



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO ENGENHARIAS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL/ CMA

PEDRO FELIX DE MEDEIROS NETO

**FLUXO DE TRABALHO EM BIM INTEGRANDO AUTOCAD CIVIL 3D E REVIT:
APLICAÇÃO PARA SOLUÇÕES EM TOPOGRAFIA**

ANGICOS - RN

2023

PEDRO FELIX DE MEDEIROS NETO

**FLUXO DE TRABALHO EM BIM INTEGRANDO AUTOCAD CIVIL 3D E REVIT:
APLICAÇÃO PARA SOLUÇÕES EM TOPOGRAFIA**

Trabalho final de graduação apresentada a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Graduação em Engenharia Civil.

Orientador: Luís Henrique Gonçalves Costa

ANGICOS - RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

N469f NETO, PEDRO.
FLUXO DE TRABALHO EM BIM INTEGRANDO AUTOCAD
CIVIL 3D E REVIT: APLICAÇÃO PARA SOLUÇÕES EM
TOPOGRAFIA / PEDRO NETO. - 2023.
47 f. : il.

Orientadora: LUÍS HENRIQUE GONÇALVES COSTA.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de , 2023.

1. BIM. 2. INTEGRAÇÃO DE PROJETOS. 3.
WORKFLOW. 4. TOPOGRAFIA. I. GONÇALVES COSTA, LUÍS
HENRIQUE, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Angicos
Bibliotecário: Helder Romero Maia Duarte
CRB: 15/673

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

PEDRO FELIX DE MEDEIROS NETO

**FLUXO DE TRABALHO EM BIM INTEGRANDO AUTOCAD CIVIL 3D E REVIT:
APLICAÇÃO PARA SOLUÇÕES EM TOPOGRAFIA**

Trabalho final de graduação apresentada a
Universidade Federal Rural do Semi-Árido
como requisito para obtenção do título de
Graduação em Engenharia Civil.

Defendida em: 09 / 10 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



LUIS HENRIQUE GONCALVES COSTA

Data: 14/10/2023 15:16:34-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Luís Henrique Gonçalves Costa, Prof. Dr. (UFERSA)

Presidente

Documento assinado digitalmente



WENDELL ROSSINE MEDEIROS DE SOUZA

Data: 12/10/2023 19:48:02-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Wendell Rossine Medeiros de Souza, Prof. Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

Kleber Cavalcanti Cabral

Assinado de forma digital por Kleber

Cavalcanti Cabral

Dados: 2023.10.16 08:14:54 -03'00'

Kléber Cavalcanti Cabral, Prof. Dr. (UFXYZ)

Membro Examinador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho em especial a minha avó, Maria Dantas de Medeiros em que esteve presente em todos os momentos da minha vida, sempre me apoiando e ajudando a enfrentar as batalhas da vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus por me dá forças para seguir em frente, pois foi a ele que eu recorri nos momentos mais difíceis desta caminhada.

Agradeço a minha família, pois sem eles não teria chegado aqui. Agradeço a minha querida avó, Maria Dantas de Medeiros, a minha mãe, Claudete Dantas de Medeiros, ao meu pai Sergio Botelho e a minha mãe de coração, Fabiola Coelho que é minha maior incentivadora, sempre dando conselhos para a vida. Agradecer também a toda equipe da QS Oiticica, que me deu uma oportunidade de estagio na Barragem de Oiticica em um momento importanticimos na descição de retomada do curso pós-pandemia, e agradecer a equipe do restaurante Recanto da tapera, em que sou grato de coração.

Agradeço também aos meus amigos Messias Leal, João Henrique e Paulo Augusto, companheiros de casa, sempre um ajudado o outro. E em especial Fernanda Medeiros, Layanne Araújo e Matheus Delgado, por participarem desta caminhada com noites em claro estudando e se dedicando.

Agradeço ao professores Wendell Rossine, Kleber Cabral e Arthur Dantas, pelos ensinamentos e conselhos para a vida proficional e pessoal. E a todos os professores docentes pelos ensinamentos transmitidos.

Agradeço imensamente a meu orientador Prof. Luís Henrique Gonçalves Costa, por me indicar os melhores caminhos no desenvolvimento desta pesquisa, pelos conhecimentos transmitidos ao longo das disciplinas, e conselhos para a vida proficional e pessoal. Pois, além de professor se tornou um amigo.

“O primeiro princípio da beleza arquitetônica é que as linhas essenciais de uma construção são determinadas por uma perfeita adequação do seu uso.”

(Gustave Eiffel)

RESUMO

Na indústria da construção civil, o BIM vem inovando a maneira como os projetos na área da engenharia e arquitetura são elaborados e executados, apresentando os projetos de forma virtual, sendo realizado sua construção de forma parametrizada e tridimensional. Contudo, o conhecimento da topografia, permite uma criação mais objetiva, contida na realidade do terreno e localização espacial mais detalhada, trazendo informações essenciais para o planejamento do projeto, permitindo uma compreensão dos problemas topográficos do terreno como, orientação espacial e curvas de níveis acentuadas. Portanto, a criação de um fluxo de trabalho entre as ferramentas AutoCAD Civil 3D® e Revit® é fundamental para a criação e manipulação de modelos topográficos criados no AutoCAD civil 3D® e integrado com o Revit®, garantindo uma base sólida entre as ferramentas, com processos definidos trazendo rapidez e qualidade nas informações para a criação do terreno real no software Revit®. Contudo, o método utilizado na pesquisa foi satisfeito, expondo o passo-a-passo do processo, apresentando as vantagens e desvantagens do método proposto, demonstrando que integrar topografia em projetos de construção possibilita criação de projetos virtuais precisos e eficientes, reduzindo impactos ambientais, problemas futuros na obra e aumentando a qualidade no projeto e execução.

Palavras-chave: BIM. Integração de Projetos. WorkFlow. Topografia.

ABSTRACT

In the construction industry, BIM has been innovating the way engineering and architectural projects are conceived and executed by presenting them virtually, constructed in a parametric and three-dimensional manner. However, knowledge of topography allows for a more objective creation, rooted in the reality of the terrain and offering a more detailed spatial understanding, including vital information for project planning such as spatial orientation and steep contour lines. Therefore, establishing a workflow between AutoCAD Civil 3D® and Revit® tools is essential for creating and manipulating topographical models developed in AutoCAD Civil 3D® and integrated with Revit®, ensuring a robust foundation between the tools with defined processes that bring speed and quality to the information necessary for creating the actual terrain in Revit® software. The research method employed in the study was comprehensive, detailing the step-by-step process and presenting the advantages and disadvantages of the proposed method. It demonstrated that integrating topography into construction projects enables the creation of precise and efficient virtual designs, reducing environmental impacts and future issues during construction, while enhancing the quality of both project planning and execution.

Keywords: BIM. Project integration. WorkFlow. Topography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Representação do sistema geométrico da terra	18
Figura 2- Sistema de coordenadas UTM	19
Figura 3- Fluxo de trabalho para vinculação entre Civil 3D e Revit.....	25
Figura 4 - Sequência dos pontos.....	26
Figura 5- Pagina inicial do AutoCAD Civil 3D.	27
Figura 6 - Área de trabalho do AutoCAD Civil 3D.	28
Figura 7 - Create surface.	28
Figura 8 -Criando superfície topográfica.....	29
Figura 9 - Adicionando superfície topográfica.....	30
Figura 10 - Adicionando levantamento topográfico.....	30
Figura 11 - Confirmação dos pontos.	31
Figura 12 - Editar superfície.....	32
Figura 13 – habilitando as curvas de níveis.....	32
Figura 14 - Editando o intervalo das curvas de níveis.....	33
Figura 15 - curvas de níveis geradas.	33
Figura 16 - Salvando o levantamento topográfico.	34
Figura 17 - Iniciando o trabalho no Revit.....	35
Figura 18 - Navegador de projeto.....	35
Figura 19- Barra de propriedades.	36
Figura 20 - Faixa de vista.	37
Figura 21 - Inserindo vinculo CAD.....	37
Figura 22 - Vinculando arquivo DWG.	38
Figura 23 - Apresentando contornos do projeto.	38
Figura 24 - Revisão dos contornos.	39
Figura 25 - Criação da superfície topográfica.	39
Figura 26 - Criando através da importação.	40
Figura 27 - Gerando superfície sólida.	40
Figura 28 - Confirmação da superfície.	41
Figura 29 - Superfície sólida gerada.....	41
Figura 30 - Criando plataforma de construção.	42
Figura 31 - Desenhando plataforma de construção.	42
Figura 32 - Vista 3D com a criação das plataformas de construção.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Corte e aterro.	43
---------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Terceira dimensão
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AsBEA	Associação Brasileira do Escritório de Arquitetura
Bel	Bacharel
BIM	Building Information Modeling
CAD	Desenho Auxiliado por Computador
CSV	Valor separado por virgula
Dr	Doutor
E	Este
Esp	Especialista
GPS	Sistema Global de Posicionamento
Me	Mestre
N	Norte
NBR	Norma Brasileira
RTK	Real Time Kinematic
TXT	Documento de texto
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
UTM	Universal Transversa de Mercator
Vante	Veículo Aéreo não Tripulado
Z	Elevação

LISTA DE SÍMBOLOS

@	Arroba
©	Copyright
®	Marca registrada
%	Porcentagem
\$	Cifrão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.2 Objetivos.....	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	17
2.1 Sistemas de coordenadas.....	17
2.2 Tipos de levantamentos	19
2.3 Corte e aterro	20
2.4 BIM na construção civil e fluxo de trabalho	20
2.4.1 Software AutoCAD Civil 3D®	21
2.4.2 Software Autodesk Revit®.....	22
2.5 Fluxo de trabalho.....	22
3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	24
3.1 Procedimentos Metodológicos	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
REFERÊNCIAS	45

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço no setor da construção civil, a modelagem da informação da construção, conhecida como BIM (*Bulding Information Modeling*), está desenvolvendo uma nova abordagem para projetos, construções e gerenciamentos de empreendimentos no setor. O BIM auxilia aos engenheiros desempenhar o seu trabalho em um ambiente virtual, proporcionando integração dos dados e informações geométricas de forma tridimensional antes mesmo da construção física do empreendimento projetado, proporcionando uma visão mais sistêmica da modelagem da construção antecipando possíveis problemas.

Visando a compatibilização entre projetos para a solução de possíveis interferências, a topografia desempenha um papel essencial nesse processo, fornecendo informações precisas sobre o terreno em estudo, detalhando suas características topográficas. Ao combinar o BIM com o conhecimento topográfico e as ferramentas adequadas, como o Civil 3D® e Revit®, é possível criar um modelo virtual completo do terreno, que representa não apenas a geometria do projeto, mas também as informações topográficas associadas. Portanto, para o uso dessas ferramentas, o trabalho apresentará um fluxo de trabalho, apresentando o passo-a-passo da integração entre os softwares, identificando possíveis erros na representação do terreno e migração dos desenhos entre as ferramentas.

A integração do BIM com o Civil 3D® e o Revit® oferece inúmeras vantagens para os topógrafos, engenheiros e arquitetos, permitindo uma melhor coordenação entre diferentes disciplinas do projeto, reduzindo conflitos e melhorando a eficiência global. Além disso, ao trabalhar em um ambiente de BIM, é possível realizar análises mais precisas do terreno, otimizar o projeto com base nas informações topográficas e reduzir o retrabalho durante a construção (EASTMAN *et al.*, 2014).

No decorrer do trabalho, a integração entre topografia e projetos da construção civil oferece um potencial significativo para projetos mais eficientes e sustentáveis, permitindo a criação de modelos virtuais que incorporam informações topográficas precisas para uma melhor análise do projetista, ganhando rapidez e eficiência, minimizando impactos ambientais e evitando problemas futuros no decorrer da obra e no pós-obra, impondo então uma qualidade no projeto e na execução.

1.2 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Elaborar a modelagem computacional de um levantamento topográfico empregando a metodologia BIM, de forma a criar um fluxo de trabalho com apoio das ferramentas AutoCAD Civil 3D® e Autodesk Revit®, visando a elaboração de platôs para corte e aterro de uma edificação.

1.1.2 Objetivos específicos

- Analisar método e técnica para a integração de modelos de construção criados no Revit® com modelos topográficos criados no AutoCAD Civil 3D®.
- Apresentar o fluxo de trabalho para modelagem de levantamentos topográficos utilizando a metodologia BIM (*Building Information Modeling*).
- Verificar vantagens e desafios da integração entre os programas AutoCAD Civil 3D®, Revit® a problemas de Topografia.
- Verificar tendências e perspectivas futuras para a integração entre topografia e os programas Revit® e AutoCAD Civil 3D®.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

De acordo com McCormac; Sarasua; Davis (2016), a topografia é a ciência que estuda e representa a forma e características da superfície terrestre com dimensões e contornos com características tridimensionais, utilizando técnicas de medição e levantamentos que pode incluir vários tipos de obras verticais e horizontais, como por exemplos: construção de prédios, estradas, barragens, adutoras, estruturas e obras de arte.

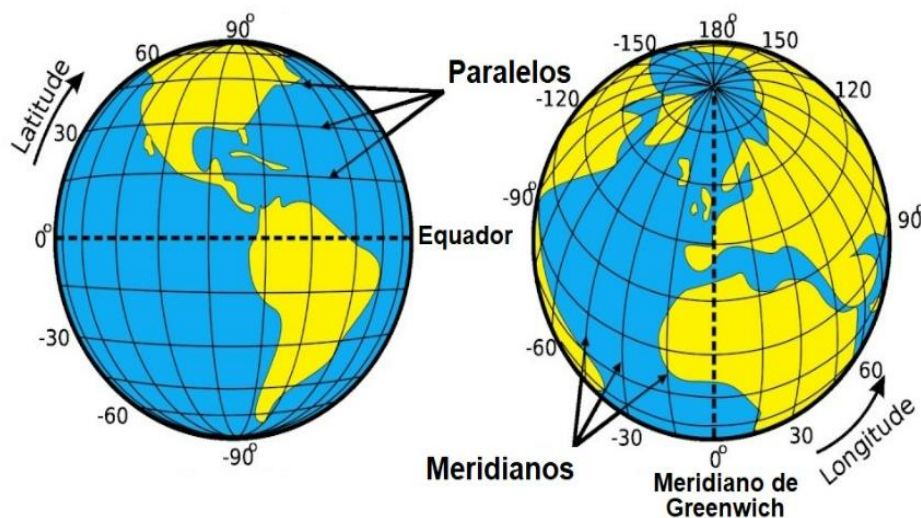
Atualmente, com o avanço das tecnologias, os topógrafos utilizam instrumentos eletrônicos para medir, visualizar e registrar distâncias e posições através de sistemas de coordenadas de pontos com precisão elevada e em tempo real, diferente de antigamente que era preciso realizar vários cálculos manuais. Sendo assim, desempenhado um papel fundamental em diversos setores, incluindo Engenharia Civil, Arquitetura, Planejamento Urbano, Gestão Ambiental, Agricultura e Cartografia. Aprimorando suas técnicas, ganhando rapidez, qualidade e precisão nos levantamentos (SAVIETTO, 2017).

2.1 Sistemas de coordenadas

Os sistemas de coordenadas são necessários para apresentar a posição de pontos na superfície terrestre, e podem ser representados por pontos de uma elipsoide, um plano ou esfera, podendo ser determinada a localização real na superfície terrestre. Sendo assim, os sistemas de coordenadas desempenham um papel fundamental em projetos de engenharia, analisando as construções de forma tridimensional de seu início até o seu fim, realizando a comunicação precisa e consistente entre os profissionais envolvidos no projeto. No entanto, existem variados tipos de sistemas de coordenadas comumente usados na engenharia civil, sendo os mais utilizados os sistemas de coordenadas geográficas o sistema de coordenadas cartesianas e UTM (*Universal Transversa De Mercator*) (SILVA; SAGANTINE, 2023).

Segundo Trombeta; Oliveira; Pelinson (2019), o sistema de coordenadas geográfica se refere a uma superfície cuja sua referência é uma elipsoide ou esfera como revolução que melhor se adequa às características da superfície e geoide do local. Nesse sistema, utiliza a latitude de 0 a +- 90, longitude 0 a +-180 e a altitude para definir a localização exata de um ponto na superfície (Figura 1). A latitude mede a distância em graus em relação ao Equador, e a longitude mede a distância em graus em relação ao Meridiano de Greenwich e a altitude é medida em metros tendo como referência o ponto 0 (zero) ao nível médio do mar.

Figura 1- Representação do sistema geométrico da terra



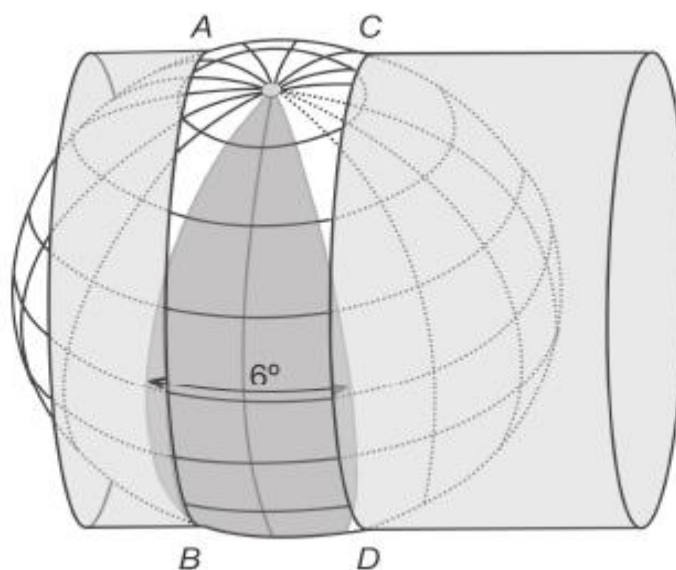
Fonte: GIOVANNI (2020).

Os sistemas de coordenadas cartesianas são usados para representar pontos em um espaço tridimensional coordenado pelos eixos (X, Y e Z) ou (E, N e Z). Na qual, esses eixos representam as distâncias a um eixo dito como referência, sendo o eixo X representado como o eixo da direção Leste, e o eixo Y como o eixo que representa a direção Norte, e o eixo Z representa a direção vertical, ou cota, considerando o ponto 0 (zero), como o nível médio do mar, porém, esse sistema se encaixa ao sistema de coordenadas locais, podendo ser arbitrada a localização de pontos de referência no local da obra (CORREA, 2017).

Atualmente, os mapas e levantamentos para obras, utilizam o sistema UTM (*Universal Transversa De Mercator*), tendo como principal vantagem permitir representar grandes áreas da superfície terrestre em um plano, com deformações mínimas e com apenas um grupo de equações que facilita a transformação de coordenadas, facilitando assim suas aplicações na engenharia. No entanto, ele é recomentado para áreas de tamanho moderado, pois, em regiões próximas aos polos, a distorção se torna significativa, sendo necessário levar em consideração a curvatura do geoide terrestre (TULER; SARAIVA, 2014).

Este sistema baseia-se pelo método de Gauss- Krüger modificada. Tendo sua projeção cilíndrica, transversa e secante a terra ao longo de um meridiano central, em pares de coordenadas plano retangulares dividida em 60 zonas, cada zona sobre uma faixa de longitude de 6 graus com exceção das zonas polares especiais como representado na (Figura 2) (SILVA; SAGANTINE, 2023).

Figura 2- Sistema de coordenadas UTM



Fonte: (SILVA; SAGANTINE, 2023)

2.2 Tipos de levantamentos

A planimetria na topografia é a parte que envolve a representação em planta, ou seja, a representação e medição de elementos bidimensionais em plano horizontal. Ela é comumente utilizada para representação de áreas, sendo desprezada a variação do relevo. Para a obtenção desses pontos no terreno, são necessários elementos do levantamento como ângulos, distâncias, localização geográfica e posição (TULER; SARAIVA, 2014).

A altimetria por outro lado, é a parte da topografia que trata da medição referente ao plano vertical na superfície do terreno, envolvendo a obtenção da variação cota, em uma área específica para criação de perfis topográficos, sendo ela fundamental para o projeto e a construção de grandes obras de dimensões verticais e horizontais (CORREA, 2017).

O levantamento planialtimétrico é uma junção dos conceitos anteriores, planimetria e altimetria em um único contexto. Sendo essa técnica utilizada para realizar o levantamento tanto no plano horizontal, quanto em altitude, plano vertical. Sendo assim realizado o levantamento em três dimensões, nos eixos (X, Y e Z) ou (E, N e Z). Essa é a técnica comumente utilizada na engenharia civil, pois permite a criação de modelos digitais do terreno para a elaboração de perfis e projetos auxiliando na tomada de decisões durante a fase de concepção e construção (TULER; SARAIVA, 2014).

2.3 Corte e aterro

O corte e aterro é uma atividade fundamental durante o processo de elaboração, planejamento e execução de projetos de engenharia. No entanto, existem diferentes métodos e técnicas para calcular os volumes de terra, porém, a metodologia comumente utilizada é a das seções transversais. Esse método consiste em dividir as áreas de segmentos consecutivos de um perfil, ou seja, seções transversais ao perfil longitudinal do terreno estudado. As seções são geralmente obtidas por meio de levantamentos topográficos através de estação total, GPS - RTK ou técnicas mais atuais como o escaneamento a laser por VANTE.

Após a obtenção dessas áreas das seções transversais, pode-se determinar o volume de corte ou aterro nos segmentos desejados através de formulações matemáticas, relacionando as áreas das seções com a distância entre elas. Além desses métodos matemáticos, outro meio para a obtenção desses cálculos de volumes, são os que utilizam ferramentas computacionais (PIMENTA; OLIVEIRA, 2001).

2.4 BIM na construção civil e fluxo de trabalho

De acordo com Eastman *et al.* (2014), BIM é um processo de modelagem digital que permite a criação, gerenciamento e compatibilização de informações na criação de um edifício, com modelos integrados de todas as especialidades, abrangendo todas as etapas da construção e vida útil da edificação. O BIM também tem uma abordagem colaborativa que envolve a criação de modelos 3D inteligentes para representação dos elementos físicos e funcionais de uma construção, permitindo que engenheiros, arquitetos, construtores e os demais profissionais envolvidos no processo de construção colaborem de forma mais eficiente, compartilhando as informações e mudanças do projeto em tempo real.

Azevedo (2009), apresenta que o conceito BIM entrou em discussão no final da década de 70 e início de 80 com seu precursor Charles Eastman, ganhando destaque na década seguinte, quando começaram a desenvolver softwares focados nos processos de produção e construção. Com foco nos países como os Estados Unidos da América, Finlândia e Brasil, com o intuito de reduzir tempo e custos no projeto.

Um dos principais fatores do uso do BIM, é a sua importância nos processos de construção e ciclo de vida da edificação, sendo então destacados alguns dos principais fatores, que são:

- a) Colaboração e coordenação de projetos: a comunicação entre diferentes profissionais envolvidos em um projeto ou construção, na qual, todos tem acesso as mudanças e informações em tempo real.
- b) Visualização e análise: detalhamento de projeto em 3D, ajudando aos envolvidos a melhor visualização e tomada de decisão, com análises rápidas de conflitos entre disciplinas.
- c) Sustentabilidade: o BIM pode contribuir para uma construção mais sustentável, realizando análises de desempenho energético, então, reduzindo o consumo de energia, com a criação de espaços abertos que proporcionam espaços mais aconchegantes com luz e ventilação natural.
- d) Eficiência e redução de tempo e custo: este processo, otimiza a construção, sendo possível identificar erros e incompatibilidades antes da construção, resultando um maior desempenho e reduzindo custos.
- e) Manutenção e operação: como citado anteriormente, o BIM não se limita apenas a projetos e construções, ele também abrange toda vida útil da edificação, com informações detalhadas ao modelo da construção, sendo possível realizar a manutenção e operação de forma mais eficiente.

Em resumo, com a metodologia BIM, é possível visualizar e realizar análises em diferentes etapas, antecipando possíveis problemas que venham a acontecer e tomar decisões com maior detalhe de informações, reduzindo erros e retrabalhos (FREIRE *et al.*, 2022).

Embora o BIM, atualmente, tenha um papel de destaque nos empreendimentos brasileiros, nem sempre foi assim. Alguns fatores foram importantes para a adesão dessa tecnologia no país, entre eles, as políticas governamentais que implementaram a tecnologia e criaram a primeira norma para projetos em BIM no Brasil, a ABNT NBR 15.965. A NBR 15.965, tem como objetivo normatizar a produção na construção civil, criando diretrizes para manter a qualidade e segurança das obras. Mantendo padrões pré-estabelecidos para projetos que facilitem a inserção da metodologia BIM e segurança da obra prevenindo acidentes. Para isso, são utilizados alguns softwares para modelagem desses projetos para construção, como por exemplo os utilizados no trabalho: AutoCAD Civil 3D® e Revit® (ABNT NBR 15.965).

2.4.1 Software AutoCAD Civil 3D®

O software AutoCAD Civil 3D® criado pela empresa Autodesk, é uma ferramenta importante e amplamente utilizada na indústria da construção civil. Pois, oferece recursos

avançados para auxiliar no projeto, planejamento e documentação de projetos de engenharia como loteamentos, estradas, redes de água e esgoto, ferrovias, pontes e muito mais (CARDOSO, 2020). O mesmo autor afirma que uma das suas principais características é a capacidade de criar modelos tridimensionais de terrenos, podendo-se visualizar de forma mais precisa e realista, facilitando a tomada de decisão, permitindo a colaboração entre equipes de projeto, facilitando a coordenação e evitando inconsistências.

2.4.2 Software Autodesk Revit®

De acordo com Campos Netto (2020), o software Revit® é um programa de modelagem de informações de construção (BIM) desenvolvido pela Autodesk, amplamente utilizado na elaboração de projetos da construção civil, com a capacidade de criar modelos tridimensionais detalhados de edifícios e infraestruturas. E, que apresenta como principal vantagem a sua abordagem baseada em objetos paramétricos, onde elementos como pilares, paredes, piso, lajes, e sistemas de tubulações, são detalhados e modelados com informações precisas sobre geometria, propriedades físicas e comportamento estrutural.

Outra condição importante é a capacidade de criar automaticamente desenhos e documentos, como plantas, cortes, elevações, listas de materiais e quantitativos desses materiais, sendo que qualquer alteração realizada no modelo é refletida automaticamente em todos os documentos relacionados (DE ARAÚJO; COELHO, 2021).

Portanto, o software Revit® vem se tornando cada vez mais utilizado na indústria da construção por apresentar uma modelagem da informação da construção (BIM), com uma abordagem mais abrangente, integração de várias disciplinas, modelagem paramétrica, análise e simulações avançadas com um fluxo bem elaborado, permitindo uma geração automática da documentação e suporte para o ciclo do projeto (CAMPOS NETTO, 2020).

2.5 Fluxo de trabalho

O fluxo de trabalho, conhecido também como *workflow*, pode ser definido também como uma sequência de atividades, tarefas ou processos, geralmente seguindo uma ordem a qual são executados para atingir um objetivo ou resultado desejado. A criação de um fluxo de trabalho é de extrema importância, podendo ser aplicado a diferentes contextos para melhorar a eficiência, padronizar processos e facilitar a integração de projetos, transparência, organizações de empresas entre outros. Para uma melhor elaboração de um fluxo de trabalho,

deve-se ter em mente, o objetivo a qual deseja-se alcançar, definindo-se cada etapa e processo, realizando o mapeamento de cada processo identificando todas as tarefas e recursos necessários para a sua conclusão (AsBEA, 2022).

Após o mapeamento dos processos, deve-se realizar a sequenciação das tarefas, atribuindo uma sequência lógica com transparência e que contribua com rapidez, qualidade no processo trazendo assim uma eficiência satisfatória, que em muitos dos casos são utilizados softwares para acelerar o fluxo de trabalho para tarefas repetitivas, buscando sempre a realização da melhoria contínua (GARLET; MELO; LAMERTS, 2023).

Para criar um fluxo de trabalho eficiente em BIM, relacionado a problemas topográficos é essencial considerar os conceitos como conhecimento topográfico, integrando de forma eficaz entre as ferramentas AutoCAD Civil 3D® e Revit® trazendo uma colaboração precisa e coordenada. Além disto, estabelecer modelos de fluxos e padrões de modelagem trazem eficiência e rapidez em possíveis mudanças na topografia ou edificação afim de garantir a consistência e precisão dos dados.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Por se tratar de um estudo que envolve levantamentos de campo, pesquisas e ferramentas computacionais, o trabalho será realizado por partes, buscando aprimorar os conhecimentos levantados nas pesquisas e aplicá-los na elaboração dos levantamentos de campos e elaboração dos projetos computacionais.

Para aprimorar a fundamentação teórica, é importante apresentar a integração das metodologias BIM, de forma a conscientizar as melhorias na evolução dos projetos, relacionadas a qualidade e desempenho nas construções e como o conhecimento da topografia pode agregar nessas melhorias.

3.1 Procedimentos Metodológicos

De início, para a realização do procedimento metodológico, deve-se levar em consideração o objetivo do estudo, sendo realizado então o estudo preliminar da edificação, e localização da implantação, por se tratar de diretrizes do plano diretor e código de obra da cidade a qual será realizado o empreendimento.

Em seguida, é de fundamental importância realizar o conhecimento prévio do terreno a qual se deseja desenvolver o empreendimento, para ver se há nas proximidades pontos de apoio para o levantamento topográfico, buscando sempre informações mais precisas de localização de marcos georreferenciados para a realização do levantamento, dando assim mais qualidade no serviço e de forma mais precisa nas informações do terreno. Porém, se não estiver pontos de apoio nas proximidades, pode-se realizar o levantamento por coordenadas cartesianas, sendo necessário a orientação correta do norte verdadeiro no terreno.

O terreno escolhido para o estudo, se deu em uma área localizada dentro da UFERSA, sendo o terreno considerado de forma fictícia atendendo todos os casos possíveis, pois a utilização do equipamento se requer muito cuidado e zelo, sendo um equipamento com um valor agregado de quantia considerada e que é bastante visado, evitando roubo do mesmo, sendo assim, livre de algum dano material a instituição.

Para a realização deste trabalho, buscou-se adotar materiais a qual estivessem mais acessíveis, como por exemplo, a estação total Geodetic GD2I® disponibilizada pela UFERSA, para a realização de trabalhos acadêmicos e de pesquisa, sendo este um material de qualidade comprovada para a realização das tarefas dispostas no estudo. No entanto, outros equipamentos

semelhantes podem ser empregados a tarefa, como estações totais de outras marcas, e também GPS-RTK e VANTE dos mais variados modelos e marcas.

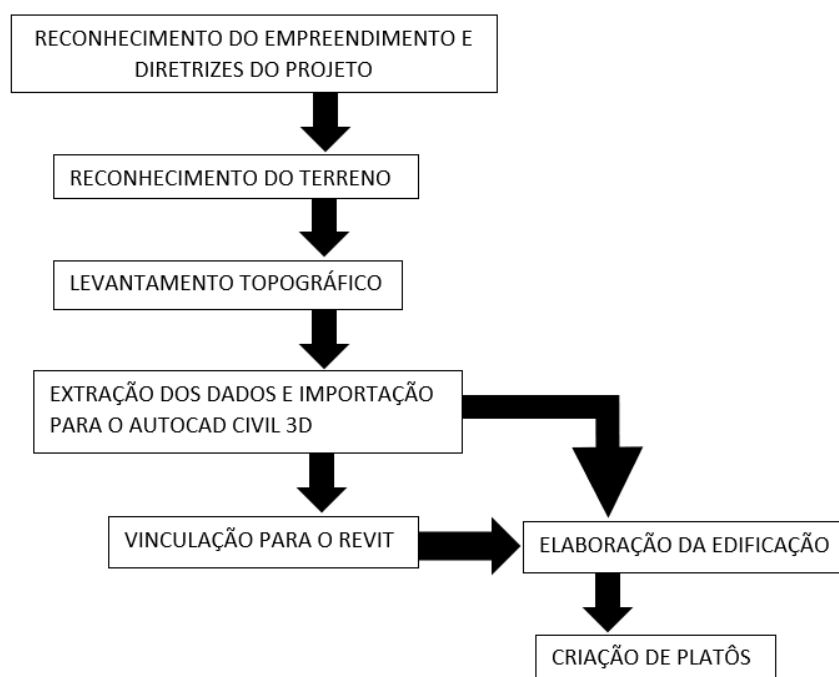
Após a realizações do reconhecimento do terreno e levantamento topográfico, é realizado a extração dos dados levantados pelo equipamento, que em seguida é transportado para o software AutoCAD Civil 3D® para o tratamento dos dados aceitas pelo software e informações levantadas no terreno topográfico para que seja exportado para o software Revit®.

No Revit®, a vinculação entre as ferramentas se dá através da guia massa e terreno, sendo o terreno importado no modelo de curvas de níveis do AutoCAD Civil 3D® e mostrado o terreno como uma massa sólida após o tratamento no software. Para em seguida realizar a locação da edificação e elaboração dos platôs de corte e aterro.

No modelo em estudo, o modelo da edificação será realizado separado do terreno, pois, o objetivo principal do estudo é apresentar a vinculação entre as duas ferramentas AutoCAD Civil 3D® e Revit®, sendo que a criação da edificação não está na criação do modelo de estudo adotado.

Para a realização desse fluxo, foram utilizados livros, dissertações de mestrado, doutorado e artigos científicos, que os mesmos apresentam os procedimentos separadamente em cada software, sendo então apresentado o modelo do fluxo de trabalho geral na (Figura 3).

Figura 3- Fluxo de trabalho para vinculação entre Civil 3D® e Revit®.



Fonte: Autoria própria.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a realização do levantamento topográfico, se dará início ao fluxo de trabalho elaborado utilizando as ferramentas computacionais. Sendo os dados fornecidos pela topografia em arquivos disponíveis pelo software do equipamento que, na maioria dos casos, os fabricantes dos equipamentos topográficos, disponibilizam software para a extração dos dados coletados em campo.

Os dados coletados pela estação são descarregados como lista de coordenadas, dos mais variados formatos. Sendo comumente utilizados pelo AutoCAD Civil 3D® os formatos TXT, CSV, PM, XYZ, PNT, AUF, NEZ e para pontos levantados por drones, no formato RCP e RCS.

É importante ter o conhecimento antecipado do formato e a sequência da lista de coordenadas e descrições antecipadamente, para que, na inserção dos pontos não ocorra nenhuma incompatibilidade de informações e problemas na criação da superfície. Portanto, para o presente trabalho, a lista de coordenadas ficou em formato TXT e sua sequência com o seguinte arranjo: Ponto, Este, Norte, Cota, e Descrição, todos separados por vírgula, como mostrado na (Figura 4).

Figura 4 - Sequência dos pontos.

```
50,1000.000,1000.000,100.000,E
51,1000.000,1020.740,101.940,R
1 ,1003.991,1017.717,101.741,COTA
2 ,999.661,1019.043,101.839,COTA
3 ,996.053,1020.119,101.782,COTA
4 ,994.118,1020.571,101.874,COTA
5 ,992.772,1020.818,102.012,COTA
6 ,991.980,1015.277,101.526,COTA
7 ,995.094,1015.693,101.486,COTA
8 ,999.467,1016.613,101.670,COTA
9 ,1003.702,1013.150,101.401,COTA
10,1003.692,1008.535,100.977,COTA
11,998.065,1008.567,100.933,COTA
12,995.456,1008.491,100.842,COTA
13,993.442,1008.109,100.918,COTA
14,992.705,1004.063,100.450,COTA
15,996.116,1003.502,100.405,COTA
16,997.989,1002.823,100.351,COTA
17,997.637,1004.439,100.593,COTA
18,1000.628,1004.395,100.523,COTA
19,1003.613,1004.997,100.537,COTA
20,1004.160,1001.985,100.198,COTA
21,1003.389,998.281,99.831,COTA
22,998.490,997.612,99.756,COTA
23,994.518,998.777,99.897,COTA
24,991.755,999.570,99.954,COTA
25,995.429,993.329,99.427,PT
```

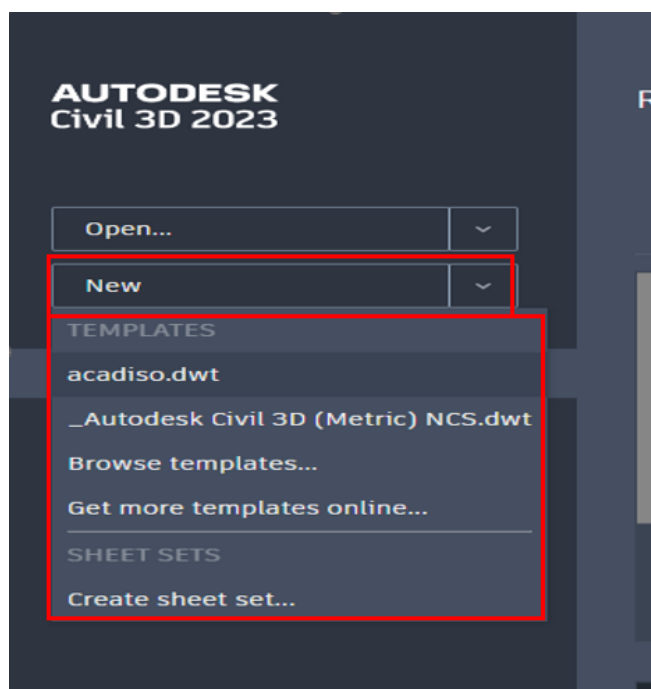
Fonte: Autoria própria

Observação: Na primeira coluna de pontos não pode ter caractere do alfabeto, sendo reconhecido pelo AutoCAD Civil 3D® somente números. Portanto, antes de adicionar o levantamento certifique-se de que a coluna está somente preenchida por número.

O exemplo a seguir, ilustra os procedimentos trazendo suas respectivas imagens e descrições para a configuração dos pontos topográficos, a importação e o tratamento dos dados levantados em campo, utilizando as principais ferramentas do AutoCAD civil 3D®.

Passo 1 – Inicie o AutoCAD Civil 3D®, clicando na aba “NEW”, selecione o “*template*” que deseja utilizar (Figura 5).

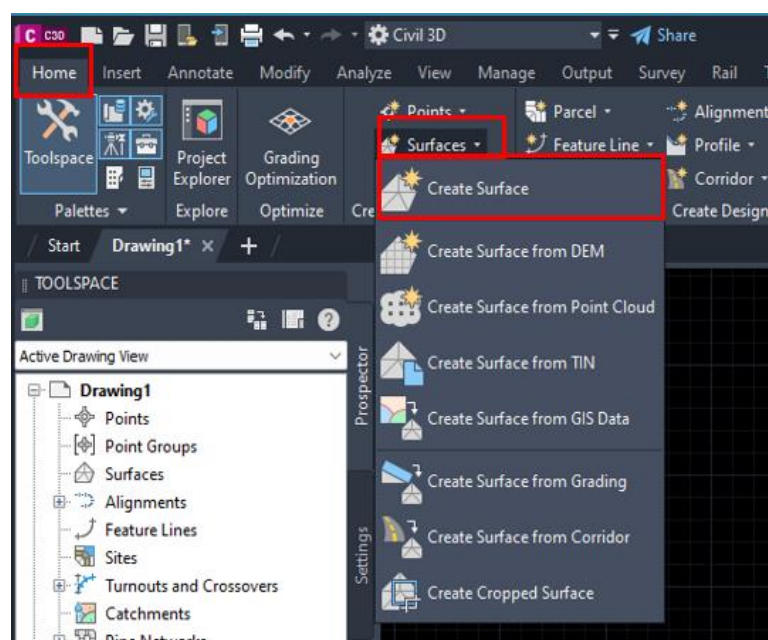
Figura 5- Pagina inicial do AutoCAD Civil 3D®.



Fonte: Autoria própria.

Passo 2 – Com a área de trabalho aberta, selecionar a guia “Home”, em seguida ir na aba “Create Ground Data”, clicar em “Surfaces” e “Create Surface” (Figura 6).

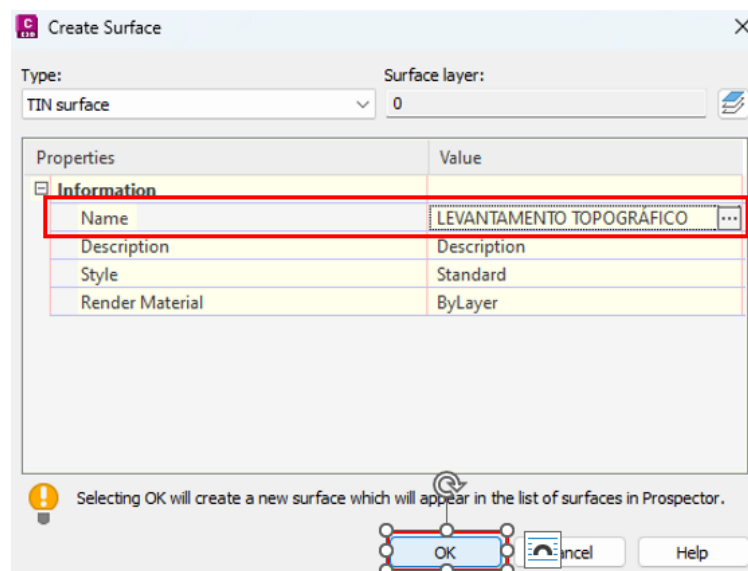
Figura 6 - Área de trabalho do AutoCAD Civil 3D®.



Fonte: Autoria própria.

Passo 3 – Clicando em “*Create Surface*”, abrirá a janela “*Create Surface*”. Na opção “*Name*”, digite o nome da superfície e depois clicar em “*OK*” (Figura 7).

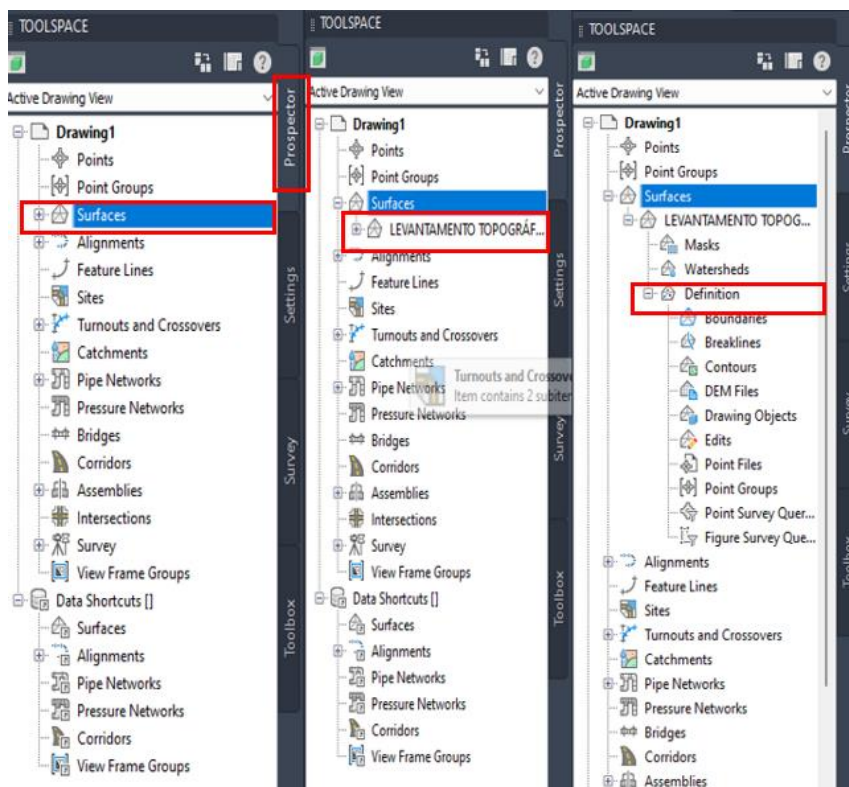
Figura 7 - Create surface.



Fonte: Autoria própria.

Passo 4 – Na guia “*Home*”, com a “*Toolspace*” ativado e aba prospector aberta, clicar duas vezes com o botão esquerdo do mouse em “*Surface*”, dois cliques em “*Levantamento topográfico*” e dois cliques em “*Definition*” (Figura 8).

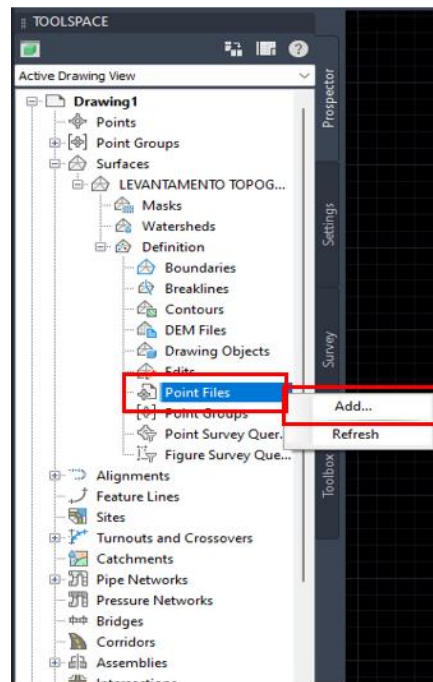
Figura 8 -Criando superfície topográfica.



Fonte: Autoria própria.

Passo 5 – Em seguida, clicar em “*point files*” com o botão direito do mouse e clicar com o esquerdo em “*add...*” (Figura 9).

Figura 9 - Adicionando superfície topográfica.

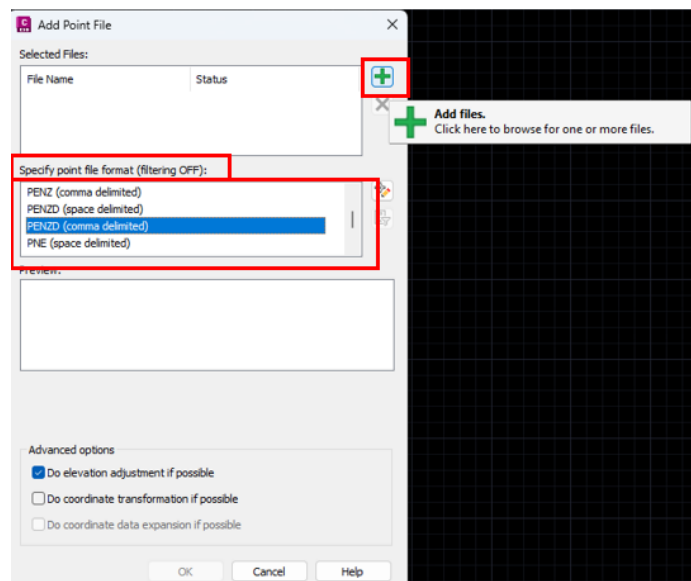


Fonte: Autoria própria.

Passo 6 – Abrirá a janela add point file. Nessa hora, é importante saber a sequência da lista de coordenadas como citado anteriormente, para especificar o formato que será utilizado.

7 – Em seguida, role o scroll do mouse em “Specify Point File Format” e especifique a sequência da lista de coordenadas utilizada e clique em “add files” no sinal de mais no canto superior direito da janela (Figura 10).

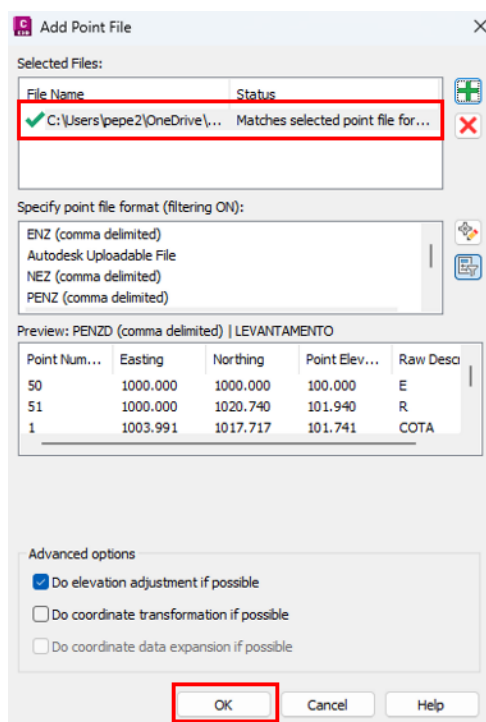
Figura 10 - Adicionando levantamento topográfico.



Fonte: Autoria própria.

Passo 8 – Ao clicar em “*add files*” adicione o levantamento no formato especificado. Observe se na caixa de “*Selected Files*” está com a confirmação verde, se estiver é porque a configuração da sequência de coordenadas está de acordo com o especificado. Clicar em “*OK*” (Figura 11).

Figura 11 - Confirmação dos pontos.

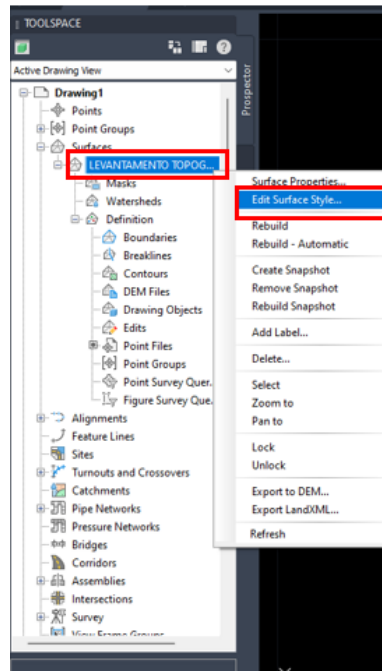


Fonte: Autoria própria.

Passo 9 – Na área de trabalho, se não estiver aparecendo o desenho, apertar as teclas “*Z ENTER*, *E ENTER*”, e reenquadrar o desenho.

Passo 4 – Com o desenho enquadrado na tela da área de trabalho, na “*Toolspace*”, clique com o botão direito do mouse na superfície criada e selecione “*Edit Surface Style*” (Figura 12).

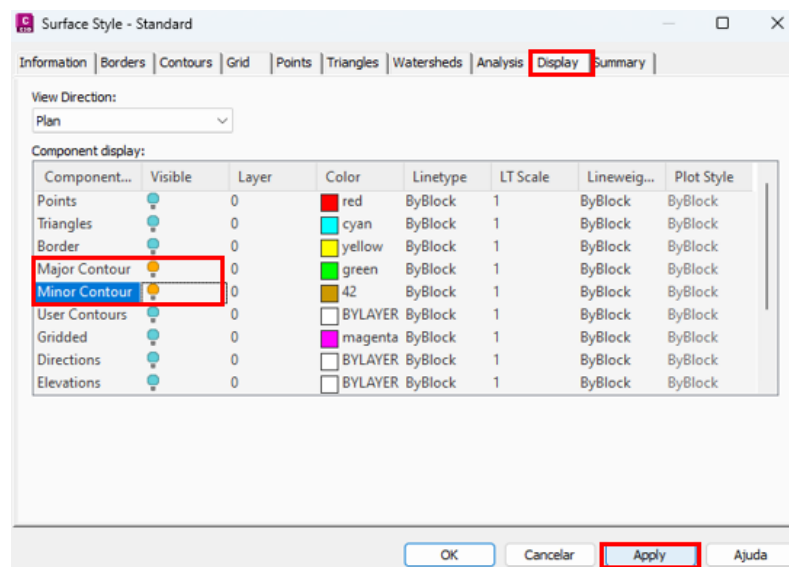
Figura 12 - Editar superfície.



Fonte: Autoria própria.

Passo 10 – Clicando na “*Edit Surface Style*”, abrirá a janela surface Style. Na barra de acesso as ferramentas, clicar em “*Display*” e deixar visível os componentes “*Major contour*” e “*Minor Contour*” e clicar em “*Apply*” (Figura 13).

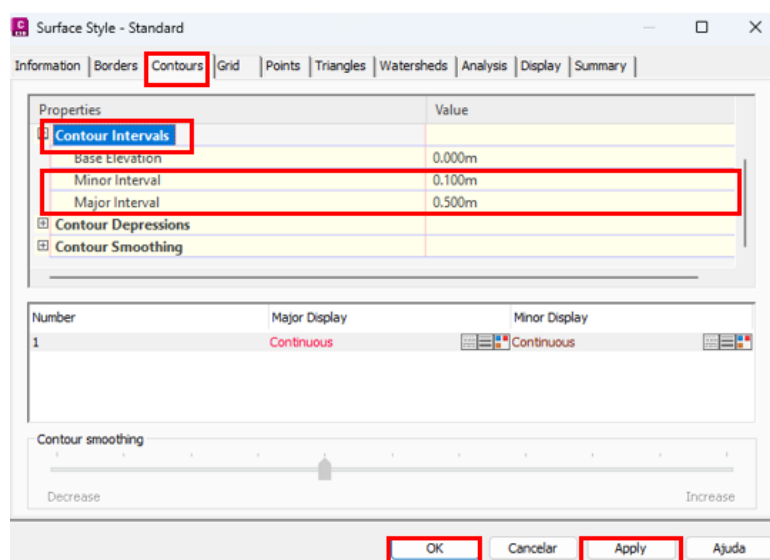
Figura 13 – Habilitando as curvas de níveis.



Fonte: Autoria própria.

Passo 11 – Em seguida, na mesma janela, na barra de acesso as ferramentas, clicar em “Contours”, em “Properties”, clicar duas vezes com o botão esquerdo do mouse em “Contour Intervals”, selecionar o intervalo entre as curvas de níveis. Clicar em “Apply” e depois em “OK” (Figura 14).

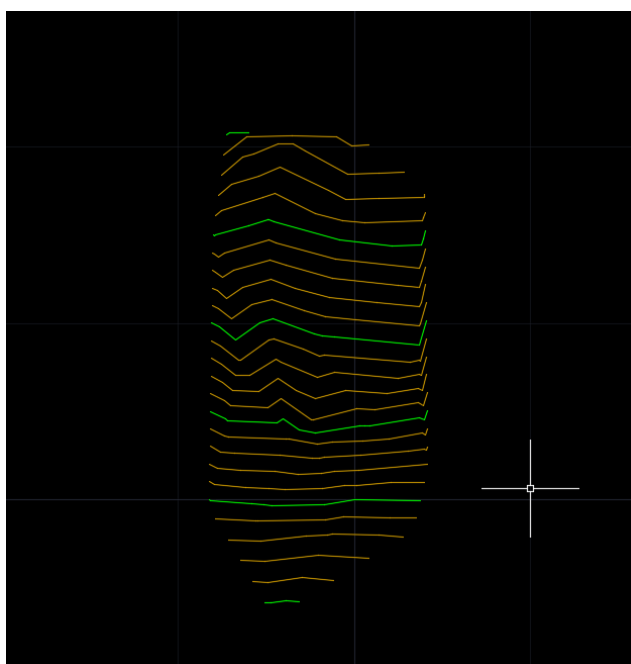
Figura 14 - Editando o intervalo das curvas de níveis.



Fonte: Autoria própria.

Passo 12 – Após esse procedimento, o levantamento ficará com as seguintes características.

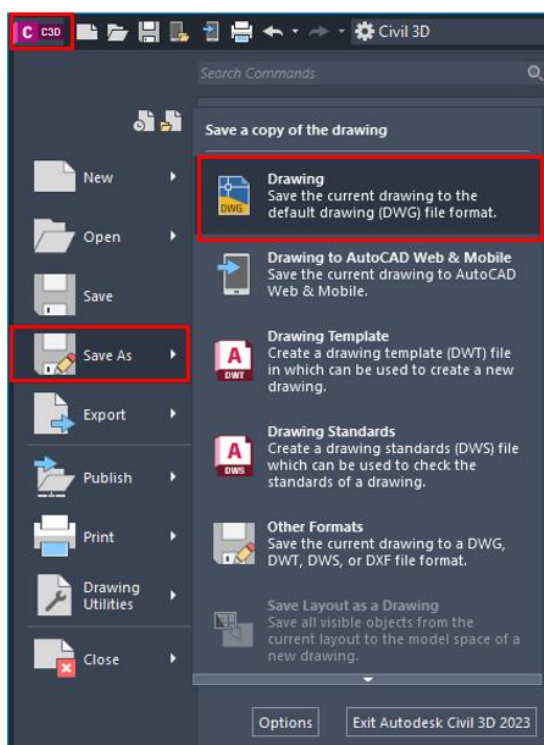
Figura 15 - Curvas de níveis geradas.



Fonte: Autoria própria.

Passo 13 – Para finalizar a etapa no AutoCAD Civil 3D®, no canto superior esquerdo na área de trabalho, clicar no ícone “C”, em seguida, clicar em “Save As” e clicar “Drawing” (Figura 16).

Figura 16 - Salvando o levantamento topográfico.



Fonte: Autoria própria.

Passo 14 – Escolha a pasta onde deseja salvar o desenho e salve no formato DWG.

Passo 15 – Realizado o procedimento no AutoCAD Civil 3D®, deve-se abrir o arquivo criado no Revit®, para a continuação do fluxo de trabalho. Como já citado no trabalho, será aberto o arquivo com a planta já elaborada.

Passo 16 – Na página inicial do Revit®, na área de modelos, clicar em abrir e selecionar o arquivo para a vinculação da topografia (Figura 17).

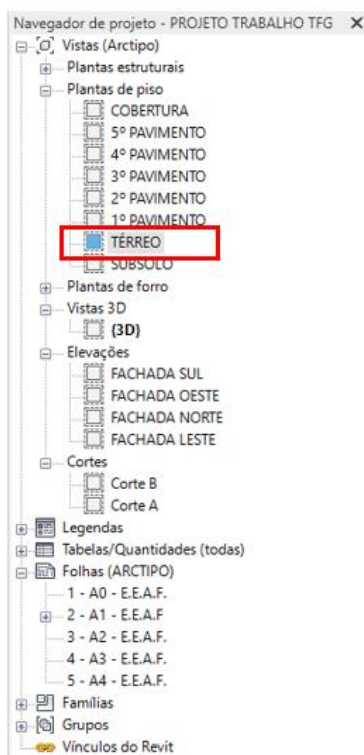
Figura 17 - Iniciando o trabalho no Revit®.



Fonte: Autoria própria.

Passo 17 – No navegador de projeto, abra a “*planta baixa térreo*” (Figura 18).

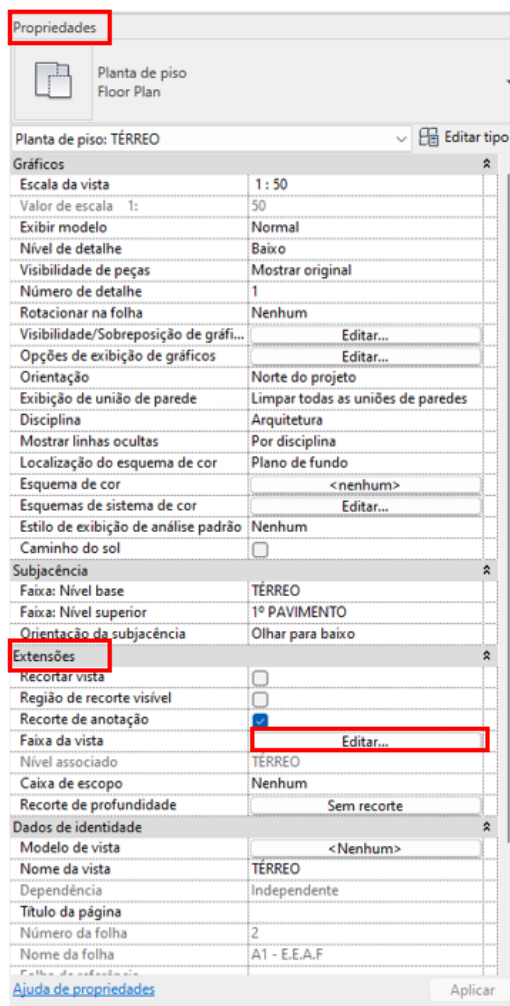
Figura 18 - Navegador de projeto.



Fonte: Autoria própria.

Passo 18 – Na barra de propriedades, certifique se as faixas de vistas, Topo, Inferior e Nível estão na configuração ilimitada. Pois se o terreno não estiver aparecendo ative esse recurso. Na barra de propriedades, em extensões, Faixa de vista, deve-se clicar em “*Editar*” (Figura 19).

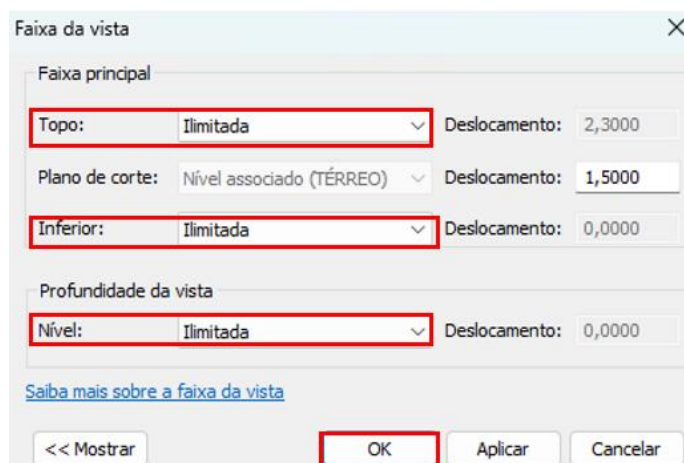
Figura 19- Barra de propriedades.



Fonte: Autoria própria.

Passo 19 – Abrirá a janela Faixa de Vista, em “*Topo*”, “*Inferior*” e “*Nível*”, coloque a opção “*ilimitada*”. Clicar em aplicar e depois em “*OK*” (Figura 20).

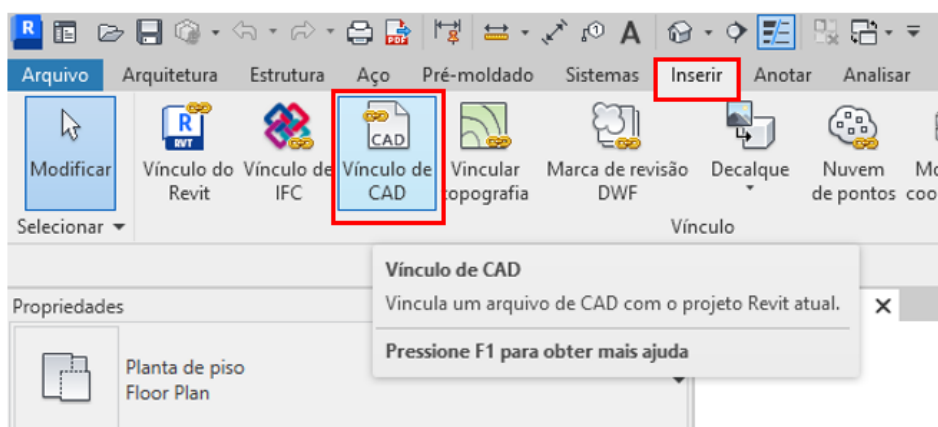
Figura 20 - Faixa de vista.



Fonte: Autoria própria.

Passo 20 – Na guia “*inserir*”, painel vincular deve-se clicar em vínculo de CAD (Figura 21).

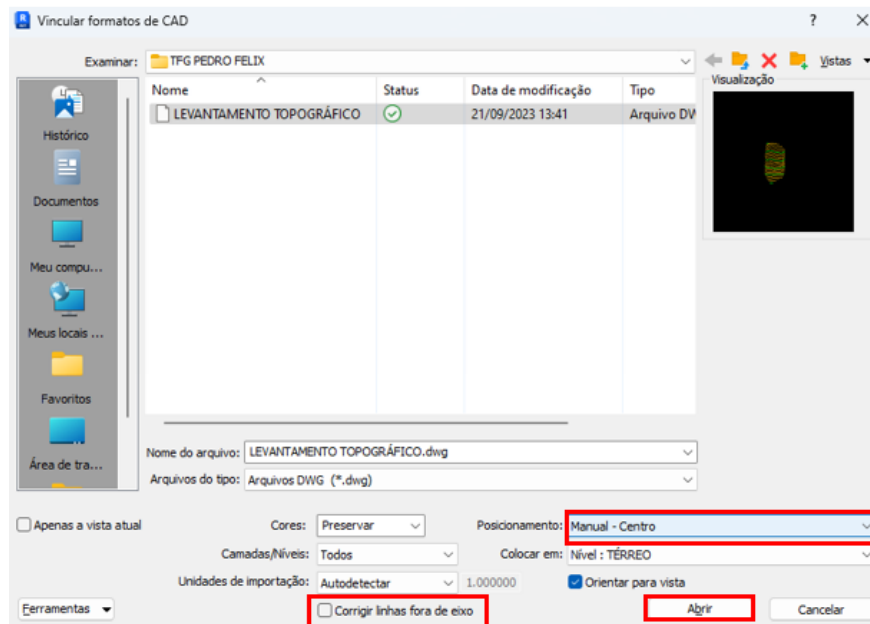
Figura 21 - Inserindo vínculo CAD.



Fonte: Autoria própria.

Passo 21 – Após esse procedimento, abrirá a janela Vincular Formatos de CAD. Clique no arquivo CAD e em seguida desmarque a opção “*Corrigir linhas fora de eixo*”, alterar o posicionamento para “*Manual – Centro*” e clicar em “*abrir*” (Figura 22).

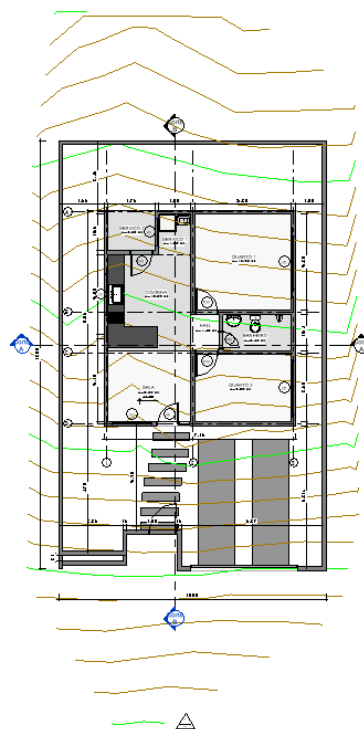
Figura 22 – Vinculando arquivo DWG.



Fonte: Autoria própria.

Passo 22 – Mova o DWG e posicione para alinhar os contornos com os detalhes do projeto (Figura 23).

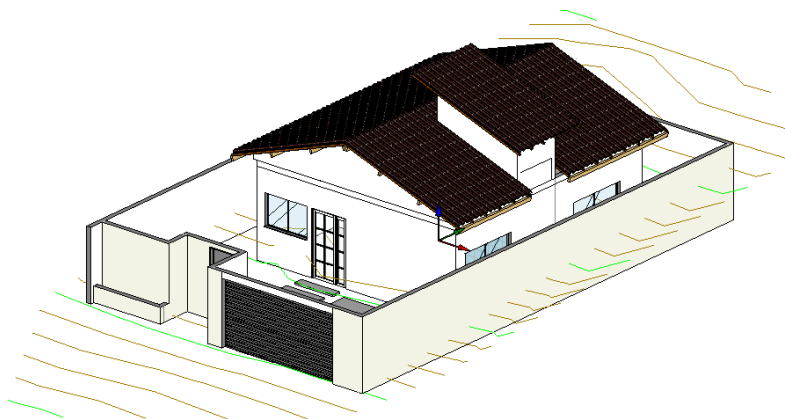
Figura 23 - Apresentando contornos do projeto.



Fonte: Autoria própria.

Passo 23 – Revise os contornos abrindo a vista 3D no navegador de projetos para especificar a posição das curvas de níveis estão de acordo com o esperado (Figura 24).

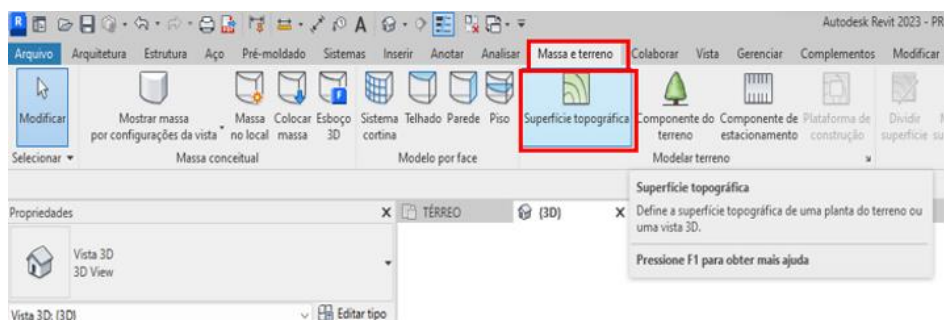
Figura 24 - Revisão dos contornos.



Fonte: Autoria própria.

Passo 24 – Na guia, clique em “*superfície topográfica*” (Figura 25).

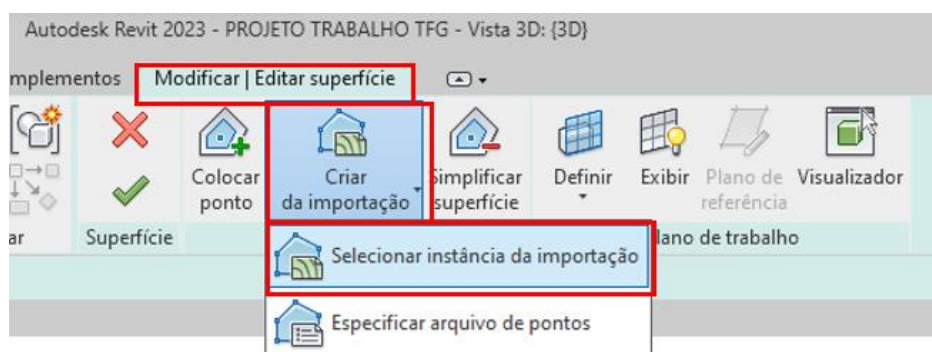
Figura 25 - Criação da superfície topográfica.



Fonte: Autoria própria.

Passo 25 – Na guia “*modificar/Editar superfície*”, no painel ferramentas selecione criar da importação, clicar em “*selecionar instância da importação*” (Figura 26).

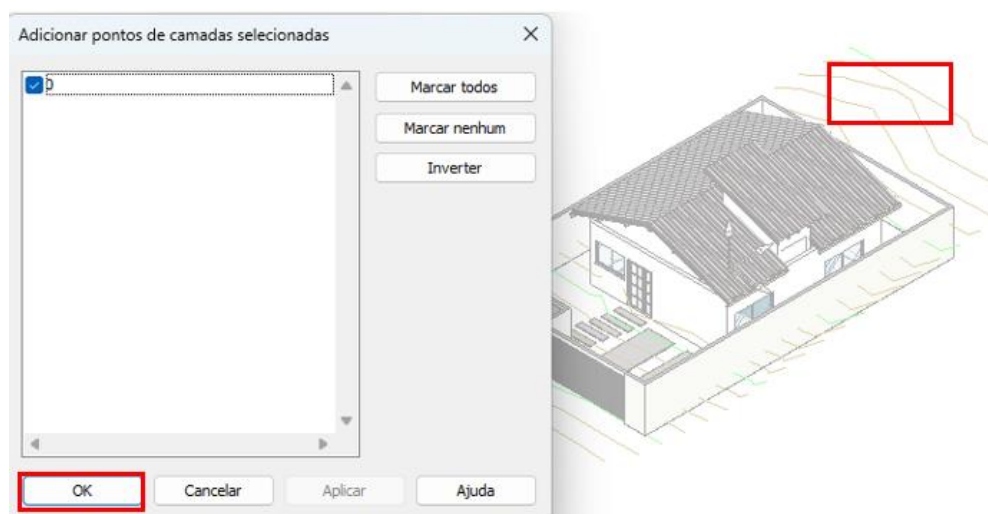
Figura 26 - Criando através da importação.



Fonte: Autoria própria.

Passo 26 – Ao clicar em Selecionar Instancia da Importação, deve-se clicar no “DWG”. Clicando no DWG, abrirá a janela “adicionar pontos de camadas selecionadas”. Clicar em “OK” (Figura 27).

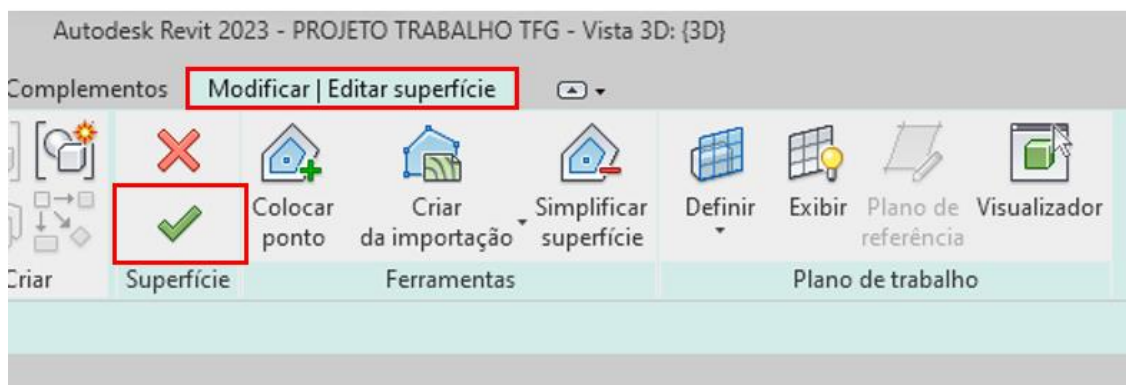
Figura 27 - Gerando superfície sólida.



Fonte: Autoria própria.

Passo 27 – A superfície foi criada. Na guia “modificar/Editar superfície”, no painel superfície clique na “figura verde” para confirmar a criação do terreno (Figura 28).

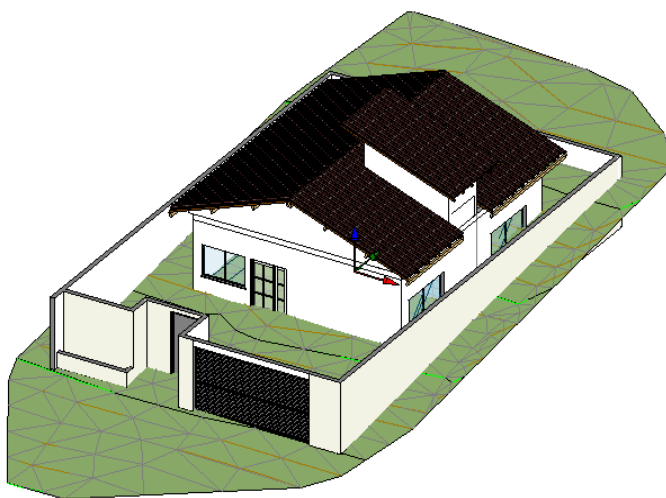
Figura 28 - Confirmação da superfície.



Fonte: Autoria própria.

Passo 28 – Deve-se analisar os pontos e contornos criados (Figura 29).

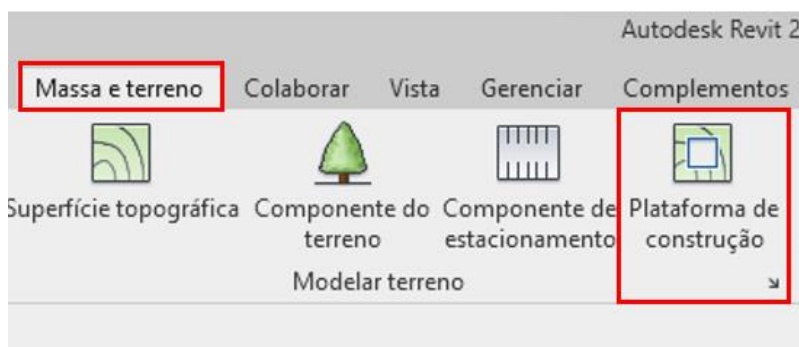
Figura 29 - Superfície sólida gerada.



Fonte: Autoria própria.

Passo 29 – Na guia “*massa e terreno*”, no painel modelar terreno, clicar em “*plataforma de construção*” (Figura 30).

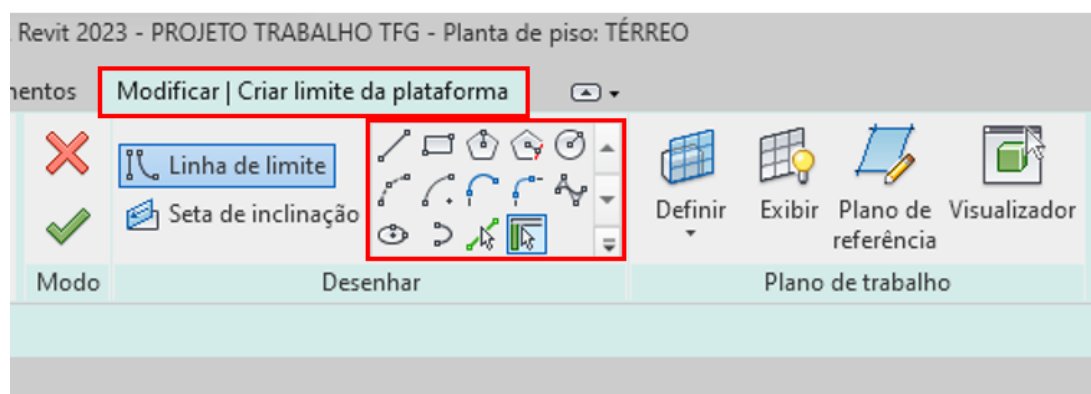
Figura 30 - Criando plataforma de construção.



Fonte: Autoria própria.

Passo 30 – Na guia modificar, painel desenhar, selecione a ferramenta linha e desenhe a área que deseja criar a “*plataforma de construção*” (Figura 31).

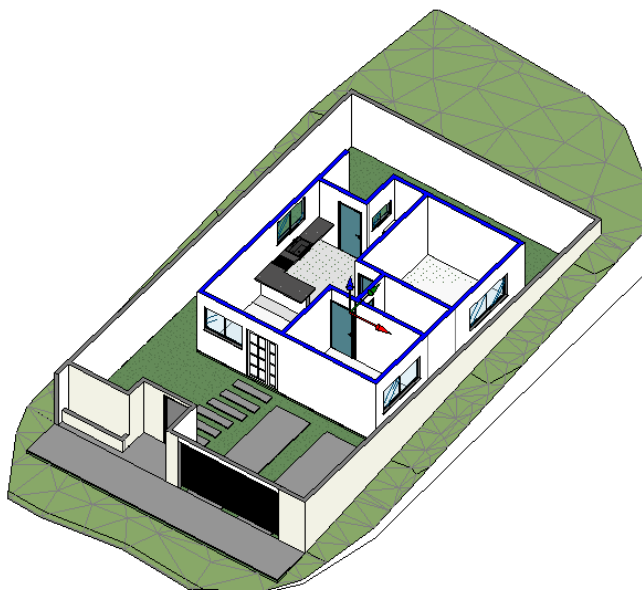
Figura 31 – Desenhando plataforma de construção.



Fonte: Autoria própria.

Passo 31 – Após desenhar a plataforma de construção, está apresentado o corte e aterro da edificação e o modelo como ficaria a construção (Figura 32).

Figura 32 - Vista 3D com a criação das plataformas de construção.



Fonte: Autoria própria.

Através do navegador de projetos é possível acessar as tabelas de quantidades de materiais e determinar a quantidade de corte e aterro da edificação, sendo assim extraído de forma rápida e precisa a quantidade de material cortado ou aterrado na edificação (Tabela 1).

Tabela 1 - Corte e aterro.

PLATÔS	CORTE	ATERRO	ÁREA
1	75,80 m ³	-	57,56 m ²
2	119,71 m ³	-	103,19 m ²
3	-	4,16 m ³	15,00 m ²

Fonte: Autoria própria

O grande benefício dessa integração, é que ela oferece vantagens significativas para projetos de engenharia e arquitetura, empregando uma consistência precisa com base em dados topográficos, garantindo que a topografia usada em projetos esteja alinhada com o terreno real, ajudando a evitar incompatibilidades e erros que podem acontecer se a topografia for inserida de forma manual.

Sendo assim, os engenheiros e arquitetos conseguem ter informações detalhadas sobre o terreno, permitindo uma melhor tomada de decisão na elaboração do projeto, como no posicionamento da edificação, ajustando o projeto de acordo com as características topográficas. Por exemplo, em terrenos aclives e declives com curvas de níveis bem acentuadas,

que tendem a gerar um custo elevado na construção de uma edificação. Portanto, tendo o conhecimento, o profissional acaba ganhando eficiência, evitando desperdício, realocando recursos e trazendo assim mais sustentabilidade nos projetos elaborados.

Independente da integração oferecer inúmeras vantagens, da mesma forma, pode aparecer alguns desafios e desvantagens, pois o uso das duas ferramentas de forma simultânea pode apresentar um certo grau de complexibilidade, dificultando o aprendizado entre as duas ferramentas, tendo um maior tempo gasto para aprender o AutoCAD civil 3D® e Revit®, até que se familiarize com o fluxo de trabalho integrado entre as duas ferramentas.

Outra grande desvantagem é atualização dos softwares, tendo em vista que podem sofrer atualizações periodicamente, sendo assim, ocorrendo uma mudança no fluxo de trabalho apresentado, gerando conflitos e erros de interoperabilidade entre os softwares, trazendo inconsistência e custo na atualização e treinamento nos métodos de integração.

Entretanto, mesmo com essas desvantagens apresentadas, os benefícios da integração para os projetos de engenharia e arquitetura, superam essas preocupações, principalmente em projetos mais complexos, que exigem maior detalhamento e cuidado as necessidades impostas nos projetos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu a elaboração da modelagem, empregando a metodologia BIM, com integração dos softwares AutoCAD Civil 3D® e Revit®, onde apresentou o fluxo de trabalho, de modo a elaborar o platô de corte e aterro de uma edificação, visando auxiliar na elaboração de projetos de arquitetura, terraplenagem e fundações/estruturas.

A primeira etapa da pesquisa teve por finalidade analisar métodos e técnicas para a integração de modelos de construção criados no Revit® com modelos topográficos criados no AutoCAD Civil 3D®, esta análise apresentou a eficiência do fluxo de trabalho com o passo-a-passo construído, consistindo numa base consistente, de forma a minimizar possíveis erros na integração entre as ferramentas.

Dentre as vantagens e desafios do uso do fluxo de trabalho e compatibilização entre os softwares, apresentadas no trabalho, acredita-se que as vantagens podem ser superadas pelo crescimento do uso de novas tecnologias no setor da construção civil, provocando uma maior concorrência no mercado através do conhecimento destas ferramentas.

Nesta pesquisa, também foram apresentados alguns conceitos sobre topografia e sistemas de coordenadas, a fim de esclarecer conhecimentos adotados na realização do levantamento topográfico e construir uma base sólida na realização do trabalho. Contudo, outro conceito abordado para o levantamento da pesquisa foi o BIM na construção civil, onde mostrou ter relevância no setor diante das constatações apresentadas.

Por meio de estudos na literatura, diversos autores na área de engenharia e arquitetura destacam como necessidade a compatibilização entre os projetos, de forma a minimizar custos não previstos no decorrer da obra, e auxiliar na tomada de decisão bem mais rápida e sustentável. De forma, que é possível concluir que o fluxo de trabalho acrescenta de forma positiva na elaboração de projetos, principalmente nas mudanças da topografia, reduzindo assim riscos de custos e prazos, e aumentando a qualidade nos projetos e processos.

Assim, como sugestões futuras de pesquisas, pode-se acompanhar a evolução dos processos tecnológicos, aprimorando o fluxo de trabalho, e a expansão do estudo para outras disciplinas como fundações, drenagem e obras de infraestruturas.

REFERÊNCIAS

ASBEA. Guia AsBEA. **Boas Práticas em BIM. Fascículo I. Fluxo de projetos em BIM: planejamento e execução.** Setembro, 2022. Disponível em: < [Downloads – AsBEA – Associação Brasileira do Escritórios de Arquitetura](#) > Acesso em: 06 jun. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15965: **Sistema de Classificação da Informação da Construção: parte 7: Informação da Construção.** Rio de Janeiro, 2015.

AZEVEDO, Orlando. J. M. D. **Metodologia BIM – Building Information Modeling na Direcção Técnica de Obras.** Tese de mestrado (Mestrado em Engenharia Civil, Reabilitação, Sustentabilidade e Materiais de Construção). Universidade de Minho, 2009.

CARDOSO, Marcus C. **AUTODESK® CIVIL 3D 2020: APLICAÇÕES BIM PARA PROJETOS DE INFRAESTRUTURA.** [Digite o Local da Editora]: Editora Saraiva, 2020. *E-book*. ISBN 9788536532899. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788536532899/>. Acesso em: 06 jun. 2023.

CORREA, Marques P. **Topografia e geoprocessamento.** [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2017. *E-book*. ISBN 9788595022713. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595022713/>. Acesso em: 01 set. 2023.

DE ARAÚJO, Kelvin Patrick Silva; COELHO, Régia Clara Leite. **Estudo Comparativo das Novas Tecnologias da Construção Civil: Plataforma BIM e Plataforma CAD Comparative Study of New Technologies in Civil Construction: BIM Platform and CAD Platform.**

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção.** Tradução: Cervantes Gonçalves Ayres Filho et al. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.

FREIRE, Fábio; DE ALMEIDA PEREIRA, Diogo Danilo; DE GENARO CHIROLI, Daiane Maria. **A Contribuição da Modelagem da Informação da Construção (Bim) para os**

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Uma Revisão de Literatura. Revista Técnico-Científica, n. 28, 2022.

GARLET, L.; MELO, A. P. .; LAMBERTS, R. . **Fluxo de trabalho BIM-BEM baseado em IFC** . In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022. Anais [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1–14. DOI: 10.46421/entac.v19i1.2133. Disponível em: <https://eventos.antac.org.br/index.php/entac/article/view/2133>. Acesso em: 6 set. 2023.

MCCORMAC, Jack; SARASUA, Wayne; DAVIS, William. **Topografia, 6ª edição**. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2016. *E-book*. ISBN 9788521630807. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788521630807/>. Acesso em: 26 mai. 2023.

CAMPOS NETTO, CLAUDIA. **Autodesk Revit Architecture 2020 conceitos e aplicações**. Saraiva Educação SA, 2020.

PIMENTA, Carlos Reynaldo Toledo e OLIVEIRA, Marcio Pires de. **Projeto geométrico de rodovias**. . São Carlos: RiMa. . Acesso em: 26 maio 2023. 2001.

SAVIETTO, Rafael. **Topografia aplicada**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2017. *E-book*. ISBN 9788595020795. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595020795/>. Acesso em: 01 set. 2023.

SILVA, Irineu da; SEGANTINE, Paulo C. **Topografia para Engenharia: Teoria e Prática de Geomática**. [Digite o Local da Editora]: Grupo GEN, 2023. *E-book*. ISBN 9788595159211. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595159211/>. Acesso em: 01 set. 2023.

TROMBETA, Letícia R A.; OLIVEIRA, Luiz F. R de; PELINSON, Natália S.; et al. **Geoprocessamento**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2019. *E-book*. ISBN 9786581492120. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786581492120/>. Acesso em: 26 mai. 2023.

TRUPL, DPPP; DE OLIVEIRA FILHO, Nelson Quesado. **Estudo de potencial econômico de compatibilização de projeto com plataforma BIM**. Centro Universitário Christus, 2019.

TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio. **Fundamentos de topografia. (Tekne)**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2014. *E-book*. ISBN 9788582601204. Disponível em: <https://app.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582601204/>. Acesso em: 26 mai. 2023.