

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM**

**JULIANA RODRIGUES MACIEL**

**APLICAÇÃO DO MODELO 4D COMO FERRAMENTA DE  
COMUNICAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRAS.**

**MONOGRAFIA**

**CURITIBA**

**2019**

**JULIANA RODRIGUES MACIEL**

**APLICAÇÃO DO MODELO 4D COMO FERRAMENTA DE  
COMUNICAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRAS.**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Digital e Tecnologia BIM, do Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Adriano Balduino

**CURITIBA**

**2019**



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### APLICAÇÃO DO MODELO 4D COMO FERRAMENTA DE COMUNICAÇÃO NO CANTEIRO DE OBRA

por

**JULIANA RODRIGUES MACIEL**

Esta Monografia foi apresentada em 11 de setembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM**. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

---

Adriano Balduino dos Santos  
Prof. Orientador

---

Fábio Freire  
Membro titular

---

Heverson Akira Tamashiro  
Membro titular

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre me conduzir e abençoar dando-me forças para atravessar esta etapa importante. Aos meus pais, pelo amor incondicional, por estarem sempre presentes e apoiando-me sem medir esforços para que pudesse conquistar meus objetivos. Ao meu noivo por me apoiar a cada segundo e por muitas vezes compreender minha ausência. A todos meus familiares e amigos que sempre incentivaram e acreditam em meu sucesso. Agradeço a Incorporadora e Construtora Laguna por ser uma empresa disposta a incentivar estudos e pesquisas a partir de oportunidades oferecidas pela mesma. A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização do presente trabalho.

## RESUMO

MACIEL, Juliana Rodrigues. **Aplicação do modelo 4D como ferramenta de comunicação no canteiro de obras** 2019. 63 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-Graduação) – Especialização em Engenharia Digital e Tecnologia BIM. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

O planejamento e controle de obras está vinculado praticamente com todas as etapas existentes durante o processo de construção de um empreendimento. Por apresentar tamanha significância, é de extrema valia, que as informações cheguem a todos os envolvidos de uma maneira clara e objetiva. As técnicas convencionais de elaboração de um planejamento de obras, não permitem uma visualização conjunta de elementos temporais e espaciais de um cronograma, possibilitando uma interpretação errônea por parte dos usuários. O desenvolvimento tecnológico nasce com um elemento facilitador deste processo, o BIM (*Building Information Modeling*) ou em tradução literal Modelagem da Informação na Construção, surge como uma metodologia capaz de otimizar a comunicação entre toda a cadeia produtiva da construção civil. O BIM está presente em todo ciclo de vida de uma edificação, na etapa de planejamento de obras ele é denominado BIM 4D, que representa a junção do modelo tridimensional com a dimensão tempo, a partir de modelos 4D. Esse trabalho tem como principal objetivo, acompanhar a utilização da modelagem 4D como uma ferramenta de auxílio na transmissão de informações, referente ao planejamento de um empreendimento em execução de uma construtora de Curitiba-PR. O modelo 4D possibilitou uma visualização mais clara e objetiva do cronograma de obras, minimizando erros de compreensão e interpretação do planejamento, fazendo com que a comunicação entre os responsáveis de planejamento e o canteiro de obras, fosse clara e assertiva. Para medir a percepção dos usuários da ferramenta, aplicou-se um questionário, onde pode-se constatar a viabilidade da utilização da tecnologia BIM como auxílio na comunicação do planejamento no canteiro de obras.

**Palavras-chave:** Planejamento. Comunicação. Modelo 4D. BIM.

## ABSTRACT

The planning and control of works is linked to practically all existing steps during the construction process of a project. Because it is so significant, it is extremely valuable for the information to reach everyone involved in a clear and objective manner. Conventional construction planning techniques do not allow a joint visualization of temporal and spatial elements of a schedule, allowing users to misinterpret. Technological development is born with a facilitating element of this process, the BIM (Building Information Modeling), emerges as a methodology capable of optimizing the communication among the entire production chain of civil construction. BIM is present throughout the life cycle of a building, in the construction planning stage it is called BIM 4D, which represents the junction of the three-dimensional model with the time dimension, from 4D models. This work has as its main objective, to follow the use of 4D modeling as a tool to aid in the transmission of information, regarding the planning of a project under construction by a construction company in Curitiba-PR. The 4D model allowed a clearer and more objective view of the work schedule, minimizing errors of understanding and interpretation of the planning, making the communication between the planners and the construction site clear and assertive. To measure the users' perception of the tool, a questionnaire was applied, which shows the feasibility of using BIM technology as an aid in communicating planning at the construction site.

**Keywords:** Planning. Communication. 4D Model. BIM.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - A evolução dos projetos ou das representações e documentações das 'instruções para construir' uma edificação ou instalação .....	18
Figura 2 - O BIM e o ciclo de vida da edificação .....	20
Figura 3 - Principais macrofases do ciclo de vida típico de um empreendimento e os principais benefícios da adoção BIM.....	21
Figura 4 - Exemplo de níveis distintos de modelagem em modelo de construção....	27
Figura 5 – Representação AES.....	31
Figura 6 - Representação AEN .....	31
Figura 7 – Representação linha de balanço.....	32
Figura 8 – Representação de fases do Planejamento 4D .....	35
Figura 9 – Matriz de responsabilidade .....	35
Figura 10 – Respresentação Navisworks.....	37
Figura 11 – Representação Srynchro.....	38
Figura 12 – Fluxo de Trabalho Vico Office .....	39
Figura 13 – ROC BATEL.....	41
Figura 14 – Janela comparativa planejado X realizado.....	43
Figura 15 – Diretriz para modelagem de esquadrias de madeira – BIM Mandate....	44
Figura 16 – Trecho do documento MEA.....	45
Figura 17 – Fluxo de elaboração modelo 4D.....	45
Figura 18 – Representação por cores, atividades internas .....	47
Figura 19 – Representação de atividades internas e externas.....	48
Figura 20 – Exemplo Padronização de cores por atividades .....	49
Figura 21 – Exibição de Legendas no modelo 4D.....	49
Figura 22 – Exibição do modelo 4D durante as reuniões de planejamento .....	50
Figura 23 - Fluxo de atualização 4D.....	50
Figura 24 – Metas 4D Semana 1 Março/2019.....	52
Figura 25 – Metas 4D Semana 2 Março/2019.....	53
Figura 26 – Metas 4D Semana 3 Março/2019.....	54
Figura 27 – Metas 4D Semana 4 Março/2019.....	55
Figura 28 - Pesquisa modelo 4D como ferramenta de comunicação – Pergunta 1...57	
Figura 30 - Pesquisa modelo 4D como ferramenta de comunicação – Pergunta 2 e 3 .....	58
Figura 31 - Pesquisa modelo 4D como ferramenta de comunicação – Pergunta 4 e 5 .....	58
Gráfico 1 – Avaliação da experiência com o modelo 4D .....	59
Gráfico 2 – Benefícios da utilização do 4D na comunicação entre o setor de Planejamento e equipe Gerencial de obra .....	59

Gráfico 3 - Benefícios da utilização do 4D na comunicação entre equipe Gerencial de obra e o mestre .....	60
Gráfico 4 - Benefícios da utilização do 4D na comunicação entre equipe Gerencial de obra e empreiteiros .....	60
Gráfico 5 - Benefícios da utilização do modelo 4D como ferramenta de comunicação .....	61
Quadro 1 - Níveis de Desenvolvimento do Modelo BIM.....	26
Quadro 2 – Representação Cronograma de Barras.....	30
Quadro 3 – Pesquisa benefícios do 4D.....	36
Quadro 4 – Comparação modelagem 4D e técnicas tradicionais de planejamento ..	40



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	15
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>16</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>17</b>
4.1 INSERÇÃO DA TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL 17	
4.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) .....	18
4.2.1 Dimensões do Modelo BIM.....	21
4.2.1.1 A 4ª dimensão da tecnologia BIM .....	23
4.2.2 Nível de Desenvolvimento do Modelo.....	23
4.3 MANUAIS E GUIAS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM.....	27
4.4 PLANEJAMENTO DE OBRA MÉTODO CONVENCIONAL.....	28
4.4.1 Lista de Prazos .....	29
4.4.2 Cronograma de Barras .....	30
4.4.3 Cronograma de Redes.....	30
4.4.4 Método da Linha de Balanço ou do Tempo Caminho.....	31
4.5 PLANEJAMENTO DE OBRAS COM BIM.....	32
4.5.1 Contratação do Planejamento 4D.....	34
4.6 COMUNICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRAS ATRAVÉS DA TECNOLOGIA BIM .....	36
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>41</b>
5.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO – OBRA ROC BATEL.....	41
5.2 DESENVOLVIMENTO DO PLANEJAMENTO 4D .....	42
5.2.1 Etapas Da Modelagem 4D.....	45
5.2.2 Utilização do modelo 4D no canteiro de obras .....	51
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>56</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>62</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>63</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Ao longo do período de execução de um empreendimento há muitas equipes envolvidas em cada fase da construção, logo, muitas são as trocas de informações, principalmente entre setores gerenciais e o canteiro de obras. Para (ABREU et al., 2018) o sucesso de um projeto está vinculado com a efetividade da comunicação entre todos os envolvidos. Pesquisas realizadas pelo PMI (Project Management Institute) 2013 Pulse of the Profession TM revelam que a cada US \$ 1 bilhão de dólares designados para o desenvolvimento de projetos, aproximadamente US \$ 135 milhões de dólares podem ser gastos por ineficiências e falhas, sendo que destes cerca de US \$ 75 milhões são gastos por consequência de uma comunicação ineficaz o equivalente a 56% dessas perdas.

Em um cenário de constante crescimento e desafios como o da construção civil, cada vez mais as organizações estão em busca de implementar estratégias que visam a otimização de custo e prazo das obras, sem se perder a qualidade e eficiência dos empreendimentos desenvolvidos. Alda (2016), aponta que o desenvolvimento do planejamento de uma obra, por estar vinculado com todas as etapas consistentes na construção de um edifício, é um fator significativo intrínseco nos procedimentos de uma empresa. Gusmão (2008), acrescenta que o sucesso de cada empreendimento, está vinculado principalmente à etapa de planejamento das edificações. Por se tratar de uma atividade relevante durante as fases construtivas, é de significativa relevância que as informações referentes ao planejamento de obra, cheguem aos envolvidos, da maneira mais clara possível, mas de acordo com (BAIA et al., 2014) durante o processo de planejamento, podemos encontrar dificuldades no momento de comunicar ideias para todos os participantes do projeto.

Tendo em vista uma contribuição para melhoria da comunicação entre os setores da AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção) (VELOSO et al., 2018) apontam que o BIM (Building Information Modelling) ou Modelagem da Informação da Construção em tradução literal, pode auxiliar na otimização da comunicação entre setores envolvidos. Para a Câmara Brasileira da Indústria da Construção CBIC (2016), a tecnologia BIM surge como instrumento com potencial para mudar a cultura dos agentes de toda a cadeia produtiva do setor, pois sua utilização requer novos métodos de trabalho e novas posturas de relacionamento entre arquitetos, projetistas, consultores, contratantes e construtores. Eastman et al. (2008 p.13),

definem a ferramenta como “tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção”.

Baseia-se o BIM na produção de modelos de construção digitais 3D paramétricos, alimentados por informações como especificações, prazos, custos e outros. Embora possa ser considerado um produto, destaca-se também como processo para produção de informação, atribuindo função e comportamento aos elementos de uma edificação, constituindo-se uma base de dados comum e integrada, capaz de fornecer informações organizadas, envolvendo múltiplos *stakeholders* em diferentes fases do ciclo de vida de uma edificação CTE (2012).

Desde o início do processo BIM, é de grande valia definir os resultados que se almejam alcançar a partir da utilização do modelo. (EASTMAN et al., 2008), destacam que se faz necessária a determinação dos objetivos esperados do modelo, para assim determinar o nível de detalhe das informações.

O BIM traz consigo diversas dimensões de modelos, que de acordo com a CBIC (2016), representam fases específicas do ciclo de vida de uma edificação. (CAMPESTRINI et al., 2015) demonstram que as dimensões de um modelo estão relacionadas ao modo que o mesmo é programado, o que resulta no tipo de informação que será transmitida. Entre as dimensões existentes da tecnologia, encontra-se o 4D que representa a integração entre o planejamento de obra e o modelo geométrico. (BAIA et al., 2014), acrescentam que a 4ª dimensão do BIM representa a sobreposição da dimensão tempo com o espaço tridimensional, permitindo uma real visualização do progresso da construção atrelado com seu cronograma. A utilização da modelagem 4D traz consigo o aumento da comunicação e consequentemente o entendimento das decisões entre os envolvidos apontam (BIOTTO et al., 2015).

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo analisar e identificar as vantagens, que a modelagem 4D pode trazer para a comunicação entre setores estratégicos e operacionais durante a execução de um empreendimento.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar as barreiras encontradas hoje na comunicação entre o planejamento estratégico e o setor operacional;
- Estudar maneiras de se amenizar as dificuldades encontradas a partir da modelagem 4D;
- Propor melhorias de comunicação dentro do canteiro de obras a partir da utilização da ferramenta BIM 4D;
- Medir a efetividade das melhorias apontadas no estudo;
- Implantar os benefícios encontrados.

### 3 JUSTIFICATIVA

Ao longo do período de execução de um empreendimento há muitas equipes envolvidas em cada fase da construção, logo, muitas são as trocas de informações, principalmente entre setores gerenciais e o canteiro de obras.

Dentre todas as áreas envolvidas no processo construtivo, encontra-se o setor de planejamento e controle, responsável por planejar e controlar as atividades de obra, e como consequência garantir os resultados esperados em termos de prazo, custo e qualidade.

Durante o período de construção, é de extrema valia, que as informações cheguem aos envolvidos de forma clara e limpa, sem a existência de ruídos que possam gerar interpretações inconsistentes e conseqüentemente fazer com o que os objetivos da empresa não sejam alcançados. Devido seu grau de importância, uma das informações que necessitam ser transmitidas de forma transparente é o planejamento de obra, nele estão contidas toda a programação que deve ser seguida, para que metas traçadas pela empresa sejam alcançadas.

Contendo uma extensa quantidade de informações, o método tradicional de planejamento, por não possibilitar uma visão do cronograma de obra em uma dimensão tridimensional, durante algum tempo possibilitou uma interpretação abstrata dos dados transmitidos.

Tendendo a apresentar um potencial de melhoria na comunicação entre os setores da construção civil, o BIM surge como uma ferramenta de auxílio nas transmissões de informações, tendo consigo a dimensão 4D que pode apresentar uma visão real da sequência construtiva, conectando as mensagens de aspectos temporais e espaciais.

A fim de avaliar a eficiência desta comunicação, o presente trabalho justifica-se na análise de como a modelagem BIM 4D pode auxiliar no aperfeiçoamento da transmissão de mensagens diariamente no ambiente construtivo.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o intuito de embasar o desenvolvimento do presente trabalho, a seguir, aprofunda-se sobre a temática abordada, apresentando as contribuições dos autores para entendimento dos conceitos de evolução da tecnologia na construção civil, BIM e suas especificidades associados a 4ª dimensão do processo, conceitos de planejamento de obra, e ainda no fim do capítulo, uma descrição da utilização do BIM no processo de planejamento de obras, gerando assim subsídios para o atingimento dos objetivos deste trabalho.

### 4.1 INSERÇÃO DA TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Empresas que almejam reconhecimento no mercado pelo trabalho que designam, buscam a cada dia maneiras de aumentar seu desempenho, visando uma maior produtividade e competitividade. Para Albertin (2009), a utilização da tecnologia da informação em muitos casos, pode vir a alavancar este desempenho, pelo fato de oferecer grandes oportunidades e funcionalidades para o trabalho.

A indústria da construção vem passando por várias fases de adaptações buscando-se adequar as novas tecnologias. Um dos ciclos mais notórios caracteriza-se no fato das empresas deixarem os desenhos em papéis de lado e passarem a utilizar as ferramentas CAD (*Computer Aided Design*) Ferreira (2015). Os sistemas CAD baseiam a geometria em coordenadas que desenvolvem entidades gráficas gerando elementos de representações como paredes, portas, etc. (COELHO et al., 2008). (EASTMAN et al., 2008), complementam dizendo que o CAD consiste em vetores com informações para definição de desenhos, como tipos de linha e identificação de camadas para a formação de imagens 2D.

A realização de mudanças em projetos desenvolvidos nas ferramentas CAD, envolvem uma grande mão de obra devido as inúmeras modificações manuais que serão necessárias até a adequação de todo o projeto. Com o BIM, estes trabalhos de adaptações são reduzidos, uma vez que a tecnologia permite a realização de alterações dinâmicas, ou seja, ao se realizar uma mudança nos projetos, todas a

pranchas são simultaneamente atualizadas a partir de modelos paramétricos (COELHO et al., 2008).

(COELHO et al., 2008), consideram o BIM como uma evolução do CAD, capaz de gerenciar informações durante todo o ciclo de vida de uma edificação. (CAMPESTRINI et al., 2015), relatam que o BIM surgiu na década de 70 a partir de estudos científicos realizados por países tecnologicamente desenvolvidos, com objetivo de suprir as carências existentes em momentos de tomada de decisão devido ao crescimento das exigências do mercado em atividades como por exemplo sustentabilidade, certificação ambiental e como forma de organizar informações geradas ao longo do desenvolvimento de atividades de projeto e construção.

A Figura 1 representa a evolução das maneiras de se projetar a construção de uma edificação, desde projetos sem documentação alguma até o BIM com modelos e documentos.

Maquetes físicas	Pranchetas	CAD	BIM
			
Sem documentação	Apenas documentos (desenhos)	Apenas documentos (desenhos)	Modelos e documentos

**Figura 1 - A evolução dos projetos ou das representações e documentações das 'instruções para construir' uma edificação ou instalação**

Fonte: CBIC (2016)

#### 4.2 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Com o decorrer do tempo, novos métodos de trabalhos surgem em inúmeras esferas como resultado do impulsionamento da tecnologia. Sendo um exemplo disso, o BIM (*Building Information Modeling*), que surgiu para contribuir de forma gradual e efetiva no desenvolvimento tecnológico de construtoras por ampliar a capacidade de análise e qualificar suas informações para tomada de decisões (CAMPESTRINI et al., 2015).

De acordo com CBIC (2016), a Modelagem da informação da construção o BIM tem trazido grandes mudanças tecnológicas para a área da construção civil, demandando novas práticas de relacionamento entre toda a cadeia produtiva do setor, e novos métodos de trabalho.

Alguns autores da temática definem o BIM das seguintes formas:

O BIM é um conjunto de tecnologias, processos e políticas que possibilita que as partes interessadas possam, de modo colaborativo, projetar, construir e operar uma edificação ou instalação BIMDICTIONARY (2016).

Para (EASTMAN et al., 2008), o BIM é uma tecnologia de modelagem e um conjunto de processos associados para comunicar, produzir e analisar modelos de edifícios, trazendo uma das mais promissoras propostas de desenvolvimento para os setores da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

No primeiro volume da coletânea implementação do BIM para construtores e incorporadores da CBIC encontra-se:

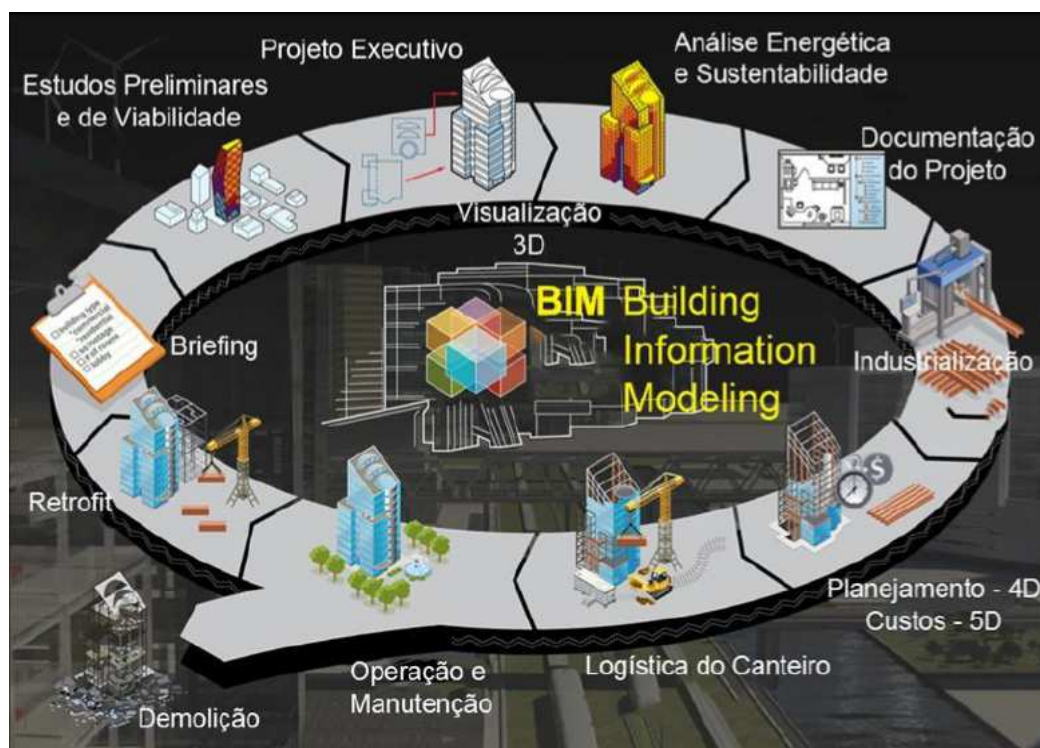
BIM é um conjunto de políticas, processos e tecnologias que, combinados, geram uma metodologia para gerenciar o processo de projetar uma edificação ou instalação e ensaiar seu desempenho, gerenciar as suas informações e dados, utilizando plataformas digitais (baseadas em objetos virtuais), através de todo seu ciclo de vida (CBIC, 2016, p.22).

De acordo com o *American Institute of Architects* – AIA (apud CBIC, 2016, p.23), a tecnologia BIM baseia-se na associação de um modelo a um banco de dados constituindo por informações de um projeto. A *National Building Information Modeling Standards*- NBIMS complementa ainda que o modelo BIM é um recurso que permite o compartilhamento de tais informações entres os envolvidos no projeto, fator que gera uma contribuição significativa nas tomadas de decisões que ocorrem ao longo do ciclo de vida de um empreendimento.

(CAMPESTRINI et al., 2015), ressaltam que modelos paramétricos de edificações são utilizados como base para o desenvolvimento do processo, com objetivo de integrar profissionais e sistemas com interoperabilidade.

Munch (2016), reforça que a tecnologia BIM passa por todos os ciclos de uma edificação, desde estudos de viabilidade até atividades de demolição ou de retrofit que abrange a reabilitação ou modernização de estruturas ultrapassadas ou fora de norma. A Figura 2 a seguir, retrata todo este contexto, demonstrando todas as etapas de uma construção em que o BIM pode estar inserido.





**Figura 2 - O BIM e o ciclo de vida da edificação**  
**Fonte: Autodesk adaptado MANZIONE (2013)**

Conforme Eastman et al. (2008 apud MANZIONE, 2013, p. 39), classificam-se em quatro fases os usos e benefícios do BIM nas etapas de vida de uma construção:

Etapa concepção: estudos preliminares de conceitos e viabilidade de um projeto.

Etapa de Projeto: Aumento da precisão nas visualizações a cada avanço das etapas de projeto, atualizações automáticas no modelo ao se realizar alterações no projeto, colaboração nas etapas de orçamentação a partir da extração automática de elementos que compõem um levantamento de quantitativos, contribuição para antecipação do trabalho Multidisciplinar;

Etapa de execução: sincronização do planejamento da obra com os objetos do modelo, reconhecimento de interferências físicas entre elementos do edifício em etapas predecessoras a execução da obra, sincronização das fases de aquisição, projeto e construção.

Etapa de operação: melhor gerenciamento da operação dos sistemas e ativos do edifício.

Ampliando o conceito das etapas evolutivas de um empreendimento, a Figura 3 a seguir demonstra algumas vantagens que podem ser adquiridas a partir da adoção BIM em uma edificação desde o projeto conceitual até uso e operação.



**Figura 3 - Principais macrofases do ciclo de vida típico de um empreendimento e os principais benefícios da adoção BIM**  
 Fonte: CBIC (2016)

#### 4.2.1 Dimensões do Modelo BIM

A descrição de um modelo pode ocorrer a partir dos requisitos de informação que o mesmo poderá dar suporte e também por meio do conteúdo que lhe é incorporado (EASTMAN et al., 2014). Para (CAMPESTRINI et al., 2015), as dimensões de um modelo estão diretamente relacionadas ao modo como o mesmo está sendo programado, fator que resulta no tipo de informação a ser transmitida.

Com a progressão das etapas de projeto e com soluções construtivas determinadas, intercorre a consolidação das informações necessárias para o desenvolvimento dos diferentes modelos BIM, que representam fases específicas do ciclo de vida de uma edificação CBIC (2016).

As dimensões de um modelo são separadas em 3D, 4D, 5D, 6D e ND, de acordo com (CAMPESTRINI et al., 2015), conforme indicado abaixo:

2D Gráfico: representação gráfica planejada, plantas do empreendimento;

Modelo 3D: é composto por informações espaciais e de qualidade do projeto, cujos quais permitem a extração de informações referentes a compatibilização, especificações de materiais e acabamentos como também a extração de quantitativos.

Modelo 4D: Modelo programado para receber informações relativas a prazos como, produtividade dos funcionários, sequência construtiva, é capaz de transmitir informações referentes ao cronograma da obra, como ritmo de produção, início e fim de atividades entre outras.

Modelo 5D: Possui suporte para receber informações referentes a custos de serviços, como custos com materiais, mão de obra e equipamentos. Com o 5D torna-se possível coletar informações referentes a custos de atividades de obra e curva ABC por exemplo, função que contribui diretamente com as atividades de orçamento da obra.

Modelo 6D: Utilizado para gerar informações de custos referentes a operação e manutenção de um edifício. É composto por exemplo com informações como validades de materiais, ciclos de manutenção, consumos elétricos e hidráulicos.

As tomadas de decisões do projeto acabam se tornando mais completas e complexas a partir da evolução dos níveis de desenvolvimento de um modelo.

Dentre as dimensões apresentadas, temos o a quarta dimensão chamada também de 4D. A seguir aprofundaremos nosso entendimento sobre esta etapa, a partir dos conceitos de estudiosos da temática.

#### 4.2.1.1 A 4ª dimensão da tecnologia BIM

Podemos entender a 4ª dimensão do processo BIM como a integração entre o planejamento de obra e Modelo geométrico. Karmeedan (2010 apud SMITH, 2014), define o 4D como o processo de planejamento para conectar atividades da construção representadas em cronogramas com modelos 3D, para desenvolver simulação gráfica oferecendo a possibilidade de analisar a construtibilidade e planejamento do fluxo de trabalho de uma construção. A utilização deste recurso possibilita análises críticas de aspectos temporais, sequenciais e espaciais de um projeto.

De acordo com (EASTMAN et al., 2014), no final dos anos 80 grandes indústrias envolvidas em construções de infraestruturas complexas, enfrentavam muitos problemas com atrasos e erros em seus planejamentos, o que gerava grandes impactos em prazo e custo de obra. Neste contexto, estas organizações desenvolveram os modelos 4D como uma alternativa de minimizar tais fatos. Conforme a indústria da Arquitetura, Engenharia e Construção foram evoluindo, adotando ferramentas 3D, as mesmas começaram a integrar manualmente a geometria com cada fase de período de tempo. Na década de 1990 as ferramentas comerciais começaram a evoluir, e permitindo a integração automática do modelo 4D com a geometria 3D.

ABDI (2017), enfatiza que modelos 4D são ferramentas de comunicação e integração, entre todas as partes envolvidas, e que muitos são os benefícios em sua utilização, como veremos nos próximos capítulos. Porém para desfrutarmos de todos os possíveis benefícios, (EASTMAN et al., 2014), apontam que se faz necessário um modelo 3D apropriado da construção para ser conectado ao cronograma da obra, que por sua vez, contenha datas de início e término para cada objeto.

#### 4.2.2 Nível de Desenvolvimento do Modelo

*Level of Development* (LOD), ou em português Nível de Desenvolvimento (ND), foi um conceito criado para viabilizar uma estrutura conceitual capaz de orientar de forma coordenada o desenvolvimento de projetos e a evolução do detalhamento de suas informações referentes a ele Manzione (2013).

De acordo com BIMForum (2015), muitas vezes, os termos nível de detalhe e nível de desenvolvimento são trocados, no entanto há diferenças importantes entre ambos. Nível de detalhe é quando a representação gráfica (detalhe) é inserida no elemento do modelo, já o nível de desenvolvimento é o grau em que a geometria do elemento e informações anexadas foram pensadas, ou seja, o grau em que os membros da equipe do projeto podem confiar na informação ao usar o modelo.

O conceito Nível de Desenvolvimento foi criado pelo AIA em 2008 através da publicação do conjunto de definições no documento AIA E202-2008. Devido a rápida evolução do uso do BIM foram criados o AIA G201-2013 e AIA G202-2013 que são documentos atualizados e reconfigurados BIMForum (2015).

Manzione menciona:

Os níveis de desenvolvimento são representados em uma escala que varia em cinco graus, correspondendo a um detalhamento que vai ocorrendo progressivamente ao longo do projeto: 100 (fase conceitual), 200 (geometria aproximada), 300 (geometria precisa), 400 (execução ou fabricação) e 500 (obra concluída). Esta escala foi feita em graduações de 100 unidades, prevendo a possibilidade futura da criação de níveis intermediários (MANZIONE, 2013, p. 85).

De acordo com o BIMForum (2015), os elementos ND-100 não são representações geométricas, são informações anexadas a outros elementos do modelo ou símbolos que mostram a existência de um componente, mas não sua forma, tamanho ou localização precisa, sendo qualquer informação derivada destes elementos considerada aproximada.

No ND-200 os elementos são espaços reservados genéricos, eles podem ser reconhecidos como os componentes que representam, ou podem ser volumes para reserva de espaço, porém qualquer informação derivada deve ser considerada aproximada. No caso do ND-300, a quantidade, o tamanho, a forma, a localização e a orientação do elemento tal como foi concebido podem ser medidos diretamente a partir do modelo sem se referir a informações não modeladas. No ND-350 as peças necessárias para a coordenação do elemento com elementos próximos ou ligados são modeladas, essas peças incluirão itens como suportes e conexões e elementos do ND-300. Um elemento ND-400 é modelado com detalhes e precisão suficientes para a fabricação do componente representado. Por fim, no ND-500 o elemento do modelo é uma representação verificada em termos de tamanho, forma, localização, quantidade e orientação, informações não gráficas também podem ser anexadas aos elementos do modelo.

De acordo com Manzione (2013), o AIA elaborou diretrizes para vários ND considerando alguns usos do BIM, como planejamento, custos, cumprimento de programa, entre outros, que estão descritos na Quadro 1.

<b>Níveis de Desenvolvimento (especificações e usos do BIM)</b>					
<b>Níveis</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>
<b>Conteúdo do modelo</b>	<b>Conceitual</b>	<b>Geometria aproximada</b>	<b>Geometria precisa</b>	<b>Execução-fabricação</b>	<b>As-built</b>
Projeto e coordenação	Estudos de massa, volumes, zonas, modelados em 3 dimensões ou representados por outros dados	Os elementos são modelados de forma genérica e aproximadas de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados com o objetivo de montagem, de forma precisa e exata de suas dimensões, peso, quantidades, orientações e localização contendo o detalhamento completo de fabricação e montagem. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo	Os elementos são modelados conforme construídos com informações precisas e exatas das dimensões, peso, quantidades, orientação e localização. Informações não geométricas podem ser anexadas ao modelo
<b>Usos recomendados</b>					
Planejamento	Duração global da obra; Macro-planejamento; Fases e maiores elementos.	Escala de tempo, apresentação ordenada dos elementos principais.	Apresentação ordenada pelo tempo das atividades principais e de conjuntos detalhadas	Fabricação e detalhes de montagem, incluindo meios e métodos de construção (gruas, elevadores, escoramentos, etc)	

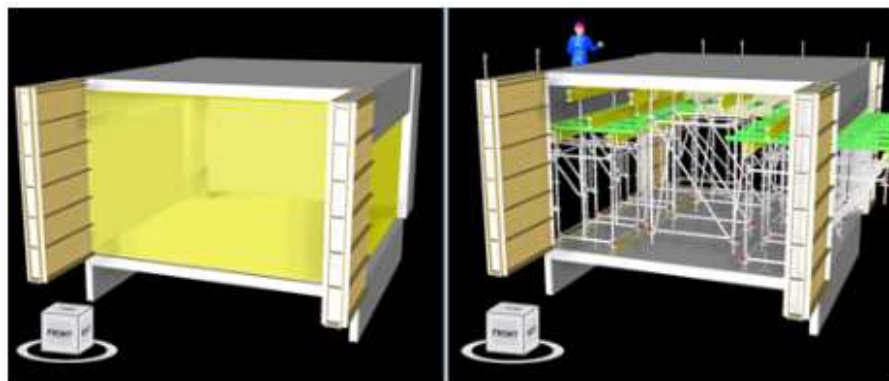
Estimativa de Custos	Custos estimados; Ex. R\$/m <sup>2</sup> de área de construção, R\$/quarto de hotel.	Custo estimado baseado em dimensões de elementos genéricos como paredes, lajes, etc.	Custos baseados em dimensões precisas e especificações completas e detalhadas	Preços confirmados em propostas de fornecedores	Custos realizados
Cumprimento de programa de necessidades	Áreas brutas dos diversos setores	Requisitos específicos de cada um dos ambientes	Casos específicos, instalações e conexões.		
Materiais sustentáveis	Estratégias para atendimento dos requisitos LEED	Quantidades aproximadas de materiais organizados pelas categorias LEED	Quantidades precisas de materiais com a porcentagem de materiais reciclados	Seleção dos fornecedores específicos	Documentação das compras e especificações
Análises e simulações de iluminação; uso de energia, fluxos de ar.	Estratégias e critérios de desempenho baseado em áreas e volumes	Projeto conceitual baseado na geometria aproximada e em predefinições de sistemas	Simulação aproximada baseada em sistemas projetados	Simulação precisa baseada nas especificações do fabricante e em detalhes dos componentes dos sistemas	Comissionamento e registro dos resultados obtidos
<b>Outros usos que podem ser desenvolvidos</b>					
Circulação, rotas de fuga, acessibilidade					
Atendimento de requisitos de normas					

**Quadro 1 - Níveis de Desenvolvimento do Modelo BIM**  
**Fonte: Adaptado de MANZIONE (2013)**

BIMForum (2015), afirma que os modelos de projeto em qualquer fase do fornecimento conterão invariavelmente elementos e montagens em vários níveis de desenvolvimento. Então, não é lógico exigir um "modelo ND-200" na conclusão da fase de projeto esquemático. Em vez disso, o modelo conterá elementos modelados em vários níveis de desenvolvimento.

Conforme consta no manual ABDI (2017), o nível de detalhe dos objetos do modelo 4D, podem ser simplificados, sem diminuir a capacidade de comunicar o

planejamento. Temos como exemplo a figura 4 a seguir que representa a interferência física do escoramento metálico em um ambiente.



**Figura 4 - Exemplo de níveis distintos de modelagem em modelo de construção.  
Fonte: ABDI (2017) apud Suzuki (2015)**

#### 4.3 MANUAIS E GUIAS DE IMPLEMENTAÇÃO BIM

Através de incentivos governamentais vários países elaboraram seus próprios guias BIM com diretrizes, que apresentam estratégias e abordagens visando atender aspectos específicos da modelagem, entre eles estão: Austrália, Estados Unidos, Finlândia, Reino Unido tzortzopoulos (2014).

Na Austrália o NATSPEC criou o National BIM Guide que é o documento de referência central que define os papéis e responsabilidades, procedimentos de colaboração, aprovação de software, requisitos de modelagem, entregas digitais e padrões de documentação para projetos em geral. Ele também fornece orientação sobre uma série de usos para BIM NATSPEC (2011).

Nos Estados Unidos o NBIMS foi desenvolvido pela organização Building Smart, com sua terceira e última edição publicada em 2013, tem por objetivo a implementação do BIM na gestão do processo de projeto, com o intuito de disponibilizar padrões que altere a presente maneira de gerir o ciclo de vida das construções. Também, outro objetivo é a padronização da forma como os profissionais utilizam o BIM, para que facilite a troca de informação entre os processos. Países como Coreia do Sul e Reino Unido adotaram partes do NBIMS para auxiliar seus próprios padrões BIM NBIMS (2013).



No Brasil, o estado de Santa Catarina foi pioneiro com a implementação do Caderno de apresentação de projetos BIM, desenvolvido pela Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Santa Catarina, que faz parte da Rede BIM Gov. Sul cujo os estados do sul do país criaram tal rede para promoção de ações integradas de fomento para implantação de BIM na esfera pública estadual, priorizando os valores da cooperação, transparência, sustentabilidade, excelência e inovação SEIL-PR (2015).

A implantação do Caderno BIM pelo estado de Santa Catarina foi motivada pelo esclarecimento de pontos conflitantes dos projetos até então feitos, entre elas destacam-se: omissão de informações; apresentação de sistemas/elementos próprios de cada escritório/empresa; falta de itens apresentados nos projetos; nomeação de arquivos sem referência; cotas editadas; escalas modificadas; problemas em impressões, entre outros. Com o objetivo final de organizar e agilizar os processos de comunicação e também simplificar o arquivamento e a documentação por eles produzidos e vinculados SANTA CATARINA (2015).

Neste contexto, o Plano de Execução BIM (PEB) faz parte do Manual/Guia de Implementação BIM em que deve listar os objetivos acordados para a entrega, expiração, reutilização e entrega final. Também, determina como a informação é gerenciada, planejada e documentada, quais métodos e procedimentos padrão serão usados para entregar a informação. O PEB deve incluir funções e responsabilidades acordadas (e autoridades relevantes e processos de aprovação), uma estratégia para os principais produtos e quais as informações existentes, e um guia para os principais marcos do projeto e onde estes se encaixam no programa mais amplo NBS (2017).

#### 4.4 PLANEJAMENTO DE OBRA MÉTODO CONVENCIONAL

Com as novas tecnologias e tendências do mercado, os edifícios cada vez mais, estão se tornando estruturas complexas, que serão resultantes de um extenso processo de projeto, planejamento e construção. Para Gusmão (2008), o sucesso de cada empreendimento está vinculado principalmente com as etapas de planejamento das edificações. Mattos (2010), acrescenta que o planejamento de

obra, é um dos principais elementos de um gerenciamento, que envolve algumas atividades, estando entre elas a comunicação.

A tarefa de planejamento de um empreendimento, abrange estudos de longo, médio e curtos prazos, direcionado nas metas das equipes e programações diárias Silva (2011).

De acordo com Vargas (2009), o planejamento de um projeto, é elaborado e um nível estratégico e tático, para ser executado no nível operacional. OLIVEIRA define o planejamento estratégico (2002, p. 48):

“[...] é o processo administrativo que proporciona sustentação metodológica para se estabelecer a melhor direção a ser seguida pela empresa, visando ao otimizado grau de interação com o ambiente e atuando de forma inovadora e diferenciada. [...]”.

Oliveira (2006), indica que o planejamento tático, não trabalha na empresa como um todo, mas sim em uma determinada área específica, ou seja, atua na decomposição dos objetivos e estratégias do nível estratégico.

É função da etapa operacional a partir de processos e atividades, executar o planejamento estratégico e tático da organização Oliveira (2006).

Silva (2011), indica que finalizada o nível estratégico e tático, é formulado uma programação, que necessita de controles, pois é onde se avalia a eficiência do que se foi planejado, e caso seja necessário, estuda-se alternativas de reprogramação.

De acordo com Gehbauer (2002), existem quatro formas de representar um planejamento de obras, a partir da apresentação de um cronograma, por lista de prazos, cronograma de barra ou gráfico de Gantt, rede de precedências e linha de balanço ou tempo caminho. São determinados de acordo com o tipo, volume e grau de complexidade das atividades, e também conforme o volume de informações que devem conter.

#### 4.4.1 Lista de Prazos

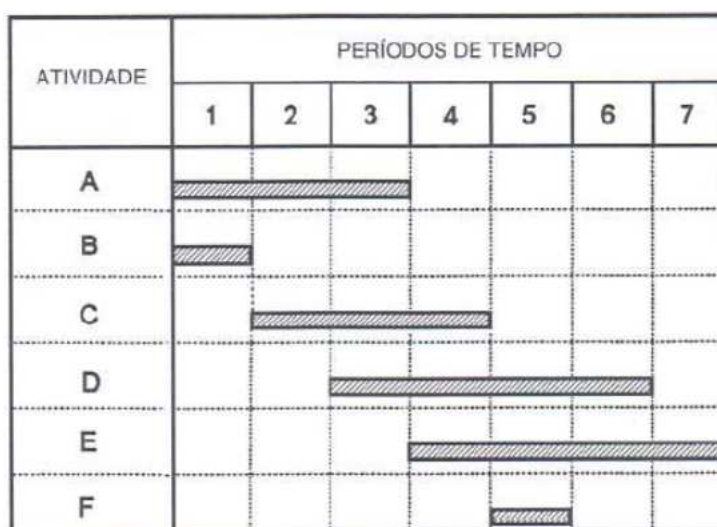
Trata-se de uma lista de serviços que contém informações de duração, datas de início e término de cada tarefa, porém não representa interdependência com

outras atividades, tem função apenas de iniciar a etapa de cálculo e definições de prazos de um cronograma Gehbauer (2002).

#### 4.4.2 Cronograma de Barras

O cronograma de barras, é uma outra forma de se planejar atividades ao decorrer do tempo, conhecido também como gráfico de Gantt. Segundo Gehbauer (2002), possui uma visualização clara do conjunto de atividades e permite uma certa facilidade de leitura e compreensão.

Limmer (2013), destaca que neste método, tem-se em uma coluna as atividades a serem desenvolvidas, e em outra coluna, encontra-se as durações das atividades representadas por barras horizontais, estendidas de acordo com a unidade de tempo estipulada. A seguir temos no quadro 2 uma representação do cronograma:



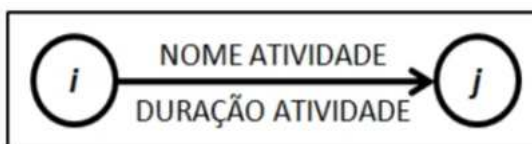
**Quadro 2 – Representação Cronograma de Barras**  
Fonte: LIMMER (2013)

#### 4.4.3 Cronograma de Redes

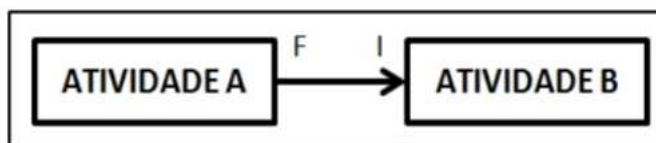
A utilização do cronograma de redes ou rede de precedências, está vinculada com a utilização de softwares de gerenciamento de projetos, como por

exemplo MS Project, demonstra as interdependências das diversas atividades entre si Gehbauer (2002).

As redes podem ser representadas de duas formas, uma como atividades em setas (AES) em que são necessárias cinco variáveis, duas para a extremidade de início da seta, duas para a extremidade de fim e uma para representar o sentido. A segunda forma é representada por nós (AEN) onde são necessárias apenas duas variáveis Limmer (2013). A Seguir temos a representação dos dois métodos:



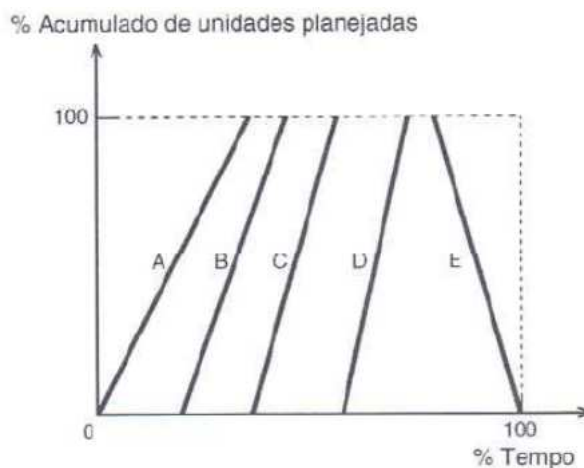
**Figura 5 – Representação AES**  
Fonte: LIMMER (1996)



**Figura 6 - Representação AEN**  
Fonte: LIMMER (1996)

#### 4.4.4 Método da Linha de Balanço ou do Tempo Caminho

Em obras ou edifícios que apresentam uma padronização nos pavimentos, pode-se utilizar o método da linha de balanço, que consiste em traçar linhas em um eixo cartesiano, que representam uma atividade e sua respectiva evolução. A seguir temos uma representação desta técnica, onde no eixo das abscissas marca-se o tempo, e no eixo das ordenadas, os valores acumulados do andamento do que se foi planejado para cada atividade Limmer (2013).



**Figura 7 – Representação linha de balanço**  
**Fonte: LIMMER (2013)**

Segundo Mattos (2010), a técnica da linha de balanço baseia-se na premissa de que o avanço das tarefas aconteça de uma forma linear, ou seja, os ciclos de andamento das atividades ocorrem de forma uniforme. A declividade da reta, representa sua produtividade. Através da linha de balanço, pode-se verificar, quando o serviço será executado em cada pavimento.

Mattos (2010), aponta que uma das principais vantagens deste método, é o fato de se poder comparar o previsto e o realizado das atividades. Colocando a linha de balanço inicial, plota-se no gráfico o avanço real do empreendimento, e avalia-se o progresso do projeto.

Controlar o cronograma deve ser uma atividade constante, uma vez que monitorando o andamento das atividades se faz possível ao final do projeto analisar os eventuais desvios do planejado para o executado, a fim de se registrar o histórico da duração e andamento do projeto PMI (2015).

#### 4.5 PLANEJAMENTO DE OBRAS COM BIM

Para (EASTMAN et al., 2014), os métodos tradicionais de planejamento não registram corretamente os componentes espaciais interligados as atividades de um cronograma. Koo e Fischer (1998), reforçam a maneira convencional de trabalhar com o planejamento, não propiciam informações sobre o contexto espacial e grau de complexidade de elementos de um projeto, como também permite diferentes

interpretações de um cronograma por propiciar uma apresentação muitas vezes abstrata do mesmo, devido à grande quantidade de atividades e precedências.

(FISCHER et al., 2005), apontam o modelo 4D como uma ferramenta capaz de trazer muitos benefícios para a atividade de planejamento de uma obra. Koo e Fischer (1998) relatam que o planejamento com 4D permite a visualização do processo de construção, possibilita a detecção de erros antes mesmo da execução, como também uma maior compressão do cronograma, por ter os aspectos espaciais e temporais intimamente conectados.

Muitos podem ser os benefícios ao utilizar a tecnologia 4D, Koo e Fischer (1998), indicam que o modelo permite minimizar as discrepâncias de interpretação de cronogramas, diminuindo os problemas de comunicação. ABDI (2017), afirma que a utilização correta do modelo BIM pode resultar informações de valor agregado para tomadas de decisões de atividades como, planejamento de fases das construções, definições de planos de ataque, estudos de logísticas e organizações de canteiro de obras e comparações entre avanço real versus o planejado. (EASTMAN et al., 2014), acrescentam que as simulações 4D, atuam como instrumentos de comunicação, para indicar possíveis gargalos e recurso de melhora de colaboração. Ainda (EASTMAN et al., 2014), apontam os seguintes benefícios do modelo 4D:

- Comunicação: os responsáveis pelo planejamento, tem a possibilidade de informar visualmente as estratégias do processo construtivo planejado, para todos os stakeholders do empreendimento.

- Contribuição de múltiplas partes interessadas: O modelo 4D pode ser utilizado em diferentes reuniões, para demonstrar para um leigo por exemplo, o impacto que a construção poderá ocasionar no trânsito, acesso a hospitais e outras preocupações da vizinhança.

- Logística do canteiro: Os responsáveis têm a possibilidade de coordenar os locais de armazenamento de matérias, administrar os acessos ao empreendimento, locação de equipamentos e localização de abrigos para funcionários.

- Comparação de cronogramas e acompanhamento do progresso da construção: Os gerentes da construção podem facilmente comparar diferentes estratégias, e identificar claramente se o projeto está dentro da programação ou está em atraso.

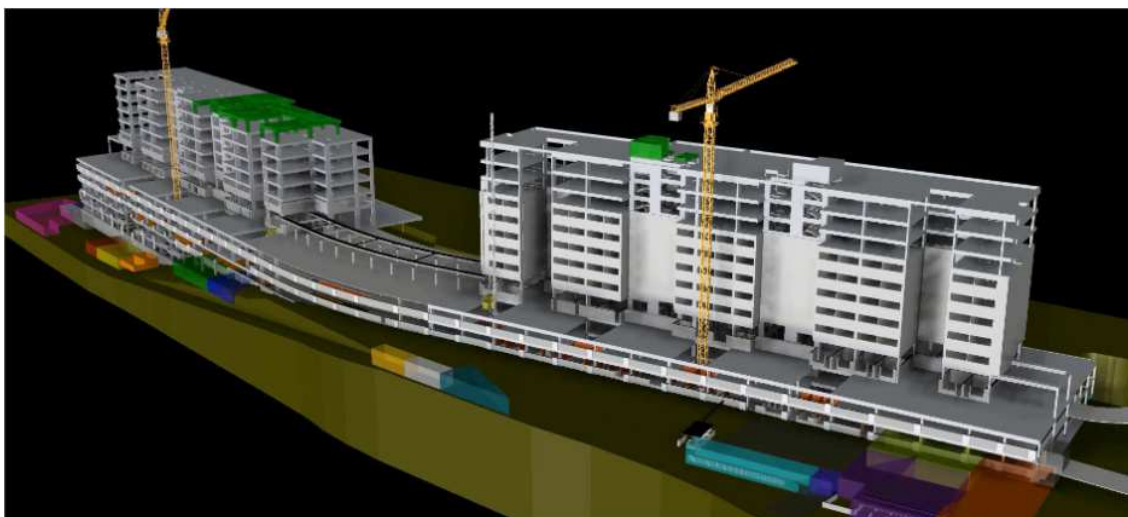
#### 4.5.1 Contratação do Planejamento 4D

O primeiro passo para o desenvolvimento de um modelo, deve ser definir o objetivo do mesmo, para o modelo 4D, não é diferente, pois o grau de detalhamento da gestão de planejamento, afetará diretamente na organização do modelo ABDI (2017).

Segundo CBIC (2016), é comum que os projetistas contratados para as diversas disciplinas de uma obra, não desenvolvam os modelos BIM para o planejamento 4D, mas sim apenas seus modelos autorais. Os modelos autorais são aqueles executados pelo próprio responsável ao desenvolvimento do específico projeto. Mesmo que os modelos 4D sejam construídos com base nos modelos autorais, se faz necessário a contratação deste trabalho a parte por um terceiro, ou até mesmo a própria construtora conduzir a atividade.

Ainda conforme a CBIC (2016), utilizando os modelos autorais e os modelos 4D, podem ser desenvolvido o modelos BIM específicos para definições de fases de obra e estudos de processos construtivos, que possibilitam a inclusão de recursos e equipamentos necessários para viabilizar a obra, costumam ser desenvolvidos internamente pela própria construtora, nas fases iniciais de execução de obra.

No manual da ABDI (2017), encontramos um exemplo de fases do planejamento que representam uma etapa do cronograma de obra, que certamente não estava no escopo de nenhum projetista contratado, como fases de escavação, equipamentos diversos e até mesmo planos de ataque de fachadas, conforme a figura 8 a seguir.



**Figura 8 – Representação de fases do Planejamento 4D**  
**Fonte: ABDI (2017) Apud Suzuki**

Durante o desenvolvimento dos projetos de um empreendimento, é importante indicarmos os responsáveis pela modelagem dos diversos objetos de um modelo BIM. No manual 4 da ABDI (2017), encontramos a MRDEP – (Matriz de Responsabilidades no Desenvolvimento de Elementos Projetuais), onde encontramos os elementos dos projetos conforme a tabela 3E – Elementos da ABNT NBR 15965, relacionados com os seus respectivos responsáveis, e também o nível de desenvolvimento de cada elemento, nas diferentes etapas de projetos.

Matriz de Responsabilidades no Desenvolvimento dos Elementos Projetuais								
Os componentes de projeto devem ser nomeados e receber a codificação classificatória conforme a NBR 15965 e suas planilhas de: Materiais, Propriedades, Fases, Serviços, Disciplinas, Funções Organizacionais, Ferramentas/equipamentos, Produtos, Elementos, Resultados do Trabalho, Entidades da Construção pela Forma, Entidades da Construção pela Função, Espaços pela Função, Espaços pela Forma, Informação.								
Elemento do Projeto (NBR 15965:2015 - Tabela 3E - Elementos)			3 - Estudo Preliminar		4 - Projeto Básico		5 - Projeto Executivo	
Classificação	Complimentação	Título	Responsável	Nível de desenvolvimento (ND)	Responsável	Nível de desenvolvimento (ND)	Responsável	Nível de desenvolvimento (ND)
3E 03 20 50 10		Tratamento de Piso						
3E 03 20 50 20		Azulejo						
3E 03 20 50 30		Piso Especial						
3E 03 20 50 40		Piso Cerâmica						
3E 03 20 50 45		Piso de Madeira						
3E 03 20 50 45 10		Reparação de madeira	Arquiteto Principal	100	Arquiteto Principal	200	Arquiteto de Interiores	300
3E 03 20 50 50		Piso Vinílico						
3E 03 20 50 50 10		Rodapé vinílico	Arquiteto Principal	100	Arquiteto Principal	200	Arquiteto de Interiores	300
3E 03 20 50 50		Piso de Terraço						
3E 03 20 50 70		Piso auto-nivelante						

**Figura 9 – Matriz de responsabilidade**  
**Fonte: ABDI (2017) Apud GDP**

Em 2015 uma pesquisa foi desenvolvida por Suzuki e Toledo, a partir de questionários realizados a diversos *stakeholders* no Brasil, com objetivo de levantar



as percepções dos benefícios do uso do 4D, a fim de justificar sua aplicabilidade. Os seguintes resultados foram encontrados conforme o quadro 3 a seguir:

	Muito Positivo (%)	Positivo (%)	Regular (%)	Não Perceberam Valor (%)	Não se aplica/não sabe (%)
Cliente	32	29	4	4	32
Diretoria	29	32	14	7	18
Comercial	14	46	0	14	25
Planejamento	46	32	4	0	18
Execução	29	36	11	11	14
Controle/fiscalização	29	21	14	18	18
Projeto	14	32	21	11	21
<b>MÉDIA GERAL</b>	<b>28</b>	<b>33</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>21</b>

**Quadro 3 – Pesquisa benefícios do 4D**  
**Fonte: Suzuki, Toledo (2015)**

#### 4.6 COMUNICAÇÃO DO PLANEJAMENTO DE OBRAS ATRAVÉS DA TECNOLOGIA BIM

Com o avanço da utilização do 4D pela indústria da construção, alguns softwares surgiram, com o intuito de contribuir com a transmissão de informações referentes ao planejamento de obra, para toda cadeia construtiva. Koo e Fischer (1998), indicam que a integração entre softwares de projetos e planejamento, possibilitam a associação de representações visuais com informações temporais, fator contribuinte para a disseminação da comunicação do planejamento de obras.

Encontramos no manual da ABDI (2017), os principais softwares de BIM 4D utilizados no Brasil, sendo eles Autodesk Navisworks, Synchro e Vico Office. É de grande importância, desde o início do projeto, termos claros os objetivos esperados de nosso modelo 4D, para termos condições de avaliar a solução que mais se encaixará com os resultados que se pretende alcançar. A seguir temos as principais características das soluções 4D.

- Autodesk Navisworks: Solução que dá suporte a coordenação de projetos, simulação 5D e análise e comunicação do objetivo do projeto. Projetos de plantas e modelos digitais podem ser integrados a um único arquivo. Possuem recursos que auxiliam os usuários a simular as etapas construtivas, gera animações e transmite informações de custo. Traz ferramentas que auxiliam no processo de

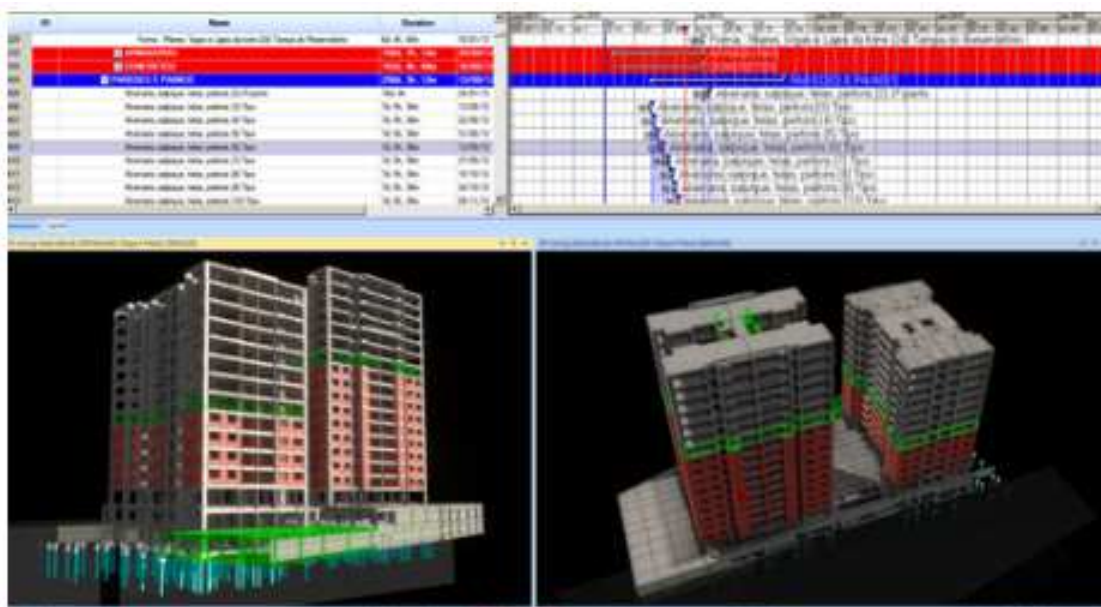
compatibilização de projetos. Entre suas principais funcionalidades, destaca-se a simulação 4D, que tem a capacidade de se integrar com cronogramas como Ms-Project e Oracle Primavera, após a integração permite a atualização do cronograma original importado. O sistema tem como objetivo desenvolver a simulação de atividades, e não trabalhar com metodologias de planejamento. Em seguida temos a exibição na figura 10 do *Software*.



**Figura 10 – Representação Navisworks**  
**Fonte: ABDI (2017) Apud Autodesk**

- Synchro: Baseada no método do Caminho Crítico (PERT-COM) é uma solução 4D que possui gestão de planejamento, atribuição de custos, recursos, calendário etc. Exige conhecimentos avançados de planejamento, por partes dos usuários para que suas principais funcionalidades sejam usufruídas. Permite a criação de perfis de aparência por usuários, representação de cores, simulações de crescimento e transparências. Assim como o software anteriormente apresentado, permite a integração com o Ms Project a partir do formato XML. Importar diversos formatos de arquivos como o IFC, e tem disponível *plugins* para *softwares* da Autodesk. Uma de suas funcionalidades relevantes, é a oportunidade de se trabalhar com telas distintas, permitindo a comparação entre atividades planejadas

e executadas, como também a visualização do modelo 4D em datas distintas. A seguir temos uma visão geral do sistema.



**Figura 11 – Representação Synchron**  
**Fonte: ABDI (2017) Apud Suzuki**

- Vico Office: É um produto que possui muitos módulos integrados, sendo um deles o 4D. Possui funcionalidades de quantificação, orçamentação e controle de gestão de produção. Para o planejamento, é baseado no método da linha de balanço, que pode ser importada também pelo Ms Project. A solução é capaz de estipular as durações das atividades, gerando automaticamente a linha de balanço. Permite constantemente o monitoramento da execução da produção, gerando alertas em relação aos prazos previstos e realizados, possibilitando a comparação entre outros projetos, como também a utilização de tais informações para projetos futuros. Em seguida temos o fluxo de trabalho para o Planejamento e Controle 4D na plataforma representado na figura 12.



**Figura 12 – Fluxo de Trabalho Vico Office**  
**Fonte: ABDI (2017) Apud Trimble**

Para a escolha correta de uma solução de planejamento, a ABDI (2017), nos apresenta alguns pontos a serem considerados como: Capacidade de importação de arquivos BIM; Possibilidade de importação de cronogramas, Reorganização de informações, Análises; Animações; Ligação automática de informações, Atualizações de modelos; Componentes temporários; Capacidade de saída.

É necessário um estudo aprofundado, para identificar o *software* que mais se adequa a metodologia de trabalho a ser executada.

A partir de uma ferramenta definida, temos diversas opções de comunicar o planejamento de uma obra para todos os envolvidos. Koo e Fischer (1998), afirmam que com a utilização do 4D as informações chegam de maneiras mais clara para os demais interessados, sendo capaz de minimizar as incoerências na interpretação de cronogramas, e conseqüentemente diminuindo os problemas de comunicação entres os participantes.

Podemos partir de uma análise de processos construtivos para elaboração de um cronograma, através de simulações entre os diferentes métodos, realizar estudos de logísticas de canteiros destacando os equipamentos e espaços necessários para a execução de todas as atividades, Koo e Fischer (1998), destacam que esta é uma das características da metodologia, pois permite que o responsável pelo planejamento encontre os conflitos de espaço e tempo que futuramente poderiam ocasionar a perda de produtividade, como também facilita a identificação de áreas que tendem a oferecer o risco de acidentes, permitindo que os responsáveis de segurança, possam executar medidas de prevenção no local. Segundo a ABDI (2017), uma das maneiras de reforçar a percepção e aumentar o grau de entendimento, dos momentos da execução de uma construção no modelo 4D, é através da utilização de cores, movimentos e transparências que comunicam o

status temporários de objetos. Ao se trabalhar com o modelo em campo, podemos destacar visualmente aos empreiteiros suas metas de produtividade para diferentes períodos.

Para finalizar o referencial teórico, temos no quadro 4 a seguir, o comparativo entre a modelagem 4D e técnicas tradicionais de planejamento, (RODRIGUES, 2012 apud KOO E FISCHER, 1998, p. 25).

FERRAMENTA		CRONOGRAMAS TRADICIONAIS	MODELOS 4D
Visualização	Visualização e interpretação da sequencia construtiva	Força os usuários a visualizar mentalmente	Facilita interpretação
	Antecipação dos conflitos espaço tempo	Difícil de detectar somente com cronograma	Identifica conflitos em potencial
	Transmissão do impacto de alterações no cronograma	Difícil de detectar somente com cronograma	Mostra claramente o impacto
Integração	Formalização de informações de projeto e construção	Baseado num processo de produção fragmentado	Facilita o compartilhamento de informação
	Interação entre os participantes do projeto	Não promove integração	Promove integração
Análise	Custo e produtividade	Não fornece suporte	Facilita a detecção
	Antecipação de situações de risco	Não fornece suporte	Facilita a detecção
	Alocação de recursos e equipamentos	Não fornece suporte	Facilita a detecção
	Simulações de execução	Não fornece suporte	Facilita a geração de cenários alternativos

**Quadro 4 – Comparação modelagem 4D e técnicas tradicionais de planejamento**  
 Fonte: RODRIGUES (2012) apud KOO E FISCHER, 1998, p. 25).

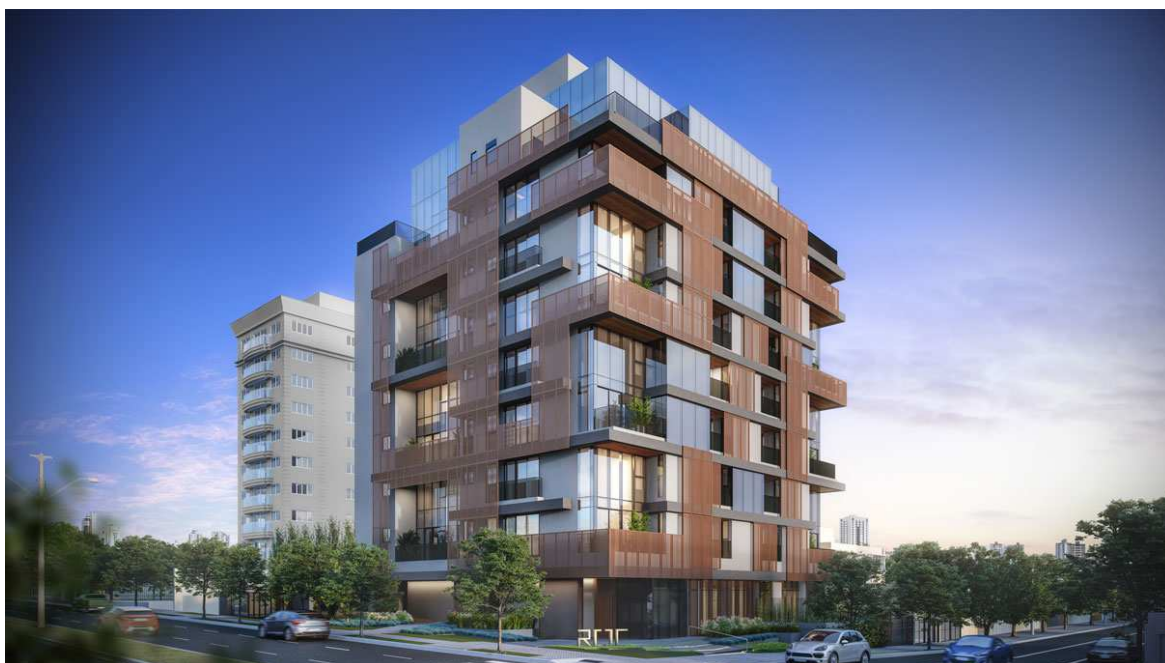


## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo tem como objetivo apresentar todo o desenvolvimento da pesquisa, contendo a caracterização do empreendimento utilizado como objeto de estudo, informações dos *softwares* utilizados, etapas da modelagem 4D pelo setor de planejamento e utilização do modelo no canteiro de obras.

### 5.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO – OBRA ROC BATEL

Buscando-se uma aplicação prática para obtenção dos objetivos da pesquisa, realizou-se um estudo de caso no empreendimento ROC – BATEL da Construtora e Incorporadora Laguna. Localizado em Curitiba-PR na Rua Francisco Rocha 165, a construção possui 9 andares, com 4 apartamentos em cada pavimento, o tamanho das unidades varia de 104m<sup>2</sup> a 314m<sup>2</sup>. Tem previsão de entrega para março de 2020, e atualmente está na fase de acabamentos.



**Figura 13 – ROC BATEL**  
**Fonte: Construtora Laguna (2019)**

A escolha do empreendimento como referência de estudo, deu-se em razão da construtora estar implementando o processo BIM em suas obras, e estar

utilizando a obra ROC como projeto piloto, principalmente para o desenvolvimento das atividades do planejamento 4D, como visualização da sequência construtiva, acompanhamento do avanço físico e como ferramenta facilitadora na comunicação do planejamento aos envolvidos.

## 5.2 DESENVOLVIMENTO DO PLANEJAMENTO 4D

Durante a fase de implementação da metodologia BIM na empresa, todos os setores passaram por revisões em seus processos, a fim de estarem aptos a trabalharem com a tecnologia. Dentre estes setores, encontrava-se a área de Planejamento e Controle, a qual é responsável por planejar e controlar todas as atividades físicas e financeira da obra.

Para que os objetivos ao utilizar o 4D fossem alcançados, estruturou-se todo um estudo com a área de Engenharia, com o objetivo de mapear todas as atividades existentes na execução de uma obra de acordo com o padrão da construtora. A partir disso, foi criado o Macrofluxo padrão da empresa, documento base para a elaboração do cronograma de obra e conseqüentemente o modelo 4D. Ainda nesta etapa, definiu-se quais atividades seriam representadas no 4D e como seria a representação destas tarefas, como veremos no capítulo seguinte.

Com o decorrer da implementação do processo BIM, novas ferramentas foram surgindo com o intuito de embasar o método, como também se fez necessário um estudo aprofundado em relação ao que se almejava a coletar de benefícios com a utilização do 4D, para que fosse possível indicar aos responsáveis como era esperado receber as informações e projetos como também construir o embasamento necessário para auxiliar na definição de um software 4D.

Foram realizados testes em todas as ferramentas indicadas no referencial teórico, a fim de visualizar na prática todas as funcionalidades dos softwares. Ao final do experimento, todos os envolvidos no processo, preencheram uma planilha de critérios, onde se atribua notas de 0 a 10 conforme a percepção de cada colaborador. Na planilha a ser preenchida, continha algumas funcionalidades que durante a etapa de estudo de implementação do 4D, a empresa identificou como importantes para auxiliar nas atividades de planejamento, cada funcionalidade

possuía um determinado peso, conforme estabelecido. A seguir temos demonstrado alguns pontos avaliados para a escolha da ferramenta:

- Sistema operacional compatível com a solução;
- Necessidade de Hardware;
- Integração com outras plataformas;
- Custo de aquisição do software;
- Interface de navegação
- Metodologia de planejamento.
- Versão de visualização.

Após o processo de análise e comparação dos resultados obtidos a plataforma que mais se encaixou nos critérios estabelecidos, foi o Synchro PRO, principalmente por fazer integração com o Ms Project, permitir uma rápida e fácil visualização entre as atividades planejadas e executadas, como também possuir um módulo gratuito de visualização para ser utilizado, não exigindo a compra de muitas licenças para todos os usuários envolvidos.





**Figura 14 – Janela comparativa planejado X realizado**  
**Fonte: Aatoria própria (2019)**

Após a definição do software, os responsáveis pelo planejamento juntamente com a área de projetos, formularam um documento denominado BEP (Plano de Execução BIM) que detalha o processo de modelagem de informação, estabelecendo diretrizes para o desenvolvimento dos modelos BIM com as características de cada da empreendimento, a fim conseguir realizar as demais atividades intrínsecas ao processo BIM. O BEP compõe o documento elaborado



pelo setor de projetos denominado BIM MANDATE, manual/guia BIM, que define as diretrizes básicas para estabelecer e padronizar a geração e uso dos modelos de informação da construção. Neste documento, estão descritos como todos os elementos devem ser modelados, indicando seu LOD e informações necessárias para constar no elemento. A seguir na figura 15 temos um exemplo, de uma das diretrizes existentes no documento para a modelagem de esquadrias de madeira.

<b>ESQUADRIAS DE MADEIRA</b>		<b>01.16.01</b>				
PORTAS DE MADEIRA COM KIT SILENZIA		01.16.01.01				
PORTAS DE MADEIRA		01.16.01.02				
PORTAS DE SHAFTS		01.16.01.03				
BANDEIRA PARA PORTA DE MADEIRA		01.16.01.04				
PROPRIEDADES	LOD 100	LOD 200	LOD 300	LOD 350	LOD 400	OBSERVAÇÕES
DIMENSÕES (L X H)	N/A	X	X	N/A	N/A	LARGURA, ALTURA (metro)
PAVIMENTO	N/A	X	X	N/A	N/A	02P *
MATERIAL (SISTEMA)	N/A	X	X	N/A	N/A	PORTAS DE MADEIRA COM KIT SILENZIA *
MATERIAL (ACABAMENTO)	N/A	X	X	N/A	N/A	BRANCO
CÓDIGO EAP	N/A		X	N/A	N/A	01.16.01.01
ABERTURAS (FUROS, VENTI., ESTRUT.)	N/A		*****	N/A	N/A	RELAÇÃO COM OUTRAS DISCIPLINAS
REPRESENTAÇÃO	N/A			N/A	N/A	CROQUI
METODOLOGIA PARA MODELAGEM	N/A	ELEMENTO GEOMÉTRICO	vistas, venezianas. Diferenciar em planta portas com kit silenzia	N/A	N/A	*****

\* VERIFICAR NOMENCLATURA PADRÃO

**Figura 15 – Diretriz para modelagem de esquadrias de madeira – BIM Mandate**  
**Fonte: Construtora Laguna (2018)**

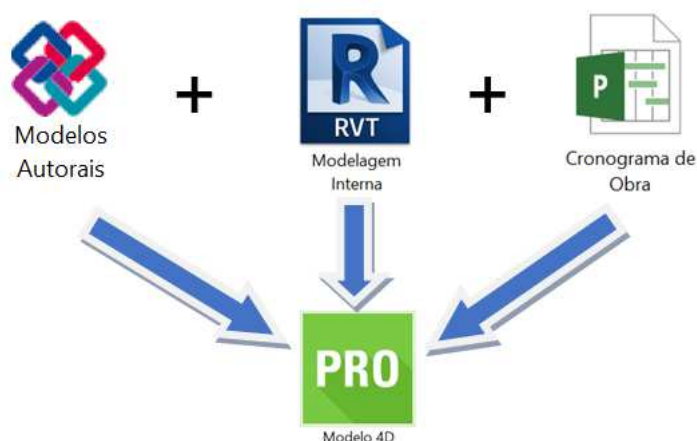
Durante a formulação deste documento, os envolvidos perceberam, que haveria alguns objetos que não estariam contemplados nos modelos autorais, então utilizaram como referência o MEA apresentado no capítulo 4.4 deste trabalho, para indicar os responsáveis pela modelagem dos elementos presentes no cronograma de obras.

O MEA desenvolvido pela construtora, segue as tarefas que compõem a EAP de orçamento, que conseqüentemente, possui as principais atividades de planejamento. Todas as fases de projetos estão inseridas no documento, assim como os responsáveis por modelar cada tarefa e o nível de desenvolvimento exigido. No exemplo da figura 16 a seguir, temos a tarefa de movimentação de terra, que neste empreendimento não estava inserida no escopo de nenhum projetista, então ficou a cargo da equipe de planejamento e controle executar a modelagem para compor o modelo 4D.

EAP de Orçamento		Executivo	
ITEM	DESCRIÇÃO	Responsável	Nível de desenvolvimento (ND)
01.06	MOVIMENTO DE TERRA		
01.06.01	MOVIMENTO DE TERRA		
01.06.01.01	PREPARAÇÃO DO TERRENO	NR - Não requerido	NA - Não se Aplica
01.06.01.02	MOVIMENTO DE TERRA	Planejamento e Controle	200

**Figura 16 – Trecho do documento MEA**  
**Fonte: Construtora Laguna (2019)**

Juntamente com este fluxo de trabalho, a construtora optou por desenvolver o modelo 4D internamente, utilizando os modelos autorais disponibilizado por cada projetista contratado, das diferentes disciplinas e modelar os demais itens que não estão no escopo de nenhum projetista, para compor o modelo 4D. No caso do empreendimento ROC os modelos autorais que foram trabalhados foi o estrutural e o projeto arquitetônico, os demais itens foram todos modelados internamente. O Fluxo de trabalho está exemplificado na figura 17 a seguir:



**Figura 17 – Fluxo de elaboração modelo 4D**  
**Fonte: Autoria própria**

### 5.2.1 Etapas Da Modelagem 4D

O Processo para o desenvolvimento do modelo 4D de estudo, seguiu um fluxo com as seguintes atividades: elaboração do planejamento de obra no Ms Project, exportação do planejamento no formato XML, verificação dos modelos autorais das disciplinas de arquitetura e estrutura no software Revit se estão conforme o BEP, modelagem dos elementos que são de responsabilidade do setor e

planejamento, nos softwares Revit e Synchro Pro, importação do cronograma e modelos em IFC no Synchro, associação dos objetos do modelo com atividades existentes no cronograma de obras e adaptação do modelo de planejamento com a inserção das cores, descrição dos empreiteiros e elaboração de perfis de aparência.

Para realizar a vinculação dos objetos 3D com o cronograma, a equipe de planejamento filtra a descrição da atividade e o respectivo pavimento, e cria o que o Synchro nomeia como recurso, que une todos os elementos filtrados em um único elemento, com objetivo de organizar as informações e representações. Com o recurso criado, basta deixar o mesmo selecionado e clicar em cima da tarefa correspondente, com o botão direito escolher a opção de associar elementos. Ressalta-se que neste momento, já é necessário estar configurado os perfis de aparência da plataforma, para que a exibição do 4D seja coerente com o andamento das atividades.

Na etapa de associação dos elementos, muitas vezes acaba-se identificando alguns elementos que não estão parametrizados conforme o solicitado ao projetista, de primeiro momento, a equipe de planejamento juntamente com a equipe de projeto identifica a qual grupo pertence o elemento e pré-configura o objeto no recurso correto, paralelamente a isso a equipe de projetos, repassa a informação de tal inconsistência ao projetista responsável para ser revisado nas próximas entregas.

Durante o processo de definição das atividades que seriam representadas no modelo 4D, notou-se a dificuldade de demonstrar as atividades internas. A solução foi padronizar cores para todas as atividades do Macrofluxo juntamente com suas numerações, e representá-las a partir de elementos retangulares criados no Synchro, com tons quase transparentes, para não dificultar a exibição das atividades externas. Todo este processo de adaptação do modelo para representar as cores padronizadas, é executado no próprio software de planejamento, e é de responsabilidade da equipe de planejamento e controle de obras realizar tal processo, no modelo executivo inicial do 4D. Na figura 18 adiante, temos o um exemplo de como fica a visualização das atividades a partir do processo descrito.



**Figura 18 – Representação por cores, atividades internas**  
**Fonte: Autoria própria**

Na figura 19 a seguir, temos mais um exemplo da representação das atividades por cores, podemos perceber a execução das alvenarias externas destacadas com a cor roxa em seu respectivo elemento, e nos pavimentos inferiores em andamento a execução de taliscas (cor azul) e elétrica aérea (cor verde), que possuem uma visualização mais dificultosa devido as paredes externas já estarem executadas, e no caso da tarefa de elétrica que possui apenas uma representação, uma vez que seu respectivo modelo de instalações não está inserido no 4D, devido a quantidade de dados inseridos no projeto autoral que consecutivamente gera um arquivo com tamanhos consideráveis, que acaba diminuindo a performance do modelo 4D.



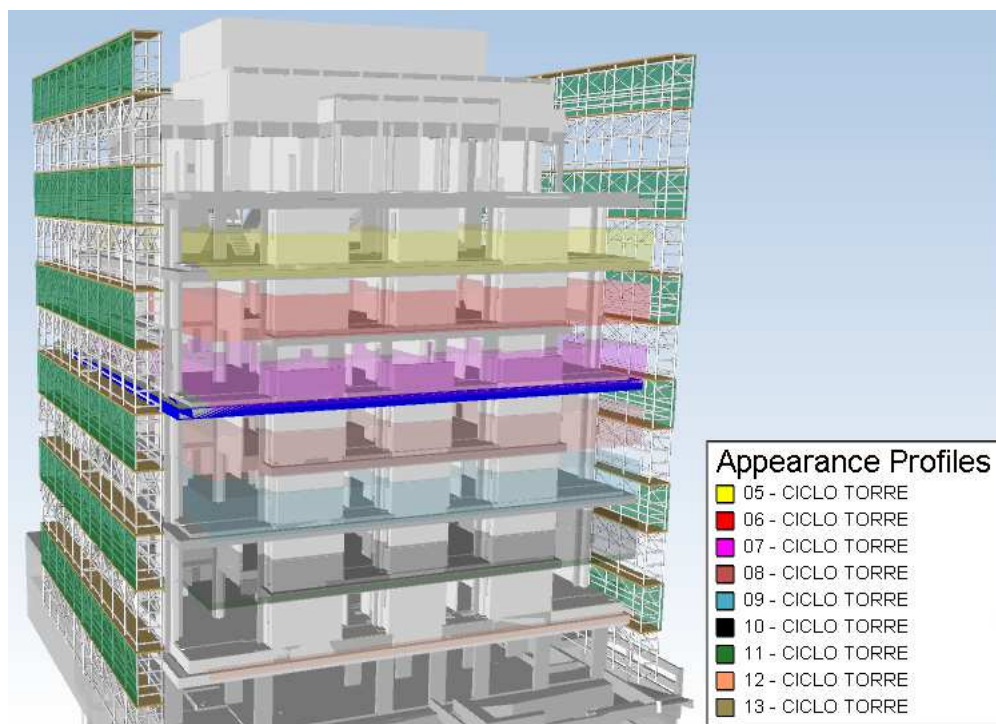
**Figura 19 – Representação de atividades internas e externas**  
**Fonte: Autoria própria**

Mensalmente o setor de planejamento e controle, envia alguns documentos com as estratégias traçadas entre o setor e os engenheiros de obra, para o mês vigente, nestes arquivos, estão contidos as informações das atividades, juntamente com suas respectivas cores, como uma das formas de ilustrar o trabalho. A seguir temos um exemplo na figura 20 desta representação.

LEGENDA DE PONTOS - FLUXO INTERNO	
7	EMBOÇO
8	GUIAS E MONTANTES
9	RAMAIS DE ELÉTRICA VERTICAIS
	FUNDO MIOLO QUADRO
	FIAÇÃO + TV + TELEFONE
	TOMADAS E INTERRUPTORES
	ASPIRAÇÃO CENTRAL
10	DISTRIBUIÇÃO ESGOTO
	DISTRIBUIÇÃO HIDRÁULICA
	REDE FRIGORIGENA + CX DUTO PLAST
	DRENO
11	TESTE ESGOTO
	TESTE HIDRÁULICA
12	PLAQUEAMENTO DRYWALL
13	ACABAMENTO DRYWALL

**Figura 20 – Exemplo Padronização de cores por atividades**  
**Fonte: Autoria própria**

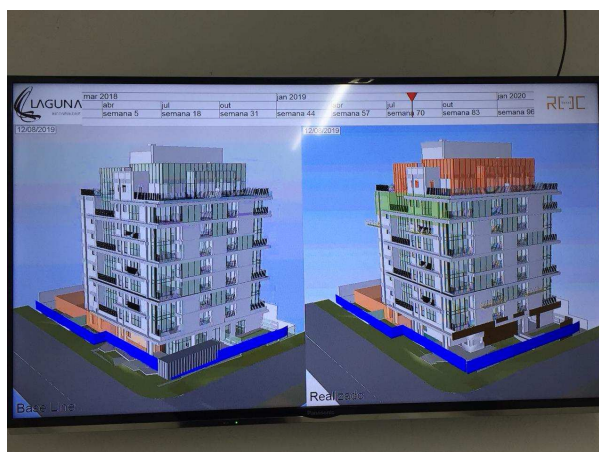
Uma outra maneira de facilitar o entendimento das atividades, foi a partir da exibição de legendas no modelo 4D, que contém a numeração das atividades como também suas respectivas cores, conforme a figura 21.



**Figura 21 – Exibição de Legendas no modelo 4D**  
**Fonte: Autoria própria**

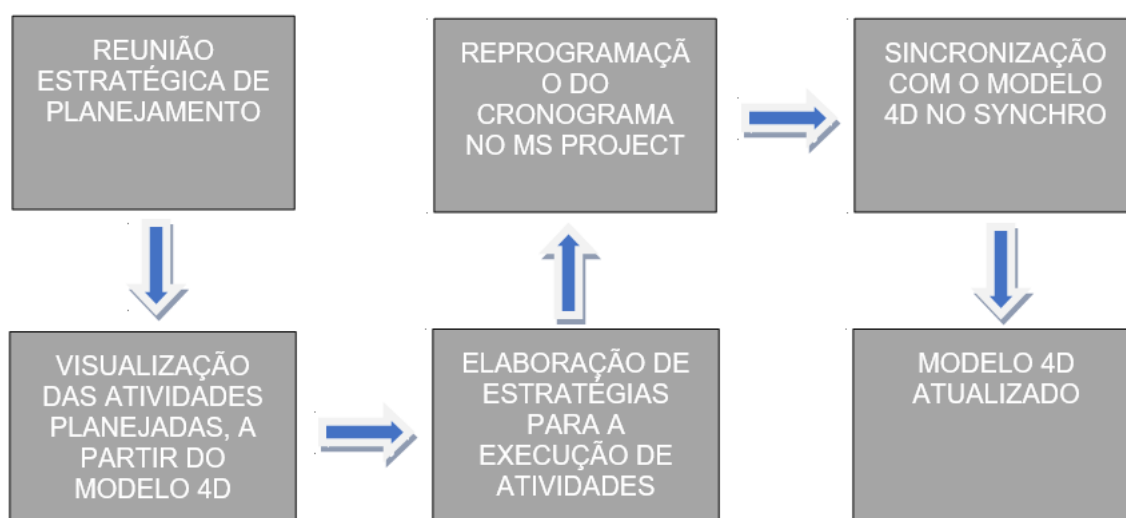


Após o término do modelo inicial do 4D, mensalmente ele é atualizado. O Setor de planejamento, acompanha semanalmente o andamento das atividades que foram planejadas, e no final do mês realiza uma reunião estratégica com os engenheiros, mestres e encarregados de obras. Com o auxílio do 4D, visualiza-se as atividades que estavam programadas, e como se deu a execução delas. Na imagem 22 temos a representação da tela exibida durante o processo.



**Figura 22 – Exibição do modelo 4D durante as reuniões de planejamento**  
**Fonte: Autoria própria**

Ao término desta reunião, são traçadas novas estratégias para os meses seguintes, e reprogramadas as atividades, que em seguida serão atualizadas no modelo 4D. A Seguir temos a sequência deste processo.



**Figura 23 - Fluxo de atualização 4D**  
**Fonte: Autoria própria**

### 5.2.2 Utilização do modelo 4D no canteiro de obras

No início de cada mês, é enviado para a obra, um vídeo com a simulação da obra, contendo uma janela indicando o planejamento inicial, e uma segunda janela, demonstrando como está o planejamento a partir das atividades realizadas e as reprogramadas. Além da animação, também é enviado o modelo 4D atualizado para que a equipe de obra possa utilizá-lo. O Software Synchro possui um módulo de visualização gratuito, denominado Synchro Viewer. Esta modalidade do sistema, permite que qualquer usuário possa visualizar o modelo, diretamente na plataforma de estudo, além de oferecer diversas funcionalidades para o trabalho em campo.

A equipe da obra ROC, utiliza o modo visualizador para identificar como a obra estará em determinada data, transmite aos empreiteiros a partir dos filtros programados, quais são as atividades a serem desenvolvidas, ilustrando tanto o cronograma como também os elementos a serem executados, mapeia as próximas atividades se atentando na contratação dos serviços e compra de insumos, demonstra para a gerência da construtora como também para os clientes o andamento da obra, a partir da comparação entre o planejado e executado, e é capaz de visualizar as áreas apropriadas para estocar material, sem comprometer o andamento de outras tarefas. A seguir temos um exemplo, das informações extraídas do modo de visualização.

A área de planejamento, encaminha também as metas semanais de execução da obra, extraídas do 4D. Podemos visualizar nas imagens a seguir como acontece a comunicação dessas metas, notando a ilustração das cores e numeração conforme padronizado.



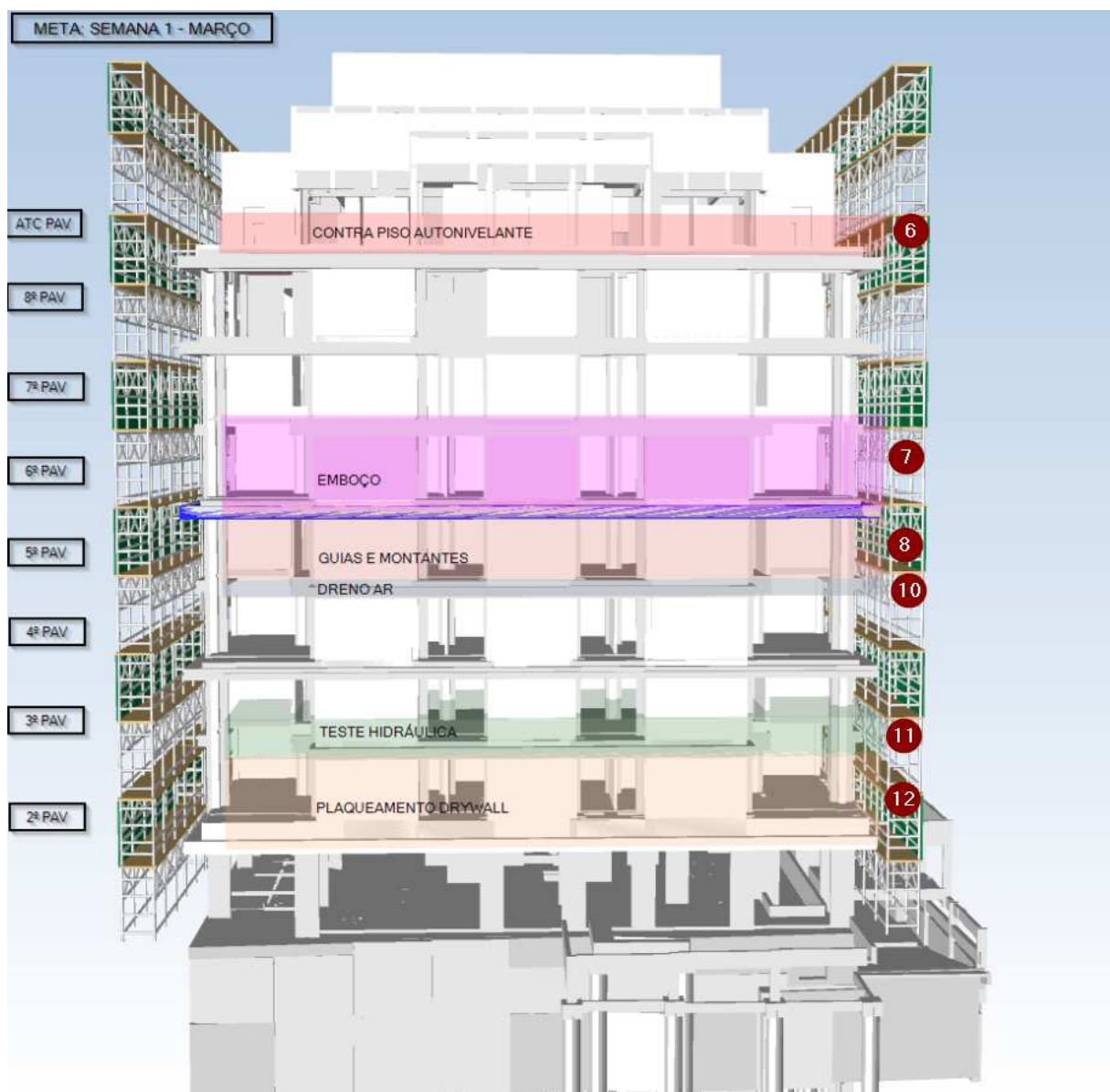


Figura 24 – Metas 4D Semana 1 Março/2019  
Fonte: Autoria própria

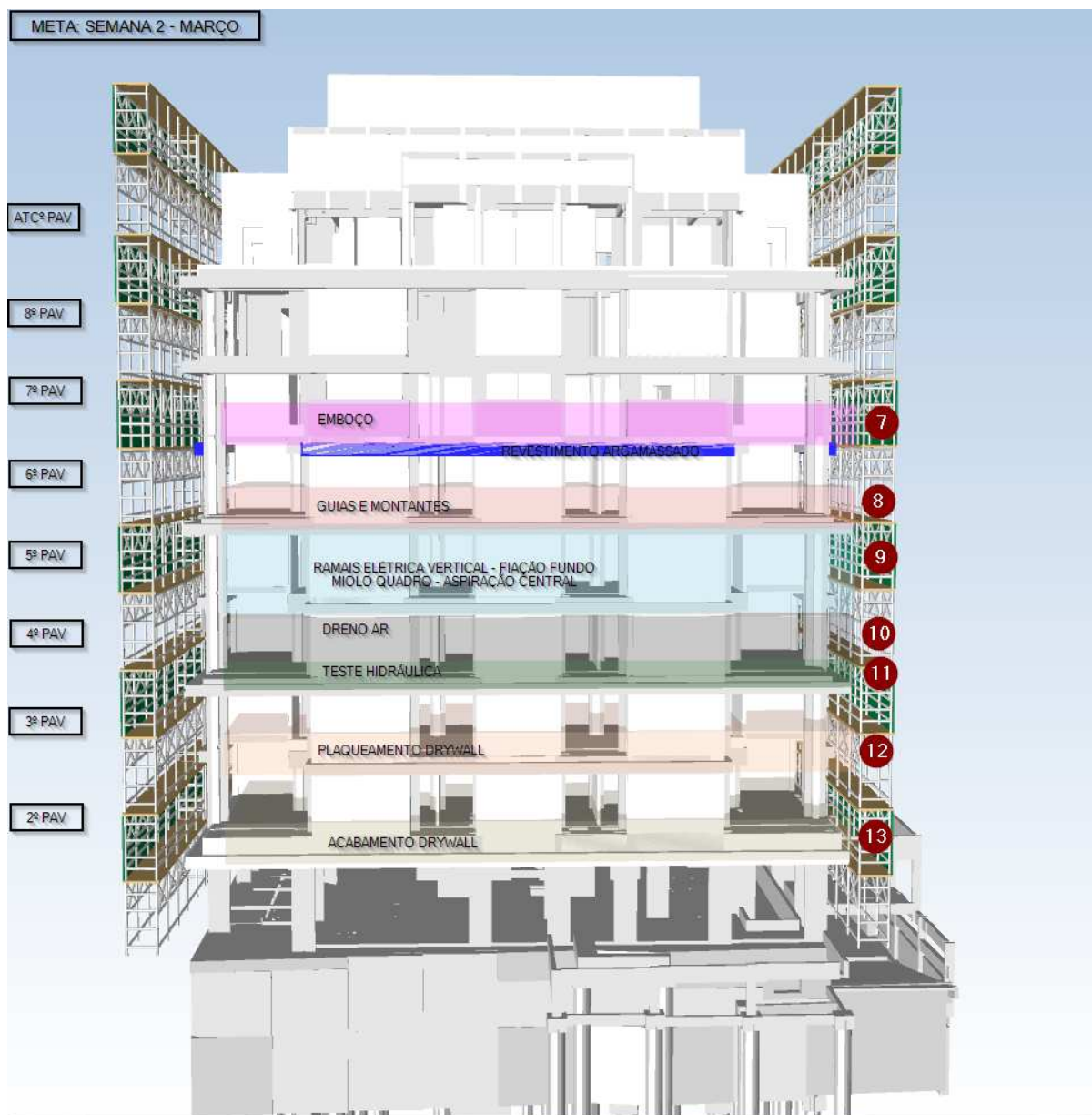


Figura 25 – Metas 4D Semana 2 Março/2019  
Fonte: Autoria própria

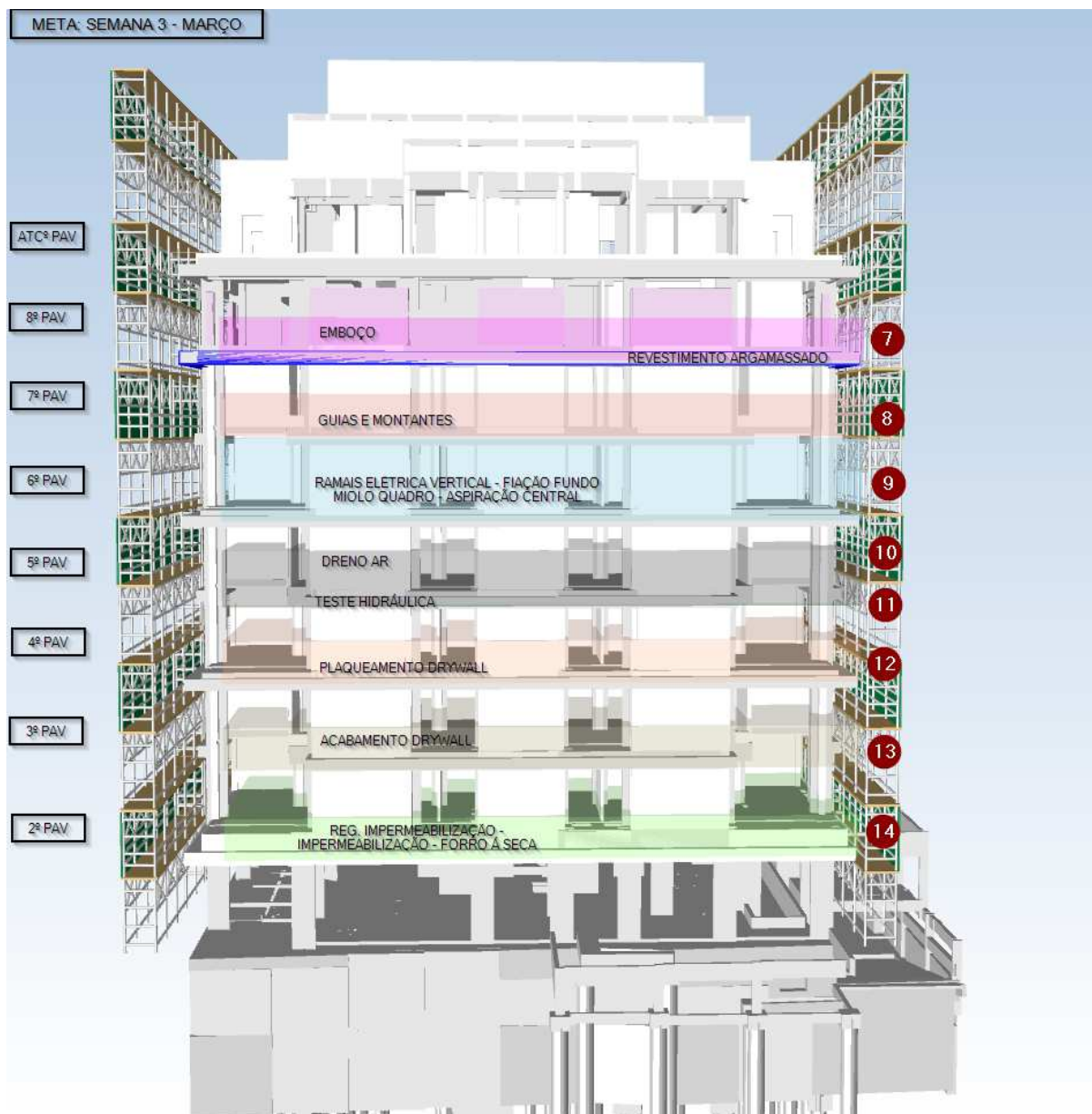


Figura 26 – Metas 4D Semana 3 Março/2019  
Fonte: Autoria própria

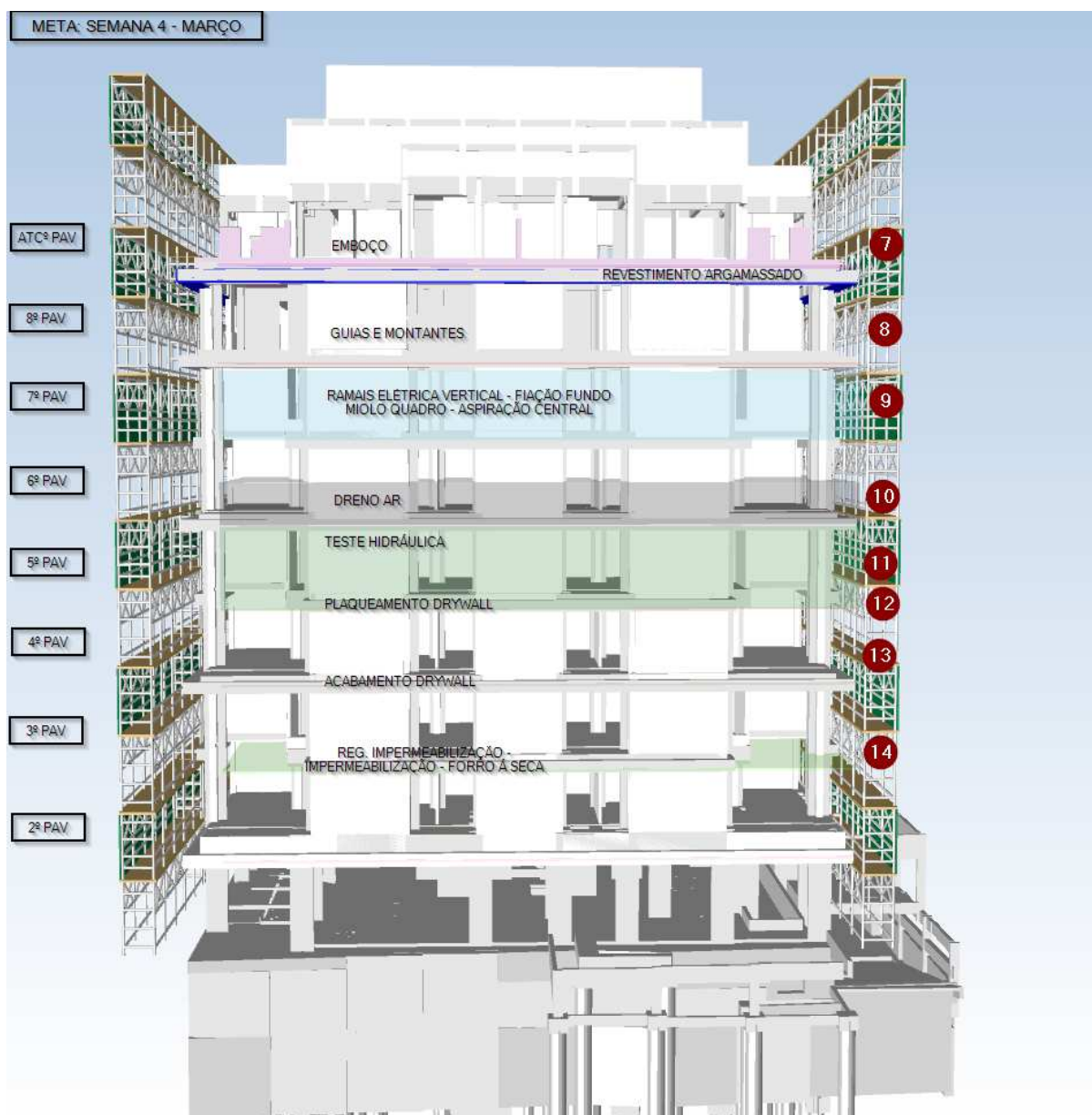


Figura 27 – Metas 4D Semana 4 Março/2019  
Fonte: Autoria própria

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a finalização da apresentação de como é utilizado o modelo 4D, pela empresa, se tornou possível identificar os benefícios que o planejamento 4D, trouxe para o processo de comunicação do planejamento de obras para os envolvidos.

Com o objetivo de medir a percepção dos principais usuários da tecnologia, foi criado um formulário no *Googleformulários*, com algumas perguntas que retratam como foi a experiência de trabalhar com o modelo 4D, e se houve uma melhora na comunicação interna, a partir da utilização da ferramenta. A pesquisa foi aplicada aos profissionais envolvidos no empreendimento ROC sendo eles: Analistas de planejamento e controle, coordenador e engenheiro de produção de obra, mestre e encarregado e estagiários. A Seguir temos a ilustração do formulário enviado.





Seção 1 de 2

## Utilização da modelagem 4D como ferramenta de comunicação no canteiro de obras

Este formulário tem como objetivo, medir a eficiência que a utilização do Modelo 4D no canteiro de obras, trouxe para a comunicação entre as partes interessadas, a fim de embasar os resultados do trabalho de conclusão de curso de Especialização em Engenharia Digital e Tecnologia BIM - UTFPR.

Como você avalia a sua experiência com o Modelo 4D. (Em uma nota de 0 a 5 sendo 0 para muito negativo e 5 para muito positivo) \*

1      2      3      4      5

**Figura 28 - Pesquisa modelo 4D como ferramenta de comunicação – Pergunta 1**  
Fonte: Autoria própria

Você acredita que a utilização do modelo 4D, trouxe benefícios para a comunicação entre o setor de Planejamento e Controle e a equipe gerencial de obra? (Em uma nota de 0 a 5 sendo 0 para muito negativo e 5 para muito positivo) \*

0      1      2      3      4      5

Você acredita que a utilização do modelo 4D, trouxe benefícios para a comunicação entre a equipe gerencial de obra e o mestre de obras. (Em uma nota de 0 a 5 sendo 0 para muito negativo e 5 para muito positivo) \*

0      1      2      3      4      5

**Figura 29 - Pesquisa modelo 4D como ferramenta de comunicação – Pergunta 2 e 3**  
Fonte: Autoria própria

Você acredita que a utilização do modelo 4D, trouxe benefícios para a comunicação entre a equipe gerencial de obra e os empreiteiros? (Em uma nota de 0 a 5 sendo 0 para muito negativo e 5 para muito positivo) \*

0      1      2      3      4      5

Você acredita que a modelagem 4D seja uma boa ferramenta para comunicar o planejamento de obra? (Em uma nota de 0 a 5 sendo 0 para muito negativo e 5 para muito positivo) \*

0      1      2      3      4      5

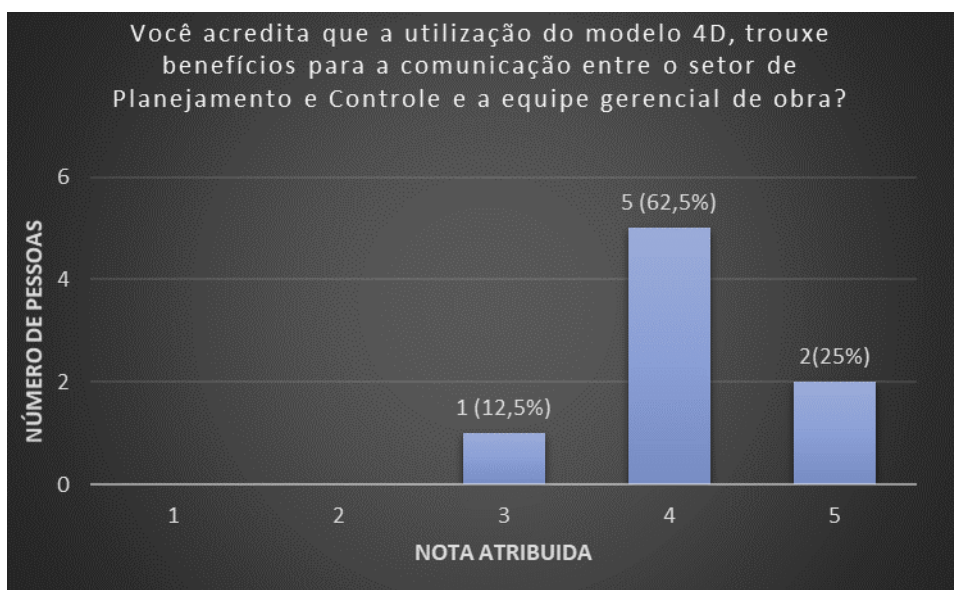
                  

**Figura 30 - Pesquisa modelo 4D como ferramenta de comunicação – Pergunta 4 e 5**  
Fonte: Autoria própria

Ao total 8 pessoas responderam o questionário, a seguir temos os resultados encontrados a partir da pesquisa realizada.

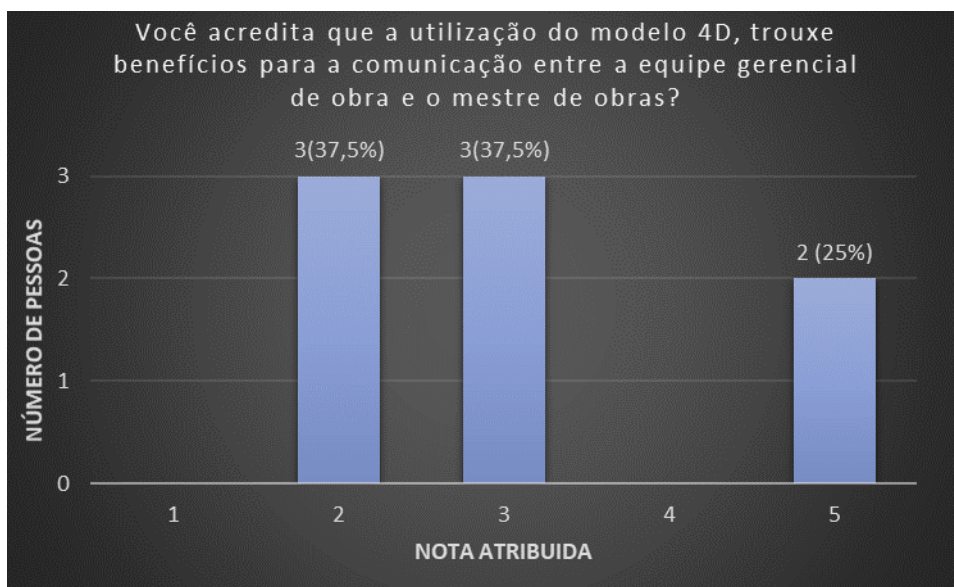


**Gráfico 1 – Avaliação da experiência com o modelo 4D**  
Fonte: Pesquisa aplicada aos usuários do modelo 4D



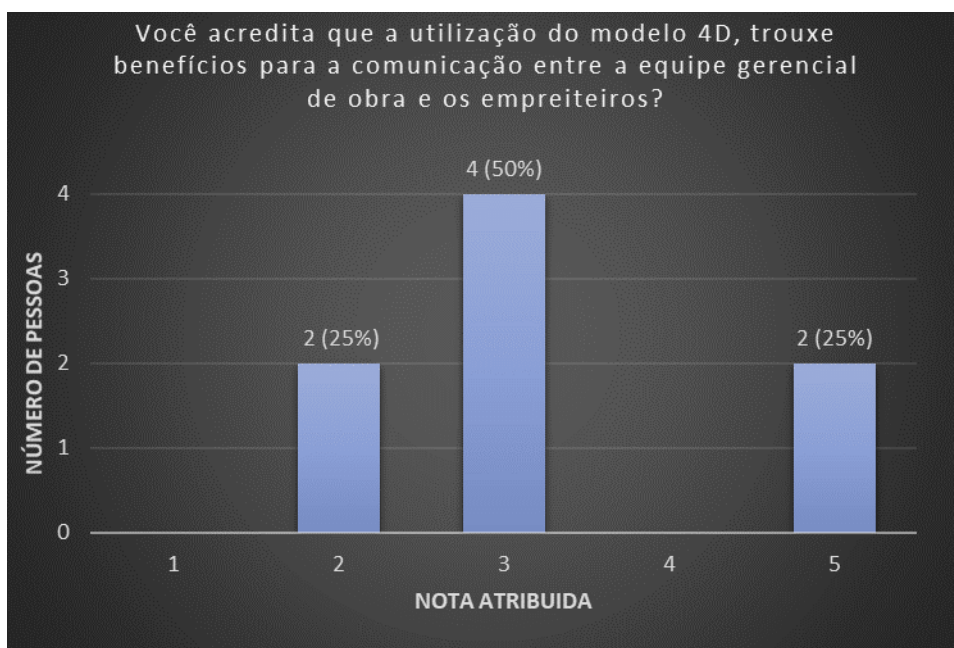
**Gráfico 2 – Benefícios da utilização do 4D na comunicação entre o setor de Planejamento e equipe Gerencial de obra**  
Fonte: Pesquisa aplicada aos usuários do modelo 4D





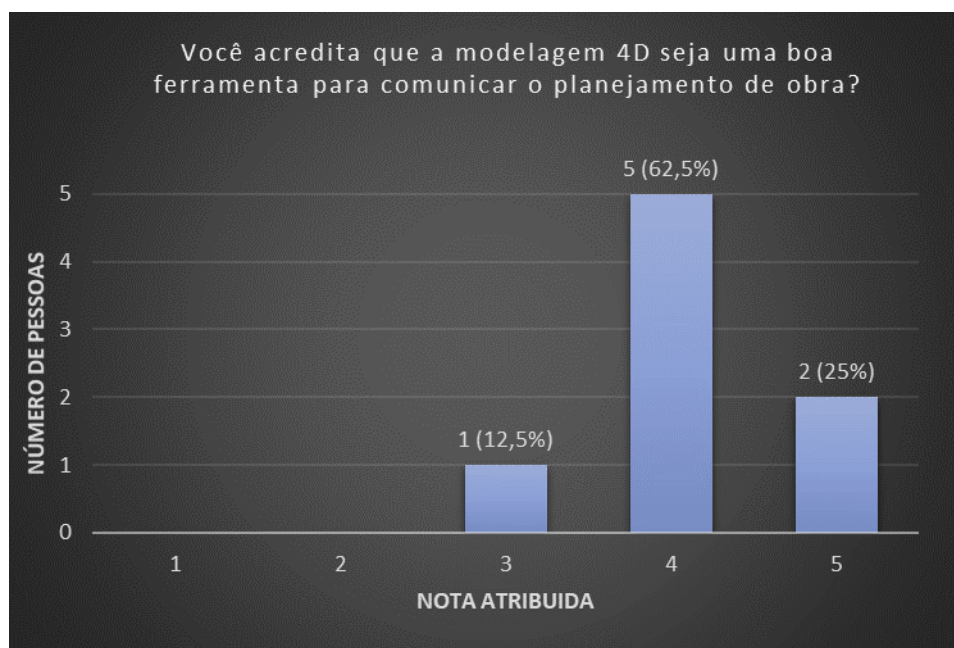
**Gráfico 3 - Benefícios da utilização do 4D na comunicação entre equipe Gerencial de obra e o mestre**

**Fonte: Pesquisa aplicada aos usuários do modelo 4D**



**Gráfico 4 - Benefícios da utilização do 4D na comunicação entre equipe Gerencial de obra e empreiteiros**

**Fonte: Pesquisa aplicada aos usuários do modelo 4D**



**Gráfico 5 - Benefícios da utilização do modelo 4D como ferramenta de comunicação**  
**Fonte: Pesquisa aplicada aos usuários do modelo 4D**

De acordo com os resultados obtidos, pode-se perceber que a utilização do modelo 4D trouxe benefícios para a comunicação dos envolvidos. Nota-se que os usuários tiveram uma boa e até mesmo uma ótima experiência na utilização da ferramenta. Observa-se também que a maioria dos usuários notaram que a utilização do 4D melhorou a comunicação do setor de planejamento com os coordenadores e engenheiros de produção do canteiro de obras. Já na pergunta 3, identifica-se que os benefícios na comunicação com a utilização da tecnologia entre a equipe gerencial e o mestre de obras, não foi tão eficiente como na pergunta anterior. No item 4, visualiza-se que foi mediana a melhoria na transmissão da informação do coordenador e engenheiros de obra com os empreiteiros. Na última pergunta, tem-se um dos questionamentos centrais do presente trabalho, onde pode-se perceber que a maioria dos usuários percebe o modelo 4D como uma boa ferramenta para transmissão do planejamento de obra, para todos os envolvidos nas etapas de construção.

## 7 CONCLUSÃO

Ao término deste trabalho, tendo em vista a utilização do modelo 4D como ferramenta de comunicação, como objetivo do estudo, se tornou possível concluir que a metodologia tem o potencial de auxiliar na transmissão de mensagens referentes ao planejamento de obras e assim tornar mais eficiente a comunicação entre os envolvidos, conforme os resultados obtidos com a pesquisa aplicada.

Ainda durante o desenvolvimento do estudo, foi notório a percepção do benefício da utilização do modelo 4D durante reuniões estratégicas para tomada de decisões, ao ser possível visualizar simultaneamente uma atividade do cronograma de obra e os respectivos elementos associados a ela, diminuindo o risco de interpretações errôneas. A possibilidade de se exibir através de animações o avanço físico da obra, e demonstrar aos empreiteiros suas atividades a partir do modelo 4D, permitiu que os mesmos tivessem uma visualização mais clara de suas tarefas como também uma visão global das atividades predecessoras e elas, o que indica o fluxo de atividades e conseqüentemente o impacto do desenvolvimento de cada tarefa. A estratégia de utilização de cores padrões para as atividades e o fato aplicá-las de uma forma mais transparente, também foi um ponto de destaque, permitindo uma visualização completa de atividades internas e externas, acontecendo em conjunto.

Por tanto indica-se a modelagem 4D a fim de se combater as dificuldades encontradas com a utilização dos métodos tradicionais de planejamento, uma vez que o modelo 4D apresentou um potencial para auxiliar no processo de planejamento e controle.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. H. C.; SOUZA, E. F.; AMORIM, F. R. Análise das influências na comunicação em projetos: o caso de uma instituição financeira do interior de São Paulo, Brasil, **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, (enero-marzo 2018). En línea: <<http://www.eumed.net/rev/cccss/2018/01/influencias-comunicaco.html>> Acesso em: 18 mai. 2019.

ALBERTIN, A. L. **Tecnologia de Informação e desempenho empresarial: as dimensões de seu uso e sua relação com os benefícios de negócio**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

ALDA, G. G. **Utilização de ferramenta computacional para planejamento do canteiro de obras**. 2016. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

BAIA, D.; MIRANDA, A.; LUKE, W. **Uso de ferramentas BIM para o melhor planejamento de obras da construção civil**. tools use BIM for better planning of civil construction Works.(2014)

BIMDICTIONARY, Verbete Building Information Modelling Disponível em: <<https://bimdictionary.com/en/building-information-modelling/1>>. Acesso em: 14 out. 2019.

BIMForum. Level of Development Specification. Disponível em: <<http://bimforum.org/lod/>>. Acesso em: 12 ago. 2019.

BIOTTO, C. N.; FORMOSO, C. T.; ISATTO, E. L. Uso de modelagem 4D e Building Information Modeling na gestão de sistemas de produção em empreendimentos de construção. **Ambiente Construído**, v. 15(2), p. 79-96, 2015.

BRASÍLIA. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Projeto Guias BIM **ABDI - GUIA 3**– BIM na quantificação, orçamentação, planejamento e gestão de serviços da construção. Brasília: [s.n.], 2017.

BRASÍLIA. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Projeto Guias BIM **ABDI - GUIA 4**– Contratação e elaboração de projetos BIM na arquitetura e engenharia. Brasília: [s.n.], 2017.

BRASÍLIA. Câmara Brasileira da Construção. Coletânea de implementação do BIM para construtoras e incorporadoras. Brasília: [s.n.], 2016.

CAMPESTRINI, T. F. et al. **Entendendo BIM: uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. Curitiba: SINDUSCON, 2015.

CENTRO DE TECNOLOGIA EM EDIFICAÇÕES (CTE). Vantagens do BIM no desenvolvimento de projetos e as dificuldades de implantação no Brasil. 2012. Disponível em <<http://www.engworksmbim.com.br/Noticias-BIM/encontro-sobre-projeto-planejamento-e-gestao-de-obras-realizado-pelo-cte.html>>. Acesso em: 17 Jun. 2019.

COELHO, S. S.; NOVAES, C. C. **Modelagem de Informações para Construção (BIM) ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: [s.n.], 2008.

EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designer, Engineers, and Contractor**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook. A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors**. 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc., 2011.

EASTMAN, C et al. **Manual BIM: um guia de modelagem da informação para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**; tradução Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014.

FERREIRA, B. M. L. **Desenvolvimento de metodologias BIM de apoio aos trabalhos construtivos de medição e orçamentação**. (Dissertação) – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, 2015.

FISCHER, M.; HAYMAKER, J.; LISTON, K. Benefits of 3D and 4D Models for Facility Managers and AEC Service Providers. In: ISSA, R. R.; FLOOD, I.; O'BRIEN, W. J. **4D CAD and Visualization in Construction: developments and applications**. Lisse, The Netherlands. A. A. Balkema Publishers, cap. 1, 2005.

GEHBAUER, F. **Planejamento e gestão de obras. Um resultado prático da cooperação técnica Brasil – Alemanha**. 2. ed. Curitiba: CEFET – PR. 2002.

GUSMÃO, J. R. L. **Planejamento na contratação de obras públicas: estudo das disposições legais sobre projeto básico, licenciamento ambiental, definição dos custos e fonte dos recursos no processo de contratação de empreendimentos públicos.** (Trabalho de Conclusão do curso de MBA). UFB – Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2008.

KOO, B., FISCHER, M. **Feasibility of 4D CAD in Commercial Construction.** Stanford: Center for Integrated Facility Engineering, 1998. Technical Report n. 118.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamento e controle de projetos de obras.** Rio de Janeiro: LTC, 1996.

LIMMER, C. V. **Planejamento, orçamentação e controle de projetos e obras.** Rio de Janeiro: LTC, 2013.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM.** Tese de doutorado apresentada a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2013.

MATTOS, A. D. **Planejamento e controle de obras.** 1. ed. São Paulo: PINI, 2010.

MUNCH, J. R. **Tecnologia BIM: Ciclo BIM 3D ao BIM 7D.** 2016 Disponível em <<https://www.linkedin.com/pulse/tecnologia-bim-ciclo-3d-ao-7d-jos%C3%A9-ricardo-m%C3%BCnch>> Acesso em: 15 out. 2019.

NATIONAL BIM SPECIFICATION (NATSPEC). **National BIM Guide.** v1.0. Austrália, 2011. Disponível em: <<http://www.natspec.com.au/>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

NATIONAL BUILDING INFORMATION MODELING STANDARD (NBIMS). Overview, Principles and Methodologies, Version 3. Disponível em: <<http://www.nationalbimstandard.org/>>. Acesso em: 16 jul. 2019.

NATIONAL BIM LIBRARY (NBS). What is a BIM Execution Plan (BEP)?. Irlanda, 2017. Disponível em: <<http://www.natspec.com.au/>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

OLIVEIRA, D. **Planejamento Estratégico: conceitos, metodologias e práticas.** 18. ed. São Paulo: Atlas, 2002

OLIVEIRA, D. **Planejamento Estratégico: conceitos, metodologias e práticas**. 22. ed. São Paulo: Atlas, 2006

PARANÁ. Secretaria de Infraestrutura e Logística (SEIL). Grupo técnico se reúne para discutir uso do sistema BIM (2015). Disponível em: <<http://www.infraestrutura.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=2656>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

PARREIRA, J. **Implementação BIM nos processos organizacionais em empresas de construção** – um caso de estudo. Dissertação (Mestrado) Universidade Nova de Lisboa, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Monte da Caparica, 2013.

Project Management Institute [PMI]. 2013. Pulse of the Profession. Available: <[https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/the-essential-role-of-communications.pdf?sc\\_lang\\_temp=en-2013](https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/the-essential-role-of-communications.pdf?sc_lang_temp=en-2013)>

RODRIGUES, J. I.; ISATTO, E. I. **Modelagem 4d: implementação no planejamento de longo prazo de obras da construção civil**. Monografia (Trabalho de conclusão do curso de Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Planejamento. **Caderno de apresentação de projetos em BIM**. Santa Catarina: [s.n.], 2015.

SMITH, P. **BIM & the 5D project cost manager**. Procedia-Social and Behavioral Sciences, v. 119, p. 475-484, 2014

SILVA, M. S. T. Carvalho. **Planejamento e controle de Obras**. 2011. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Engenharia Civil). Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SUZUKI, R.; TOLEDO, E. **Planejamento 4D no Brasil: Levantamento orientado à percepção de resultados pelos diversos “stakeholders” da Construção**. ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E

COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 7., 2015, Recife. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2015, p.9.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o Desenvolvimento de um Modelo do Processo de Projeto de Edificações em Empresas Construtoras Incorporadoras de Pequeno Porte.** Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

VARGAS, R. **Gerenciamento de projetos – Estabelecendo diferenciais competitivos.** 7. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2009

VELOSO, T. G.; CARDOSO, M. S.; ROCHA, J. C.; XAVIER, A. R.; ESTEVES, A.C. **O uso da tecnologia BIM como ferramenta na gestão de projetos.** Artigo. Pós Graduação de Gestão de Projetos de Engenharia. Centro Universitário de Belo Horizonte. 2018