



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO,
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA

COORDENAÇÃO DO CURSO SUPERIOR DE
BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL



CAIO CÉSAR DE OLIVEIRA FARIAS

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA *BUILDING INFORMATION MODELLING*
(BIM) NO PLANEJAMENTO DE OBRAS 4D**

Cajazeiras
2020

CAIO CÉSAR DE OLIVEIRA FARIAS

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA *BUILDING INFORMATION MODELLING*
(BIM) NO PLANEJAMENTO DE OBRAS 4D**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba-*Campus* Cajazeiras, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: George da Cruz Silva
Coorientador: Antônio Gonçalves de Farias Júnior

Cajazeiras
2020

Seção de Informação e Referência
Catalogação da Publicação na Fonte. IFPB / Nome da Biblioteca

X000x

Farias, Caio.

Aplicação da tecnologia BIM (building information modeling) no planejamento de obras 4D / Caio César de Oliveira Farias. – Cajazeiras, PB, 2020.
xx f.

Orientador: George da Cruz Silva.

Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2020.

1. Palavra-chave1. 2. Palavra-chave2. 3. Palavra-chave3. 4. Palavra-chave4. De Tal,

CAIO CÉSAR DE OLIVEIRA FARIAS

**APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA *BUILDING INFORMATION MODELLING*
(BIM) NO PLANEJAMENTO DE OBRAS 4D**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Engenharia Civil do Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba,
como parte dos requisitos para a obtenção do
Título de Bacharel em Engenharia Civil.

Aprovado em 20 de fevereiro de 2020.

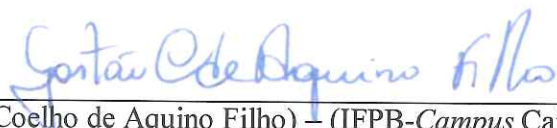
BANCA EXAMINADORA



(George da Cruz Silva) – (IFPB-Campus Cajazeiras)
Orientador



(Antônio Gonçalves de Farias Júnior) – (IFPB-Campus Cajazeiras)
Coorientador



(Gastão Coelho de Aquino Filho) – (IFPB-Campus Cajazeiras)
Examinador 1

Dedico este trabalho à grande influenciadora de toda a minha trajetória acadêmica, a minha mãe Dalcikleyde de Oliveira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, criador de todas as coisas. Sem ele nada disso seria possível.

Agradeço ao imensurável apoio dado pela minha família em especial meus pais Wedson Farias e Dalcikleyde de Oliveira, meu irmão Wedson Filho, minhas avós Joanita Maria (*in memoriam*) e Maria do Socorro, meus tios em especial Dalcivânia de Oliveira e minha namorada Jéssica Bertoldo.

Aos meus colegas do IFPB que estiveram comigo durante toda caminhada acadêmica e nas horas de lazer, em especial Neto Moura, Higor Abrantes e João Victor.

Ao orientador deste TCC, George da Cruz, por toda sua dedicação, paciência e principalmente contribuição no trabalho.

Aos servidores do IFPB que contribuíram durante toda jornada da graduação, desde os professores, assistentes administrativos e os servidores da cantina do instituto.

RESUMO

O mercado da construção vem passando por mudanças, e o uso das tecnologias está cada vez mais presente na realidade das obras. Essas tecnologias, por sua vez, também estão sofrendo modificações. Atualmente, as ferramentas da plataforma CAD são preponderantes, porém este cenário está passando por mudanças, e outras tecnologias estão buscando seu espaço. Os novos softwares possibilitam a visualização de modelos em 3 dimensões e a integração dos diversos projetos referentes a uma obra. Para tanto, o presente trabalho busca, através de softwares computacionais, elaborar um projeto arquitetônico voltado para usuários que possuam algum tipo de mobilidade reduzida, e o estrutural do mesmo, bem como o cronograma da obra. Para então, realizar a integração deles ao planejamento da obra 4D. Será realizado uma análise sobre aspectos como a viabilidade da implementação da plataforma *Building Modeling Information* (BIM) e as dificuldades apresentadas.

Palavras-Chave: BIM; software; projetos; obra.

ABSTRACT

The Market of construction has been passing for changes and the use of technology is increasingly present in the reality of constructions. These technologies in turn, are also undergoing modifications. Currently the platform tools CAD are preponderant, but this setting is passing for changes and other technologies are seeking their space. The new softwares enable the visualization of models in 3 dimensions and the integration of many projects related to a build. For this the present work search, through computational softwares, develop an architectural project aimed at users who have some type of reduced mobility, and the structural project of it, as well as the construction schedule. To then integrate them into the planning of the 4D project. An analysis will be carried out on aspects such as the feasibility of implementing the platform Building Modeling Information (BIM) and the difficulties presented.

Key words: BIM, softwares, projects, construction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pesquisa: Percepções da sociedade sobre Arquitetura e Urbanismo.....	17
Figura 2 – Ferramentas de criação no Revit	27
Figura 3 – Interface de navegação dos materiais no Revit.....	27
Figura 4 – Planta baixa em escala 1:50.	28
Figura 5 – Sobreposição do piso nas alvenarias.....	29
Figura 6 – Lançamento estrutural.....	30
Figura 7 – Ferramentas de materiais no Revit.....	31
Figura 8 – Renderização do projeto.	32
Figura 9 – Interface do MS Project.....	34
Figura 10 – Tabela de quantitativos do Revit.....	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Nacional de Normas Técnicas

ANA – Agência Nacional de Águas

BIM – *Building Information Modelling*

CAD – Computer Aided Design

CAU/BR - Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas

CNDL – Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas

CREA-PB – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba

IBDD – Instituto Brasileiro dos Direitos das Pessoas com Deficiência

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFPB – Instituto Federal da Paraíba

PIB – Produto Interno Bruto

SINAPI – Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil

SPC – Serviço de Proteção ao Crédito

UNFPA - Fundo de População das Nações Unidas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 OBJETIVOS GERAIS	14
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.	15
2.1 A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A ECONOMIA	15
2.1.1 O CRESCIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE CAJAZEIRAS.....	15
2.2 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS	17
2.3 BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM).....	19
2.3.1 HISTÓRIA DO BIM	19
2.3.2 DISSEMINAÇÃO DO BIM.....	20
2.4 AUTO DESK REVIT	21
2.4.1 HISTÓRICO DO REVIT	21
2.4.2 FUNCIONALIDADE DO REVIT	21
2.4.3 FAMÍLIAS DO REVIT.....	22
2.5 ACESSIBILIDADE	22
2.5.1 ACESSIBILIDADE NO BRASIL.....	24
3 METODOLOGIA.....	25
3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO	25
3.1.1 ESTUDO DE VIABILIDADE	25
3.1.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES.....	25
3.1.3 CONCEPÇÃO DE ARQUITETURA	26
3.1.4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ARQUITETÔNICO	27

3.2 LANÇAMENTO DA ESTRUTURA.....	29
3.3 ALVENARIAS E ESQUADRIAS	30
3.4 PISOS.	30
3.5 MATERIAIS	31
3.6 RENDERIZAÇÃO.....	32
3.7 PLANEJAMENTO 4D.....	32
3.7.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS	33
3.7.2 MICROSOFT PROJECT	33
3.7.3 NAVISWORK.....	34
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	36
4.1 PROBLEMAS ENCONTRADOS	36
4.2 CONCLUSÃO.....	37
5 REFERÊNCIAS.	38
APÊNDICE A – CRONOGRAMA DA OBRA GERADO PELO MS PROJECT.....	40
APÊNDICE B – CRONOGRAMA DA OBRA GERADO PELO MS PROJECT.....	41
APÊNDICE C – CRONOGRAMA DA OBRA GERADO PELO MS PROJECT.....	42
APÊNDICE D - TIMELAPSE DO PLANEJAMENTO 4D GERADO PELO NAVISWORK.....	43
APÊNDICE E – TABELA DE QUANTITATIVOS DE CONCRETO	47
APÊNDICE F – RENDERIZAÇÃO DA ARQUITETURA	48
APÊNDICE G – RENDERIZAÇÃO DA ESTRUTURA	49
APÊNDICE H – PLANTA BAIXA.....	50
APÊNDICE I – PLANTA HUMANIZADA.....	51

1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil tem importância social, ambiental e econômica, por isso há necessidade de otimizar cada vez mais esse processo. Para tanto, as inovações tecnológicas vêm influenciando positivamente, proporcionando, entre outros, a maximização dos lucros a partir de um gerenciamento adequado. Nesse contexto, será apresentado o conceito do BIM (*Building Information Modeling*), plataforma virtual que auxilia nos projetos de engenharia e de arquitetura.

A plataforma BIM tem incentivo governamental para sua difusão. De acordo com o Decreto Nº 9.983, de 22 de agosto de 2019 - Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling – o Brasil estabelece diretrizes para a difusão do BIM no país (BRASIL, 2019).

A utilização de softwares na elaboração de projetos tem sido algo recorrente no âmbito da engenharia e da arquitetura. Para tanto, encontram-se, nos mercados tecnológicos, diversos tipos de softwares, além de constantes atualizações.

A tecnologia BIM oferece a possibilidade de integração de projetos dentro de um empreendimento, permitindo a compatibilização de todos os projetos como arquitetônico, hidráulico, sanitário, estrutural, de incêndio, entre outros. Dessa forma, o BIM permite que um mesmo projeto, realizado por diferentes profissionais, seja compatibilizado a partir da análise de interferência entre eles.

Além de essa plataforma facilitar o entendimento gráfico do modelo como um todo nas suas diversas concepções do projeto, o BIM permite a integração de cronogramas, custos e gestão e gerenciamento de instalações. De forma prática, as informações de planejamento são associadas ao modelo tridimensional.

De acordo com Callegari (2007), a compatibilização é a atividade de gerenciar e integrar projetos afins, na busca pela dissolução de erros e, conseqüentemente, a obtenção de padrões de controle e de qualidade. Tem como objetivo minimizar os conflitos entre os projetos, facilitando a execução, otimizando a utilização de materiais, tendo um melhor controle entre o tempo e a mão de obra, bem como as posteriores manutenções.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos estão divididos em objetivos gerais e objetivos específicos.

1.1.1 OBJETIVOS GERAIS

Aplicar a tecnologia BIM no planejamento de obras no projeto de uma residência unifamiliar na cidade de Cajazeiras-PB com foco na acessibilidade.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar um projeto arquitetônico com foco na acessibilidade, utilizando o Revit, respeitando as normas técnicas vigentes e o Código de Obras da cidade de Cajazeiras-PB;
- Realizar o lançamento estrutural desse projeto;
- Realizar um cronograma de execução da obra;
- Integrar o cronograma aos projetos estrutural e arquitetônico de forma computadorizada.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL PARA A ECONOMIA

O desenvolvimento econômico de um país está relacionado ao aumento da produtividade e à geração de emprego. Para tanto, alguns setores têm maior importância frente a outros. Determinar tais setores são de suma importância, tendo em vista o direcionamento dos investimentos. O setor da construção civil, por sua vez, é considerado um setor indicador das condições econômicas de um país, pela geração de emprego e pela arrecadação de recursos (VIEIRA, 2018).

O mercado de trabalho é fomentado pela construção civil, sendo no Brasil responsável por grande parte dos vínculos empregatícios formais e informais. A abrangência de tal setor envolve diversas outras áreas que necessitam da observância de muitos serviços. Para tanto, as obras são responsáveis por gerar emprego, tanto de forma direta como indireta (VIEIRA, 2018).

Níveis baixos de desemprego demonstram a solidez da economia de um país, e alguns fatores determinam as suas riquezas. O PIB, abreviação do conceito de Produto Interno Bruto, sendo a soma de todos os bens e serviços finais produzidos por um país, estado ou cidade, geralmente em um ano, em que todos os países calculam o seu PIB nas suas respectivas moedas (IBGE, 2019).

A construção civil movimentada diversas áreas para a execução de seus serviços, gerando fundos que contribuem com o PIB, diretamente com a compra e a venda de materiais e o mercado imobiliário, além de formas indiretas como aquecimento do mercado nos setores terciários. O encadeamento do aquecimento de mercado gerado pelas obras acarreta na arrecadação de recursos na forma de impostos. Segundo dados do Portal de Notícias da Globo, o G1, a construção no Brasil fatura cerca de R\$ 1,1 trilhão de reais por ano que representa 6,2% do PIB nacional.

2.1.1 O CRESCIMENTO DA CONSTRUÇÃO CIVIL NA CIDADE DE CAJAZEIRAS-PB

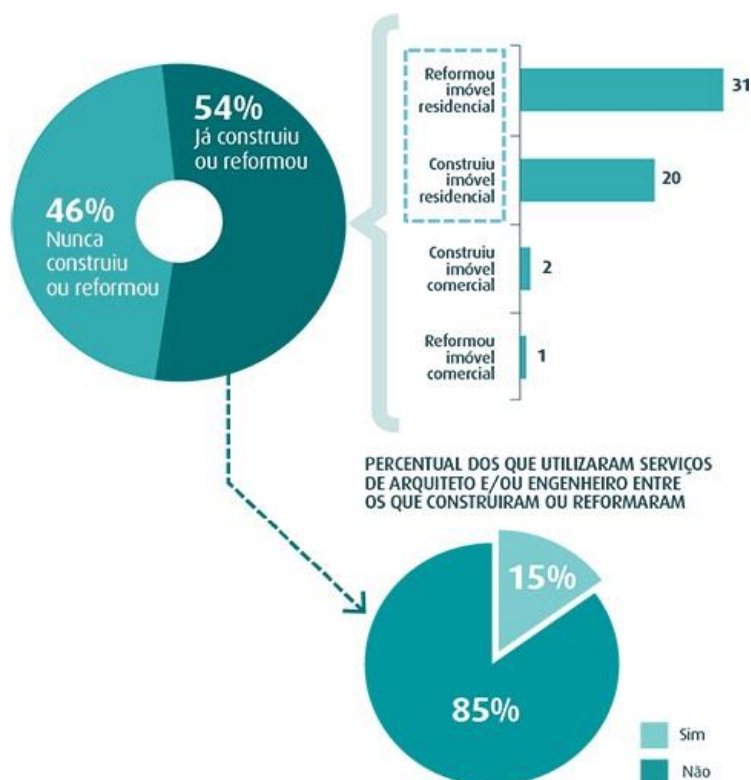
Na cidade de Cajazeiras-PB, foi observado nos últimos anos um grande crescimento no que se refere à construção civil. Ela se destaca por ser um polo educacional, abrigando em seu território 5 instituições de ensino superior, sendo 2 delas criadas recentemente, bem como a criação de novos cursos, incluindo Medicina. Além disso, algumas dessas autarquias disponibilizam cursos de grande procura, como Direito, Engenharia Civil, Arquitetura, Enfermagem, Odontologia, a própria Medicina e diversos outros (MOURA, 2019).

Isso proporciona a Cajazeiras um acréscimo da população, pela vinda de estudantes, de professores e de servidores residentes de outras regiões ao convívio na cidade. Tal acréscimo populacional movimenta a economia em todos os seus setores, atraindo outras pessoas em busca também de oportunidades de emprego.

Segundo dados de 2015 do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia da Paraíba, o CREA- PB, nos últimos 10 anos, foram registradas 11.353 solicitações de reformas e de construções na cidade de Cajazeiras. Esses dados representam o desenvolvimento de Cajazeiras de forma acentuada, levando em consideração a população de 61.993 habitantes, segundo dados do IBGE de 2019.

Esse número pode apresentar-se muito maior, visto que nem todas as obras são reguladas. O Brasil sofre devido às construções realizadas de modo informal sem regularização junto aos órgãos fiscalizadores, como a Prefeitura e os conselhos de engenharia e arquitetura. Em pesquisa realizada conjuntamente entre o Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil (CAU/BR) e o Instituto Data Folha, informam-se dados que demonstram a falta de profissionais especializados nas construções e nas reformas no Brasil. Segundo a pesquisa, cerca de 54% da população economicamente ativa já construiu ou reformou imóvel residencial ou comercial. Desse grupo, 85,40% fizeram o serviço por conta própria ou com pedreiros e mestres de obras, amigos e parentes. Apenas 14,60% contrataram arquitetos ou engenheiros. A Figura 1 mostra os dados da pesquisa.

Figura 1 – Pesquisa: Percepções da sociedade sobre Arquitetura e Urbanismo



Fonte: (CAU/BR, 2016)

2.2 PLANEJAMENTO E GERENCIAMENTO DE OBRAS

O planejamento estabelece as metas e as estratégias necessárias para se realizar um projeto. É na etapa de planejamento que se constitui uma visão do futuro do empreendimento pensando de forma estratégica a fim de alcançar as metas desejadas. Deve ser realizado um plano do que será feito e como será feito, além de estabelecer o que não será feito (CLELAND, 2012).

O planejamento talvez seja a parte mais importante de um projeto, na medida em que define metas e estratégias e avalia os diversos cursos de ação para selecionar o percurso mais favorável. Depois que são definidas as metas que proporcionarão a satisfação do cliente, todo o planejamento leva à sua realização, por meio de um esforço concentrado para definir o curso e a aplicação dos recursos nas várias tarefas ou pacotes de trabalho (CLELAND, 2012, P. 222).

Para o dicionário “Aurélio”, planejamento é a ação de preparar um trabalho, ou um objetivo, de forma sistemática; bem como é a determinação das etapas, procedimentos ou

meios que devem ser usados no desenvolvimento de um trabalho, festa, evento (AURÉLIO, 2010).

Para tanto, o planejamento de projetos é a etapa em que se realizam os estudos iniciais sobre o empreendimento e definem-se todas as etapas posteriores, determinado a metodologia a ser aplicada, os mecanismos utilizados e os objetivos a serem alcançados, bem como o cronograma geral do projeto.

Existem diversos conceitos para “planejamento” na literatura brasileira. Todavia, todos convergem para o seguinte: planejamento é o processo de antecipação de um futuro desejado (SILVA, 2015).

O planejamento é uma atividade essencial aos empreendimentos, a qual é desenvolvida desde o início até a finalização, assumindo formas e denominações diferentes conforme o conjunto de tarefas desenvolvidas nas suas etapas (QUEIROZ, 2001, P.8).

Com base nesse próprio trabalho, é notória a grande movimentação de dinheiro gerado pelas obras. O comércio imobiliário, por sua vez, visa, entre outros, obter lucros. A fluência do crescimento desse mercado é condicionada por fatores de capital e de investimentos. Para tanto, é necessário controle e gerenciamento dos gastos para gerar e para otimizar os lucros.

Para tal, faz-se necessário bom planejamento e boa concepção na fase de projetos. Antes de se executar algo, é importante que se planeje o que será feito, de que forma e quais resultados serão obtidos, buscando otimizar o processo e prever eventuais falhas para sua correção ainda nessa fase. Um bom projeto visa definir a metodologia que será empregada, assim como as tecnologias empregadas. Em um empreendimento, a fase de projeto representa de 5 a 12% dos custos totais, segundo diz o blog Ademilar, 2013.

Entretanto, esse valor não representa fidedignamente a relação entre os custos da obra e o planejamento. A fase de projetos pode representar uma grande economia, tendo em vista a previsão de problemas durante a execução que poderia resultar em gastos desnecessários. Bem como a implementação das tecnologias que melhor se adequa àquele empreendimento.

2.3 BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

O *Building Information Modelling* (BIM) ou, no português, “Modelagem da Informação da Construção” é uma das tecnologias mais promissoras dentro do mundo da construção civil. Usando o BIM é possível desenvolver um modelo digital preciso da edificação que contém dados importantes para auxiliar os processos gerenciais e construtivos. (EASTMAN, 2014).

Os sistemas baseados na tecnologia BIM podem ser considerados uma nova evolução dos sistemas CAD, pois gerenciam a informação no ciclo de vida completo de um empreendimento de construção, através de um banco de informações inerentes a um projeto, integrado à modelagem em três dimensões (COELHO, 2008).

Os sistemas BIM adotam modelos paramétricos dos elementos construtivos de uma edificação e permitem o desenvolvimento de alterações dinâmicas no modelo gráfico, que refletem em todas as pranchas de desenho associadas, bem como nas tabelas de orçamento e de especificações (COELHO, 2008).

O BIM é um processo baseado em modelos digitais, compartilhados, integrados e interoperáveis, denominados *Building Information Modelling*, podendo o BIM ser definido como um processo que permita a gestão da informação. É o conjunto de modelos compartilhados digitais, tridimensionais e semanticamente ricos, que formam a espinha dorsal do projeto (MANZIONE, 2011).

2.3.1 HISTÓRIA DO BIM

O conceito BIM começou a ser disseminado nos anos 70, por Charles M. Eastman, a partir de sua pesquisa realizada na Universidade Carnegie-Mellon em Pittsburgh, nos Estados Unidos da América (EUA). Seu estudo chamado “*An outline of the building description system*” (Um esboço do sistema de descrição do edifício) preocupava-se justamente com a integração de todas as partes constituintes de um edifício.

Segundo resumo da própria pesquisa, “[...] Muitos dos custos de desenho, construção e funcionamento da construção derivam da utilização de desenhos como forma para trazer as anotações do edifício. Como alternativa, este documento descreve o desenho de um sistema informático útil para memorizar e manipular as informações de projeto em um detalhe que permite o desenho, a construção e os análises operacionais. Um edifício é considerado como a composição espacial de um conjunto de partes”.

Desde então, a aplicação do conceito BIM, assim como os softwares-BIM, vem sendo cada vez mais propagada no mundo, sendo introduzidas novas ideias e otimização do sistema.

2.3.2 DISSEMINAÇÃO DO BIM

Alguns países destacam-se em sua utilização. A Noruega, a Suécia e a Finlândia são as mais avançadas no uso do BIM. Outros possuem grande potencial, como o Brasil e a China. Nos Estados Unidos da América, apesar de serem os precursores e possuírem grandes empresas à frente na utilização do BIM, a maior parte da indústria da construção civil não segue esse exemplo. Um marco na utilização do BIM foram as obras dos estádios para a Copa do Mundo FIFA 2010 na África do Sul (CARDOSO, 2013).

A Europa está avançada neste sentido, à medida que vários países já sofrem influência do próprio governo rumo à obrigatoriedade do uso do BIM. Em 2018, houve na Espanha um congresso internacional sobre o BIM, chamado *European BIM Summit*, com a finalidade de propagar boas práticas para o seu uso, sendo, então, na Espanha, a partir do fim de 2018, obrigatório que a construção de edificações públicas seja feita na plataforma BIM.

No Brasil, o conceito vem sendo disseminado de forma progressiva, porém lenta, ficando muito atrás das grandes potências mundiais neste setor. Para entender isso, é necessário, também, levar em consideração o desenvolvimento da indústria da construção civil no país. Apesar disso, o Brasil apresenta medidas que demonstram uma tendência na utilização dessas ferramentas. Para tanto, aspectos devem ser considerados.

Algumas autarquias brasileiras já trabalham com a realização de projetos no sistema BIM, a exemplo o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDS) e o Exército Brasileiro.

Além disso, o Decreto N° 9.983, de 22 de Agosto de 2019, estabelece no art. 1° a Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil - Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em *Building Information Modelling* - BIM e sua difusão no País.

A medida objetiva para o BIM: difundir, coordenar, criar condições favoráveis, estimular a capacitação dos profissionais, desenvolver a plataforma e a Biblioteca Nacional BIM, estimular o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias e incentivar a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade.

2.4 AUTO DESK REVIT

2.4.1 HISTÓRIA DO REVIT

A década de 90 foi de grande importância para a modelagem 3D. Em 1997, um grupo formado por estudantes do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*), em conjunto com ex-funcionários da empresa de softwares *Parametric Technologies Corporation* (PCT), contou ainda com a participação de investidores que permitiram a criação da empresa *Revit Technologies Corporation* (CARDOSO, 2013).

Por ser o primeiro software de modelagem de edifício paramétricos no mercado, o Revit foi revolucionário no âmbito de softwares para construção. Com o passar do tempo, as pesquisas foram evoluindo, e foram adicionadas novas funcionalidades, entre elas, o aumento das informações obtidas durante a execução da modelagem. Além disso, houve correções e melhorias nas características do software (CARDOSO, 2013).

A AutoDesk é proprietária de cerca de 80 softwares, entre eles, destaca-se o AutoCad, um dos maiores softwares de modelagem, ele permite aplicações em diversas áreas, como: arquitetura, engenharia mecânica, infraestrutura, geoprocessamento, entre outros. No ano de 2002, visto à grande concorrência imposta pelo Revit, a AutoDesk comprou os direitos do Revit (MOREIRA, 2012).

2.4.2 FUNCIONALIDADE DO REVIT

O Revit permite a criação de projetos com a utilização de elementos inteligentes, como paredes, portas e janelas. Além disso, é possível obter plantas de piso, elevações, cortes, tabelas, vistas 3D em quaisquer pontos do projeto, e renderizações pelo próprio software (AUTODESK, 2019).

É possível agilizar a execução de um empreendimento devido à eficiência proporcionada pelo Revit na etapa de projeto, através de estimativas de custo e de monitoramento das alterações de desempenho por todo o projeto e durante toda etapa construtiva (AUTODESK, 2019).

A apresentação do projeto, a visualização e o entendimento das características do projeto são de suma importância, tanto para a venda do projeto, quanto para a própria execução do empreendimento. Para tanto, o Revit possibilita renderizações fotorrealistas, a partir da criação

de cortes e imagens em 3 dimensões e das panorâmicas em estéreo para estender seu projeto à realidade virtual (AUTODESK, 2019).

O Revit trata-se de um software com plataforma BIM. Portanto, ele possibilita interações entre todos os projetos. Além disso, o programa trabalha como um coordenador multidisciplinar, já que ele possibilita a interação dos profissionais envolvidos na elaboração do projeto e na execução da obra (AUTODESK, 2019).

O Revit tem importância quanto ao planejamento e gerenciamento de uma obra. Sua plataforma, além de determinar com detalhes o modelo tridimensional disponibiliza tabelas de quantitativos e custos, importantes para o orçamento e cronograma da obra.

2.4.3 FAMÍLIAS DO REVIT

Segundo a AutoDesk, uma família é um grupo de elementos com um conjunto comum de propriedade chamado de parâmetros e uma representação gráfica relacionada. Os diferentes elementos pertencentes a uma família podem ter diferentes valores para alguns ou todos os parâmetros, mas o conjunto de parâmetros (seus nomes e significados) é o mesmo. Essas variações dentro da família são denominadas de tipos de família ou tipos (AUTODESK, 2019).

Dentro de cada família é possível ter diversos elementos. Por exemplo, a família “janela” pode conter diversos tipos de janelas diferentes, cada uma com cores, texturas e formatos diferentes.

2.5 ACESSIBILIDADE

A sociedade mundial está passando por um processo de envelhecimento da sua população, o que se caracteriza por um aumento do número de idosos, devido a um acréscimo da expectativa de vida paralelo à diminuição da taxa de fecundidade. São condicionantes, entre outros, para esse processo de longevidade: melhoras na nutrição, nos aspectos sanitários e o avanço da medicina. Segundo relatório elaborado pela Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), chamado “Envelhecimento da População no Século XXI: Celebração e desafios”: “[...] em 2050, pela primeira vez haverá mais idosos que crianças menores de 15 anos. Em 2000, já havia mais pessoas com 60 anos ou mais que crianças menores de 5 anos.”

Ainda no relatório, pode-se observar que “[...] em 2012, 810 milhões de pessoas tinham 60 anos ou mais, constituindo 11,5% da população global”. Na cidade do estudo, Cajazeiras-

PB, notam-se aspectos similares em que a longevidade se faz presente, portanto, um elevado número de idosos. Após análise dos dados do último censo realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Cajazeiras possuía 61993 mil habitantes, sendo eles 7.539 com mais de 60 anos de idade representando cerca de 13% da população total.

Para tanto, o aumento da expectativa de vida está diretamente relacionado a melhores condições de vida. Os idosos tornam-se mais ativos possibilitando um tempo de trabalho maior durante sua vida e uma maior autonomia financeira. No Brasil, é recorrente que a população idosa, em muitos casos, seja a principal fonte de renda de suas famílias. Em uma pesquisa realizada conjuntamente entre a Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas (CNDL) e o Serviço de Proteção ao Crédito SPC-Brasil, relata-se que 43% dos idosos são quem mantém os lares das famílias do país.

A Lei de nº 13.146, de 6 de julho de 2015 – (Estatuto da Pessoa com Deficiência) define a pessoa com mobilidade reduzida como sendo “aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentação, permanente ou temporária, gerando redução efetiva da mobilidade, da flexibilidade, da coordenação motora ou da percepção, incluindo idoso, gestante, lactante, pessoa com criança de colo e obeso”.

Por característica, essas pessoas necessitam de cuidados especiais para a realização de algumas tarefas, sejam elas domésticas, de lazer, a trabalho, ou atividades cotidianas, como ir ao mercado ou à farmácia. Em ambientes de morada, é necessário adaptações como espaços ampliados e com estruturas adequadas capazes de proporcionar uma boa qualidade de vida com o máximo de autonomia.

No setor da construção civil, a acessibilidade vem sendo tema discutido com uma frequência cada vez maior, tendo em vista a importância de se planejar obras que atendam todos os usuários e proporcionem-lhes autonomia, segurança e conforto.

No Brasil, esse tema é regulamentado pelo Decreto nº 5296/2004 – acessibilidade das pessoas portadores de deficiência ou com mobilidade reduzida e a Norma da ABNT nº 9050:2015 – acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

A Norma da ABNT nº 9050:2015 define acessibilidade como sendo: “possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações

abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida”.

2.5.1 ACESSIBILIDADE NO BRASIL

É necessário planejar as obras para atender às necessidades especiais da população de gestantes, de idosos, de obesos e de deficientes. Contudo, o quadro apresentado pelo país ainda é insatisfatório, tendo em conta a dificuldade que os portadores de necessidades especiais enfrentam nas ruas, nos transportes públicos, nos estabelecimentos e nos próprios ambientes de morada.

“Os direitos das pessoas com deficiência finalmente estão chegando aos meios de comunicação e sendo integrados ao discurso do Estado, mas as mudanças concretas de efetivação de cidadania ainda ocorrem de maneira lenta” esclarece a superintendente do Instituto Brasileiro dos Direitos das Pessoas com Deficiência (IBDD), Tereza d’Amaral. Apesar de os direitos dessas pessoas serem desrespeitados, levando em conta a precariedade dos serviços com acessibilidade ou a sua falta, estas representam um grande número da população. Segundo dados do último censo do IBGE, 45,6 milhões de pessoas, cerca de 23,9% da população, haviam declarado possuir algum tipo de deficiência. Tendo em vista a evolução gradativa, porém lenta, da acessibilidade no Brasil, assim como a imensa população afetada, surgem, dentre o mercado imobiliário, oportunidades de se destacar.

3 METODOLOGIA

A fim de aplicar os conceitos demonstrados até aqui, será realizado um projeto arquitetônico para aplicar o modelo de planejamento 4D ao empreendimento.

3.1 PROJETO ARQUITETÔNICO

Para o desenvolvimento do projeto arquitetônico será utilizado o software Revit devido a sua plataforma possibilitar o trabalho com BIM. A disponibilidade de uma versão estudante gratuita pela Auto Desk e a popularidade do software entre os profissionais da construção civil também foram primordiais para a escolha do Revit.

3.1.1 ESTUDO DE VIABILIDADE

A concepção do projeto foi idealizada através de pesquisas com o intuito de atender pessoas portadoras de algum tipo de mobilidade reduzida. Conclui-se, para tanto, que em janeiro de 2020, em Cajazeiras-PB, era viável a execução de uma residência unifamiliar com um pavimento.

3.1.2 PROGRAMA DE NECESSIDADES

O programa de necessidades é idealizado para que atenda a condições de conforto, de segurança e de razoabilidade para pessoas com mobilidade reduzida. O espaço arquitetônico foi embasado nas normas técnicas vigentes que regem sobre acessibilidade e em pesquisas de projetos similares.

O programa é setorizado em:

- Dormitório de casal com suíte;
- Dormitório de casal;
- Dormitório de solteiro;
- Banheiro social;
- Cozinha;
- Área de serviço;
- Sala de estar;

- Garagem.

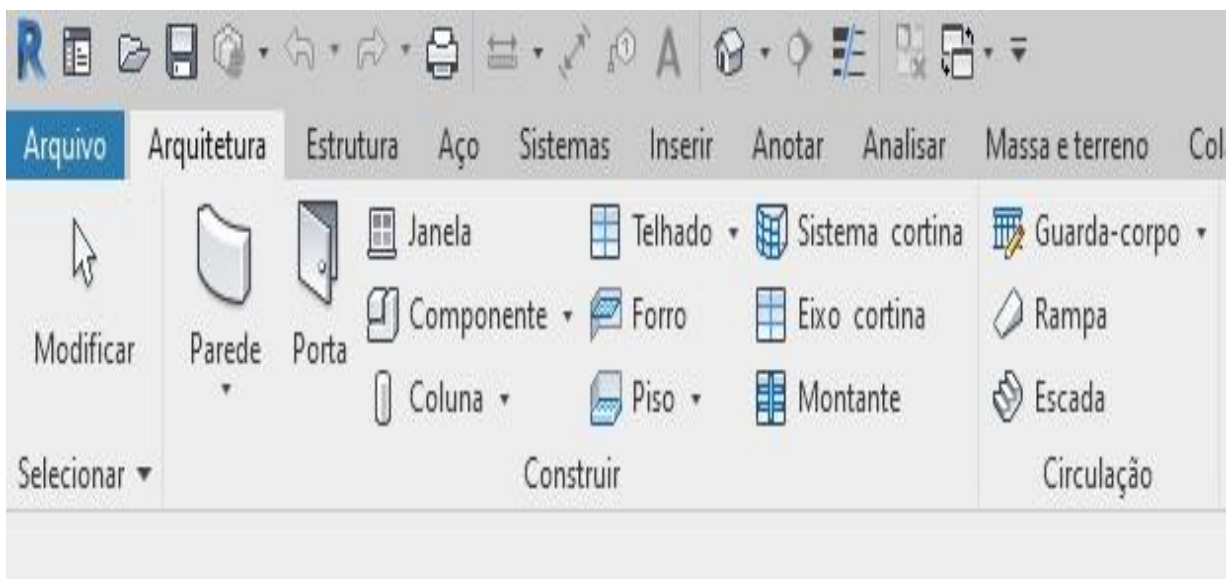
3.1.3 CONCEPÇÃO DE ARQUITETURA

Inicialmente, foram estudadas as normas regulamentadoras acerca de acessibilidade, NBR 9050 – 2015 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos, para conceder os ambientes da residência. A partir disto, foram definidas, através da elaboração da planta baixa, no Revit, as dimensões e o *layout* dos ambientes.

O Revit permite a utilização de ferramentas para a criação de portas, janelas, pisos, paredes, mobiliários, instalações hidráulicas e elétricas, peças estruturais, escadas, entre outros. Diferentemente da plataforma CAD, no Revit cada elemento inserido no projeto é atribuído àquilo que ele representa.

A inserção de forma automática do elemento desejado permite ao projetista uma grande redução do tempo necessário para realização do trabalho. E a determinação de cada elemento possibilita a edição de dimensões, tipos e características dos materiais. A coleta de informações, levantamento de quantitativos de materiais e elementos só é possível devido a base de dados dos componentes. A Figura 2 apresenta algumas das principais ferramentas na parte de arquitetura do Revit.

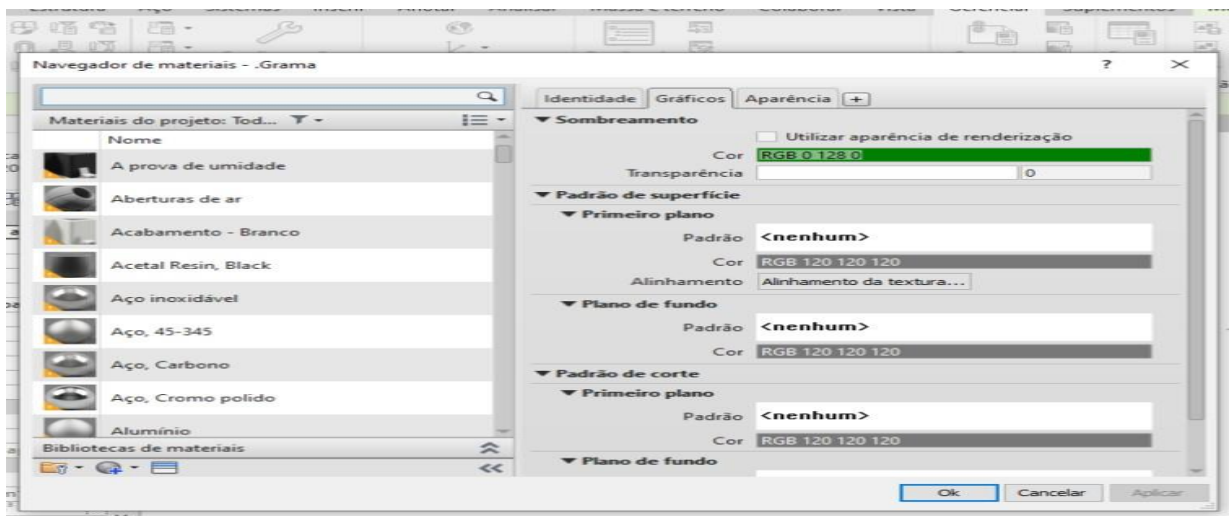
Figura 2 – Ferramentas de criação no Revit



Fonte: autoria própria

É possível fazer mudanças nas características de cada material a partir da edição de características relacionadas à aparência e o gráfico, além de informações como fabricante e modelo. Além dos componentes disponibilizados pelo próprio software também há a opção de criação de novos materiais, com definições de cores e texturas, ou até a importação de novos materiais ou componentes. A Figura 3 mostra a interface de navegação dos materiais.

Figura 3 – Interface de navegação dos materiais no Revit.

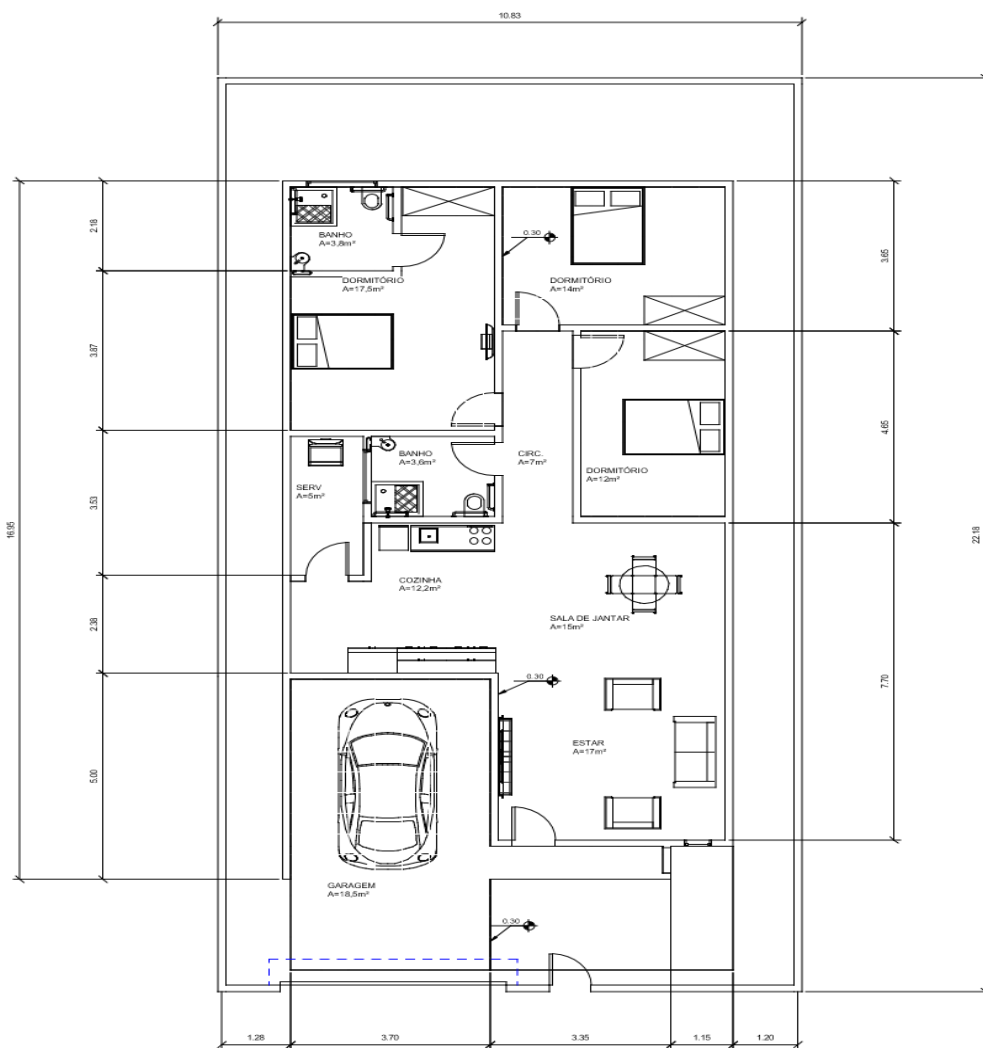


Fonte: autoria própria

3.1.4 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO ARQUITETÔNICO

O projeto arquitetônico foi realizado embasado nos conhecimentos adquiridos na disciplina de Desenho de Arquitetura, e o *layout* e as dimensões foram pensadas para atender pessoas portadoras de algum tipo de mobilidade reduzida, assim como pessoas com deficiência física. A planta baixa foi plotada diretamente no Revit e na escala de 1:50, podendo ser observada na Figura 4.

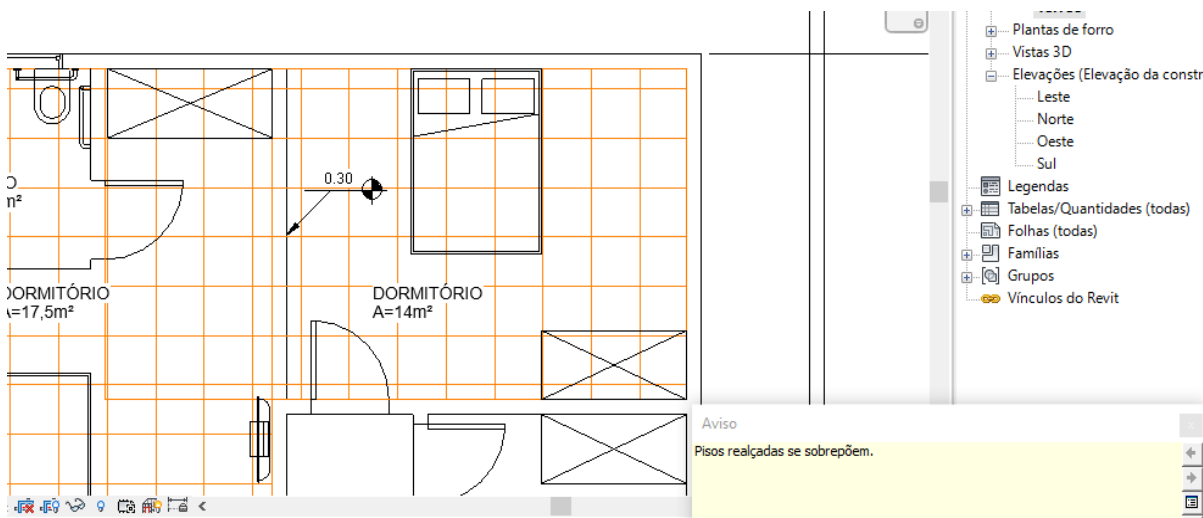
Figura 4 – Planta baixa em escala 1:50.



Fonte: autoria própria

Um detalhe importante que liga o Revit aos conceitos do BIM é que o software avisa-nos ao encontrar interferências entre diferentes elementos. Por exemplo, pisos que se sobrepõem às alvenarias, o Revit avisa para que possa ser corrigido. Em específico, esse caso acarretaria em um acréscimo no levantamento de quantitativos do piso, acarretando em mudanças no orçamento da obra. A Figura 5 mostra esse exemplo.

Figura 5 – Sobreposição do piso nas alvenarias.



Fonte: autoria própria

A partir da planta baixa, podem ser geradas vistas tridimensionais de forma automática. No software, também é possível obter cortes em quaisquer pontos, tudo de forma automática. Além disso, dentro do próprio software, existe a possibilidade de renderização do seu projeto.

3.2 LANÇAMENTO DA ESTRUTURA

A obra será realizada em estrutura de concreto armado, com fundações em sapatas isoladas e lajes maciças. O lançamento da estrutura será feito a partir dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas de Estruturas de Concreto Armado I e II. O projeto arquitetônico servirá como base para o lançamento da estrutura, buscando interferir o mínimo possível nos elementos arquitetônicos.

Os pilares terão dimensões de 15x25, as vigas baldrame dimensões de 15x25 e as vigas do pavimento térreo 15x40. Já para as lajes, foi adotada uma espessura constante de 15 centímetros. Foram adotadas fundações rasas do tipo sapada isolada. Com dimensões de 55x65 cm e com profundidade de 1 metro.

Para a inserção das vigas do térreo e das sapatas foi necessário importar novas famílias, visto que na versão do Revit utilizada não tinham tais elementos.

Bem como para o modelo de arquitetura, no Revit é possível visualizar o modelo tridimensional da estrutura. A figura 6 mostra o resultado após o lançamento da estrutura.

Figura 6 – Lançamento estrutural.



Fonte: autoria própria

3.3 ALVENARIAS E ESQUADRIAS

Para o fechamento interno e externo, foi utilizado alvenaria de vedação de tijolos furados considerando as espessuras para chapisco e reboco. Todos com espessura final de 15 centímetros. O Revit possibilita de forma simples e automática a inserção da família de paredes, sendo possível mudar as características da mesma, como espessura, material e textura.

De forma semelhante, existe no Revit a família de portas e janelas. Contudo, para uma maior diversificação, foram importadas novas famílias. A inserção acontece de forma simples e automática. Ao selecionar a família, o Revit pede para que seja determinado o local a ser inserido o elemento, sendo imprescindível que o usuário adicione o elemento na família correta.

Ao importar e inserir as portas ou janelas o Revit mostra as distâncias entre o elemento e as paredes mais próximas instantaneamente. Também é possível a alteração das dimensões, cores e texturas dos elementos, bem como o peitoril, no caso de janelas.

3.4 PISOS

A criação dos pisos acontece de forma análoga à criação de lajes, inclusive são da mesma família. A diferença se dá pois os pisos estão nas configurações de arquitetura e as lajes em estruturas

A inserção de pisos é muito simples, sendo necessário apenas determinar as delimitações da área. Ainda é possível modificar algumas características como rugosidade e resistência térmica.

3.5 MATERIAIS

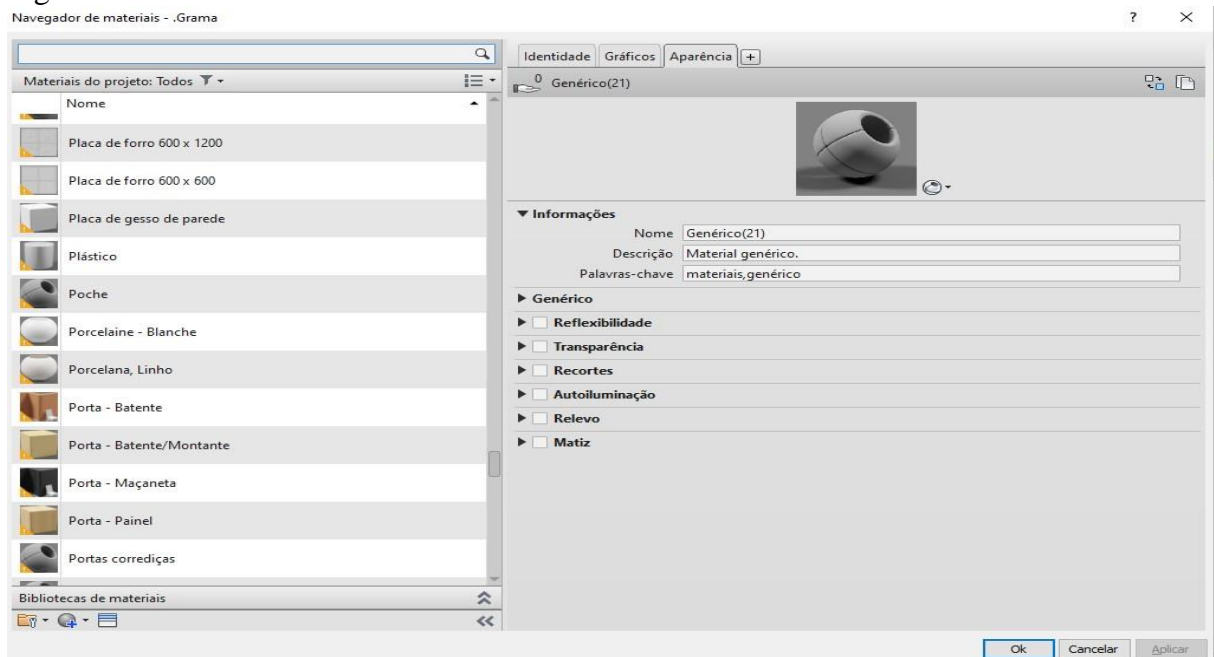
A biblioteca do Revit possui uma extensa gama de variedade de materiais, como aços, madeiras, plástico e gessos. Cada um com diferentes características como texturas e cores.

Além disso, ainda é possível criar ou importar novos materiais, bem como modificar todos os materiais.

A identificação de cada elemento pode ser feita declarando o fabricante, o modelo ou o custo. Essas informações vindas em projeto facilitam na hora da compra dos materiais.

Os materiais contêm informações que auxiliam na avaliação térmica, acústica e de iluminação, a partir de informações como transparência, reflexibilidade e auto iluminação. A figura 6 mostra a ferramenta de materiais no Revit.

Figura 7 – Ferramentas de materiais no Revit.



Fonte: autoria própria

3.6 RENDERIZAÇÃO

Para exigir menos das máquinas computacionais, o Revit trabalha com um poder gráfico baixo. Contudo existe a opção de renderização no próprio software. A renderização 3D consiste em tornar um projeto em um design virtual realista.

Os aspectos visuais são de extrema importância no comércio de imóveis. A

renderização permite demonstrar ao cliente, de forma realista, os resultados do projeto sendo determinantes na tomada de decisão de compra. A Figura 8 apresenta o resultado do projeto após a renderização.

Figura 8 – Renderização do projeto



Fonte: autoria própria

3.7 PLANEJAMENTO 4D

O BIM 4D associa a geração de modelos tridimensionais com ferramentas de planejamento de obras. Sua funcionalidade está na integração das três dimensões espaciais que compõem o modelo 3D acrescida à variável tempo, possibilitando a incorporação ao modelo, informações sobre cronograma, sequência de obras e fases de implantação. Torna-se possível, portanto, a visualização evolutiva da obra intrínseca ao modelo para o acompanhamento e para a identificação de informações em cada etapa da obra (TÉCHNE, 2014).

A incorporação dessa tecnologia é levada ao canteiro de obras e é determinante para tomada de decisões durante todas as fases da obra a fim de garantir o mínimo impacto ao cronograma. Com essas informações integradas, se houver qualquer alteração de projeto, é possível determinar o impacto gerado no prazo e no custo da obra (TÉCHNE, 2014).

A ferramenta auxilia o gestor da obra com uma análise detalhada do desenvolvimento em que a obra deve estar em determinado momento, permitindo um maior controle da variável tempo e buscando cumprir as metas do cronograma predeterminado.

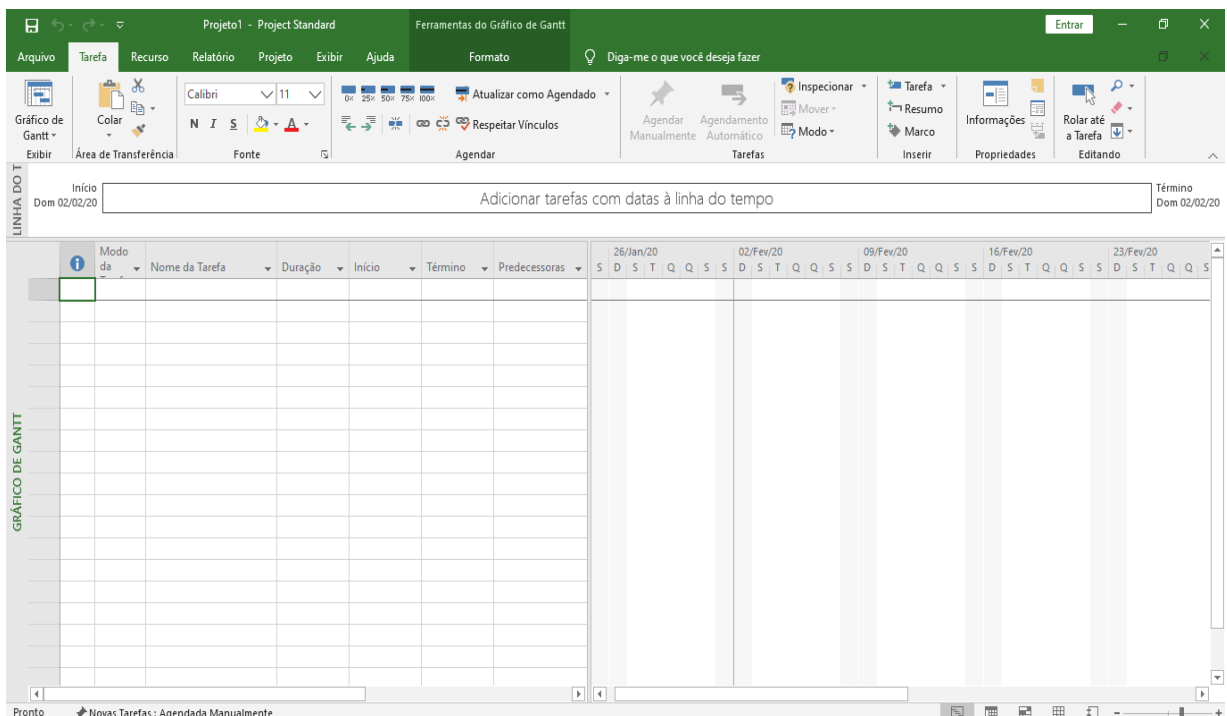
3.7.1 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Para a aplicação do planejamento 4D ao modelo, é necessário a elaboração de um cronograma de obras para ser integrado ao projeto. Para isso, foi utilizado o software Microsoft Project que auxilia na gestão de projetos.

3.7.2 MICROSOFT PROJECT

O MS Project possui diversas funcionalidades que auxiliam no planejamento de obras. Ao abrir o software, é possível inserir tarefas e determinar as datas de início e fim, bem como a duração da tarefa. De forma automática, é gerado o diagrama de Gantt do projeto. Sua interface é mostrada na Figura 9.

Figura 9 – Interface do MS Project.



Fonte: autoria própria

O preenchimento das tarefas foi realizado através do Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI). A duração de cada tarefa foi determinada através dos coeficientes das composições fornecidas pelo próprio SINAPI e das tabelas de quantitativos oriundas do Revit.

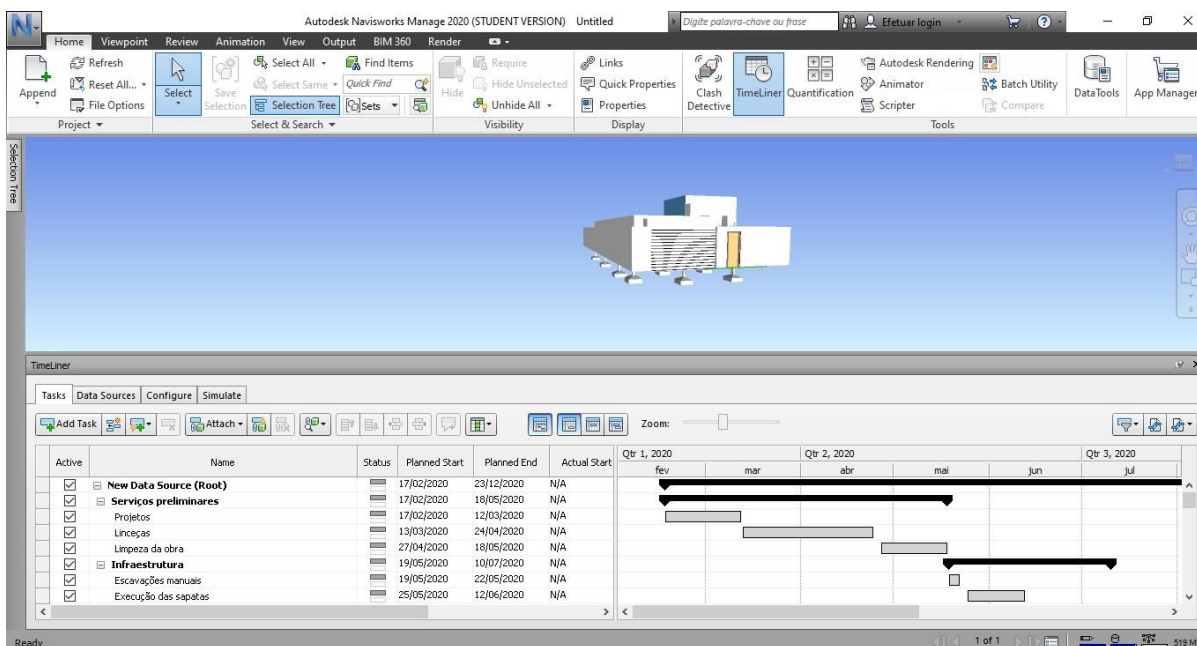
O modelo tridimensional e os quantitativos são a base para a elaboração do cronograma. A partir da plataforma BIM, é possível realizar alterações em qualquer etapa da obra, desde a fase de planejamento até o término da obra. Dentro do canteiro de obras, é de suma importância ter esse controle, permitindo ao gestor mensurar o impacto que determinada mudança do planejado acarretará na obra. Assim, é possível ter um maior controle da obra em busca de seguir as metas do planejamento.

3.7.3 NAVISWORK

O Naviswork é um software da Microsoft que trabalha conjuntamente com outras plataformas como AutoCAD e Auto Desk Revit. Ele possibilita a integração do cronograma ao modelo tridimensional. Esta é apenas uma de suas funções, entretanto será a que utilizaremos para a elaboração do trabalho, pois o foco é no planejamento 4D.

É importante ressaltar que o Naviswork não é um software de modelagem, portanto não é possível elaborar um modelo a partir de suas ferramentas. Entretanto, ele permite a importação de arquivos oriundos de outros softwares, como o Revit. De forma similar, o cronograma pode ser importado do MS Project ou do Primavera. A importação do cronograma a partir do MS Project traz ainda o diagrama de Gantt. A Figura 10 mostra a interface do programa com o modelo e o cronograma já inseridos.

Figura 10 – Interface do Naviswork com o modelo 3D e o cronograma



Fonte: autoria própria

A integração de cada tarefa com os elementos do modelo tridimensional não ocorre de forma automática, uma vez que o usuário é quem realiza tal procedimento.

Após isso, é possível criar um simulador em formato de vídeo que relaciona a data com os elementos já construídos. Contudo, utilizaremos de meios fotográficos para registrar cada etapa da obra em sua determinada data de início e fim.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na elaboração do projeto arquitetônico, as tecnologias não deram suporte na parte de concepção do projeto. Já na etapa de desenho, o Revit possibilitou rapidez devido à inserção de elementos, como portas e janelas, de forma automática. As tabelas de quantitativos oferecem suporte ao planejamento, pois permitem uma melhor percepção do orçamento da obra.

A renderização pode ser realizada dentro do próprio Revit, de forma simples e automática. Entretanto, foi observado que o render exige bastante do processamento do computador e demora, em sua melhor qualidade, cerca de uma hora e quarenta minutos.

Na execução do lançamento estrutural, foi observado que o Revit não dispõe de amparo técnico, tendo função apenas de representação gráfica. Apesar de haver, após o lançamento estrutural, uma análise da estrutura, o Revit não possibilita o dimensionamento dos elementos. Contudo, a estrutura e a arquitetura podem ser representadas em um mesmo arquivo e, portanto, possíveis interferências, como a superposição entre pilares e janelas, são demonstradas pelo aplicativo para posterior solução pelo profissional.

Na integração do planejamento ao modelo tridimensional, é necessário elaborar um cronograma de obras, sendo, para isso, necessária a utilização de outro software. Os serviços são retirados das tabelas do SINAPI, de forma manual.

O planejamento 4D, é realizado pelo Naviswork. O arquivo oriundo do Revit deve possuir formato nwc. É de forma simples, que se insere o cronograma e os projetos estrutural e arquitetônico.

Por fim, o planejamento 4D exige a utilização de no mínimo três softwares. Para tanto, é requerido um amplo conhecimento por parte dos profissionais. Assim como, é necessário computadores que possuam um bom desempenho. Tais fatores, adicionados às licenças de utilização de cada software, acarretam em custos para a utilização da tecnologia.

4.1 PROBLEMAS ENCONTRADOS

A compatibilização dos projetos na plataforma BIM necessita da utilização de diversos softwares. Cada um deles requer custos e conhecimentos específicos.

Apesar de a utilização do Revit ser de certa forma fácil e intuitiva, é necessário que o profissional tenha conhecimentos não só na parte técnica de projetos e na execução, mas

também no funcionamento do próprio software, o que nem sempre é observado dentre os profissionais, gerando custos a partir da necessidade de um treinamento.

Além disso, há custos para a obtenção dos próprios softwares, pois tais aplicativos em geral requerem computadores com altos desempenho de processamento, o que acarreta em custo elevados.

Os fatores relacionados aos custos dos softwares e dos computadores e à necessidade de treinamento por parte dos profissionais são potencializados devido ao grande número de aplicativos que englobam a plataforma BIM.

Outro problema encontrado está relacionado à importação de famílias no Revit. Ao importar elementos, o Revit não consegue identificar em qual grupo está aquele arquivo, se é do grupo de estrutura, arquitetura ou de sistemas. Assim, para inserir famílias, o usuário deve determinar a qual o grupo ela pertence.

4.2 CONCLUSÃO

A implementação da tecnologia BIM está tornando-se cada vez mais realidade no âmbito da construção civil. Pode-se dizer que tanto para as empresas e profissionais, quanto para os clientes, essa tecnologia tem muito a agregar quanto à diminuição de erros, compatibilização de projetos, cumprimento de metas e um maior controle em gestão de obras.

O potencial do BIM dá indícios que os custos para sua implementação, como custos de treinamento de profissionais, licença dos softwares e dos computadores, compensam o investimento na tecnologia.

Como a disseminação do BIM no Brasil está apenas começando, há a oportunidade de as empresas e dos profissionais que trabalham com essa tecnologia destacarem-se no mercado. Como já mencionado, no Brasil há iniciativas do governo para a disseminação do BIM e metas para passar a ser obrigatório nos projetos e nas construções brasileiras. Portanto, no futuro, as empresas da área da construção civil somente poderão realizar atividades para o governo caso esteja inserida na tecnologia.

Contudo, concluímos que, apesar das dificuldades encontradas para a implementação do BIM, ele apresentará um retorno significativo. As vantagens são desde um maior poder no mercado, quanto à minimização de erros, tanto em projetos quanto na execução das obras, além de maximização dos lucros para empresas e profissionais.

REFERÊNCIAS

- ADEMILAR. Tabela com o percentual de gastos para cada etapa da obra. Ademilar Consórcio de investimento imobiliário. 2013. Disponível em: <https://www.ademilar.com.br/blog/construcao-civil/tabela-percentual-gastos-obra/>. Acesso em: 15 Dez. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro. 2004.
- AUTODESK. O que você pode fazer com o Revit. BDxpert. 2019. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/revit/architecture>. Acesso em: 19 out. 2019.
- AUTODESK. Produtos Revit: Sobre Famílias. Cidades IBGE. 2019. Disponível em: <https://knowledge.autodesk.com/pt-br/support/revit-products/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/PTB/Revit-Model/files/GUID-6DDC1D52-E847-4835-8F9A-466531E5FD29-htm.html>. Acesso em: 20 Dez. 2019.
- BIM 4D: Modelagem virtual de edifícios associadas às informações do cronograma executivo estabelece nova fronteira do planejamento de obras para construtoras. *Téchne*, p. 64, 22 DEZ 2014.
- BRASIL. Poder executivo. Decreto n. 9.893, de 27 de junho de 2019. Diário Oficial da União. Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9893.htm. Acesso em: 17 nov. 2019.
- BRASIL. Senado. Decreto n. 5296. Diário Oficial da União. Brasília, 02 de dezembro de 2004.
- BRASIL. Senado. Lei n. 13146. Diário Oficial da União. Brasília, 06 de julho de 2015.
- BRASIL. Senado. Decreto n. 9.983. Diário Oficial da União. Brasília, 22 de agosto de 2019.
- CALLEGARI, Simara. Análise da compatibilização de projetos em três edifícios residenciais multifamiliares. Florianópolis, v. 1, f. 160, 2007. Monografia (Arquitetura e Urbanismo) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Florianópolis, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/248377.pdf>. Acesso em: 25 out. 2019.
- CARDOSO, Andreia. BIM: o que é?. Porto, 2013. 27 p. Dissertação (Engenharia Civil) - Universidade do Porto.
- CLELAND, David. Gerenciamento de projetos. 2. ed. LTC. 382 p.

COELHO, Sérgio. Modelagem de Informações para Construção (BIM) e ambientes colaborativos para gestão de projetos na construção civil. Pelotas, 2008. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Instituto Federal Sul-rio-grandense.

Confederação Nacional de Dirigentes Lojistas. Mesmo aposentados, 21% dos idosos continuam trabalhando, revela pesquisa CNDL/SPC Brasil. Brasil, 2018. Disponível em: file:///C:/Users/lenovo/Downloads/release_idosos_vida_profissional_dezembro_2018.pdf. Acesso em: 15 Dez. 2019.

Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil. Percepções da sociedade sobre Arquitetura e Urbanismo. CAU/BR. 2015. Disponível em: <https://www.caubr.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedade-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>. Acesso em: 1 nov. 2019.

EASTMAN, C. Building Information Modeling: case studies. Disponível em: <http://dcom.arch.gatech.edu/class/BIMCaseStudies>. Acesso em: 29 maio 2013.

EASTMAN, Charles. An outline of the building description system. 1. ed. Pittsburgh, 1974. 22 p.

EUROPEAN SUMMIT. European BIM Summit. europeanbimsummit. Barcelona, 2018. Disponível em: <https://europeanbimsummit.com/organizacion/>. Acesso em: 19 out. 2019.

FERREIRA, Aurélio. Dicionário de língua portuguesa. 8. ed. Positivo, 2018. 954 p.

Fundo de População das Nações Unidas. Envelhecimento no Século XXI: Celebração e Desafio. UNFPA. Londres, 2012. Disponível em: https://www.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/Portuguese-Exec-Summary_0.pdf. Acesso em: 15 Dez. 2020.

GLOBO. Como a construção civil movimentou a economia e gera empregos. G1. 2018. Disponível em: <https://g1.globo.com/especial-publicitario/em-movimento/noticia/como-a-construcao-civil-movimentou-a-economia-e-gera-empregos.ghtml>. Acesso em: 27 out. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produto Interno Bruto - PIB. IBGE. 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 26 out. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama Cajazeiras: População. Cidades IBGE. 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 30 out. 2019.

Instituto Brasileiro dos Direitos das pessoas com Deficiência. Conferência Nacional dos Direitos das Pessoas com Deficiência. Brasília, 2012.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pessoas com Deficiência. IBGE. Brasil, 2010. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/20551-pessoas-com-deficiencia.html>. Acesso em: 13 nov. 2019.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama de Cajazeiras. Cidades IBGE. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/cajazeiras/panorama>. Acesso em: 15 Dez. 2020.

MANZIONE, Leonardo. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso de BIM. São Paulo, v. 1, 2013. 343 p. Tese (Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

MOURA, Christiano. Pólo educacional de Cajazeiras abriga quase 10 mil estudantes no ensino superior. Coisas de Cajazeiras. Cajazeiras, 2019. Disponível em: <https://coisasdecajazeiras.portaldiarior.com.br/polo-educacional-de-cajazeiras-abriga-quase-10-mil-estudantes-no-ensino-superior/>. Acesso em: 30 out. 2019.

MOREIRA, Maria. Autodesk completa 30 anos com muita história para contar. BDxpert. 2012. Disponível em: <http://www.bdxpert.com/2012/02/03/autodesk-completa-30-anos-com-muita-historia-para-contar/>. Acesso em: 10 out. 2019.

MOURA, Christiano. Em dez anos, Cajazeiras registrou mais de 11 mil novas construções. Coisas de Cajazeiras. Cajazeiras, 2018. Disponível em: <https://coisasdecajazeiras.portaldiarior.com.br/em-dez-anos-cajazeiras-registrou-mais-de-11-mil-novas-construcoes/>. Acesso em: 30 out. 2019.

QUEIROZ, MARIO. Programação e controle de obras. Juiz de Fora, 2001. 95 p. Trabalho de Disciplina (Construção Civil) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA.

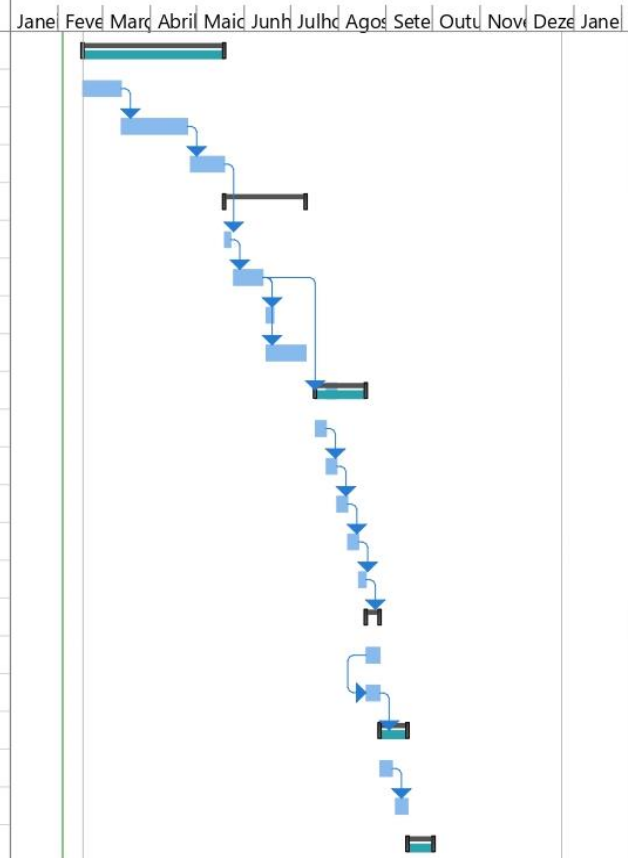
Revit ou SketchUp ? Qual o melhor rendimento para um arquiteto? RS Design. Santo André, 2016. Disponível em: https://www.rsdesign.com.br/espaco_arquiteto/Revit-ou-sketchup-qual-o-melhor-rendimento-para-o-arquiteto/. Acesso em: 20 out. 2019.

SILVA, BRUNO. Construção civil: importância do planejamento de obras. Pelotas, 2015. 18 p. Tese (Ciências e Tecnologias na Educação) - Instituto Federal Sul-rio-grandense.

VIEIRA, B. A.; Nogueira, L. (2018), “Construção civil: crescimento versus custos de produção civil”, Sistemas & Gestão, Vol. 13, No. 3, pp. 366-377, disponível em: < <http://www.revistasg.uff.br/index.php/sg/article/view/1419> > Acesso: 25 de NOV. de 2019).

APÊNDICE A – CRONOGRAMA DA OBRA GERADO PELO MS PROJECT

Id	Modo da Tarefa	EDT	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Jane	Feve	Març	Abril	Maid	Junh	Julhd	Agos	Sete	Outu	Novi	Deze	Jane	
1	★	1	Serviços preliminares	60 dias	Seg 17/02/20	Seg 18/05/20														
2	➡	1.1	Projetos	15 dias	Seg 17/02/20	Qui 12/03/20														
3	➡	1.2	Linceças	30 dias	Sex 13/03/20	Sex 24/04/20														
4	➡	1.3	Limpeza da obra	15 dias	Seg 27/04/20	Seg 18/05/20														
5	➡	2	Infraestrutura	39 dias	Ter 19/05/20	Sex 10/07/20														
6	➡	2.1	Escavações manuais	4 dias	Ter 19/05/20	Sex 22/05/20														
7	➡	2.2	Execução das sapatas	15 dias	Seg 25/05/20	Sex 12/06/20														
8	➡	2.3	Arranque de pilar	5 dias	Seg 15/06/20	Sex 19/06/20														
9	➡	2.4	Execução das vigas baldrames	20 dias	Seg 15/06/20	Sex 10/07/20														
10	★	3	Superestrutura	23 dias	Sex 17/07/20	Ter 18/08/20														
11	➡	3.1	Execução dos pilares	5 dias	Sex 17/07/20	Qui 23/07/20														
12	➡	3.2	Execução do piso	5 dias	Sex 24/07/20	Qui 30/07/20														
13	➡	3.3	Execução das vigas	5 dias	Sex 31/07/20	Qui 06/08/20														
14	➡	3.4	Execução das lajes	5 dias	Sex 07/08/20	Qui 13/08/20														
15	➡	3.5	Execução da cobertura	3 dias	Sex 14/08/20	Ter 18/08/20														
16	➡	4	Alvenarias	7 dias	Qua 19/08/20	Qui 27/08/20														
17	➡	4.1	Execução de alvenaria	7 dias	Qua 19/08/20	Qui 27/08/20														
18	➡	4.2	Vergas e contravergas	7 dias	Qua 19/08/20	Qui 27/08/20														
19	★	5	Esquadrias	12 dias	Sex 28/08/20	Seg 14/09/20														
20	➡	5.1	Instalação de portas de madeira	6 dias	Sex 28/08/20	Sex 04/09/20														
21	➡	5.2	Instalação de janelas	6 dias	Seg 07/09/20	Seg 14/09/20														
22	★	6	Instalações hidráulicas	13 dias	Ter 15/09/20	Qui 01/10/20														

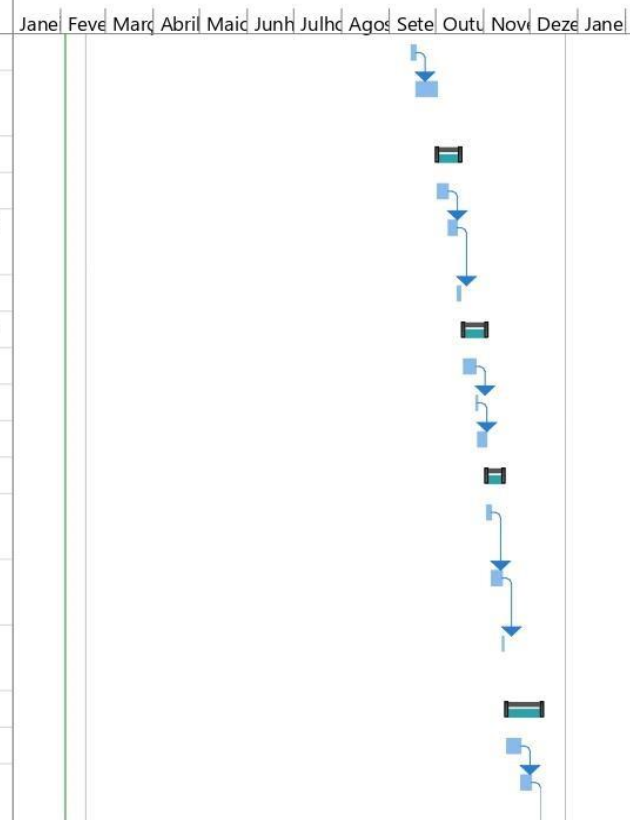


Projeto: Cronograma tcc
Data: Ter 04/02/20

Tarefa		Resumo Inativo		Tarefas externas	
Divisão		Tarefa Manual		Marco externo	
Marco		Somente duração		Data limite	
Resumo		Acúmulo de Resumo Manual		Andamento	
Resumo do projeto		Resumo Manual		Progresso manual	
Tarefa Inativa		Somente início			
Marco Inativo		Somente término			

APÊNDICE B – CRONOGRAMA DA OBRA GERADO PELO MS PROJECT

Id	Modo da Tarefa	EDT	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término																
							Jane	Fev	Març	Abril	Maiç	Junh	Julhç	Agos	Sete	Outu	Novi	Deze	Jane			
23		6.1	Execução de tubulações de água fria	3 dias	Ter 15/09/20	Qui 17/09/20																
24		6.2	Instalação do reservatório de água e barrilete	10 dias	Sex 18/09/20	Qui 01/10/20																
25		7	Instalações de esgoto e águas pluviais	11 dias	Sex 02/10/20	Sex 16/10/20																
26		7.1	Execução de sistema de esgoto	5 dias	Sex 02/10/20	Qui 08/10/20																
27		7.2	Execução de caixas de passagem, séptica e de gordura	4 dias	Sex 09/10/20	Qua 14/10/20																
28		7.3	Instalação de rede de drenagem	2 dias	Qui 15/10/20	Sex 16/10/20																
29		8	Instalações elétricas	11 dias	Seg 19/10/20	Seg 02/11/20																
30		8.1	Execução do sistema elétrico	6 dias	Seg 19/10/20	Seg 26/10/20																
31		8.2	Quadro de distribuição	1 dia	Ter 27/10/20	Ter 27/10/20																
32		8.3	Instalação de equipamentos	4 dias	Qua 28/10/20	Seg 02/11/20																
33		9	Impermeabilização	9 dias	Ter 03/11/20	Sex 13/11/20																
34		9.1	Impermeabilização das vigas baldrames	3 dias	Ter 03/11/20	Qui 05/11/20																
35		9.2	Impermeabilização das 3 primeiras fiadas das alvenarias	5 dias	Sex 06/11/20	Qui 12/11/20																
36		9.3	Impermeabilização do box dos banheiros	1 dia	Sex 13/11/20	Sex 13/11/20																
37		10	Revestimentos	17 dias	Seg 16/11/20	Ter 08/12/20																
38		10.1	Execução do piso e contrapiso	7 dias	Seg 16/11/20	Ter 24/11/20																
39		10.2	Execução do revestimento interno das alvenarias	5 dias	Qua 25/11/20	Ter 01/12/20																



Projeto: Cronograma tcc
Data: Ter 04/02/20

Tarefa		Resumo Inativo		Tarefas externas	
Divisão		Tarefa Manual		Marco externo	
Marco		Somente duração		Data limite	
Resumo		Acúmulo de Resumo Manual		Andamento	
Resumo do projeto		Resumo Manual		Progresso manual	
Tarefa Inativa		Somente início			
Marco Inativo		Somente término			

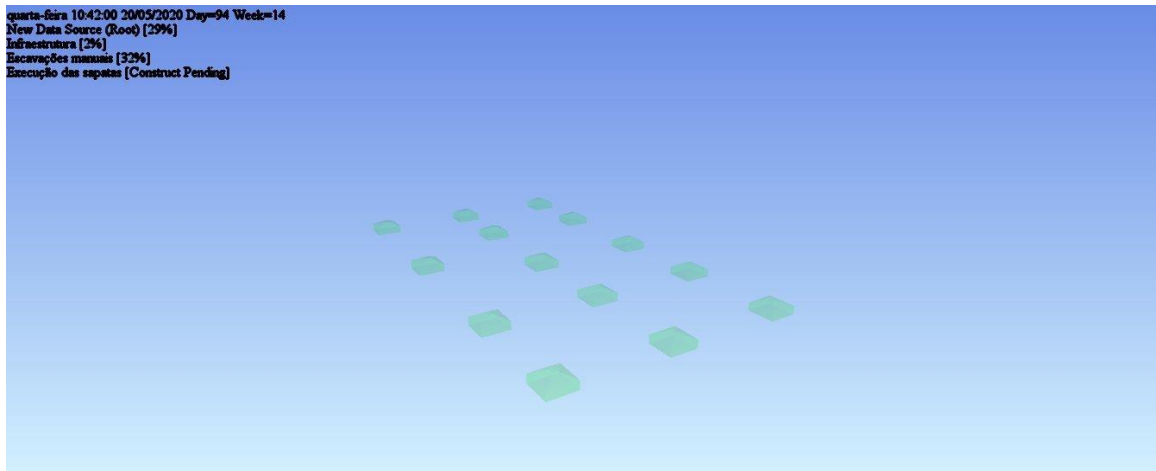
APÊNDICE C – CRONOGRAMA DA OBRA GERADO PELO MS PROJECT

Id	Modo da Tarefa	EDT	Nome da Tarefa	Duração	Início	Término	Janeiro Fevereiro Março Abril Maio Junho Julho Agosto Setembro Outubro Novembro Dezembro													
40		10.3	Execução externa do revestimento das alvenarias	5 dias	Qua 02/12/20	Ter 08/12/20														
41		11	Forros	5 dias	Qua 09/12/20	Ter 15/12/20														
42		11.1	Execução dos forros	5 dias	Qua 09/12/20	Ter 15/12/20														
43		12	Pintura	4 dias	Qua 16/12/20	Seg 21/12/20														
44		12.1	Execução de pinturas nas alvenarias	4 dias	Qua 16/12/20	Seg 21/12/20														
45		13	Louças e metais	1 dia	Ter 22/12/20	Ter 22/12/20														
46		13.1	Instalação de louças e metais	1 dia	Ter 22/12/20	Ter 22/12/20														
47		14	Complementos	1 dia	Qua 23/12/20	Qua 23/12/20														
48		14.1	Limpeza final	1 dia	Qua 23/12/20	Qua 23/12/20														

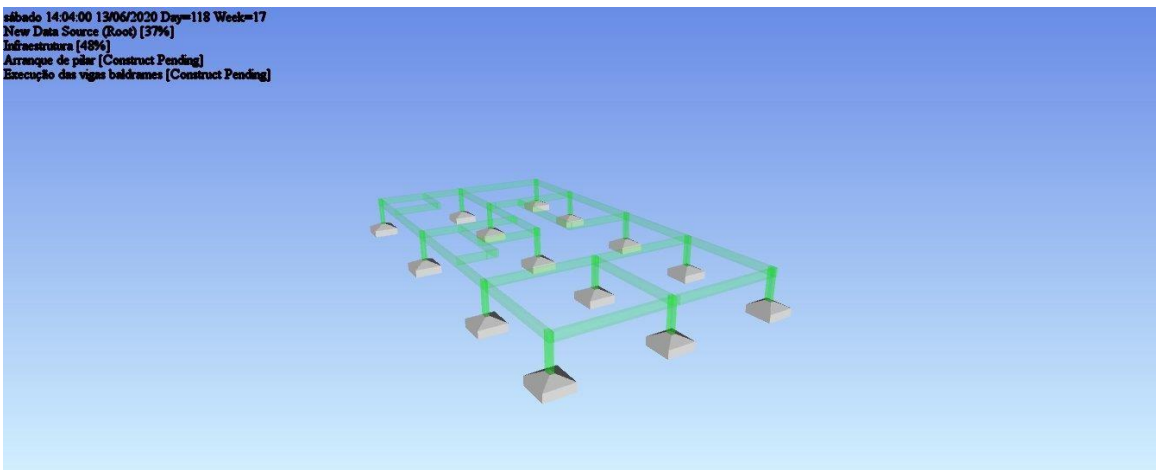
Projeto: Cronograma tcc
Data: Ter 04/02/20

Tarefa	Resumo Inativo	Tarefas externas
Divisão	Tarefa Manual	Marco externo
Marco	Somente duração	Data limite
Resumo	Acúmulo de Resumo Manual	Andamento
Resumo do projeto	Resumo Manual	Progresso manual
Tarefa Inativa	Somente início	
Marco Inativo	Somente término	

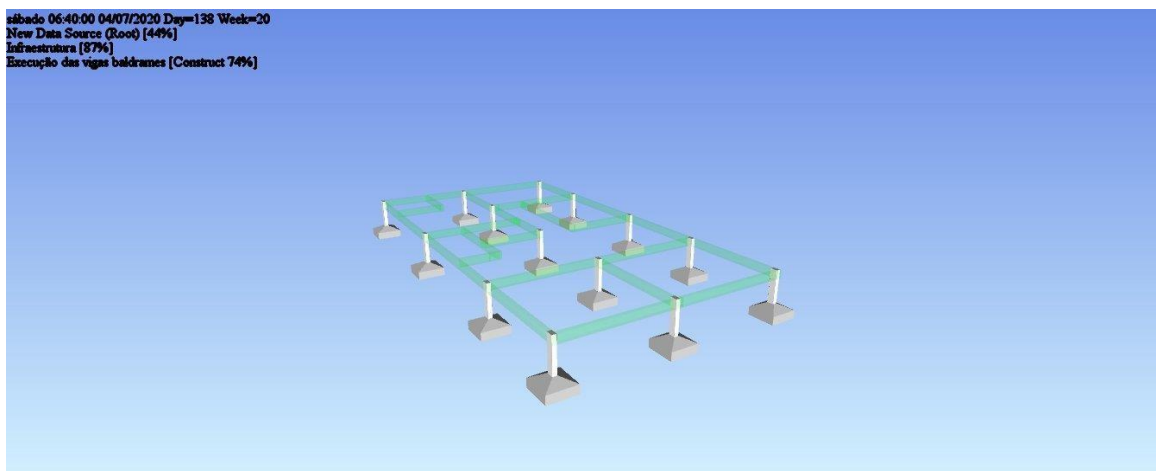
APÊNDICE D – TIMELAPSE DO PLANEJAMENTO 4D GERADO PELO NAVISWORK



16/05/2020

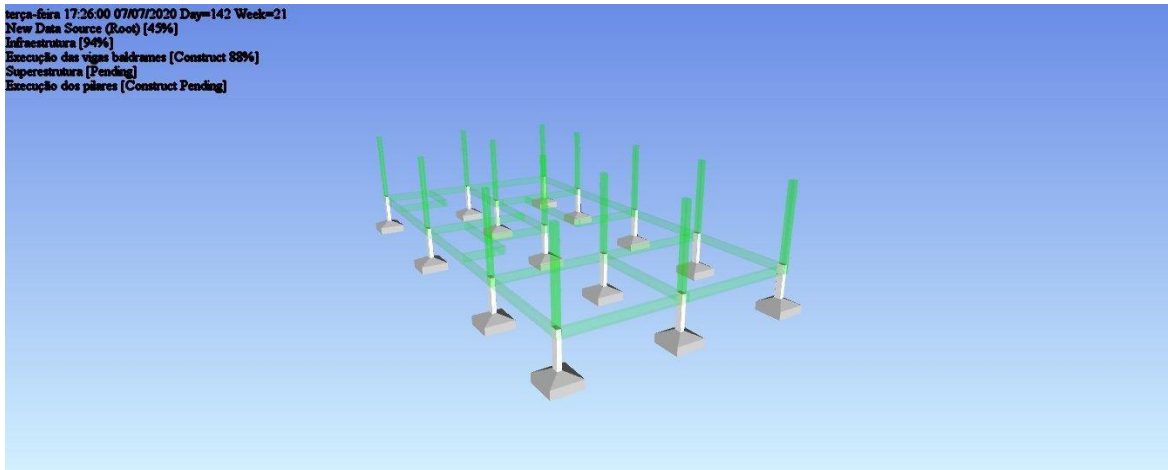


13/06/2020



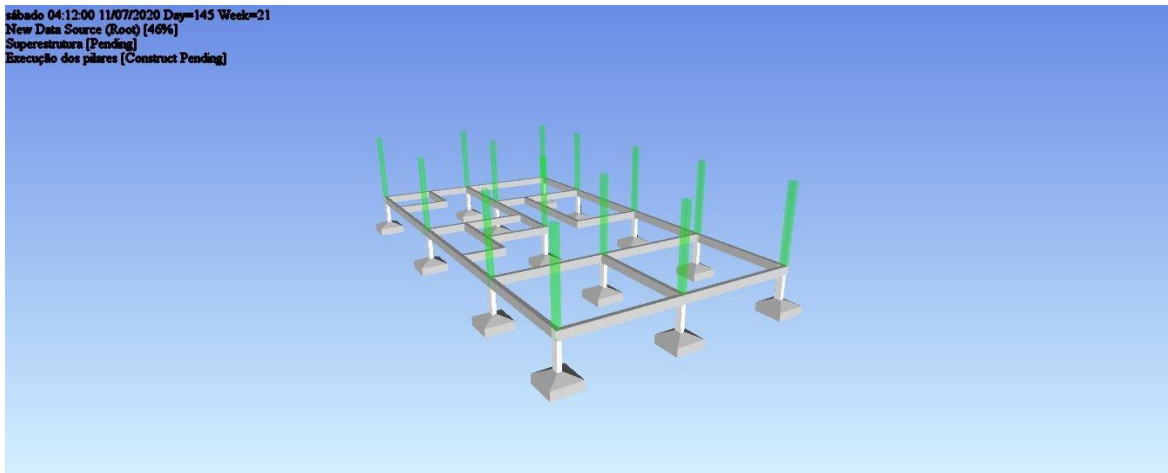
04/07/2020

terça-feira 17:26:00 07/07/2020 Day=142 Week=21
New Data Source (Root) [459%]
Infraestrutura [94%]
Execução das vigas baldrame [Construct 88%]
Superestrutura [Pending]
Execução dos pilares [Construct Pending]



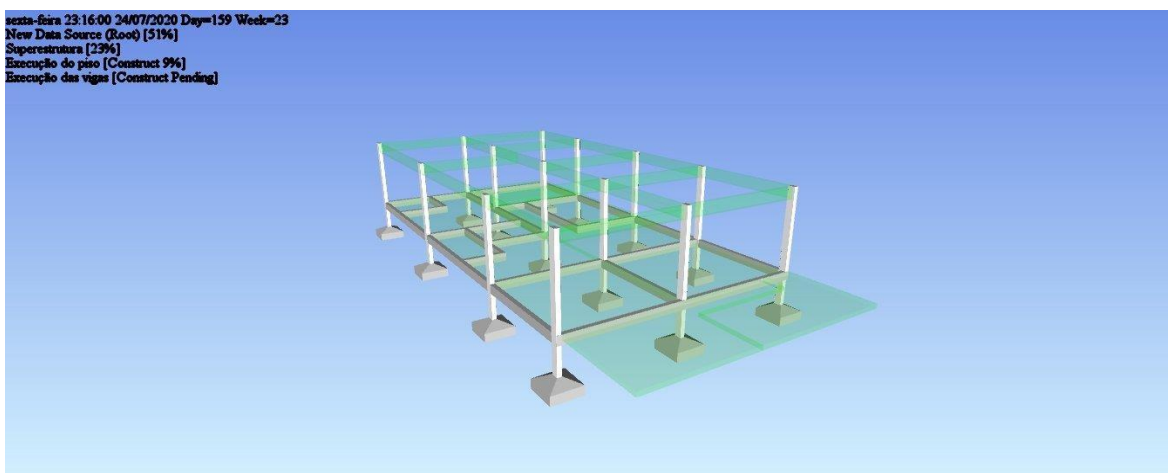
07/07/2020

sábado 04:12:00 11/07/2020 Day=145 Week=21
New Data Source (Root) [469%]
Superestrutura [Pending]
Execução dos pilares [Construct Pending]



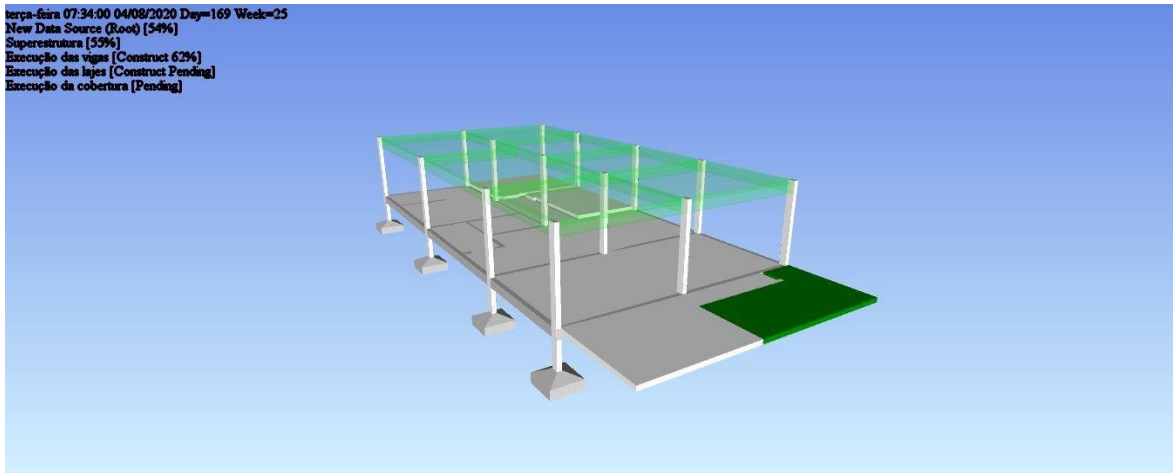
11/07/2020

sexta-feira 23:16:00 24/07/2020 Day=159 Week=23
New Data Source (Root) [519%]
Superestrutura [23%]
Execução do piso [Construct 99%]
Execução das vigas [Construct Pending]



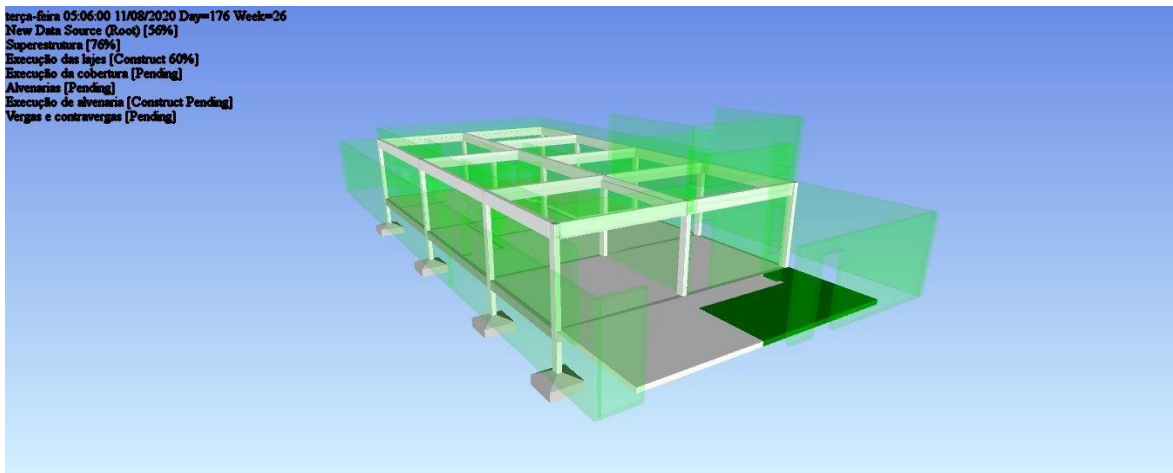
24/07/2020

terça-feira 07:34:00 04/08/2020 Day=169 Week=25
New Data Source (Root) [549%]
Superestrutura [539%]
Execução das vigas [Construct 629%]
Execução das lajes [Construct Pending]
Execução da cobertura [Pending]



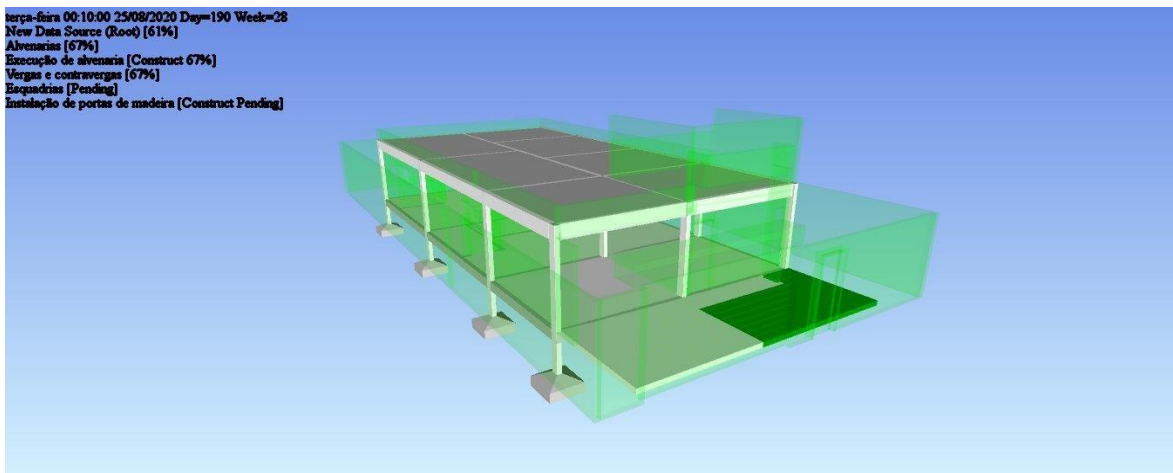
04/08/2020

terça-feira 05:06:00 11/08/2020 Day=176 Week=26
New Data Source (Root) [569%]
Superestrutura [769%]
Execução das lajes [Construct 609%]
Execução da cobertura [Pending]
Alvenarias [Pending]
Execução de alvenaria [Construct Pending]
Vergas e contravergas [Pending]



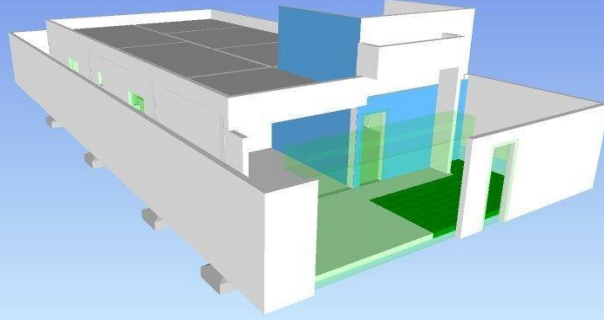
11/08/2020

terça-feira 00:10:00 25/08/2020 Day=190 Week=28
New Data Source (Root) [619%]
Alvenarias [679%]
Execução de alvenaria [Construct 679%]
Vergas e contravergas [679%]
Esquadrias [Pending]
Instalação de portas de madeira [Construct Pending]



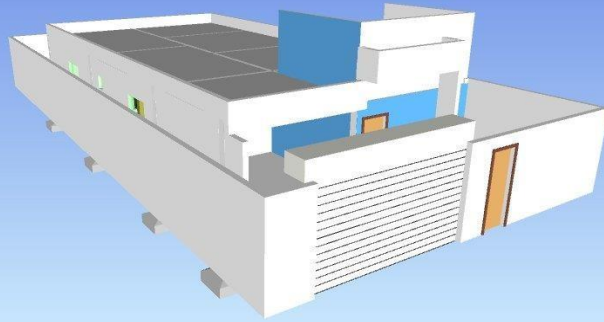
25/08/2020

sexta-feira 08:28:00 04/09/2020 Day=201 Week=29
New Data Source (Root) [64%]
Esquadrias [40%]
Instalação de portas de madeira [Construct 93%]
Instalação de janelas [Construct Pending]
Instalações hidráulicas [Pending]
Execução de tubulações de água fria [Pending]



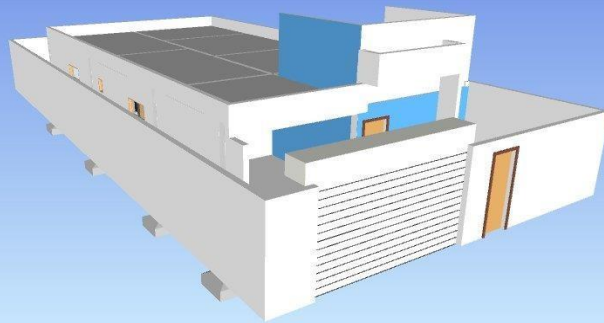
04/09/2020

segunda-feira 19:14:00 07/09/2020 Day=204 Week=30
New Data Source (Root) [65%]
Esquadrias [60%]
Instalação de janelas [Construct 6%]
Instalações hidráulicas [Pending]
Execução de tubulações de água fria [Pending]
Instalação do reservatório de água e barrilete [Pending]



07/09/2020

quarta-feira 17:00:00 23/12/2020 Day=311 Week=45

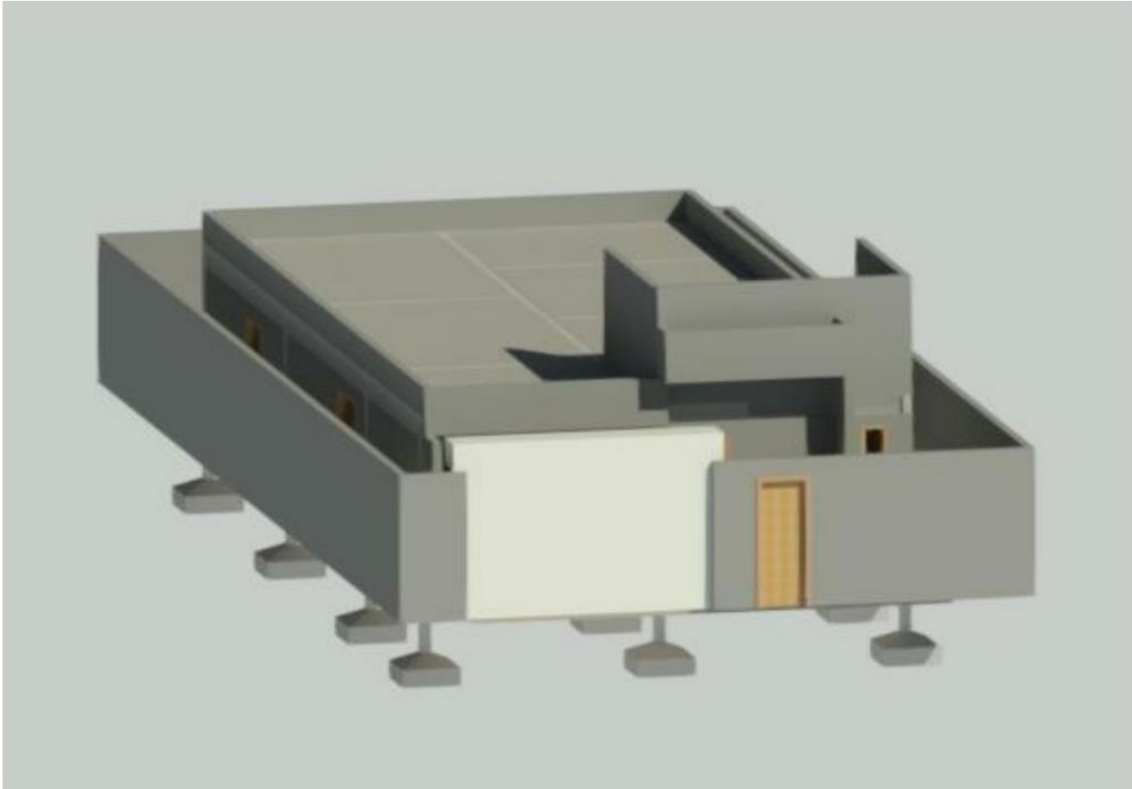


23/12/2020

APÊNDICE E – TABELA DE QUANTITATIVOS DE CONCRETO

Levantamento do material da fundação e lajes			
Material: Nome	Comentários	Tipo	Material: Volume
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.06 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.07 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.09 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.09 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.10 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.11 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.12 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.18 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.18 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.19 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.21 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.35 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.36 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.36 m ³
Concreto, Moldado in loco	Sapata isolada	Sapata de suporte - 900 x 300	0.37 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto - Concreto moldado in loco	Sapata isolada	3100x2900x1050	0.38 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.54 m ³
Concreto, Moldado in loco	Viga baldrame	Sapata de suporte - 900 x 300	0.72 m ³
Concreto, Moldado in loco	Laje	Laje de fundação de 15 mm	2.07 m ³
Concreto, Moldado in loco	Laje	Laje de fundação de 15 mm	2.30 m ³
Concreto, Moldado in loco	Laje	Laje de fundação de 15 mm	4.57 m ³
Concreto, Moldado in loco	Laje	Laje de fundação de 15 mm	9.34 m ³

APÊNDICE F – RENDERIZAÇÃO DA ARQUITETURA



TCC- BIM

Arquitetura

Caio Farias

IFPB

09/02/2020

Escala: 1 : 1

APÊNDICE G – RENDERIZAÇÃO DA ESTRUTURA



TCC- BIM

Estrutura

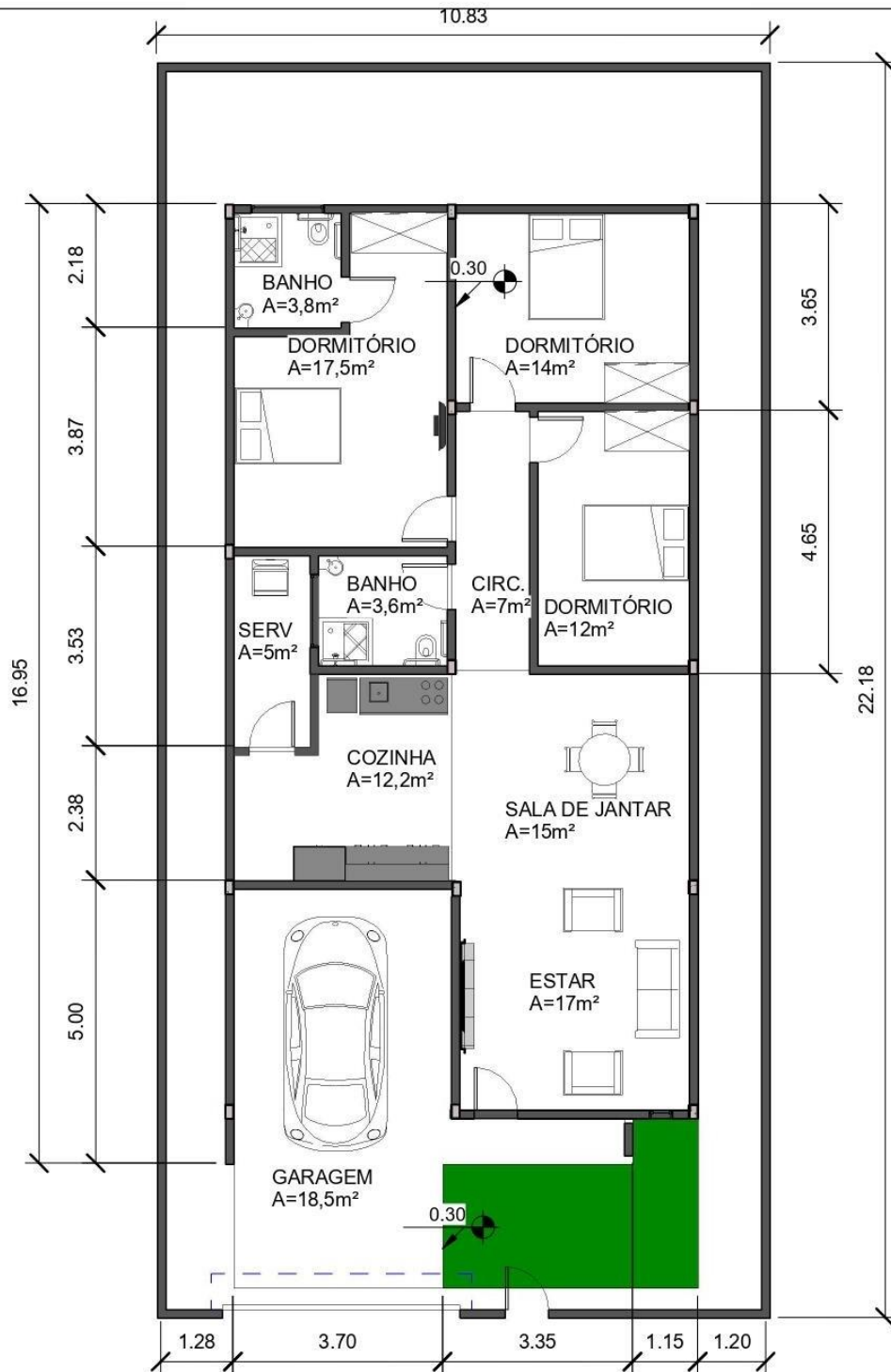
Caio Farias

IFPB

09/02/2020

Escala: 1 : 1

APÊNDICE H – PLANTA BAIXA



PLANTA BAIXA
1:50

TCC- BIM

Arquitetura

Caio Farias

IFPB

09/02/2020

Escala: 1 : 100

APÊNDICE I – PLANTA HUMANIZADA



TCC- BIM

Arquitetura

Caio Farias

IFPB

09/02/2020

Escala: 1 : 1