

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIDADE DE ENSINO SUPERIOR DOM BOSCO
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOÃO FRANCISCO LAGO DA COSTA FERNANDES

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO

CIVIL: um estudo de caso na aplicação em projetos de escolas técnicas do estado do Maranhão.

São Luís – MA

2021

JOÃO FRANCISCO LAGO DA COSTA FERNANDES

**UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO
CIVIL: um estudo de caso na aplicação em projetos de escolas técnicas do estado do
Maranhão.**

Monografia apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, como para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Esp. Aline Bianca Pinto Pinheiro

São Luís – MA

2021

Fernandes, João Francisco Lago da Costa

Utilização de ferramentas BIM no planejamento da construção civil: um estudo de caso na aplicação em projetos de escolas técnicas do estado do Maranhão. / João Francisco Lago da Costa Fernandes. __ São Luís, 2021.

72 f.

Orientador: Prof^a. Esp. Aline Bianca Pinto Pinheiro.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção) - Curso de Engenharia de Produção – Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, 2021.

1. Tecnologia BIM. 2. *Building Information Modeling*. 3. Edificações civis. 4. Planejamento – Construção. I. Título.

JOÃO FRANCISCO LAGO DA COSTA FERNANDES

UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS BIM NO PLANEJAMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL: um estudo de caso na aplicação em projetos de escolas técnicas do estado do Maranhão.

Monografia apresentado ao Curso de Engenharia de Produção, do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB, como para a obtenção do grau de bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Esp. Aline Bianca Pinto Pinheiro

Aprovado em ____ / ____ / 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Aline Bianca Pinto Pinheiro (Orientador)
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

Eng. Esp. Neil de Souza Barbosa (Co-orientador)
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

1º Examinador
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

2º Examinador
Unidade de Ensino Superior Dom Bosco – UNDB

AGRADECIMENTOS

A minha família, por me dar o incentivo e os meios necessário para seguir firme durante essa jornada. Em especial, a minha avó Luiza Amélia por todo esforço, dedicação e cuidado, os quais me possibilitaram a seguir com meu sonho.

Ao meu falecido avô Raimundo Naeydi, que em sua memória dedicou seu tempo aconselhando, motivando e encorajando-me a seguir em frente na estrada da vida; por toda paciência e pela sabedoria de me auxiliar durante a correria da vida acadêmica.

A minha namorada Thayza, que me deu todo apoio, compreensão, força, ânimo e amor durante essa caminhada. Obrigado por tudo!!!

Ao meu tio Neil Barbosa, que desde o princípio me motivou e orientou a seguir a carreira de engenharia, acreditando no meu potencial como estudante e futuramente como profissional.

A minha orientadora e, Aline Pinheiro, que dedicou muito do seu tempo me orientando, embora tivesse outros projetos a orientar. Agradeço imensamente pelos ensinamentos, atenção, amizade e persistência durante a execução do trabalho.

A todo corpo docente, que são os maiores responsáveis por eu estar concluindo essa etapa da minha vida, por difundirem todos os dias seus conhecimentos.

Aos meus colegas de trabalho, pela compreensão e apoio, e pelas palavras de motivação.

Meus agradecimentos a todos que, de alguma forma, contribuíram para que a conclusão deste trabalho fosse possível.

“O homem não teria alcançado o possível se, repetidas vezes, não tivesse tentado o impossível.”

Max Weber

RESUMO

Vários fatores levaram a indústria da construção a buscar níveis mais elevados de desempenho, melhorando seus sistemas de planejamento e controle da produção. Atualmente, o setor privado está utilizando tecnologia para garantir a eficiência em todas as etapas de concepção e construção de projetos, utilizando sistemas que não podem prever determinadas atividades ou problemas na produção das obras. Dessa forma, há necessidade de sistemas de planejamento e controle predial nas edificações civis, que proponham de forma mais efetiva as expectativas de atuação dentro e fora do canteiro de obras. O objeto desta pesquisa, Building Information Modeling (BIM), traz conceitos e ferramentas que podem apresentar vantagens no planejamento da construção corporativa, que é o objetivo desta pesquisa. Para tirar as conclusões deste estudo, foi realizado um trabalho com base no referencial teórico e em estudos de caso. A tecnologia BIM emergente nesta indústria visa mudar completamente a forma como os edifícios civis são projetados e desenvolvidos. A tecnologia BIM comparada com os métodos tradicionais de planejamento e controle possui maior eficiência e vantagens. Essas vantagens se baseiam principalmente na automação de processos, na visualização a partir da geração de modelos e no aumento das informações disponíveis necessárias para apoiar a tomada de decisões corporativas. Portanto, é possível reduzir o tempo e o custo dos projetos de construção que podem ser utilizados para modelagem BIM.

Palavras chave: Planejamento. Tecnologia BIM. edificações civis.

Abstract

Several factors have led the construction industry to seek higher levels of performance, improving its production planning and control systems. Currently, the private sector is using technology to ensure efficiency in all stages of project design and construction, using systems that cannot predict certain activities or problems in the production of the works. Thus, there is a need for planning and building control systems in civil buildings, which more effectively propose the expectations of performance inside and outside the construction site. The object of this research, Building Information Modeling (BIM), brings concepts and tools that can present advantages in the planning of corporate construction, which is the objective of this research. In order to draw the conclusions of this study, work was carried out based on the theoretical framework and case studies. The BIM technology emerging in this industry aims to completely change the way civil buildings are designed and developed. Compared to traditional planning and control methods, BIM technology has many advantages. These advantages are mainly based on the automation of processes, the visualization based on the generation of models and the increase in the available information necessary to support corporate decision-making. Therefore, it is possible to reduce the time and cost of construction projects that can be used for BIM modeling.

Keywords: Planning. BIM technology. civil buildings.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo de vida do gerenciamento.....	19
Figura 2- Etapas do CQS	34
Figura 3- Etapas de uma as10	35
Figura 4- Interface de Microsoft Project	40
Figura 5- Interface navisworks.....	41
Figura 6- Orçamento automático do modelo.....	43
Figura 7-Microsoft project.....	47
Figura 8- Base de informações básicas.....	48
Figura 9- Famílias.....	49
Figura 10- Hierarquia.....	50
Figura 11- Navisworks.....	51
Figura 12- Implantação I.....	52
Figura 13- Implantação II.....	53
Figura 14- Empreendimento.....	54
Figura 15- Planta.....	55
Figura 16- Hall e biblioteca.....	56
Figura 17- Auditório.....	56
Figura 18- Bloco pedagógico- pav. Térreo.....	57
Figura 19- Bloco pedagógico- pav. Superior.....	57
Figura 20- Refeitório /vivência	58
Figura 21- Quadra poliesportiva.....	59
Figura 22- Laboratórios especiais.....	59
Figura 23 - Composição x planejamento.....	60
Figura 24- Composição x Orçamento.....	61
Figura 25- Composição x Cronograma.....	62
Figura 26- Composição x Orçamento.....	63
Figura 27- Simulação de Composição x Orçamento.....	64
Figura 28- Simulação.....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Tipos de orçamento.....	25
Tabela 2- Exemplo de orçamento estática.....	26
Tabela 3- Exemplo de plano de mestre de obras	33
Tabela 4 – Exemplo de listas de tarefas semanais	36

LISTA DE SIGLAS

2D: modelo bidimensional

3D: modelo tridimensional

4D: modelo 3D associado ao planejamento

5D: modelo 4D associado ao orçamento

6D: modelo 5D associado à operação e manutenção de edificações

ASO: Análise de Sistema e Operação

BIM: Building Information Modeling (Modelagem de Informação da Construção)

CAD: Computer Aided Design (Desenho Auxiliado por Computador)

CQS: Círculo de qualidade supervisionados

PERT/CPM: Program Evaluation and Review Technique/ Critical Path Method

PMBOK: Project Management Body of Knowledge (Conhecimento de gerenciamento de projetos)

PMI: Project Management Institute (Instituto de gerenciamento de projetos)

SINDUSCON- MA: Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Maranhão

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	JUSTIFICATIVA	15
1.2	OBJETIVOS	15
1.2.1	Geral	15
1.2.2	Específicos	16
1.2.3	Formulação do problema	16
1.2.4	Hipóteses	17
2	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1.	ORÇAMENTO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS	18
2.1.1	GERENCIAMENTO DE PROJETOS	18
2.1.1.2	Gerenciamento do Tempo do Projeto	21
2.1.1.3	Definição da atividade	22
2.1.1.4	Sequenciamento de atividades	22
2.1.1.5	Estimativas de duração de atividade	22
2.1.1.6	Desenvolvimento do cronograma	23
2.1.2.	ORÇAMENTO	24
2.1.3	PLANEJAMENTO DE CONTROLE DE OBRA	28
2.1.3.1	Partes do planejamento:	30
2.1.3.2	Tipos de Planejamento:	30
2.1.3.3	Planejamento Curto Prazo	31
2.1.3.4	Planejamento Médio Prazo	36
2.1.3.5	Planejamento Longo Prazo	38
2.1.4	Planejamento 4d	39
2.1.5	Planejamento 5d	42
2.2.	BUILDING INFORMATION MODELING	45
2.2.1	Ferramentas	47
2.2.1.1	Microsoft Project	47
2.2.1.2	Revit	48
2.2.1.3	Famílias	49
2.2.1.4	Schedules	50
2.2.1.5	Navisworks	51
2.3	ESCOLA TÉCNICA DO ESTADO DO MARANHÃO	52
3.	METODOLOGIA	64
3.1	Tipo de Pesquisa	64
3.2	Local de estudo	65

3.3	Coleta de Dados	65
3.4	Análise dos Dados	65
3.5	Aspectos éticos	66
3.6	Materiais e instrumentos	67
4	CONCLUSÃO.....	68
	REFERÊNCIAS.....	68

1 INTRODUÇÃO

Fatores como a globalização do mercado, o aumento da demanda dos consumidores e a redução dos recursos financeiros para a realização de projetos têm estimulado a construção civil a buscar níveis mais elevados de desempenho por meio de investimentos em tecnologia de gestão e produção (GERHARD, 2008).

Sob esta circunstância, um bom planejamento e gestão em todas as fases da construção do empreendimento são importantes. Para evitar problemas no futuro, reduzir custos e garantir que a qualidade seja cumprida no prazo estipulado, trata-se de um problema de prever com eficácia as várias etapas da obra.

O setor privado utiliza atualmente diversas tecnologias para garantir a eficiência das várias etapas que constituem a visão e construção do empreendimento. A maioria dessas estratégias utiliza sistemas que não podem prever certas atividades ou problemas na produção das obras. Baccarini (1996 apud BIOTTO, 2012, p.17) acrescentou que uma empresa complexa precisa tomar ações, métodos, técnicas e ferramentas adequadas para gerenciá-la com sucesso, pois verifica-se que as ferramentas de planejamento tradicionais são combinadas com a rede PERT-CPM e O gráfico de Gantt será inválido quando usado em conjunto.

Nos últimos anos, diversos projetos foram desenvolvidos e, com o desenvolvimento de todos os requisitos técnicos nos últimos anos, os requisitos relacionados aos padrões e requisitos de sustentabilidade quase se tornaram uma regra para os serviços de projetos contratados. Dentre eles, vale destacar que com o crescimento da demanda por cada vez mais projetos de sistemas BIM, os empreiteiros sentem que a qualidade dos produtos entregues pelo BIM é maior, pois os contratantes se sentem mais confiantes em relação ao método BIM. (BELMIRO, 2018).

1.1 JUSTIFICATIVA

A construção civil está presente diretamente no cotidiano das pessoas, em várias áreas de atuação como restaurantes, hospitais, bancos, supermercados prestando algum serviço ou fornecendo produtos aos consumidores. Para Gonçalves (2009) o setor da construção possui um papel muito importante na economia de um país, tanto pela representação nacional do Produto Interno Bruto (PIB), quanto na geração de emprego. “A indústria da construção civil tem passado, nos últimos anos, por um salto em tecnologia de gestão da produção e processos. Isto se dá pelos novos sistemas de produção formatados, que têm buscado elevar a competitividade das empresas através de redução de custos, melhor qualidade e flexibilidade” (VALENTE, 2011).

Para Mattos (2010), muitas obras ainda são feitas sem qualquer tipo de planejamento, as quais ainda são tocadas pela capacidade do engenheiro administrar os assuntos concomitante ao decorrer da obra, alertando que não é maneira mais aconselhável a se proceder.

O processo de planejamento e controle passa a cumprir papel fundamental nas empresas, na medida em que tem forte impacto no desempenho da produção. Estudos realizados no Brasil e no exterior comprovam esse fato, indicando que deficiências no planejamento e no controle estão entre as principais causas da baixa produtividade do setor, de suas elevadas perdas e da baixa qualidade dos seus produtos.

Como justificativa, a proposta a nível acadêmico se mostra a contribuir de forma relevante para o tema em geral, mostrando novos tipos de abordagens e abordando uma área pouco explorada quando utiliza-se o BIM como tema de gestão do planejamento.

1.2 OBJETIVOS

Levando em consideração a problemática da presente pesquisa, apresenta-se os seguintes objetivos gerais e específicos, que acordaram a desenvolver a fundamentação teórica, o caminho metodológico e a utilização das ferramentas para buscar os resultados esperados.

1.2.1 Geral

Mostrar a importância do planejamento na gestão de projetos da construção civil.

1.2.2 Específicos

- Indicar as principais ferramentas que auxiliam o processo de planejamento do projeto;
- Identificar os gargalos presentes no planejamento;
- Aplicar os conceitos da filosofia BIM no projeto estudado;
- Apresentar os resultados alcançados a partir da aplicação do BIM;

1.2.3 Formulação do problema

O setor da construção civil é de enorme importância para qualquer cenário econômico tanto a nível nacional quanto internacional. Além da sua importância econômica, o setor impacta diretamente na sociedade como um todo, trazendo diversos benefícios como a moradia, emprego, infraestrutura das cidades e não deixando de mencionar as suas responsabilidades com as leis e com o meio ambiente. Como qualquer outro ambiente de produção, o setor da construção não se difere dos demais visando a competição para garantir seus lucros e sua sustentabilidade no mercado, por isso as empreiteiras estão cada vez mais preocupadas em prestar serviços e oferecer produtos de qualidade para seus clientes.

Em momentos de alta da economia, geralmente o ritmo de produção das empreiteiras cresce, o que leva a uma grande possibilidade de existência de gargalos nos seus processos internos e externos e em consequência podem surgir diversos questionamentos a respeito desses gargalos. Para isso leva-se como objeto de estudo a aplicação das principais ferramentas que auxiliam no planejamento do projeto de escola técnica situada no Estado do Maranhão.

Os principais problemas presentes no planejamento, como as principais interferências durante o processo de desenvolvimento do projeto podem causar maior prazo de entrega, problemas orçamentários decorrentes ao aumento dos prazos, e inflexibilidade do planejamento e ausência de um controle de gestão do projeto. Diante desse cenário pode-se questionar: como a utilização dos princípios da filosofia *Building Information Modeling* (Modelagem de Informações da Construção) - BIM podem contribuir para o planejamento e na melhoria dos processos de desenvolvimento de projetos da construção civil?

1.2.4 Hipóteses

- Conhecer a metodologia BIM é interessante para buscar ferramentas que atendam às necessidades requisitadas pelos projetos;
- A filosofia BIM auxilia na eliminação dos gargalos do planejamento e dos processos de desenvolvimento de projetos;
- A melhoria dos processos agrega valor aos serviços e produtos;
- A utilização BIM aumenta a qualidade dos produtos e serviços prestados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ORÇAMENTO, PLANEJAMENTO E CONTROLE DE OBRAS

2.1.1 GERENCIAMENTO DE PROJETOS

A criação de gerenciamento de Projetos surgiu como uma disciplina nos EUA nos anos 50. Seu percussor foi Henry Gantt, um especialista em técnicas de planejamento e controle, auxiliando na definição e alcance de objetivos, melhorando o uso dos recursos imprescindíveis durante um trabalho tais como, tempo, custos, materiais etc (DOMINGUES, 2009).

Ainda nessa década, Kerzner afirmou que essa gestão de projetos não foi modificada até a década de 90, pois, muitos a julgavam eficiente, porém arriscada, podendo ameaçar a estrutura organizada já existente, sendo levada a sério aproximadamente nos últimos vinte anos com a globalização, adquirindo a confiança e a satisfação dos clientes (SILVA, 2011).

O Gerenciamento como projeto não é novidade, seu conhecimento provém da Antiguidade, com as construções das Pirâmides do Egito. Então, os faraós, em conjunto com arquitetos e com mão de obra, utilizavam a matemática e as noções de construção, garantindo a sua qualidade que surpreende os profissionais atuais (SILVA, 2011).

O gerenciamento de projetos torna o projeto mais confiável, eficiente e alinhado com seu objetivo final. O processo do gerenciamento de projetos combina os recursos, ideias e critérios para as seguintes etapas: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e encerramento.

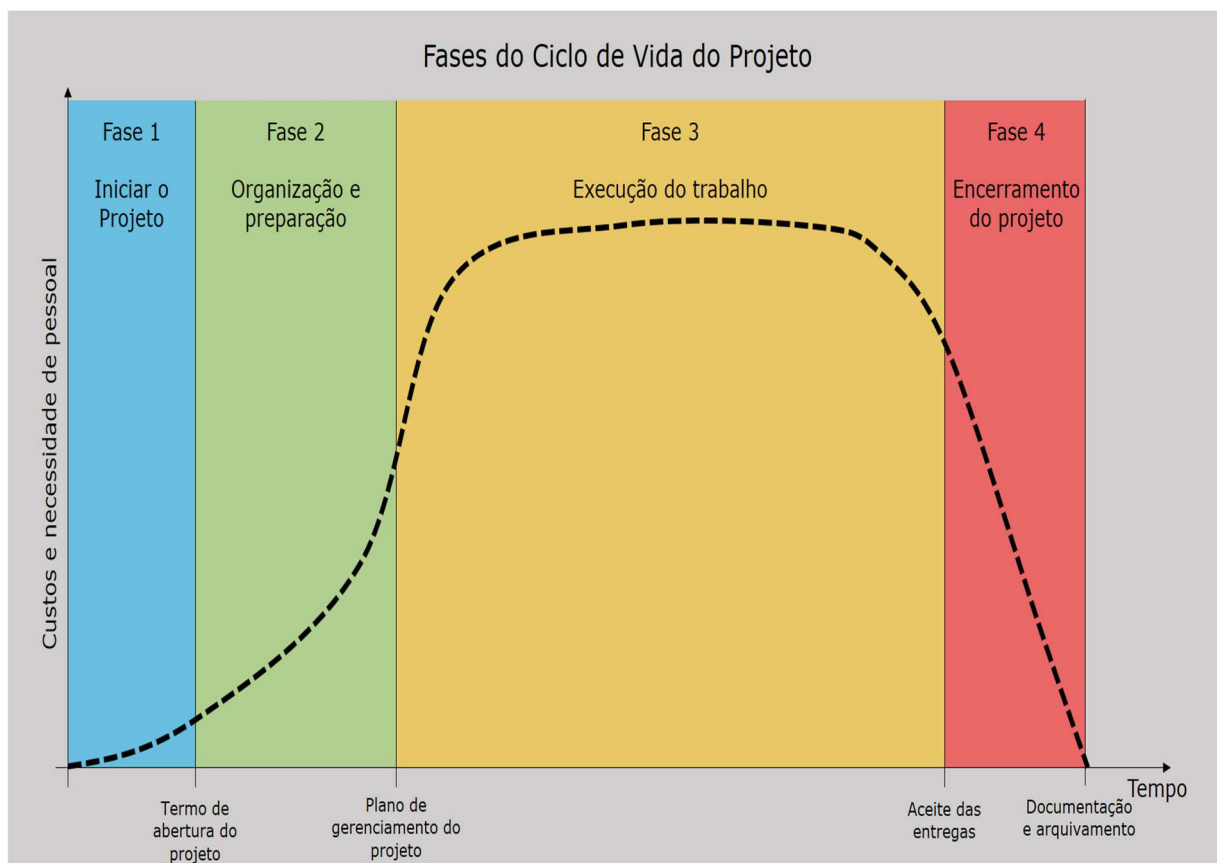
Se formos adiante veremos a Torre Eiffel, a muralha da China, a ponte Golden Gate, a Estátua da Liberdade e outros monumentos extraordinariamente construídos. Temos o parecer de duas personalidades da área, para Frederick Taylor “o pai da administração científica”, o projeto pode ser elaborado, focando suas partes numa sequência, essa teoria ajudou os trabalhadores a executar os empreendimentos em tempo menor que antigamente quando levavam horas numa construção e segundo Henry Gantt, “o pai do gerenciamento de projetos” contribuiu com um estudo sobre operações no trabalho com gráficos que levam seu nome, gráficos esses, inalterados até os anos 90, sendo só introduzidas linhas de ligação de barras que descreviam com mais precisão as dependências entre as tarefas. Ambos são pioneiros nas técnicas como WBS, PERT” (SILVA, 2011).

De acordo com o PMI, gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimento, habilidades, ferramentas e técnicas para projetar atividades destinadas a alcançar objetivos e requisitos que compõe um determinado projeto. A fim de facilitar a gestão do projeto, deve ser dividido em as várias etapas do seu ciclo de vida (DINSMORE e CAVALIERI, 2003).

O ciclo de vida do projeto é usado para definir o início e o fim do projeto, e defina o trabalho (atividade) que deve ser concluído em cada etapa e quem deve fazê-lo conforme o desenvolvimento. Ele descreve um conjunto de processos que devem ser seguidos a fim de tornar boa e assertiva a gestão de projetos (DINSMORE E CAVALIERI, 2003).

Abaixo segue em demonstração gráfica sobre o ciclo de vida do gerenciamento de projetos:

Figura 1 – Ciclo de vida do gerenciamento de projetos



Fonte: Pinazza (2017)

Segundo Gido e Clementes (2007), a primeira fase do ciclo de vida do projeto, quando se trata de determinar precisão, oportunidades ou problemas que pode surgir na

solicitação de proposta pelo cliente, pessoa ou organizações (fornecedores) que atendem ou resolvem necessidades aparentes e identificadas.

Ainda de acordo com Gido e Clementes (2007), a segunda fase do ciclo de vida do projeto, sugeri o desenvolvimento de uma proposta de solução para uma necessidade ou problema.

A terceira fase compreende a implementação da solução proposta, nomeadamente na hora da operação. Esta fase envolve um plano de projeto detalhado onde deve atingir seus objetivos para satisfazer os clientes concluindo todos os trabalhos com qualidade, dentro do prazo e sem extrapolar o orçamento (GIDO E CLEMENTS, 2007).

Na etapa intermediária, tudo o que foi colocado na idealização do projeto é colocado em prática. A maior parte do orçamento e energia para o projeto é consumido nessas etapas (XAVIER, 2008, p.11).

Por fim, a quarta etapa significa apenas a conclusão do projeto. Segundo Gido e Clements (2007), nesta fase, ocorre a necessidade de execução hipotecária, como confirmação de todos Bens, serviços e produtos fornecidos e aceitos pelos clientes (encomendas) a fatura é recebida e paga. Além disso, deve-se verificar as operações que podem ser realizadas da melhor forma, caso outras situações aconteçam caso outro projeto venha ser realizado no futuro. Portanto, é necessário obter nesta fase feedback do cliente para entender sua satisfação e se o projeto é satisfatório e superou todas expectativas. Da mesma forma, o feedback deve ser obtido da equipe relevante, melhorando desempenho de projetos futuros.

Contudo, o gerente é responsável pela gestão do projeto, sucesso ou fracasso. O gerente deve ser nomeado desde o início do projeto, e deve haver apoio da alta administração envolvida no projeto, ele deve permitir que suas habilidades sejam reconhecidas por outras pessoas interessadas no projeto, embora você não precise ter um conhecimento técnico aprofundado e se concentrar mais na compreensão geral do que em habilidades específicas (DINSMORE E CAVALIERI 2003; PMI 2000).

De acordo com o PMI (2004), o gerente de projeto deve se concentrar em todos os históricos relacionados à gestão, ciclo de vida (dividido por fases). Partes interessadas (pessoas direta ou indiretamente envolvidas no projeto), influência no impacto organizacional e socioeconômico. Contudo, o que se destaca como habilidades gerenciais são: a liderança, a comunicação, a negociação, a resolução de problemas e a influência na organização.

Para Xavier (2014), são os processos envolvidos na verificação de que o projeto inclui todo o trabalho necessário, e apenas o trabalho necessário, e apenas o trabalho necessário, para que seja concluído com sucesso.

Para Dinsmore (2014.p.8), o gerenciamento de escopo, deve assegurar “que o projeto inclua todo o trabalho necessário, e momento o trabalho necessário, para que seja completado com sucesso”. O plano de gerenciamento do Escopo é parte do plano de gerenciamento do projeto que descreve como o escopo será definido, desenvolvido, monitorado, controlado e validado. O escopo do projeto inclui atributos e as funções que caracterizam o produto, serviço ou resultado e inclui o trabalho que necessita ser feito para a execução.

A elaboração o escopo ocorre de forma progressiva. Geralmente no início do projeto os requisitos tendem a ser menos detalhados e passarão a ser mais detalhados à medida que o projeto vai sendo desenvolvido. A grande vantagem desta elaboração progressiva do escopo é evitar desperdício de recursos, tempo e dinheiro, ou seja, o detalhamento só será finalizado quando a necessidade do cliente estiver bem atendida (POSSI, 2006).

2.1.1.2 Gerenciamento do Tempo do Projeto

Conforme Vargas (2003), gestão do tempo e a gestão de custos é a área mais óbvia no gerenciamento de um projeto. A grande maioria das pessoas interessadas no projeto tem como primordial o controle de prazos, criando cronogramas e redes. A gestão do tempo é um processo necessário para garantir que o projeto concluído dentro do cronograma, ou seja, do prazo. (MENDES, 2008).

De acordo com (BARCAUI et al, 2006), a gestão do tempo desde a definição de atividades, classificação e definições de recursos por atividade, estimativa de duração e montagem até que o planejado seja controlado e dentro do cronograma.

Conforme Lemes (2016), antes mesmo que um projeto seja iniciado, a informação que a equipe responsável pelo projeto, a primeira informação que todos esperam é quando o projeto irá ser concluído. Pois, o aspecto que mais simboliza o fracasso de um projeto, sem dúvidas é o tempo.

Ainda conforme as explicativas de Lemes (2016, p.37), para que haja uma correta apuração do tempo de duração do projeto são necessárias: definição da atividade; sequenciamento de atividades; estimativa de recursos da atividade; estimativa de duração da atividade: estimativa dos tipos e das quantidades de recursos necessários para realizar cada

atividade do projeto; desenvolvimento do cronograma; controle do cronograma e gerenciamento dos projetos de construção de edificações.

2.1.1.3 Definição da atividade

Definir atividades é o processo de identificação e registro de documentos característicos para a realização da entrega do projeto (PMI, 2013).

Conforme Barcaui et al (2006, quanto mais detalhado for o projeto, maior será o trabalho da gerencia para realizar o acompanhamento do cronograma. Contudo, o cronograma muito detalhado, poderá não ser atualizado pela falta de tempo. Desta maneira, o cronograma deve ser compreensível contendo todas as informações e ao mesmo tempo prático, para que sua atualização seja constante.

2.1.1.4 Sequenciamento de atividades

Para Barcaui et al. (2006), a declaração de escopo é essencial para a sequência de atividades, porque permite uma visão ampla dos produtos ou o serviço a ser desenvolvido. Coisas fora do escopo precisam ser bem explicativas para o melhor entendimento do projeto, definido no comunicado para promover a compreensão e realização do projeto. O diagrama de rede corresponde à situação real do projeto a ser desenvolvido. No entanto, o autor alerta que é muito comum fazer alterações na lista durante o processo de sequenciamento, devido ao diagrama de rede de novas atividades ou fases que terminaram durante a execução que precisam ser atualizadas no cronograma.

2.1.1.5 Estimativas de duração de atividade

Conforme as explicativas de PMBOK (PMI, 2013), o cronograma envolve a determinação de recursos, pessoal, equipamentos e materiais, a quantidade e disponibilidade de cada recurso a ser usado e realizar as atividades de projeto. Neste contexto, também possibilita verificar se cada atividade tem uma relação específica entre o fator de duração e a quantidade de recursos, que são o que determinam a produtividade.

Contudo, o aumento de recursos afeta diretamente a duração para reduzi-lo, mas não necessariamente na mesma proporção. Em outras palavras, quando dobramos a quantidade

de um recurso as atividades não necessariamente podem ser cortadas pela metade. Existem outros fatores que afetam esta relação com a produtividade (BARCAUI et al 2006, p.55)

Segundo o PMBOK (PMI, 2013), a duração do evento é difícil e eles precisam ser estimados devido a vários fatores que podem afetá-los, como nível de recursos ou produtividade. No entanto, deve sempre levar em consideração a opinião de um especialista, como informações fornecidas por funcionários da empresa, como a estimativa de duração das atividades de um projeto, realizando anteriormente. Se este recurso principal não estiver disponível, a estimativa do período de construção será mais arriscada e incerta.

Estimar duração de atividades é um desafio. Algumas vezes, o gerente e sua equipe estarão familiarizados com as atividades podendo fornecer estimativas mais seguras, e ficando mais confortável em cumprir. Porém, vão existir momentos em que a equipe não fará a mínima ideia de quanto tempo será necessário para executar determinada atividade ou um conjunto de atividades. Independentemente dessa realidade, a equipe precisa fornecer uma estimativa para as atividades ou o conjunto a ser executado. (BARCAUI et al, 2006, p.73).

Barcaui et al (2006) explica que existem algumas outras técnicas que poderão ser utilizadas para obtenção de boas estimativas, dentre as quais:

1. Utilizar os dados históricos e documentar seu registro
2. Opinião do especialista
3. Aplicar a técnica Delphi
4. Aplicar estimativas paramétricas
5. Inferir baseado na similaridade a outras atividades
6. Considerar o uso de reservas (gorduras)

Contudo, o manuseio do tempo da duração de uma determinada atividade, é de suma importância em qualquer realização de um projeto, pois ele quem vai medir, a qualidade da realização de um projeto, caso algo saia fora dos conformes, o projeto estará fadado ao insucesso demandando tempo, agilidade e habilidade para contornar essa situação.

2.1.1.6 Desenvolvimento do cronograma

Conforme Vargas (2003), a formulação do cronograma é um processo que determina a localização das datas, estabelecendo o início e término dos trabalhos, ou seja, de

um projeto, é o cronograma que vai monitorar o tempo que cada atividade será realizada, para que ao final do projeto, tudo seja entregue dentro do prazo estipulado.

Barcaui et al. (2006) apontou que gerenciamento de projetos é sinônimo de realização de um cronograma, este deve ser o primeiro passo para a preparação, lista de atividades e suas estimativas de duração e classificação representada no diagrama de rede. A estruturação do cronograma também estabelece base para muitas funções importantes no processo de gerenciamento, caso não se tenha uma definição clara do escopo e dos objetivos e não ter base sólida para alocar recursos ou gerenciar o fluxo de caixa.

O desenvolvimento de um cronograma de projeto aceitável é geralmente um processo iterativo. O modelo de calendário é usado para definir datas planejadas de início e término para atividades e marcos de acordo com a precisão da entrada. O desenvolvimento de um cronograma pode precisar ser analisado e revisado criteriosamente a estimativa de duração e recursos para criar um modelo de cronograma do projeto aprovado pode ser usado como um guia de base para acompanhar o progresso. (PMI, 2013, página 174).

2.1.2. ORÇAMENTO

O orçamento operacional é uma ferramenta eficaz para a gestão do orçamento custo porque a atividade é baseada em produzir. No entanto, esse recurso torna o orçamento extenso.

Conforme Xavier (2008, p.5), orçamento é o processo de preparação de um serviço ou trabalho. Faz identificação do produto e / ou serviço, descrição correta, quantificação, analisa e avalia uma série de projetos. Isso requer habilidade, atenção e conhecimento sobre como realizar tarefas e / ou serviços específicos. Ter uma compreensão profunda do serviço e ter uma boa compreensão dos desenhos, planos, padronizar o trabalho e fornece a melhor maneira de identificar e executar cada tarefa do trabalho, determinando a dificuldade de cada tarefa e serviços e assim, portanto, reduzindo seus custos.

Segundo Xavier (2008), a formulação do orçamento pode ser determinante ao sucesso e / ou fracasso da empresa porque os erros de orçamento podem exacerba decepção, falta de credibilidade e perda. Pode-se dizer que o orçamento reflete o pensamento e a premissa de um país. Empresas de construção que constituem produtos que definem a qualidade e as capacidades do produto

A gestão de custos é um sistema importante de controle e medição de desempenho, capaz de mostrar como a empresa opera termos financeiros. Gestão de custos eficaz, a comparação é essencial entre os custos incorridos em um certo tempo e despesas que já

ocorreram, tudo sendo planejado no mesmo período. Isso significa que a estimativa se concentra apenas nos custos de aquisição e não faz sentido fazer todo o trabalho no contexto da gestão (GONÇALVES; CEOTTO, 2014).

A elaboração de orçamentos, em geral, tem sido feita de modo que os componentes do projeto do empreendimento sejam apurados e transcritos, manualmente, a partir de desenhos em 2D, em planilhas, para fins de armazenamento e registro das informações. Contudo, o orçamento extraído da transposição da caixa de dados do projeto 2D torna isso difícil para você obter informações de pesquisa. Isso decorre dos seguintes fatos: Transposição de dados via vários arquivos de texto. Esses arquivos estão espalhados, por isso é difícil a recuperação de informação. Notícias extraídas dos elementos contidos no projeto, e não transponha em arquivo de texto interconectados. Portanto, ao transferir dimensões geométricas e outras informações do projeto para a planilha, não pode determinar qual elemento do projeto a informação é relevante (FIRAT et al., 2010).

Para que o gestor de obra tenha um bom desempenho nas metas e custos estabelecidos no orçamento, é importante que entenda o que está sendo considerado no cálculo de quantitativo e em cada um dos itens estabelecidos no orçamento. Para tanto, as buscas por informações devem ser precisas. As características do orçamento operacional são retratadas fielmente o processo de produção. Isso é um trabalho feito para determinar a operação necessária e execução de serviços específicos. Então, é isso o tipo de orçamento que segue o método de negócios usado para decompor serviços com base em operações necessárias para realizar o referido trabalho (CABRAL, 1988; ASHWORTH; Skiing, 2005).

Contudo, é oportuno esclarecer que o tipo de orçamento pode variar de acordo com a sua finalidade e com a quantidade de informações disponíveis para a construção do mesmo. O orçamento se classifica em 3 (três) tipos: tabelado, sintético e analítico.

A tabela 1 demonstra as características básicas de cada orçamento de uma forma resumida.

Tabela 1- tipos de orçamentos

Tipos de orçamento	Informações	Metodologia	Finalidade
Tabelado	Área construída (m ²)	Custo unitário (CUB)	Ordem de grandeza
Sintético	Projeto básico	Índice de construção	estimativa
Analítico	Projetos executivos	Apuração completa	Preço real

Fonte: Pereira e Santana, 2010, p. 6.

2.1.2.1 Orçamento Tabelado ou estático

Usa um método na área de construção multiplicada pelo custo unitário básico Construção civil (CUB). CUB é o principal indicador de edifícios civis, é calculado e mensalmente paga pelo sindicato da construção civil (Sinduscon), que em nosso estado é representado pelo SINDUSCON-MA. Este tipo de orçamento determina o custo geral para entender a ordem do trabalho excelente (SINDUSCON-MA, 2021).

O orçamento estático é o tipo de orçamento muito utilizado. Uma vez elaborado, o orçamento não pode mais ser alterado, desta forma, todas as alterações ou variações entre o valor orçado e o valor real devem ser justificados pelos gestores. Contudo, essa inflexibilidade dos dados contidos nas peças orçamentárias é um aspecto polêmico no orçamento estático, porém, essa condição é extremamente necessária nas grandes corporações, pois elas consolidam as peças orçamentárias geradas por diversas unidades em um único orçamento (HOJI, 2018).

Exemplo de orçamento estático:

Tabela 2 – Exemplo de orçamento estático

Quantidade	Real 5.500	Orçado 5.000	Varição 500
Materiais e componentes	85.500	75.000	7.500
Outros custos e despesas variáveis	6.600	6.000	600
Soma de custos e despesas variáveis	89.100	81.000	8.100
Custos fixo	16.000	15.000	1.000
Despesas comerciais e administrativas	1.500	2.000	(500)
Total de custos e despesas fixos	17.500	17.000	500
Resultado operacional	3.400	2.000	1.400

Fonte: HOJI, 2010.

Como observado na tabela a cima, suponha que o planejamento seja feito para um volume de 5 mil unidades de um determinado produto. Neste sentido, mesmo que o nível efetivo de vendas se reduza para 4.500 unidades ou aumentou para 5.500 unidades, a comparação do valor efetivo será sempre feita em relação às 5 mil unidades originalmente orçadas (HOJI, 2018).

Ainda conforme Masakazu Hoji (2018), controle do orçamento estático é feito apurando a variação ocorrida entre o valor efetivamente realizado e orçado, em cada item de peça orçamentária. Contudo, quando ocorrem alterações significativas no cenário projetado,

podem ser elaboradas versões revisadas do orçamento, porém, mantendo fixo o orçamento original.

2.1.2.2 Orçamento sintético ou estimado

O orçamento lista o conteúdo principal do serviço de discriminação e seu respectivo preço total. É calculado usando o método do índice de construção, o seu cálculo é fundamental para a usabilidade de um projeto básico. Todas as atividades macros mensuráveis são calculadas. Ou seja, o orçamento sintético compreende o resumo do orçamento analítico por meio de etapas (MINICHELLO, 2007).

2.1.2.3 Orçamento analítico ou executivo

Expõe informações detalhadas sobre as várias etapas da obra e seus respectivos custos. Despesas consiste em uma lista de serviços ou atividades a serem realizadas na obra. Os preços unitários são obtidos através de componentes de custo, eles são relacionados a quantidade e preço unitário de materiais, equipamentos e mão de obra necessária para realizar uma determinada unidade de serviço específico. Nesta etapa, todos os itens detalhados devem ser quantificados a atividade (MINICHELLO, 2007).

Contudo, o orçamento deve incluir um cronograma de pagamento. Deve lembrar que o custo do projeto não é apenas o preço que o cliente precisa pagar para executar o projeto. Além dos custos de desenvolvimento o cliente também paga pelo projeto em si. Portanto, o valor do cliente será o valor do projeto total, e essa quantidade do trabalho deve ser adicionada ao próprio projeto.

Depois de especificar a atividade do projeto, quanto pode ser definido, quanto vai custar e quando esses recursos podem ser usados para trabalho. Um orçamento é um resumo ou plano financeiro do projeto, onde indica como e quando o recurso é usado, bem como a origem do recurso. A partir do orçamento, o gestor pode definir quem participará do projeto os recursos necessários ao fornecedor e tempo de entrega do produto. O orçamento deve ser o mais detalhado possível, porque isso irá definir se o projeto é financeiramente e economicamente viável, e isso afetará ou não os lucros dos empresários investidores (CRESCÇA BRASIL, 2016).

Contudo, em relação a iniciativa privada, o Crença Brasil (2016, p. 37) esclarece que:

Para a iniciativa privada, a viabilidade econômica é muito forte e critério básico na seleção de projetos. Se não for viável economicamente e financeiramente ou se houver outro projeto mais viável, certamente este será descartado. (CRESCÇA BRASIL, 2016, p. 37).

Para fazer um orçamento, é necessário fazer estimativas de mercado, com uma pesquisa muito precisa. Claro, haverá mais de uma mudança abaixo do preço, e é importante adicionar a porcentagem de erro a equação. A abordagem ideal é encontrar o preço de cada mercadoria no mercado, mas nem sempre nesse caso isso é possível ou viável.

Conforme Crença Brasil (2016), além da estimativa e orçamento dos custos, deve-se desenvolver o Plano de Gerenciamento dos Custos, que envolve:

- a. **Estimar os custos de mão-de-obra:** Os custos do projeto são estimados com base nos custos de mão-de-obra, nos itens relacionados e não relacionados. O custo de mão-de-obra calcula-se analisando as horas de trabalho de cada recurso e multiplicando-as pela remuneração paga por hora. Muitas 31 empresas incluem o custo da mão de obra de seus funcionários internos no orçamento do projeto. Caso a empresa utilize recursos contratados de terceiros, os custos deverão ser sempre calculados e orçados. O gestor deverá determinar o tipo de recursos externos de que precisa, qual a remuneração horária que será paga a esse recurso e então multiplicar pelo custo total por recurso.
- b. **Estimar os custos para os itens não relacionados diretamente com os custos de mão-de-obra:** Nessas despesas, serão incluídos todos os custos não relacionados diretamente com os salários dos funcionários e os custos dos contratados.

Contudo, é importante pontuar que a orçamento é o esqueleto de um projeto de trabalho e serviços, que precisam ser devidamente estudados e construídos com muita responsabilidade. Pois é através dele que, tanto o cliente quanto o empresário têm a dimensão da obra que será executada, e todos ficaram conscientes do valor estimado que cada um terá que investir no planejamento da obra.

2.1.3 Planejamento e Controle de Obras

Sobre o planejamento e controle de obras, em terra pátria de maneira muito similar ao período do Brasil colônia, no século XX os construtores passam a utilizar modelos de gestão,

tecnologias e métodos construtivos importados dos países que se sucederam bem pós-revolução industrial, como a Inglaterra, Espanha, Estados Unidos, Itália e a França (BELMIRO, 2018).

Para Varalla (2003), planejar significa prever, estabelecer metas e definir recursos para que se possa alcançar o principal objetivo, enquanto controlar significa monitorar o que foi planejado buscando a tomada de decisão adequada, adotando medidas corretivas, caso seja necessário, para obter os resultados almejados.

Para Silva (2011), o planejamento é de grande importância mesmo com o risco inerente de todas as áreas devido à falta de certeza de perfeição de qualquer atividade humana. O mesmo busca a tornar mais palpável para as pessoas e as organizações garantia em relação principalmente ao alcance dos objetivos, assim podendo-se dizer em outras palavras a tradução clara de confiança, onde há no cenário noções prévias do que deve ser executado e o caminho a ser traçado. Tais atitudes abrem portas a relação de eficiência entre as ações com a obtenção de melhores resultados.

Para Mattos (2019), sem dúvidas, os últimos anos demonstrou que a indústria de construção se tornou um dos ramos mais produtivos e que mais vem sofrendo alterações substanciais. A intensificação da competitividade, a globalização dos mercados, a grande demanda por bens mais modernos, a velocidade com que surgem novas tecnologias e o aumento do grau de exigência dos clientes, as empresas prestadoras de serviços, perceberam que investir em gestão e controle de processo se tornou inevitável, e cada vez mais essencial para um planejamento e controle de qualidade.

Contudo, é evidente que a importância de um planejamento prévio para a efetivação de um empreendimento é primordial para o sucesso da obra. O planejador de uma obra deve conhecer e saber empregar com proficiência de uma forma global e com alto conhecimento sobre a obra que irá realizar o planejamento. O planejamento é o alicerce de qualquer obra, e um planejamento bem realizado, com certeza a finalização da obra será um sucesso (FERREIRA, 2016).

Para Rocha (2016), a construção civil é um setor de grande importância para a economia do país gerando lucros, e em conjunto com o lucro a procura por qualidade à menor custo se tornou primordial no setor de construção civil. Um bom planejamento qualifica, gera maior produtividade, economia nos materiais e diminuição de prazos. Pois, uma obra para ser bem executada e gerar lucro para o negócio, necessita, antes de tudo, de um bom planejamento em todas as suas etapas.

Pode-se perceber que o planejamento ganha relevância ao proporcionar melhorias no desenvolvimento das atividades, ao reduzir incertezas e a falta de conhecimento por parte

dos personagens do processo acerca das tarefas que devem ser desempenhadas, em que direção se deve caminhar, em quanto tempo se deve concluir o trabalho (SILVA, 2011).

O planejamento fora dividido por Silva (2003) em parte quanto como tipos, onde as partes são dependentes das áreas de atuação e o objetivo previamente debatido como ser alcançado.

2.1.3.1 Partes do planejamento:

- Planejamento dos fins: especificação do estado futuro desejado;
- Planejamento de meios: direcionamento para a empresa chegar ao objetivo desejado;
- Planejamento organizacional: esquematização dos requisitos organizacionais para poder realizar os meios propostos;
- Planejamento de recursos: dimensionamento de recursos humanos e materiais, determinação da origem e aplicação de recursos financeiros;
- Planejamento de Implantação e controle: corresponde à atividade de planejar o gerenciamento de implantação do estabelecimento.

2.1.3.2 Tipos de Planejamento:

- Planejamento Estratégico: é um processo gerencial que permite ao executivo definir o rumo que será seguido pela empresa, com vista a obter um nível de aperfeiçoamento na relação da empresa e seu ambiente.
- Planejamento Operacional: se dá na formalização através de documentos escritos, das metodologias de desenvolvimentos e implantações estabelecidas.
- Planejamento Tático: nem tão emergencial, nem tão em longo prazo, reúne informações presentes para serem formalizadas a um tempo médio determinado.

Silva (2003) cita alguns princípios que norteiam em que o planejamento seja realizado com sensatez e siga um parâmetro que vise o alcance dos objetivos propostos, devendo sempre maximizar os resultados e minimizar as deficiências, tais eles são:

- Princípio da contribuição aos objetivos;
- Princípios da precedência do planejamento;
- Princípio da maior penetração e abrangência;
- Princípio da maior eficiência, eficácia e efetividade.

Para Varalla (2003), planejar significa prever, estabelecer metas e definir recursos para atingir metas, e controle significa monitorar o que está planejado buscando as decisões adequadas e tomando ações corretivas, se necessário e chegando ao resultado desejado.

Qualquer obra na construção civil necessita de uma combinação de recursos (materiais, trabalho, equipamento e capital), onde estão sujeitos a limitações e restrições, cabendo o planejamento colocar cada recurso no seu tempo (ARAUJO; MEIRA, 1997).

O planejamento pode ser feito em todos os níveis de gestão da organização. Devido à incerteza do processo de produção, cada nível do plano vai de acordo com o escopo do planejamento (LAUFER; TUCKER, 1987 apud MENDES JÚNIOR, 1999).

Laufer e Tucker (1987 apud Mendes Júnior, 1999) dividem o planejamento em três níveis hierárquicos, como já mencionado anteriormente, porém com outra denominação:

- Planejamento estratégico ou de longo prazo: são definidas as metas da obra, tais como definições de datas de início e fim das grandes etapas da mesma, compreendendo a etapa de orçamento, fluxo de caixa e definição de layout do canteiro (PATTUSSI, 2006 apud CARNEIRO, 2009).
- Planejamento tático ou de médio prazo: vincula as metas do plano de longo prazo com o de curto prazo, enumerando-se os recursos e suas limitações, para que as metas estabelecidas no longo prazo sejam cumpridas (LAUFER; TUCKER, 1987 apud MENDES JÚNIOR, 1999). Nesse nível de planejamento são estabelecidas as quantidades de trabalho a serem realizadas, programação e seqüência obedecendo os limites estabelecidos no nível estratégico (ALVES, 2000).
- Planejamento operacional ou de curto prazo: de acordo com Ballard e Howell (1997) apud Bernardes (2001), o planejamento operacional tem a função de proteger a produção contra os efeitos da incerteza. Alves (2000) enfatiza que é no nível operacional onde ocorre a distribuição dos pacotes de trabalho para as equipes, preparando uma detalhada programação da produção para o seu efetivo controle.

2.1.3.3. Planejamento Curto Prazo

Para Ballard e Howell (1997), chamam o processo de planejamento de curto prazo como “*Last Planner*” em virtude de uma especificidade do resultado do processo desse planejamento que evidencia que fora executado pelo responsável onde geralmente são normalmente colaboradores do baixo nível hierárquico

O planejamento de curto prazo possui como objetivo vital ordenar as equipes de trabalho executando os serviços dos pacotes de trabalho planejados no plano de médio prazo com o plano sendo semanal (BERNARDES, 2001).

De acordo com a revisão literária de (LAUFER et al, 1992; BALARD et al, 1997), são:

1. Planejamento de mestre de obras: Conforme Laufer (1992), esse planejamento se resume a um plano de atividades que irão ser desenvolvidas diariamente. É realizado semanalmente e supervisionado pelo diretor técnico e engenheiro responsável.

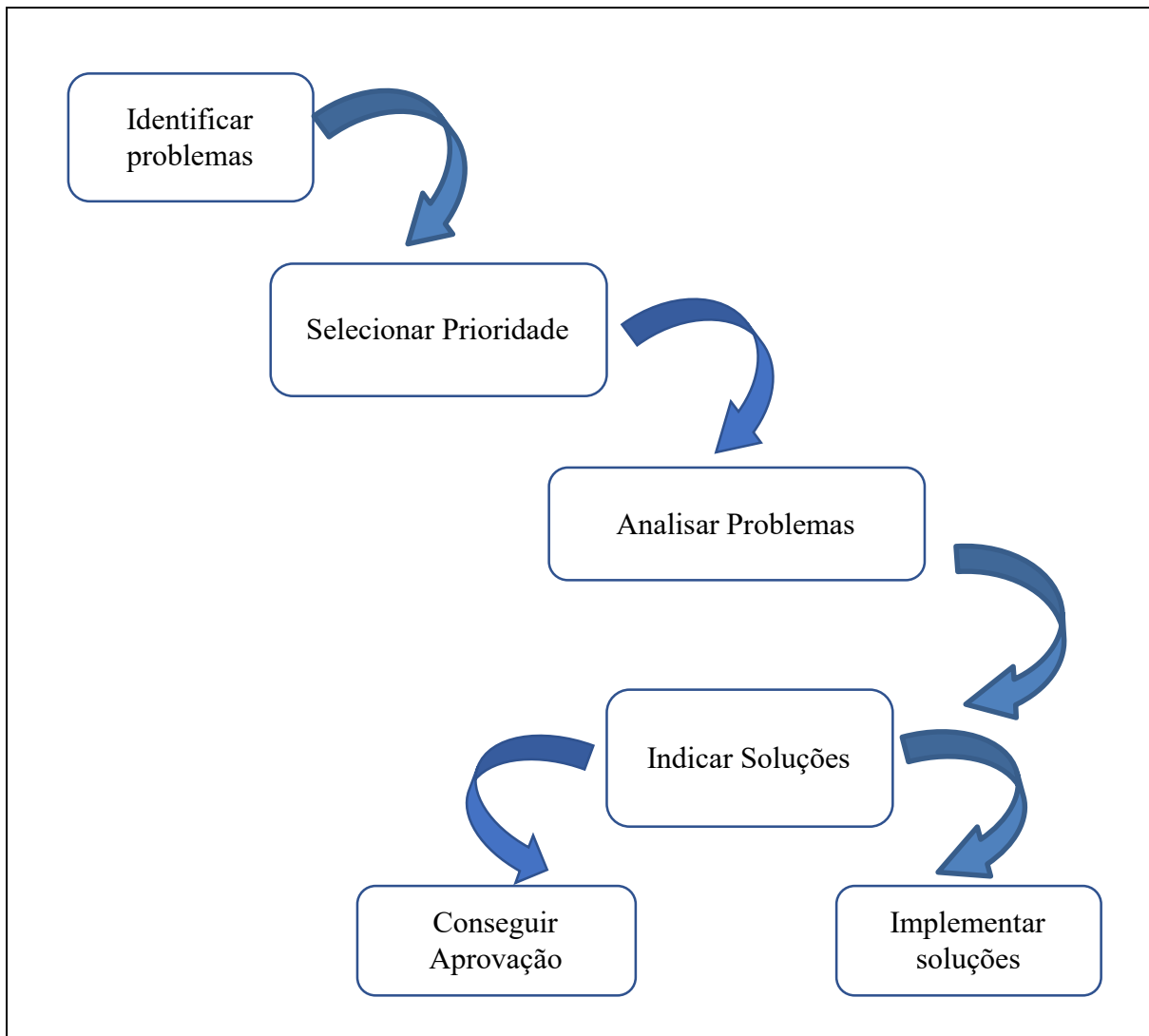
Tabela 3 - Exemplo de plano do mestre de obra

Programa curto prazo		Semana de _____					
		Supervisado por _____					
		Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta	RECAP
Atividade	Equipamentos						
1.	Materiais						
	Equipe						
	Produção Desejada						
	Produção Atual						
Disposit. de Segurança	Produção Abaixo						

Fonte: Laufer et al (1992)

2. Círculos de qualidade supervisionados (CQS): Os círculos de qualidade são desenvolvidos no próprio canteiro de obra. São reuniões, realizadas com a participação do diretor técnico, engenheiro e mestre de obras com o objetivo de identificar algum problema e traçar diretrizes para implementação de soluções (LAUFER, 1992)

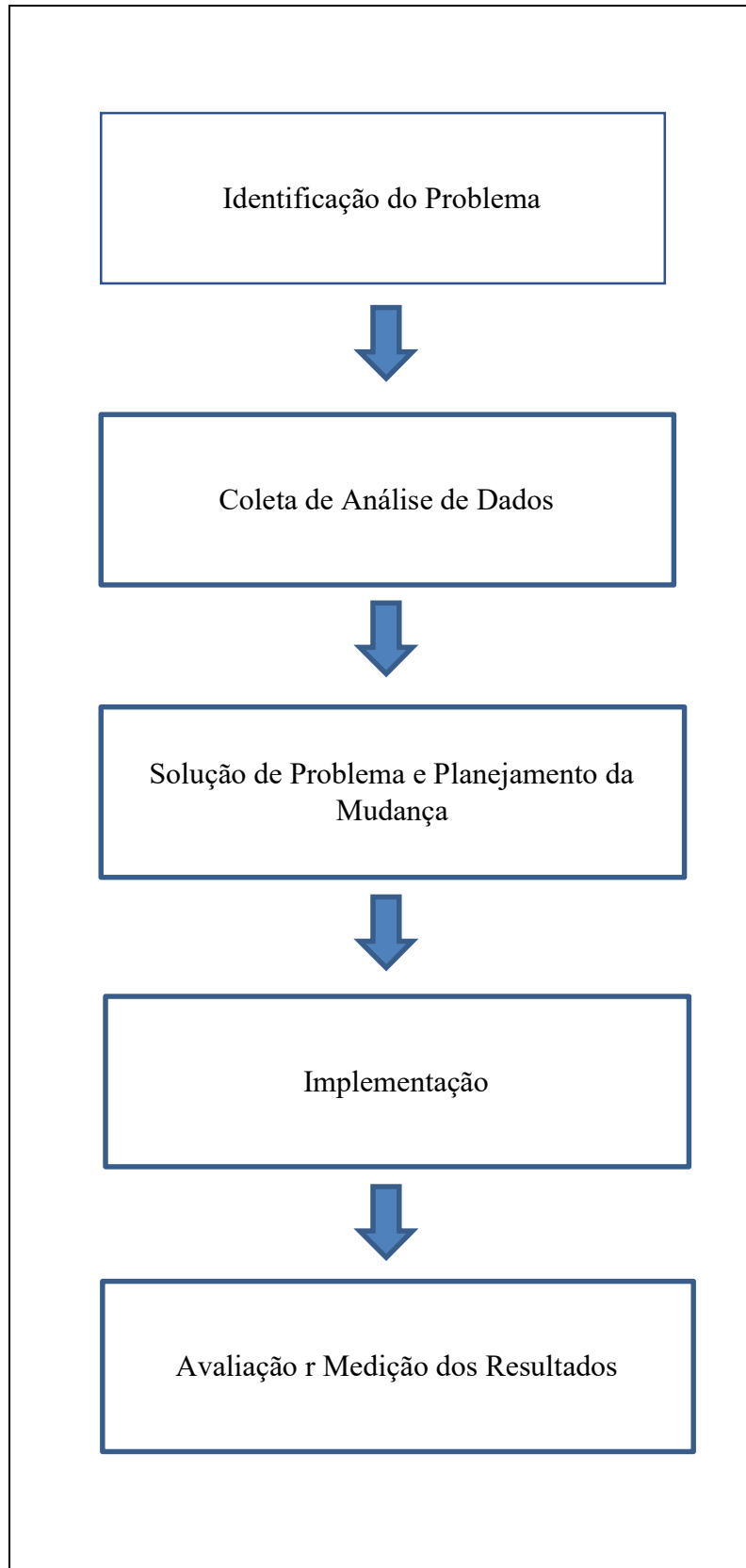
Figura 2 - Etapas de um CQS



Fonte: Laufer et al (1992)

3. Análise do sistema e operações (ASO): Conforme Laufer (1992), esse modelo de planejamento é de curto prazo, sendo realizado por um consultor interno ou externo. Contudo, como é mais detalhada não pode ser desenvolvido em apenas uma semana, e não obedece a regra semanal, ocorrendo de acordo com a necessidade da empresa.

Figura 3 - Etapas de uma AS/O



Fonte: Laufer et al (1992)

5) Produção protegida (*Shielding Production*): este é um modelo de planejamento, que objetiva produzir planos passíveis de serem atingidos pela análise das razões pelas quais as tarefas planejadas não são cumpridas. Esse plano é de responsabilidade do mestre, que conseqüentemente é revisado pelo engenheiro responsável pela obra (LAUFER, 1992).

Tabela 4 – Exemplo de lista de tarefas semanais

LISTAS DE TAREFAS SEMANAIS								
Término da Semana: _____					Mestre:			
					Revisado por: Eng.			
TAREFA	S	T	Q	Q	S	S	D	Comentários
Colocação das formas do 4º pavimento	6	6	6	6				Ok!
Desformar Pavimento		4	4	4	4			Ok!
Alvenaria área 1 do 1º pavimento			3	3	3			Faltou material
$PPC = 2/3 = 66.67\%$								

Fonte: Laufer et al (1992)

2.1.3.4. Planejamento Médio Prazo

O planejamento de médio prazo é realizado com base na disposição de longo prazo e consiste em pormenorizar as atividades programadas no nível mais extenso e segmentá-las em pacotes de trabalho. Este esquema é realizado dentro de um intervalo de tempo estabelecido de acordo com o procedimento de cada empresa, podendo variar de dois a três meses. Esse nível pode ainda ser subdividido em um nível de menor detalhe com um horizonte de dois a

três meses, e outro abrangendo os pacotes de trabalho com um horizonte de duas a cinco semanas (BERNARDES, 2001).

O planejamento de médio prazo possui a função de interligar os níveis de longo e curto prazos a fim de efetuar a sintonia entre as etapas do planejamento como um todo. Neste nível são identificadas as restrições para a execução dos serviços e determinadas as ações para removê-las para justificar a execução do planejamento de curto prazo. A partir do momento em que este nível passa a ser programado em intervalos móveis de planejamento, é denominado *Look Ahead Planning*¹ (BERNARDES, 2001).

Conforme Ballard (1997), umas das principais ações realizada no PMP, pode-se sequenciar o planejamento da execução do trabalho na melhor sequência e distribuição; provimento de recursos necessários; transparência; providencias; monitoramento de entrada e saída de material no prazo; acompanhamento de atividades que possuem risco eminente de atraso, pois impacta diretamente no prazo da obra.

No nível do plano de médio prazo, a atividade ou serviço será implementado nos próximos 4 a 6 meses. Nesse nível de planejamento, a atenção está voltada para a remoção de barreiras à produção, determinando antecipadamente a necessidade de compra de materiais ou contratação de empreiteiros ("planejamento futuro") (GONZÁLEZ, 2013).

Entre as principais ações realizadas no PMP, pode-se citar o planejamento da execução do trabalho na melhor sequência e distribuição; o provisionamento de todos os recursos necessários; a correta e transparente designação das providências e tarefas aos responsáveis diretos pela produção; o monitoramento da entrega de todos os materiais necessários no prazo; o acompanhamento das atividades predecessoras que possuem riscos de atrasar e impactar o prazo da obra; e a promoção do agrupamento de atividades que possuem elevada interdependência (BALLARD, 1997).

O planejamento de curto prazo visa à execução propriamente dita. Esse planejamento desenvolve uma programação para um horizonte de 4 a 6 semanas, detalhando as atividades a serem executadas. Nesse caso, já há a garantia do fornecimento de materiais e mão de obra, bem como o conhecimento do ritmo normal da obra. Adota-se a ideia de produção protegida contra os efeitos da incerteza ("*shielding production*"), ou seja, as atividades programadas têm grande chance de ocorrerem. É comum medir a qualidade desse plano através da medição do Percentual de Planos Concluídos (PPC), com a identificação das causas das falhas. Desta forma o planejamento das próximas atividades poderá ser aprimorado (GONZÁLEZ, 2013).

2.1.3.5 Planejamento Longo Prazo

O planejamento de curto prazo possui como objetivo vital ordenar as equipes de trabalho executando os serviços dos pacotes de trabalho planejados no plano de médio prazo com o plano sendo semanal (BERNARDES, 2001).

Outro objetivo a ser notado é a comprovação de contratempos na produção que ocasionam o não cumprimento das metas planejadas, sendo medidas as produções tanto dos subempreiteiros como da mão-de-obra própria, com a finalidade de retroalimentar a programação de curto prazo da semana posterior (BERNARDES, 2001).

Considerando boas definições, como a utilização de mão de obra própria ou terceirizada, o nível de mecanização, a organização do canteiro, o prazo de entrega, a forma de contratação (preço custo ou contrato), os planos de longo prazo são mais gerais, mas o nível de detalhe é menor), e o relacionamento com os clientes. O plano inicial é menos detalhado e geralmente indica macro projetos como "fundação", "estrutura", "alvenaria", etc. Por exemplo, em dois a três anos de trabalho, o plano de trabalho é definido por semestre. Este nível é utilizado para a compreensão do trabalho e é adotado na tomada de decisão (gestão da empresa) no nível organizacional (GONZÁLEZ, 2013).

Conforme João Victor (2020), o gerenciamento de longo prazo é o nível de gerenciamento menos detalhado porque ainda há muita incerteza no projeto quando ele é executado. É caracterizado por alto risco, grande incerteza, longa duração e poucos detalhes. O foco principal do planejamento neste nível é estabelecer metas corporativas e estratégias de alto nível para atingir essas metas. É importante ter a participação de representantes de diferentes áreas. O gerenciamento a longo prazo engloba:

- detalhamento do escopo;
- as principais linhas de base (custo, prazo);
- as premissas e restrições consideradas;
- expectativas;
- cronograma de suprimentos;
- marcos gerenciais e físicos;
- plano de ataque;
- fluxo de produção;
- projeto logístico de alto nível;
- projeto executivo.

Nessa perspectiva, é importante expor que gerenciamento de longo prazo cobre todo o ciclo de vida de um empreendimento ou obra, sendo que as revisões são necessárias apenas quando os objetivos do projeto mudam significativamente, o que requer uma nova análise minuciosa. Neste contexto, o planejamento a longo prazo deve determinar datas definidas e indicar o início e o fim da fase principal, além de indicar o ritmo de execução e a estratégia de ataque à obra (VICTOR, 2020).

Contudo, após a conclusão do planejamento a longo prazo, realiza-se o plano mestre que é onde contém todas as datas importantes relacionadas ao empreendimento ou obra, com data de entrega, conclusão e tarefas-criticas. Vale citar que o cronograma de planejamento deve propor um caminho crítico, incluindo tarefas com taxas de liberação zero ou negativa, contendo uma única data de início, determinar com antecedência a possibilidade de iniciar o evento nessa data e desta forma, medidas de prevenção ou prevenção podem ser planejadas com antecedência com ações corretivas para que todo o projeto não seja atrasado (BERNARDES, 2001).

2.1.4 Planejamento 4D

Segundo a definição do PMBok (PMI, 2013), gerenciamento de projeto é a utilização do conhecimento vinculada a técnicas, ferramentas e habilidades dos seus desenvolvedores acerca dos requerimentos pedidos pelo projeto a ser feito.

Ainda segundo o PMBok, o gerenciamento inclui nele as seguintes pontuações:

- Identificar os requerimentos;
- Montar, manter e administrar o fluxo de comunicação entre as partes que são ativas, efetivas e colaborativas;
- Gerenciar as partes de forma que seja entregue um resultado compatível com os requerimentos do cliente;
- Balancear os *tradeoffs* das restrições de projeto, como o escopo x qualidade x prazo x orçamento x recursos

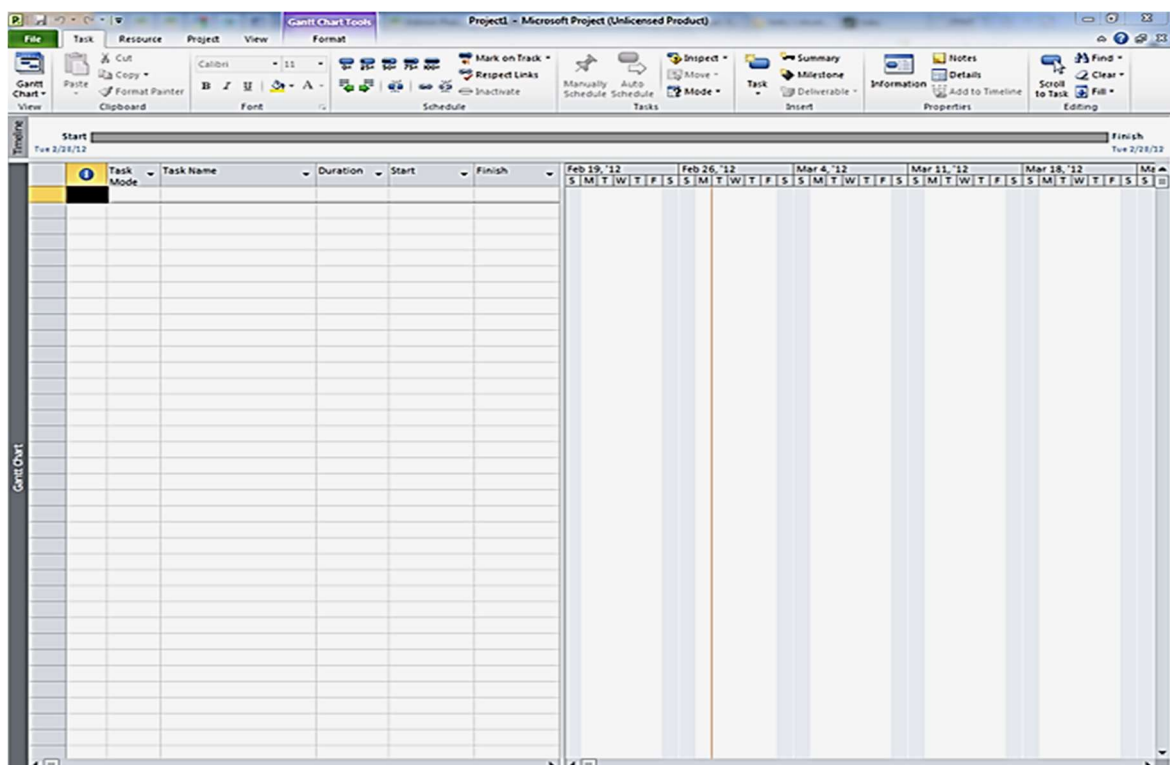
Para Muller (2015) a ferramenta do Planejamento 4D impacta diretamente nas decisões citadas anteriormente, pelo fato da obra ser desenvolvida seguindo um cronograma mais próximo possível do que é observado na prática, levando assim uma grande vantagem pois a mesma não demanda da utilização de recursos contabilizando assim a chegada de um

resultado mais próximo do ideal sem que haja nenhum esforço de realização de atividades no local da obra.

Ainda segundo o autor, o mesmo reitera que o planejamento é parte imprescindível para o sucesso de um bom desenvolvimento de projeto quando são cumpridas as principais metas estabelecidas e quando integradas ao modelo BIM, o cronograma elaborado trabalha com dois possíveis cenários interligados que seriam o fornecimento de informações para a elaboração do próprio cronograma e o planejamento fornecendo outros possíveis cenários e estudos a serem aderidos graficamente no modelo estudado.

Para a elaboração do planejamento 4D, além do projeto modelado no Revit precisamos de um cronograma digital para ser integrado e associado aos elementos no modelo. Para tal, foi utilizado o software Project, parte do pacote Office da Microsoft, e a integração foi feita utilizando o software Navisworks, da Autodesk.

Figura 4 - Interface do Microsoft Project



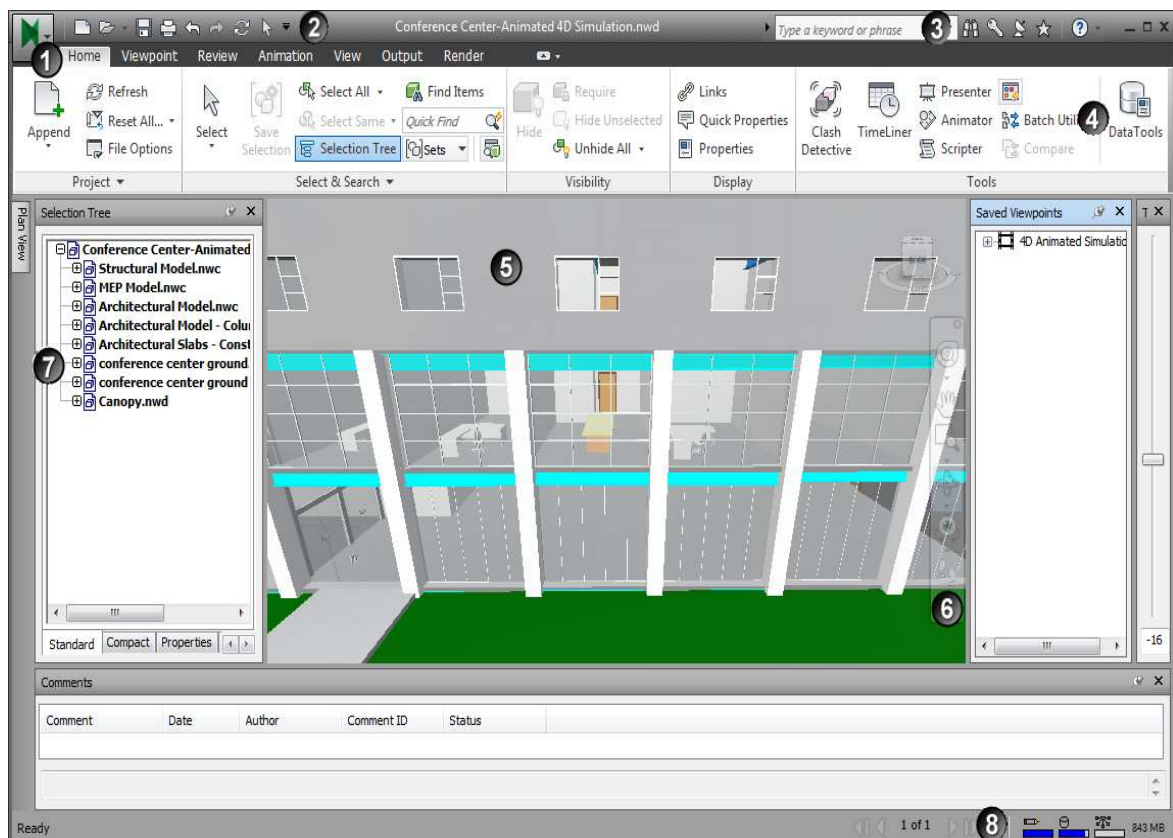
Fonte: Soft32, 2020.

O projeto ilustrado acima fornece várias ferramentas de planejamento importantes. Sua interface básica é demonstrada na figura 5, as informações inseridas nela como nome da tarefa, duração, data e quaisquer outras tarefas definidas pelo usuário.

Além disso, o gráfico de Gantt do projeto será gerado automaticamente, de acordo com os dados inseridos pelo usuário, outros dados podem ser gerados através de relatórios, como diagramas PERT / CPM, diagramas de rede, incluindo cálculos dos caminhos críticos. Para cada tarefa, recursos e equipes também podem ser associados e equipes necessárias à sua realização, a fim de gerar o histograma para uso posterior de materiais e mão de obra.

A figura 6 representada abaixo, apresenta brevemente os principais componentes da interface padrão do *Autodesk Navisworks*. A interface do *Autodesk Navisworks* é intuitiva, fácil de aprender e usar. Você pode ajustar a interface do aplicativo para corresponder à sua maneira de trabalhar. Por exemplo, você pode ocultar as janelas de encaixe raramente usadas para evitar que interfiram na interface. Você pode adicionar e excluir botões da faixa de opções e da barra de ferramentas de acesso rápido.

Figura 5- Interface Navisworks



Fonte: Autodesk, 2014

2.1.5. Planejamento 5D

O uso do BIM está relacionado a todo o ciclo de vida de uma obra. Com o BIM 3D, informações e modelos funcionais usam a análise de interferência (também conhecida como detecção de conflito) como uma das principais vantagens. Desta forma, é possível prever problemas de interferência física e soluções entre diferentes disciplinas de trabalho por meio de sua estrutura virtual. Então, se a variável "tempo" for adicionada ao modelo, teremos outra dimensão BIM chamada 4D, que é um plano inteligente de trabalho (GONÇALVES, 2020).

Ainda conforme Gonçalves (2020), se somarmos a variável "custo", teremos o BIM 5D. Como as informações disponíveis no modelo são muito ricas, o BIM 5D pode nos permitir fazer um orçamento mais confiável e um plano financeiro físico mais realista e previsível. Forma precisa, extrato de quantificação e entrada.

A dimensão 5D, faz parte do projeto BIM e visa estimar o custo de um determinado edifício. Dessa forma, o BIM é utilizado para criar e coletar uma série de informações precisas, formando um orçamento para todo o ciclo de vida do projeto. Portanto, o BIM é uma ferramenta técnica que permite aos projetistas, engenheiros de custos e outros profissionais da construção obter informações e dados precisos e detalhados sobre os edifícios. Essas informações e dados são essenciais para preparar orçamentos e aumentar os custos do projeto (SOUZA, 2020).

O conceito BIM 5D inclui a integração dos custos do projeto no modelo 3D as empresas podem prever e controlar o custo de cada etapa. Portanto, o construtor usa este modelo para se comportar a principal vantagem que é melhorar a precisão dos dados usados na gestão da construção, reduzir a perda de tempo, materiais e diminuir a taxa de retrabalho. É possível ter em seu controle as principais atividades que se sobrepõem durante a execução e obtenha melhor compreensão e controle visual do projeto final e agregando ao mesmo ambiente todos os dados necessários para a gestão empresarial (FLORIO, 2007).

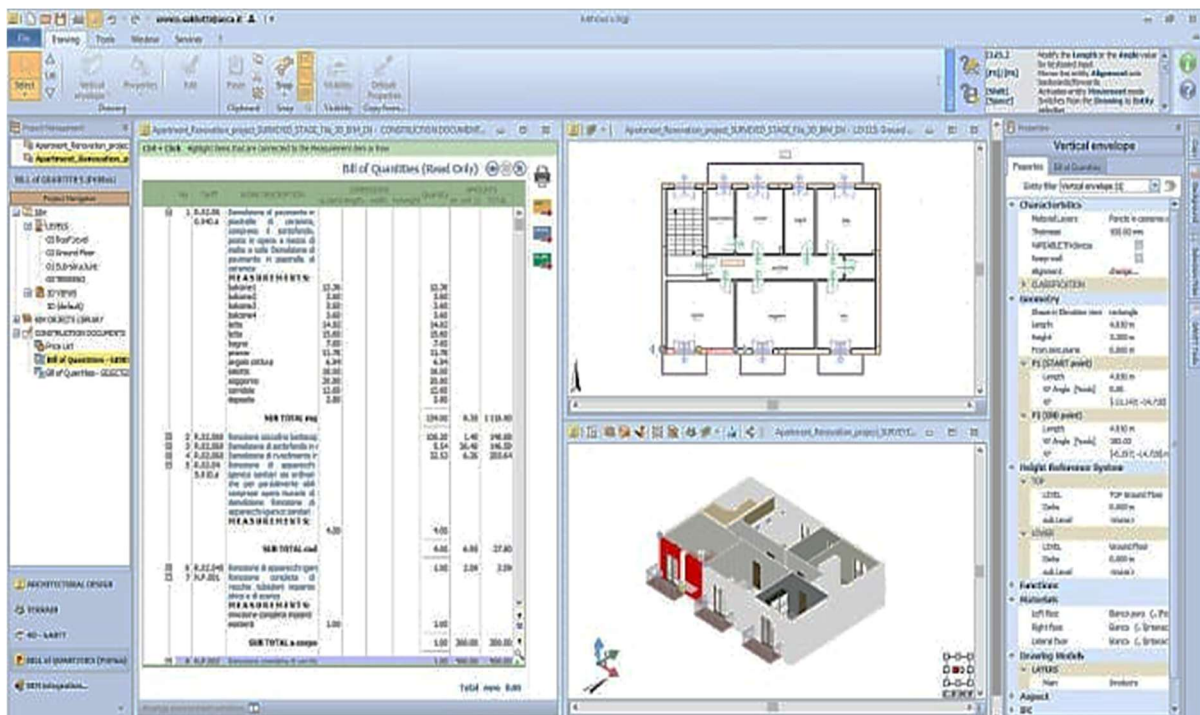
A caixa apresenta a realização de um pilar e é necessário extrair quantidades de reforços, de formas, de concreto de revestimento final. Além de todos esses valores, são necessários todos os recursos envolvidos, como equipamentos, materiais de mão de obra. Essas informações serão agregadas para gerar o custo de construção do pilar (BARBOSA, 2014).

Uma das maiores vantagens em usar o planejamento 5D é a construção de um orçamento estimativo que é um processo complexo que não permite erros. As tarefas a serem realizadas são muitas:

- descrever de forma precisa os serviços a serem realizados;

- medir os quantitativos de cada serviço;
- estimar o valor de cada serviço;
- organizar os serviços de acordo com uma sequência cronológica lógica;
- definir materiais, normas e unidades de medida de cada serviço.

Figura 6-Orçamento automático do modelo



Fonte: google, 2021.

Conforme Mattos (2019), o método BIM 5D, nos processos relacionados a indústria da construção podem ser resumidos da seguinte maneira:

1. **máximo controle na análise de custos:** cada detalhe do orçamento estimativo é rastreado e monitorado, garantindo a máxima precisão de cálculo e controle de custos para construtoras.
2. **Rapidez de cálculo:** o processamento e o cálculo de dados utilizando o BIM acelera cada procedimento, melhorando os tempos de trabalho.
3. **Economia de custos e recursos humanos:** o maior controle, a maior velocidade de processamento, o menor tempo de trabalho resultam em economia de custos para construtoras e profissionais.

O BIM 5D tem um impacto positivo no processo de tomada de decisão e planejamento: o compartilhamento e a colaboração entre todos os participantes envolvidos no processo de construção permitem que você monitore continuamente os custos, faça alterações e planeje a integração de acordo com as necessidades do cliente (MATTOS, 2019).

O uso da tecnologia BIM 5D pode melhorar a precisão e previsibilidade das estimativas de custo do projeto, bem como mudanças em quantidades e materiais, equipamentos ou mão de obra: Em outras palavras, a integração de modelos de simulação BIM e BIM 5D permite mais eficiência, acessibilidade e desenvolvimento acessível Construção contínua (MATTOS, 2019).

Contudo, a implementação BIM, fornece mais segurança por conter informações mais detalhadas e precisas, que orienta os engenheiros a tomar decisões sábias e assertivas. O que leva o método BIM, mesmo com custo elevado a ser um bom investimento.

2.2. BUILDING INFORMATION MODELING

A tecnologia BIM veio a surgir meados dos anos 1990, se popularizando uma década posterior. Ainda segundo o autor, esses conceitos visam reunir todas as informações dos projetos em um modelo central, para que tenham duas finalidades sendo elas a extração durante o período da execução da construção ou servindo de histórico após a finalização do projeto.

A própria construção de um modelo do projeto, aliado a fatores conhecidos pela equipe como por exemplo um cronograma, um agente externo, uma mudança de escopo entre outros, auxilia em muito a tomada de decisão por parte dos gestores, uma vez que as ferramentas permitem a criação e o estudo de diversos cenários cronológicos, financeiros, construtivos (MÜLLER, 2015).

O BIM segue uma abordagem de modelagem com objeto paramétrico orientado, o que significa que o modelo é uma montagem dos diferentes elementos que compõem um edifício. Cada elemento tem configurações próprias, que são adicionadas ao modelo na forma de propriedades, e o modelo pode gerenciar e regular as interações e restrições entre diferentes elementos (PINTO; MELHADO, 2015).

O gerenciamento virtualizado é executado usando um software que interage com o ambiente virtual e o hardware físico subjacente para simplificar o gerenciamento de recursos, melhorar a análise de dados e otimizar as operações. Cada sistema de gerenciamento de virtualização é único. Neste sentido, o gerenciamento visual é a escolha de um método de forma clara na gestão da produção. Um dos princípios para uma execução bem-sucedida é a transparência no processo de produção, com dispositivos visuais acessíveis a todos. (BERNARDES, 2001).

A gestão visual tem muito a ver com o programa 5S. Este, é um estratagema interessante para a compreensão de um projeto, tendo sua explanação de modo visual, simplificando o entendimento. Contudo a Gestão Visual é um sistema de planejamento, controle e melhoria contínua que integra ferramentas visuais simples permitindo o conhecimento através de uma rápida observação com se encontra a condição atual de cada componente orientando pelos gestores sobre suas futuras (SILVA, 2011).

Building Information Modeling (BIM) corresponde a uma tecnologia emergente que visa revolucionar a forma como os negócios são criados e desenvolvidos. O BIM traz um poderoso método de modelagem 3D. Esta revolução carrega uma plataforma que contém todas as informações relacionadas à gestão do negócio, incluindo dados sobre projetos, trabalhos e toda a sua vida útil (MATTOS, 2014)

Addor (et al, 2010) resumiu de forma extremamente precisa e clara que o novo modelo de construção da construção (conhecido como modelagem BIM) representa uma revolução na cadeia da construção civil. Em direção a uma representação tridimensional da realidade n-dimensional. O autor também acrescentou este ponto de vista, de que o movimento pode atender à necessidade de reduzir a complexidade da troca de informações entre todas as pessoas relevantes e reduzir erros de fluxo de trabalho.

De acordo com a pesquisa de Coelho e Novaes (2008), os sistemas baseados na tecnologia BIM podem ser vistos como um novo desenvolvimento dos sistemas CAD, pois podem gerenciar informações ao longo do ciclo de vida de uma empresa de construção por meio de um banco de dados de informações inerentes ao projeto. Modelo em três dimensões. Em outras palavras, o conceito BIM consiste em um método de compartilhamento de informações em várias etapas do ciclo de vida da edificação (projeto, construção, manutenção, demolição e reciclagem).

Para Ferreira (2007), o BIM é mais do que modelagem de produto, pois tenta abranger todos os aspectos relacionados à construção: produtos, processos, documentos, etc. Portanto, a implementação do sistema BIM no departamento de design reflete como mudanças nos métodos de trabalho convencional. A razão para esta mudança é que tradicionalmente os escritórios de engenharia e arquitetura consideram seus projetos em duas e três dimensões (2D e 3D), e os projetos de arquitetura, projetos de engenharia complementar (projetos hidráulicos, elétricos e opções) funcionando isoladamente, enquanto estes projetos ainda se encontram separados de todo o processo de planejamento e execução do projeto.

O modelo BIM começa com três dimensões de desenho de engenharia (3D), que contém os dados fornecidos para a caracterização e posicionamento espacial do projeto de engenharia, e está incluído no mesmo ambiente virtual. A quarta dimensão (4D) complementa os elementos gráficos do projeto com informações sobre o plano de trabalho, que contém a sequência e os precedentes para a execução de cada fase do projeto. Na quinta dimensão (5D), cada elemento do projeto está vinculado aos dados de custo, que contém o orçamento e os respectivos insumos de produção. A sexta dimensão (6D) constitui o gerenciamento do ciclo de vida dos ativos envolvidos, incluindo garantia dos equipamentos, planos de manutenção, dados do fabricante e do fornecedor, custos operacionais e foto-controle (MATTOS, 2014).

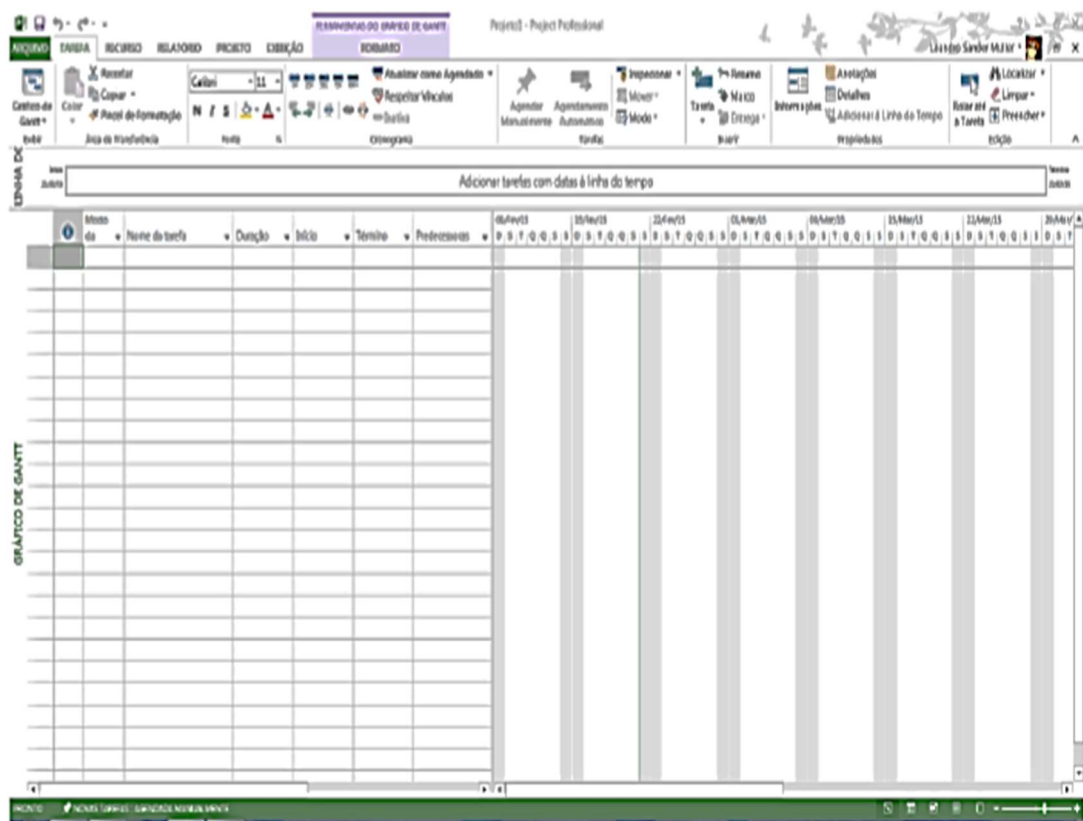
2.2.1 Ferramentas

2.2.1.1. Microsoft Project

Em relação ao planejamento 4D, além do projeto modelado no *Revit* precisamos integrar um cronograma digital e associar aos elementos do modelo no *Revit*.

Para a criação desse cronograma fora utilizada o software Project e sua integração fora por meio da utilização do *software Navisworks* da *autodesk*. A partir desses dados inseridos pelo usuário, podem ser gerados outros relatórios como o diagrama PERT/CPM, diagrama de rede, inclusive com cálculo do (s) caminho (s) crítico (s). Para cada tarefa, podem ser ainda associados recursos e equipes necessárias à sua realização, para posteriormente serem gerados histogramas de uso de materiais e de mão de obra” (MÜLLER, 2015).

Figura 7 – Microsoft Project



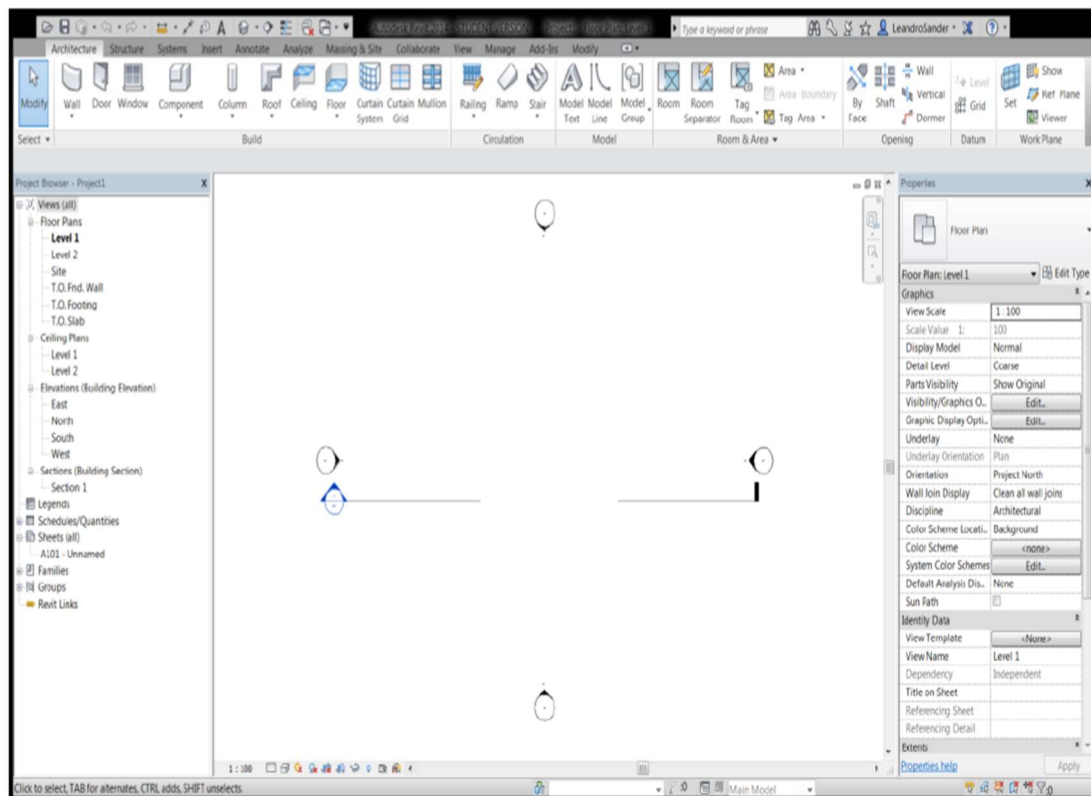
Fonte: Muller (2015)

2.2.1.2. Revit

A ferramenta escolhida para o desenvolvimento do projeto foi o *Revit*. O *Revit* é um programa de *autodesk* que fornece ferramentas para profissionais de arquitetura, engenharia e construção. Colaboradores de vários campos trabalham juntos no *Revit*, o que pode ajudá-los a executar projetos com mais eficiência e reduzir erros

Para o desenvolvimento do projeto, será preciso criar uma base para sua realização e essa base contém informações básicas, configurações e algumas vistas básicas que é denominado de *template*. Após sua colocação, estará pronto o “canteiro” em que serão colocados os elementos que formarão a construção virtual.

Figura 8 -Base de informações básicas

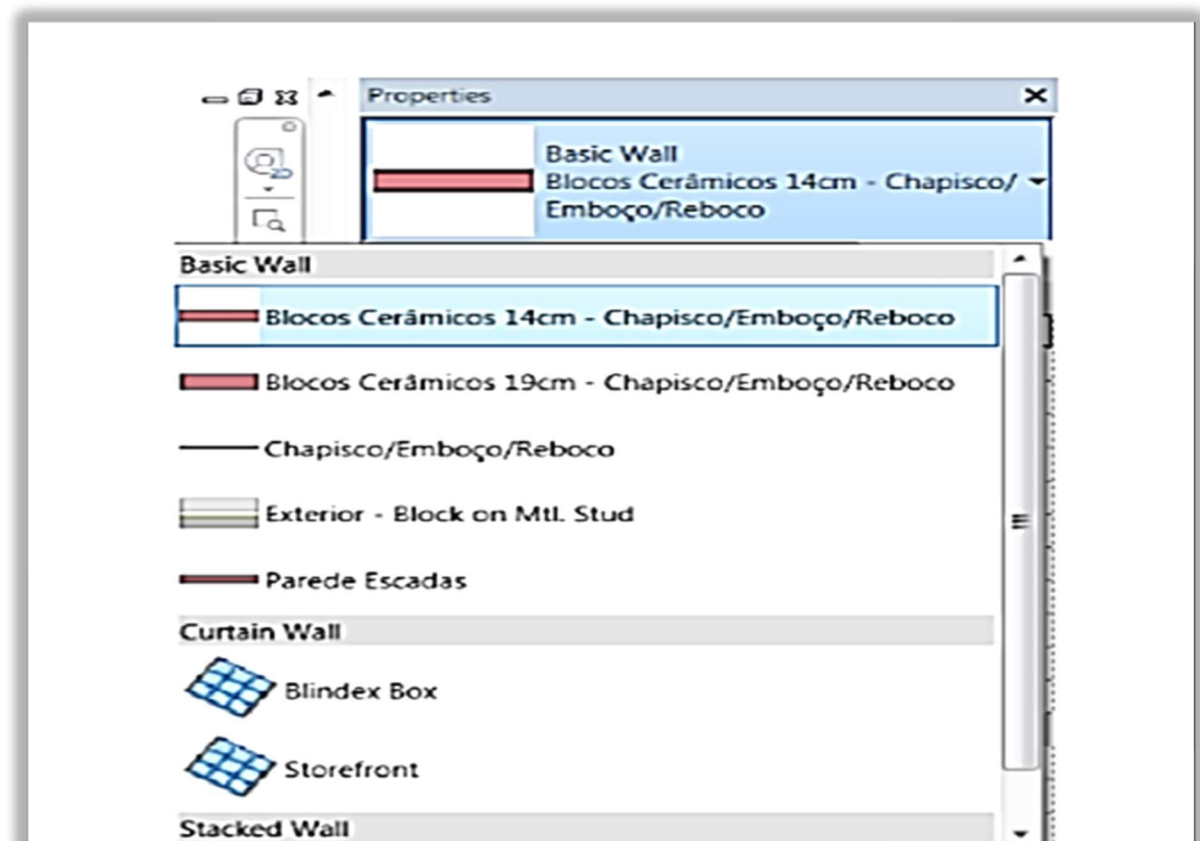


Fonte: Muller, 2015

2.2.1.3. Famílias

Em suma, a família é o elemento virtual que compõe o modelo. Eles também são controles para certas configurações de elementos anotativos para representação gráfica e controles para configuração do sistema. De acordo com o manual *Revit Architecture 2011*, fornecido pelo próprio fabricante, uma família é um conjunto de elementos com um conjunto de atributos (chamados de parâmetros) e objetos gráficos relacionados, que podem ser traduzidos do inglês gratuitamente. Cada uma dessas famílias contém seus próprios parâmetros, que estão relacionados à sua função, classificação, preço, sua própria geometria e materiais de composição, e outros parâmetros que os usuários desejam atribuir (MÜLLER, 2015).

Figura 9- Famílias



Fonte: Muller (2015)

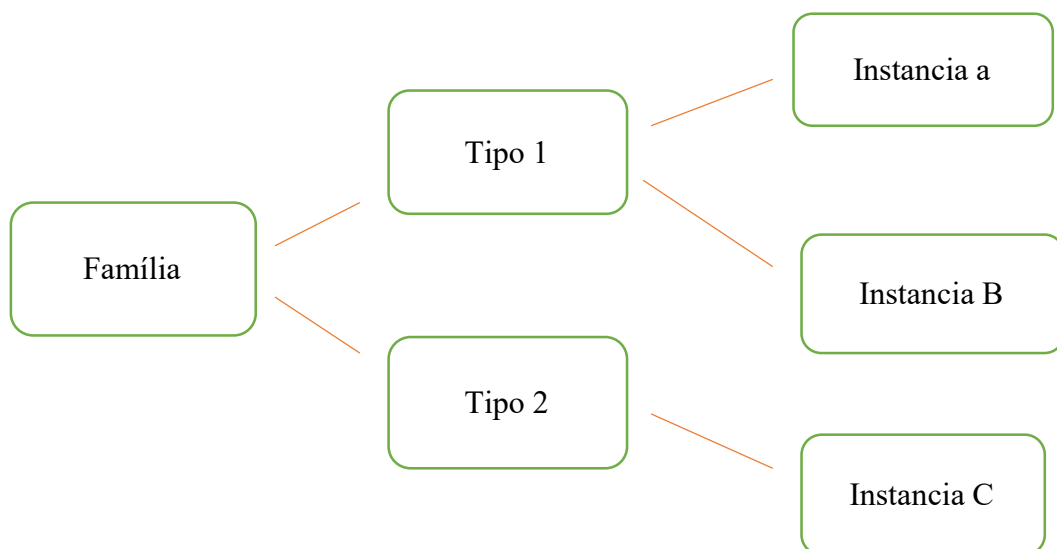
Subdividido em várias categorias como paredes, sistema elétrico, tubulação, estrutura, e móveis eles podem de acordo com a classificação padronizada americana de

designação *OmniClass*, não existem recursos equivalentes no Brasil. Como pode se observar que cada uma dessas famílias contém seus próprios parâmetros, que estão relacionados com sua operação, classificação, preço, geometria em si e os materiais constituintes e quaisquer outros materiais que o usuário deseja alocar.

Existe também um nível hierárquico estabelecido no último nível, que são denominados objetos unitários presentes no modelo. Cada um deles pode ter, além dos parâmetros compartilhados, seus parâmetros próprios.

Abaixo, a ilustração da imagem resume essa hierarquia utilizada:

Figura 10- Hierarquia



Fonte: google imagens

2.2.1.4. Schedules (modelo)

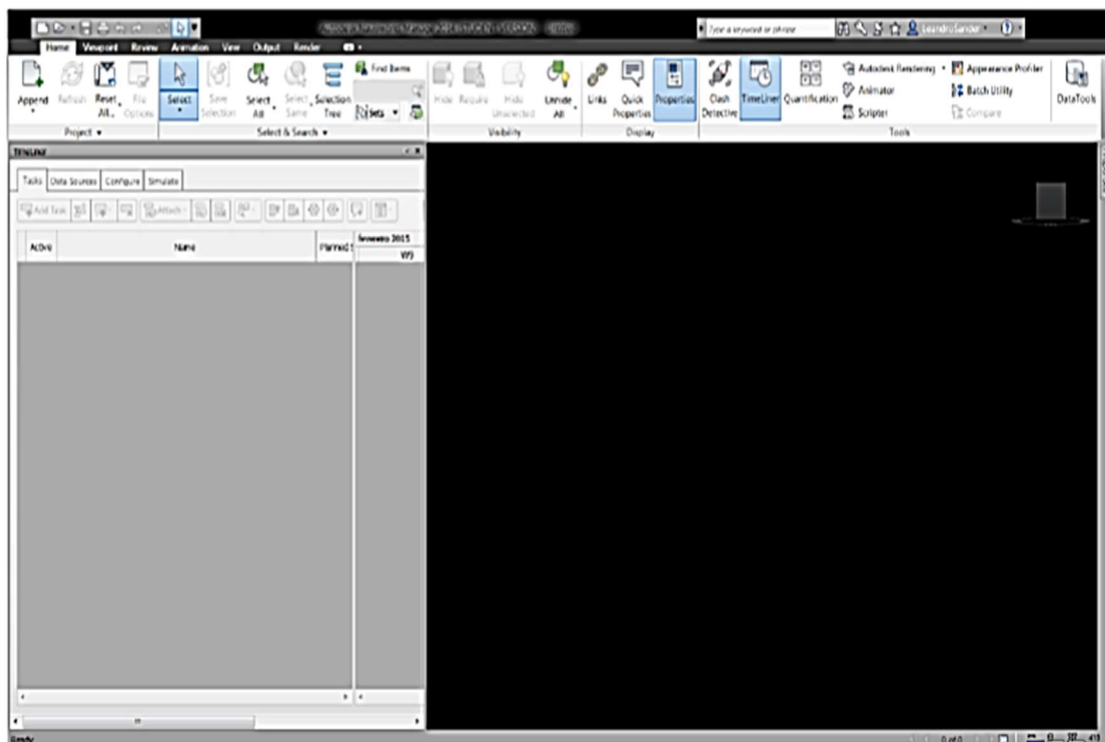
A categoria dos schedules é a principal ferramenta de cálculo e quantificação apresentada dentro do *Revit*.

Esses schedules leem os parâmetros das famílias como especificado pelo usuário, gerando uma lista com essas especificações, ligados sempre às famílias e instâncias do projeto. Ou seja, qualquer mudança realizada no modelo 3D vai ser seguida automaticamente por uma atualização nos schedules” (MÜLLER, 2015).

2.2.1.5. Navisworks

O *Navisworks Manage* é a ferramenta que é responsável pela integração do modelo desenvolvido no *Revit* e o cronograma feito pelo *Microsoft Project*. A importância da gama de ferramentas presente na ferramenta abordada, destacando o “*Clash Detection*” usada para detectar as interferências entre os objetos e modelo relacionando com a quantificação dos componentes também presentes no *Revit*. O foco principal, no entanto, é o planejamento 4D, de forma a gerar “fotografias” da obra em diferentes momentos. Para tal, basta especificar a data desejada e gerar o relatório. De maneira ainda mais completa, é possível gerar um time-lapse em vídeo ou com uma sequência de fotos de todo o desenvolvimento da obra, com diversas configurações ajustáveis (MÜLLER, 2015).

Figura 11 - Navisworks

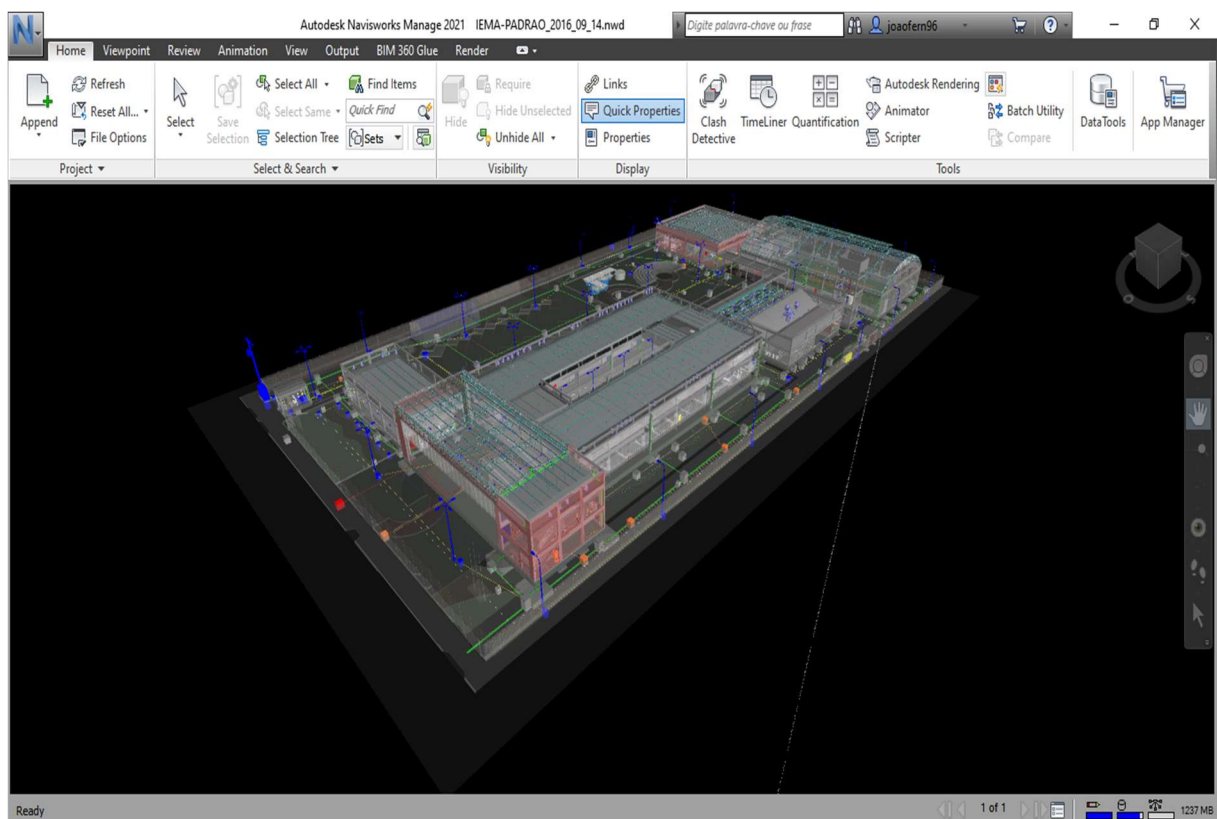


Fonte: Muller (2015)

2.3 ESCOLA TÉCNICA DO ESTADO DO MARANHÃO

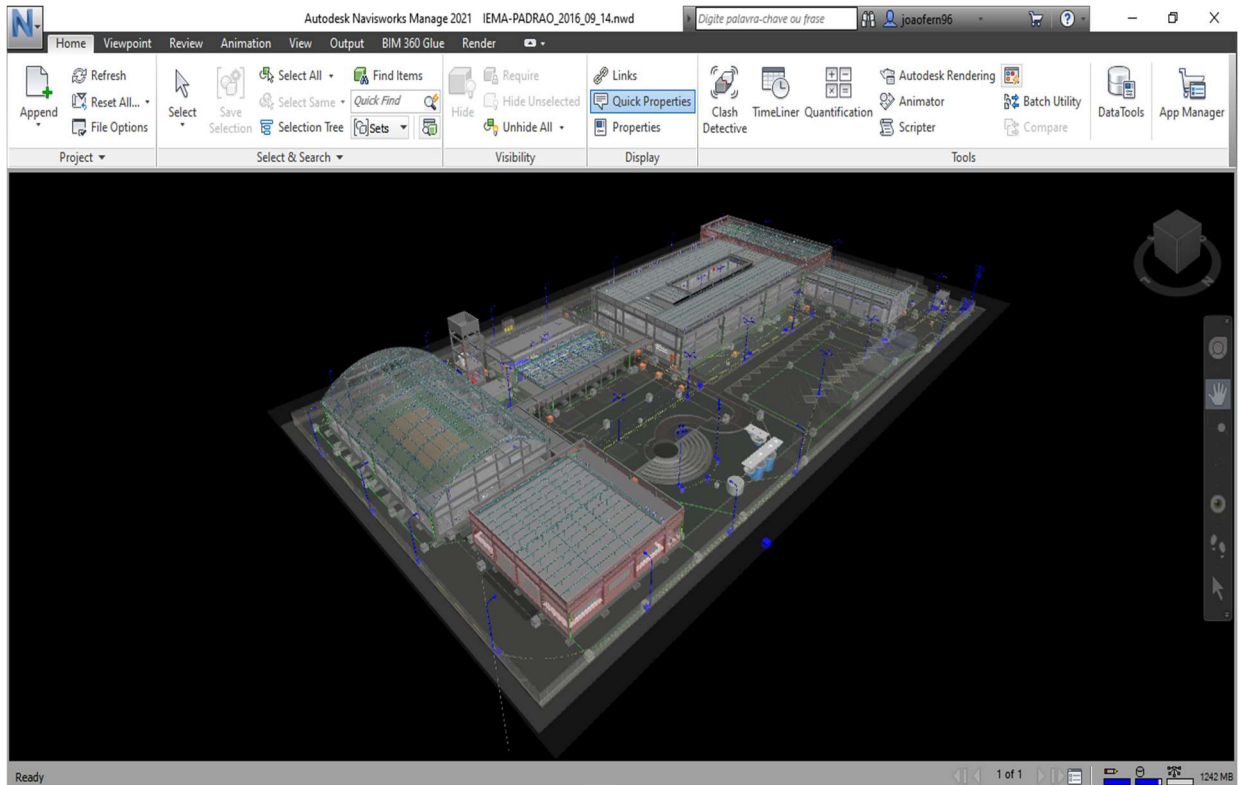
O objeto de estudo analisado, é um projeto padrão de escolas técnicas no Estado do Maranhão. Ressalta-se a utilização das ferramentas BIM principalmente no auxílio do planejamento e modelagem do projeto, permitindo em paralelo a execução multidisciplinar das atividades que compuseram o projeto padrão, contendo informações referentes aos prazos, composições de insumos e o orçamento previsto para a implantação do projeto, resultando a implantação representada pelas imagens a seguir.

Figura 12- Implantação I



Fonte: Dados da pesquisa, 2021

Figura 13- Implantação II



Fonte: Dados da pesquisa, 2021

O *IEMA – Padrão* é um Projeto do Fundo de Desenvolvimento da Educação (FNDE) realizado pelo programa de financiamento e assistência técnica (O BRASIL PROFISSIONALIZADO) que tem como objetivo ampliar e qualificar a oferta de educação profissional e tecnológica de nível médio nas redes estaduais de ensino no Estado do Maranhão. Para o desenvolvimento do projeto, adotou-se como ideal, um terreno retangular de dimensões de 80m de largura por 150m de profundidade e declividade máxima de 3%. Devido à grande diversidade de relevo, ou mesmo devido à indisponibilidade, em alguns municípios, de lotes com as referidas condições, a unidade escolar foi projetada em blocos independentes, podendo ser locados no terreno, conforme as características encontradas.

O programa arquitetônico foi elaborado com base no número de usuários e nas necessidades operacionais cotidianas básicas de uma unidade profissionalizante, baseado no programa das escolas padrão do FNDE. Por ser um projeto padrão, a técnica construtiva adotada é simples, possibilitando a construção do edifício escolar em qualquer região do Maranhão.

Com base nesta perspectiva, o Governo Estadual do Maranhão, pela sua secretaria, assinou o compromisso “Todos pela Educação” e em 1º de janeiro de 2015, criou o Instituto

Estadual de Educação, Ciência e Tecnologia, que recebeu a sigla IEMA. E que tem a finalidade de ofertar educação profissional e tecnológica de nível médio e superior no Estado do Maranhão em todas as modalidades.

Dentre as medidas adotadas pelo Governo para a implantação dos IEMA's, temos a requalificação de escolas profissionalizantes já existentes no Estado, as quais precisam passar por intervenções a fim de manter ou se aproximar de um padrão arquitetônico desenvolvido pela equipe da Coordenação de Desenvolvimento de Projeto do Fundo de Desenvolvimento da Educação (FNDE).

Este projeto arquitetônico executivo, portanto, é uma das diretrizes para o projeto de intervenção do *Estado do Maranhão*.

Figura 14- Empreendimento



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

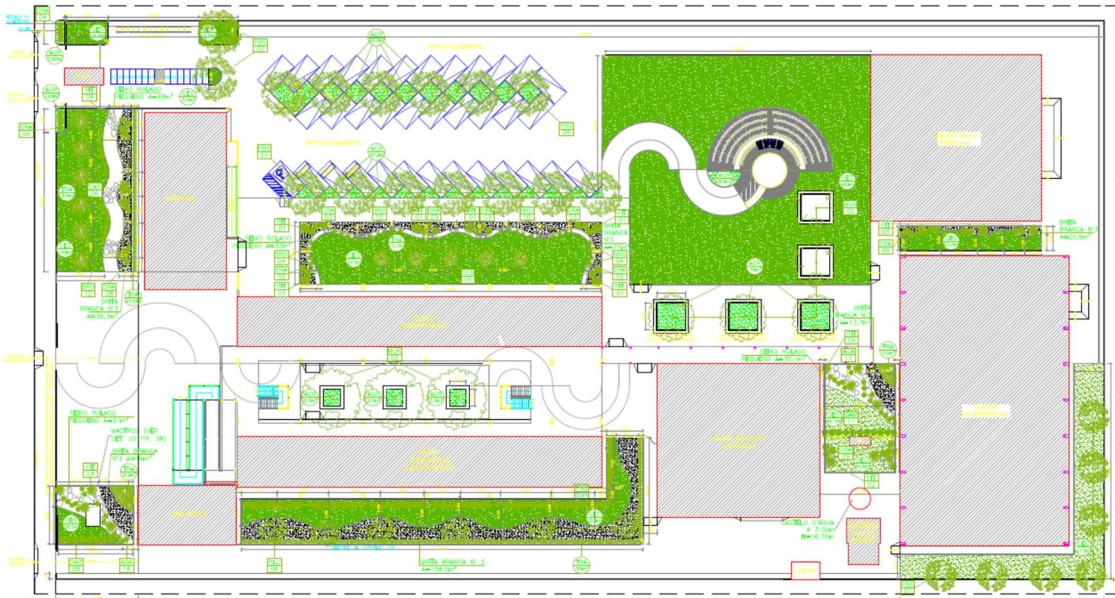
2.3.1 Empreendimento

A edificação do Projeto executivo IEMA - PADRÃO é formada por seis (6) edificações que, além de uma infraestrutura adequada para o desenvolvimento das práticas de ensino e aprendizagem profissionalizante, terá um ambiente acolhedor, democrático e inclusivo, uma escola que seja de fato geradora de uma Educação Profissionalizante - capaz de transformar e permitir que os alunos tornem se agentes do seu próprio saber e construtores de novos horizontes.

Conforme mostra a "Figura 13", o projeto arquitetônico apresenta as seguintes edificações:

- Hall de entrada e Biblioteca;
- Auditório;
- Bloco Pedagógico/Administrativo
- Refeitório e Vivência;
- Quadra Poliesportiva Coberta;
- Laboratórios Especiais.

Figura 15- Planta

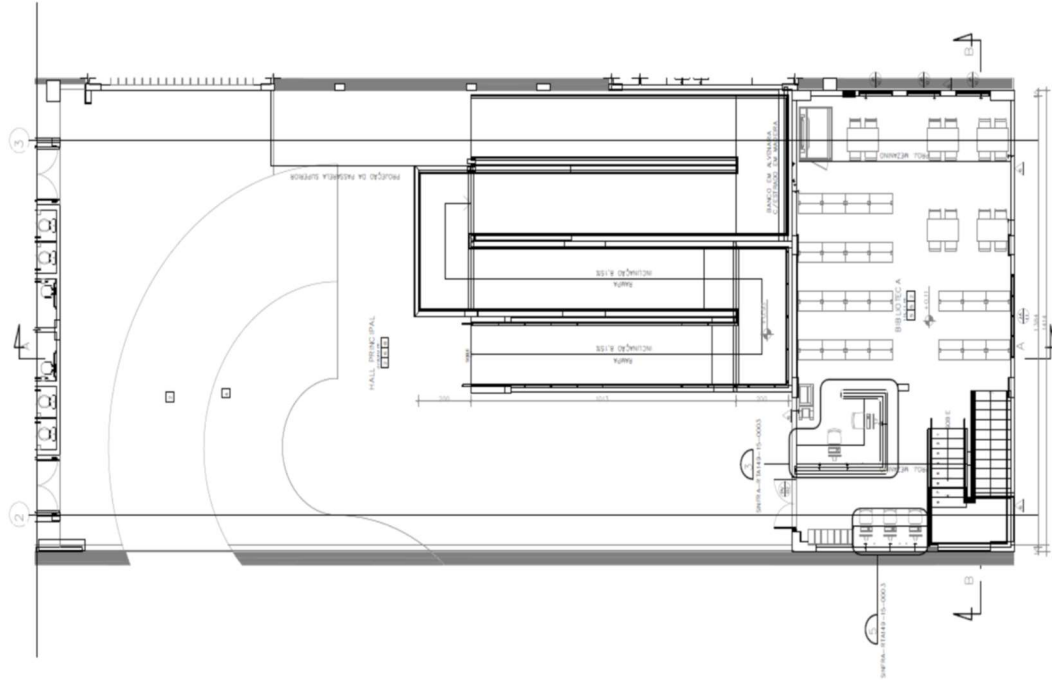


Fonte: Dados da pesquisa ,2021.

2.3.1.1 Hall de entrada e Biblioteca

É a entrada principal da escola, constam os seguintes espaços:

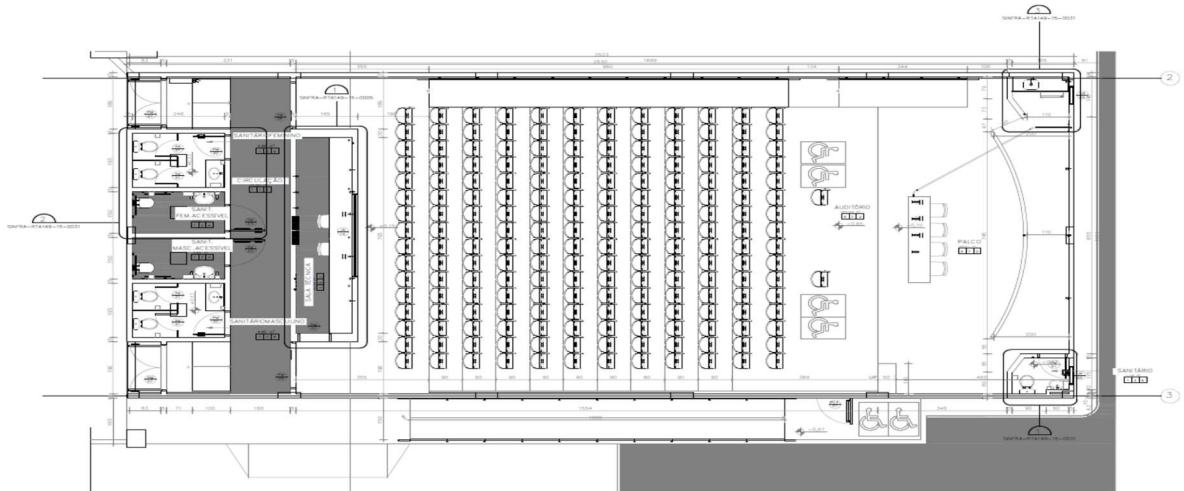
Figura 16- Hall e Biblioteca



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

2.3.1.2 Auditório

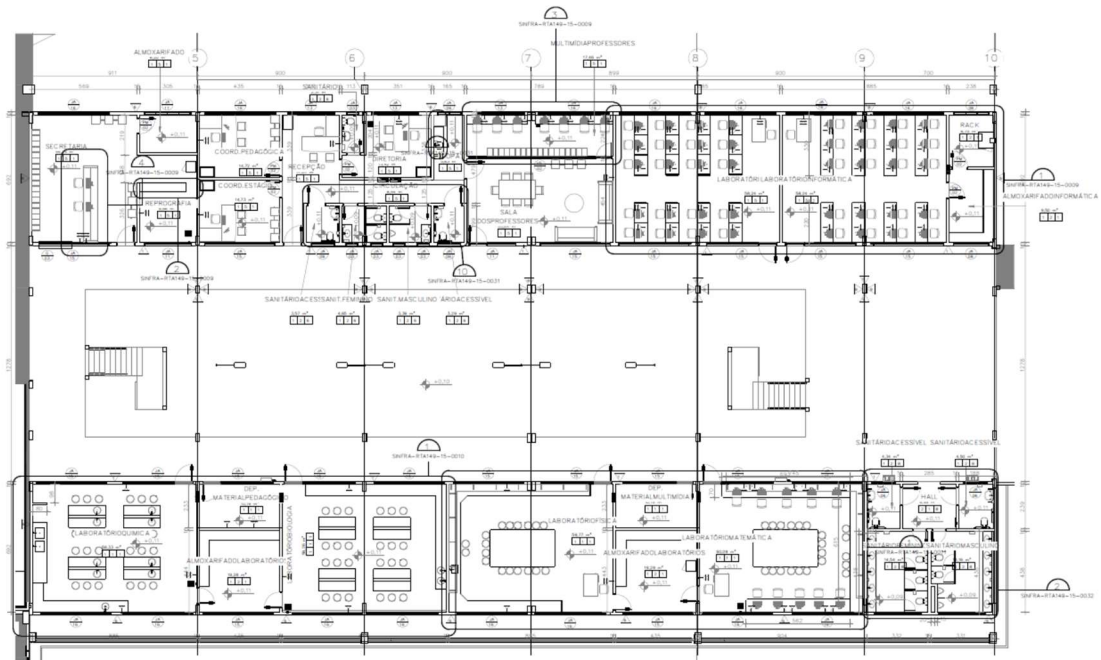
Figura 17- Auditório



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

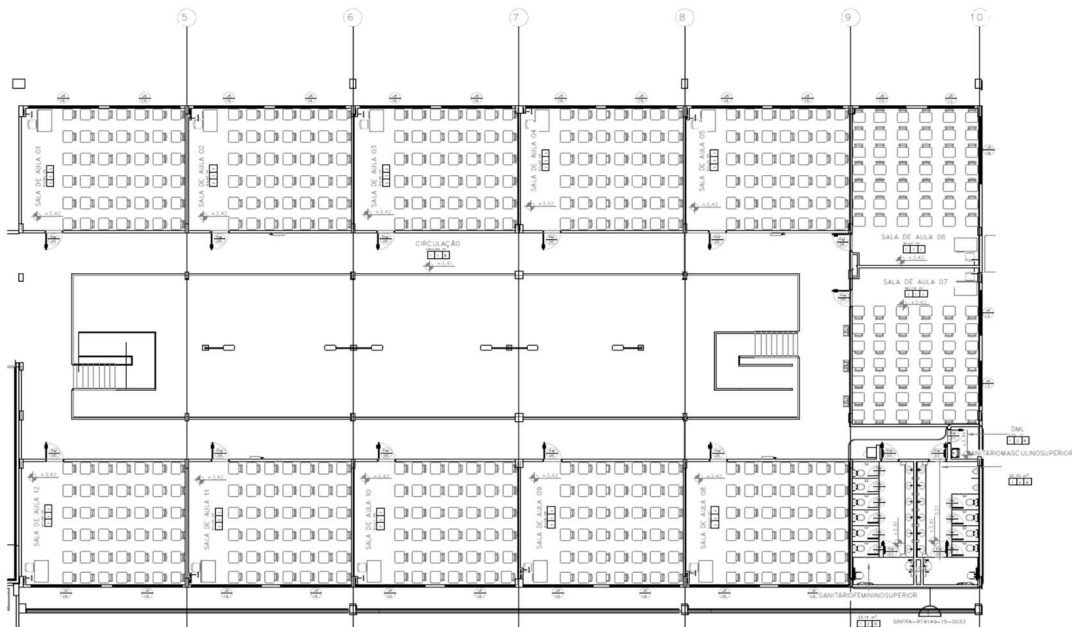
2.3.1.3 Bloco Pedagógico / Administrativo

Figura 18- Bloco Pedagógico- Pav. Térreo



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

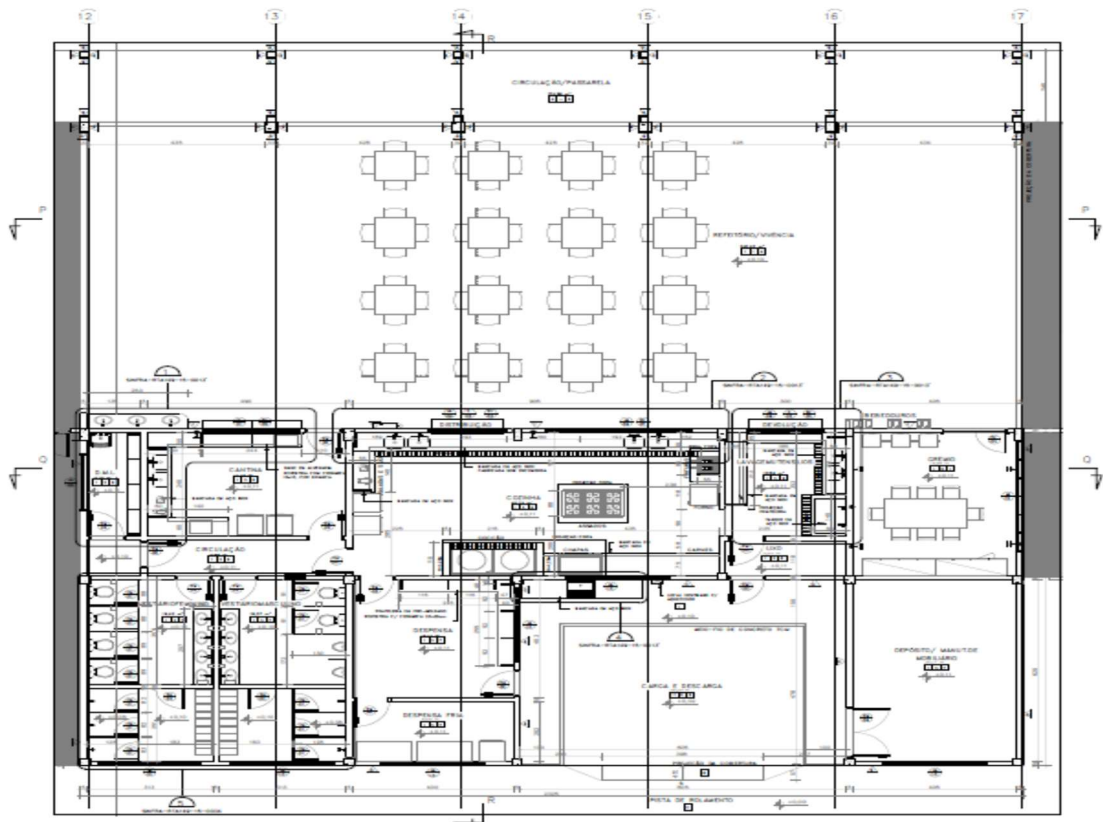
Figura 19- Bloco pedagógico – Pav. Superior



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

2.3.1.4 Refeitório / Vivência

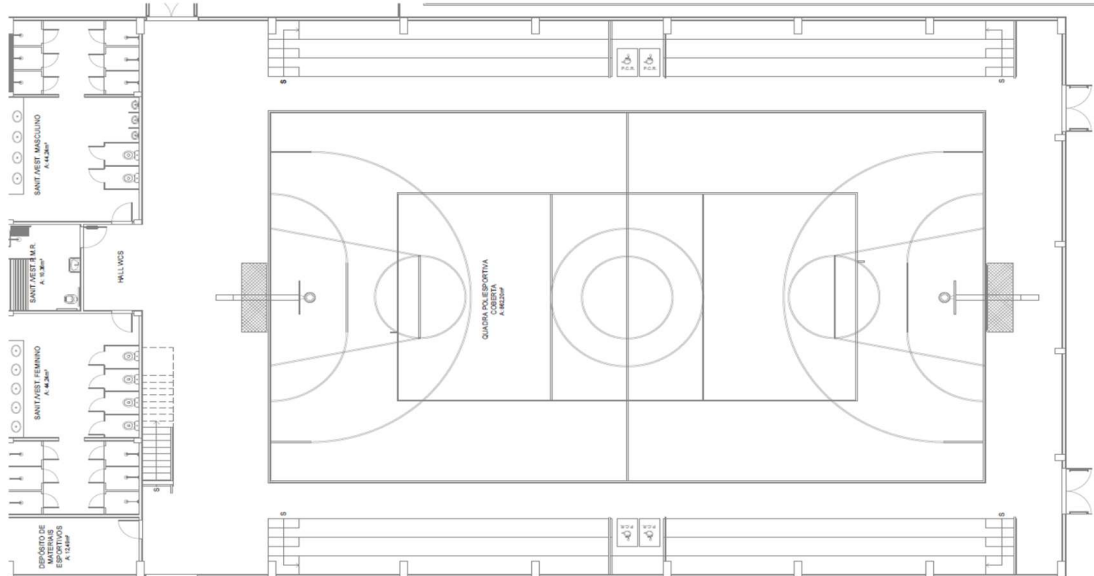
Figura 20- Refeitório/ Vivência



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

2.3.1.5 Quadra Poliesportiva Coberta

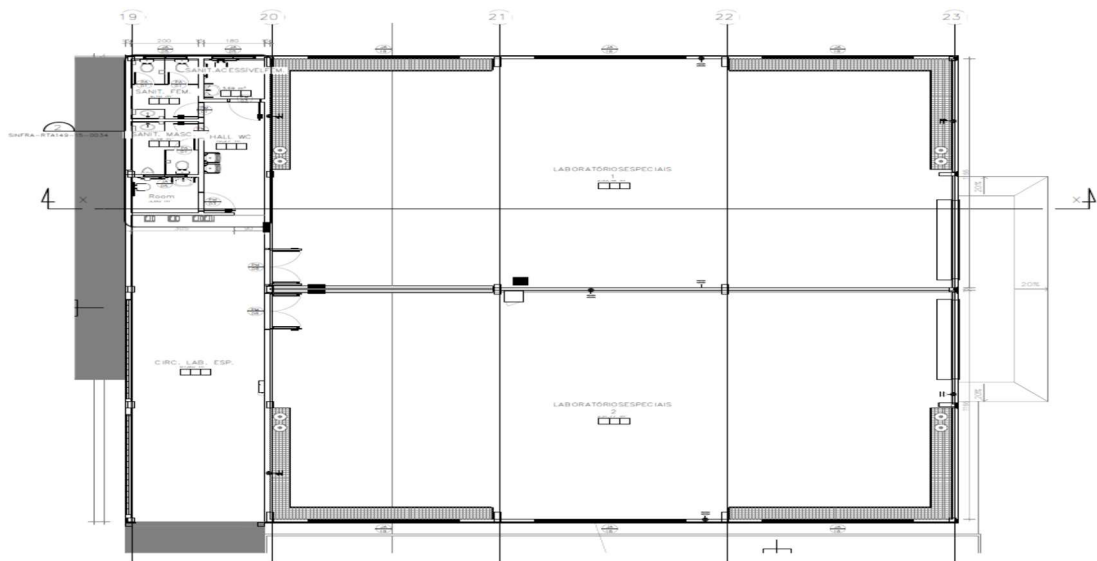
Figura 21- Quadra Poliesportiva



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

2.3.1.6 Laboratórios Especiais

Figura 22- Laboratórios Especiais

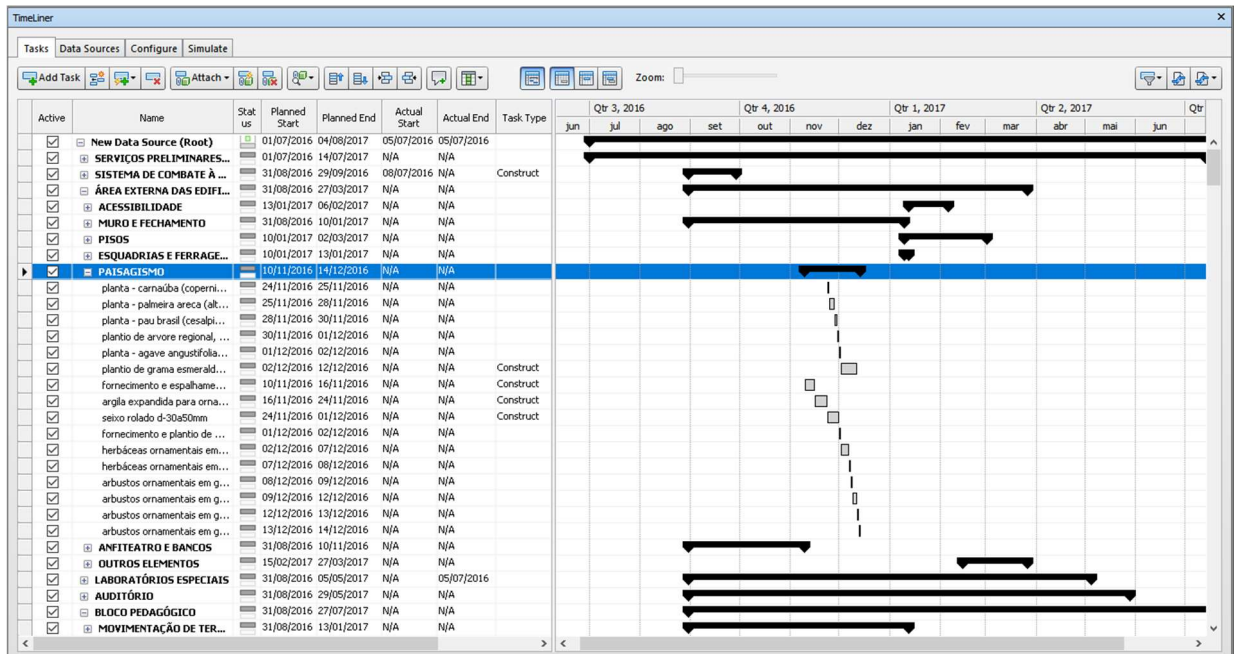


Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

2.3.2 Análise e resultados

Podemos mencionar como vantagem a apresentação das composições e seus insumos juntamente com os dados do planejamento contendo as principais informações como a data planejada para início e término, a data real de início e fim e o *status* do insumo, juntamente com representação gráfica apresentada pelo cronograma do desenvolvimento das atividades ao longo do prazo estipulado.

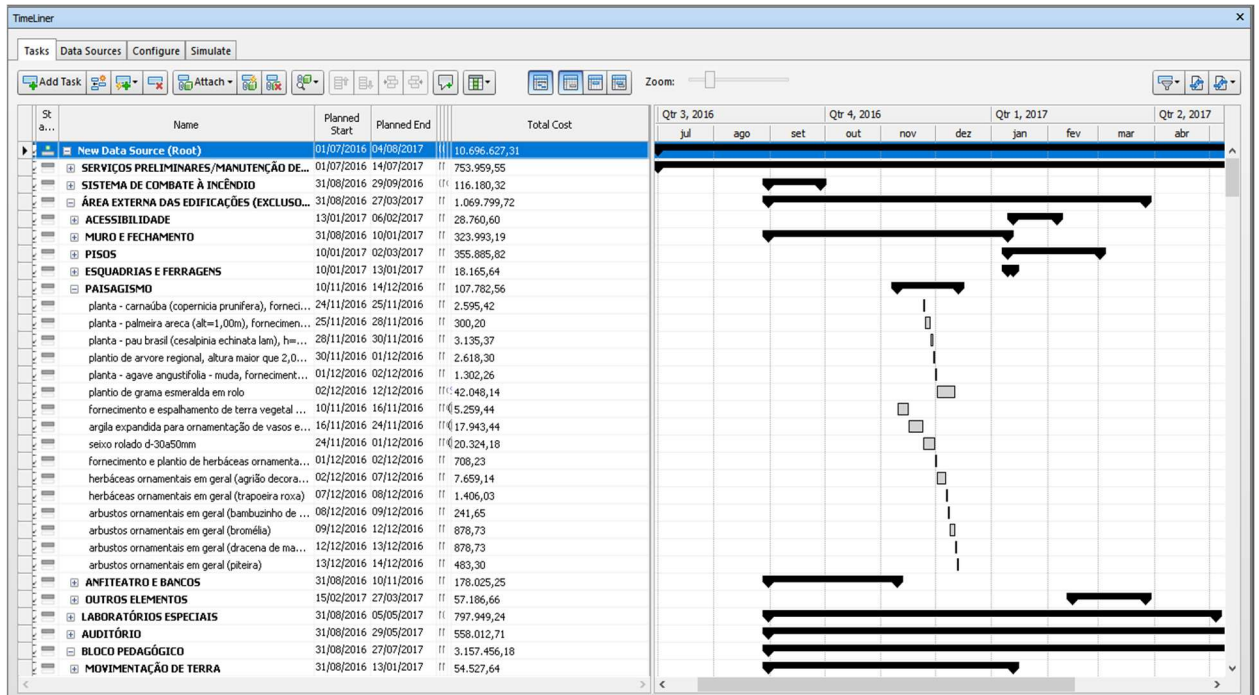
Figura 23 – Composição x Planejamento



Fonte: Dados da pesquisa, 2021

Além da apresentação das composições e seus insumos juntamente com os dados do planejamento, podemos apresentar as principais informações do planejamento em paralelo com os respectivos custos dos insumos presentes no projeto, como representado na imagem a seguir:

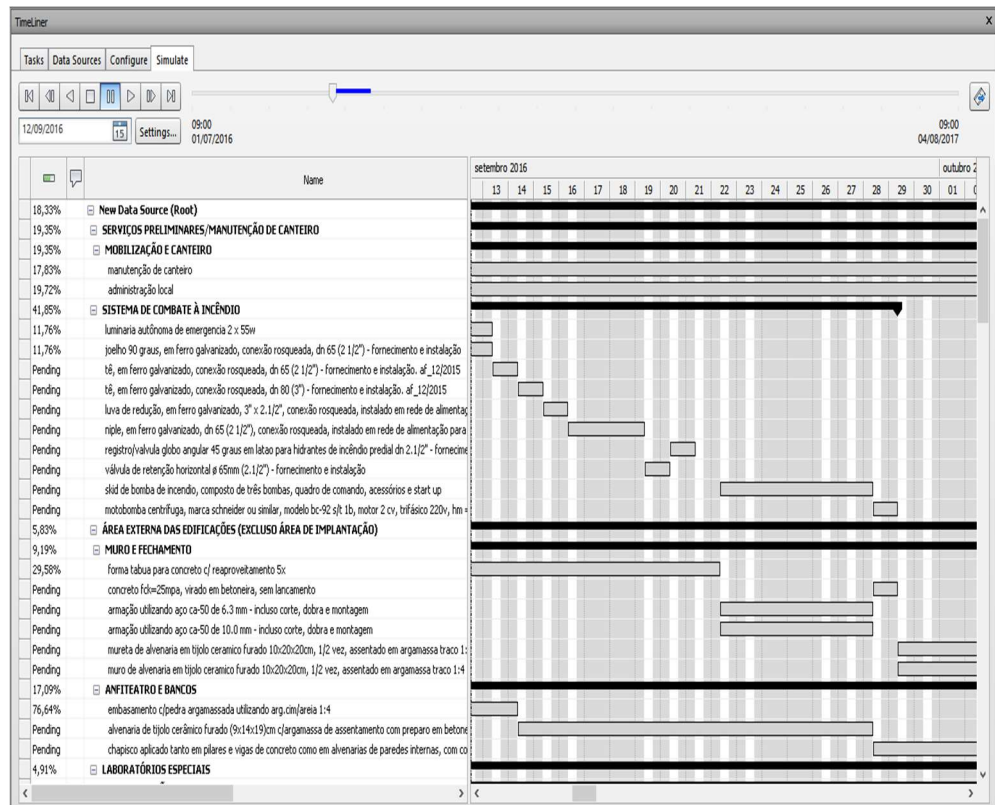
Figura 24- Composição x Orçamento



Fonte: Dados da pesquisa, 2021

Podemos também mencionar como uma das vantagens da utilização dessas ferramentas, é a simulação da construção após a conclusão do projeto. Essa simulação da construção permite, atrelada as atividades do planejamento, contendo os prazos e os percentuais de execução de cada item composto no planejamento, juntamente com representação gráfica apresentada do cronograma de execução, o sequenciamento das atividades, a execução dessas atividades que podem ser realizadas simultaneamente ou as que necessitam de algum pré-requisito ao longo do projeto.

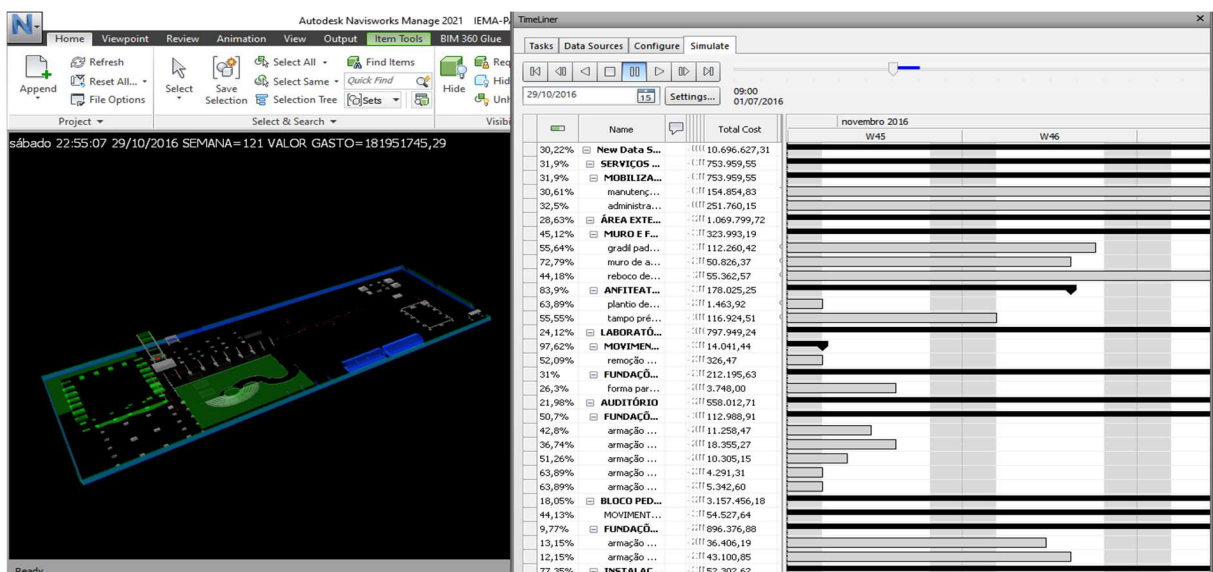
Figura 25 - Composição x Cronograma



Fonte: Dados da pesquisa, 2021

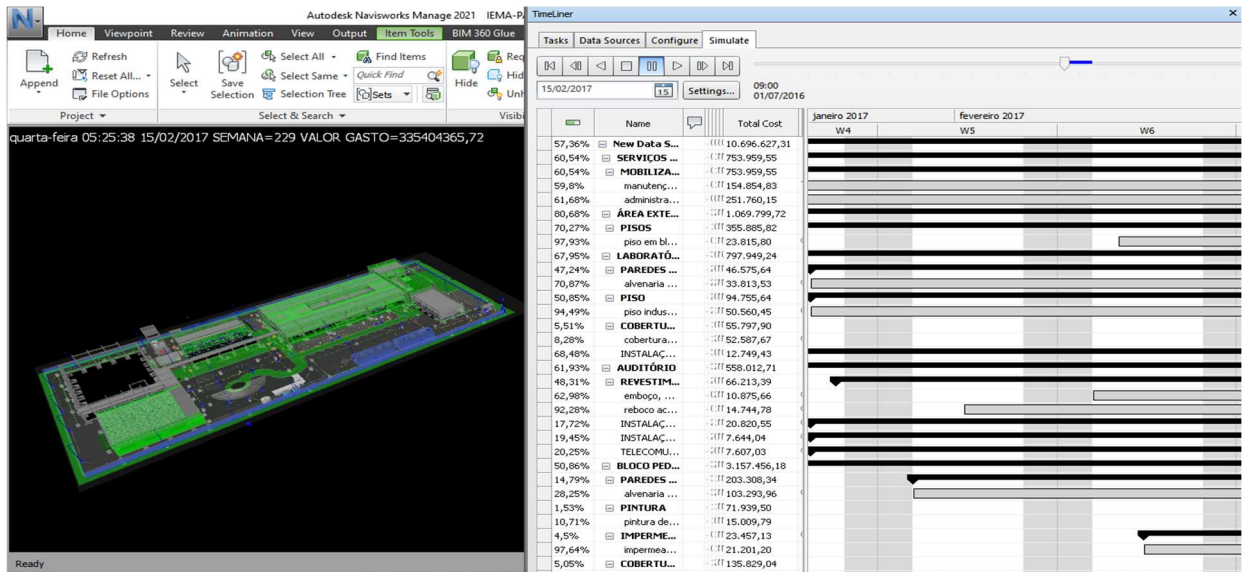
A ferramenta nos permite simular a implantação da obra, juntamente com os dados do planejamento e o cronograma, o orçamento em paralelo apresentando os custos previstos das composições e dos insumos iniciais até os insumos finais auxiliando na assertividade do orçamento e nas tomadas de decisão.

Figura 26 - Composição x orçamento



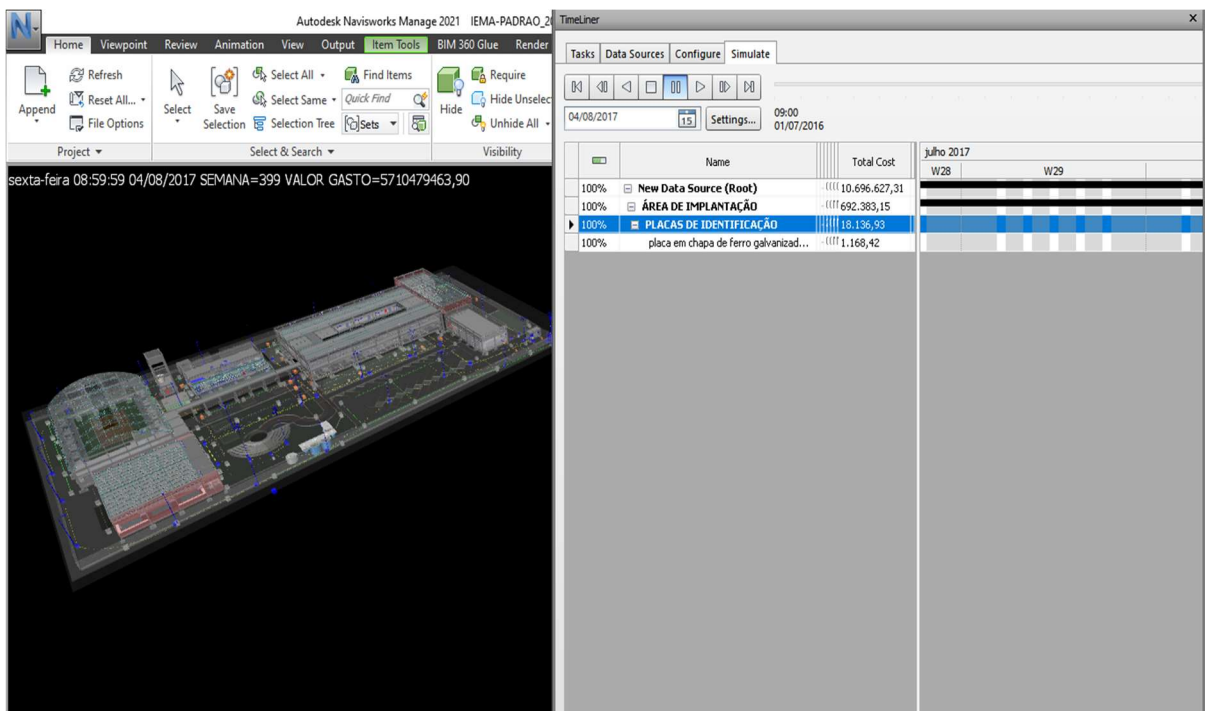
Fonte: Dados da pesquisa, 2021

Figura 27 – Simulação da Composição x Orçamento



Fonte: Dados da pesquisa, 2021

Figura 28 – Simulação do Projeto Final da relação: Composição x Orçamento



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

Segundo Yin (2001), existem diversas maneiras de se fazer pesquisa em ciências sociais. Alguns exemplos de pesquisas podem ser feitos através de experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações e o estudo de caso. Para Gil (2002), as maiores utilizações do estudo de caso estão presentes em estudos explorativos e descritivos, ressaltando a sua importância para fornecer respostas relacionadas a causas de determinados fenômenos. O objetivo principal deste estudo é mostrar como a aplicação da filosofia BIM pode impactar diretamente no planejamento e na gestão da criação e desenvolvimentos de projetos de engenharia e os objetivos específicos indicar as principais ferramentas de que auxiliam o processo de planejamento do projeto, mostrar como as ferramentas propostas atuam durante o processo, e a apresentação de resultados após a aplicação das mesmas, foi escolhido, como estratégia de pesquisa, o estudo de caso.

De acordo com Godoy (1995), o estudo de caso caracteriza-se como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente e visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular. Essa afirmação é retificada por Yin (2001), ao afirmar que o estudo de caso é uma das estratégias de pesquisa assinaladas para questões que lidam com ligações operacionais que necessitam ser traçadas ao longo do tempo, em vez de serem encaradas com meras repetições ou incidências. Ainda segundo o próprio autor, ressalta que o esforço da pesquisa, o estudo de caso contribui, de forma inigualável, para a compreensão que temos dos fenômenos individuais, organizacionais, sociais e políticos.

A estratégia utilizada no estudo de caso adequa-se perfeitamente devido ao caráter descritivo, segundo Fonseca (2012), a pesquisa descritiva procura responder questões recorrentes da vida social, política e econômica, sem interferir na realidade, precisando ser coletados e registrados ordenadamente para seu estudo. Inicialmente utilizou-se realização de pesquisas bibliográficas acerca da utilização do BIM no setor de planejamento em projetos de engenharia em livros, artigos e publicações com o intuito de adquirir o máximo de conhecimento para o embasamento do projeto.

De acordo com Gil (2008), a pesquisa exploratória tem como principal objetivo desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Ainda também,

ressalta que as pesquisas exploratórias são desenvolvidas com o objetivo de proporcionar visão geral, do tipo aproximativo, acerca do determinado fato. Tal definição atende perfeitamente o caráter explorativo da pesquisa. O levantamento de dados no estudo de caso se base de coleta de dados se deu do resgate da experiência deste próprio autor enquanto estagiária na área de planejamento em uma empresa de projetos de engenharia.

3.2. Local de estudo

O estudo será realizado em uma empresa de projetos de engenharia, que por motivos éticos não pode ser divulgada. A empresa objeto de estudo atua no mercado maranhense da construção civil, com diversos projetos destacando-se tanto no setor privado quanto no público elaborando de projetos técnicos e no gerenciamento de seus projetos. O objeto de estudo do presente trabalho será um projeto de engenharia de um modelo de escola técnica do Estado do Maranhão onde serão abordados os principais tópicos do foco da pesquisa que serão a aplicação das ferramentas e da filosofia BIM na gestão planejamento do projeto e durante o desenvolvimento do projeto.

3.3. Coleta de Dados

O principal mecanismo de coleta dos dados se dará através dos principais debates com os principais profissionais que atuaram na concepção e desenvolvimento do escopo do projeto. Devido à grande complexidade do projeto, diversos profissionais atuaram desde arquitetos, engenheiros das mais variadas especializações atuando de forma simultânea pela interação permitida pelas principais ferramentas utilizadas para a criação do projeto.

Outra forma de obtenção dos dados fora o autor do presente trabalho ter acompanhado desde o início ao fim no processo de criação e desenvolvimento do projeto em todas as áreas de engenharia e arquitetura e ter acompanhado diretamente no decorrer do desenvolvimento o setor do planejamento impactando diretamente no processo de controle e gestão dos custos e prazos do projeto.

3.4. Análise dos Dados

Para Yin (2001), tem a função de examinar, categorizar, classificar e recombinar todas as evidências tendo em vista as proposições iniciais do estudo. A análise de dados, serão

prioritariamente divididas em dois momentos de análise que buscarão como citado acima examinar, categorizar e classificar os dados para que sejam atingidos os objetivos do estudo.

Os principais cenários que serão confrontados em relação a bibliografia e o cenário atual serão os problemas do Planejamento 4D e 5D, em busca de possíveis soluções, utilizando a filosofia BIM e aplicando o *Revit* no processo de desenvolvimento do projeto.

No primeiro momento, foi realizada uma nova análise do que é proposto, ressaltando a aplicação da ferramenta Home Designer Suite com a finalidade de visualizar de forma sistemática o desenvolvimento do projeto arquitetônico básico, sendo ele o Norte para as próximas etapas da realização do projeto. Para essa sequência, baseou-se na ferramenta *Revit* para auxiliar no processo de modelagem dos projetos da disciplina de concreto presente no mesmo. No parágrafo a seguir, será descrito de forma mais clara os principais tópicos do sequenciamento da utilização da ferramenta.

Neste segundo momento, como já descrito previamente no parágrafo anterior, inicia-se o processo de modelagem ressaltando que já fora realizada a concepção inicial e do desenvolvimento do projeto arquitetônico básico. Mediante já apresentado, foram lançadas na ferramenta as principais estruturas da área predial, logo em seguida o fechamento vertical das áreas presentes, abrangendo os detalhamentos dos sistemas prediais e com a precisão de detalhar dentro da modelagem as áreas específicas dos pisos e tetos juntamente com os acabamentos gerando um valor agregado maior ao processo de desenvolvimento. Vale ressaltar e expor a precisão da ferramenta onde ela mesmo suporta acumular informações dos materiais e texturas que serão utilizados na obra física e em termos de riqueza de dados servindo como alimentação de maior controle no setor do planejamento.

Após apresentar o passo a passo metodológico do trabalho, ainda é importante apresentar dois processos, um ligado à parte tecnológica chamada de Renderização e a capacidade da ferramenta no processo de emissão de projetos.

3.5. Aspectos éticos

O presente trabalho não trata diretamente com indivíduos, todas as considerações acerca do trabalho não visam a degradação da imagem da organização, o objeto deste estudo. Todas opiniões e indagações tem prioritariamente a visão das melhorias dentro dos âmbitos e parâmetros das leis.

A autorização para a utilização dos dados da empresa de engenharia encontra-se no anexo deste projeto.

3.6. Materiais e instrumentos

Para a realização deste estudo foram utilizados os seguintes materiais e instrumentos: Computador, *Microsoft Office Excel*, *Revit*, *Navisworks*, *Microsoft Project* livros, artigos e revistas.

4. CONCLUSÃO

Após as pesquisas realizadas para este estudo, chega-se à conclusão que a utilização das ferramentas BIM é muito positiva para a criação dos projetos de engenharia. Contudo, é importante pontuar, que o potencial de parametrização de objetos também demonstra que o uso desse tipo de ferramentas será mais eficiente e melhor utilizado em planejamento de obras de grande porte e obras de pequeno como apartamentos e até mesmo casas padronizadas (condomínios residenciais).

As ferramentas CAD ainda terão muitos usos relacionados, como obras menores ou projetos menos complexos, mas não serão mais as principais ferramentas para a formulação e liberação de projetos de engenharia civil que são substituídos pelo método BIM. Utilizando a ferramenta *revit* para o processo de modelagem, o *Microsoft Project* para a criação do cronograma e o *Navisworks* para integração dos modelos e emissão dos relatórios.

Em termos de planejamento, as ferramentas indicadas dentro do planejamento foram a do Planejamento 4D e Planejamento 5D, onde vinculadas ao sequenciamento de atividades, o tempo de execução dessas atividades, atrelados ao cronograma em paralelo ao orçamento apresentando os custos de cada item de insumo e composições.

Dentro das vantagens oferecidas na utilização do método BIM, com o auxílio das ferramentas adequadas, é possível o desenvolvimento do projeto de todas as disciplinas em paralelo sem que haja perda de tempo por retrabalho devido ao sistema anti-conflito, o “Clash Detection” não permitindo que o gargalo se prolongue durante a execução do projeto e que se estenda até a execução da obra.

Por fim, de uma forma geral, possibilita a melhor visualização do produto final prevendo problemas e efetivando soluções mais adequadas antes da implantação da obra, além do processo de ajuste orçamentário ser muito mais assertivo com base nos quantitativos previamente extraído

REFERÊNCIAS

ALVES, T.C.L. **Diretrizes para gestão de fluxos físicos em canteiros de obras, proposta baseada em estudos de casos.** 2000. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS. 2000.

ARANCIBIA, Rodriguez, M. A.; HEINECK, L. F. M. **Coordenação de projetos:** uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (SIBRAGEQ), 2., 2001, Fortaleza. Anais.... Fortaleza: UFC, 2001.

BARCAUI, André et al. **Gerenciamento de tempo em projetos.** 2.ed.Rio de Janeiro: FGV, 2006

BALLARD, G.; HOWELL, G. **Shielding production: Na Essential Step in Production Control.** Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1997.

BELMIRO; Tânia. **Bússola de Gestão para a Construção Civil.** 1º.ed. São Paulo: Brasport, 2018.

BERNARDES, M. M. S. **Planejamento e controle da produção para empresas da construção civil.** Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.

CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES – CTE. **Programa de gestão da qualidade no desenvolvimento de projeto na construção civil.** São Paulo: SINDUSCON / CTE, 1997.

CRESCA BRASIL. **Como elaborar e gerenciar projetos.** 2016. Disponível em:<https://www.crescabrasil.com.br>. Acesso em: 18 de abr. 2021.

DINSMORE; Paul. BREWIN, Jannette. **AMA – Manual de gerenciamento de projeto.** 2.ed. São Paulo: Brasport, 2014.

FRANCO, L. S.; AGOPYAN, V. Implementação da racionalização construtiva na fase de projeto. São Paulo: EPUSP / Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1993. 21 p. Boletim Técnico (BT/PCC/94).

FERREIRA, S. L. **Da engenharia simultânea ao modelo de informações de construção (BIM):** contribuição das ferramentas ao processo de projeto e vice-versa. In: Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios, 2007, Curitiba. Anais... Curitiba, 2007.

FONSECA, Regina C. V. **Metodologia do trabalho científico.** –1. Ed., rev – Curitiba, PR: IESDE Brasil, 2012.

GIDO, Jack; CLEMENTS, James P. **Gestão de projetos.** São Paulo: Thomson Learning, 2007

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** – 4. ed. – São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** – 6. ed. – São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, Arilda S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais.** Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v.35, n.3, p.20-29, Mai/Jun, 1995.

GONÇALVES, W. K . Fernandes. **Utilização de Técnicas Lean e Just in Time na gestão de empreendimentos e obras.** Lisboa, 2009.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Noções de orçamento e planejamento de obras.** Notas de Aula Unisinos. 2014. Disponível em:<<http://www.engenhariaconcursos.com.br/arquivos/Planejamento/Nocoeseorcametoeplanejamentodeobras.pdf>>. Acesso em: 26 de Mar. de 2021.

HOJI, Masakazu. **Orçamento empresarial passo a passo.** São Paulo: Saraiva, 2018.

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction planning really doing its job ? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, London, n. 5, p. 243-266, 1987.

LAUFER, A.; HOWELL, G.; ROSENFELD, Y. Three modes of short-term construction planning. **Construction Management and Economics**. London, n. 10, p. 249-262, 1992.

LEMES, Giovanne. **Elaboração de Análises e Projetos**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

MATTOS, A. D. **BIM 3D, 4D, 5D e 6D**. 2019. Blogs PINIweb. Disponível em: <<http://blogs.pini.com.br/posts/Engenharia-custos/bim-3d-4d-5d-e-6d335300-1.aspx>>. Acesso em: 36 de Mar. de 2021.

MARITAN, Flávia. **BIMvit +Construtora virtual: Tabelas – Schedules**. 2011. Disponível em: Tabelas - Schedules | BIMrevit + Construtora Virtual | Blog. Acesso em: 24 de abr. 2021.

MATTOS, A. D. **Planejamento e Controle de Obras**. 1. ed. São Paulo: Pini, 2010.

MELHADO, S, PINTO. A.C. **Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos**. São Carlos – SP. 2015.

MINICHIELLO, Monique de Oliveira. **Qualidade no orçamento do custo direto de produção na construção civil**. 2007. 71fl. Dissertação (Tecnologia). Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina.

MÜLLER, L.S. **Utilização da Tecnologia Bim (Building Information Modeling) integrado a Planejamento 4D na construção civil**. Rio de Janeiro: UFRJ/Escola Politécnica, 2015.

PINAZZA, Marcelo. **Gestão de projetos: as fases do ciclo de vida de um projeto, a função do gestor de projetos e a importância do gerenciamento**. 2017. Disponível em: <https://movimentoimpactoglobal.com.br/fases-do-projeto/>. Acesso em: 1 de abr. 2021.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Guia PMBOK: Um guia de conjunto de conhecimentos do gerenciamento de projetos**. Pennsylvania: Project Management Institute. 2013

SILVA, Eduardo B. **Monografia sobre planejamento e controle da produção sob a ótica da empresa incorporadora** (2003).

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

VARGAS, Ricardo Viana. Gerenciamento de projetos: estabelecendo diferenciais competitivos. Rio de Janeiro: Brasport, 2003

VALENTE. C. **Acompanhamento e avaliação Lean em um canteiro de obras: uma proposta de auditorias Lean**. Fortaleza, 2011.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. – 2. ed. – Porto Alegre: Bookman, 2001.

VARALLA, R. **Planejamento e controle de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

XAVIER, Ivan. **Orçamento, planejamento e custos de obras**. 2008 FUPAM. Disponível em: ocplayer.com.br/3594763-Curso-ano-2008-orcamento-planejamento-e-custos-de-obras-professor-ivan-xavier.html Acesso em: 12 mar.2021.