



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO -
BRASILEIRA**

INSTITUTO DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

CURSO DE ENGENHARIA DE ENERGIAS

RONEY THIEL FERNANDES DE LIMA

MODELAGEM BIM PARA PROJETOS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO

ACARAPE

2018

RONY THIEL FERNANDES DE LIMA

MODELAGEM BIM PARA PROJETOS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Energias.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a. Rejane Félix Pereira.

ACARAPE

2018

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Lima, Roney Thiel Fernandes de.

L696m

Modelagem BIM para projetos elétricos de baixa tensão / Roney Thiel Fernandes de Lima. - Acarape, 2018.
70 f: il.

Monografia - Curso de Engenharia de Energias, Instituto de Engenharias e Desenvolvimento Sustentável, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2018.

Orientador: Profa. Dra. Rejane Félix Pereira.

1. Instalações elétricas. 2. Modelagem de informação da construção. 3. Orçamento - Programa. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 621.31

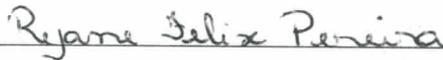
RONEY THIEL FERNANDES DE LIMA

MODELAGEM BIM PARA PROJETOS ELÉTRICOS DE BAIXA TENSÃO

Monografia apresentada ao curso de Engenharia de Energias do Instituto de Engenharia e Desenvolvimento Sustentável da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, como requisito para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia de Energias.

Aprovado em 01 / 11 / 2018.

BANCA EXAMINADORA



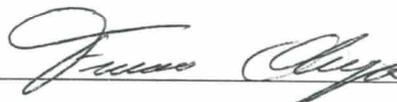
Profª. Dra. Rejane Félix Pereira (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Profª. Dra. Sílvia Helena Lima dos Santos

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)



Prof. MSc. Francisco Olímpio Moura Carneiro

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

**À minha avó Maria de Souza Fernandes
Cardoso (*in memoriam*).**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que permitiu que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitário, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.

À minha Tia Idenilde Maria (Bel), pelo grande apoio e incentivo na minha vida e educação, sempre se dispôs em ajudar a me e minha família.

À minha Tia Naize e ao meu Tio Ernandes, que foram para mim país de coração, por me acolher em sua família e me dar o mesmo amor e carinho que dão para suas filhas.

À minha mãe Irany Fernandes Cardoso e minha irmã Rayca Thielle Fernandes de Lima, que sempre acreditaram em mim durante todos esses anos, o amor e o carinho de vocês é a minha força diária para seguir em frente.

À minha esposa Luana Pereira da Silva, por entrar em minha vida e hoje poder estar ao meu lado me dando todo o seu amor, carinho e apoio que necessito. Agradeço a você por proporciona dias e noites mais alegres em minha vida. Te amo.

À professora Dra. Rejane Félix Pereira pela confiança e pela orientação, sendo paciente, se dispondo em ajudar e partilhar do seu conhecimento.

Aos meus amigos, professores e técnicos do curso de Engenharia Energia que contribuíram ao longo dessa trajetória acadêmica que parecia interminável, em especial a minha amiga Katherine Moreira da Silva que sempre esteve ao meu lado compartilhando de sua enorme amizade e grande companheirismo.

À empresa Terceira Onda® a qual desenvolveu o programa Sisplo® e me disponibilizou uma de suas licenças para que eu pudesse dar continuidade na elaboração deste trabalho, meu muito obrigado por toda atenção e ajuda.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. ”

(Charles Chaplin)

RESUMO

O desenvolvimento do planejamento de projeto e o planejamento da obra tem se tornado cada vez mais estudado nos empreendimentos a fim de diminuir ou até mesmo eliminar custos inesperados. Neste contexto, novas tecnologias vêm sendo empregadas na indústria AEC (Arquitetura, Engenharia e Construção), com o objetivo de mitigar os efeitos colaterais do mau planejamento. A modelagem da informação da construção é um conceito que quebra paradigmas tradicionalistas adotados, ainda hoje, na elaboração de qualquer projeto de engenharia e arquitetura. Programas especialmente desenvolvidos para a modelagem da informação da construção, como é o caso do Revit® da Autodesk®, tem-se difundido no meio de gerenciamento e elaboração de projetos pois, proporcionam a elaboração mais precisa devido ao desenvolvimento paramétrico e a fácil comunicação entre os setores de desenvolvimento por meio da interoperabilidade de múltiplas plataformas. Diante disso, nesse trabalho realizou-se um estudo bibliográfico para a identificação dos principais temas referente a planejamento, controle, orçamentos e produtividade na produção de projetos para o setor da engenharia e arquitetura. Na etapa seguinte, foram expostos conceitos sobre o desenvolvimento de orçamento e quais critérios são necessários para torná-lo eficiente. Logo depois foram expostas vantagens e desvantagens de se trabalhar com o BIM (*Building Information Model*) para a produção de projetos. Foi realizado um estudo de caso que consistiu na modelagem de um projeto elétrico residencial de baixa tensão – BT padrão popular. Levou-se em conta a produção mais eficiente e rápida dos projetos devido ao template pré-configurados que torna a atividade do projetista mais rápida e precisa. Em seguida utilizou-se da modelagem 4D e 5D com o auxílio do plug-in Sisplo®, que é uma ferramenta de orçamentação que pode ser incorporada ao programa Revit® para dar uma aproximação do custo do projeto.

Palavras-chave: BIM, Projeto Elétrico, Orçamento.

LISTA DE FIGURA

Figura 1 - Enquadramento de Obras de Engenharia.....	17
Figura 2 - Ciclo PDCA	19
Figura 3 - EAP Estrutura de Árvore	20
Figura 4 - Tipo de composição de custo unitário	23
Figura 5 - Exemplo de QDR.....	25
Figura 6 - Exemplo de Diagrama de Rede	27
Figura 7 - Determinação dos Locais Críticos.	28
Figura 8 - Principais motivos de um orçamento deficiente	34
Figura 9 - Fluxograma para Orçamentação de Obra	34
Figura 10 - Evolução do SINAPI.	40
Figura 11 - Dificuldades na implantação do BIM.	46
Figura 12 - Elementos de um projeto em Revit®.....	47
Figura 13 - Clash Detection.....	48
Figura 14 - Tabela de condutores	53
Figura 15 - Modelo arquitetônico.....	54
Figura 16 - Modelo arquitetônico vista sul.....	55
Figura 17 - Definições elétricas.....	55
Figura 18 - Atribuição de componentes elétricos.....	56
Figura 19 - Criação dos circuitos elétricos.	56
Figura 20 - Perspectiva das instalações elétricas.....	57
Figura 21 - Vista geral das instalações elétricas.....	57
Figura 22 - Vista superior das instalações elétricas.....	58
Figura 23 - Tabela de distribuição de cargas.....	59
Figura 24 - Resultado final da modelagem em BIM.	59
Figura 25 - Plug-in Sisplo® integrado ao Revit®	60
Figura 26 - Integração do banco SINAPI com o plug-in Sisplo®.....	61
Figura 27 - Criação de cenário para orçamentação.	61
Figura 28 - Importação dos dados para o sistema Sisplo®	62
Figura 29 - Cálculo estimado pelo software Sisplo®.....	62
Figura 30 - Obtenção dos relatórios	63
Figura 31 - Relatório composição de preço unitário.	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- EAP forma analítica	21
Quadro 2 - Quadro de Precedência de Atividades.....	26
Quadro 3 - Exemplo do Quadro de Folga.....	29
Quadro 4 - Exemplo de parâmetros para estimativas de consumo de material.....	37

LISTA DE SIGLAS

AEC – Arquitetura, Engenharia e Construção.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas.

AP/PR – Anteprojeto e/ou pré-execução.

BIM – Building Information Modeling.

CAD – Computer Aided Design.

DAC – Desenhos Assistidos por Computador.

DDR – Diagrama de Rede

EAP – Estrutura Analítica de Projeto.

EV – Estudo de Viabilidade.

EP – Estudo Preliminar.

FT – Folga Total.

IBRAOP OT – Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas e Orientação Técnica.

LC – Locais Críticos

LV – Levantamento.

ODP – Ordem de Precedência.

PDCA – Planejar, Desenvolver, Checar e Agir.

PL – Projeto Legal.

PB – Projeto Básico.

PE – Projeto Executivo.

PN – Programa de Necessidades.

TA – Tempo das Atividades.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1 PLANEJAMENTO	15
3.2 PLANEJAMENTO DA OBRA.....	16
3.2.1 <i>Ciclo PDCA</i>	18
3.2.2 <i>Estrutura Analítica de Projeto – EAP</i>	19
3.2.3 <i>Tempos das Atividade – TA</i>	21
3.2.4 <i>Ordem de Precedência – ODP</i>	25
3.2.5 <i>Diagrama de Rede – DDR</i>	26
3.2.6 <i>Locais Críticos – LC</i>	27
3.2.7 <i>Folga Total – FT</i>	29
3.3 PLANEJAMENTO DO PROJETO	29
3.3.1 <i>Levantamento – LV</i>	30
3.3.2 <i>Programa de Necessidades – PN</i>	30
3.3.3 <i>Estudo de Viabilidade – EV</i>	31
3.3.4 <i>Estudo Preliminar – EP</i>	31
3.3.5 <i>Anteprojeto e/ou pré – execução – AP/PR</i>	32
3.3.6 <i>Projeto Legal – PL</i>	32
3.3.7 <i>Projeto Básico – PB</i>	32
3.3.8 <i>Projeto Executivo – PE</i>	33
3.4 ORÇAMENTO	33
3.4.1 <i>Classificação de um orçamento</i>	35
3.4.1.1 <i>Estimativa de custo</i>	35
3.4.1.2 <i>Orçamento preliminar</i>	36
3.4.1.3 <i>Orçamento Analítico</i>	36
3.4.2 <i>Levantamento de quantitativos e estimativas</i>	36
3.4.2.1 <i>Quantitativos</i>	36
3.4.2.2 <i>Estimativas</i>	37

3.4.3	<i>Composição de custo</i>	37
3.4.4	<i>Encargos Sociais</i>	38
3.4.5	<i>Custos diretos, Custos indiretos, BDI</i>	38
3.4.5.1	Custos diretos.....	38
3.4.5.2	Custos indiretos.....	39
3.4.5.3	BDI.....	39
3.4.6	<i>SINAPI</i>	40
3.4.7	<i>TPCO</i>	41
3.5	BIM	41
3.5.1	<i>Um breve histórico sobre o BIM</i>	41
3.5.2	<i>Tecnologia para o desenvolver a metodologia BIM</i>	42
3.5.3	<i>BIM para engenheiros e projetistas</i>	43
3.5.4	<i>Dificuldades encontradas no BIM</i>	45
3.6	REVIT	46
3.6.1	<i>Benefícios do software</i>	47
3.6.2	<i>Conteúdo do Revit</i>	48
4.	METODOLOGIA	50
4.1	FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA AUXÍLIO NO DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.	50
4.1.1	<i>Autodesk Revit 2018</i>	50
4.1.2	<i>Plug-in Sisplo Revit</i>	50
4.2	PROJETO ELÉTRICO.	51
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
5.1	MODELAGEM DO PROJETO ELÉTRICO.....	54
5.2	MODELAGEM 4D E 5D.....	59
6.	CONCLUSÃO	64
	REFERÊNCIAS.....	65
	ANEXO – A: RELATÓRIO RESUMO DA OBRA DESENVOLVIDO NO SISPLO®	
	ANEXO – B ORÇAMENTO ANALÍTICO DESENVOLVIDO NO SISPLO®	
	ANEXO–C: CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DESENVOLVIDO NO SISPLO®	

1. INTRODUÇÃO

A existência de falhas encontradas em projetos e a baixa qualidade dos mesmos são problemas significativo no setor da construção brasileira. A re-execução dos serviços e obras por mau planejamento e ineficiências no controle dos projetos causam grandes prejuízos às construtoras e aos investidores. A elaboração de projetos de engenharia de forma tradicionalista, como por exemplo, os desenhos assistidos por computador (DAC) ou CAD (do inglês: computer aided design), são totalmente passivos de erros e de grande incompatibilidade entre os setores da Arquitetura, Engenharia e Construtoras (AEC), necessitando de grande perda de tempo para compatibilizar todos os projetos do empreendimento.

Entretanto, para mitigar tais problemas de incompatibilidade, ineficiência e pouca precisão, o *building information modeling* (modelagem da informação da construção), BIM, foi desenvolvido com o intuito de aumentar a capacidade produtiva dos projetos de engenharia, sejam eles arquitetônicos, estrutural ou sistemas complementares, como é o caso dos sistemas de refrigeração, instalações hidráulicas e instalações elétricas. A modelagem em BIM vai muito além do que simples desenhos feitos em CAD, ela utiliza sistemas de parametrização para atribuir valores aos objetos do projeto, fazendo com que todos os sistemas desenvolvidos por essa metodologia sejam rastreados e modificados a qualquer momento do ciclo de vida do empreendimento.

Porém, o desenvolvimento e a elaboração de projetos em plataformas BIM requer conhecimento e capacitação dos projetistas, ou seja, a qualificação para a concepção da modelagem da informação da construção é necessária, pois, o projetista modelador deve pensar em toda as fases do projeto de engenharia, do projeto em si, do planejamento e controle, e orçamentação.

O presente trabalho teve como principal motivação, desenvolver um projeto de instalações elétricas de baixa tensão, projetado em um sistema de modelagem paramétrica, para obtenção do orçamento através de software de integração BIM, com finalidade de utilizar da produtividade e da eficiência de se projetar no conceito da modelagem da informação da construção.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos Gerais

Elaborar projeto de instalações elétricas e orçamento de uma obra residencial unifamiliar de baixa tensão utilizando software em plataforma BIM.

2.2 Objetivos Específicos

- Abordar conceitos e padrões de planejamento de projeto e de obra;
- Utilizar dos benefícios de projetar em software que utiliza a modelagem da informação da construção como base;
- Desenvolver um projeto de instalações elétricas de baixa tensão utilizando o conceito BIM;
- Modelar em 4D e 5D utilizando de um software integrado a plataforma do Revit® para orçamentação.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Planejamento

Para desenvolvimento de um empreendimento de engenharia é indispensável observar uma sequência lógica em que se possa obter o produto final. As etapas do ciclo de vida de um empreendimento necessitam ser estimuladas com tempo considerável para que suas intenções sejam alcançadas. Cada etapa fornece produtos que são os dados de entrada para as etapas posteriores (MATTOS, 2010).

De acordo com Lopes *et al.* (2016), para o sucesso da execução de um empreendimento, o planejamento deve estar ligado diretamente as fases do projeto, atuando como, uma ferramenta útil de controle. A inexistência do planejamento de uma obra poderá provocar imensos danos financeiros a administração do empreendimento.

Na construção civil existe desperdício elevado de material. Falta de controle das etapas, culminando em gastos desnecessários. Por isso, é importante a existência de um planejamento para que não haja surpresas no decorrer da obra, e ao seu final, atinja-se o objetivo, com uma obra entregue dentro do prazo, dentro do orçamento e com qualidade desejada (RODRIGUES, 2013).

O processo de planejar e controlar se torna uma peça fundamental para qualquer empresa, o qual pode proporcionar diversos benefícios, tais como (MATTOS, 2010):

- Conhecimento pleno da obra;
- Detecção de situações desfavorável;
- Agilidade de decisões;
- Relação com o orçamento;
- Otimização de alocação de recursos;
- Referência para acompanhamento;
- Padronização;
- Referência para metas;
- Documentação e rastreabilidade;
- Criação de dados históricos;
- Profissionalismo.

Considerando que o planejamento está conectado com cada fase do empreendimento, pode-se dividi-lo ou classificá-lo em duas subcategorias, a saber, planejamento da obra e planejamento do projeto.

O planejamento da obra refere-se à gerência do cronograma e prazos de entrega de cada etapa, à mão de obra, aos insumos necessários ao cumprimento da execução da obra e orçamentos. Nesta subcategoria é recomendável a utilização de algum software de gerenciamento para que haja uma maior eficiência no controle da obra.

Já o planejamento do projeto tem como principal objetivo o controle de toda a documentação do empreendimento, tais como, estudos de viabilidade técnica, elaboração de anteprojetos, projeto básico, projeto executivo e compatibilidade de projetos. O conjunto de projetos para um empreendimento de construção civil, geralmente, é composto por plantas de projetos arquitetônicos, estruturais, instalações elétricas, instalações hidros sanitárias, todos acompanhados dos seus respectivos memoriais descritivos e de cálculo e das planilhas orçamentarias. Devido à grande quantidade de informações a serem gerenciadas, é de fundamental importância o emprego de softwares que possam tornar o planejamento de projetos mais eficiente.

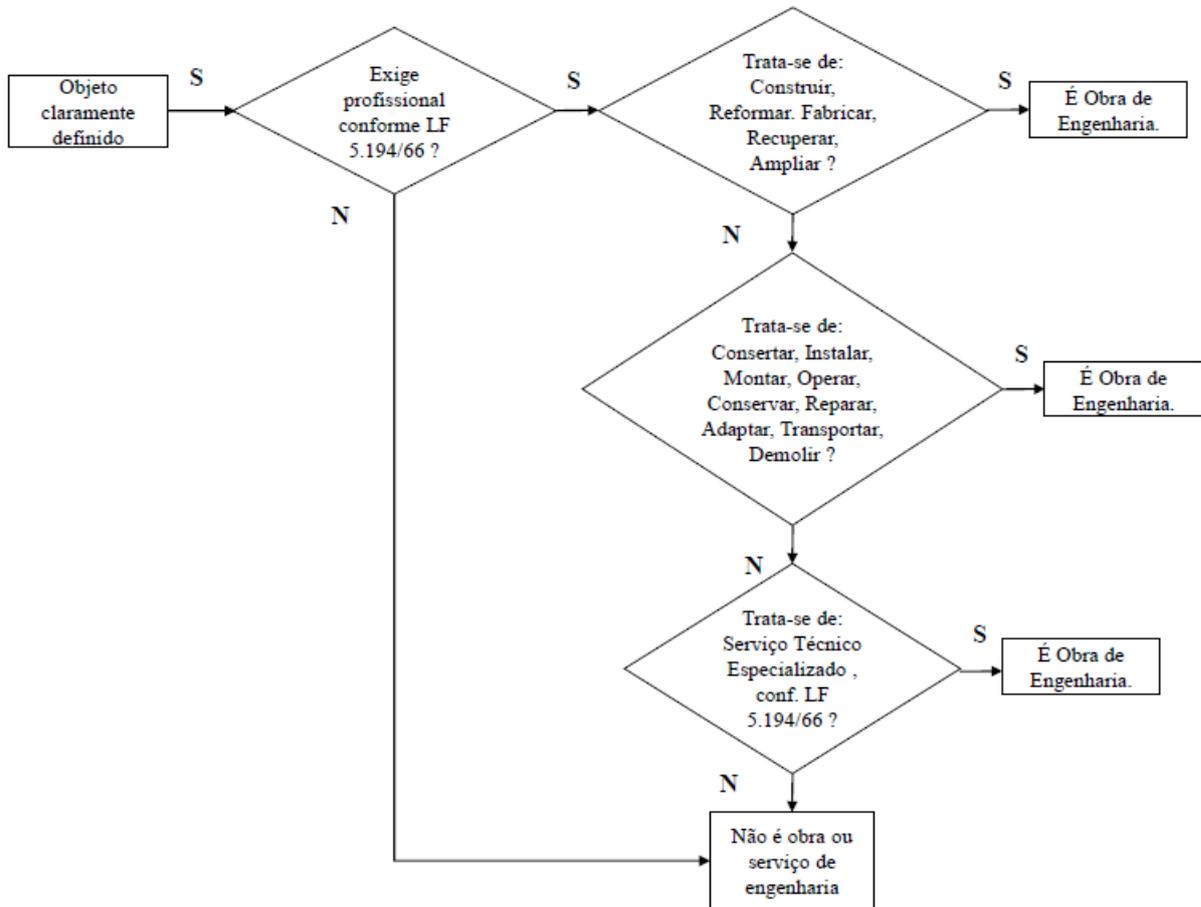
3.2 Planejamento da Obra

Segundo o Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas e Orientação Técnica – IBRAOP OT (2009), obra de engenharia é a ação de edificar, reformar, criar, recuperar ou fazer a ampliação de um bem, na qual se faz necessário a utilização de embasamentos técnicos específicos que envolva a participação de profissionais devidamente habilitados conforme o disposto na Lei Federal nº 5.194/66.

IBRAOP OT (2009) também afirma que, serviços de engenharia é todo o exercício que deve exigir um profissional devidamente habilitado conforme o disposto na Lei Federal nº 5.194/66, tais como: consertar, instalar, montar, operar, conservar, reparar, adaptar, manter, transportar, ou ainda, demolir. Inclui ainda serviços especializados, como estudos técnicos, projetos, planejamentos, perícias, acessórias, auditorias, fiscalizações.

De acordo com o fluxograma da Figura 1, pode-se analisar de forma clara se o empreendimento é ou não um serviço ou obra de engenharia, evidenciando o próximo passo a ser tomado no gerenciamento, ou seja, o planejamento das atividades.

Figura 1 - Enquadramento de Obras de Engenharia



Fonte: IBRAOP OT (2009)

O planejamento de uma obra estabelece um sentido lógico entre as várias etapas ou fases da execução de um empreendimento, evidenciando “o que”, “quando” e “como fazer”, consistindo em um estudo detalhado de uma obra, em relação a uma faixa de tempo, considerando um orçamento base (FILHO, 2004).

De acordo com Mattos (2010), o planejamento de uma obra é quase uma receita de bolo, em que todas as etapas recebem valores, recolhendo dados das etapas anteriores. O processo é bastante lógico, e pode ser aplicado em serviços e obras de engenharia, desde a reforma de uma casa até a construção de empreendimentos de grande porte, como por exemplo, construção de parques eólicos, hidrelétricas, termelétricas etc.

Para o melhor desenvolvimento do processo de planejamento da obra, algumas técnicas de gestão precisam ser aplicadas ao empreendimento, tais como: EAP (Estrutura Analítica de Projeto), Planejamento. Desenvolvimento. Checar. Agir, ou seja o ciclo PDCA, TA (Tempo das Atividades), ODP (Ordem de Precedência), DDR (Diagrama de Rede), LC (Locais Críticos) e FT (Folga Total).

Com os procedimentos bem definidos no gerenciamento das técnicas de gestão, elabora-se um roteiro simples e prático para o gerenciamento e a eficiência do controle da obra, como pode ser visto no Check-List do roteiro da obra a seguir:

- Ciclo PDCA
- Estrutura Analítica de Projeto – EAP
- Tempo das Atividades – TA
- Ordem de Precedência – ODP
- Diagrama de Rede – DDR
- Locais Críticos – LC
- Folga Total – FT

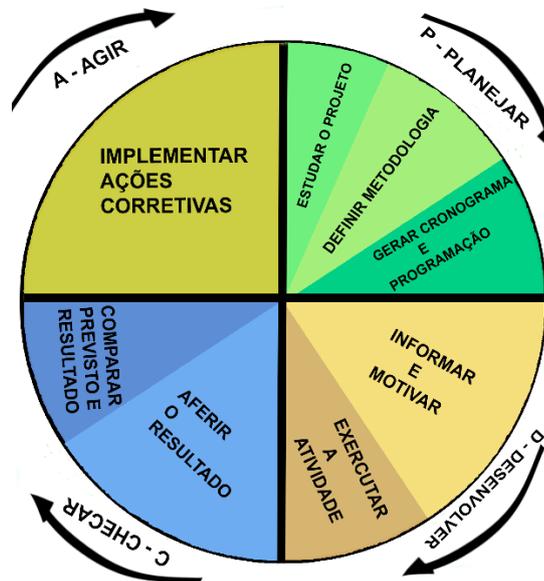
3.2.1 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA, que consiste de planejar; desenvolver; checar e; agir, não se aplica somente ao planejamento da obra, como também a todo o empreendimento através do gerenciamento dos processos. A metodologia desenvolvida por Walter Shewhart ¹tem como principal finalidade desempenhar o domínio dos processos, podendo ser aproveitado de maneira contínua para seu gerenciamento em uma organização, no âmbito das diretrizes de controle, da fiscalização da qualidade de controle a partir dos padrões pré-estabelecidos da coordenação das diretrizes sempre atualizadas, garantindo a precisão do empreendimento. (PACHECO; SALLES; GARCIA; POSSAMAI, 2007).

A Figura 2 apresenta o quadro de estágios do ciclo PDCA bem definidos. Na primeira parte P – Planejar, entra a equipe de planejamento, onde elabora as metodologias da construção, gerência o cronograma e programação. Na segunda parte D – Desempenhar, entra a equipe propriamente dita da obra, onde informa cada passo das atividades desenvolvidas ao planejamento, assim como executa as etapas do empreendimento. Na terceira parte do ciclo, C – Checar, é a vez da equipe de controle, onde faz a comparação do previsto com o realizado, aferindo os resultados. A última etapa do ciclo PDCA, A – Agir, a equipe de controle e qualidade junto com a equipe da obra e planejamento, desenvolve implementações corretivas em situações inesperadas que possa ocorrer no empreendimento.

¹ O ciclo PDCA foi desenvolvido originalmente por Walter Shewhart, na década de 1920, mas ganhou notoriedade com Edwards Deming na década de 1950. Deming é autor dos famosos princípios do Gerenciamento da Qualidade Total (TQM).

Figura 2 - Ciclo PDCA



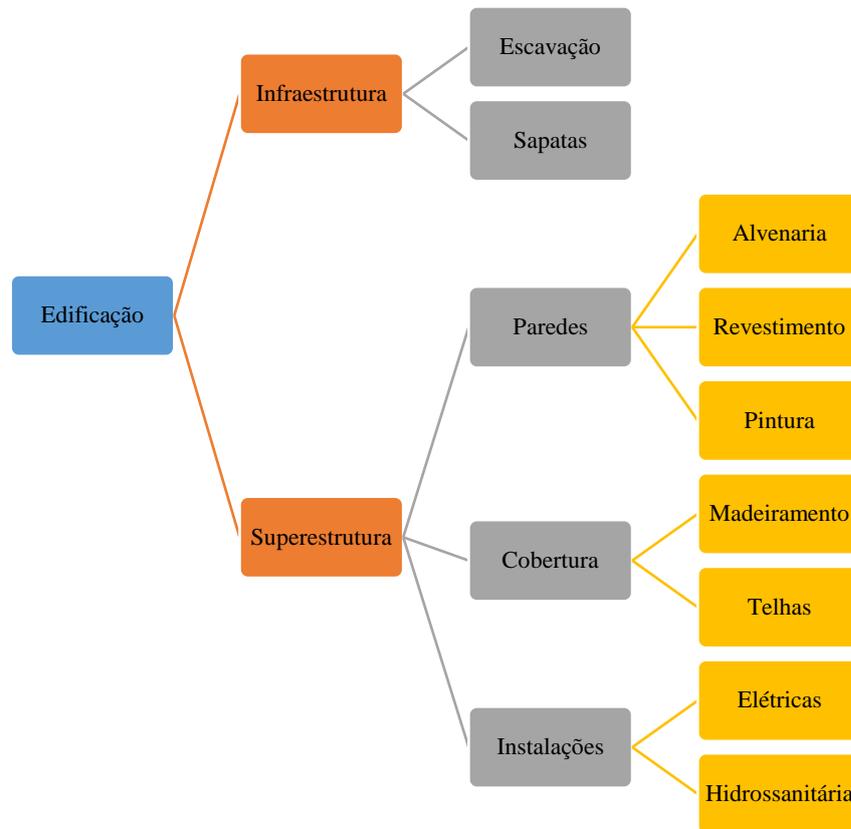
Fonte: Adaptado (MATTOS, 2010)

3.2.2 Estrutura Analítica de Projeto – EAP

Com a consolidação da metodologia utilizada no controle de qualidade da obra, segundo a gestão do sistema PDCA, o próximo passo é a decomposição das atividades empregadas no projeto, ou seja, gerenciar quais são as etapas da obra. Um exemplo de divisão das atividades pode ser visto na Figura 3.

O modo mais prático de elaborar e identificar as atividades a serem executadas é por intermédio da elaboração da Estrutura Analítica de Projeto (EAP), que consiste de uma estrutura hierárquica em equilíbrio, organizada em função da decomposição da totalidade da obra em sessões, que dividem os trabalhos em subseções. A EAP tem os benefícios de instituir processos de desdobramento das atividades, admitindo que os apontamentos das atividades sejam simplesmente comparados e corrigidos (RODRIGUES, 2013).

Figura 3 - EAP Estrutura de Árvore



Fonte: Próprio Autor

Não existe nem um regulamento para se estabelecer uma EAP. Duas equipes de planejamento podem chegar a duas EAP² bastante diversas para um mesmo empreendimento. O juízo crítico da decomposição é de inteira responsabilidade de quem esquematiza. É apropriado destacar que, qualquer que tenha sido o processo de desdobramento das atividades, todos os trabalhos que constituem o empreendimento precisam estar relacionados ao final. É fundamental que a EAP represente a totalidade do escopo³ (MATTOS, 2010).

Outra forma de elaboração de EAP é mostrado no Quadro 1, a seguir.

² A Estrutura Analítica de Projeto (EAP) é também conhecida pela expressão *Work Breakdown Structure (WBS)*, que em inglês significa "estrutura de decomposição do trabalho".

³ Dá-se o nome de escopo ao conjunto de componentes que perfazem o produto e os resultados esperados do projeto. Em outras palavras, é a abrangência, o alcance do projeto como um todo. (Mattos, 2010).

Quadro 1- EAP forma analítica

ATIVIDADES	
Item	CASA
1	1. IFRAESTRUTURA
2	1.1 ESCAVAÇÃO
3	1.2 SAPATAS
4	2. SUPERESTRUTURA
5	2.1 PAREDES
6	2.1.1 ALVENARIA
7	2.1.2 REVESTIMENTO
8	2.1.3 PINTURA
9	2.2 COBERTURA
10	2.2.1 MADEIRAMENTO
11	2.2.2 TELHAS
12	2.3 INSTALAÇÕES
13	2.3.1 ELÉTRICAS
14	2.3.2 HIDRÁULICAS

Fonte: Adaptado (MATTOS, 2010)

3.2.3 *Tempos das Atividade – TA*

Com as atividades a serem executadas bem definidas e com o auxílio da EAP, faz-se necessário a elaboração do tempo de duração de cada um dos processos que serão executados.

Segundo Filho (2004), com a conclusão desta variante obtém-se o tempo de desembolso financeiro, que confrontado com a dotação orçamentária provoca possíveis alterações no planejamento. No decorrer deste intervalo de tempo, pode-se propor o andamento da obra, os percursos lógicos e críticos dos serviços, além do dimensionamento do grupo da mão de obra e suprimentos necessários.

Segundo Xavier (2008), o planejamento é o processo de tomada de decisões interdependentes, visando uma situação futura desejada, ou seja, são decisões tomadas no presente que resultam em implicações futuras.

Decidir a permanência de uma atividade é de extrema acuidade, já que compõe o dado numérico de período em função do qual o cronograma será determinado. As atividades são, responsáveis pelo alcance do prazo da obra e dos principais marcos intermediários. Tempo de atividades mal distribuídos podem prejudicar inteiramente o planejamento, podendo torná-lo inexecutável ou sem utilidade prática para quem irá fazer o gerenciamento do empreendimento (RODRIGUES, 2013).

Com os prazos estabelecidos para cada atividade, obtém-se:

- Tempo determinado do projeto;
- Datas de começo e finalização de cada atividade;
- Assimilação das etapas cuja implementação deve acontecer obrigatoriamente no prazo calculado para não adiar o projeto, também conhecidas como (atividades cruciais);
- Pausa nas etapas não cruciais;
- Nivelamento de recursos;
- Assimilação das etapas de compressão para o aceleração do projeto.

A definição do tempo necessário para o desenvolvimento de cada etapa da obra, também conhecido como duração da atividade, deve ser realizada em dias, semanas, meses, horas ou minutos, comumente utilizado dias para determinar o prazo de uma atividade no decorrer da produção do empreendimento. Entendesse por duração o tempo necessário para a execução de uma atividade.

O tempo de duração de cada atividade dependerá da equipe que irá executá-la. Quando a empresa não dispõe desse dado, a equipe de planejamento se utiliza das tabelas de composição de custos unitários de órgãos públicos para aferir o tempo necessário. Sendo as atividades um planejamento dependente de outras informações, não se pode utilizar de hipóteses para determiná-las. O gerenciamento deve ser feito com algum parâmetro que possa auxiliar na elaboração do tempo necessário de cada atividade. Logo, utiliza-se das tabelas de composição custo unitário.

As tabelas de composições de custos unitários são tabelas que relacionam cada insumo de serviço com ao seus respectivos índices e produtividade tanto para mão de obra como para os materiais empregados nos serviços. Um exemplo de tabela de composição pode ser visto na Figura 4 abaixo.

Figura 4 - Tipo de composição de custo unitário

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ Secretaria da Infraestrutura		Relatório de Composições			Data de Emissão: 08/03/2016 16:52	
		Tabela 024			Página: 188	
C1961 - PORTA COMPLETA, BLINDOR/CHUMBO (1,20X2,10)m (S/ACESSÓRIOS) - UN						
MAO DE OBRA						
10041	AJUDANTE DE CARPINTEIRO	H	3,7500	5,6000	21,0000	
10498	CARPINTEIRO	H	3,7500	7,2000	27,0000	
				Total:	48,0000	
MATERIAIS						
11696	PORTA COMPLETA BLINDOR/CHUMBO (1,20 X 2,10)m	UN	1,0000	2.746,8000	2.746,8000	
				Total:	2.746,8000	
					Total Simples:	2.794,80
					Encargos Sociais:	55,84
					Valor BDI:	0,00
					Valor Geral:	2.850,64

Fonte: Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará – SEINFRA

O índice ou coeficiente de uma tabela de composição de custos unitários é a incidência de cada insumo na execução na unidade de cada serviço, comumente expresso como a unidade de tempo por unidade de trabalho: h/m, h/m², h/kg, min/m, etc. Das tabelas de composições também se obtém os dados de produtividade, que é a taxa de produção feita por um equipamento, equipe ou operário.

De acordo com os parâmetros retirados de tabelas de composições de custos unitários, aferimos a quantidade da duração da atividade em função da equipe disponível ou a equipe básica necessária para a execução em função da duração da atividade.

Duração da atividade em função da equipe disponível utilizando o índice ou a produtividade pode ser determinada por meio das equações 1 e 2:

$$D = \frac{QTDE * \acute{I}NDICE}{QTDE RECURSO * JORNADA} \quad (1)$$

$$D = \frac{QTDE}{PRODUTIVIDADE * QTDE RECURSO * JORNADA} \quad (2)$$

Onde:

D = Duração das atividades em min, hora, dia ou semana;

ÍNDICE = Incidência de cada insumo na execução de uma unidade de serviço, dado em unidade de tempo por unidade de material;

PRODUTIVIDADE = Quantidade de trabalho produzida em um determinado intervalo de tempo, a produtividade é o inverso do índice.

QTDE = Quantidade de material utilizado na execução da atividade;

JORNADA = Tempo de trabalho por dia, utiliza habitualmente 8 horas / dia;

QTDE RECURSO = Equipe básica para execução da atividade.

A formação da equipe básica em função da duração das atividades com relação o índice ou a produtividade pode ser determinada com a aplicação das equações 3 e 4:

$$QTDE\ RECURSO = \frac{QTDE * \acute{I}NDICE}{DURA\c{C}\tilde{A}O * JORNADA} \quad (3)$$

$$QTDE\ RECURSO = \frac{QTDE}{PRODUTIVIDADE * DURA\c{C}\tilde{A}O * JORNADA} \quad (4)$$

Onde:

D = Duração das atividades em min, hora, dia ou semana;

ÍNDICE = Incidência de cada insumo na execução de uma unidade de serviço, dado em unidade de tempo por unidade de material;

PRODUTIVIDADE = Quantidade de trabalho produzida em um determinado intervalo de tempo, a produtividade é o inverso do índice.

QTDE = Quantidade de material utilizado na execução da atividade;

JORNADA = Tempo de trabalho por dia, utiliza habitualmente 8 horas / dia;

QTDE RECURSO = Equipe básica para execução da atividade.

Para um empreendimento com várias atividades, é mais eficiente que os cálculos de duração e formação de equipes, sejam concentrados em única planilha, ou Quadro Duração-Recursos – QDR, (MATTOS, 2010). Um exemplo do QDR pode ser visto na Figura 5.

É através do gerenciamento das atividades que se pode aperfeiçoar o valor perante o cliente aumentando a lucratividade, sendo que cada atividade contribui de sua maneira para este objetivo global (TURNEY, 1991).

Quadro 2 - Quadro de Precedência de Atividades

Código	Atividade	Predecessora
A	Eletrodutos	-
B	Cabeamento	A
C	Conexões	A, B
D	Quadro Geral	C
F	Fechamento QG	D

Fonte: Próprio Autor

3.2.5 Diagrama de Rede – DDR

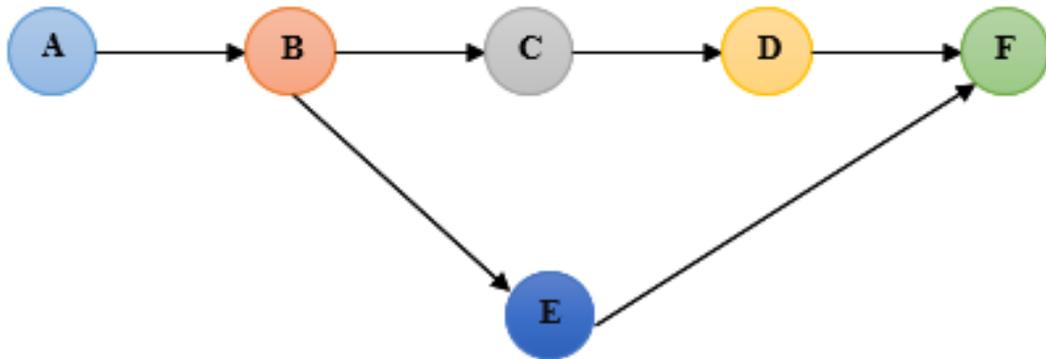
Entende-se por diagrama de rede a metodologia empregada para ligar uma atividade em desenvolvimento à próxima etapa da obra. Podendo fazer essa conexão por meio de diagramas de flechas ou de blocos. Esse método pode auxiliar na gestão e nos procedimentos a serem feitos no decorrer da execução das atividades.

Segundo Filho (2004), o diagrama de rede tem como principal finalidade o desenvolvimento das atividades, sejam elas antecessoras, predecessoras ou paralelas. Assim sendo, esses métodos têm características de planejamento, replanejamento e avaliação dos processos ou serviço proporcionados.

O método possui a vantagem de apresentar a forma lógica do projeto sob uma configuração de um diagrama de rede, ou seja, a leitura e o manuseio das atividades são facilitados durante a identificação e do entendimento de cada etapa (MATTOS, 2010).

O diagrama de rede é produzido em relação a dois eventos, por exemplo os eventos, A e B da figura 5, as atividades são colocadas no diagrama como flechas, cujos sentido e direção indicam o fim de um evento e mostra qual etapa de todo o processo deve ser executado posteriormente.

Figura 6 - Exemplo de Diagrama de Rede



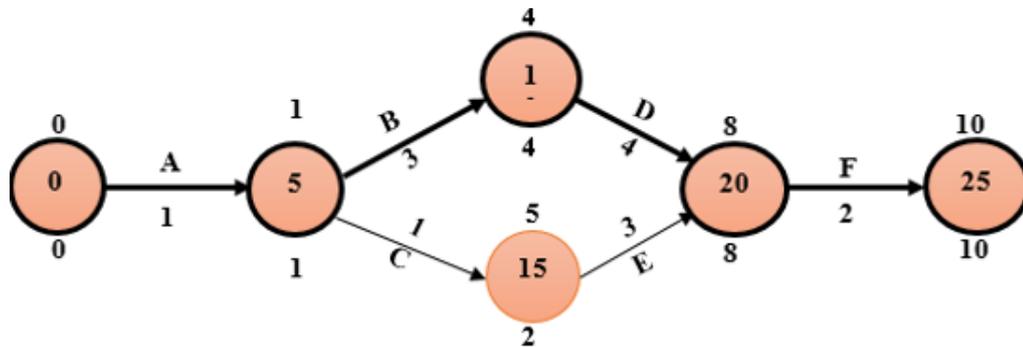
Fonte: Próprio Autor

3.2.6 *Locais Críticos – LC*

De posse dos dados do diagrama de rede o gestor do empreendimento calcula o tempo de projeto e determina em quais momentos se apresentarão os pontos críticos da obra. Entende-se por locais críticos os eventos ou atividades que não pode ter atrasos na execução, pois tal fato ocorrendo acarretará no atraso do produto final.

Com diagrama de rede é possível calcular, por contas sucessivas, o prazo. O início de cada evento do projeto é atribuído a data zero, que é transcrita na parte inferior abaixo de cada círculo. Logo após para cada atividade dos eventos, adiciona-se a duração ao tempo do evento que lhe deu origem. Ao se chegar duas ou mais atividades ao mesmo eventos, prevalecera a adição do valor maior, de fato o evento só terá caráter concluído quando a última atividade concluída chegar a ele (MATTOS, 2010).

Figura 7 - Determinação dos Locais Críticos.



Fonte: Próprio Autor.

Para determinar os locais críticos precisa-se determinar qual o tempo cedo T_c , e qual o tempo tarde T_t , de cada evento. Os cálculos para a determinação dos tempos cedo e tarde, assim como os locais críticos utiliza as equações 5 e 6.

$$Tc_i = D_{i-1} + AT_{i-1 \rightarrow i} \quad (5)$$

Onde:

Tc_i = Tempo mais cedo de determinado evento;

D_{i-1} = Duração do evento anterior ao evento i ;

$AT_{i-1 \rightarrow i}$ = Tempo da atividade do evento anterior ao evento i até o evento i .

$$Tt_i = D_{i+1} + AT_{i+1 \rightarrow i} \quad (6)$$

Onde:

Tt_i = Tempo mais tarde de determinado evento;

D_{i+1} = Duração do evento posterior ao evento i ;

$AT_{i+1 \rightarrow i}$ = Tempo da atividade posterior ao evento i até o evento i .

Logo, para a determinação dos locais críticos faz-se:

$$Tc_i = Tt_i \quad (7)$$

O resumo do diagrama de rede após ser calculado todos os pontos críticos de um projeto pode ser visto na Figura 7.

3.2.7 Folga Total – FT

Mattos (2006) afirma que o caminho crítico unifica qualquer atividade cuja demora é diretamente proporcional ao prazo total do projeto e também que as atividades que não são críticas detêm uma certa flexibilidade. Essa flexibilidade pode ser transformada em folgas para o projeto. De acordo com o método das flechas do diagrama de rede, as identificações das folgas são calculadas posteriormente ao caminho crítico, pois destes, pode-se retirar os dados de tempo mais cedo e tempo mais tarde de um projeto, gerando assim, um quadro específico denominado quadro de folga total.

Quadro 3 - Exemplo do Quadro de Folga

Evento	Atividade	Serviços	Duração (D)	TCi	TCj	TTi	TTj	PDI	PDT	FL	UDT	UDI	FT
1	1	Serv. Preliminar	2	0	0	0	2	1	2	0	2	1	0
2	2	Fundações	4	2	2	2	6	3	6	0	6	3	0
3	3	Estrutura	9	6	6	15	15	7	15	0	15	7	0
3	4	Inst.Embutidas na Estrutura	9	6	6	15	15	7	15	0	15	7	0
4	5	Chapisco	4	15	15	19	19	16	19	0	19	16	0
4	6	Cobertura	4	15	15	19	19	16	19	0	19	16	0
5	7	Vedações	9	19	19	28	28	20	28	0	28	20	0
6	8	Esq. de Madeira Caixilho	1	28	28	29	32	29	28	0	32	32	3
6	9	Esq. de Alumínio Caixilho	2	28	28	30	32	29	30	0	32	31	2
6	10	Inst. Elétrica Embut. Alven.	4	28	28	32	32	29	32	0	32	29	0
6	11	Ins. Hidro-Sanitárias	4	28	28	32	32	29	32	0	32	29	0

Fonte: Adaptado de Filho (2004).

3.3 Planejamento do Projeto

Para a execução de qualquer projeto é necessário que exista um planejamento – para definir o seu método de execução, uma programação – que definirá o cronograma de execução, e um controle – esse permitirá o acompanhamento e verificação do andamento do projeto (KNOLSEISEN, 2003).

A conclusão de uma obra dentro do prazo determinado e com preço e qualidade adequados depende de um bom gerenciamento das diversas etapas intermediárias de construção do projeto, por tanto, faz-se necessário a gestão de cada uma delas. No planejamento de projeto toda as documentações devem ser acompanhadas de perto por profissionais qualificados para o gerenciamento das atividades que serão produzidas de acordo com as documentações elaboradas pelo planejamento.

De acordo com a NBR 13531 (1995), o desenvolvimento de uma edificação pode ser dividido em um processo de oito etapas as quais relaciona as atividades técnicas desempenhadas ao longo de sua construção, são elas:

- Levantamento – LV;
- Programa de Necessidades – PN;
- Estudo de Viabilidade – EV;
- Estudo Preliminar – EP;
- Anteprojeto e/ou pré-execução – AP/PR;
- Projeto Legal – PL;
- Projeto Básico – PB;
- Projeto para Execução – PE.

3.3.1 Levantamento – LV

Segundo a NBR 13531 (1995), esse passo está relacionado ao levantamento de informações que resuma as condições para a elaboração do projeto, tendo como principais dados:

- Físico;
- Planialtimétrico;
- Cadastrais (edificações, rede, etc.);
- Geológicos, hídricos;
- Ambientais, climáticos, ecológicos;
- Técnicos;
- Legais e Jurídicos;
- Sociais;
- Econômicos;
- Financeiros.

3.3.2 Programa de Necessidades – PN

Lopes *et al.* (2016), afirma que o processo do programa de necessidades é o estudo preliminar que visa a concepção da natureza das ações e empreendimentos que estarão interligados com o estudo de viabilidade. O programa deve apresentar requisições em relação ao desempenho almejado para o empreendimento, transcrever as características essenciais e levar em conta a área de relevância, a população atingida e como um todo, a região beneficiada.

O programa de necessidades deve relatar todos os padrões para acabamento, a área construída, a durabilidade, a qualidade e a destinação do bem construído.

O programa de necessidades é o processo destinado a esclarecer as exigências de caráter prescritivo ou do desempenho a ser concebido pela a edificação a ser construída. (NBR 13531, 1995).

Logo, o programa de necessidades, se for bem trabalhado torna-se um forte instrumento que terá função de delimitação para os estudos posteriores. O gestor do empreendimento deve estar atento tanto na elaboração do PN, quanto na e sua concepção.

3.3.3 *Estudo de Viabilidade – EV*

Com o estudo de viabilidade, é aceitável promover a escolha de recomendações ou de alternativas para a elaboração dos projetos, precisando considerar o terreno, as legislações, o valor do investimento, e a verificação se estes itens são adequados e compatíveis com o empreendimento.

De acordo com Lopes et al. (2016), é nesse momento, na elaboração do estudo de viabilidade, que se deve realizar uma eventual estimativa dos valores para o empreendimento, estimar quais serão os impactos ambientais provocados durante a sua execução e operação, fazer uma comparação com o benefício em relação ao custo. Estima-se também, o tempo para a elaboração dos projetos, assim como o tempo necessário para a execução da obra e uma previsão dos recursos orçamentários.

Portanto, os estudos socioeconômicos e ambientais precisam ser elaborados para subsidiar o gestor do empreendimento, no norte de alocação de recursos, com previsão de maximização do benefício para a sociedade.

Os estudos realizados nesta etapa do planejamento de projeto devem ser devidamente documentados e formalizados. Os esforços nesta etapa permitirão, ainda, a criação de relatórios que ressaltará as alternativas selecionadas, e as principais características.

3.3.4 *Estudo Preliminar – EP*

De acordo com a NBR 13531 (1995), o estudo preliminar consiste nas informações técnicas iniciais necessárias para a compreensão da edificação e toma como referências os dados obtidos para possíveis alternativas de soluções.

O estudo preliminar consiste no conhecimento das informações primordiais para se chegar ao desenvolvimento do projeto inicial, resultando nos dados para serem conectados ao próximo passo do empreendimento.

3.3.5 Anteprojeto e/ou pré – execução – AP/PR

De acordo com IBRAOP OT 006 (2016), o anteprojeto de engenharia é caracterizado por representação técnica da opção atendida em estudos anteriores, para a compatibilização de informações com a próxima etapa do desenvolvimento, que é a consagração do projeto básico.

O anteprojeto apresentando desenhos detalhados o suficiente para o entendimento da obra planejada, contemplando ainda, o memorial descritivo e a estimativa orçamentária do empreendimento. A elaboração do anteprojeto deve ser acompanhada obrigatoriamente dos estudos preliminares, programa de necessidades e do estudo de viabilidade.

Vale ressaltar que o anteprojeto não pode ser confundido com o projeto básico, pois o mesmo não tem informações suficientes para a execução do empreendimento, assim como o estudo detalhado do custo orçamentário.

3.3.6 Projeto Legal – PL

Essa etapa é destinada a representação das informações de nível técnico para apresentação das análises e aprovação dos responsáveis pela obra. A concepção da obra deve ser aprovada em todas as esferas, municipais, estaduais e federais e por todos os órgãos competentes. Os alvarás e as licenças são de inteira importância para a construção de um empreendimento.

3.3.7 Projeto Básico – PB

Para o IBRAOP OT 001 (2006), o projeto básico é conjunto de desenhos, memoriais descritivos, especificações técnicas, orçamentos, cronogramas e os demais dados técnicos necessários o suficiente para a precisa caracterização da obra a ser executada, levando em consideração todas as Normas Técnicas e as legislações vigentes, resguardando os estudos feitos anteriormente, ou seja, assegurando a viabilidade e o adequado tratamento ambiental do empreendimento.

A precisão deve ser estabelecida através dos elementos elaborados nos processos anteriores, todas as dimensões, especificações e as quantidades de serviços e de materiais,

custos e prazo necessário para o produto final, devem evitar alterações e adequações durante a fase de execução.

Todos os elementos que formam o projeto básico devem ser feitos por profissionais legalmente habilitados, não dispensando o seu registro nas respectivas Anotação de Responsabilidade Técnica (ART). A identificação do responsável e a sua respectiva assinatura devem estar em cada peça e documento produzido.

3.3.8 Projeto Executivo – PE

Segundo o Lopes *et al.* (2016), o projeto executivo é o conjunto de dados e elementos necessários e principalmente suficientes à execução completa obra, ressaltando que todos os elementos devem estar de acordo com as normas pertinentes da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O projeto executivo não pode ser confundido como uma correção ou adequação do projeto básico, mas sim, do aumento de detalhamento de todos os processos construtivos, das especificações e dos materiais e equipamentos a fazerem parte do empreendimento.

3.4 Orçamento

O orçamento se faz a peça fundamental de um empreendimento, no que se refere a saúde econômica e financeira das etapas da obra, tendo um papel de grande importância no preço final de venda, o estudo detalhado do orçamento é o ponto inicial para se ter lucro.

De acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU, 2014), entre as principais causas para deficiências no processo de formação de preços, citam-se os projetos incompletos, defasados e/ou deficientes e o uso inadequado de referências de preços ou, ainda, a própria deficiência do sistema referencial utilizado. Profissionais mal preparados, em termos de conhecimentos basilares de engenharia de custos, também têm o potencial de inserir relevantes imprecisões na avaliação do custo da obra.

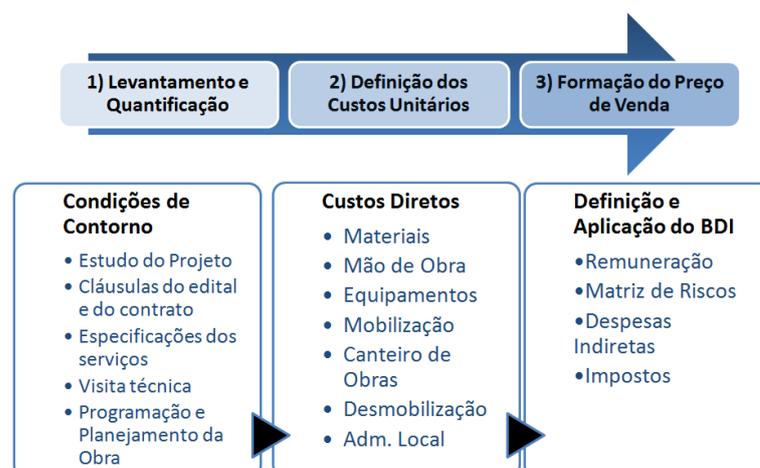
Figura 8 - Principais motivos de um orçamento deficiente



Fonte: Tribunal de Contas da União (2014)

Muitas são as causas para a deficiência de um orçamento, pesquisa de mercado para elaboração de preço mau elaborada, projetos incompletos, defasados e/ou mal elaborados, profissional não capacitado entre outras. Logo o processo fundamental para um bom orçamento se faz com levantamento e quantificação, definição dos custos unitários e formação do preço de venda, onde cada etapa desse processo se desdobra em outras etapas como condições de contorno, custos diretos e definição e aplicação do BDI. Uma ordem lógica desses passos pode ser vista na Figura a seguir.

Figura 9 - Fluxograma para Orçamentação de Obra



Fonte: Tribunal de Contas da União (2014)

Seguindo uma ordem lógica as condições de contorno presentes no levantamento e na quantificação referem-se aos dados iniciais do orçamento, estudo do projeto, especificações dos serviços, visita técnica, programação e planejamento da obra e outras que o profissional orçamentista caracterizar de suma importância para o empreendimento. O custo direto embasado em definição dos custos unitários refere-se a materiais, mão de obra, administração local, equipamentos, mobilização. Por fim a aplicação do BDI caracterizado no preço de venda deve levar em conta a remuneração, matriz de riscos, despesas indiretas e impostos.

Com o processo bem definido se faz a necessidade de elaborar o orçamento sintético que é a relação de todos os serviços com as respectivas unidades de medida, quantidades e preços unitários, calculados a partir dos projetos, cronograma, demais especificações técnicas e critérios de medição, ou seja, o orçamento sintético é o documento que apresenta a relação completa dos serviços necessários à obra, porém, sem desdobrar os insumos presentes em cada serviço.

A melhor forma de se elaborar orçamentos mais precisos é a qualificação profissional e banco de dados de composições unitárias consistentes. No país existem vários bancos de dados, mas todos têm uma principal base que é o SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índice da Construção Civil) e a TPCO (Tabelas de Composições de Preços para Orçamento). O estado do Ceará tem tabelas de composições disponibilizada pela Secretaria de Infraestrutura do Estado do Ceará – SEINFRA, porém, até o presente momento as tabelas de composições da Seinfra estão muita defasadas e com formas de aferição de preços inconsistentes.

3.4.1 Classificação de um orçamento.

A classificação de um orçamento segundo Mattos (2006) depende do grau de detalhamento do mesmo, podendo ele ser classificado como estimativa de custo, orçamento preliminar e orçamento analítico.

3.4.1.1 Estimativa de custo.

A estimativa de custo é uma avaliação expedita com base em banco de dados e comparação com projetos semelhantes. Fornece uma aproximação do custo do empreendimento. A estimativa de custo também chamada de orçamento paramétrico, segundo Ávila e Jungles (2006) é um orçamento aproximado, realizado a partir de indicadores genéricos como, por exemplo, o Custo Unitário Básico (CUB), ou baseado em valores obtidos em

experiências anteriores pela construtora, sendo que seus resultados podem fornecer dados importantes, permitindo uma avaliação primária quanto à viabilidade e lucratividade do empreendimento.

3.4.1.2 Orçamento preliminar.

Segundo Mattos (2006) o orçamento preliminar possui uma precisão maior que o orçamento paramétrico, pois deve haver o levantamento expedito de algumas quantidades e a atribuição do custo de alguns serviços.

Nesse tipo de orçamento trabalha-se com uma quantidade maior de indicadores, acarretando numa melhoria da estimativa inicial. Com esses indicadores são gerados pacotes de trabalho menores, de maior facilidade de orçamentação e análise de sensibilidade de preços (MUTTI, 2013).

3.4.1.3 Orçamento Analítico

Segundo Tisaka (2011) o orçamento analítico ou detalhado é a precificação com pequena margem de erro, obtida através do levantamento de quantitativos dos insumos da obra acompanhados da composição analítica dos custos unitários, realizada na etapa de projeto e/ou projeto executivo, incluindo o BDI.

Mattos (2006) afirma que o orçamento analítico é a forma mais precisa de se prever o custo de um empreendimento, pois além do que já foi mencionado nesse tipo de orçamento há uma cuidadosa pesquisa de preços dos insumos. O orçamento analítico tem como objetivo obter um valor bem próximo do custo real da obra.

3.4.2 Levantamento de quantitativos e estimativas.

3.4.2.1 Quantitativos

Segundo Fistarol (2015), na etapa de levantamentos de quantitativos é necessário saber a quantidade de cada serviço que faz parte da obra. É uma etapa que demanda tempo e muita atenção do profissional orçamentista para que não haja levantamentos incoerentes com a realidade que poderiam causar grandes discrepâncias no orçamento.

A quantificação dos insumos deve ser feita com base nos projetos fornecidos diferenciando qualquer peculiaridade do projeto como um piso com diferentes revestimentos, por exemplo (FISTAROL, 2015).

Uma memória de cálculo de fácil manipulação deve fazer parte do processo de levantamento de quantitativos para que facilite revisões e evite segundo levantamento completo em caso de mudanças de projeto. É de praxe que cada empresa tenha sua planilha ou formulário padrão para auxílio no levantamento de quantitativos (MUTTI, 2013).

3.4.2.2 Estimativas

Na falta de projetos para elaboração do orçamento, é possível fazer uma estimativa. Sendo ela a apresentada na tabela 1 para a falta de projeto estrutural e na inexistência de projetos de instalações deve-se usar coeficientes ou percentuais de serviços de obras similares (MUTTI, 2013).

Quadro 4 - Exemplo de parâmetros para estimativas de consumo de material.

Serviço	Tipo	Critério
Concreto	Lajes maciças(incluindo escadas)	$VLM = \text{área do pavimento} \times 0,08(\text{m}^3)$
	Vigas(somente considerar a parte que se destaca da laje)	$VVG = \text{área do pavimento} \times 0,04(\text{m}^3)$
	Pilares	$VPL = N \times \text{área do pavimento} \times (0,002N + 0,012)(\text{m}^3)$ N=número de pavimentos
	Blocos e cintas	$VBC = \text{área do pavimento} \times 0,12(\text{m}^3)$
Forma	Estrutura comum de concreto armado	12 m ² /m ³ de concreto
	Baldrame, blocos e cintas	6 m ² /m ³ de concreto

Fonte: Adaptado de Beltrão (2015)

3.4.3 Composição de custo.

A composição de custos é o processo de formação de custos que ocorrem para a execução de um serviço ou atividade, caracterizado por insumo e respeitando alguns requisitos estabelecidos previamente. Na composição estão todos os insumos que fazem parte da execução do serviço, com suas respectivas quantidades e seus respectivos custos unitários e totais (MATTOS, 2006).

Segundo Mattos (2006), a determinação da contribuição relativa de cada uma das categorias de custo envolvidas em um serviço é essencial para o estabelecimento de qualquer composição de custos, sendo que as categorias de custo envolvidas em um serviço são basicamente mão-de-obra, material e equipamento.

A composição de custos unitários é uma planilha onde encontram-se todos os insumos que fazem parte diretamente na execução de uma unidade de serviço, com seus respectivos custos unitários e totais.

3.4.4 Encargos Sociais.

De acordo com o SINAPI (2017), encargos sociais são os custos sobre a folha de pagamentos de salários tendo sua origem na CLT, na Constituição Federal de 1988, em leis específicas e nas Convenções Coletivas de Trabalho. Segundo Mattos (2006) o custo de um operário é muito maior que o seu salário base devido aos variados encargos sociais e trabalhistas impostos pela legislação, que aumentam e muito o ônus do empregador.

Basicamente na construção civil há os encargos sociais dos horistas e dos mensalistas. Os horistas são os operários remunerados com base na quantidade de horas trabalhadas e que no orçamento fazem parte da mão-de-obra que figura nas composições de custos unitários dos serviços diretos, como por exemplo, servente e pedreiro. Já os mensalistas são os colaboradores remunerados por um salário mensal e que no orçamento figuram no custo indireto da obra por geralmente serem membros das equipes técnica, administrativa e de suporte da obra, como exemplo temos engenheiro, secretária e vigia (FILHO, 2004).

Os encargos sociais dos horistas são calculados sobre as horas das composições de custo, dessa forma entra percentual referente a domingos e feriados. Por sua vez, os encargos sociais dos mensalistas são calculados sobre o salário mensal, com isso domingos e feriados já estão inclusos no salário e, portanto, não há percentual referente. Logo, o percentual dos encargos sociais dos horistas deverá ser maior do que o percentual dos mensalistas (MUTTI, 2013).

3.4.5 Custos diretos, Custos indiretos, BDI.

3.4.5.1 Custos diretos

Segundo Mutti (2013), os custos diretos são aqueles que estão diretamente relacionados com a quantidade produzida, basta haver uma medida de consumo. Exemplos de custos diretos são: serviços em obra, mão-de-obra diretamente vinculada à obra ou ao serviço, leis sociais incidentes sobre a mão-de-obra, materiais, equipamentos, instalações do canteiro.

De acordo com Tisaka (2011), é considerado custo direto todo e qualquer gasto realizado para o cumprimento do objeto do contrato de construção, no local de execução da obra.

3.4.5.2 Custos indiretos

Custos indiretos não dependem das quantidades produzidas pela obra e não são incluídos nas composições de custos unitários dos serviços, são de ocorrência inevitável e precisam ser computados no orçamento. Normalmente são custos com manutenção do canteiro de obras, salários, despesas administrativas, taxas, fatores imprevisíveis, entre outros não orçados nos itens de produção (MATTOS, 2006).

“Chamamos de Custos Indiretos todos os custos envolvidos necessários para a produção do objeto contratado, mas que não estarão incorporados ao objeto” (TISAKA, 2011, p. 88). O mesmo autor afirma que os principais custos indiretos são:

- Instalação do canteiro de obras;
- Administração local;
- Mobilização e desmobilização;
- Equipamentos especiais não remunerados por custo horário em operação ou não constante da composição de custos unitários de qualquer um dos serviços da planilha.

3.4.5.3 BDI.

A sigla BDI significa Benefícios ou Bonificações e despesas indiretas e é o fator a ser aplicado ao custo direto para obtenção do preço de venda. O BDI inclui o custo da administração central da empresa, as despesas indiretas, os custos financeiros, os fatores imprevisíveis, os impostos e o lucro. Dessa forma abrangendo as três letras da sigla visto que tanto o termo benefícios quanto bonificação querem dizer lucro (MATTOS, 2006).

Segundo Mutti (2013), o BDI pode ser considerado como valor monetário e como índice, independentemente da sua forma de consideração o preço final de venda será o mesmo, o que diferencia são as fórmulas como segue abaixo:

- $\text{Preço} = \text{Custo Direto} + \text{BDI (valor monetário)}$;
- $\text{Preço} = \text{Custo Direto} + \text{BDI (valor monetário)}$.

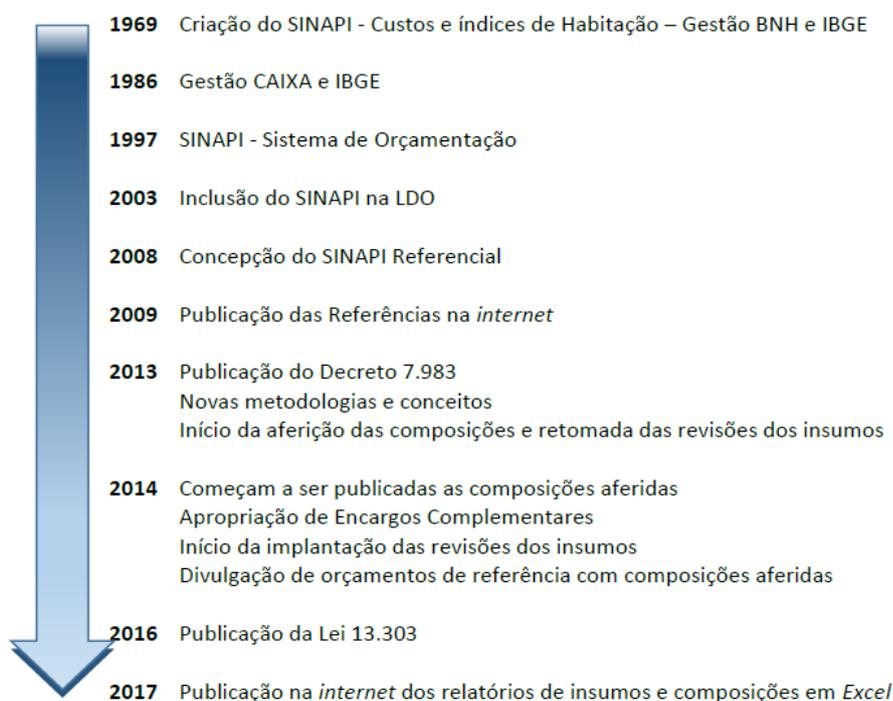
Mattos (2006) afirma que é possível desonerar o BDI de duas maneiras, sendo elas a inclusão do maior número possível de serviços na planilha de preços da obra e a utilização dos encargos sociais e trabalhistas em sentido amplo.

3.4.6 SINAPI

O SINAPI foi implementado em 1969, pelo Banco Nacional de Habitação, o BNH, em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o IBGE. Inicialmente criado para fornecer informações sobre custos e índices da construção civil habitacional, o SINAPI foi adotado pela CAIXA em 1986, em sucessão ao BNH. Posteriormente, como Sistema corporativo, passou a ser utilizado também pela CAIXA como referência na análise de custos de obras habitacionais (SINAPI, 2017).

Uma abordagem cronológica da história do SINAPI pode ser vista na figura a seguir.

Figura 10 - Evolução do SINAPI.



Fonte: SINAPI (2017)

De acordo com o SINAPI (2017), orçamento é a identificação, descrição, quantificação, análise e valoração de mão de obra, equipamentos, materiais, custos financeiros, custos administrativos, impostos, riscos e margem de lucro desejada para adequada previsão do preço final de um empreendimento. Logo, os estudos de cada item julgado pelo o Sinapi para a precificação de um orçamento se faz perante a estudos realizados e concretizados em suas composições.

3.4.7 TPCO

Para as Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos TPCO (2008), para ter um fundamental sucesso os construtores, incorporadores e contratantes de obras públicas ou privadas, não podem constitui o orçamento como um exercício de futurologia ou de adivinhação. Por isso, manter uma base de composições confiável é primordial para a elaboração de um bom orçamento.

Devido a esse conceito a TPCO elabora anualmente a atualização de seu banco de dados agrando a cada ano novas composições de serviços e materiais, além de mostrar a produtividade para cada serviço em suas composições. Sendo por tanto uma base de custo unitário consistente para a elaboração de orçamentos para empreendimentos diversos.

3.5 BIM

3.5.1 Um breve histórico sobre o BIM

De acordo com Eastman et al (2014), a terminologia que se conhece hoje como BIM – ou Building Information Models e Building Information Modeling – evoluiu de acordo com o conhecimento profissional. Nem o conceito nem a nomenclatura do BIM são novos, mais de trinta anos, e a terminologia do Building Information Model há pelo menos quinze anos. A documentação mais antiga que pudesse ter sobre o conceito que se conhece como BIM foi de um protótipo de trabalho, o “Building Description System”, publicado no jornal da Universidade de Carnegie-Mellon, em 1975.

Segundo Menezes (2011), os trabalhos de pesquisa e desenvolvimento, análogos aos trabalhos realizados por Chuck Eastman, estavam sendo realizados ao mesmo tempo durante o final da década de 1970 e início da de 1980, na Europa e em especial, no Reino Unido, em confronto com os primeiros esforços do comércio dessa tecnologia. Na década de 1980, o building product models (modelos de produto da construção) foi muito abordado nos Estados Unidos e na Europa, especialmente na Finlândia, como product information models (modelos de informação de produtos), sendo que, em ambas as descrições, o termo “produto” foi uado para fazer a diferença entre outra abordagem, a dos modelos de “processo”. Na evolução dessa

nomenclatura, building product model e product information model, foram mesclados, dando origem ao building information model – BIM.

No entanto, o principal uso documentado do termo building modeling em inglês, com definição de *building information modeling* como é usado hoje em dia, surgiu no título de um artigo datado de 1986, de autoria de Robert Aish que posteriormente fez parte da Bentley Systems (Eastman et al, 2008) e hoje compõe a equipe Autodesk. No referido artigo, Aish citou todos os argumentos que hoje conhecemos como BIM, as tecnologias necessárias para implantá-los, incluindo a modelagem tridimensional, a geração automática de desenhos, os componentes paramétricos, os bancos de dados relacionais e a descrição temporal das fases do processo construtivo, também conhecida como 4D (AISH, 1986).

O emprego do termo building information modeling, ou BIM, no entanto, foi documentado pela primeira vez em um artigo escrito em inglês por G. A van Nederveen e F. Tolman, em dezembro de 1992, o “Automation in Construction” (NEDERVEEN E TOLMAN, 1992).

3.5.2 Tecnologia para o desenvolver a metodologia BIM

A Modelagem da Informação da Construção desenvolve-se a partir dos parâmetros fornecido aos projetos, tais parâmetros podem ser repassados devido as novas tecnologias que utiliza de informações paramétricas. De acordo com Barrios (2016), modelo paramétrico é uma representação computacional de um objeto construído com entidades, geralmente geométricas, que têm atributos fixos e outros que podem ser variáveis. Os atributos fixos são denominados controlados, enquanto os atributos variáveis podem ser representados por parâmetros e regras, de forma a permitir que os objetos sejam automaticamente ajustados de acordo com o controle do usuário e a mudança de contexto.

O conceito do BIM vai muita mais além do que apenas projeção tridimensional, pode –se citar os modelos 4D e o 5D que é o desenvolvimento, elaboração do planejamento, cronograma do empreendimento e o levantamento de custo de toda a obra, respectivamente.

Para Beltrão (2015), a Modelagem da Informação da Construção oferece uma nova forma de se pensar as construções, contribuindo para a evolução do setor. O BIM tem o seu principal diferencial no que diz respeito à quantidade de informações que são acopladas ao

projeto. O que eram linhas na dimensão 2D, passa a ser um banco de dados, que é o que irá permitir que os colaboradores trabalhem a partir de um mesmo ponto de referência.

As principais tecnologias para o desenvolvimento da metodologia BIM segundo Eastman et al (2014), são: Revit® da Autodesk®, que é o mais conhecido e líder do mercado para o uso do BIM, em projetos de arquitetura, estruturas e de sistemas (Hidráulicos, Elétricos e Condicionador de Ar). Os pontos fortes do Revit® são: de fácil aprendizagem e a funcionalidade é organizada em uma interface bem projetada e amigável. Ele possui um amplo conjunto de bibliotecas de objetos desenvolvidas por terceiros. O Revit® possui ainda fácil conexão com outros softwares para desenvolvimento de modelos 4D e 5D. Por outro lado o ponto fraco do Revit® é a baixa produtividade quando se trata de projetos maiores que 220 megabytes, devido ser o sistema baseado em memória, projetos grandes fazem com que o sistema fique lento; outra tecnologia na utilização do BIM é desenvolvida pela Bentley Systems®, a empresa disponibiliza várias ferramentas como Bentley Architecture®, Bentley Building Electrical Systems® dentre outras. Como ponto forte da Bentley Systems® pode se citar a ampla faixa de ferramentas de modelagem da construção, lidando com quase todos os aspectos da indústria de Arquitetura, Engenharia e Construtoras (AEC), por outro lado a interface de usuário é grande e não integrada, que é difícil aprender e navegar.

Uma tecnologia para implementar modelos 4D e 5D é desenvolvida pela Terceira Onda®, o Sisplo®, o Sisplo® é uma tecnologia que possibilitada aos engenheiros e projetistas desenvolver facilmente orçamentos, planejamentos e controle de obras. A utilização do plug-in do Sisplo® ao Revit®, proporciona uma produtividade maior da ferramenta e otimização de tempo, já que com o plug-in do Sisplo® pode-se fazer uma verificação dos valores nas principais tabelas de composições do Brasil.

Contudo, a Modelagem da Informação da Construção é mais do que softwares e ferramentas de projetos e gerenciamentos, é um conceito ao qual a produção do produto final se torna mais eficiente quando se compara com as metodologias tradicionais da construção.

3.5.3 BIM para engenheiros e projetistas

A Modelagem da Informação da Construção (*BIM – Building Information Modeling*) pode ser considerada uma mudança com algum significado na prática de projeto. Diferente do CAD, cujo a principal finalidade é automação dos aspectos da produção do desenho tradicional, o BIM é uma mudança de paradigma. Pela automação parcial do detalhamento de modelos de uma edificação no nível da construção, o BIM redistribui a

concentração de esforços, dando mais ênfase à fase de concepção do projeto. Existem ainda outros benefícios diretos que incluem métodos simples que garantam a consistência entre todos os desenhos e relatórios, a automatização da análise de interferência espacial, o fornecimento de uma base poderosa para interface entre aplicações de análise, simulação, custos e os avanços na visualização em todas as escalas e fases do empreendimento (EASTMAN et al, 2014).

Para Ruschel et al (2011), a tecnologia BIM não se resume a uma forma de representação posterior às atividades de criação ou síntese, mas se configura como uma tecnologia que possa modificar a própria maneira de elaborar a dinâmica de projetar. Para a autora a modelagem paramétrica e a interoperabilidade permitem que sejam gerenciadas as informações do projeto em todo o ciclo de vida. Com isso, podem ser realizadas avaliações e análises do empreendimento considerando seu ciclo de vida. O projeto buscaria um protótipo virtual do empreendimento considerando aspectos e dimensões físicas, de custo, de desempenho e de tempo.

Entende-se por interoperabilidade a capacidade de identificar e trocar dados de informações entre aplicativos utilizados no processo de projetar (EASTMAN et al, 2008).

A interoperabilidade permite aos profissionais das diversas áreas que envolve o empreendimento trocar ou agregar informações ao modelo de informação da edificação sobre os projetos de maneira colaborativa e eficiente. Para identificação e troca de informações são utilizados arquivos de dados de produtos para a construção civil com protocolos únicos, como o *Industry Foundation Classes* (IFC). O IFC é um protocolo aberto e é considerado atualmente o protocolo de maior potencial de utilização para interoperabilidade (RUSCHEL et al, 2011).

De acordo com Tobin (2008) a evolução do BIM se dá em três momentos, denominado pelo autor como: BIM 1.0, BIM 2.0 e BIM 3.0.

Na primeira fase do BIM 1.0, a tecnologia é utilizada mais como ferramenta do que como um processo e uma estrutura conceitual de trabalho. O processo ainda é individualizado, restrito ao projetista, sem o envolvimento e colaboração de profissionais de outras disciplinas. Ele é utilizado principalmente para coordenação de documentos, adição de informações ao objeto e produção de documentos técnicos (ANDRADE & RUSCHEL, 2009).

Para a fase BIM 2.0, a tecnologia é passada para várias áreas, áreas de conhecimento profissional. Com isso, a interoperabilidade e a cooperação tornam-se essenciais na produção do processo, de modo a permitir a correta troca de informações entre os profissionais

envolvidos. Uma das características importante desse grau de adoção do BIM é a possibilidade de análise e avaliação do projeto já em suas etapas iniciais, com maior nível de colaboração (RUSCHEL et al, 2011).

Na terceira fase BIM 3.0 a tecnologia seria utilizada de modo a permitir uma prática integrada no processo de projeto. Segundo Coelho e Novaes (2007), essa prática deve ser baseada em uma “imersão” simultânea dos diversos participantes do processo de projeto em um modelo computadorizado do empreendimento. Os aspectos e soluções do projeto seriam discutidos em tempo real. Deste modo, os fluxos de informações das equipes multidisciplinares envolvidas aconteceriam de forma contínua, sem perda de sobreposições (ANDRADE; RUSCHEL, 2009). Desta forma a fase do BIM 3.0 permite a construção de um protótipo virtual do empreendimento, a partir do uso das principais potencialidades fundamentais da tecnologia: modelagem paramétrica, interoperabilidade e gestão de informação ao longo do ciclo de vida do próprio empreendimento.

Contudo a utilização dos novos paradigmas atribuídos ao BIM para os engenheiros e projetista, tanto na produção do projeto em si, como também no gerenciamento dos mesmos, se torna uma grande vantagem em relação a produtividade e entrega de empreendimentos com uma gestão mais qualificada e precisa nos resultados.

3.5.4 Dificuldades encontradas no BIM

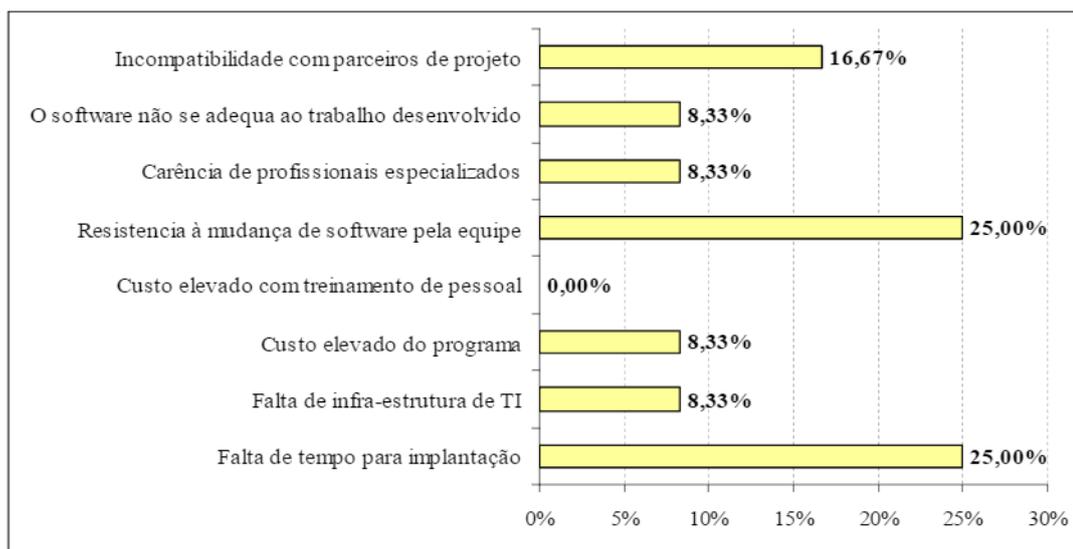
Por mais que o conceito da modelagem da informação da construção venha sendo estudo por várias décadas ao redor do mundo, no Brasil esse estudo vem sendo realizado a menor tempo, com isso as maiores dificuldades para a implementação dessa nova tecnologia são devido a esse atraso no estudo da arte. A capacitação técnica e a interoperabilidade são as principais dificuldades encontradas para a implantação total desse novo conceito.

Estudo são realizados com o intuito de diminuir essas dificuldades. A modelagem da informação da construção tem ganhado espaço e notoriedade no campo da construção, planejamento, controle e orçamentação. Saindo do tradicionalismo e análises eventualmente com percentuais de erros mais notáveis, o BIM se torna o progresso nessas áreas do conhecimento e produção técnica.

De acordo com Souza, Amorim e Lyrio (2009), através de pesquisa feita em treze escritórios de arquitetura nas cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Curitiba, as maiores dificuldades de implantação da plataforma BIM são: a falta de tempo para implantação da

tecnologia, isso devido a necessidade das empresas fornecerem treinamentos; a resistência à mudança de software pela equipe, pois quando se trabalha em BIM o profissional necessita mudar a forma de pensar para projetar; a incompatibilidade com profissionais de projetos de engenharia, como estrutural e instalações, também é um empecilho visto que muitos ainda não utilizam a ferramenta.

Figura 11 - Dificuldades na implantação do BIM.



Fonte: Souza, Amorim e Lyrio (2009).

3.6 REVIT

Fundado em 1997 por Leonid Raiz e Irwin Jungreis em Newton, Massachusetts, inicialmente com o nome de Charles River Software, o Revit é o primeiro modelador de construção paramétrica desenvolvido para a indústria de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). A tecnologia paramétrica do Revit permite que os profissionais da construção transformem todo o processo de concepção dos edifícios ao longo do seu ciclo de vida. No ano 2000 a Charles River Software foi renomeada para *Revit Technology Corporation* e em 2002 foi adquirida pela Autodesk pelo montante de 133 milhões de dólares americanos (AUTODESK, 2018).

“*Revise Instantly*”, do inglês, Revise Instantaneamente, essa é a origem do nome Revit e quer dizer que as alterações de um objeto feitas no software ocorrem de maneira instantânea em todos os objetos iguais e simultaneamente em todas as vistas do modelo. Os projetistas que utilizam o Revit, tanto engenheiros como arquitetos, não estão mais desenhando vistas em 2D de uma edificação tridimensional, mas projetando um edifício em 3D

virtualmente. Isso porque o software utiliza o conceito BIM, no qual os edifícios são criados de uma nova maneira (FISTAROL, 2015)

A solução BIM completa do Revit é composta basicamente pelo *Revit Architecture*, para o projeto arquitetônico; pelo *Revit Structure*, para o projeto estrutural e pelo *Revit MEP*, para os projetos de instalações hidros sanitárias, elétricas e ar-condicionado. O protótipo digital completo da edificação é garantido pela interoperabilidade dos softwares (NETTO, 2014).

3.6.1 Benefícios do software

Segundo Fistarol (2015), com o Revit é possível prever o modelo tridimensional em plataforma BIM o que permite uma série de benefícios no próprio programa e até na comunicação com outros softwares em plataforma BIM se necessário for. Além disso mudanças feitas nas plantas são inteligentemente ajustadas nas elevações, cortes, perspectivas e nas demais propriedades que envolvem o projeto da edificação como um todo, evitando assim perda de tempo com o retrabalho.

A Figura 12, mostra elementos de um projeto em Revit onde todos os elementos dependem e se ajustam entre eles inteligentemente de acordo com as mudanças feitas pelo projetista.

Figura 12 - Elementos de um projeto em Revit®.

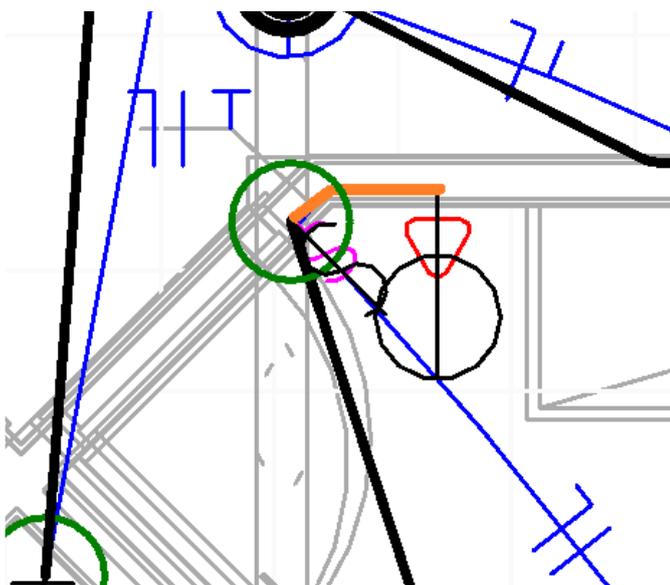


Fonte: Autodesk (2015)

Fistarol (2015), ainda afirma que, diferentemente de um software CAD, o Revit trabalha com componentes e não com linhas, e possui uma vasta biblioteca de componentes

paramétricos tanto na sua versão tradicional quanto em sites especializados, permitindo também ao profissional projetista que produza seus próprios modelos. Os projetos em Revit apresentam excelente qualidade buscando atingir o nível de erro zero, pois durante a elaboração dos diversos projetos da edificação o Revit facilmente identifica incompatibilidades entre diferentes disciplinas ou até no mesmo projeto. A Figura 13 demonstra um clássico exemplo de incompatibilização identificado pelo Revit, também chamado de *Clash Detection*.

Figura 13 - Clash Detection.



Fonte: Beltrão (2015)

Utilizando o Revit como ferramenta para elaboração de projetos, o profissional conseguirá obter automaticamente os quantitativos referentes a todos os componentes da edificação projetada, desde o projeto arquitetônico até estrutural e instalações. Isso tudo com excelente precisão nos valores.

O alto nível de flexibilidade do software é também uma grande vantagem, pois permite que múltiplos usuários trabalhem no mesmo projeto, além disso o Revit exporta e importa arquivos em diversos formatos como DWG, DXF, DGN, PDF e JPEG. A lista de facilidades vai além, provando que softwares em plataforma BIM, como o Revit, são significativamente mais eficientes que os tradicionais softwares CAD (FISTAROL, 2015).

3.6.2 Conteúdo do Revit

Segundo a Autodesk (2015), para projetar com liberdade e acima de tudo muita eficiência, o *Revit Architecture* é uma opção para os profissionais de arquitetura e engenharia que queiram elaborar em BIM seus projetos arquitetônicos. Entre os recursos do software estão

componentes paramétricos, quantitativo de material, ambiente de modelagem conceitual, vistas tridimensionais e sombreamento instantâneo, verificação de interferência, renderização integrada, além de opções para importação e exportação de arquivos.

Na área de estruturas há o *Revit Structure* que integra um modelo físico de vários materiais a um modelo analítico independente que pode ser editado. Com essa integração se torna possível realizar análises mais eficientes. O calculista pode elaborar seu próprio modelo ou importar projetos arquitetônicos do AutoCAD ou do Revit Architecture. Esse vínculo proporciona atualizações precisas do modelo, ao mesmo tempo que a parametrização de gestão de mudanças coordena as atualizações em todos os documentos. As ferramentas do Revit Structure incluem modelo único para análise estrutural e documentação, associatividade bidirecional entre modelo e vistas, documentos da construção, detalhamento de estruturas, vínculo bidirecional com aplicativos de análise estrutural, entre outras (AUTODESK, 2015).

O Revit® MEP oferece ferramentas para projetos de instalações de sistemas Mecânicos, Elétricos e Hidráulicos, do inglês: *Mechanical, Electrical, Plumbing*. Possuindo recursos como colaboração total entre as disciplinas, ferramentas de análise de desempenho das construções, suporte para projetos sustentáveis, entre outros (AUTODESK, 2015).

Todos os conteúdos do Revit® podem ser encontrados no mesmo ambiente de desenvolvimento.

No referido trabalho será utilizado a disciplina do Revit® MEP para a elaboração do projeto elétrico e o levantamento dos quantitativos, além de um template pré-configurado segundo as normas da ABNT NBR 5410, disponibilizado pela a Actech Treinamentos.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi a elaboração de um projeto de instalações elétricas residencial unifilar de baixa tensão segundo a NBR 5410 e levantamento de quantitativo do mesmo para realização do orçamento do empreendimento com auxílio de um plug-in de orçamentação. Os preços tiveram como fonte a tabela SINAPI que está agregado ao sistema de orçamentação.

Neste capítulo serão apresentadas as ferramentas computacionais utilizadas, as premissas utilizadas como embasamento para elaboração do projeto elétrico, e o roteiro de desenvolvimento do mesmo.

4.1 Ferramentas computacionais para auxílio no desenvolvimento do trabalho.

No desenvolvimento deste trabalho foram utilizadas as ferramentas computacionais que se seguem abaixo.

4.1.1 Autodesk Revit 2018

O software, em plataforma BIM, foi utilizado amplamente neste trabalho para elaboração do projeto de instalação elétrica residencial unifilar de baixa tensão, utilizando-se de um projeto arquitetônico elaborado também no software, além de um template pré-configurado seguindo o padrão da NBR 5410, desenvolvido pela Actech treinamentos e disponibilizado gratuitamente. Portanto, nesse trabalho o Revit utilizou-se dos conceitos de BIM 3D e 5D basicamente.

4.1.2 Plug-in Sisplo Revit

O plug-in Sisplo Revit foi utilizado para fazer a vinculação dos serviços do Revit® com os serviços do Sisplo®, ou seja, para aumentar a produtividade da elaboração do orçamento pois o sistema gera o orçamento do projeto Revit® diretamente dentro do Sisplo®, quantificando todos os serviços, do que resulta um orçamento do qual pode-se extrair tudo o que o Sisplo® produz – orçamento, composição de preço, dentre outros. O plug-in elabora uma base de dados com a memória de cálculo do levantamento, registrando a quantidade de cada serviço por ambiente físico do projeto. Utilizando do conceito 5D para a execução da obra o plug-in Sisplo® Revit®, importa as medições da execução da obra e atribui uma cor para cada uma delas.

4.2 Projeto elétrico.

O projeto elétrico desenvolvido neste trabalho teve como base um projeto arquitetônico modelado na base Revit®, de padrão médio. O modelo arquitetônico está compreendido de uma área de circulação externa, sala, cozinha, área de circulação interna, dois banheiros, dois quartos e área de serviço, compreendendo uma área total de 105 m².

Todo o projeto elétrico elaborado neste trabalho tem como base a norma técnica para a elaboração de instalações elétricas de baixa tensão, segundo a ABNT NBR 5410/2004. O desenvolvimento da metodologia utilizada na NBR 5410/2004 foi pré-configurada no template e implementada para o desenvolvimento do projeto aumentando assim a produtividade na elaboração do mesmo.

Para a pré-configuração do template elétrico utilizado neste projeto seguiu-se a orientação da norma técnica NBR 5410/2004, onde pode-se fazer a configuração de:

- Previsão de cargas;
- Demanda de energia;
- Divisão da instalação em circuitos;
- Dimensionamento de condutores elétricos;
- Dimensionamento de eletrodutos;
- Fornecimento de energia.

4.2.1 *Previsão de cargas conforme a NBR-5410*

A Norma Brasileira NBR-5410 estabelece as condições mínima que devem ser adotadas para a quantificação, localização e determinação das potências dos pontos de iluminação e tomadas em habitações.

a) Iluminação

A Norma Brasileira prever pelo menos um ponto de luz fixo no teto para cada cômodo ou dependência, comandado por interruptor de parede. A NBR-5410 estabelece que áreas iguais ou inferior a 6 m², atribui-se mínimo de 100 VA de potência. A NBR-5410 ainda estabelece que para áreas maiores a 6m², atribui-se 100VA para os primeiros 6 m² e acrescenta-se 60 VA para cada aumento de 4m².

b) Tomadas

A NBR-5410 classifica as tomadas em dois tipos, as de uso geral e de uso específicos. Segundo a Norma Brasileira as tomadas de uso geral são para ligar eletrodomésticos e aparelhos portáteis de iluminação. Tomadas de uso geral devem ser instaladas a cada 5m² em salas e dormitórios, para cozinhas, áreas de serviços e locais análogos é previsto uma tomada a cada 3,5 m². Alocação de tomadas de uso geral em banheiro é previsto pela a NBR 5410 como no mínimo um ponto de tomada perto do lavatório e no mínimo a 60cm de distância do box.

A potência utilizada em tomadas de uso geral é de 600 VA para as três primeiras tomada e 100VA para as demais, localizada nas copas, banheiro, cozinhas áreas de serviços. Nos demais como atribui-se 100VA por tomada.

As tomadas de uso específico são atribuídas para equipamentos específicos como chuveiro elétricos, torneiras elétricas, condicionadores de ar e etc. A potência das tomadas de uso específico é a potência nominal do aparelho nela conectado.

4.2.2 Demanda de energia

Demanda de energia é a potência elétrica realmente absorvida em um determinado instante por um aparelho ou sistema.

Para o cálculo do fator de demanda utilizou-se a seguinte equação:

$$FD = \frac{D_{m\acute{a}x}}{P_{inst}} \quad (8)$$

Onde:

FD = fator de demanda;

D_{máx} = é a demanda máxima;

P_{inst} = a potência instalada.

4.2.3 Divisão da instalação em circuitos

Para a elaboração de um projeto de instalações elétricas as divisões das instalações devem ser feitas em circuitos terminais entre os pontos de utilização. Como consequência, os circuitos terminais individuais terão reduzidas as quedas de tensão e a corrente nominal, o que

vai possibilitar o dimensionamento de condutores e dispositivos de proteção de menor seção e capacidade nominal.

4.2.4 Dimensionamento de condutores elétricos

O dimensionamento dos condutores foi feito seguindo os padrões da Norma Técnica Brasileira 5410. A figura a seguir mostra parte da tabela de condutores disponibilizado pela a norma.

Figura 14 - Tabela de condutores

Seções nominais mm ²	Métodos de referência indicados na tabela 33											
	A1		A2		B1		B2		C		D	
	Número de condutores carregados											
	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
	Cobre											
0,5	7	7	7	7	9	8	9	8	10	9	12	10
0,75	9	9	9	9	11	10	11	10	13	11	15	12
1	11	10	11	10	14	12	13	12	15	14	18	15
1,5	14,5	13,5	14	13	17,5	15,5	16,5	15	19,5	17,5	22	18
2,5	19,5	18	18,5	17,5	24	21	23	20	27	24	29	24
4	26	24	25	23	32	28	30	27	36	32	38	31
6	34	31	32	29	41	36	38	34	46	41	47	39
10	46	42	43	39	57	50	52	46	63	57	63	52
16	61	56	57	52	76	68	69	62	85	76	81	67
25	80	73	75	68	101	89	90	80	112	96	104	86
35	99	89	92	83	125	110	111	99	138	119	125	103
50	119	108	110	99	151	134	133	118	168	144	148	122
70	151	136	139	125	192	171	168	149	213	184	183	151
95	182	164	167	150	232	207	201	179	258	223	216	179
120	210	188	192	172	269	239	232	206	299	259	246	203
150	240	216	219	196	309	275	265	236	344	299	278	230
185	273	245	248	223	353	314	300	268	392	341	312	258
240	321	286	291	261	415	370	351	313	461	403	361	297
300	367	328	334	298	477	426	401	358	530	464	408	336
400	438	390	398	355	571	510	477	425	634	557	478	394
500	502	447	456	406	656	587	545	486	729	642	540	445
630	578	514	526	467	758	678	626	559	843	743	614	506
800	669	593	609	540	881	788	723	645	978	865	700	577
1 000	767	679	698	618	1 012	906	827	738	1 125	996	792	652

Fonte: NBR 5410/2004

4.2.5 Dimensionamento de eletrodutos

Para a os dimensionamentos dos eletrodutos seguiu-se as recomendações estabelecidas pela a norma técnica NBR 5410/2010.

4.2.6 Fornecimento de energia.

Para a elaboração do projeto elétrico, em relação ao fornecimento de energia segue-se a Norma Técnica NT-C 002/2017 R-04 da distribuidora de energia Enel referente ao estado do Ceará.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados e discutidos os resultados referentes ao ganho de produtividade na modelagem BIM para projetos elétricos de baixa tensão e a utilização do conceito BIM 4D e 5D para a orçamentação do projeto elétrico desenvolvido.

5.1 Modelagem do projeto elétrico.

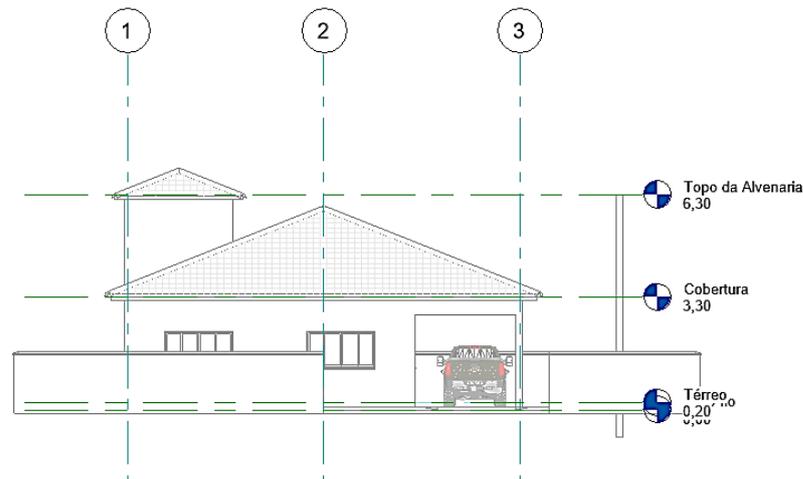
De posse do modelo arquitetônico Figuras 15 e 16, pode-se previamente fazer o levantamento de cargas conforme a NBR 5410/2014.

Figura 15 - Modelo arquitetônico.



Fonte: Próprio Autor.

Figura 16 - Modelo arquitetônico vista sul.



Fonte: Próprio Autor.

Todas as configurações para a elaboração de projetos elétricos no Revit® é feito por meio da guia definições elétricas (*Electrical Settings*). Figura 17, é nesta guia que pode-se fazer as alterações necessárias que a norma brasileira NBR 5410/2004 exige. Parâmetros como ângulos, cabos, eletrodutos, sistemas de distribuição (127V, 220V, 380V), tabelas de quadros de distribuição, simbologia elétrica, corrente, sistemas monofásicos, bifásico e trifásico, fator de potência, entre outras atribuições necessárias.

Figura 17 - Definições elétricas

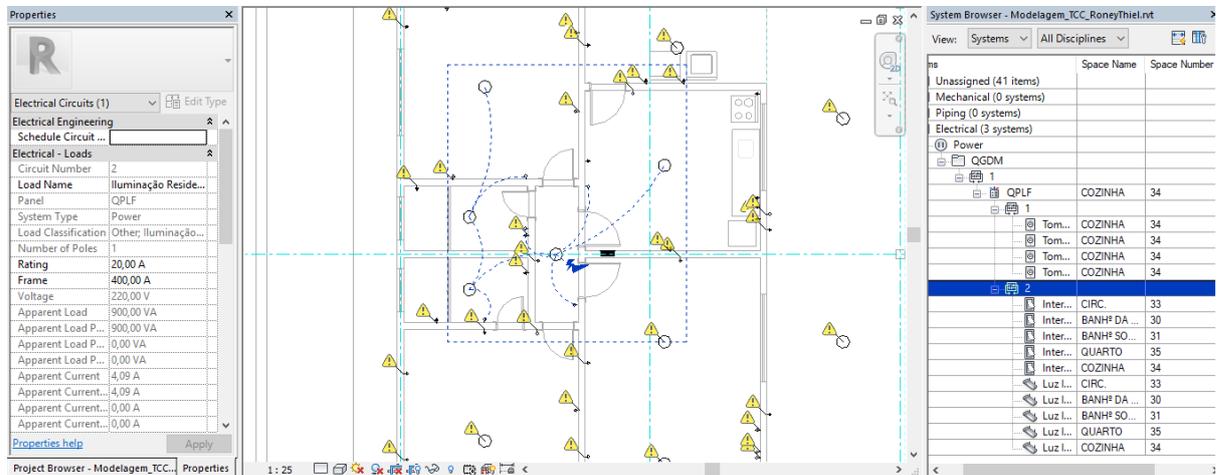
Electrical Settings	
Setting	Value
Electrical Connector Separator	-
Electrical Data Style	Connector Description Voltage / Number of Poles - Load
Circuit Description	480V-3P/30A
Circuit Naming by Phase - Phase A Label	A
Circuit Naming by Phase - Phase B Label	B
Circuit Naming by Phase - Phase C Label	C
Capitalization for Load Names:	From Source Parameters
Circuit Sequence:	Numerical (1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12)
Circuit Rating	20 A
Circuit Path Offset	2,75

Fonte: Próprio Autor

Posterior as configurações feitas no template elétrico, fez-se o cálculo da demanda de energia necessária para o projeto elétrico de acordo com o que orienta a NBR 5410/2004,

logo depois atribui-se ao projeto todas as tomadas, interruptores e iluminação necessária, um diagrama desse passo pode ser visto na Figura 18 a seguir.

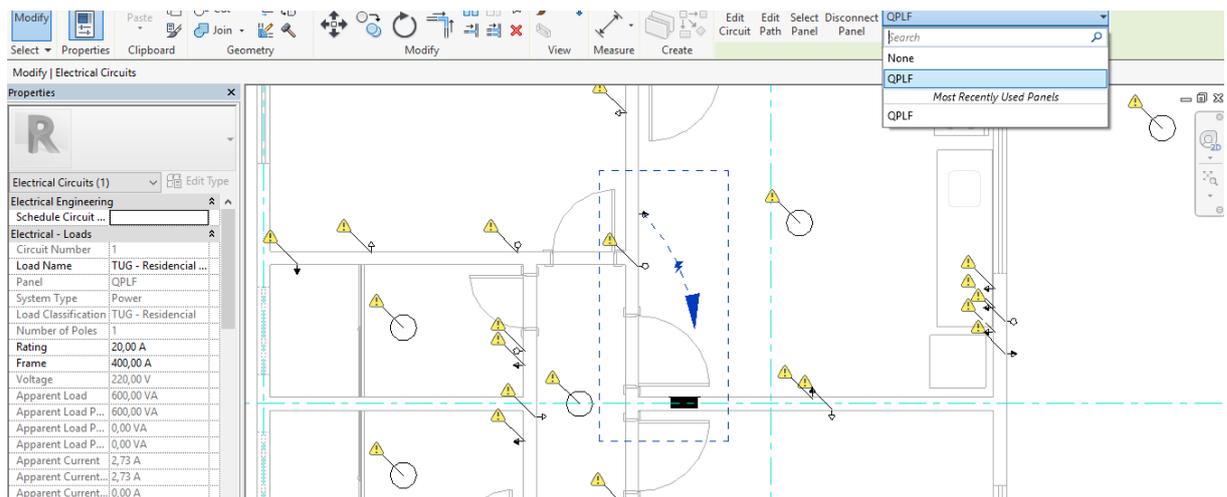
Figura 18 - Atribuição de componentes elétricos.



Fonte: Próprio Autor

Com todos os componentes elétricos modelados no projeto como eletrodutos, caixas de passagens e cabos, fez-se a distribuição dos circuitos referente a cada sistema, interligando esses sistemas ao QPLF (Quadro de Parcial de Luiz e Força), como pode ser visto na Figura 19 a seguir.

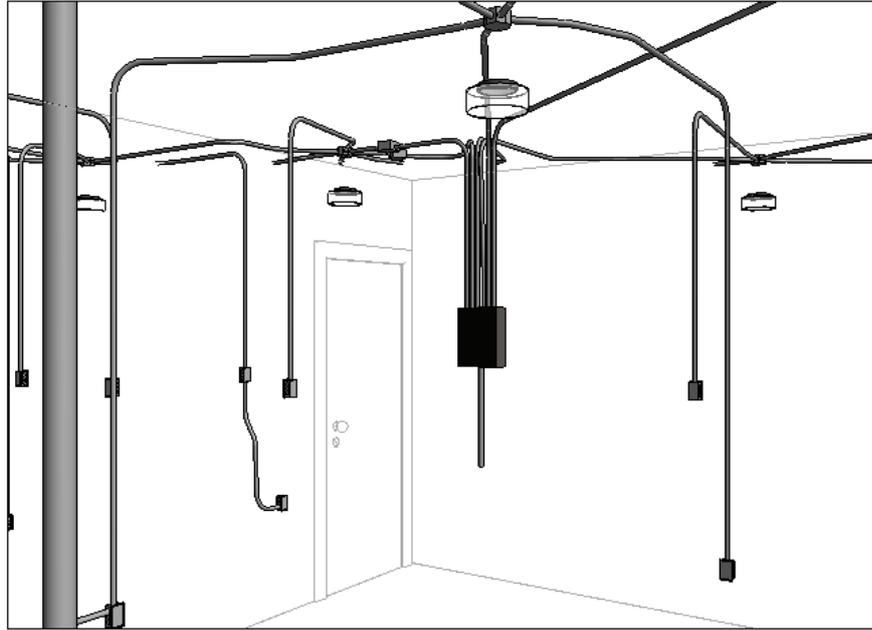
Figura 19 - Criação dos circuitos elétricos.



Fonte: Próprio Autor

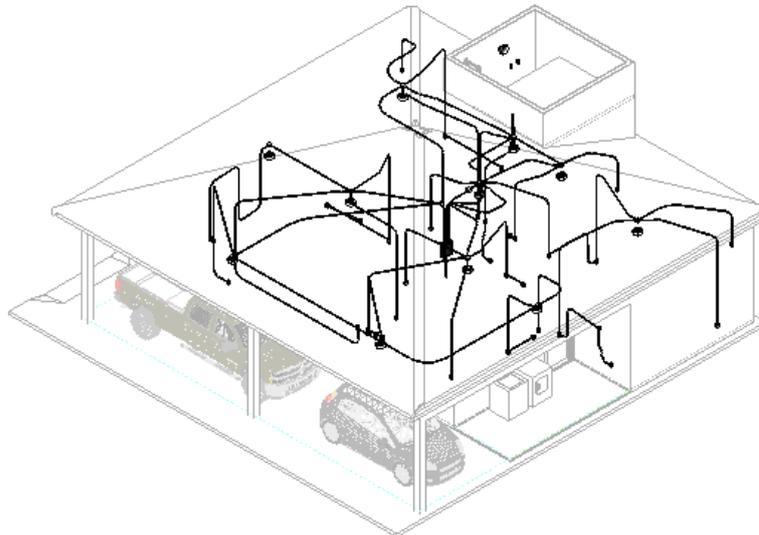
Como as configurações sobre cabos, eletrodutos e quais os tipos utilizados são definidos inicialmente na guia definições elétricas como mencionado anteriormente o próximo passo foi a modelagem dos mesmos como mostra as Figuras 20, 21 e 22 a seguir.

Figura 20 - Perspectiva das instalações elétricas



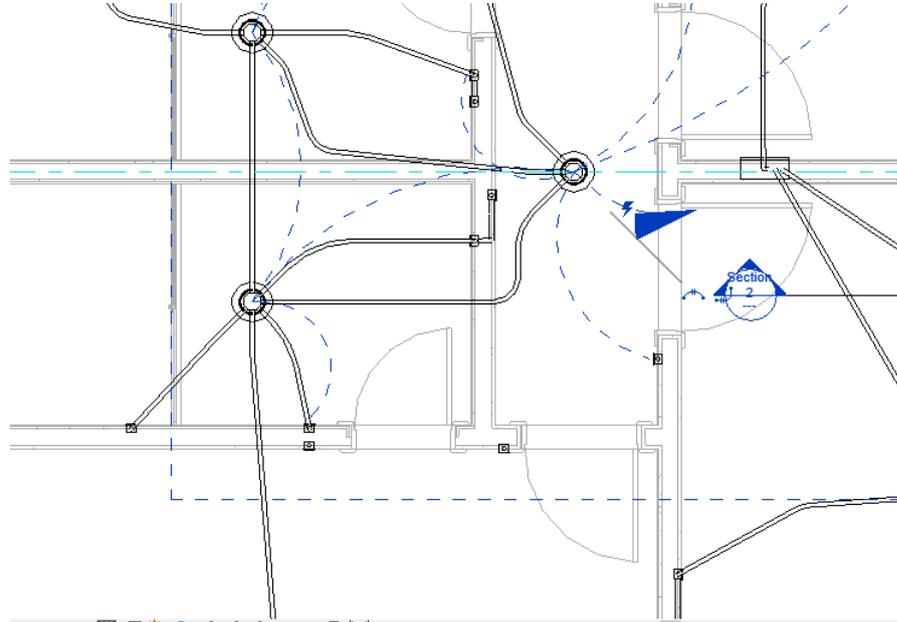
Fonte: Próprio Autor

Figura 21 - Vista geral das instalações elétricas



Fonte: Próprio Autor

Figura 22 - Vista superior das instalações elétricas.



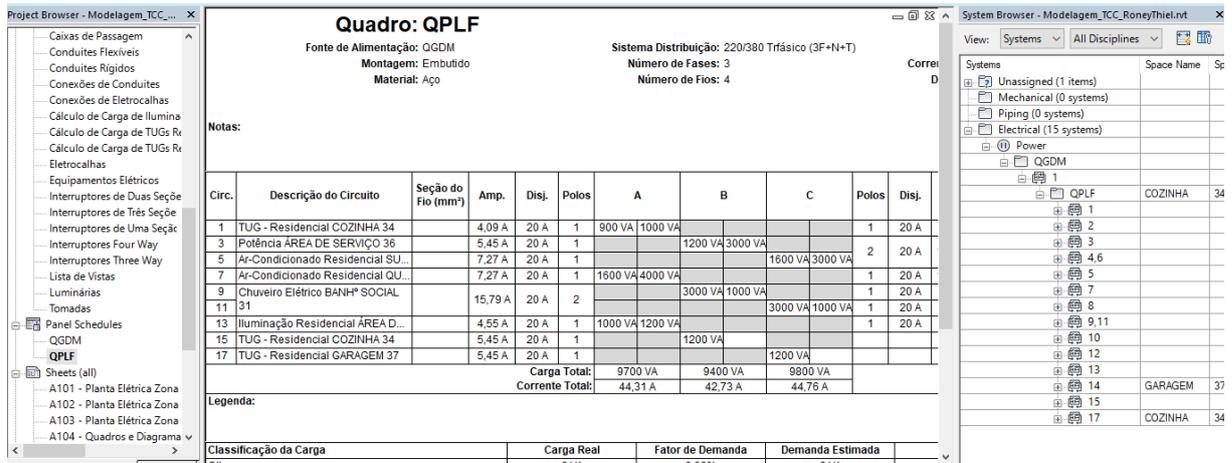
Fonte: Próprio Autor

A modelagem em 3D pode ser analisada nos mínimos detalhes do projeto, fazendo que exista a mitigação dos erros na hora de projetar. Esse tipo de modelagem torna o trabalho do profissional mais eficiente.

Logo em seguida a atribuição dos cabos e eletrodutos, pode-se fazer o dimensionamento da carga fornecida, que foi pré-estabelecida nas configurações iniciais, facilitando o desenvolvimento do projeto.

Por fim foi gerada a tabela do quadro QPLF (Quadro Parcial de Luz e Força), nessa tabela pode-se ver qual a bitola do cabo, os disjuntores e quantas fases o sistema do projeto estar distribuído, como pode ser visto na Figura 23 a seguir.

Figura 23 - Tabela de distribuição de cargas.



Fonte: Próprio Autor.

O resultado final da modelagem pode ser visto na Figura 24 a seguir.

Figura 24 - Resultado final da modelagem em BIM.

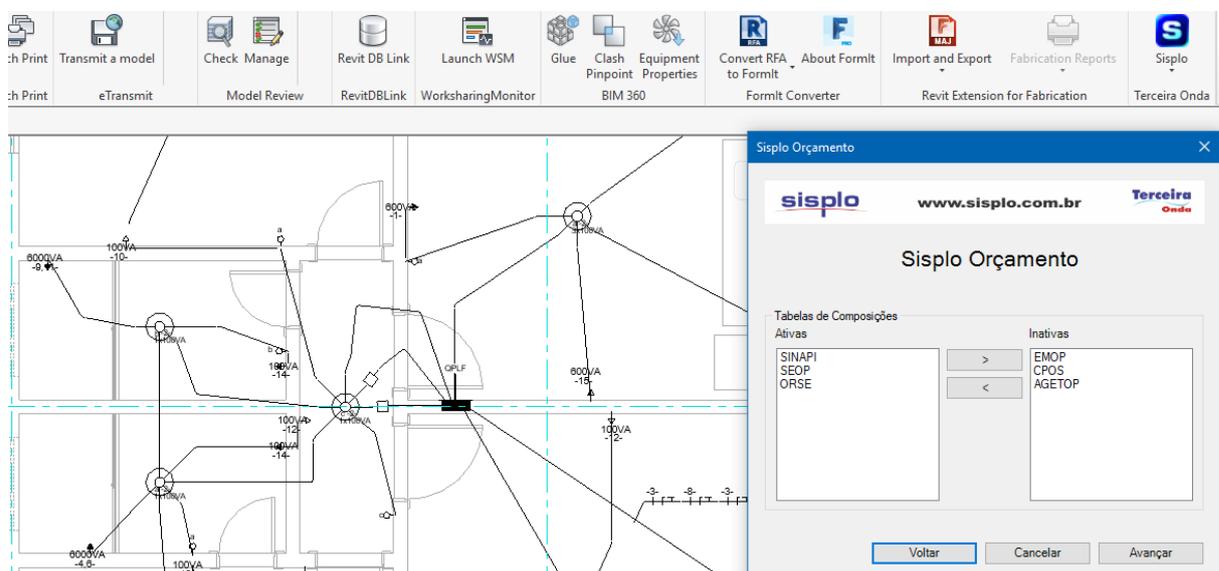


Fonte: Próprio Autor.

5.2 Modelagem 4D e 5D.

De posse da modelagem do projeto elétrico pode-se fazer a modelagem referente ao orçamento, ou seja, dar uma aproximação do valor do projeto (4D), assim como, um cronograma físico-financeiro (5D). Toda essa modelagem só foi possível devido a integração do plug-in Sisplo® Revit®, que faz esse link necessário, como pode ser visto na próxima figura.

Figura 25 - Plug-in Sisplo® integrado ao Revit®



Fonte: Próprio Autor

Utilizando um multibanco, ou seja, um grande número de bancos de composições, como SINAPI, ORSE, SEINFRA, DENIT, entre outros, o plug-in faz o levantamento de todos os itens modelados no projeto, para posteriormente determinar os valores de cada item no sistema Sisplo®. A atribuição de cada serviço a cada item pode ser vista na Figura a seguir.

Figura 26 - Integração do banco SINAPI com o plug-in Sisplo®.

Tabela	Grupo	Serviço	Descrição	Unidade	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461470	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461471	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461472	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461473	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461474	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461475	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461476	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461477	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461478	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461479	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461480	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461481	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461482	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info
SINAPI	INSTALAÇÕES HIDRAULICAS REDE	461483	ASSENTAMENTO DE TUBO DE FERRO FUNDIDO PARA REDE DE ...	M	OK	Info

Fonte: Próprio Autor

Foi necessário fazer a exportação para o sistema Sisplo® de orçamento, e dar continuidade a orçamentação e a modelagem 4D e 5D.

Já no sistema Sisplo® pode-se criar um cenário de obras para fim da orçamentação do projeto elétrico, como pode ser visto a seguir na Figura 27.

Figura 27 - Criação de cenário para orçamentação.

Dados de Identificação do Projeto

Principal

Dados Gerais
 Contratante: Roney Thiel
 Projeto: MODELAGEM BIM
 Unidade: Código: SIN0004

Orçamento Recuperado do Acervo
 Projeto: Versão: Opção:

Prazos
 Data da Proposta:
 Tipo de Período: Mese(s) Qtde de Períodos: 4

Moeda
 Nome: REAL
 Plural: REAIS
 Valor: 1,00

Parâmetros de formação de preço

Finalidade do Orçamento

A. Para concorrência gerado por empresa concorrente
 Preço próprio (editável)
 Preço de Tabela

B. Para formação de Termo de Referência (gerado pelo Contratante)
 O Preço com Encargos Sociais desonerados
 O Preço com Encargos Sociais não desonerados 118,19 74,47

C. Incide encargos complementares Sim

Tabela Externa Principal:
 Fonte: SINAPI UF: CE Referência: 201803

Utiliza Descrição da Referência

Prioridade dos bancos de dados para Cálculo:
 SINAPI-CE/201803
 EMOP
 SEOP
 ORSE
 ABETOP
 CPOS

Complemento do Cabeçalho dos Relatórios
 PARA PROJETO DE BAIXA TENSÃO

Legenda	Gênero	B.D.I.
Projeto	M	25,00
SubProjeto	M	25,00
Obra	F	25,00
Item	M	25,00

Fonte: Próprio Autor

Neste cenário pode atribuir-se qual tabela de composição queira seguir, quais valores de BDI atribuir aos materiais, mão de obra e equipamento, qual a moeda e o período

que esse empreendimento vai ter. Logo depois foi importado do Revit® todos os itens modelados como mostra a Figura 28.

Figura 28 - Importação dos dados para o sistema Sisplo®

Ordem	Serviço	Descrição	Und	Qtde/Verba	Preço Referência	Preço	Folga	% Folga	UF	Referência
		MODELAGEM BIM								
		MODELAGEM BIM								
		INSTALAÇÕES ELETRICAS								
458496		CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALAC UN		13,00	0,00			0,00		
458462		CABO DE COBRE FLEXIVEL ISOLADO, 2,5 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUIT M		108,76	0,00			0,00		
458519		INTERRUPTOR SIMPLES (1 MODULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FOR UN		11,00	0,00			0,00		
452334		LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATOR DE PARTIDA RAPIDA E LAMP UN		1,00	0,00			0,00		
452341		LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATORES DE PARTIDA RAPIDA E L UN		6,00	0,00			0,00		
452337		LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATOR DE PARTIDA RAPIDA E LAMP UN		2,00	0,00			0,00		
452335		LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATOR DE PARTIDA RAPIDA E LAMP UN		3,00	0,00			0,00		
452991		QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA UN		1,00	0,00			0,00		
458546		TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MODULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - UN		4,00	0,00			0,00		
458548		TOMADA MEDIA DE EMBUTIR (1 MODULO), 2P+T 10 A, SEM SUPORTE E SEM PLACA - UN		26,00	0,00			0,00		
458550		TOMADA MEDIA DE EMBUTIR (1 MODULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA UN		1,00	0,00			0,00		

Fonte: Próprio Autor

Tendo todos os itens modelados e importados para o Sisplo®, foi feito o cálculo do custo e de venda do projeto com base nas composições aferidas no sistema. A Figura 29 a seguir mostra o resultado do cálculo feito pelo programa. Tal procedimento viabiliza a produtividade do projetista e do orçamentista.

Figura 29 - Cálculo estimado pelo software Sisplo®

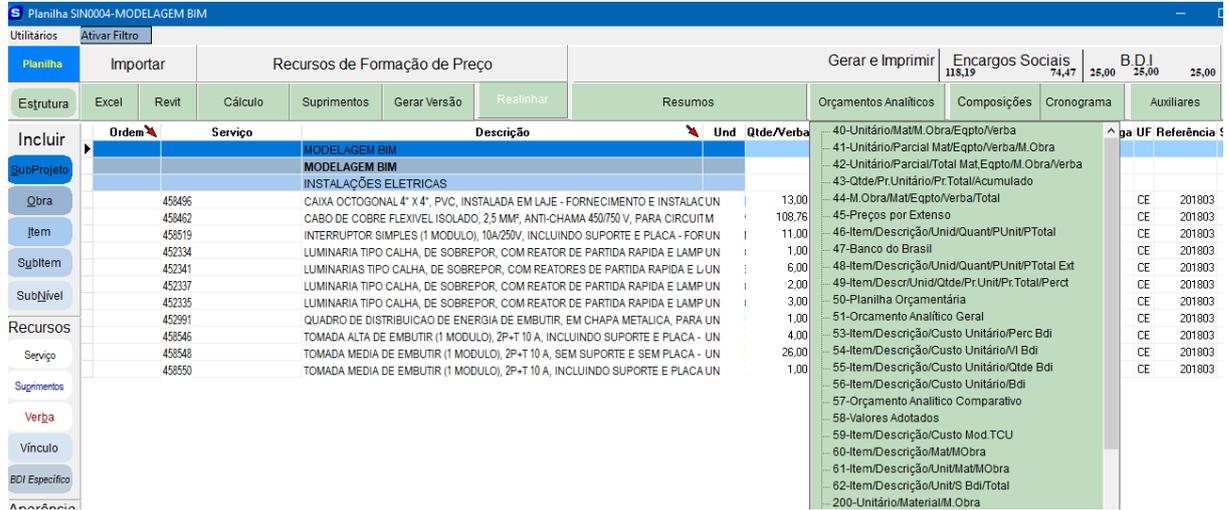
Resultado do Cálculo			
	Custo	Venda	%
Material	2.328,07	2.909,90	65,80
Equipamento	0,00	0,00	0,00
Mão de Obra	1.210,08	1.512,35	34,20
Verba	0,00	0,00	0,00
TOTAIS	3.538,15	4.422,25	
	Horista	Mensalista	
Leis Sociais:	118,19	74,47	
Bdi. Material:		25,00	
Bdi. M. Obra:		25,00	
Bdi. Eqpto:		25,00	Bdi. Geral: 24,99

Fonte: Próprio Autor

Por fim foi elaborado os relatórios para uma melhor análise do planejamento e orçamento com base nos resultados obtido pelo programa. Os relatórios de resumo da obra,

orçamento analítico e cronograma físico-financeiro podem ser vistos nos anexos A; B e C respectivamente. As Figuras 30 e 31 a seguir mostram a composição de preço e como obter esse relatório.

Figura 30 - Obtenção dos relatórios



Fonte: Próprio Autor

Figura 31 - Relatório composição de preço unitário.

REFERENCIA		SERVIÇO	Unid.	Custo Unitário Básico	Consumo	Custo Discriminado			
						M. Obra	Material	Eqpto	Total
SINAPI191936		CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALACAO. A.F_12/2015	UN						
SINAPICE-2018/03-12001		CAIXA OCTOGONAL DE FUNDO MOVEL, EM PVC, DE 4" X 4", PARA ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO	UN	4,22	1,000000			4,22	4,22
SINAPICE-2018/03-247		AJUDANTE DE ELETRICISTA	H	10,82	0,143000	1,54			1,54
SINAPICE-2018/03-2436		ELETRICISTA	H	14,42	0,1449376	2,09			2,09
SINAPICE-2018/03-88236		FERRAMENTAS (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	0,41	0,286000	0,11			0,11
SINAPICE-2018/03-88237		EPI (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	0,94	0,286000	0,26			0,26
SINAPICE-2018/03-4685		ALIMENTACAO, TRANSPORTE, EXAMES MEDICOS E SEGURO	H	3,33	0,286000	0,95			0,95
SINAPICE-2018/03-95316		CURSO DE CAPACITACAO PARA AUXILIAR DE ELETRICISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	0,32	0,143000	0,04			0,04
SINAPICE-2018/03-95332		CURSO DE CAPACITACAO PARA ELETRICISTA (ENCARGOS COMPLEMENTARES) - HORISTA	H	0,43	0,143000	0,06			0,06
Custo Unitário						5,08	4,22	0,00	9,27
BDI (Material: 25,00% M. Obra: 25,00% Eqpto: 25,00%)						1,28	1,05	0,00	2,31
Preço Unitário						6,31	5,27	0,00	11,58

Fonte: Próprio Autor

6. CONCLUSÃO

Os objetivos propostos no presente trabalho foram atendidos, uma vez que se obteve o desenvolvimento do projeto elétrico e do levantamento de quantitativos para orçamentação em software que trabalha em plataforma BIM, fazendo uso de ferramentas não só em BIM 3D como também BIM 4D e 5D, no caso do orçamento e cronograma físico-financeiro.

A elaboração de um projeto de engenharia no conceito da modelagem da informação da construção traz grandes benefícios, pois, consiste em precisão, eficiência e produtividade uma vez que todas as configurações só são necessárias serem feitas uma única vez, além de agregar outras funções na hora de projetar, como projetar já visando o orçamento e o planejamento da obra. O BIM é a solução para diminuir os erros e os retrabalhos, além de facilitar a visualização das interferências entre vários setores do empreendimento, como arquitetônico, estruturas, sistemas elétricos e sistemas de refrigeração. O BIM tem a possibilidade de ser projetado para acompanhar todo o ciclo de vida do empreendimento até mesmo depois da conclusão do mesmo, facilitando na manutenção e na gerencia.

O BIM foi e é desenvolvido para a questão de trazer eficiência a todos os setores da AEC. A visão do conceito BIM vai muito além do que só projetar, o BIM é feito para gerar economia, projetar em BIM é pensar de forma eficiente.

REFERÊNCIAS

- AISH, R. **Building modeling: the key to integrated construction CAD**. In: CIB 5th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE USE OF COMPUTERS FOR ENVIRONMENTAL ENGINEERING RELATED TO BUILDINGS, 5, 1986, Bath, UK. Anais... London: CIBSE, p. 7-9.
- AUTODESK. **Visão geral**: Software de projeto de edificações e construção. Disponível em: <<http://www.autodesk.com.br/products/revit-family/overview>>. Acesso em: 11 out. 2018.
- AUTODESK. **News Release**: Autodesk to Acquire Revit Technology Corporation. Disponível em: <<http://investors.autodesk.com/phoenix.zhtml?c=117861&p=irolnewsArticle&ID=261618>>. Acesso em: 11 out. 2018.
- AUTODESK. **Staying Competitive**: For construction professionals. Disponível em: <http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/test-drive-mbimq3/bds/autodesk_staying_competitive-bim_ebook_4.pdf>. Acesso em: 11 out. 2018.
- ANDRADE, M. L, V. X. de; RUSCHEL, R. C. BIM: conceitos, cenários das pesquisas publicadas no Brasil e tendências. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, 1. 2009, São Carlos. E-Anais... São Carlos RiMa Editora, 2009. p. 602-613. Doi> 104237//sbqp.09.166.
- BARRIOS, C. **Parametric Gaudi**. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE IBEROAMERICAN SOCIETY OF DIGITAL GRAPHICS (SIGRADI), VIII, 2004, São Leopoldo. Anais... São Leopoldo: Sigradi, 2004.
- BELTRÃO, E. A. **Modelagem e Compatibilização de Projetos de Instalações Elétricas com o uso do BIM**. UFBA. Salvador, 2015
- BERNARDES, M.M.S., **Método de análise do processo de planejamento da produção de empresas construtoras através de seu fluxo de informações: proposta baseada em estudo de caso**. Mestrado em Engenharia Civil. Escola de Engenharia/Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 1996.
- BOTTEGA, B. S. **Avaliação dos efeitos do uso da tecnologia BIM sobre a coordenação de projetistas**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2012.
- COELHO, S.B; NOVAES, C. C. **Modelagem de informações para construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil**. In: WORKSHOP BRASILEIRO GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 8. 2008, São Paulo. Anais... São Carlos: AU-EESC-USP, 2008. p. 1-10.
- EASTMAN, C. et al. **BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. New Jersey - USA: John Wiley & Sons, Inc., 2008.
- EASTMAN, C. et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**. Porto Alegre, Bookman, 2014.
- FILHO, C. M. S. **Curso de Gestão e Gerenciamento de Obra**. Goiânia – GO. Comunidade da Construção, 2004.

FISTAROL, B. G. **Elaboração de projeto arquitetônico, hidrossanitário e orçamento de residencial multifamiliar utilizando software em plataforma BIM.** Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis. 2015

IBAOP OT 002. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. **Orientação Técnica: Obra e Serviço de Engenharia.** 2009.

IBAOP OT 006. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. **Orientação Técnica: Anteprojeto de Engenharia.** 2016.

IBAOP OT 001. Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas. **Orientação Técnica: Projeto Básico.** 2006.

JUNGLES, A. E; AVILA, A. V. **Gerenciamento na Construção Civil.** Chapecó: Argos, 2006.

KNOLSEISEN, P. C. **Compatibilização de orçamento com o planejamento do processo de trabalho para obras de edificações.** UFSC. Florianópolis, 2003.

Lopes, C. P. A. *et al.* **Manual de Obras Públicas e Serviços de Engenharia: recomendações básicas para contratos e convênios no âmbito do Estado do Ceará.** Fortaleza – Ceará, 2016.

MATTOS, A. D. **Como preparar orçamentos de obras: Dicas para orçamentistas - Estudos de caso - Exemplos.** São Paulo: Pini, 2006.

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

MUTTI, C. N. **Apostila da disciplina Administração da Construção.** Florianópolis: Ufsc, 2013. 141 p.

MENEZES, G. L. B. B. **Breve histórico de implantação da plataforma BIM.** IFRN. Cadernos de Arquitetura e Urbanismo, v.18, n.22, 21º sem. 2011

VAN NEDERVEEN, G. A.; TOLMAN, F. P. **Modeling multiple views on buildings. Automation in Construction,** Amsterdam NL, v. 1, issue 3, p. 215-224, Dec. 1992.

NETTO, C. C. **Autodesk Revit Architecture 2015: Conceitos e aplicações.** São Paulo: Érica, 2014.

NBR 13531. **Elaboração de projetos de edificações: atividades técnicas.** Rio de Janeiro – RJ. ABNT, 1995.

NBR 5410. **Instalações elétricas de baixa tensão.** 2 ed. Rio de Janeiro – RJ. ABNT, 2004.

PACHECO, A. P. R; SALLES, B. W; GARCIA, M. A; POSSAMAI, O. Dr. **O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: uma abordagem sistêmica.** Santa Catarina. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, 2007.

RODRIGUES, D. **Planejamento e controle de obras.** Uniplac. Lagos – SC, 2013.

RUSCHEL, R. C. et al. **Building information modeling para projetistas.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE PROJETOS, 1. 2009, São Carlos. E-Anais... São Carlos RiMa Editora, 2009

SINAPI. **Metodologias e conceitos.** Disponível em: < <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 6 set. 2018.

SOUZA, L. L. A; AMORIM, S. R. L; LYRIO, A. M. **Impactos do uso do BIM em escritórios de arquitetura: oportunidades no mercado imobiliário.** Gestão & Tecnologia de Projetos, Vol. 4, n° 2, novembro, 2009.

TISAKA, M. **Orçamento na Construção Civil: Consultoria, projeto e execução.** São Paulo: Pini, 2011.

TOBIN, J. Proto-building: to BIM is to build. AECbytes, 28 mai. 2008. Disponível em: <<http://www.aecbytes.com/buildingthefuture/2008/ProtoBuilding.html>> Acesso em: 2 out. 2018.

TURNEY, P. B. B. **Common cents: the ABC performance breakthrough.** Hillsboro: Cost Technology, 1991.

TCU, **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas** / Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. – Brasília, 2014.

TCPO, **Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos.** – 13ª Ed. - São Paulo: Editora Pini, 2008.

XAVIER, I. **Orçamento, Planejamento e Custos de Obras.** São Paulo, 2008;

ANEXO – A: RELATÓRIO RESUMO DA OBRA DESENVOLVIDO NO SISPLO®

TERCEIRA ONDA TECNOLOGIA LTDA

RESUMO DO ORÇAMENTO

DATA:

CONTRATANTE - Roney Thiel

SISPLO F11 SIN004

Projeto - MODELAGEM BIM

MOEDA: REAL

SubProjeto - MODELAGEM BIM

REF: SINAPI/CE-MAR/18

Desc. Ref.: Não /Aj.Preço:Sim/EC:Sim, Tabela:1-SINAPI-CE-2018/03

PAGINA: 1 / 1

Obra	MATERIAL	M.OBRA	EQPTO	VERBA	TOTAL PARTICIPAÇÃO	
MODELAGEM BIM	2.909,90	1.512,35	0,00	0,00	4.422,25	100,00 %
VALOR TOTAL:	2.909,90	1.512,35	0,00	0,00	4.422,25	100,00 %

ANEXO – B ORÇAMENTO ANALÍTICO DESENVOLVIDO NO SISPLO®

<p>TERCEIRA ONDA TECNOLOGIA LTDA CONTRATANTE - Roney Thiel Projeto - MODELAGEM BIM SubProjeto - 01-MODELAGEM BIM Obra - MODELAGEM BIM Desc. Ref.: Não /Aj.Preço:Sim/EC:Sim, Tabela:1-SINAPI-CE-2018/03</p>	<p>ORÇAMENTO ANALITICO</p>	<p>DATA: SISPLO F44 SIN0004 MOEDA: REAL REF: SINAPI/CE-MAR/18 PAGINA: 1 / 2</p>
---	----------------------------	---

Item SERVIÇOS	QUANT.	UNID.	*—MAO-DE-OBRA—*		*—MAT/EQPTO/VERBA—*		PREÇO TOTAL SERVIÇO / ITEM
			UNITARIO	PARCIAL	UNITARIO	PARCIAL	
INSTALAÇÕES ELETRICAS							
CAIXA OCTOGONAL 4" X 4", PVC, INSTALADA EM LAJE - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2015	13,00	UN	6,31	82,03	5,27	68,51	150,54
CABO DE COBRE FLEXIVEL ISOLADO, 2,5 MMF, ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2015	108,76	M	1,31	142,48	1,81	196,85	339,33
INTERRUPTOR SIMPLES (1 MODULO), 10A/250V, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2015	11,00	UN	12,95	142,45	12,39	136,29	278,74
LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATOR DE PARTIDA RAPIDA E LAMPADA FLUORESCENTE 1X20W, COMPLETA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	1,00	UN	29,62	29,62	54,69	54,69	84,31
LUMINARIAS TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATORES DE PARTIDA RAPIDA E LAMPADAS FLUORESCENTES 2X2X36W, COMPLETAS, FORNECIMENTO E INSTALACAO	6,00	UN	57,13	342,78	214,38	1.286,28	1.629,06
LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATOR DE PARTIDA RAPIDA E LAMPADA FLUORESCENTE 2X40W, COMPLETA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	2,00	UN	42,32	84,64	107,19	214,38	299,02
LUMINARIA TIPO CALHA, DE SOBREPOR, COM REATOR DE PARTIDA RAPIDA E LAMPADA FLUORESCENTE 1X40W, COMPLETA, FORNECIMENTO E INSTALACAO	3,00	UN	35,98	107,94	80,69	242,07	350,01
QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA 18 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS COM BARRAMENTO TRIFASICO E NEUTRO, FORNECIMENTO E INSTALACAO	1,00	UN	110,46	110,46	420,29	420,29	530,75
TOMADA ALTA DE EMBUTIR (1 MODULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2015	4,00	UN	24,93	99,72	13,44	53,76	153,48
TOMADA MEDIA DE EMBUTIR (1 MODULO), 2P+T 10 A, SEM SUPORTE E SEM PLACA - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2015	26,00	UN	13,60	353,60	8,59	223,34	576,94
TOMADA MEDIA DE EMBUTIR (1 MODULO), 2P+T 10 A, INCLUINDO SUPORTE E PLACA - FORNECIMENTO E INSTALACAO. AF_12/2015	1,00	UN	16,63	16,63	13,44	13,44	30,07
TOTAL DO Item				1.512,35		2.909,90	4.422,25
TOTAL DA Obra				1.512,35		2.909,90	4.422,25

ANEXO-C:CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO DESENVOLVIDO NO SISPLO®

TERCEIRA ONDA TECNOLOGIA LTDA		CRONOGRAMA FISICO-FINANCEIRO EM VALOR/PERCENTUAL								DATA:		
CONTRATANTE - Roney Thiel										SISPLO F81 SIN0004		
Projeto - MODELAGEM BIM										MOEDA: REAL		
SubProjeto - 01-MODELAGEM BIM										REF: SINAPICE-MAR/18		
Obra - MODELAGEM BIM										PAGINA: 1 / 2		
Desc. Ref.: Não /Aj.Preço:Sim/EC:Sim, Tabela:1-SINAPI-CE-2018/03												
PERÍODOS												
Item SERVIÇOS	01º Mês		02º Mês		03º Mês		04º Mês					TOTAIS
INSTALAÇÕES ELETRICAS	25,00 /	25,00	25,00 /	25,00	25,00 /	25,00	25,00 /	25,00				100,00
	1.105,56		1.105,56		1.105,56		1.105,57					4.422,25
TOTAL DO PERÍODO	25,00		25,00		25,00		25,00					
	1.105,56		1.105,56		1.105,56		1.105,57					
TOTAIS ACUMULADOS	25,00		50,00		75,00		100,00					100,00
	1.105,56		2.211,12		3.316,68		4.422,25					4.422,25
Av Almirante Barroso, 1811- Belém/PA						Cnpj: 83.920.215/0001-58						
Fone/Fax: (91) 3349-1918				Sisplo@sisplo.com.br				w.sisplo.com.br				