doi.org/10.5130/AJCEB.v15i3.4608>. 2015.

MANZIONE, L. 2006. **Estudo de métodos de planejamento do processo de projeto de edifícios**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

MANZIONE, L., **Compartilhamento e trocas de modelos BIM**. Disponível em <http://www.coordenar.com.br/compartilhamento-e-troca-de-modelos-bim/> Acesso em 5 de novembro de 2015

MATTELART, A. **Histórias das teorias da comunicação**. 4.ed. São Paulo: Edições Loyola. 2001.

MCGINN, C.; WILSON, B. C. **An Instrument for Assessing Group Maturity Levels – Based on Hersey and Blanchard’s Situational Leadership Theory**. Organizational Training and Development University of Rhode Island, 2006.

MELÉNDEZ, S. E. Uma visão “de fora” da liderança. In: Peter Drucker Foundation. (org.). **O líder do futuro: visões, estratégias e práticas para uma nova era**. 5a. ed. São Paulo: Futura. 1996.

MELHADO, S. B. et al. **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O nome da rosa, 2005.

MELHADO, S. B. 1994. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

MOURA, R. **A simplicidade do controle da produção**. São Paulo: IMAM, 1994.

NASCIMENTO, L. A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

NETO, V. L. da C. 2008. **Quem são os líderes de Pernambuco: modelos teóricos e práticas locais**. Dissertação (Mestrado em Psicologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

OHNO, T. **Toyota production system**. Cambridge: Production System, 1988.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala**. Porto Alegre: Bookman. 1997.

PALMER, S. T.; FELSING, J. M. **A Practical Guide to Feature-Driven Development**. 1<sup>st</sup> ed. Hoboken (NJ): Prentice Hall, 2002.

POPPENDIECK, M.; POPPENDIECK, T. **Lean Software Development**. Boston: Addison-Wesley Professional, 2003.

PERMINOVA, O.; GUSTAFSSON, M.; WIKSTRÖM, K. Defining uncertainty in projects – a new perspective. **International Journal of Project Management**, v. 26, n. 1, p. 73-79. 2008.

PRADO, D. **Planejamento e Controle de Projetos**. 6.ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

PRESSMAN, R. S. **Software Engineering: a practitioner's approach**, 5th edition. New York: Mc Graw-Hill, 2011.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Project Management Body of Knowledge (PMBOK)**. 6. ed. Newtown Square: Project Management Institute, 2017.

PUTNAM, L. L.; PHILLIPS, N.; CHAPMAN, P. Metaphors of communication and organization. In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. (Eds.). **Handbook of organization studies**, p. 375-408. **Newbury Park**: Sage Publications, Inc., 1996.

RAMASUBBU, N.; BALAN, R. K. The digital wallet: opportunities and prototypes. **IEEE Computer Society**, v. 42, n. 4, p. 100-102, 2009.

RESS, A.; MORAES, R. **Lean Development e os Métodos Ágeis de Desenvolvimento Lean Development and Development of Agile Methods**. *Espacios*. 36. 4, 2015

RODRIGUES, A.; BOWERS, J. The role of system dynamics. **International Journal of Project Management**, v. 14, p. 213-220. 1996.

ROMANO, F. V. 2003. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANTOS, A. A importância da TI para a construção civil. **Cimento Itambé**, 2009. Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/a-importancia-da-ti-para-a-construcao-civil/#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20da%20TI%20para%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20civil,-A%20import%C3%A2ncia%20da&text=O%20xis%20da%20quest%C3%A3o%20%C3%A9,d%C3%A1%20mais%20confiabilidade%20%C3%A0s%20decis%C3%B5es>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

SCHWABER, K.; BEEDLE, M. **Agile Software Development with Scrum**. London: Prentice Hall, Upper Saddle River, 2001.

SCIA DO BRASIL. Webinar: Vantagens da modelagem e detalhamento de concreto em BIM. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8-wnwzRjIHA>. Acesso em: 25 out.2018.

SHORE, J.; WARDEN, S. **The Art of Agile Development**: pragmatic guide to Agile Software Development. 1<sup>st</sup> ed. Sebastopol (CA): O'Reilly, 2005.

SOUZA, A. L. O processo de projeto e sua gestão. In: MELHADO, S. B. (Ed.) **Coordenação de projetos de edificações**. São Paulo: O Nome da Rosa, p. 27-47, 2005.

SOUZA, F.; WYSE, M.; MELHADO, S. B. The Brazilian Design Manager Role and Responsibilities after the BIM Process Introduction. In: CIB WBC 2013, Queensland, 2013. **Proceedings...** Queensland. 2013.

SOUSA, R. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: Pini, 1998.

SMOLIAR, S.; SPRAGUE, R. Technology support for communication and understanding. **Journal of Decision Systems**, 12(2), p. 123-130. DOI: 10.3166/jds.12. p. 123-139. 2003.

STAPLETON, J. **Business Focused Development**. 2<sup>nd</sup> ed. London: Pearson Education, 2003.

STEFFENS, W.; MARTINSUO, M.; ARTTO, K. Change decisions in product development projects. **International Journal of Project Management**, v. 25, n. 7, p. 702-713. 2007.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: a research and delivery foundation for industry stakeholders. **Automation in Construction**, 18 (3), p. 357-375, 2008.

TAYLOR, J.; VAN EVERY E. J. **The emergent organization**: communication as its site and surface. Mahway: Psychology Press, 1999.

TAYLOR, J.; COOREN, F.; GIROUX, N.; ROBICHAUD, D. The communicational basis of organization: between the conversation and the text. **Communication Theory**, 6(1), p. 1-39. 1996.

TELES, V. 2005. 181 p. **Um estudo de caso da adoção das práticas e valores do extreme programming**. Dissertação (Mestrado em Informática) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

TOLEDO, E. S. Building Information Modeling: um salto para a modernidade na aplicação da Tecnologia da Informação à Construção Civil. In: PRATINI, Edison Ferreira; SILVA JÚNIOR, Eleudo Esteves de Araujo (Org.). **Criação, representação e visualização digitais**: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. 1ed. Brasília: Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, 2012, p. 25-62.

TOUMI, I. From periphery to center: emerging research topics on knowledge society. **Technology Review**, Helsinki, Aug. 2001.



TUMAN, G. J.; **Development and implementation of effective project management information and control systems**. In CLELAND, D. I.; KING, W. R. Project management handbook. New York: Van Nostrand Reinhold, 1983.

TURNER, R.; **Project management: future developments for the short and medium term**. International Journal of Project Management – Volume 12. Issue 1. 1994.

TZORTZOPOULOS, P. 1999. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

UNDERWOOD, J.; ISIKDAG, U. **Preface: being lost or becoming lost. Handbook of research on building information modeling and construction informatics: concepts and technologies**. Information Science Publishing, 2010.

VELOSO, F.; MATOS, S.; COELHO, B. Produtividade do Trabalho no Brasil: uma Análise Setorial. In: BONELLI, R.; VELOSO, F. (Orgs.). **Ensaio IBRE de Economia Brasileira II**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2014.

VERZUH, E. **MBA Compacto, Gestão de Projetos**. 14 reimpressão, Rio de Janeiro: Elsevier, 2000.

VERGARA, M. L.; BEIZA, R. U. Desafíos y propuestas para la implementación de Building Information Modeling en Chile. In: Congresso da Sociedade Ibero-Americana de Ráfica Digital, 16, 2012, Fortaleza, Brasil. **Proceedings...** Fortaleza, 2012.

WALKER, A. **Project Management in Construction**. 3.ed. London: Blackwell, 1996.

WEINBERG, G. **The Psychology of Computer Programming**. New York: Van Nostrand-Reinhold, 1971.

WHITTAKER, R. **Project management in the process industries**. New York: John Wiley & Sons. 1995.

WILLIAMS, T. The need for new Paradigms for complex projects. **International Journal of Project Management**, n. 5, p. 269-273. 1999.

WINOGRAD, T.; FLORES, F. **Understanding computers and cognition: a new foundation for design**. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation. 1986.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. **The machine that changed the world**. New York: Rawson Associates, 1990.

YANG, J. et al. Critical success factors for stakeholder management: construction practitioners' perspectives. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, 2010.

YANG, J. et al. Stakeholder management in construction: an empirical study to address research gaps in previous studies. **International Journal of Project Management**, v. 29, 2011.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 212 p.

YIP, M. H.; PHALL, R. P.; DAVID, R. Stakeholder engagement in early stage product-service system development for healthcare informatics. In: Technology Management for Emerging Technologies, 2013, San Jose. **Proceedings...** San Jose, CA, 2013, p. 2564-2574.

YUKL, G. **Leadership in Organizations**. 4th ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1998.

ZANCUL, E.; VASSIMON, P.; KAHN, F.; CAVALCANTI, R. **Estudo sobre produtividade na construção civil: desafios e tendências no Brasil**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2014.