

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

ENGENHARIA DE TRANSPORTES

Gustavo Andrade Vieira

**O USO DE FERRAMENTAS BIM NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE
TERRAPLENAGEM RODOVIÁRIOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

Belo Horizonte – MG

2022

GUSTAVO ANDRADE VIEIRA

**O USO DE FERRAMENTAS BIM NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE
TERRAPLENAGEM RODOVIÁRIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Graduação em Engenharia de Transportes do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET-MG, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel.

Orientador: Prof.^o Dr. Marcelo Tuler de Oliveira



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

ANEXO V – FOLHA DE NOTAS

O USO DE FERRAMENTAS BIM NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE
TERRAPLENAGEM RODOVIÁRIOS

Gustavo Andrade Vieira

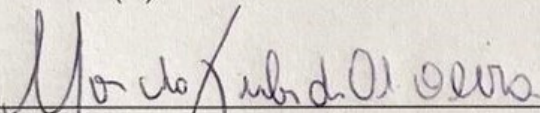
Trabalho de conclusão de curso submetido à Comissão Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia de Transportes, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Transportes.

☒ Aprovada em 06/12/2022.

☐ Aprovada com modificações sugeridas pela banca em 06/12/2022.

☐ *Aprovada com ressalvas em 06/12/2022.

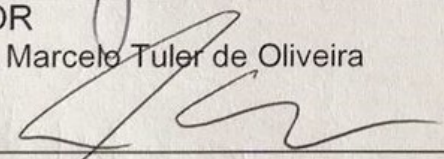
☐ Reprovado(a).



ORIENTADOR

Professor Dr. Marcelo Tuler de Oliveira

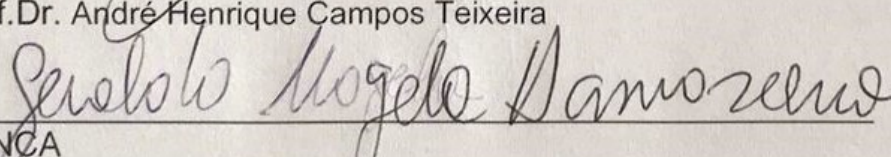
NOTA: 98



BANCA

Prof.Dr. André Henrique Campos Teixeira

NOTA: 98



BANCA

Prof. Dr. Geraldo Magela Damasceno

NOTA: 98

NOTA FINAL: 98

* Caso o(a) candidato(a) seja aprovado com ressalvas, favor relatar as modificações necessárias e indicar um membro responsável pela verificação das correções.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida.

À minha mãe, pela luz e símbolo de professora em todos os aspectos pertinentes a quem sou hoje.

Ao meu pai pela raça, força e companheirismo em minha trajetória.

Ao meu irmão, pela confiança e por ser um exemplo de coragem.

À memória da minha avó Terezinha, pelo incentivo ao estudo e busca do conhecimento.

À memória da minha avó Gessi, pela garra de ir de frente aos desafios e destacar nossas oportunidades de traçar destinos próprios.

Ao meu avô Gabriel, pela determinação e valorização da vida em tudo que estamos presentes.

À sociedade brasileira, pelo financiamento da minha graduação em Engenharia de Transportes.

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, pelo ensino público, gratuito, reconhecido e de qualidade.

Aos funcionários e professores do Departamento de Engenharia de Transportes, pelo conhecimento compartilhado, pela disponibilidade e atenção às demandas durante a trajetória.

Ao meu orientador Professor Doutor Marcelo Tuler de Oliveira, pelo suporte neste trabalho e pela faísca para a área de projetos.

Aos meus amigos e colegas de curso, pelas diversas experiências e batalhas que performamos lado a lado.

Aos meus companheiros da equipe de projetos, pelo apoio e companheirismo neste início de projeto profissional.

Aos meus demais familiares e amigos que contribuíram com confiança e descontração nos momentos de luta.

Por fim agradeço a todos que de alguma forma me trouxeram aqui.

EPÍGRAFE

"Quem salva uma vida, salva o mundo inteiro."

Talmud

VIEIRA, G.A. **O uso de ferramentas BIM na elaboração de projetos de terraplenagem rodoviários**. 2022. 129 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Engenharia de Transportes. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2022.

RESUMO

Os métodos de levantamento das quantidades relacionadas à terraplenagem em projetos rodoviários têm sido aprimorados com o avanço da tecnologia, e a implementação da metodologia BIM (*Building Information Modelling/Management*) contribui para o surgimento de demandas que adotam otimização para a elaboração de projetos nessa área. Amparando as análises sobre diversos cenários de soluções, *softwares*, como o Autodesk AutoCAD Civil 3D, fornecem ferramentas que auxiliam a extração de dados de diferentes alternativas, agregando informações para tomadas de decisão. Este trabalho tem como foco analisar os resultados obtidos para dois cenários de projetos de terraplenagem, levantados por dois métodos disponíveis para cálculo dos volumes deste projeto: áreas médias entre seções e comparação de superfícies. Essa análise ainda considerou a atribuição de custos de execução para os serviços de terraplenagem nos dois cenários estudados, trazendo valores finais para cada um deles, de forma que o orçamento seja estimado na consideração das alternativas. Verificou-se que os dois métodos de cálculo dos volumes, em condições de alta confiabilidade na superfície e nos parâmetros de projeto, resultaram em uma diferença pequena (máxima de 0,27%), quando considerado o volume total. Consequentemente, a diferença entre os custos não é tão afetada pela forma que são calculados, e sim os critérios e premissas de projeto adotados em cada um dos cenários.

Palavras-chave: projetos rodoviários; terraplenagem; BIM; otimização; custos.

VIEIRA, G.V. BIM tools use for roadway earthwork design. 2022. 129 f. Undergraduate Final Report. Transportation Engineering. Federal Center for Technological Education of Minas Gerais (CEFET-MG), 2022.

ABSTRACT

The quantity takeoff methods about highway earthwork designs have been improved with new technologies, and the BIM (Building Information Modelling/Management) implementation add to new demands that apply optimization at earthwork designs. Supporting solid analysis of different solution scenarios, some software, like Autodesk AutoCAD Civil 3D, gives many tools that helps decisions takes. This work focus is analyzing the two scenarios' results, by two earthwork volume report methods available: average area and composite surface. This study considered execute costs applied to two scenarios earthwork services, resulting in each solutions final costs, assisting the alternative decisions. As a result, it was observed that both volume calculation methods, assisted by a high surface and project parameters confiability, resulted in a small difference (0,27% maximum difference), considering the total volume. Consequently, the two methods cost difference isn't that affected by them calculation methods, but the design criteria and assumptions adopted in each scenario.

Keywords: highway designs; earthwork; BIM; optimization; costs.

LISTA DE SIGLAS

AEC	<i>Architecture, Engineering & Construction</i>
BIM	<i>Building Information Modelling/Management</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CEFET-MG	Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais
CGCIT	Coordenação Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes
DER	Departamento de Estradas de Rodagem
DMT	Distância Média de Transporte
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DNER	Departamento Nacional de Estradas de Rodagem
GEPAD	Gerência Nacional Padronização e Normas Técnicas de Governo
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDT	Modelo Digital de Terreno
MT	Momento de Transporte
PC	Ponto de Curva
PIV	Ponto de Inflexão Vertical
PTV	Ponto de Tangência Vertical
QTO	<i>Quantity TakeOff</i>
VMDAT	Volume Médio Diário Anual de Tráfego
VMDT	Volume Médio Diário de Tráfego
SICRO	Sistema de Custos Referenciais de Obras
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TIN	<i>Triangular Irregular Network</i>
TPU	Tabela de Preços Unitários

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Projeto de Obra de Arte Especial no Autodesk Infracore, com projeto em perspectiva e seção transversal em detalhe.	10
Figura 2: Sete dimensões de informação do BIM.....	11
Figura 3: Exemplos de ferramentas do Autodesk AutoCAD Civil 3D para projetos de terraplenagem (seção transversal, planilha de cubação, diagrama de Brückner e representação do terreno, respectivamente).....	12
Figura 4: Alinhamento horizontal em planta (escala representativa).....	15
Figura 5: Alinhamento vertical em perfil (escala representativa).....	16
Figura 6: Seção transversal genérica (escala representativa).....	16
Figura 7: Planta de um corredor.....	17
Figura 8: Esquema representativo de seções para determinação de volume.	23
Figura 9: Seção transversal com áreas de terraplenagem.	24
Figura 10: Exemplo representativo do Diagrama de Brückner.	25
Figura 11: Esquema representando levantamento de volumes por comparação de duas superfícies.	26
Figura 12: Integração entre as superfícies do projeto e do terreno natural.	26
Figura 13: Exemplo de nota de serviço de um projeto rodoviário gerada pelo AutoCAD Civil 3D.	27
Figura 14: Esquema de Composição de Custos.	31
Figura 15: Interface da ferramenta QTO.	34
Figura 16: Exemplo de linha de amostra (<i>sample line</i>) de corte.....	35
Figura 17: Exemplo de linha de amostra (<i>sample line</i>) de aterro.	35
Figura 18: Exemplo de linha de amostra (<i>sample line</i>) com área total de terraplenagem.	35
Figura 19: Fluxograma da metodologia proposta.	37
Figura 20: Levantamento topográfico de estudo (Sem escala).	39

Figura 21: planta com elementos cadastrados a serem evitados no traçado horizontal (Sem escala).....	42
Figura 22 : Seção tipo mista (sem escala).	45
Figura 23: Cenário 01 com terreno de projeto representando graficamente elevações (Sem escala).	45
Figura 24: Planta do projeto geométrico do Cenário 01 (sem escala).....	46
Figura 25: Cenário 02 com terreno de projeto representando graficamente elevações (Sem escala).	47
Figura 26: Planta do projeto geométrico do Cenário 02 (sem escala).....	48
Figura 27: Representação das seções transversais em planta do Cenário 01 (Sem escala).....	49
Figura 28: Representação das seções transversais em planta do Cenário 02 (Sem escala).....	49
Figura 29: Área de bota-fora do Cenário 01.	51
Figura 30: Área de bota-fora do Cenário 02.	51
Figura 31: Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 01.	53
Figura 32: Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 02.	54
Figura 33: Área destinada à operação de limpeza mecanizada da camada vegetal do projeto do Cenário 01 (Sem escala).....	57
Figura 34: Relatório da quantificação do item 5502985 no Cenário 01.	57
Figura 35: Área destinada à operação de limpeza mecanizada da camada vegetal do projeto do Cenário 02 (Sem escala).....	58
Figura 36: Relatório da quantificação do item 5502985 no Cenário 02.	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Volumes acumulativos de terraplenagem do Cenário 01 pelo método das áreas médias entre seções.	55
Gráfico 2: Volumes acumulativos do Cenário 02.	56
Gráfico 3: Diferença acumulativa de volumes no Cenário 01 para os dois métodos.	60
Gráfico 4: Diferença acumulativa de volumes no Cenário 02 para os dois métodos.	61
Gráfico 5: Comparativo dos volumes acumulativos entre os Cenários 01 e 02 (método das áreas médias entre seções).	62
Gráfico 6: Impacto dos itens na diferença final de custos entre os dois cenários. ...	65

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Trabalhos relacionados a projetos de infraestrutura, BIM, terraplenagem e planejamento de custos.	5
Quadro 2: Classes de projeto e critérios de classificação técnica.	14
Quadro 3: Características técnicas para rodovias de classe III.	40
Quadro 4: Curvas horizontais do eixo geométrico do Cenário 01.	46
Quadro 5: Curvas horizontais do eixo geométrico do Cenário 02.	47
Quadro 6: Resumo dos volumes do cenário 01 pelo método das áreas médias entre seções.	54
Quadro 7: Resumo dos volumes do cenário 01 pelo método da comparação de superfícies.	55
Quadro 8: Resumo dos volumes do cenário 02 pelo método das áreas médias entre seções.	56
Quadro 9: Resumo dos volumes do Cenário 02 pelo método da comparação de superfícies.	56
Quadro 10: Resumo dos volumes finais obtidos.	57
Quadro 11: Resumo dos custos dos dois cenários/dois métodos de obtenção de volumes de terraplenagem.	59
Quadro 12: Fatores entre os volumes de terraplenagem obtidos (áreas médias entre seções / Comparação de superfícies).	59
Quadro 13: Volumes de terraplenagem por quilômetro de projeto.	61
Quadro 14 - Custos de terraplenagem do Cenário 01.	63
Quadro 15 - Custos de terraplenagem do Cenário 02.	63
Quadro 16 - Custos de terraplenagem dos dois cenários estudados, para quantidades obtidas pelo método das áreas médias entre seções.	64
Quadro 17: Análise dos diferentes custos de terraplenagem, para diferentes DMTs.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de itens de composição de custos do SICRO.	33
Tabela 2: Itens utilizados da SICRO.	44

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
1.1.	Contextualização	1
1.2.	Problemática e questão problema.....	2
1.2.1.	Problemática.....	2
1.2.2.	Questões problema	2
1.3.	Objetivos gerais e específicos.....	3
1.3.1.	Objetivo Geral.....	3
1.3.2.	Objetivos Específicos	3
1.4.	Justificativa e motivação	3
1.5.	Estrutura do trabalho.....	4
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	5
2.1.	BIM.....	8
2.1.1.	Dimensões BIM	9
2.1.2.	Autodesk AutoCAD Civil 3D	11
2.2.	Projetos Viários	13
2.2.1.	Conceitos.....	13
2.2.2.	Elementos de projeto.....	14
2.3.	Terraplenagem.....	17
2.3.1.	Volumes.....	17
2.3.2.	Diagrama de massas (Cubação)	23
2.3.3.	Comparação de Superfícies (Autodesk AutoCAD Civil 3D)	25
2.3.4.	Notas de Serviço	27
2.4.	Custos relacionados.....	27
2.4.1.	Sistemas de custos.....	29

2.4.2.	Serviços e custos de Terraplenagem	31
2.4.3.	Ferramenta Quantity TakeOff – QTO	33
3.	METODOLOGIA	36
3.1.	Descrição	36
3.2.	Fluxograma	37
3.3.	Premissas de Projeto	38
3.3.1.	Topografia/Superfície	38
3.3.2.	Premissas geométricas	39
3.3.3.	Premissas de terraplenagem	42
3.3.4.	Premissas de orçamento	43
3.4.	Projeto Geométrico	44
3.4.1.	Cenário 01	45
3.4.2.	Cenário 02	46
3.5.	Projeto de Terraplenagem.....	48
3.5.1.	Método da Área média	48
3.5.2.	Método da Comparação de superfícies	50
3.5.3.	Bota-fora.....	50
3.6.	Orçamento	51
3.6.1.	Ferramenta QTO	52
4.	RESULTADOS.....	53
4.1.	Discussão de resultados	59
5.	CONCLUSÕES	66
5.1.	ESTUDOS FUTUROS.....	67
	REFERÊNCIAS.....	70
	APÊNDICES	75

1. INTRODUÇÃO

Neste primeiro capítulo é feita uma contextualização inicial das condições atuais de elaboração de projetos viários, especificamente de rodovias. Também são apresentados os objetivos do trabalho, com sua justificativa de escolha do tema e, ao fim, a estruturação do presente documento.

1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde os princípios trabalhados pela elaboração de projetos através de pranchetas físicas, com a utilização de esquadros, múltiplas réguas, e demais materiais de desenho; novas tecnologias são estabelecidas em busca por metodologias que otimizem os processos e facilitem a integração entre os projetos considerados em diferentes produtos. Um avanço já difundido entre os escritórios da área de projetos é a plataforma CAD (*Computer-Aided Design* ou, Desenho assistido por computador na tradução literal para o português) que permitiu a digitalização dos métodos clássicos de desenho técnico manual. Essa plataforma foi sendo aprimorada, desde o seu início na década de 80, permitindo a inserção e manipulação de novos dados e integração com outras plataformas.

Em 2 de abril de 2020, foi publicado o Decreto nº 10.306 no Diário Oficial da União que prevê fases de implementação gradual do BIM (*Building Information Modelling* ou, Modelagem da Informação da Construção). Esta nova metodologia, vem sendo adotada de forma a promover a compatibilização entre os diversos aspectos que são contemplados por um projeto, e permite um planejamento melhor do empreendimento, desde o seu nível conceitual, até a sua operação depois de executado. A inserção de parâmetros nos projetos passa a exigir mais das plataformas e uma melhor relação entre os projetistas, buscando reduzir a ocorrência de interferências entre os projetos, e a necessidade de retrabalhos e correções.

Tuler (2021) destaca que para projetos viários, essas mudanças otimizam tarefas rotineiras e repetitivas, e permitem calcular, orçar e simular situações diversas de um projeto. A partir disso, surge uma necessidade de otimizar essas simulações de situações diversas, calculando os variados recursos necessários e os custos vinculados à cada uma destas etapas.

Entre os aspectos abordados em um projeto rodoviário, o fluxo de trabalho inicia a alocação do projeto da via a partir da definição do terrapleno. O Manual de Implantação Básica de Rodovia, publicação IPR – 742 (DNIT, 2010), estabelece que o terrapleno é o terreno resultante de um “conjunto de operações de escavação, carga, transporte, descarga e compactação dos solos, aplicados na construção de aterros e cortes, dando à superfície do terreno a forma projetada para construção de rodovias”. Segundo Hare (2011) *apud* Fernandes (2021), e Liu (2013) *apud* Fernandes (2021), os serviços de terraplenagem correspondem a, aproximadamente, valores entre 20 e 30% dos custos totais de construção. Em alguns projetos, ao considerar aspectos da Geotecnia local, estes custos se elevam muito mais.

Portanto a otimização dos traçados e estudo das diversas possibilidades do projeto impactam diretamente no custo da obra como um todo. Desde o início do fluxo de trabalho, em uma avaliação conceitual de implantação, as tomadas de decisão devem ser feitas considerando a sua grande influência sobre os projetos subsequentes e no custo geral da construção.

1.2. PROBLEMÁTICA E QUESTÃO PROBLEMA

1.2.1. Problemática

Ferramentas que vem sendo criadas para otimizar o processo de elaboração de projetos viários buscam superar métodos tradicionais, trazendo respostas rápidas para as constantes alterações que ocorrem durante o seu desenvolvimento. Estes recursos computacionais visam trazer dinamismo ao processo, e contribuir para as discussões técnicas e econômicas de viabilidade dos projetos.

1.2.2. Questões problema

Considerando uma base de dados confiável e densa para a representação do relevo de uma localidade para construção de um projeto viário, e a possibilidade de simular traçados, qual a técnica mais viável para se calcular os volumes de terraplenagem de um trecho viário?

Ao comparar as técnicas manuais com as automatizadas disponíveis para a elaboração de projetos viários de terraplenagem, quais são as principais vantagens e desvantagens entre estas técnicas?

1.3. OBJETIVOS GERAIS E ESPECÍFICOS

1.3.1. *Objetivo Geral*

Elaborar um comparativo entre os custos dos volumes movimentados em uma terraplenagem de um projeto viário automatizado, obtidos através de dois métodos: Áreas médias entre seções e Comparação de Superfícies.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

Para alcançar o objetivo geral do trabalho, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar uma revisão bibliográfica sobre os métodos de obtenção e manipulação de volumes de terraplenagem;
- Revisar a bibliografia sobre sistemas de custos referência para terraplenagem em obras viárias;
- Desenvolver dois traçados de um projeto geométrico para a comparação dos volumes de terraplenagem calculados;
- Comparar a diferença dos volumes de terraplenagem obtidos pelos dois métodos propostos, nos dois traçados citados acima;
- Listar os custos dos serviços referentes à terraplenagem de um trecho rodoviário a nível de projeto conceitual;
- Aplicar a ferramenta QTO do *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D;
- Comparar os custos de terraplenagem destes traçados.

1.4. JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

Diante do início da popularização da metodologia BIM nas empresas da área de Infraestrutura que trabalham com elaborações de projetos viários, a necessidade de validação técnica tem exigido respostas mais rápidas sobre as diferenças das alternativas disponíveis. As tomadas de decisões relacionadas aos projetos, como definição de traçado geométrico, escolhas de infraestruturas e atribuição de

premissas para desenvolvimento dos projetos, impactam diretamente no processo e no atendimento de prazos e sequência de cronograma.

Os projetos como levantamento topográfico, projeto geométrico e projeto de terraplenagem são algumas das primeiras etapas a serem realizadas em um processo de projeto rodoviário. Estas servem como base para o desenvolvimento de projetos subsequentes, e possíveis alterações que ocorram nestes documentos, interferem diretamente e levam à um retrabalho para as demais etapas.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho segue a estrutura de um primeiro capítulo introdutório com uma contextualização do cenário de elaboração de projetos viários, apresentação da problemática identificada, definição dos objetivos do trabalho e justificativa da escolha do tema. O capítulo seguinte trata de uma revisão da literatura sobre métodos de levantamento de volumes de corte e aterro, conceitos da metodologia BIM, instrumentação disponível no *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D, referências de fonte de custos dos serviços relacionados aos projetos rodoviários e descrições dos conteúdos mínimos exigidos por nível de projeto. O terceiro capítulo aborda a proposta de metodologia que adotada para atingir o objetivo geral do trabalho. No capítulo 4 estão dispostos os resultados obtidos e são discorridas análises sobre estes. O quinto capítulo traz a conclusão obtida sobre o tema estudado.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O presente capítulo trata de uma análise teórica sobre os temas que serão abordados no trabalho, com a apresentação de conceitos básicos e metodologias atuais adotadas pelos profissionais da área das Engenharias. Com o objetivo de aprofundar a fundamentação teórica para o desenvolvimento do trabalho, são abordados os assuntos: (i) conceitos relacionados ao BIM; (ii) conceitos gerais de projetos viários; (iii) método de diagrama de massas (Brückner); (iv) método de comparação de superfícies; (v) custos relacionados à terraplenagem.

Para organizar a revisão bibliográfica foi construído o Quadro 1 com uma lista de referências sobre os temas a serem tratados no presente trabalho. Os documentos foram selecionados a partir dos seus respectivos títulos e/ou palavras-chave. No processo de pesquisa, inicialmente, foram consultados acervos bibliográficos de algumas Universidades Federais (Ex.: USP, UFMG, UnB, UFES, entre outras), alguns manuais de projeto de Órgãos Federais e Estaduais (Ex.: DER-MG, DNIT, DNER, DER-PR, entre outros), e outras produções literárias internacionais a partir da ferramenta Google Scholar (Google Acadêmico, em português). Para a realização destas pesquisas foram consideradas as seguintes palavras-chave: terraplenagem; custos; BIM; *earthwork*; *earthworking*; diagrama de massas; projeto rodoviário; infraestrutura rodoviária; e volume de terraplenagem.

Quadro 1: Trabalhos relacionados a projetos de infraestrutura, BIM, terraplenagem e planejamento de custos.

AUTOR (ES)	TÍTULO	INSTITUIÇÃO	ANO
JAYAWARDANE, A. K. W.; HARRIS, F. C.	<i>Further Development of Integer Programming in Earthwork Optimization.</i>	Journal of Construction Engineering and Management	1990
LOPES, S. C.	GPS e o perfil vertical de Rodovias.	USP	1996
GOKTEPE, A. B.; LAV, A. H.	<i>Method for Balancing Cut-Fill and Minimizing the Amount of Earthwork in the Geometric Design of Highways</i>	Journal of Transportation Engineering	2003
SAVOI, L. V.	Análise das discrepâncias identificadas em uma obra de engenharia	UFMG	2009
CARDOSO, D. G.	Movimentação de terra em obras rodoviárias: um estudo de caso de trechos do processo-MG, observados os aspectos da Engenharia Sanitária	UFMG	2010

Quadro 1: Trabalhos relacionados a projetos de infraestrutura, BIM, terraplenagem e planejamento de custos. (Continuação)

AUTOR (ES)	TÍTULO	INSTITUIÇÃO	ANO
LIMA, F. A. A.	Otimização de sistemas de faixas adicionais em aclives de rodovias de pista simples	USP	2010
GOMES, M. M.	Método expedito de análise de novos traçados de ferrovias para o transporte de cargas	USP	2011
HARE, W. L.; KOCH, V. R.; LUCET, Y.	<i>Models and algorithms to improve earthwork operations in road design using mixed integer linear programming</i>	European Journal of Operational Research	2011
MARQUES, E. C. S.	Fatores a serem considerados na definição de velocidade limite em rodovias brasileiras	UnB	2012
SILVEIRA, N. A. N. C.	O papel do BIM para a qualidade do projeto: avaliação da técnica em escritório de arquitetura	UFMG	2013
CASTRO, U. V.	Gerenciamento de contrato: aditivo contratual em obra pública de infraestrutura viária	UFMG	2013
ABAURRE, M. W.	Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção.	USP	2013
DORNELAS, R. C.	Estudo de métodos para prognóstico da produtividade na execução de rodovias: terraplenagem e pavimentação asfáltica - uma nova abordagem.	USP	2013
LIU, C.; LU, M.; JOHNSON, S.	<i>Simulation and optimization of temporary road network in mass earthmoving projects</i>	2013 Winter Simulations Conference	2013
RACE, S.	<i>BIM demystified</i>	RIBA Publishing	2013
BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. M.	<i>The project benefits of Building Information Modelling (BIM)</i>	International Journal of Project Management	2013
FORCADA, N.; RUSIÑOL, G.; MACARULLA, M.; LOVE, P. E. D.	<i>Rework in highway projects</i>	Journal of Civil Engineering & Management	2014
ARAÚJO, V. M.	Compatibilização de projetos de edificação	UFMG	2015
DE PAULA, J. G. A.	Orçamento de obras	UFMG	2015
ADDOR, M. R. A.	Proposta de metodologia de avaliação para salas de coordenação de projetos em BIM.	USP	2015
KIM, H.; CHEN, Z.; CHO, C.; MOON, H.	<i>Integration of BIM and GIS: Highway Cut and Fill Earthwork Balancing</i>	2015 International Workshop on Computing in Civil Engineering	2015

Fonte: Autor, 2022.

Quadro 1: Trabalhos relacionados a projetos de infraestrutura, BIM, terraplenagem e planejamento de custos. (Continuação)

AUTOR (ES)	TÍTULO	INSTITUIÇÃO	ANO
LIU, C.; LU, M.	<i>Optimizing Earthmoving Job Planning Based on Evaluation of Temporary Haul Road Networks Design for Mass Earthworks Projects</i>	Journal of Construction Engineering and Management	2015
GUIMARÃES, M. S.	Análise de incompatibilidades entre projetos: estudo de caso em obra comercial com o uso de metodologia BIM	UFC	2017
RIBEIRO, R. L. P.	Análise automática de normas aplicada em projeto geométrico de superestrutura ferroviária	UFMG	2018
PEREIRA, F. S.	Estudo comparativo da aplicação do infraworks e autocad civil 3D na elaboração e análise de um projeto rodoviário.	UFCG	2018
KOGA, L. T. A.; NATAEL, M. F.; BACHEGA, P. N.; SOUZA, L. R.	Utilização da tecnologia BIM em projeto de infraestrutura rodoviária	18º CONIC SEMESP	2018
THULER, D. F.	Análise da implantação do BIM em uma construtora de grande porte voltada à habitação popular	UFMG	2019
FERREIRA, D. D.	Planejamento e orçamento de obra: roteiro e estudo de caso de elaboração de um planejamento e orçamento de obras	UFMG	2019
CARMO, L. S.; AMARAL, D. R.; PORTELA, R. R. J.	Metodologia BIM nos projetos de infraestrutura rodoviária	<u>Desconhecido</u>	2019
LIMA, C. E.; GIESTA, J. P.; COSTA, S. C.	Uso de ferramentas BIM em organizações do RN-brasil voltadas para infraestrutura de transportes rodoviários	CIAC-2019	2019
LIMA, R. X.; JÚNIOR, E. F. N.; FERNANDES, P. G. P. S.	<i>Optimization of Earthmoving Operations Planning: A Novel Approach Considering Interferences</i>	Journal of Engineering, Project, and Production Management	2020
STEIN, J. A.; AZEVEDO, L. G.	Análise qualitativa da aplicação do BIM 4D desenvolvido no Navisworks para o planejamento de obra de infraestrutura	UFES	2021
LIMA, A. L.; MOMMA, T. A.; DARONCHO, C.; MARTÍNEZ, P. J. P.	Análise do desenvolvimento de um projeto de estradas com uso da metodologia BIM – Estudo de caso em segmento da BR 030.	South American Development Society Journal	2022

Fonte: Autor, 2022.

2.1. BIM

Race (2013) aponta que por ser um conceito novo, o BIM ainda possui algumas variações a respeito do significado de cada uma das suas letras do acrônimo. A letra “B” representa de fato a palavra *Building*, traduzida diretamente como construção, porém trata de um aspecto mais amplo do elemento que será tratado no projeto, como uma análise estrutural. De acordo com Race (2013), a única letra do acrônimo que tem um consenso maior entre a comunidade técnica sobre seu significado é a letra “I” que basicamente refere-se à Informação (*Information*, em inglês). Ele ainda destaca que este é a principal vantagem e o elemento mais importante que essa nova tecnologia traz consigo. Por último, a letra “M” traz uma diferença entre *Modelling* (modelagem, em português) e *Management* (gerenciamento, em português). Race (2013) indica que *Modelling* traz uma representação em uma mídia de forma diferente, ou uma simulação de algo e como funcionará. Já quando o significado é associado a palavra *Management*, permite a interpretação de planejamento, organização e controle de recursos, tanto do empreendimento em si, quanto na gestão da equipe de projetistas.

Em agosto de 2019, o Decreto nº 9.983 publicado no Diário da União, estabelece uma Estratégia Nacional de Disseminação do *Building Information Modelling* no Brasil – Estratégia BIM BR. De acordo com este Decreto, a modelagem trata-se de “um conjunto de tecnologias e processos integrados que permite a criação, a utilização e a atualização de modelos digitais de uma construção, de modo colaborativo, que sirva a todos os participantes do empreendimento, em qualquer etapa do ciclo de vida da construção”. Essa Estratégia tem como objetivos: difundir o BIM e os seus benefícios; coordenar a estruturação do setor público para a adoção do BIM; criar condições favoráveis para o investimento em BIM; incentivar a capacitação em BIM; estabelecer parâmetros para compras e contratações públicas com uso do BIM; desenvolver normas técnicas, guias e protocolos específicos para adoção do BIM; e desenvolver a plataforma e a Biblioteca Nacional BIM.

E em abril de 2020, o Decreto nº 10.306 publicado no Diário da União reforça mais alguns conceitos aplicados à execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharia realizadas pelos órgãos e pelas entidades de administração pública

federal. Este Decreto nº 10.306 define 3 fases de implementação gradual do BIM, que são válidas desde 1º de janeiro de 2021, e devem ser implementadas até 2028.

A primeira fase abrange, no mínimo, a elaboração dos modelos de arquitetura e/ou engenharia referentes aos projetos de estruturas, e instalações hidráulicas, elétricas, de aquecimento, de ventilação e ar-condicionado. Nessa primeira fase ainda são exigidas a detecção de interferências físicas e funcionais entre os projetos, e a compatibilização entre elas, a extração de quantitativos, e geração de documentação gráfica, extraída dos modelos.

A segunda fase, prevista para ser executada a partir de 1º de janeiro de 2024, abrangerá, além dos requisitos da primeira fase de implementação, a orçamentação, o planejamento e o controle da execução de obras, e atualização dos modelos construídos em BIM e de suas informações como construído (*as built*). A terceira, e última, fase de implementação do BIM, considerada no Decreto nº 10.306, define que a partir de 1º de janeiro de 2028 os modelos executados em BIM deverão fornecer, além dos conteúdos exigidos nas duas fases anteriores, informações suficientes para o gerenciamento e a manutenção do empreendimento após a sua construção.

2.1.1. Dimensões BIM

O BIM é muito conhecido pelas apresentações dos projetos em 3D (Figura 1), trazendo brilho aos olhos de quem vê, desde o projeto, as obras “executadas *in loco*”. Porém além da evolução visual do projeto, saindo do *Computer-Aided Design* (CAD) 2D e indo para as três dimensões, ele traz mais informações sobre o projeto. Wong (2005 *apud* GUIMARÃES, 2017) destaca que o BIM aborda mais do que visualização do espaço projetado, tratando de um modelo digital acompanhado de um banco de dados que possibilitam análises de diversas finalidades simultaneamente, trazendo aumento de produtividade e redução de retrabalho. Gu *et al.* (2007 *apud* RIBEIRO, 2018) avalia a “tecnologia com a capacidade de projetar, armazenar, analisar, gerenciar e compartilhar todos os dados em um projeto durante todo seu ciclo de vida”.

Figura 1: Projeto de Obra de Arte Especial no Autodesk Infraworks, com projeto em perspectiva e seção transversal em detalhe.



Fonte: SOETHE, 2018.

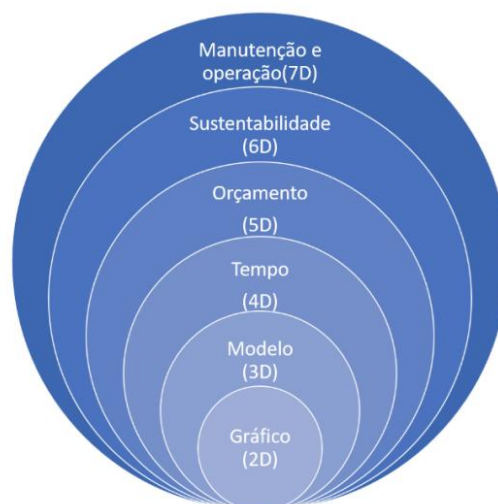
Campestrini *et al.* (2015, p. 31) destaca que “quanto mais dimensões tiver o modelo, maiores serão os tipos de informações possíveis de serem modeladas a partir deles, tornando as tomadas de decisão mais complexas e acertadas”.

Addor (2009 *apud* SILVEIRA, 2013) reconhece o BIM como uma forma de sair da representação somente através de linhas e figuras geométricas, e passa a associar elementos. E considera 6 dimensões disponíveis para serem trabalhadas nos modelos: 2D – representação em um plano; 3D – representação em um espaço com 3 dimensões; 4D – atribuindo a variável tempo ao projeto, com dimensionamento de fases e disposição de sequências; 5D – associar os custos ao projeto; 6D – considerar o ciclo de vida da obra finalizada, já fazendo referência a possíveis ações de proprietários e gerentes.

Enquanto Hamed (2015 *apud* PEREIRA, 2018) reconhece um total de 7 dimensões de informações (Figura 2), e resumidamente se diferencia somente a partir da 6ª dimensão, da lista considerada por Addor (2009 *apud* SILVEIRA, 2013). Hamed (2015 *apud* PEREIRA, 2018) aponta a 6ª e a 7ª dimensão da informação como sendo, respectivamente, tratativas sobre a sustentabilidade do projeto, e as informações a respeito da gestão das instalações. Essa sustentabilidade integra a

variável energética ao modelo, considerando emissões energéticas (térmicas, acústicas e luminosas) do projeto. E a última aborda o empreendimento já executado e em andamento, permitindo um controle já da operação e manutenção dos sistemas relacionados.

Figura 2: Sete dimensões de informação do BIM.



Fonte: HAMED, 2015.

Segundo Bryde *et. al.* (2013), a implantação do BIM deve envolver estudos seguindo a sua sequência de implementação, de forma que permita uma análise de custo/benefício. Bryde *et. al.* (2013) estudou as vantagens do desenvolvimento de projetos em BIM, e o benefício mais frequentemente relatado abordava a gestão de projetos e redução de custos.

2.1.2. Autodesk AutoCAD Civil 3D

Existem no mercado alguns *softwares* disponíveis para elaboração de projetos de infraestrutura rodoviária. Atendendo às diversas demandas provenientes dos múltiplos projetos que são trabalhados, cada empresa desenvolvedora desses *softwares* busca fornecer cada vez mais ferramentas.

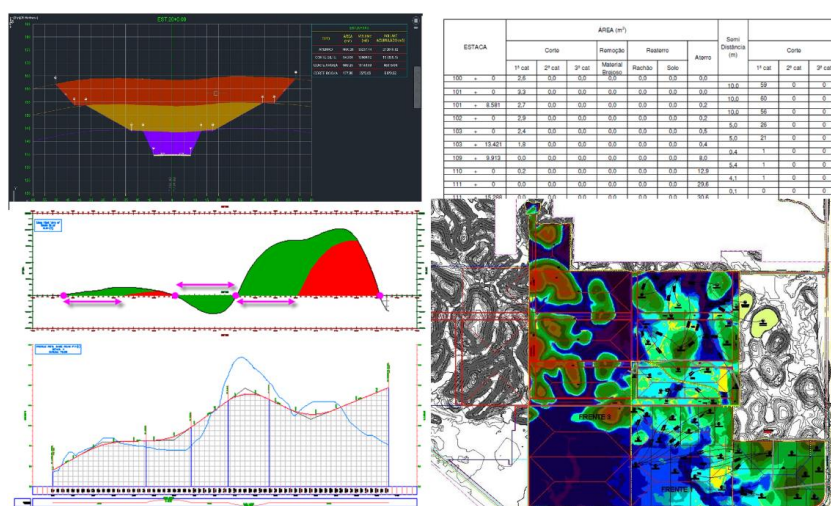
Os *softwares* mais difundidos compõem o pacote AEC Collection, do acrônimo *Architecture, Engineering & Construction Collection*, que quando traduzido para o português corresponde à Coleção de *Softwares* voltados para a Arquitetura, Engenharia e Construção. Segundo Soethe (2018), AEC Collection oferece

“ferramentas próprias para cada disciplina e momento do empreendimento de infraestrutura. Desde o momento de concepção até a construção e manutenção”.

O Autodesk AutoCAD Civil 3D é um *software* da Autodesk voltado para a elaboração de projetos de estradas e rodovias, projetos de terreno e projetos ferroviários, que tem suporte à metodologia BIM (Autodesk, 2022). Ele possui muitas ferramentas para os diversos aspectos decorrentes destes tipos de projeto, como a criação de modelos dinâmicos para a projeção de interseções rodoviárias, e a emissão de documentos finais necessários para a descrição do projeto.

É possível utilizar o Autodesk AutoCAD Civil 3D para computar diversos materiais e objetos dos projetos, atribuindo a ele fórmulas que possibilitam a obtenção de vários tipos de resultados, de acordo com a necessidade da quantificação do projeto. A manipulação de dados topográficos para a criação de modelos digitais de terreno, correlacionando dados geotécnicos do solo local, permite análises complexas dos dados das superfícies (Autodesk, 2022).

Figura 3: Exemplos de ferramentas do Autodesk AutoCAD Civil 3D para projetos de terraplenagem (seção transversal, planilha de cubação, diagrama de Bruckner e representação do terreno, respectivamente).



Fonte: SOETHE, 2018.

Este *software* ainda provém de ferramentas de automatização de tarefas repetitivas e complexas, permitindo criar scripts para facilitá-las. Além disso, a criação de modelos de corredor dinâmicos de projetos de infraestrutura viabiliza respostas

rápidas sobre informações de materiais em seções ou perfis (Figura 3), para a criação de relatórios para volumes de terraplenagem, comparando as superfícies geradas pelo projeto e as superfícies existentes (Autodesk, 2022).

2.2. PROJETOS VIÁRIOS

2.2.1. Conceitos

O Manual 739 do DNIT (2010) considera que a fase de projeto básico tem a finalidade de escolher a alternativa de traçado a ser adotada, seguindo recomendações e parâmetros definidos na fase preliminar. Ainda de acordo com esse manual, a fase preliminar é quando estudos específicos são feitos sobre a região de projeto, sendo elaborado um diagnóstico e traçando diretrizes para o projeto básico. A partir disso a solução proposta será detalhada nos itens de projeto do Projeto Básico, elaborando plantas, detalhes e demais desenhos, além de outros elementos que possibilitem uma identificação da obra a executar.

CLASSE DE RODOVIA

O Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999) faz uma relação dos níveis de serviços proposto pelo HCM (1994) e estabelece classes de projeto. Estas foram definidas a partir de um consenso que se formou no país referente à capacidade das rodovias disponibilizarem condições seguras e economicamente viáveis de atender à crescente demanda de tráfego. Este IPR 706 também avalia os seguintes critérios para definir as classes de um trecho de rodovia:

- posição hierárquica dentro da classificação funcional;
- Volume Médio Diário de Tráfego (VMDT);
- nível de serviço;
- outros condicionantes.

Sendo exclusivamente direcionada essa classificação às rodovias novas, são numeradas de 0 a IV, tendo os menores valores, características técnicas de operação mais exigentes, conforme observadas no Quadro 2.

Quadro 2: Classes de projeto e critérios de classificação técnica.

Classes de projeto	Características	Critérios de classificação técnica (*)
0	Via Expressa – Controle total de acesso	Decisão administrativa
IA	Pista Dupla – Controle parcial de acesso	Quando os valores de tráfego previstos ocasionaram níveis de serviço em uma rodovia de pista simples inferiores aos aceitáveis.
IB	Pista simples	Volume horário de projeto VHP > 200 Volume médio diário VMD > 1400
II	Pista simples	Volume médio diário VMD 700 - 1400
III	Pista simples	Volume médio diário VMD 300 – 700
IVA	Pista simples	Volume médio diário (abertura) VMD 50 – 200
IVB	Pista simples	Volume médio diário (abertura) VMD < 50

Fonte: DNER,1999.

Em janeiro de 2009, o DER-MG emitiu uma recomendação técnica de critérios de projeto para vias de ligação com reduzido volume de tráfego. Este considera condições gerais de Volume Médio Diário Anual de Tráfego – VDMAT – estimado de até 300 veículos por dia, até o final da vida útil de projeto. Neste documento, são definidas, entre uma lista de critérios, as inclinações dos taludes pela relação “horizontal (h) / vertical (v)”. E sua orientação geral é de:

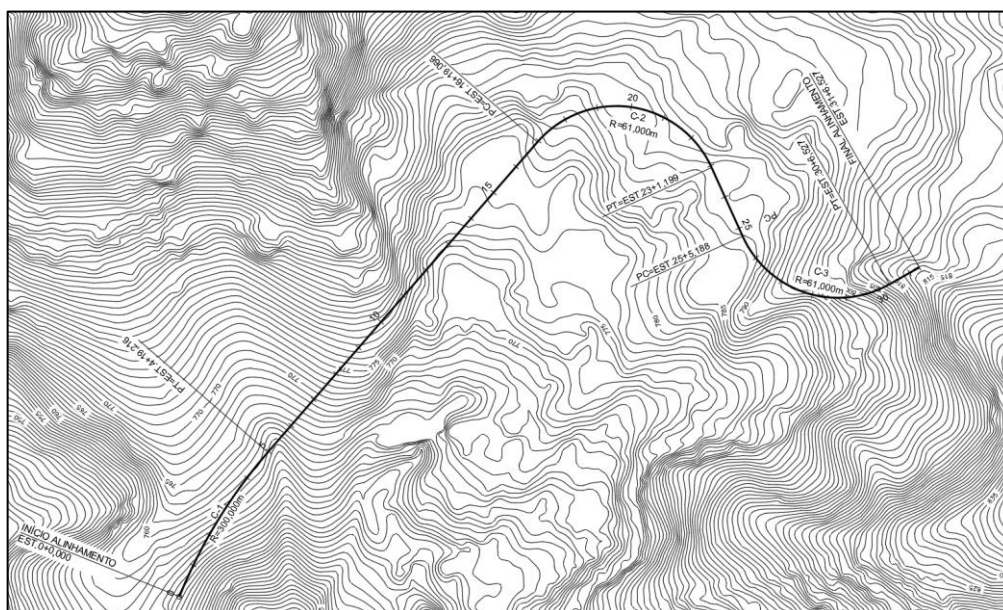
- Cortes em material de 1ª e 2ª categoria: 2 (h) : 3 (v) ou 1 (h) : 1 (v);
- Cortes em material de 3ª categoria: 1 (h) : 8 (v);
- Aterros: 3 (h) : 2 (v).

2.2.2. Elementos de projeto

Para descrever o projeto, identificar a obra a executar e caracterizar o local, existem alguns elementos de desenho técnico que possibilitam a apresentação de diferentes formas e aspectos. Em um projeto de infraestrutura rodoviária o traçado horizontal da rodovia, definido como alinhamento horizontal, é apresentado (Figura 4) de forma

geométrica através de tangentes e curvas (circulares e/ou de transição) em uma projeção horizontal do terreno. Este traçado pode ser estabelecido a partir de um levantamento topográfico (DNER, 1997) com a construção de uma planta planialtimétrica. Atualmente essa planta é obtida através de interpoladores de pontos cotados, ou mesmo de processamento digital de imagens, através de *softwares* de Modelagem Digital de Terrenos.

Figura 4: Alinhamento horizontal em planta (escala representativa).



Fonte: Autor, 2022.

As vistas verticais que representam de forma contínua a situação altimétrica (DNER, 1997) desse traçado geométrico, ou seja, o alinhamento vertical, são apresentadas (Figura 5) juntamente ao terreno natural, definindo-se o perfil longitudinal. O Manual de Projeto de Interseções (DNIT, 2005) relaciona este alinhamento vertical também ao greide da rodovia. De acordo com a IPR 718 (DNIT, 2005), greide é o “perfil do eixo de uma via, complementado com os elementos que o definem” (estacas e cotas de Pontos de curva vertical – PCV, Pontos de Inflexão Vertical – PIV, Pontos de Tangente Vertical – PTV, etc.). Este Manual ainda estabelece que o greide, quando serve de referência para um perfil do eixo de rotação para a plataforma terraplenada, pode ser definido como greide de terraplenagem.

As seções transversais tipo são consideradas apenas para os trechos constantes. Variações sobre a relação com o terreno natural e possíveis variações de geometria, como superelevação e superlargura de pista ficam evidentes em seções transversais geradas ao longo do alinhamento.

Seguindo para a obtenção de superfícies de projeto, escopo principal do presente trabalho, e etapa de criação do “corredor” é “a junção do projeto planimétrico, altimétrico e das seções transversais, apoiadas na superfície do terreno” (Tuler, 2021). Ou seja, a seção tipo transversal aplicada no alinhamento horizontal, e no alinhamento vertical (greide), resulta na formação do corredor (Figura 7).

Figura 7: Planta de um corredor.



Fonte: Autor, 2022.

2.3. TERRAPLENAGEM

2.3.1. Volumes

Nesse tópico serão apresentados conceitos relacionados à terraplenagem, necessários para o desenvolvimento da metodologia e melhor entendimento sobre o assunto tratado. As principais referências consideradas para tratar tais definições

foram manuais e documentos oficiais de órgãos estaduais e federais para validar os conceitos de um âmbito geral. Foram considerados: Manual de implantação básica de rodovia – IPR 742 – do DNIT (2010); Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários – IPR 726 – do DNIT (2006); Glossário de termos técnicos do DNER – IPR 700 – do DNER (1997); Recomendação técnica: Critérios de projeto para vias de ligação com reduzido volume de tráfego – RT-01.46.D – DER-MG;

A publicação IPR 742 (DNIT, 2010) define corte como “segmento de rodovia em que a implantação requer escavação do terreno natural ao longo do eixo e no interior dos limites da seção transversal (*off-set*) que define o corpo estradal”. Por outro lado, esse manual define o aterro como “segmento de rodovia, cuja implantação requer depósito de materiais proveniente de cortes e/ou de empréstimos no interior dos limites das seções de projeto (*off-sets*) que definem o corpo estradal”.

O Manual IPR 742 (DNIT, 2010) estabelece também que o empréstimo é a área ou o local que fornecerá, através de escava de solo, material necessário para a execução de aterro. E o bota-fora é o local escolhido que recebe o material excedente da realização dos cortes do projeto. Já o Glossário do DNER (1997) – IPR 700 – trata o termo bota-fora de forma mais detalhada e ampla como o material proveniente das escavações dos cortes, que não foram aproveitados nos aterros seja por apresentar uma má qualidade de material para os parâmetros considerados no projeto, seja por extrapolar o volume necessário, ou por ter uma distância de transporte que não seja viável. A IPR 700 (DNER, 1997) ainda indica o depósito desse material fora da plataforma da rodovia, preferencialmente dentro da área da faixa de domínio.

CATEGORIAS DE MATERIAL

O custo da operação de corte do terreno natural varia de acordo com a resistência que os materiais podem oferecer. A especificação de serviço DNIT 106/2009 (DNIT, 2009) define as seguintes três categorias de materiais a partir de suas dificuldades de extração em corte:

- Materiais de 1ª Categoria: são os solos em geral, de origem residual ou sedimentar, seixos rolados ou não, com diâmetro máximo de até 0,15 m, independente do seu teor de umidade.
- Materiais de 2ª Categoria: são os materiais com resistência ao desmonte mecânico inferior à da rocha sã, cuja extração só é possível com a combinação de métodos que exigem a utilização de equipamento escarificador pesado. Para a sua extração pode ser necessário o uso de explosivos ou processos manuais específicos. Esta categoria contempla os blocos de rocha de volume inferior a 2,00 m³ e os matacões, ou blocos, de diâmetro médio entre 0,15 m e 1,00 m;
- Materiais de 3ª Categoria: são os materiais com resistência ao desmonte mecânico equivalente à da rocha sã e blocos de rocha que apresentem volume superior a 2,00 m³ ou diâmetro médio superior a 1,00 m, cuja extração e fragmentação, que possibilite o carregamento, ocorram somente com a utilização de explosivos.

Outros dois conceitos importantes que são abordados na terraplenagem são avultamento e empolamento. A publicação IPR 740 (DNER, 1997) define o primeiro como o “aumento de volume de materiais devido à manipulação”, não especificando à movimentação de terra. Já o empolamento é definido como o “aumento percentual de volume de um solo escavado em relação ao seu volume inicial ou em natura”, e este deve ser considerado sobre os materiais, no momento de levantamento dos volumes de terraplenagem.

FATOR DE COMPACTAÇÃO / FATOR DE HOMOGENEIZAÇÃO

Ratton *et al.* (2015) reconhece o Fator de Homogeneização (F_h) como um parâmetro, adimensional, que estima o volume de corte necessário para compor um determinado aterro de projeto. É aplicado na etapa do planejamento de distribuição do material escavado. E possui valores maiores quando se trata de solo, e inferiores quando são materiais mais compactos. Seu valor é obtido através da Equação 1 (RATTON *et al.*, 2015) a seguir, cujo V_{corte} é o volume que um material a ser terraplenado ocupa no corte de origem, $V_{compactado}$ é o volume final que a massa

original ocupa, depois de ser solta, e em seguida descarregada e sofrer um processo mecânica de compactação.

$$F_h = \frac{V_{corte}}{V_{compactado}} \quad (1)$$

Onde:

- F_h – Fator de homogeneização (adimensional);
- V_{corte} – Volume de corte (m³);
- $V_{compactado}$ – Volume compactado (m³);

Ratton *et al.* (2015) ainda aponta, para a validação do Fator de Homogeneização a relação (Equação 2) entre a densidade (massa específica) aparente seca do material coletado no corte de origem - D_{corte} – e a densidade aparente seca do material, extraído do corte, compactado no aterro - $D_{compactado}$.

$$F_h = \frac{D_{compactado}}{D_{corte}} \quad (2)$$

Onde:

- F_h – Fator de homogeneização (adimensional);
- $D_{compactado}$ – Densidade aparente seca do material compactado (g/cm³);
- D_{corte} – Densidade aparente seca do material coletado no corte (g/cm³).

A Recomendação técnica RT01.46d (DER-MG, 2009) aponta que para quando não houver indicação dos estudos geotécnicos, o fator de compactação (Equação 3) deve ser de: $K = 1,30$. A RT01.46d (DER-MG, 2009) considera $\lambda_{compactado}$ como a densidade do material resultante da compactação e $\lambda_{natural}$ como sendo a densidade do material *in loco*.

$$K = \frac{\lambda_{compactado}}{\lambda_{natural}} = 1,30 \quad (3)$$

Onde:

- K – Fator de compactação (adimensional);
- $\lambda_{compactado}$ – Densidade do material compactado (g/cm³);
- $\lambda_{natural}$ – Densidade do material *in loco* (g/cm³);

O grau de compactação do material que compõe o aterro é obtido através do ensaio de *Proctor* (normal, intermediário ou modificado) e é realizado através de sucessivos impactos de um soquete padronizado na amostra do solo. Por meio deste ensaio é possível obter a correlação entre o teor de umidade e o peso específico aparente seco de um solo quando compactado com determinada energia (NBR 7182, 1986).

Segundo Gomes (2011) a realização de bota-fora e empréstimo devem ser consideradas como alternativas para a viabilização econômica de movimentações de terra. Logo, mesmo que a distância entre o local que é realizado o corte e o local destino de utilização do material em aterro seja muito grande, seus custos podem ser menores do que a realização de uma nova escavação mais próxima. Esta situação deve ser mensurada na planilha de custos.

De acordo com o Glossário do DNER (1997), a distância de transporte dos materiais em terraplenagem é “a distância entre os centros de gravidade do corte e do aterro”. Pereira *et al.* (2015) define a Distância Média de Transporte como sendo a distância de origem e destino dos materiais envolvidos na terraplenagem, considerando seus volumes e suas categorias. A média é resultante da expressão (Equação 4) abaixo:

$$DMT = \frac{\sum(V_i \times d_i)}{V_t} \quad (4)$$

Onde:

- DMT – Distância média de transporte (km);
- V_i – Volumes parciais escavados (m³);
- d_i – Distâncias de transporte parciais (km);
- V_t – Volume total escavado (m³).

E o numerador da Equação 5 representa o parâmetro Momento de Transporte – MT – total, no caso, que é o somatório dos produtos de volumes escavados pelas distâncias que eles são transportados:

$$MT = \sum (V_i \times d_i) \quad (5)$$

Onde:

- MT – Custo total do item da SICRO (R\$);
- V_i – Distância máxima adotada (m);
- d_i – Custo unitário do item da SICRO (R\$);

De acordo com a IPR-742 (DNIT, 2010) o equilíbrio de corte e aterro deve considerar também, buscando a solução teoricamente mais econômica, a utilização mais racional dos volumes de materiais gerados em cortes e os seus custos de transporte. As distâncias de transporte de cada compensação longitudinal devem ser apresentadas em um perfil, a partir dos centros de gravidade de extração e depósito das massas.

A distribuição de terras trabalhadas em obras viárias deve buscar a solução teoricamente mais econômica, sob o ponto de vista de transporte, considerando também a melhor utilização dos materiais provenientes dos cortes. Para isso, em fases executivas do projeto, devem ser disponibilizados à execução o relatório da nota de serviço, e o perfil de locomoção, contendo o diagrama de massas e sua distribuição pelo método de Brückner, observada a sua segmentação (DNIT, 2010).

Tendo tais elementos de projeto, relacionados à terraplenagem e ao projeto geométrico, definidos é necessário retomar a importância deste sobre um projeto rodoviário. Hare et al. (2011) afirma que os custos relacionados aos cortes e aterros correspondem à quase 25% de um projeto total. E A. Burak Goktepe (2003) destaca a importância crucial da otimização da movimentação de terra, ainda em uma fase de anteprojeto rodoviário. Com o avanço das tecnologias de processamento dos computadores, avanço em algoritmos complexos e avanço dos modelos CAD, o levantamento desses volumes de terraplenagem podem ser levantados de diferentes formas. Segundo Jayawardane e Harris (1990 apud LIU e LU, 2014), o diagrama de

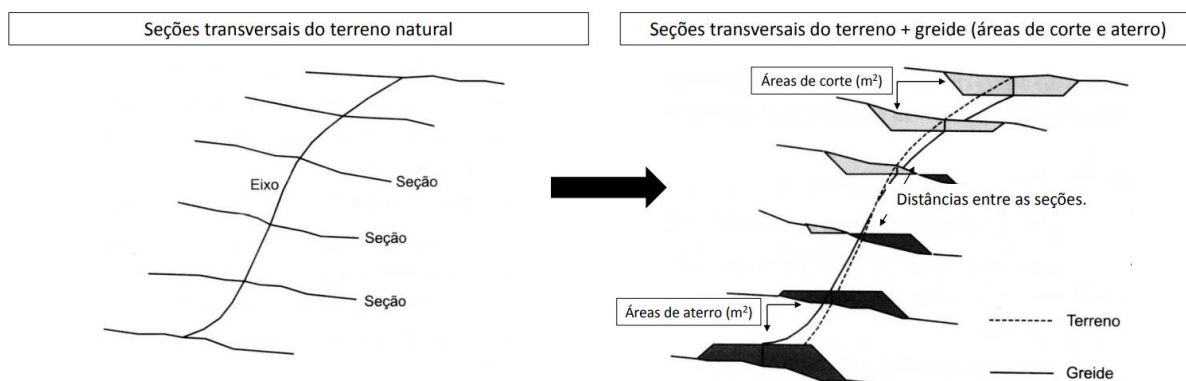
massas é o método mais simples e mais comum para um planejamento linear de projetos de construção, como construção rodoviária.

2.3.2. Diagrama de massas (Cubação)

O Glossário de Termos Técnicos do DNER (1997) define o Diagrama de Brückner (diagrama de massas) como “gráfico representativo dos volumes dos cortes e aterros acumulados e compensados longitudinalmente”. Este diagrama contribui para o planejamento da distribuição dos materiais escavados em projeto e estimar a distância média final de transporte.

A publicação IPR-742 (DNIT, 2010) indica no seu Anexo A que para a construção gráfica deste diagrama, é necessário calcular as ordenadas de Brückner, que são volumes de corte e aterro acumulados ao longo do perfil, seção por seção (Figura 8), com os volumes de corte com valores positivos e os volumes de aterro valores negativos. Situações de seções mistas, os valores excedentes que representam os seus volumes. Em geral é adotado um volume acumulado inicial arbitrário, fazendo com que trabalhe apenas com valores acumulados positivos.

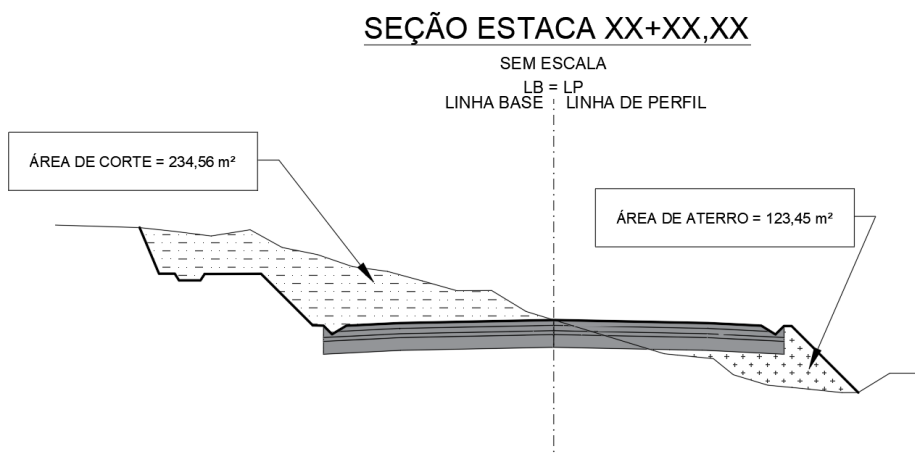
Figura 8: Esquema representativo de seções para determinação de volume.



Fonte: TULER, 2021.

Segundo a IPR-742 (DNIT, 2010) os volumes envolvidos no cálculo destas ordenadas “consideram a influência da camada vegetal e do fator de homogeneização aplicado sobre os volumes de aterro, para expandi-los e tornar realística a compensação com os volumes de corte”.

Figura 9: Seção transversal com áreas de terraplenagem.



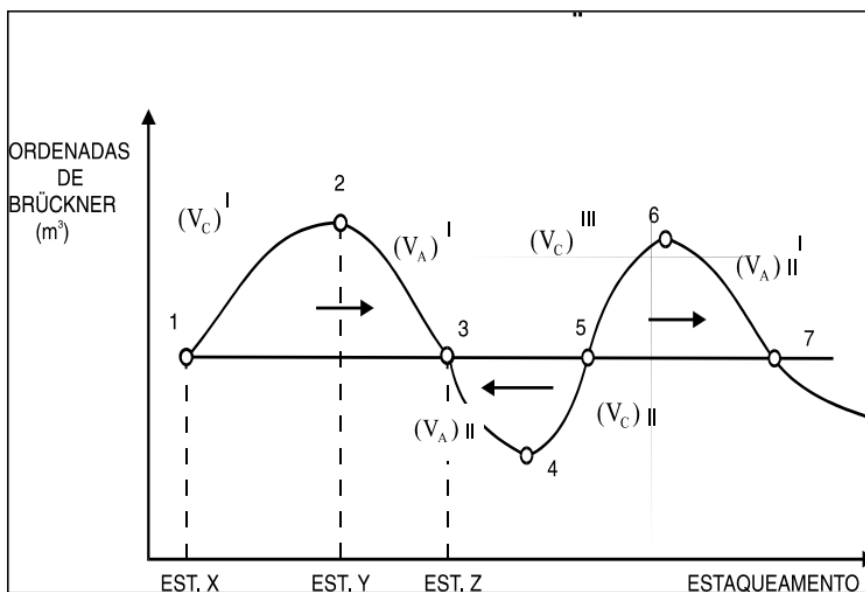
Fonte: Autor, 2022.

O cálculo dos volumes para a planilha de Cubação devem considerar as áreas geométricas das seções (Figura 9), sendo que, para as escavações dos cortes os volumes geométricos das áreas de corte ao longo da distância entre as estacas precisam ser convertidos através de fatores (multiplicadores) de conversão. Representando os diferentes comportamentos das categorias de materiais que compõem o terreno. De acordo com a IPR-742 (DNIT, 2010), para materiais de 1ª categoria utiliza-se o fator de 1, para materiais de 2ª e 3ª categorias os fatores devem ser obtidos com base em estudos geotécnicos locais. Porém a publicação indica que em situações de falta de dados mais precisos, podem ser considerados, para materiais de 2ª e 3ª categoria, “os fatores 1,15 e 1,45, respectivamente”.

Segundo a IPR-742 (DNIT, 2010) o cálculo dos volumes referentes ao aterro (camadas de corpo de aterro e camada final), o fator equivalente para conversão é o fator de empolamento, que também é determinado através de estudos geotécnicos, mas “ordinariamente, estes fatores se situam entre 1,20 e 1,30”.

Tuler (2021) considera as seguintes aplicações para o Diagrama de Brückner (Figura 10): avaliar e indicar os locais para realização de bota-fora e empréstimo de materiais; cálculo do momento de transporte; avaliar pontos de maior e menor movimentação de terra a partir das inclinações do gráfico; determinação das DMT.

Figura 10: Exemplo representativo do Diagrama de Brückner.



Fonte: DNIT, 2010.

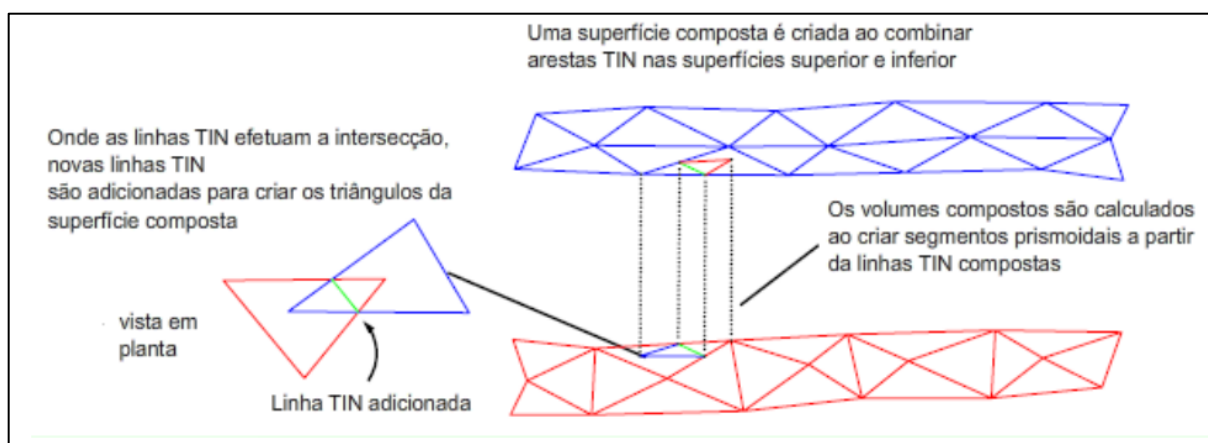
2.3.3. Comparação de Superfícies (Autodesk AutoCAD Civil 3D)

O Autodesk AutoCAD Civil 3D possui uma funcionalidade que é de calcular o volume entre duas superfícies distintas. Tal função permite cálculos rápidos para consultas e conferências dos volumes de terraplenagem que serão tratados em uma obra rodoviária. Através da criação de uma superfície do corredor de projeto, a partir da definição de um traçado horizontal, traçado vertical e suas seções tipo. Então esta quando comparada com a superfície primitiva do terreno que será alocado o projeto, é possível mensurar os volumes entre elas.

O método é composto de formas triangulares constituindo uma nova superfície, com base em pontos, com coordenadas tridimensionais, de ambas as superfícies. Este método utiliza os pontos das duas superfícies, bem como em qualquer localização onde as bordas dos triângulos entre as duas superfícies de interseção para criar segmentos prismoidais compostos de linhas TIN (*Triangular Irregular Network*, traduzido de maneira literal como malha triangular irregular).

O novo sólido, a ser calculado, é limitado pelas duas superfícies, compostas de elevações calculadas com base na diferença entre as elevações de duas superfícies, como segue representado na Figura 11 a seguir:

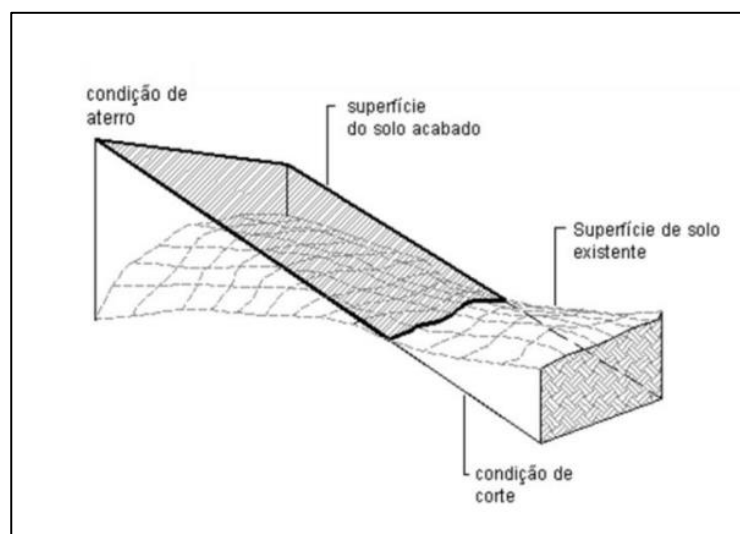
Figura 11: Esquema representando levantamento de volumes por comparação de duas superfícies.



Fonte: Apostila da SDS Educa.

A desenvolvedora do Autodesk AutoCAD Civil 3D, Autodesk, representa o cálculo de volumes que o software realiza de acordo com a seguinte Figura 12, que faz a integração das superfícies do corredor projetado com a superfície do terreno natural do local.

Figura 12: Integração entre as superfícies do projeto e do terreno natural.



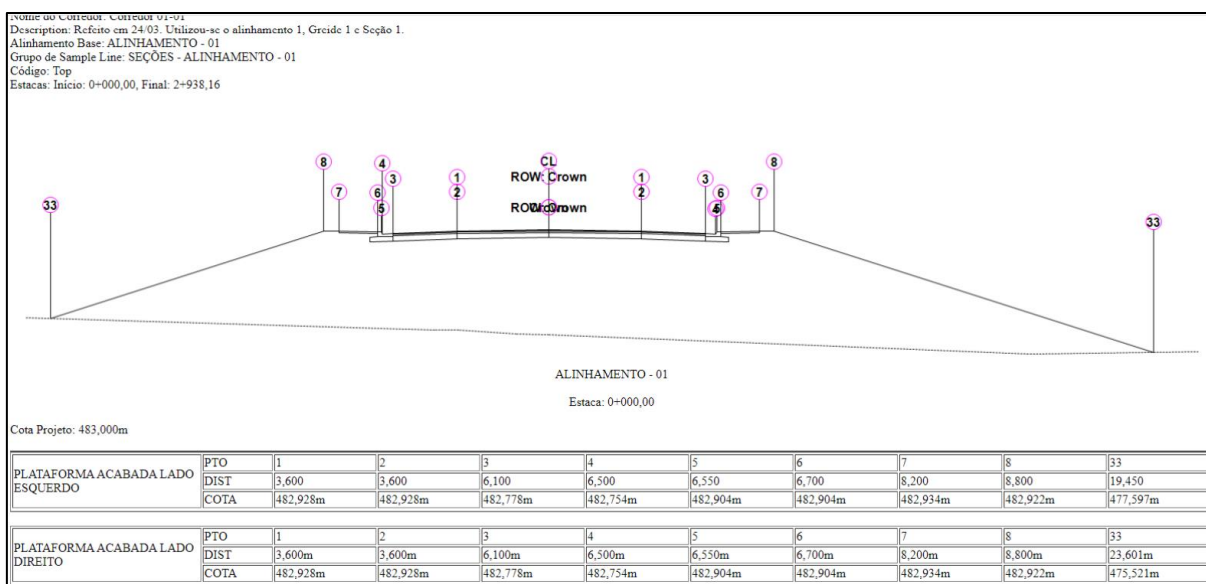
Fonte: Autodesk AutoCAD Civil 3D, 2021.

2.3.4. Notas de Serviço

A realização de um projeto rodoviário a nível de Projeto Executivo necessita de elementos geométricos pertinentes, seguindo relatórios de notas de serviço para auxiliar na locação do eixo do projeto. A IPR-742 (DNIT, 2010) reconhece estes relatórios como a representação de cada seção transversal de locação (Figura 13) com o gabarito correspondente à plataforma definitiva da rodovia, utilizando-se a cota do greide definitivo.

Segundo a IPR-742 (DNIT, 2010) “para os trechos em tangente não são levadas em conta as indicações transversais dos acostamentos, sarjetas e abaulamento. Esses detalhes são deixados para a fase de execução da pavimentação”. Já nos trechos em curva, quando houver, são consideradas todas as especificidades como a superlargura, a superelevação e a banquetta de visibilidade.

Figura 13: Exemplo de nota de serviço de um projeto rodoviário gerada pelo AutoCAD Civil 3D.



Fonte: Autodesk AutoCAD Civil 3D, 2021.

2.4. CUSTOS RELACIONADOS

O custo total de cada um dos serviços necessários para um projeto de terraplenagem é conhecido como custo unitário, e é composto pelo somatório dos custos de materiais, mão-de-obra e equipamentos.

As atividades de projeto e planejamento devem traduzir a obra em um elenco de serviços, com respectivas quantidades e unidades de medida, de tal forma que, realizados todos eles, a obra rodoviária projetada estará completa e acabada. A atividade de orçamento cabe estimar os custos de todos esses serviços, cuja soma corresponde ao Custo Direto da Obra. Para esse fim, é necessário definir qualitativa e quantitativamente os insumos, em termos de mão-de-obra, equipamentos e materiais, necessários à realização de uma unidade de cada um desses serviços, ou seja, elaborar sua composição. Essa tarefa implica, em primeiro lugar, a seleção da tecnologia de execução a ser empregada para a realização de cada um dos serviços que compõem a obra.

Assim, cada composição reflete uma opção tecnológica, que é função do planejamento da obra. Como tal, tem que levar em conta o conjunto de circunstâncias que caracterizam o meio onde seu emprego está sendo cogitado, dentre as quais não podem ser omitidos: as especificações e as quantidades dos serviços a realizar contidos no Projeto Final de Engenharia, as características dos materiais naturais a serem trabalhados, as distâncias de transporte previstas, o cronograma da obra, o elenco qualitativo e quantitativo de mão-de-obra e de equipamentos de que se poderá dispor, as condições climáticas da região onde se localiza a obra e a logística do empreendimento.

Quando uma obra de terraplenagem é orçada, os seus diversos tipos de serviços necessários são quantificados e são atribuídos custos unitários a eles. De acordo com o Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT (DNIT, 2008), estes custos unitários correspondem aos custos necessários para a execução de um serviço de uma unidade da obra. No caso da terraplenagem, a unidade de medida mais comum tratada nos serviços é o volume em metros cúbicos (m^3).

O Manual de Custos de Infraestrutura de Transportes do DNIT (DNIT, 2008) os serviços de terraplenagem englobam:

- **serviços preliminares** – desmatamento, destocamento de árvores, remoção de estruturas, remanejamento ou remoção de cercas, remanejamento de postes ou torres, entre outros serviços;

- **caminhos de serviço** – fonte de custo que considera condições especiais para o acesso à obra, adotando um valor percentual de 5% sobre o valor total de escavações e aterros;
- **cortes e empréstimos** – quantidades subdivididas com relação às dificuldades de extração dos materiais (categorias de materiais) e na distância de transporte do local original até o ponto de utilização final destes materiais (tratado em m³);
- **aterro** – volume do material (em m³) compactado em aterro;
- **serviços especiais** – em resumo quantifica especificamente o volume (em m³) da remoção de solos moles na obra de terraplenagem;

O DNIT (2003) trata como Composições de custo o conjunto de tarefas, com definição das tecnologias a serem executadas, necessárias para a execução de um serviço, atendendo aos procedimentos de planejamento e respeitando o orçamento da obra.

2.4.1. Sistemas de custos

O presente subcapítulo apresenta alguns dos Sistemas de custos referenciais disponíveis para utilização orçamentos de projetos viários. Em um âmbito municipal, por exemplo, a Superintendência de Desenvolvimento da Capital (Belo Horizonte) – SUDECAP é uma referência para obras realizadas na capital mineira. Em uma perspectiva nacional, as principais referências de sistemas de custos disponíveis são o Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI e o Sistema de Custos Referenciais de Obras – SICRO.

a) SUDECAP

A SUDECAP é a fonte municipal de custos aos serviços relacionados às obras na cidade. Conforme o artigo segundo do Decreto nº 17.556, de 02 de março de 2021, a SUDECAP tem como funções:

- Executar os serviços e as obras de manutenção dos bens imóveis públicos;
- Gerenciar os contratos de obras e serviços de engenharias estabelecidos pelo Poder Executivo;

- Implementar as políticas de Plano de Obras, tratando desde o planejamento à execução, dos serviços de água e esgotamento sanitário;
- Elaborar projetos e executar obras conforme planos definidos por outra entidade pública;
- Executar, por meio de concessão, os serviços relativos ao abastecimento de água, luz e rede de esgotos.

Para dar embasamento aos contratos e serviços no município, a SUDECAP divulga mensalmente tabelas de preços unitários para serviços de construção e consultoria, além da elaboração de Composições de preços agrupando alguns desses custos unitários (PBH, 2022).

b) SINAPI

Conforme estabelecido no Decreto 7983/2013 e na Lei 13.303/2016 (Lei das Estatais), a CAIXA Econômica Federal deve disponibilizar relatórios com referências de preços de custos de composições de serviços e insumos. Juntamente com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – ela está atribuída de tratar e definir os preços e custos relacionados à toda a base técnica de engenharia, publicando relatórios de preços e custos no SINAPI. O IBGE é responsável pela pesquisa de preço, tratamento dos dados, formação e divulgação dos índices da SINAPI. Mais especificamente, a unidade da CAIXA responsável pela manutenção e pelo desenvolvimento do SINAPI é a Gerência Nacional Padronização e Normas Técnicas de Governo – GEPAD.

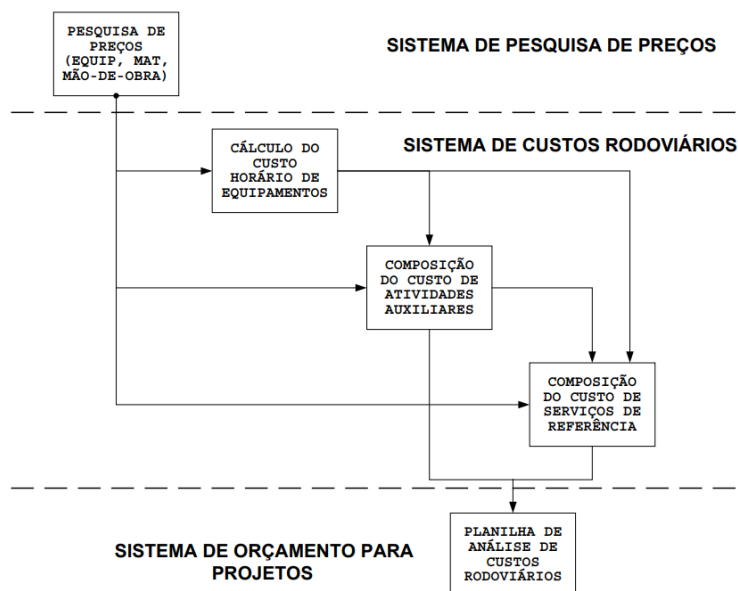
c) SICRO

O Sistema de custos SICRO, herdado pelo DNIT do extinto DNER, é uma referência consolidada para a utilização em orçamentos de projetos rodoviários no país. O SICRO é a principal ferramenta do DNIT para apresentação de preços referenciais para desenvolvimento e contratação de obras pública na área de infraestrutura de transportes.

Todo ano, desde 2017, o SICRO divulga relatórios sintéticos e analíticos com referências de custos. Estes relatórios são específicos para cada estado (e o distrito

federal) e todo ano possuem, aproximadamente, quatro versões para cada uma das unidades federativas (DNIT, 2022). Seu levantamento de custos segue o fluxograma abaixo (Figura 14) para estabelecer seus custos unitários:

Figura 14: Esquema de Composição de Custos.



Fonte: DNIT, 2003.

Desde janeiro de 2020 o SICRO vem sendo revisado, tanto no âmbito dos grupos de serviços, quanto as composições de custo do sistema (DNIT, 2021). A Coordenação-Geral de Custos de Infraestrutura de Transportes – CGCIT é a responsável pela manutenção do SICRO e identificou a necessidade de incorporação de melhorias, inovações, além de abranger uma maior gama de serviços aos usuários. Desde então notas revisionais vêm sendo publicadas, em conjunto dos relatórios sintéticos e analíticos do sistema, para corrigir vínculos extintos dos serviços e adequando à revisão.

2.4.2. Serviços e custos de Terraplenagem

O DER-MG (2009) considera para as obras de terraplenagem itens como “desmatamento, remoção de camada de solo vegetal, volume de cortes e de aterros, volumes de cortes de 1ª, 2ª e 3ª categorias”. De acordo com o órgão ainda devem ser feitas identificações com caracterização, localização e quantificação de áreas

que comportem realização de bota-fora, com descrição do volume a ser designado para tal área. Áreas de empréstimo de estudo de possíveis jazidas de material útil também devem ser identificadas, caracterizadas, localizadas e quantificadas.

O DER-MG (2009) também destaca alguns dos aspectos que devem ser analisados para a minimização dos custos de realização de um serviço de terraplenagem em uma obra rodoviária:

- I. Custo de cada serviço a ser indicado, considerando-se as respectivas distâncias de transporte e equipamento utilizado;
- II. Classificação dos materiais dos cortes e suas possibilidades de utilização, de acordo com as características geotécnicas (corpo de aterro, miolo de aterro, acabamento), com o objetivo de minimizar volume de bota-fora;
- III. Armazenamento de material de boa qualidade geotécnica, para posterior utilização em acabamento de terraplenagem;
- IV. Obtenção do menor momento de transporte possível.

A partir da necessidade de conhecer as composições de custo dos serviços, mais especificamente aos relacionados à terraplenagem a Tabela 1 traz alguns itens. Estes itens de composições de custos foram obtidos nas tabelas de custos do SICRO de janeiro de 2022 para o Estado de Minas Gerais.

Tabela 1: Exemplos de itens de composição de custos do SICRO.

CGCIT	SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO Minas Gerais - Janeiro/2022	DNIT	
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	m³	3,20
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m³	4,03
5501706	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria	m³	5,50
5501710	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 50 m	m³	2,45
5501880	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,84
5502114	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,64
5501876	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,19
5502110	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,28
5501877	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,80
5502111	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,60
5502825	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,03
5502834	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,88

Fonte: adaptado da SICRO, 2022.

Como não faz parte do objetivo principal deste trabalho apontar todas as composições do DNIT de custos unitários de serviços de terraplenagem, optou-se por composições gerais. Porém é de conhecimento que existem demais itens que abrangem outros diferentes tipos de equipamentos de terraplenagem, além de abranger diferentes tipos de serviços de terraplenagem (desmatamento, destocamento, escavação, carga, transporte, descarga, compactação).

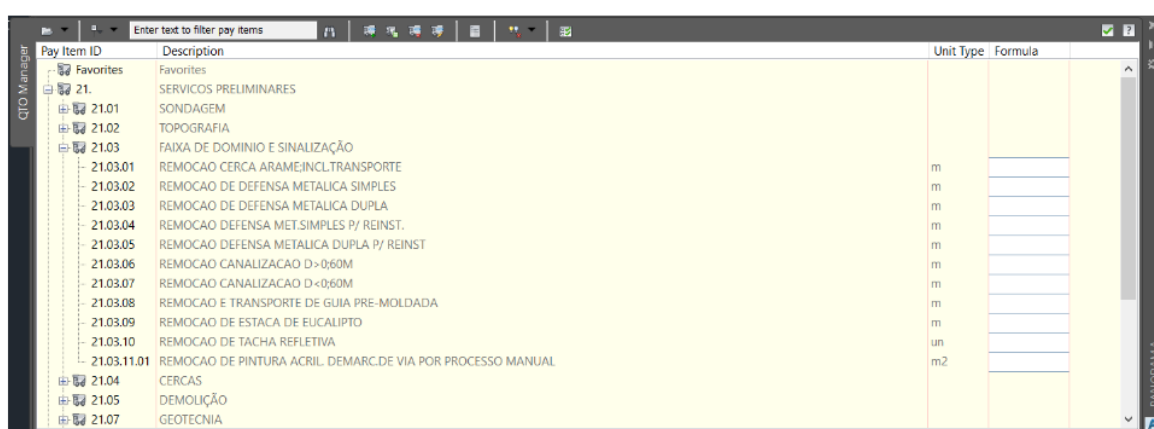
2.4.3. Ferramenta Quantity TakeOff – QTO

O ambiente de trabalho disponibilizado pelo Autodesk AutoCAD Civil 3D possui ferramentas específicas que auxiliam em diversas tarefas, entre elas está presente o *Quantity TakeOff* (QTO). Esta ferramenta auxilia na elaboração de relatórios e o

levantamento das quantidades relacionadas aos projetos de infraestrutura rodoviária (Autodesk, 2022).

A ferramenta permite atribuir um custo às unidades dos itens em projeto, e a inserção desses custos é feita através de uma planilha que o *software* permite carregar, contendo índices de organização entre os possíveis itens de projeto, uma descrição breve dos itens, a unidade de medida para os serviços e por fim uma aba para elaborar a fórmula que fará o cálculo.

Figura 15: Interface da ferramenta QTO.



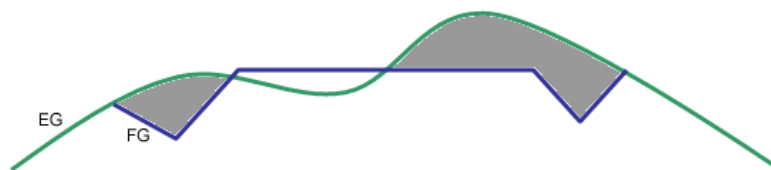
Pay Item ID	Description	Unit Type	Formula
21.	SERVICOS PRELIMINARES		
21.01	SONDAGEM		
21.02	TOPOGRAFIA		
21.03	FAIXA DE DOMINIO E SINALIZAÇÃO		
21.03.01	REMOCAO CERCA ARAMEINCLTRANSPORTE	m	
21.03.02	REMOCAO DE DEFENSA METALICA SIMPLS	m	
21.03.03	REMOCAO DE DEFENSA METALICA DUPLA	m	
21.03.04	REMOCAO DEFENSA MET.SIMPLS P/ REINST.	m	
21.03.05	REMOCAO DEFENSA METALICA DUPLA P/ REINST	m	
21.03.06	REMOCAO CANALIZACAO D>0,60M	m	
21.03.07	REMOCAO CANALIZACAO D<0,60M	m	
21.03.08	REMOCAO E TRANSPORTE DE GUIA PRE-MOLDADA	m	
21.03.09	REMOCAO DE ESTACA DE EUCALIPTO	m	
21.03.10	REMOCAO DE TACHA REFLETIVA	un	
21.03.11.01	REMOCAO DE PINTURA ACRIL. DEMARC.DE VIA POR PROCESSO MANUAL	m2	
21.04	CERCAS		
21.05	DEMOLIÇÃO		
21.07	GEOTECNIA		

Fonte: Autodesk, 2018.

A Autodesk já fornece no seu *Country Kit Brazil*, anualmente, alguns modelos nacionais de Tabelas de Preços Unitários (TPU) referências. O *Country Kit Brazil* disponibiliza TPU específicos de saneamento, trens metropolitanos e para obras de infraestrutura rodoviária são disponibilizadas TPU do DER-SP e do DNIT (SICRO). Porém o formato de tabela que a ferramenta reconhece é da extensão “.csv”, e com uma formatação adequada, outras fontes de referência de custos podem ser utilizadas.

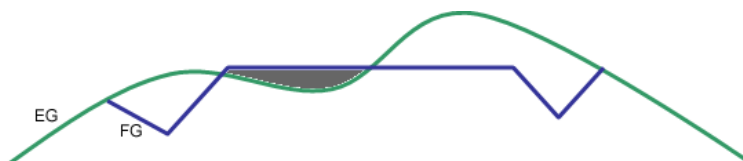
Especificamente para a terraplenagem, o Autodesk AutoCAD Civil 3D indica a realização do levantamento dos volumes de movimentação de terra através do método de comparação de superfícies, com auxílio de linhas de amostra (*sample line*), do próprio software para emitir relatórios e tabelas de quantidades pelo QTO (Autodesk, 2020). De acordo com o Manual do Autodesk AutoCAD Civil 3D (2020) a ferramenta QTO exige uma definição individual dos volumes, de corte (Figura 16) e aterro (Figura 17), para calcular os volumes totais (Figura 18).

Figura 16: Exemplo de linha de amostra (*sample line*) de corte.



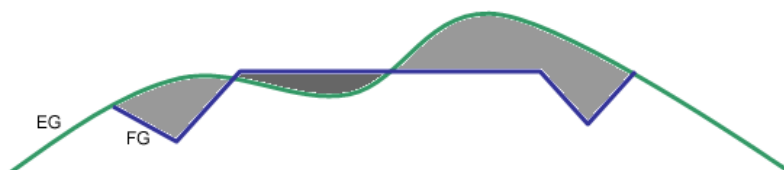
Fonte: Autodesk, 2020.

Figura 17: Exemplo de linha de amostra (*sample line*) de aterro.



Fonte: Autodesk, 2020.

Figura 18: Exemplo de linha de amostra (*sample line*) com área total de terraplenagem.



Fonte: Autodesk, 2020.

3. METODOLOGIA

3.1. DESCRIÇÃO

Reitera-se que o foco do trabalho é a comparação dos métodos de levantamento de volumes, representação de mudanças simples na geometria dos traçados e aplicação da ferramenta *QTO* para atribuição de custos aos serviços voltados para terraplenagem em um projeto rodoviário. Isto foi simulado para dois trechos viários de aproximadamente 3 quilômetros, com DMT simples.

As características técnicas da via seguem os critérios de projeto estabelecidos no IPR-706 - Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais (DNER, 1999) e RT-01.46.d do DER-MG (2009), considerando que o elemento de estudo ser rodovia de pista simples, com uma classe intermediária de rodovia e o detalhamento geométrico não ser o principal foco do escopo do trabalho.

Também, seguindo o preceito de que o trabalho considera o projeto em um nível conceitual de estudo de alternativas, são definidas premissas de projeto mais brandas, respeitando as condições gerais de projeto. É válido que para etapas futuras de projeto (anteprojeto e projeto executivo) um maior detalhamento da situação do terreno deve ser feito, com estudos mais detalhados (geologia, geotecnia, drenagem, etc), e maior descrição das premissas de projeto.

Os dois traçados adotados no trabalho diferem em áreas atendidas, mas compartilhando os pontos de início e fim. Os dois traçados são de rodovias de Classe III e possuem suas premissas e critérios de projetos detalhados no item Premissas de Projeto.

Os volumes referentes à terraplenagem desses dois traçados são calculados através de planilhas de Cubação e pelo *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D. Estes volumes foram comparados e analisados.

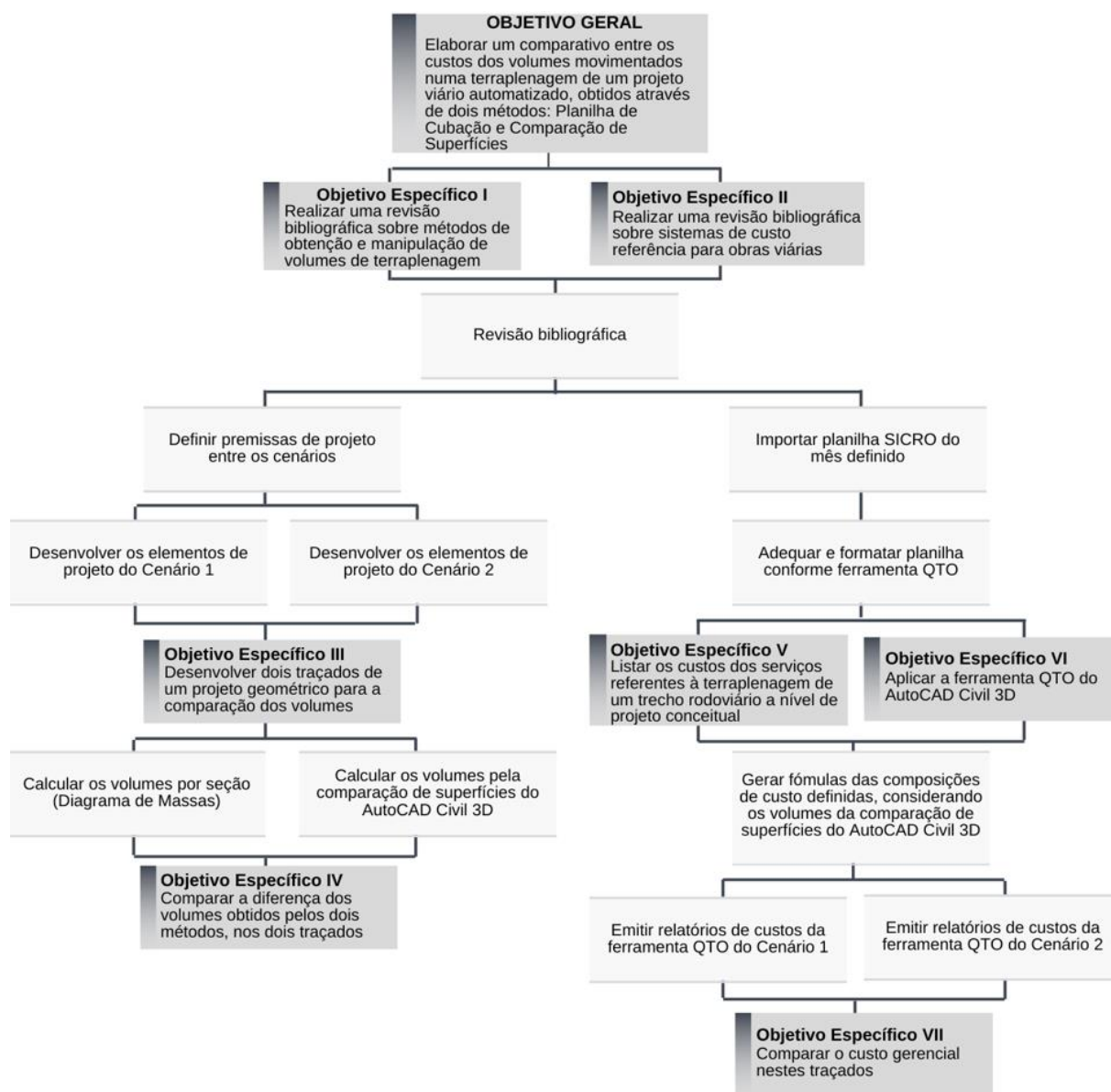
Em seguida os volumes obtidos através da comparação de superfícies do Autodesk AutoCAD Civil 3D foram definidos alguns serviços relacionados à terraplenagem e tiveram seus custos, previstos pelo DNIT (SICRO), cujo mês referência é compartilhado entre ambas as simulações. E para ter a referência SICRO como tabela de custos do trabalho para a ferramenta *QTO*, a planilha fornecida pelo SICRO foi manipulada, através do *software* Microsoft Excel, para adequação ao

formato compatível à ferramenta. Entretanto, os itens volumétricos seguiram sendo trabalhados no Microsoft Excel, devido às limitações da ferramenta QTO. Por fim foram analisadas as diferenças entre os custos associados a cada um dos métodos e traçados.

3.2.FLUXOGRAMA

O fluxograma (Figura 19) abaixo representa resumidamente as tarefas realizadas na metodologia programada. Nele são descritas as tarefas referentes ao atendimento de cada um dos objetivos do trabalho.

Figura 19: Fluxograma da metodologia proposta.



3.3. PREMISSAS DE PROJETO

A definição de premissas de projeto e critérios mínimos a serem atendidos para direcionar o projeto são necessários para dar um respaldo técnico sobre o desenvolvimento. Cada projeto abordado no trabalho possui uma lista de premissas que foram definidas através de normas de projeto e, também por conta da escassez de informações em etapas iniciais de estudos de alternativas.

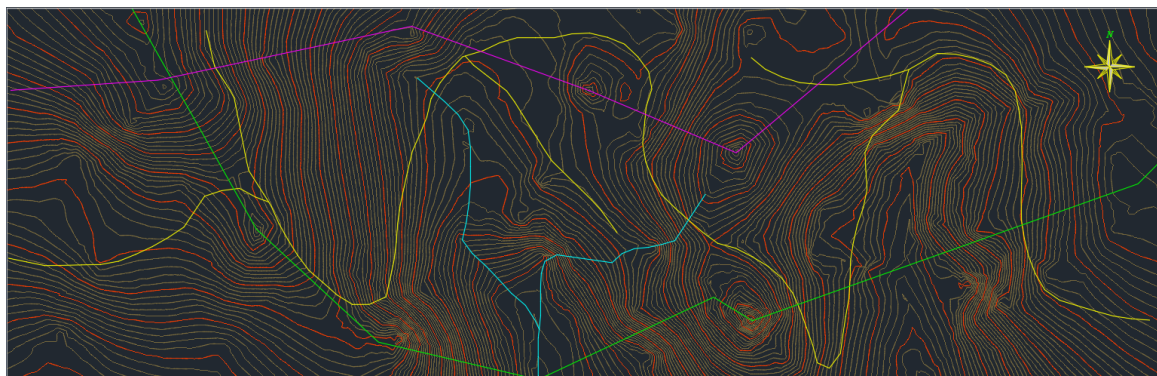
Para o desenvolvimento de etapas futuras, são necessários estudos mais ricos de informação para caracterização do trecho de projeto e que permitam maior detalhamento do projeto. E para dar celeridade na elaboração de alternativas, critérios mais brandos de projeto favorecem respostas mais breves mais rápidas de cada alternativa. A seguir serão apresentadas premissas de projeto consideradas para: o levantamento topográfico que compõe o trecho estudado; o projeto geométrico; o projeto de terraplenagem; e a determinação de serviços e fontes de custo para a prévia de orçamento.

3.3.1. Topografia/Superfície

Inicialmente foi considerado um conjunto de pontos de levantamento topográfico de uma região genérica de 2,50 km x 0,80 km, com 5.008 pontos. Essa nuvem de pontos (recebida em um arquivo de texto, de extensão '.txt') foi inserida no Autodesk AutoCAD Civil 3D e foram gerados conjuntos de pontos por diferentes tipos de elementos levantados: árvores, vias existentes, cursos d'água, redes de transmissão, limites, divisas, pontos cotados e fazendas, como observado na Figura 20.

A partir da interpolação dessa nuvem de pontos foi definido o MDT de projeto a ser trabalhado. A superfície não é georreferenciada e a densidade de pontos por hectare classifica o levantamento como da classe III PA, com declividades entre 10% e 20%.

Figura 20: Levantamento topográfico de estudo (Sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

Para simplificar a manipulação das informações de projeto e considerando que o foco do presente trabalho é relacionado à terraplenagem e custos provenientes desta, o projeto geométrico considerou somente os grupos de pontos de cursos d'água, redes de transmissão e pontos cotados, adotando os demais grupos como composição de pontos cotados para constituição do MDT (Figura 20).

3.3.2. Premissas geométricas

Na elaboração do objeto de estudo, alternativas de trechos rodoviários, foram consideradas premissas geométricas definidas em normas federais relacionadas às obras de infraestrutura rodoviária. Conforme indicado nas Premissas geométricas do presente trabalho, primeiramente no projeto foi adotada uma rodovia de classe III de serviço (DNER, 1999). As especificações geométricas mínimas são descritas no Quadro 3 a seguir (DNER,1999), com um resumo dos critérios técnicos básicos de projetos indicados para rodovias de classe III.

Quadro 3: Características técnicas para rodovias de classe III.

Características	Região		
	Plana	Ondulada	Montanhosa
Velocidade diretriz	80 km/h	60 km/h	40 km/h
Distância mínima de visibilidade de parada			
• desejável	140m	85m	45m
• absoluta	110m	75m	45m
Distância mínima de visibilidade de ultrapassagem	560m	420m	270m
Raio mínimo de curva horizontal ($e = 8\%$)	230m	125m	50m
Rampa máxima	4%	6%	8%
Valor mínimo de K para curvas verticais convexas:			
• desejável	48	18	5
• absoluto	29	14	5
Valor mínimo de K para curvas verticais côncavas:			
• desejável	32	17	7
• absoluto	24	15	7
Largura da faixa de rolamento	3,50m	3,30m	3,30m
Largura do acostamento externo	2,50m	2,00m	1,50m
Gabarito mínimo vertical			
• desejável	5,50m	5,50m	5,50m
• absoluto	4,50m	4,50m	4,50m
Afastamento lateral mínimo do bordo do acostamento			
• obstáculos contínuos	0,30m	0,30m	0,30m
• obstáculos isolados	0,50m	0,50m	0,50m

Fonte: DNER,1999.

A classe III (terreno ondulado) foi escolhida devido à escolha de um nível de rodovia intermediário, sendo superior à classe IV, mas ainda não exigindo projeto de canteiro central como nas classes I e II.

Além das exigências mínimas definidas no **Quadro 3**, as alternativas de projeto compartilharam as seguintes premissas geométricas:

- Extensão mínima do trecho: 3,00 quilômetros;
- Largura de faixa de rolamento: 3,30 metros;
- Número de faixas por sentido: 1;
- Inclinação transversal da pista: - 2,00 %;
- Espessura da infraestrutura do pavimento: 0,45 metro;
- Largura de acostamento: 2,00 metros;
- Inclinação transversal do acostamento: - 5,00 %;
- Espessura da infraestrutura do acostamento: 0,25 metro;
- Largura de berma do talude: 1,50 metros;
- Modelo de meio-fio: MFC01 (DNIT);
- Inclinação transversal da sarjeta: - 10,00 %;
- Largura da sarjeta: 0,65 metro;
- Inclinação de taludes de corte: 1,00 H : 1,00 V;
- Inclinação de taludes de aterro: 1,50 H : 1,00 V;
- Largura máxima do talude de aterro: 12,00 metros;
- Largura máxima do talude de corte: 8,00 metros;
- Largura da banquetta do talude: 4,00 metros;
- Valor de “k” mínimo – curva vertical côncava: 17 (desejável);
- Valor de “k” mínimo – curva vertical convexa: 18 (desejável);

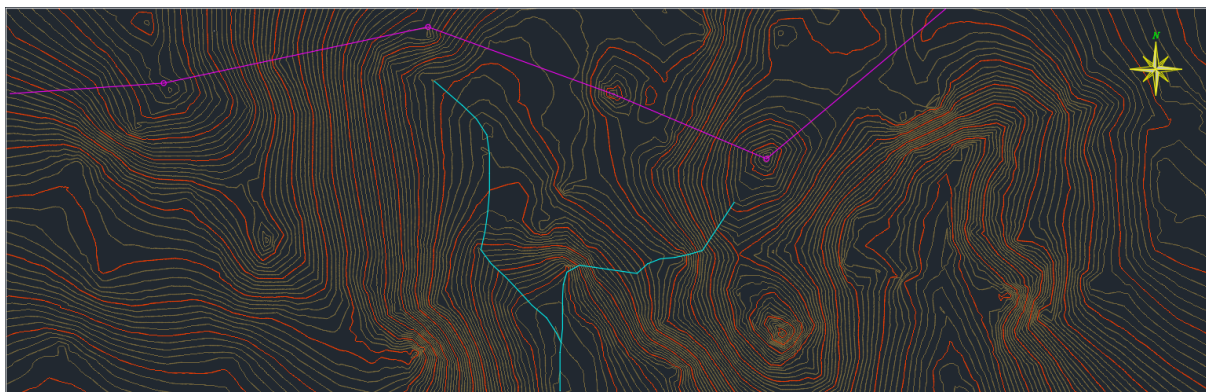
Destaca-se que devido ao projeto ser considerado um estudo de alternativas, auxiliando a tomada de decisão, foram consideradas apenas curvas circulares simples, sem transição, e sem cálculo de superelevação. Para os perfis longitudinais os pontos baixos do greide não foram permitidos em situações de corte do terreno natural, para reduzir situações críticas de drenagem superficial.

Os dois cenários estudados possuem os mesmos pontos de início e fim, descritos abaixo em coordenadas X/ Y/ Z:

- **Início:** 2681,4815 / 9605,1437 / 480,363;
- **Fim:** 4934,8007 / 9577,4301 / 491,597.

Os dois traçados horizontais foram realizados evitando pontos de redes de transmissão (em magenta na Figura 21) e os cursos d'água (em ciano na Figura 21) identificados no levantamento topográfico.

Figura 21: planta com elementos cadastrados a serem evitados no traçado horizontal (Sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

3.3.3. Premissas de terraplenagem

Para a elaboração do projeto de terraplenagem foram definidas premissas que permitam o desenvolvimento do estudo, mas considerações brandas de condições para projeto, de forma que a complexidade do estudo já exponha os recursos necessários para a implementação do BIM na elaboração de projetos de terraplenagem.

Enquanto o presente trabalho busca representar situações de elaboração de projetos de terraplenagem rodoviários ainda em etapas de estudos de alternativas, com considerações breves para definir o trecho final da rodovia, e desenvolver estudos mais avançados de avaliações técnicas da região. Logo, foram adotados os seguintes critérios de projeto para a terraplenagem:

- O material proveniente de cortes no projeto é de boa qualidade para reutilização no mesmo;
- Todo o material extraído no projeto é considerado de 1ª categoria;
- Uma região genérica, indicada em planta, é definida como área destinada para bota-fora
 - A área tem largura de até 40 metros do eixo da pista;

- A área foi dimensionada de forma que o bota-fora não extrapole 1,00 metro de altura;
 - O bota-fora será feito próximo ao corredor, e em regiões com curvas de nível mais espaçadas;
- O traçado geométrico (horizontal e vertical) foi elaborado com o objetivo de que o volume final de terraplenagem seja positivo (volume de corte > volume de aterro);
- O traçado geométrico foi elaborado com o objetivo de não haver banquetas adicionais nos cortes e aterros;
- Fator de empolamento: 1,00;
- Fator de compactação: 1,30;
- O transporte do material de terraplenagem é feito em caminhos de serviço em leito natural, com DMT entre 2000 e 2500 metros;
- O corte é feito com escavadeiras e o transporte do material com caminhão basculante;
- Compactação seguindo 100% do Proctor normal.

3.3.4. Premissas de orçamento

A partir das premissas dos demais projetos apresentados anteriormente, a atribuição de custos aos produtos de seus projetos exigem a delimitação de critérios a serem seguidos para a elaboração de um orçamento.

A sistema de custo considerado referência no presente trabalho é o Relatório Sintético de Composição de custos do SICRO, de janeiro de 2022 para o estado de Minas Gerais, fornecido pelo DNIT.

Para definir as composições de custo a serem designadas no orçamento do projeto foram filtrados os itens do relatório da SICRO que abordam temas de terraplenagem como “bota-fora”, “valeta”, “corte”, “aterro”, “compactação”, “corpo de aterro”, “limpeza”, “desmatamento”, “destocamento”. Esse filtro resultou em 278 itens, que foram identificados e resumidos em 13 breves termos:

- Valeta de aterro;
- Valeta de corte;

- Bota-fora;
- Compactação 100% PI;
- Compactação 100% PN;
- Compactação;
- Corpo de aterro;
- Desmatamento, destocamento;
- Corte 1ª categoria;
- Corte 2ª categoria;
- Corte 3ª categoria;
- Limpeza.

A partir destes primeiros 278 itens (listados no APÊNDICE A), foi feita outra filtragem mais específica seguindo as Premissas de terraplenagem. Resultando na lista de 4 itens conforme a Tabela 2.

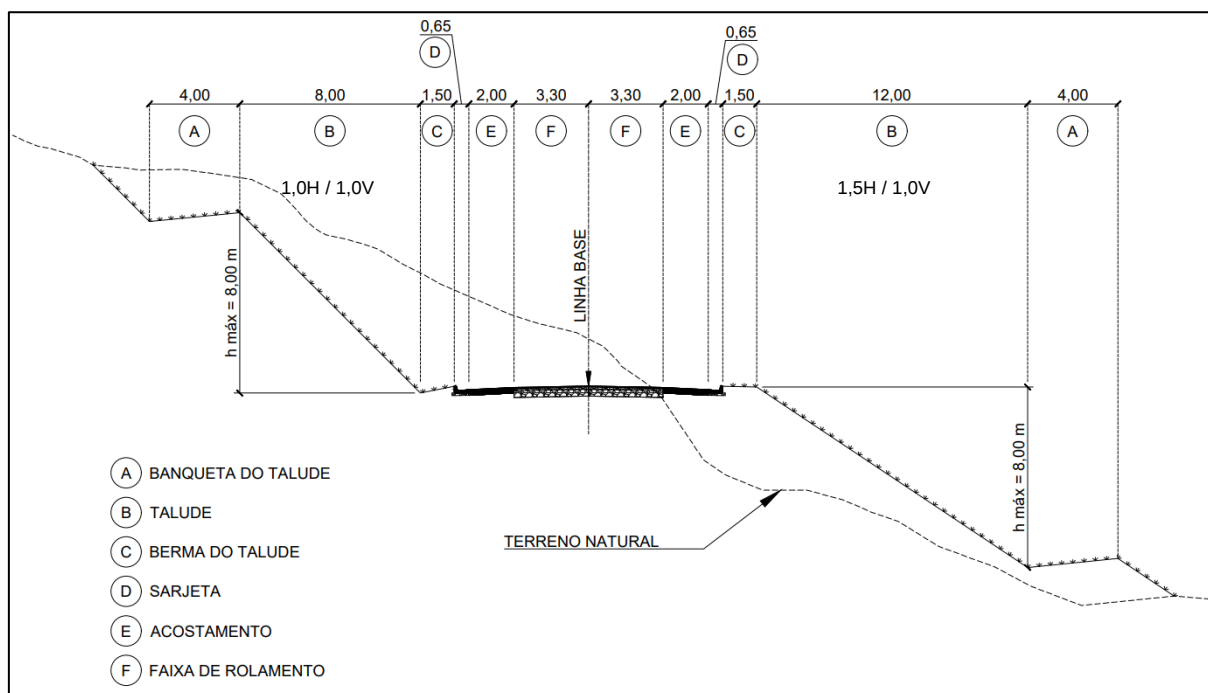
Tabela 2: Itens utilizados da SICRO.

CGCIT SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO DNIT Minas Gerais - Janeiro/2022			
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)
5502985	Limpeza mecanizada da camada vegetal	m ²	0,41
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	m ³	3,20
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m ³	4,03
5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m ³	m ³	8,58

Fonte: adaptado da SICRO, 2022.

3.4. PROJETO GEOMÉTRICO

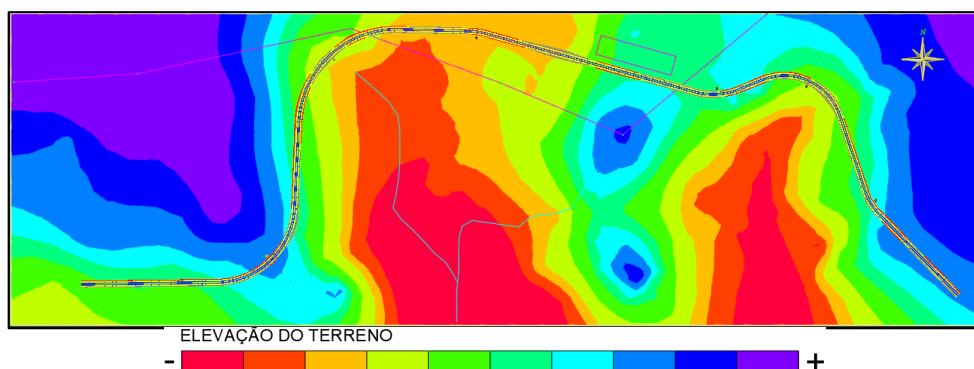
Os projetos geométricos dos dois cenários estudados compartilham o modelo de seção tipo apresentado a seguir (**Figura 22**).

Figura 22 : Seção tipo mista (sem escala).

Fonte: Autor, 2022.

3.4.1. Cenário 01

A elaboração do projeto geométrico do Cenário 01 consistiu em, além das Premissas geométricas compartilhadas entre os dois cenários, acompanhar em planta a direção das curvas de nível do terreno existente e propor um traçado vertical próximo ao terreno natural, para já antecipar a movimentação de terra necessária. A Figura 23 apresenta o comportamento do terreno existente a partir das elevações, que foi considerado para o traçado do eixo para o Cenário 01.

Figura 23: Cenário 01 com terreno de projeto representando graficamente elevações (Sem escala).

Fonte: Autor, 2022.

Para atender à extensão do eixo de aproximadamente 3 quilômetros, definida em premissas, a presente alternativa não foi traçada pela parte central do terreno (abaixo da torre de transmissão, próxima aos dois picos). O cenário 01 resultou em uma extensão de 3.033,67 metros, com estaca inicial 0+00,00 e estaca final 151+13,67. O eixo contém 6 curvas horizontais, descritas no Quadro 4.

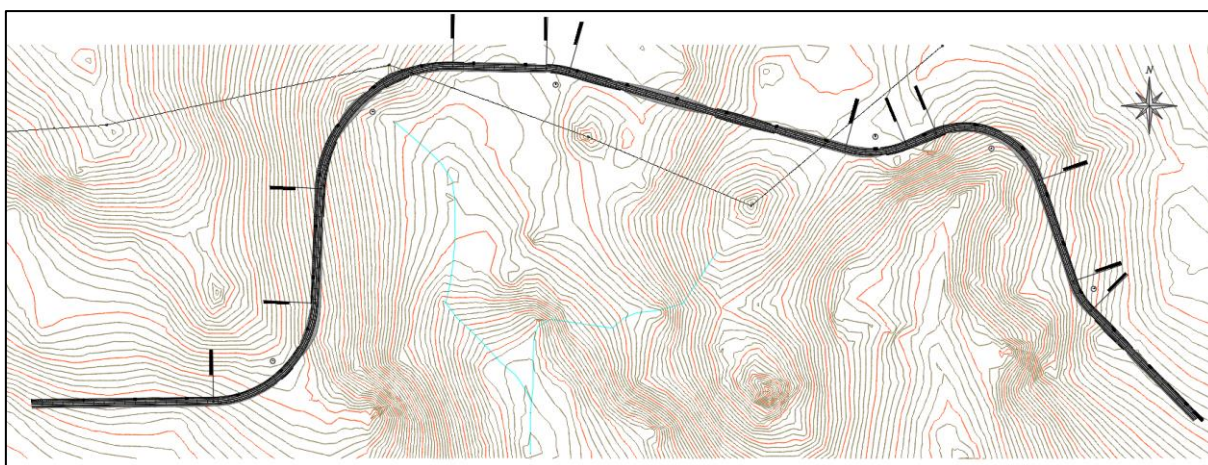
Quadro 4: Curvas horizontais do eixo geométrico do Cenário 01.

QUADRO DE CURVAS HORIZONTAIS													
DESCRIÇÃO	CURVA/PI Nº	CURVA CIRCULAR				EST.PC	Y	X	EST.PT	Y	X	COORDENADAS DO PI	
		R	AC	T	DC							Y	X
EIXO CENÁRIO 01	-	-	-	-	-	00+00.00	-	-	-	-	-	9605.1437	2681.4815
	1	200.00	86°11'22"	187.12	300.86	17+11.21	9610.5711	3032.6513	32+12.07	9800.3421	3229.3000	9613.4628	3219.7519
	2	250.00	88°29'51"	243.53	386.14	43+13.93	10021.9146	3240.6207	63+00.08	10259.0811	3496.5008	10265.1262	3253.0470
	3	183.49	14°09'47"	22.79	45.36	72+00.60	10254.5999	3676.9681	74+05.96	10247.9095	3721.7128	10254.0341	3699.7560
	4	183.49	37°53'38"	62.99	121.35	102+00.01	10099.0467	4255.3933	108+01.36	10106.0329	4374.3427	10082.1226	4316.0671
	5	150.00	93°44'17"	160.12	245.41	111+03.16	10129.4913	4431.5171	123+08.57	10038.4874	4630.6456	10190.2710	4579.6532
	6	150.00	25°45'20"	34.29	67.43	133+14.93	9842.8732	4696.3631	137+02.36	9785.8322	4731.2466	9810.3651	4707.2843
	-	-	-	-	-	151+13.67	-	-	-	-	-	9577.4301	4934.8007

Fonte: Autor, 2022.

Neste trabalho, o projeto geométrico serve de elemento auxiliar para compor e alcançar o projeto de terraplenagem. Portanto a planta (Figura 24) e o perfil longitudinal do projeto geométrico do Cenário 01 estão disponíveis em APÊNDICE F.

Figura 24: Planta do projeto geométrico do Cenário 01 (sem escala).



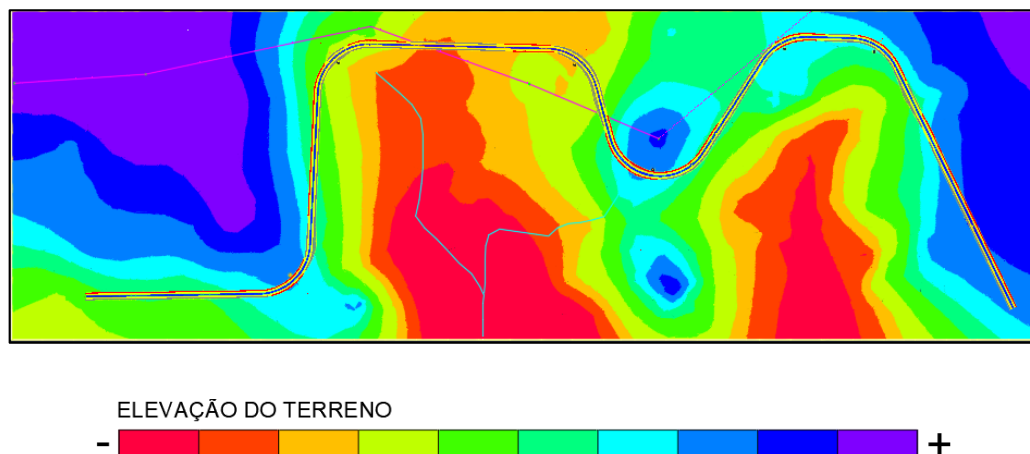
Fonte: Autor, 2022.

3.4.2. Cenário 02

A elaboração do projeto geométrico do Cenário 02 consistiu em, além das Premissas geométricas compartilhadas entre os dois cenários, acompanhar em planta a direção das curvas de nível do terreno existente e propor um traçado

vertical próximo ao terreno natural, para já antecipar a movimentação de terra necessária. A Figura 25 a seguir apresenta o comportamento do terreno existente a partir das elevações, que foi considerado para o traçado do eixo do Cenário 02.

Figura 25: Cenário 02 com terreno de projeto representando graficamente elevações (Sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

Para atender à extensão do eixo de aproximadamente 3 quilômetros, definida em premissas, mas diferindo do traçado apresentado no primeiro cenário, o Cenário 02 atende à parte central do terreno (abaixo da torre de transmissão, próxima aos dois picos). O cenário 02 resultou em uma extensão de 3.470,94 metros, com estaca inicial 0+00,00 e estaca final 173+10,94. O eixo contém 6 curvas horizontais, descritas no Quadro 5 a seguir.

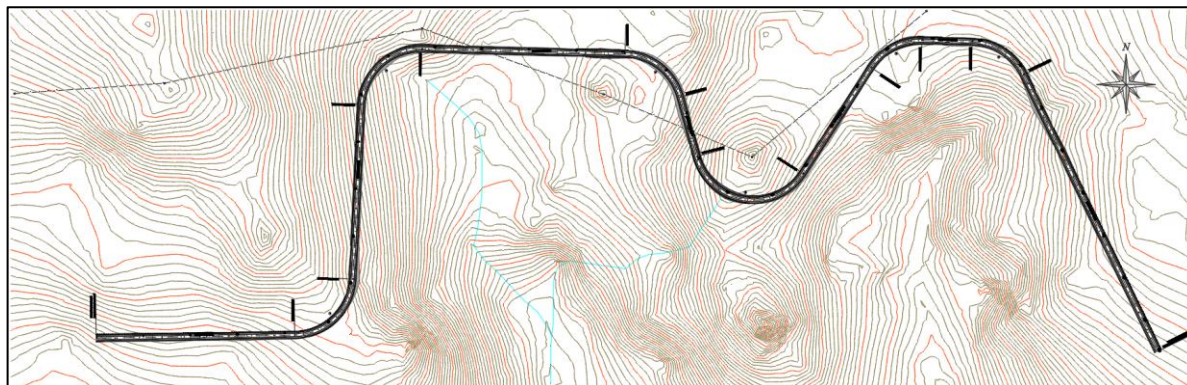
Quadro 5: Curvas horizontais do eixo geométrico do Cenário 02.

QUADRO DE CURVAS HORIZONTAIS													
DESCRIÇÃO	CURVA/PI Nº	CURVA CIRCULAR				EST.PC	Y	X	EST.PT	Y	X	COORDENADAS DO PI	
		R	AC	T	DC							Y	X
EIXO CENÁRIO 02	-	-	-	-	-	00+00.00	-	-	-	-	-	9605.1435	2681.4699
	1	125.00	86°11'22"	116.95	188.04	21+01.39	9611.6555	3102.8140	30+09.43	9730.2623	3225.7195	9613.4628	3219.7519
	2	125.00	88°31'48"	121.83	193.14	48+19.60	10099.9454	3244.6075	58+12.74	10218.5268	3372.6186	10221.6203	3250.8242
	3	125.00	73°17'55"	93.00	159.91	80+04.05	10207.5753	3803.7882	88+03.96	10115.4868	3921.2148	10205.2139	3896.7586
	4	125.00	131°53'47"	280.07	287.75	94+14.31	9989.7256	3955.4925	109+02.06	9954.7783	4181.0962	9719.5098	4029.1431
	5	125.00	58°33'54"	70.10	127.77	122+08.59	10178.6641	4325.6975	128+16.36	10235.8071	4433.8035	10237.5471	4363.7284
	6	125.00	62°37'53"	76.05	136.64	134+03.22	10233.1542	4540.6390	140+19.86	10162.8835	4649.9368	10231.2665	4616.6638
	-	-	-	-	-	173+10.94	-	-	-	-	-	9577.4301	4934.8007
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autor, 2022.

Neste trabalho, o projeto geométrico serve de elemento auxiliar para compor e alcançar o projeto de terraplenagem. Portanto a planta (Figura 26) e o perfil longitudinal do projeto geométrico do Cenário 02 estão disponíveis em APÊNDICE G.

Figura 26: Planta do projeto geométrico do Cenário 02 (sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

3.5. PROJETO DE TERRAPLENAGEM

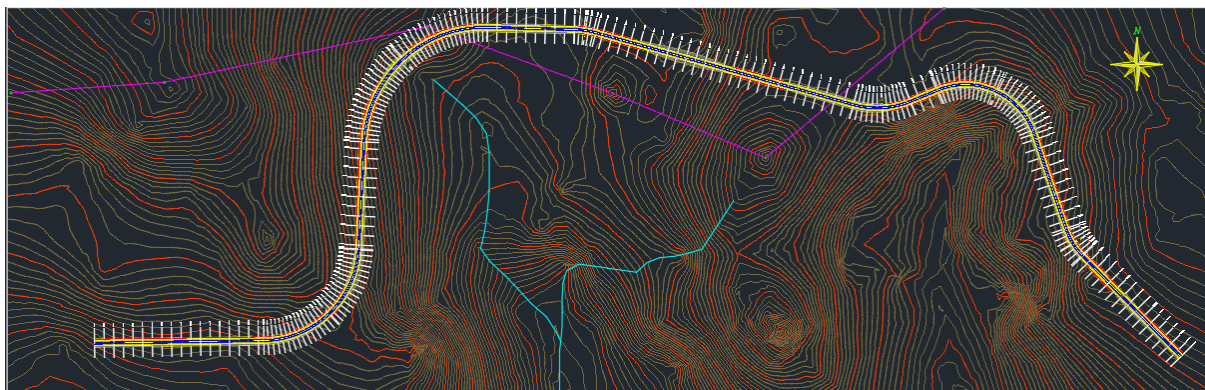
Após a elaboração do projeto geométrico, para dar continuidade ao estudo, foram gerados dados de terraplenagem para cada um dos cenários através de dois métodos: áreas médias entre seções transversais e comparação de superfície.

3.5.1. Método da Área média

Na elaboração dos volumes de terraplenagem referentes ao projeto geométrico dos Cenários 01 e 02 através do método das áreas médias entre seções, foram definidas frequências fixas de inserção de seções transversais. Estas seguiram determinada frequência para cada elemento horizontal dos alinhamentos.

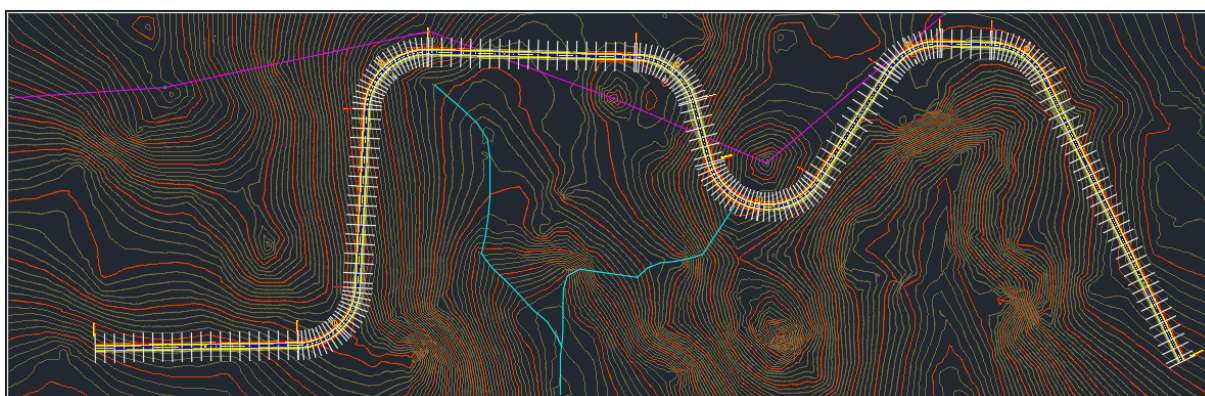
Em trechos tangentes do projeto, as seções transversais foram posicionadas a cada 20 metros (uma estaca). Já nos trechos de curvas circulares, a distância entre as seções transversais foi de 10 metros. Os pontos de início e fim de curvas horizontais receberam indicação de seção transversal. Este processo resultou em um total de 227 seções transversais do corredor do Cenário 01, representadas na Figura 27. O cenário 02 ficou com um total de 247 seções transversais, por ter uma extensão maior, conforme representado na Figura 28.

Figura 27: Representação das seções transversais em planta do Cenário 01 (Sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

Figura 28: Representação das seções transversais em planta do Cenário 02 (Sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

A partir da superfície dos corredores de cada um dos cenários, foram utilizadas as suas bases (*datum*) de projeto referente ao topo do terrapleno, e para o método de obter os volumes de corte e aterro através da criação sólidos nos trechos entre seções transversais, conforme explicado no item 2.3.2 do trabalho. Conforme apresentado em Premissas de terraplenagem, foram inseridos os fatores de compactação e de empolamento no software, para emissão do relatório contendo a planilha de cubação pelas seções transversais estabelecidas.

A planilha de cubação utilizada dispõe de colunas com as seguintes informações:

- Estaca;
- Área de corte (m²);
- Volume de corte (m³);
- Volume de corte reutilizável (m³);

- Área de aterro (m^2);
- Volume de aterro (m^3);
- Volume acumulativo de corte (m^3);
- Volume acumulativo de corte reutilizável (m^3);
- Volume acumulativo de aterro (m^3);
- Diferença acumulativa de Volumes (m^3).

3.5.2. Método da Comparação de superfícies

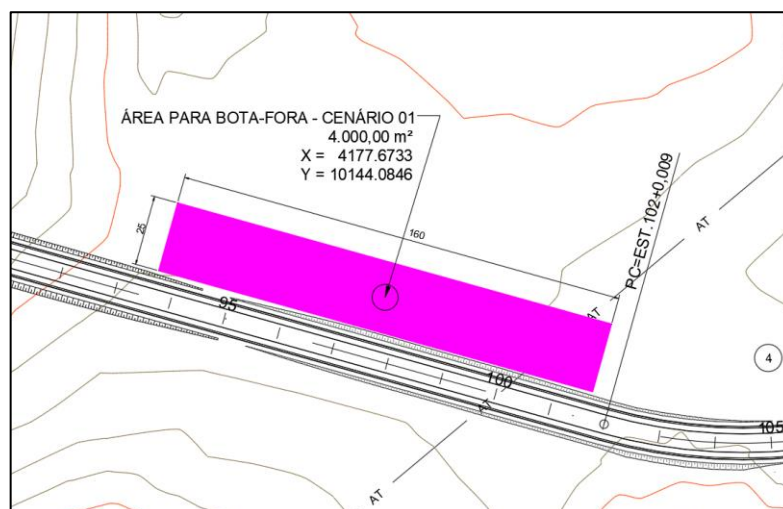
O outro método considerado no trabalho para a obtenção dos volumes de terraplenagem, que ocorre a comparação entre as superfícies de terreno existente e terreno projetado, conforme apresentado no item 2.3.3, é através do *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D. São aproveitadas as mesmas seções transversais utilizadas no Método da Área média (Figura 27 e Figura 28), auxiliando a representação de volumes de corte e aterro acumulativos ao longo do corredor de projeto.

Neste método, a malha que compõe a superfície referente ao terreno existente, obtida através da interpolação do levantamento topográfico, é comparada com as duas superfícies dos corredores de cada um dos cenários estudados. O produto do Método da Comparação de superfícies é disponibilizado em uma planilha de cubação semelhante ao primeiro método.

3.5.3. Bota-fora

Seguindo as Premissas de terraplenagem, foram indicadas áreas para destino de bota-fora dos materiais provenientes da terraplenagem. Para o Cenário 01 foram dimensionados 4.000 m^2 de bota-fora (160 m x 25 m) às margens do corredor de projeto, entre as estacas 93+13,05 e 101+13,05, com centro na estaca 97+13,05 (Figura 29).

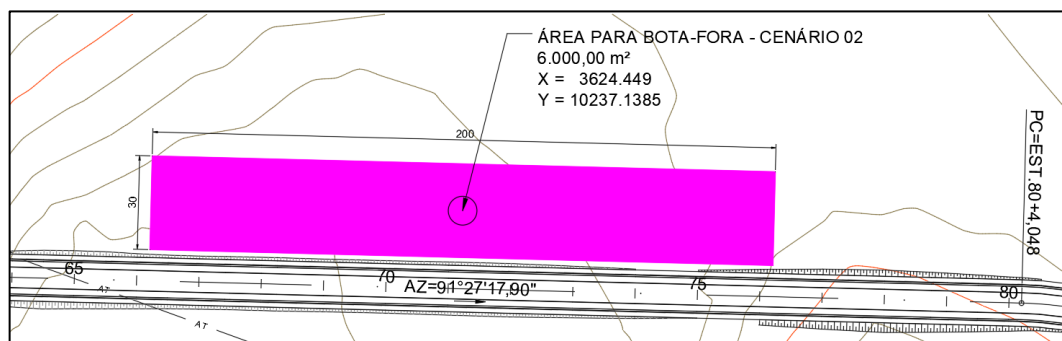
Figura 29: Área de bota-fora do Cenário 01.



Fonte: Autor, 2022.

Já para o Cenário 02 foram dimensionados 6.000 m² de bota-fora (200 m x 30 m) às margens do corredor de projeto, entre as estacas 66+04,02 e 76+04,02, com centro na estaca 71+04,02 (Figura 30).

Figura 30: Área de bota-fora do Cenário 02.



Fonte: Autor, 2022.

3.6. ORÇAMENTO

A partir da lista de itens da SICRO definida nas Premissas de orçamento, apresentadas na **Tabela 2**, e dos produtos obtidos no Projeto de Terraplenagem, os dados foram manipulados com o objetivo de estabelecer orçamentos para os diferentes cenários e diferentes métodos de obtenção de volumes de terraplenagem estudados. Os cálculos dos custos totais dos itens volumétricos abordados no presente trabalho seguem a Equação 6:

$$C_{item} = \frac{D_{m\acute{a}x}}{1000} \times c_{item} \times V \quad (6)$$

Onde:

- C_{item} – Custo total do item da SICRO (R\$);
- $D_{m\acute{a}x}$ – Distância máxima adotada (m);
- c_{item} – Custo unitário do item da SICRO (R\$);
- V – Volume projetado do item (m³).

3.6.1. Ferramenta QTO

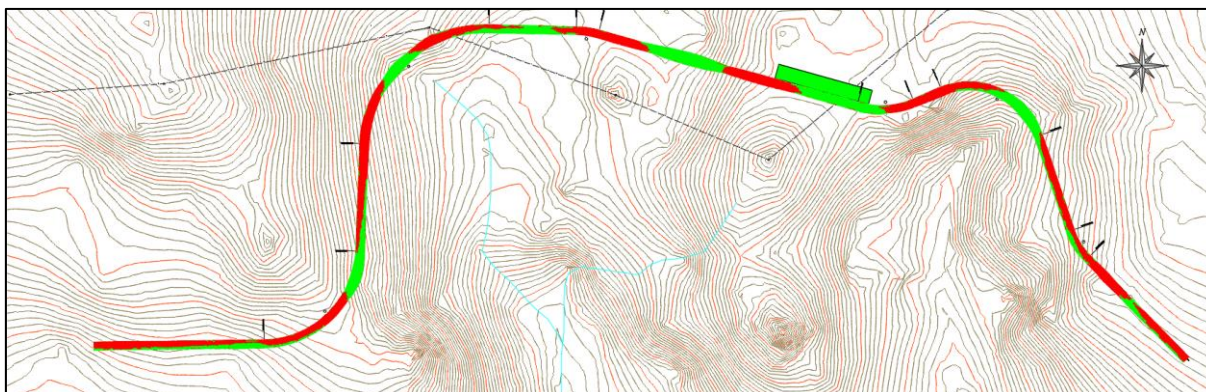
Em razão da maior parte dos itens selecionados da SICRO serem relacionados aos volumes de terraplenagem, e a ferramenta QTO do *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D ainda apresentar dificuldades para tratar volumes de superfícies com cotas altimétricas variáveis, buscou-se identificar um elemento para ser quantificado. A partir da área geométrica (área 2D) dos corredores, foi atribuído o item 5502985 da SICRO, correspondente à “Limpeza mecanizada da área vegetal” (em metros quadrados).

4. RESULTADOS

A execução dos dois corredores de projeto, a partir das Premissas geométricas e Premissas de terraplenagem, permitiu a aplicação das duas metodologias de obtenção de volumes de terraplenagem: área média e comparação de superfícies. Depois de criados os terraplenos, representados graficamente por superfícies de projeto para os dois cenários estudados, foram identificadas as regiões que receberão ações de corte e aterro na execução do projeto. A planta de manchas indica a situação da superfície de projeto em relação ao terreno natural, com as manchas da cor verde representando áreas de aterro, e manchas da cor vermelha representando áreas que serão executados cortes.

A Figura 31 contém a planta de manchas de terraplenagem referente ao projeto de terraplenagem do Cenário 01, inclusive com a representação da área destinada a execução do bota-fora no trecho mediano do projeto que está com curvas de nível mais espaçadas. O corredor referente ao Cenário 01 projetado resultou em uma cota altimétrica máxima de corte de 4,423 metros, e 4,028 metros de cota altimétrica máxima de execução de aterro.

Figura 31: Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 01.

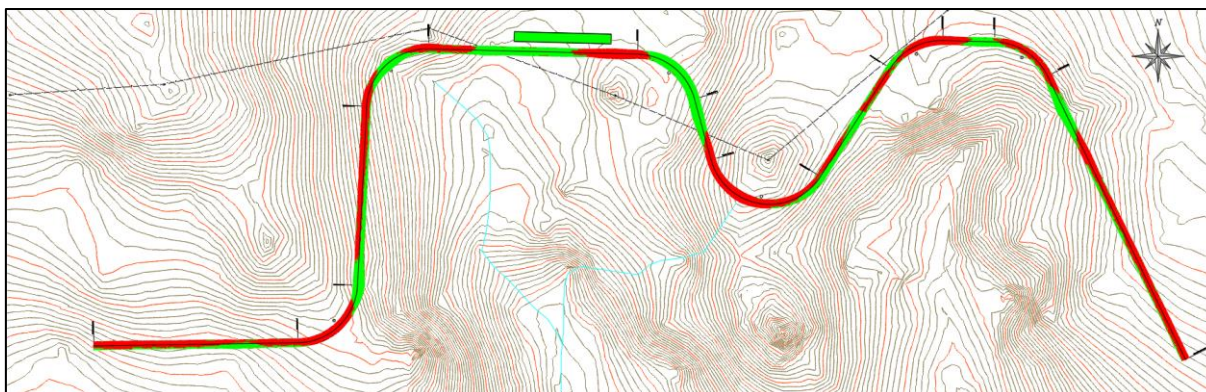


Fonte: Autor, 2022.

A planta de manchas do corredor projetado no Cenário 02, Figura 32, mostra a localização da área indicada para execução de bota-fora. Nesta são representadas as manchas de corte, e de aterro, estando as últimas concentradas na parte central da figura. O corredor referente ao Cenário 02 projetado alcançou 3,909 metros de

cota altimétrica máxima de corte realizado, e 3,732 metros de cota altimétrica máxima para compor o corpo de aterro.

Figura 32: Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 02.



Fonte: Autor, 2022.

A extração dos volumes de terraplenagem do Cenário 01 foi feita pelos dois métodos estudados, e cada um deles resultou em um relatório individual, emitido pelo *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D. O quadro de volumes que mostra o resultado do volume de terraplenagem do Cenário 01 feito pelo método das áreas médias entre seções (detalhamento disponível no APÊNDICE B) totalizou os volumes de acordo com o Quadro 6 a seguir:

Quadro 6: Resumo dos volumes do cenário 01 pelo método das áreas médias entre seções.

Método - Cenário	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Diferença de Volumes (m³)	Status final
Áreas média - Cenário 01	27.860,00	24.424,99	3.435,01	Bota-fora

Fonte: Autor, 2022.

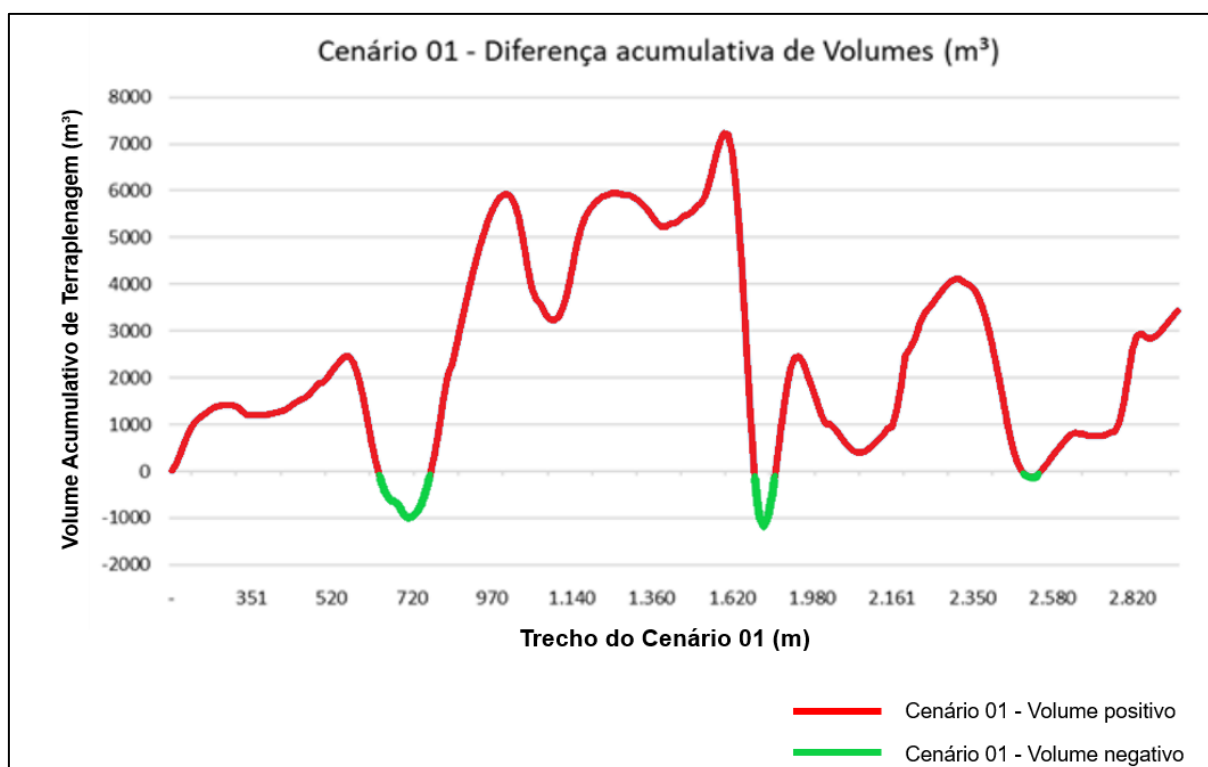
Os volumes de terraplenagem do Cenário 01 calculados pelo método da comparação das superfícies (detalhamento disponível no APÊNDICE C) também indicaram bota-fora, conforme estabelecido nas Premissas de terraplenagem, e seus volumes totais são apresentados no Quadro 7:

Quadro 7: Resumo dos volumes do cenário 01 pelo método da comparação de superfícies.

Método - Cenário	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Diferença de Volumes (m³)	Status final
Comparação de superfícies - Cenário 01	27.836,42	24.507,64	3.328,77	Bota-fora

Fonte: Autor, 2022.

Ambos os métodos indicaram comportamentos semelhantes da movimentação de terra no corredor do Cenário 01, e o **Gráfico 1** exibe a oscilação do volume acumulativo de terraplenagem em relação a sua extensão.

Gráfico 1: Volumes acumulativos de terraplenagem do Cenário 01 pelo método das áreas médias entre seções.

Fonte: Autor, 2022.

O resumo dos volumes totais de terraplenagem obtidos pela aplicação do método da área média entre seções do corredor do Cenário 02 (detalhamento disponível no APÊNDICE D) é apresentado no **Quadro 8**. E os volumes deste mesmo cenário, extraídos através de *software*, mas pela comparação das superfícies de projeto do

corredor e a superfície do terreno natural existente estão resumidos no **Quadro 9** (detalhamento disponível no APÊNDICE E).

Quadro 8: Resumo dos volumes do cenário 02 pelo método das áreas médias entre seções.

Método - Cenário	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Diferença de Volumes (m³)	Status final
Áreas média - Cenário 02	31.573,14	25.950,36	5.622,78	Bota-fora

Fonte: Autor, 2022.

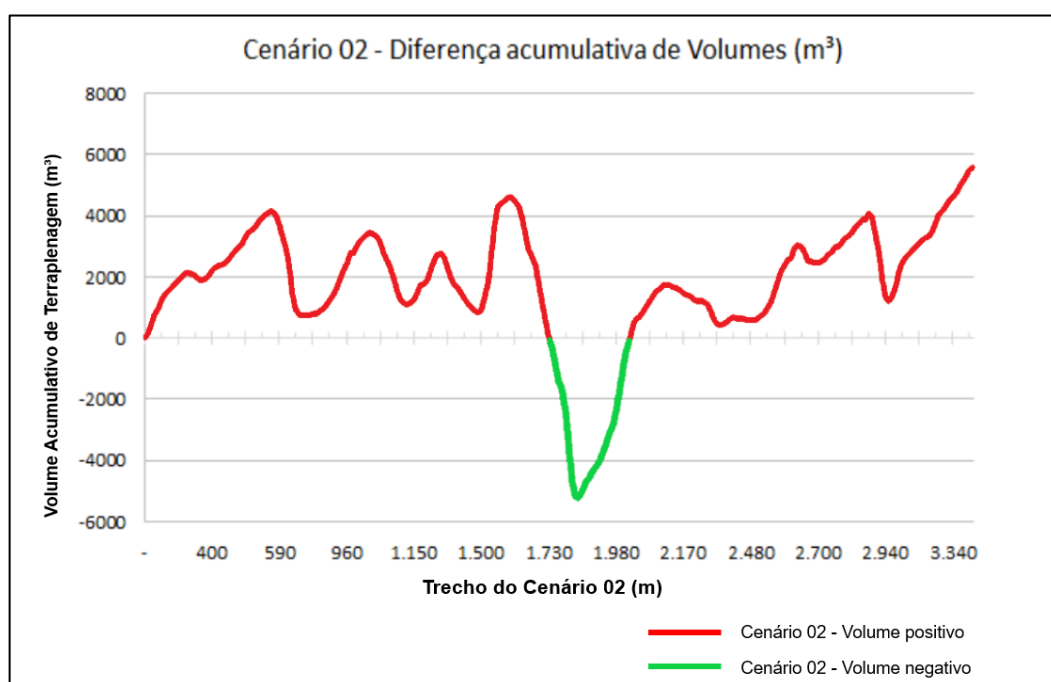
Quadro 9: Resumo dos volumes do Cenário 02 pelo método da comparação de superfícies.

Método - Cenário	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Diferença de Volumes (m³)	Status final
Comparação de superfícies - Cenário 02	31.483,48	25.940,89	5.542,58	Bota-fora

Fonte: Autor, 2022.

Ambos os métodos indicaram comportamentos semelhantes da movimentação de terra no corredor do Cenário 02, e **Gráfico 2** o exibe a oscilação do volume acumulativo de terraplenagem em relação a sua extensão.

Gráfico 2: Volumes acumulativos do Cenário 02.



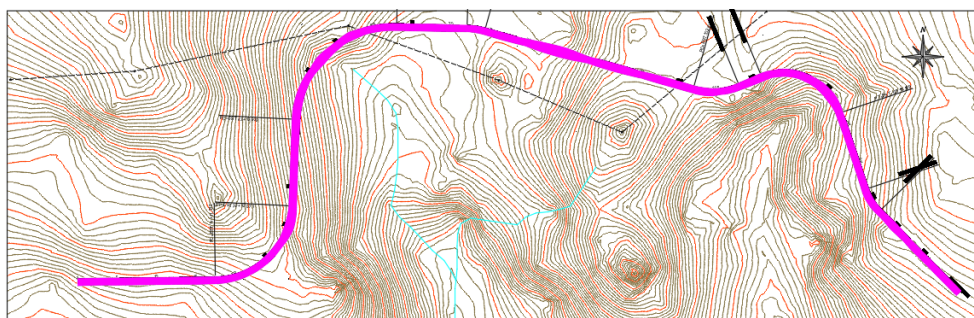
Fonte: Autor, 2022.

Quadro 10: Resumo dos volumes finais obtidos.

Método - Cenário	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)	Diferença de Volumes (m³)	Status final
Áreas média - Cenário 01	27.860,00	24.424,99	3.435,01	Bota-fora
Comparação de superfícies - Cenário 01	27.836,42	24.507,64	3.328,77	Bota-fora
Áreas média - Cenário 02	31.573,14	25.950,36	5.622,78	Bota-fora
Comparação de superfícies - Cenário 02	31.483,48	25.940,89	5.542,58	Bota-fora

Fonte: Autor, 2022.

A área do Cenário 01 que será realizada a limpeza mecanizada da camada vegetal é de 53.528 m², conforme representado em planta (Figura 33) e no relatório emitido pela ferramenta QTO (Figura 34).

Figura 33: Área destinada à operação de limpeza mecanizada da camada vegetal do projeto do Cenário 01 (Sem escala).

Fonte: Autor, 2022.

Figura 34: Relatório da quantificação do item 5502985 no Cenário 01.

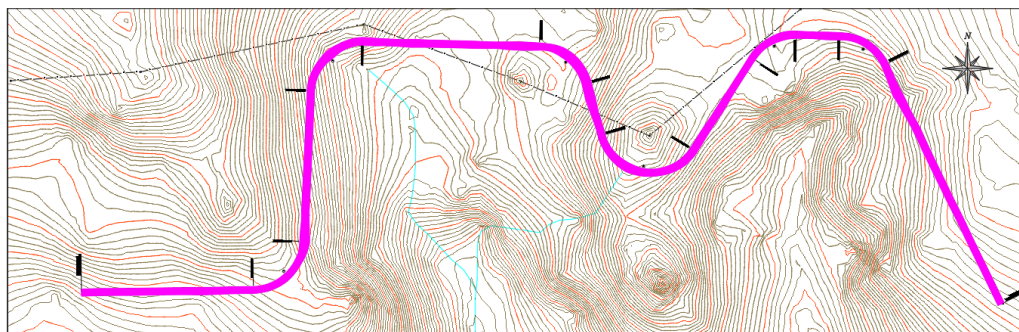
RELATÓRIO DE QUANTITATIVO			
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.
5502985	LIMPEZA MECANIZADA DA CAMADA VEGETAL	53528	M²

Summary_BRA (TXT).xsl Draw Save As... Close Help

Fonte: Autor, 2022.

A área do Cenário 02 que será realizada a limpeza mecanizada da camada vegetal é de 61.318 m², conforme representado em planta (**Figura 35**) e no relatório emitido pela ferramenta QTO (**Figura 36**).

Figura 35: Área destinada à operação de limpeza mecanizada da camada vegetal do projeto do Cenário 02 (Sem escala).



Fonte: Autor, 2022.

Figura 36: Relatório da quantificação do item 5502985 no Cenário 02.

RELATÓRIO DE QUANTITATIVO			
ITEM	DESCRIÇÃO	QUANT.	UN.
5502985	LIMPEZA MECANIZADA DA CAMADA VEGETAL	61318	M²

Fonte: Autor, 2022.

A partir das quantidades levantadas e dos itens definidos, foram aplicados os valores referentes aos custos dos itens para os diferentes cenários estudados e para os dois métodos de levantamento de volumes de terraplenagem abordados no trabalho. A relação das quantidades e seus respectivos custos, é apresentada no **Quadro 11**.

Quadro 11: Resumo dos custos dos dois cenários/dois métodos de obtenção de volumes de terraplenagem.

Código	Descrição do Serviço	Cenário 01		Cenário 02	
		Áreas média entre seções	Comparação de superfícies	Áreas média entre seções	Comparação de superfícies
5502985	Limpeza mecanizada da camada vegetal	R\$ 21.946,48		R\$ 25.140,38	
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	R\$ 10.992,03	R\$ 10.652,06	R\$ 17.992,90	R\$ 17.736,26
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	R\$ 98.432,71	R\$ 98.765,79	R\$ 104.579,95	R\$ 104.541,79
5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 597.597,00	R\$ 597.091,21	R\$ 677.243,85	R\$ 675.320,65
CUSTO TOTAL		R\$ 728.968,22	R\$ 728.455,54	R\$ 824.957,08	R\$ 822.739,07
CUSTO POR KM		R\$ 240.292,52	R\$ 240.123,53	R\$ 237.675,41	R\$ 237.036,38

Fonte: Autor, 2022.

4.1. DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A partir dos resultados obtidos para a aplicação dos dois métodos de cálculo dos volumes de terraplenagem para os dois cenários de projeto propostos, primeiramente foram comparados os volumes de corte (em m³) e os volumes de aterro (em m³) para cada um dos cenários, conforme o **Quadro 12**.

Quadro 12: Fatores entre os volumes de terraplenagem obtidos (áreas médias entre seções / Comparação de superfícies).

Relação de volumes obtidos Áreas médias/Comparação de superfícies	Volume de Corte (m³)	Volume de Aterro (m³)
Cenário 01	+0,08%	-0,34%
Cenário 02	+0,28%	+0,04%

Fonte: Autor, 2022.

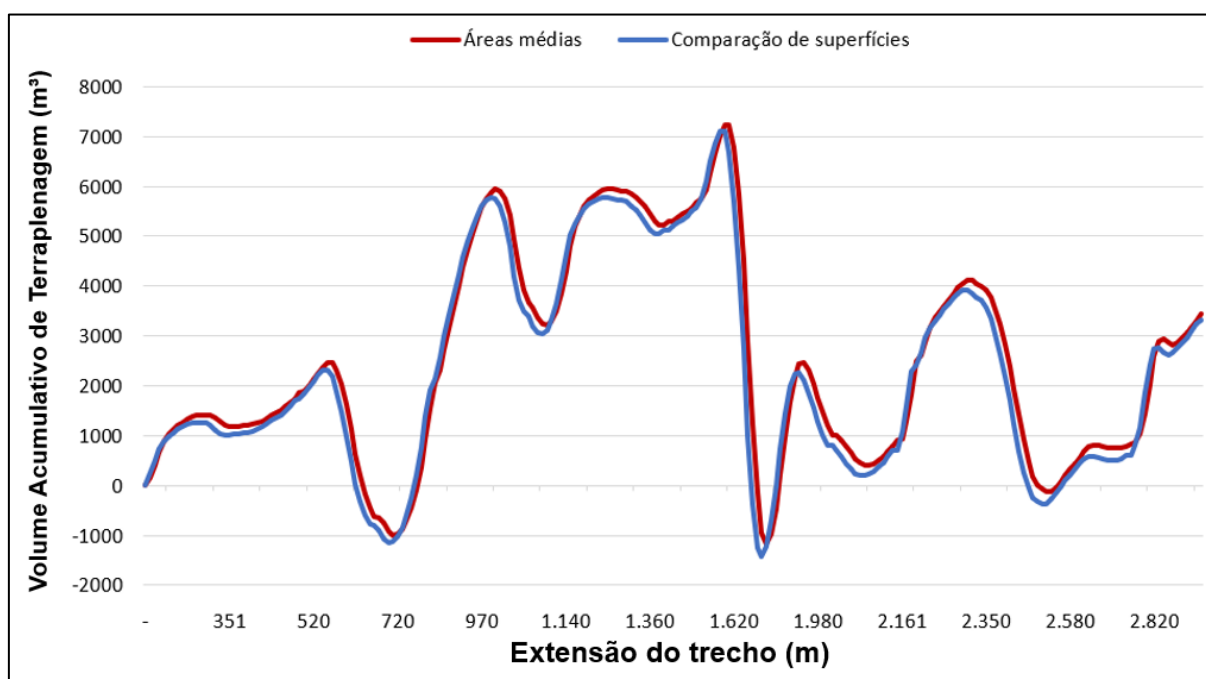
O volume de corte para o Cenário 01 obtido através da aplicação do método das áreas médias entre seções resultou em um valor 0,08% maior que o volume de corte do Cenário 01 levantado pela comparação de superfícies. Entretanto, o volume

referente a execução de aterros obtido pelas áreas médias foi 0,34% menor, quando comparado com o outro método.

A relação entre os volumes extraídos do Cenário 02 apresentou diferença menos crítica entre os dois métodos estudados, com 0,28% de diferença para os volumes de corte e 0,04% para os volumes de aterro.

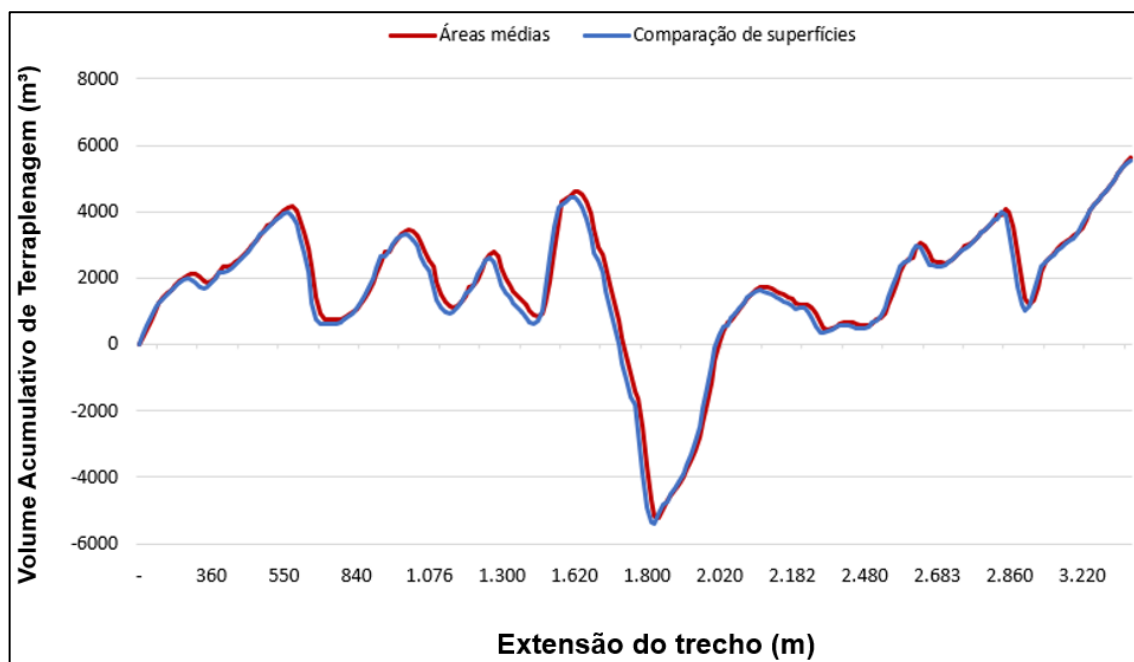
Esta diferença dos volumes obtidos para o cenário 01 pelos dois métodos abordados no presente estudo foi tratada no **Gráfico 3**, expondo o comportamento da diferença acumulativa de seus volumes ao longo do corredor do cenário.

Gráfico 3: Diferença acumulativa de volumes no Cenário 01 para os dois métodos.



Fonte: Autor, 2022.

O acompanhamento da forma que a diferença acumulativa de volumes ocorre por todo o trecho do Cenário 02 entre os dois métodos é expressa no **Gráfico 4**.

Gráfico 4: Diferença acumulativa de volumes no Cenário 02 para os dois métodos.

Fonte: Autor, 2022.

É possível notar linhas mais irregulares nos valores da diferença acumulativa de volumes obtidos pela comparação de superfícies (linha azul), que mostra uma maior fidelidade ao comportamento do corredor de projeto sobre a superfície de terreno. Os valores obtidos por áreas médias apresentam segmentos mais contínuos e regulares, indicando o impacto das estimativas de comportamento do projeto e terreno existente entre as seções transversais adotadas.

Seguindo para a análise dos volumes de terraplenagem entre dois cenários de projeto, foi realizada a correlação destes com as extensões totais dos dois eixos (Quadro 13).

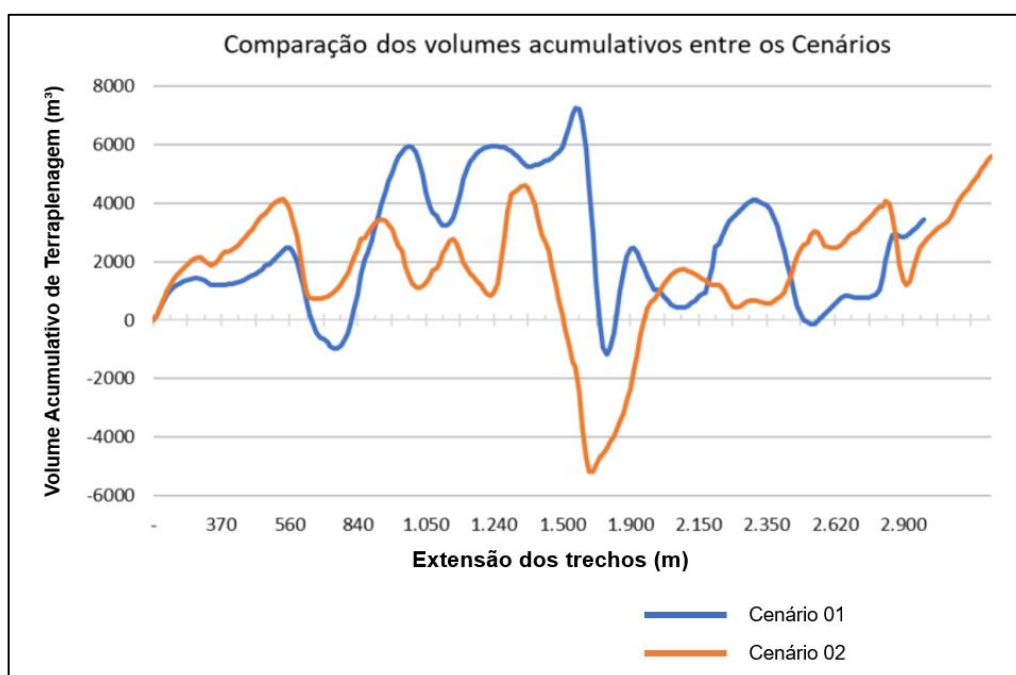
Quadro 13: Volumes de terraplenagem por quilômetro de projeto.

Método - Cenário	Volume de Corte (m³/km)	Volume de Aterro (m³/km)	Diferença de Volumes (m³/km)
Áreas média - Cenário 01	+ 9.183,60	- 8.051,30	+ 1.132,30
Áreas média - Cenário 02	+ 9.096,42	- 7.476,46	+ 1.619,96
Comparação de superfícies - Cenário 01	+ 9.175,82	- 8.078,55	+ 1.097,28
Comparação de superfícies - Cenário 02	+ 9.070,59	- 7.473,74	+ 1.596,86

Fonte: Autor, 2022.

É possível notar que mesmo o Cenário 02 resulta em volumes totais maiores que o Cenário 01 (conforme **Quadro 10**), porém quando comparados os volumes de corte e aterro dos dois cenários em relação às suas respectivas extensões totais, 3,47 km e 3,03 km respectivamente, percebe-se que no Cenário 02 são movimentados menos volumes de terra por quilômetro de projeto. O **Gráfico 5** contribui para esta análise com a comparação dos volumes acumulativos de terraplenagem em suas extensões.

Gráfico 5: Comparativo dos volumes acumulativos entre os Cenários 01 e 02 (método das áreas médias entre seções).



Fonte: Autor, 2022.

Neste gráfico a linha referente ao Cenário 01 (linha azul) ultrapassa a faixa de 6.000 m³ de diferença entre os volumes no trecho próximo aos 1.500m, enquanto o Cenário 02 (linha laranja) alcança valores inferiores a 6.000 m³ por todo o trecho.

Esta diferença nas quantidades dos projetos de terraplenagem tem consequência direta nos seus custos. O **Quadro 14** e o **Quadro 15** expõem o que as diferenças dos custos das quantidades levantadas pelos dois métodos abordados no estudo.

Quadro 14 - Custos de terraplenagem do Cenário 01.

Código	Descrição do Serviço	Cenário 01	
		Áreas média entre seções	Comparação de superfícies
5502985	Limpeza mecanizada da camada vegetal	R\$ 21.946,48	
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	R\$ 10.992,03	R\$ 10.652,06
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	R\$ 98.432,71	R\$ 98.765,79
5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 597.597,00	R\$ 597.091,21
CUSTO TOTAL		R\$ 728.968,22	R\$ 728.455,54
CUSTO POR KM		R\$ 240.292,52	R\$ 240.123,53

Fonte: Autor, 2022.

O **Quadro 14** indica uma diferença final de R\$ 512,68 entre os custos totais dos dois métodos, correspondendo à 0,07% de diferença. E uma diferença de R\$169,00 quando analisada em relação ao quilômetro de projeto. Sendo o item referente à escavação e transporte o maior custo diferente, com R\$505,79 de diferença, e o item de regularização de bota-fora a maior diferença em relação ao valor final do item, com 3,09% por ser o item com menor valor final.

Quadro 15 - Custos de terraplenagem do Cenário 02.

Código	Descrição do Serviço	Cenário 02	
		Áreas média entre seções	Comparação de superfícies
5502985	Limpeza mecanizada da camada vegetal	R\$ 25.140,38	
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	R\$ 17.992,90	R\$ 17.736,26
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	R\$ 104.579,95	R\$ 104.541,79
5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 677.243,85	R\$ 675.320,65
CUSTO TOTAL		R\$ 824.957,08	R\$ 822.739,07
CUSTO POR KM		R\$ 237.675,41	R\$ 237.036,38

Fonte: Autor, 2022.

A partir do **Quadro 15**, o custo de terraplenagem do Cenário 02 para quantidades obtidas pelo método das áreas médias entre seções foi R\$2.218,01 mais caro, e com a diferença correspondendo a 0,27% do custo final. A diferença final entre os métodos foi de R\$639,02 por quilômetro de projeto. O item que apresentou maior diferença de custo foi a escavação e transporte com R\$1.923,21 (0,28% do custo total). E a maior diferença em relação ao custo final do item ficou para a regularização de bota-fora com 1,43%, assim como no Cenário 01.

Conforme constatado nos dois quadros anteriores, a diferença entre os custos finais pelos dois métodos utilizados no presente estudo é pequena, em relação ao custo total. Portanto, o **Quadro 16** exibe os custos de terraplenagem referente às quantidades obtidas pelo método das áreas médias entre seções dos dois cenários projetados.

Quadro 16 - Custos de terraplenagem dos dois cenários estudados, para quantidades obtidas pelo método das áreas médias entre seções.

Código	Descrição do Serviço	Cenário 01	Cenário 02
		Áreas média entre seções	Áreas média entre seções
5502985	Limpeza mecanizada da camada vegetal	R\$ 21.946,48	R\$ 25.140,38
4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	R\$ 10.992,03	R\$ 17.992,90
5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	R\$ 98.432,71	R\$ 104.579,95
5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 597.597,00	R\$ 677.243,85
CUSTO TOTAL		R\$ 728.968,22	R\$ 824.957,08
CUSTO POR KM		R\$ 240.292,52	R\$ 237.675,41

Fonte: Autor, 2022.

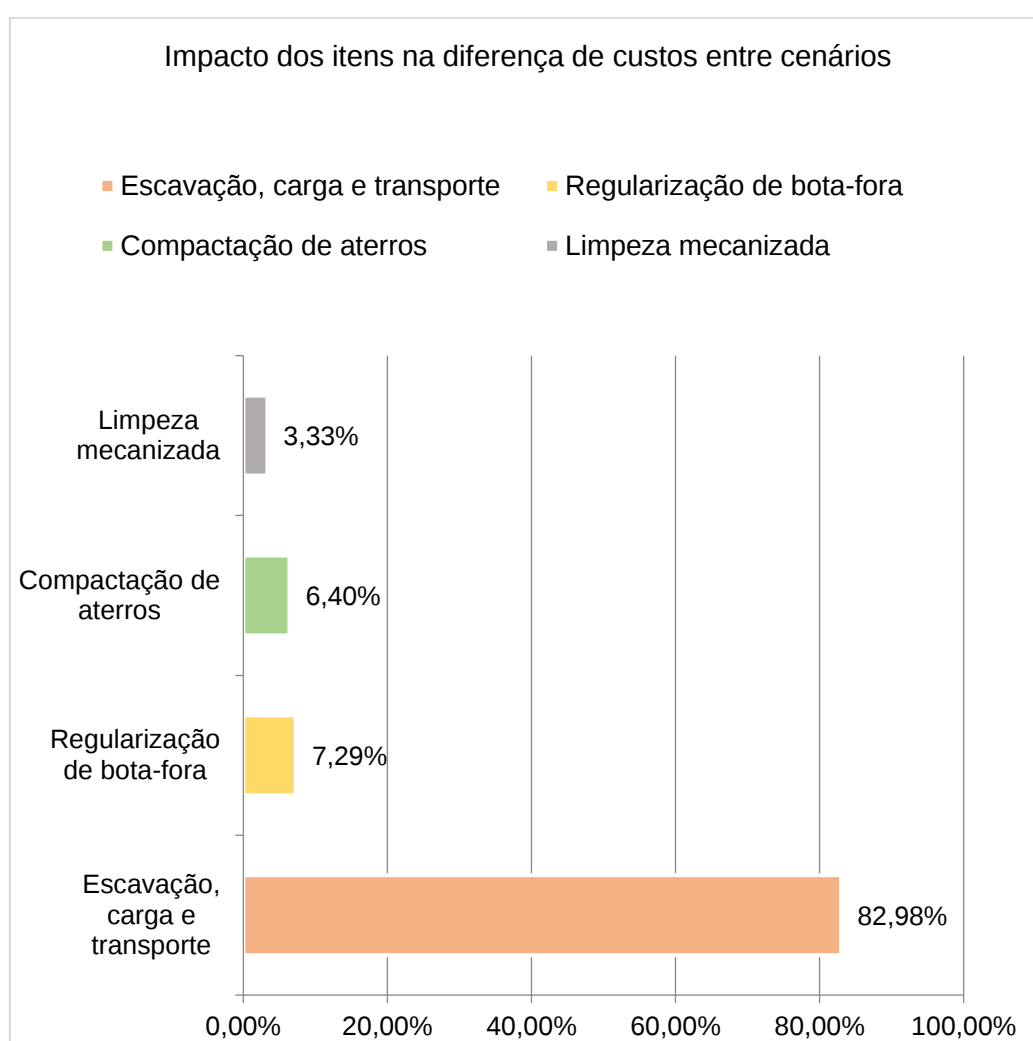
A partir do **Quadro 16**, é possível perceber que o Cenário 02 custará R\$95.988,86 (11,64%) a mais do que o Cenário 01 no custo total de terraplenagem, sendo por item:

- Limpeza mecanizada: R\$3.193,90 (12,70%) mais caro;

- Regularização de bota-fora: R\$7.000,86 (38,91%) mais caro;
- Compactação de aterros: R\$6.147,24 (5,88%) mais caro;
- Escavação, carga e transporte: R\$79.646,85 (11,46%) mais caro.

O **Gráfico 6** descreve as porcentagens dos custos dos itens na diferença total dos custos de terraplenagem entre os cenários 01 e 02. É notável o impacto do item referente à escavação, carga e transporte de material (código 555502119) na diferença final dos custos, sendo responsável por 82,98% desta diferença.

Gráfico 6: Impacto dos itens na diferença final de custos entre os dois cenários.



Fonte: Autor, 2022.

Entretanto, o custo por quilômetro de projeto do Cenário 02 foi R\$2.617,12 (1,10%) menor quando comparado com o Cenário 01.

5. CONCLUSÕES

A necessidade de agregar cada vez mais informações aos projetos, desde a avaliação do ambiente inicial até planejar etapas das situações de operação na conclusão das obras, exige a otimização de processos de elaboração dos projetos. Estudar o comportamento e os resultados de novos métodos, comparando com outros já consolidados no âmbito da Engenharia de Transportes permite entender melhor sobre a consolidação de soluções que forneçam resultados necessários.

Conforme os resultados obtidos no presente trabalho, é possível discutir alguns aspectos sobre os dois cenários estudados e seus respectivos custos. O Cenário 01 possui um custo de terraplenagem por quilômetro superior ao Cenário 02, porém a sua proximidade ao atendimento à região que o segundo cenário busca, supera seus pontos positivos quando observados: traçado mais confortável e seguro ao usuário, evitando regiões próximas aos talwegues; e a via fica mais afastada da torre de transmissão localizada no ponto de diferença dos dois cenários. Dessa forma, é recomendada a escolha do Cenário 01, inclusive de custo inicial inferior ao Cenário 02, sendo ainda necessário o acompanhamento do projeto através dos estudos que seguem a escolha do traçado.

A criação de modelos de projeto bem estruturados, com confiabilidade nos dados obtidos e flexibilização nos processos disponíveis, permitem agilidade na execução de projetos viários, estudando alternativas e fornecendo respostas rápidas e fiéis sobre cada uma delas. Alcançar resultados rápidos trazem mais segurança sobre as escolhas finais em relação a atingir as melhores soluções. Mesmo com a realização de um maior detalhamento somente em etapas posteriores à definição da solução a ser seguida, analisando melhor a situação real a qual o projeto será implantado, esforços e recursos serão gastos de maneira otimizada, evitando ocorrências de retrabalho e de despesas desnecessárias.

O método de levantamento dos volumes de terraplenagem através da comparação de superfícies, disponibilizado no *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D, traz resultados semelhantes aos fornecidos pelo método de áreas médias entre seções transversais. Este método garante uma maior confiança sobre os dados em relação ao último, tendo em vista que as superfícies são mais detalhadas que a estimativa

de volumes de trechos entre seções com indicação de áreas padrões de corte/aterro por segmentos de 10 e 20 metros.

Alcançar estas quantidades de volume de terraplenagem com mais agilidade e trazer respostas sobre cada um dos cenários estudados são vantagens da aplicação de novas técnicas que aproximam da demanda que surge com o avanço das tecnologias relacionadas ao BIM. As primeiras fases de implantação visam a atribuição de custos aos modelos de projeto, conforme a Estratégia BIM BR, e extrair quantidades para cada solução proposta é um avanço nesse aspecto.

Mesmo que no presente trabalho não foi utilizada a ferramenta QTO do *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D para a atribuição de volumes de terraplenagem (corte e aterro) dos corredores de trabalho com variações das cotas de superfície ao longo do trecho. Até o momento nota-se que a ferramenta é útil para a quantificação e criação de vínculos de elementos unitários (exemplo: árvores a serem destocadas, suportes de sinalização vertical a serem implantados), elementos lineares (exemplo: extensão linear de guias e sarjetas, implantação de cercas e alambrados), elementos de área em 2D (exemplo: área para limpeza mecanizada do terreno, área para execução de pintura), e elementos volumétricos (exemplo: volume de camada de pavimento e demais estruturas). Porém, este último, que faz parte do foco do presente trabalho, não houve sequência na sua utilização devido à particularidade das cotas de corte e aterro ao longo da superfície do corredor de projeto.

O *software* AutoCAD Civil 3D continua atendendo à possibilidade de extração de dados volumétricos de terraplenagem dos projetos, como foi executado no estudo atual, mas de maneira externa à ferramenta QTO. A facilidade de manipulação destes dados, fornecida pelo *software*, ainda serve de otimização para projetos de infraestrutura viária.

5.1. ESTUDOS FUTUROS

Na elaboração do projeto atual foram identificados alguns aspectos que não comportam no escopo deste trabalho de conclusão de curso de bacharelado em Engenharia de Transportes, porém são destaques para continuidade de pesquisas para o autor ou demais membros da comunidade acadêmica.

Um assunto que se notou possibilidade de avanço nos estudos a respeito dele foi reconhecer a diferença de custos de terraplenagem, principalmente de corte e transporte, para diferentes distâncias médias de transporte. No momento de definir as Premissas de terraplenagem do trabalho, foi feita uma breve comparação de custos dos itens úteis (**Quadro 17**). A partir desta comparação de custos para DMT's diferentes, e depois da extensão média de 3 quilômetros adotada para os dois trechos de projeto, foi definido um DMT de 2.000 a 2.000 metros com uma composição de equipamentos fixa. Porém nota-se uma área de estudo a ser abordada em futuras pesquisas, analisando de maneira mais aprofundada o impacto das distâncias de transporte sobre os custos totais de terraplenagem.

Quadro 17: Análise dos diferentes custos de terraplenagem, para diferentes DMTs.

Código	Descrição do serviço	Custo unitário (R\$)	Volumes por Método e Cenário (m³)			
			Áreas média - Cenário 01	Áreas média - Cenário 02	Comparação de superfícies - Cenário 01	Comparação de superfícies - Cenário 02
5502109	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 0,99	R\$ 27.525,68	R\$ 31.194,26	R\$ 27.502,38	R\$ 31.105,68
5502110	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 2,11	R\$ 58.840,32	R\$ 66.682,47	R\$ 58.790,52	R\$ 66.493,11
5502111	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 3,36	R\$ 93.609,60	R\$ 106.085,75	R\$ 93.530,37	R\$ 105.784,49
5502112	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 4,94	R\$ 137.739,84	R\$ 156.097,60	R\$ 137.623,26	R\$ 155.654,33
5502113	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 6,41	R\$ 178.582,60	R\$ 202.383,83	R\$ 178.431,45	R\$ 201.809,11
5502114	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 7,97	R\$ 221.988,48	R\$ 251.574,78	R\$ 221.800,59	R\$ 250.860,37
5502115	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 10,09	R\$ 281.218,84	R\$ 318.699,28	R\$ 280.980,82	R\$ 317.794,25
5502116	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 11,84	R\$ 329.862,40	R\$ 373.825,98	R\$ 329.583,21	R\$ 372.764,40
5502117	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 13,73	R\$ 382.629,24	R\$ 433.625,50	R\$ 382.305,39	R\$ 432.394,11
5502118	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 15,72	R\$ 437.959,20	R\$ 496.329,76	R\$ 437.588,52	R\$ 494.920,31
5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 21,45	R\$ 597.597,00	R\$ 677.243,85	R\$ 597.091,21	R\$ 675.320,65
5502120	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 28,53	R\$ 794.845,80	R\$ 900.781,68	R\$ 794.173,06	R\$ 898.223,68
5502834	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	R\$ 29,64	R\$ 825.770,40	R\$ 935.827,87	R\$ 825.071,49	R\$ 933.170,35
5502985	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	R\$ 3,20	R\$ 10.992,03	R\$ 17.992,90	R\$ 10.652,06	R\$ 17.736,26
5502985	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	R\$ 4,03	R\$ 98.432,71	R\$ 104.579,95	R\$ 98.765,79	R\$ 104.541,79

Fonte: Autor, 2022.

Outro aspecto sugerido como forma de dar sequência na implementação da metodologia BIM no âmbito acadêmico e ainda preparar o corpo técnico da Engenharia de Transportes para cenários avançados do BIM, sugere-se o acompanhamento de avanços de manipulação dos dados do *software* Autodesk AutoCAD Civil 3D, da ferramenta QTO e demais ferramentas disponibilizadas posteriormente.

REFERÊNCIAS

ABAURRE, Mariana Wyse. **Modelos de contrato colaborativo e projeto integrado para modelagem da informação da construção**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <10.11606/D.3.2013.tde-14122014-112835>. Acesso em: 2022-06-04.

ABNT. **NBR 7182**. Solo – ensaio de compactação. Rio de Janeiro, 1986.

ADDOR, Míriam Roux Azevedo. **Proposta de metodologia de avaliação para salas de coordenação de projetos em BIM**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: <10.11606/D.3.2016.tde-27072016-100052>. Acesso em: 2022-06-04.

AUTODESK, **AutoCAD Civil 3D features**. Disponível em: <<https://www.autodesk.com.br/products/civil-3d/features>> Acesso em: 2022-05-24.

BRASIL. **Decreto-lei nº 9.983 – Estratégia BIM BR**, de 22 de agosto de 2019. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 23 ago. 2019. Seção 1, p. 2.

BRASIL. **Decreto-lei nº 10.306**, de 2 de abril de 2020. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 3 abr. 2020. Seção 1, p. 5.

BRYDE, D.; BROQUETAS, M.; VOLM, J. M. **The project benefits of Building Information Modelling (BIM)**. International Journal of Project Management, v. 31, n. 7, p. 971-980, 2013. ISSN 0263-7863. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijproman.2012.12.001>>

CAIXA, **SINAPI: Referências de preços e custos**. Disponível em: < <https://www.caixa.gov.br/poder-publico/modernizacao-gestao/sinapi/referencias-precos-insumos/Paginas/default.aspx>> Acesso em: 2022-05-26.

CAMPESTRINI *et al.* **Entendendo BIM uma visão do projeto de construção sob o foco da informação**. 1. ed. Curitiba: [s. n.], 2015.

DA SILVA CARMO, Lucas; AMARAL, Daniel Roland; DE JESUS PORTELA, Raphael Ricardo. **Metodologia BIM nos projetos de infraestrutura Rodoviária**. 2019.

DER-MG. **Manual de procedimentos para elaboração de estudos e projetos de engenharia rodoviária. Volume VI – Projeto Geométrico e de Terraplenagem**. Minas Gerais, Brasil, 2013.

DER-MG. **Recomendação técnica: Critérios de projeto para vias de ligação com reduzido volume de tráfego**. RT-01.46.d. Minas Gerais, Brasil, 2009.

DE LIMA, R. X.; JÚNIOR, E. F. N.; FERNANDES, P. G. P. S. **Optimization of Earthmoving Operations Planning: A Novel Approach Considering Interferences**. Journal of Engineering, Project, and Production Management, v.11, no.2, 2021, pp.158-168. Disponível em: <<https://doi.org/10.2478/jeppm-2021-0016>>. Acesso em: 2022-05-17.

DNER. Diretoria de Desenvolvimento Tecnológico. **Glossário de termos técnicos rodoviários**. IPR 700. Rio de Janeiro, Brasil, 1997.

DNER. **Manual de Projeto Geométrico de Rodovias Rurais**. Rio de Janeiro, Brasil, 1999.

DNER. **Especificação de serviço: Terraplenagem – cortes**. DNER-ES 280/97. Rio de Janeiro, Brasil, 1997. p. 6.

DNIT. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. IPR 740. Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

DNIT. **Manual de implantação básica de rodovia**. IPR 742. Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

DNIT. **Manual de custos rodoviários**. Volume 1: Metodologia e conceitos. 3ª edição. Rio de Janeiro, Brasil, 2003.

DNIT. **Especificação de Serviço: Terraplenagem – Cortes**. DNIT 106/2009 – ES. Rio de Janeiro, Brasil, 2009.

DORNELAS, Ricardo Cruvinel. **Estudo de métodos para prognóstico da produtividade na execução de rodovias: terraplenagem e pavimentação asfáltica - uma nova abordagem**. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <[10.11606/T.3.2013.tde-10032014-153830](https://doi.org/10.11606/T.3.2013.tde-10032014-153830)>. Acesso em: 2022-06-04.

FGV, IBRE. **Simulador de custos médios gerenciais**. Disponível em: <<https://simuladorcmg-ibre.fgv.br/>>. Acesso em: 2022-05-26.

FORCADA, N.; RUSIÑOL, G.; MACARULLA, M.; LOVE, P. E. D. **Rework in highway projects**. Journal of Civil Engineering and Management, v. 20, n. 4, p. 445-465, 4 Jul. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3846/13923730.2014.893917>>. Acesso em: 2022-05-17.

GOKTEPE, A. B.; LAV, A. H. **Method for Balancing Cut-Fill and Minimizing the Amount of Earthwork in the Geometric Design of Highways**. J. Transp. Eng., v. 129, n. 5, p. 564–571, 2003. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(2003\)129:5\(564\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-947X(2003)129:5(564))>. Acesso em: 2022-05-17.

GOMES CARDOSO, Douglas. **Movimentação de terra em obras rodoviárias: um estudo de caso de trechos do proaço-MG, observados os aspectos de Engenharia Sanitária**. UFMG. Minas Gerais, Brasil, 2010.

GOMES, Monique Martins. **Método expedito de análise de novos traçados de ferrovias para o transporte de cargas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <10.11606/D.18.2011.tde-12052011-152600>. Acesso em: 2022-06-04.

GU, N. et al. **Building information modeling: an issue of adoption and change management**. In ICAN conference 2007: Mission Control: Power, knowledge and collaboration in project practice. Australian Institute of Project Management (AIMP), 2007, Australia. Disponível em: <<http://digitalcollections.qut.edu.au/1757/1/28263.pdf>>

GUIMARÃES, M. S. **Análise de incompatibilidades entre projetos: estudo de caso em obra comercial com o uso de metodologia BIM**. 2017. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

HAMED, L. **BIM do 3D ao 7D**. Hashtabbim, 2015.

HARE, W. L.; KOCH, V. R.; LUCET, Y. **Models and algorithms to improve earthwork operations in road design using mixed integer linear programming**. European Journal of Operational Research, Elsevier B.V., v. 215, n. 2, p. 470–480, 2011. ISSN 0377-2217. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2011.06.011>>.

JAYAWARDANE, A. K. W.; HARRIS, F. C. **Further Development of Integer Programming in Earthwork Optimization**. 1990. Journal of Construction Engineering and Management, v. 116, Inglaterra, 1990. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1990\)116:1\(18\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1990)116:1(18))>. Acesso em: 2022-06-04.

KOGA, Laís Tiemi Assis et al. **Utilização da tecnologia BIM em projeto de infraestrutura rodoviária**. 18º Congresso Nacional de Iniciação Científica, Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia – CEUN-IMT, 2018. Disponível em: <<https://conic-semesp.org.br/anais/files/2018/trabalho-1000000966.pdf>>. Acesso em: 2022-05-29.

LIMA, Alberto Leandro et al. **Análise do desenvolvimento de um projeto de estradas com uso da metodologia BIM – Estudo de caso em segmento da BR 030**. South American Development Society Journal, [S.l.], v. 8, n. 22, p. 60, maio 2022. ISSN 2446-5763. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.24325/issn.2446-5763.v8i22p60-85>>. Acesso em: 2022-06-04.

LIMA, D. A. **Análise dos custos de serviços de terraplenagem**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/36166>>. Acesso em: 2022-06-13.

LIMA, F. A. A. **Otimização de sistemas de faixas adicionais em aclives de rodovias de pista simples**. 2010. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Operação de Sistemas de Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010. Disponível em: <[10.11606/D.18.2010.tde-14092010-093115](https://repositorio.usp.br/handle/11363-4/11606/D.18.2010.tde-14092010-093115)>. Acesso em: 2022-06-04.

LIU, C.; LU, M. **Optimizing earthmoving job planning based on evaluation of temporary haul road networks design for mass earthworks projects**. Journal of construction engineering and management, v. 141, n. 3, p. 04014082, 2015. Disponível em: <[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000940](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000940)>. Acesso em: 2022-05-17.

LIU, C.; LU, M.; JOHNSON, S. **Simulation and optimization of temporary road network in mass earthmoving projects**. Proceedings of the 2013 Winter Simulation Conference - Simulation: Making Decisions in a Complex World, WSC 2013, IEEE, n. 1981, p. 3181–3190, 2013. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/6721684>>.

LOPES, Segundo Carlos. **GPS e o perfil vertical de rodovias**. 1996. Tese (Doutorado em Transportes) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1996. Disponível em: <[10.11606/T.18.2018.tde-13042018-185008](https://repositorio.usp.br/handle/11363-4/11606/T.18.2018.tde-13042018-185008)>. Acesso em: 2022-06-04.

MARQUES, E. C. S. **Fatores a serem considerados na definição de velocidade limite em rodovias brasileiras**. 2012. xv, 126 f. Dissertação (Mestrado em Transportes) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/11039>>. Acesso em: 2022-05-26.

PBH. **Superintendência de Desenvolvimento da Capital**. Prefeitura de Belo Horizonte. SUDECAP. 2022. Disponível em: <<https://prefeitura.pbh.gov.br/SUDECAP>>. Acesso em: 2022-06-21.

PEREIRA, F. S. **Estudo comparativo da aplicação do Infracad e Autocad civil 3D na elaboração e análise de um projeto rodoviário**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018. Disponível em: <<http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/23504>>. Acesso em: 2022-05-29.

KIM, H.; CHEN, Z.; CHO, C.; MOON, H.; JU, K.; CHOI, W. **Integration of BIM and GIS: Highway Cut and Fill Earthwork Balancing**. In: Computing in Civil Engineering 2015. 2015. p. 468-474. Disponível em: <<https://doi.org/10.1061/9780784479247.058>>. Acesso em: 2022-06-04.

RACE, Steve. **BIM Demystified**. Riba Publishing Ltd, p. 159, London, United Kingdom, 2013.

RATTON, Eduardo *et al.* **Introdução à Terraplenagem**. Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia. Departamento de Transportes. Curitiba, 2015.

RIBEIRO, R. L. P. **Análise automática de normas aplicada em projeto geométrico de superestrutura ferroviária**. 2018. Dissertação (Mestrado em Geotecnia e Transportes) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-B9EFJL>>. Acesso em: 2022-06-10.

SDS Educa. **Apostila Curso Civil 3D**.

SOTHE, Pedro Luis. **BIM para Infraestrutura de Transportes Rodoviários**. 2018. Disponível em: <<https://blogs.autodesk.com/mundoaec/bim-para-infraestrutura-de-transportes-rodoviaros/>>. Acesso em: 2022-05-29.

STEIN, J. A.; DE AZEVEDO, L. G. **Análise qualitativa da aplicação do BIM 4D desenvolvido no Navisworks para o planejamento de obra de infraestrutura**. Monografia (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021. Disponível em: <<https://engenhariacivil.ufes.br/pt-br/2021>>. Acesso em: 2022-06-04.

TCU. (Org.). **Desenvolvimento de Infraestrutura de Transportes no Brasil: perspectivas e desafios**. 2007. Tribunal de Contas da União (TCU). Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/bibliotecadigital/desenvolvimento-de-infra-estrutura-de-transportes-no-brasil-perspectivas-e-desafios.htm>>. Acesso em: 2022-06-04.

TRB. **Highway Capacity Manual 2000**. Transportation Research Board. 2000. Washington D.C.

TULER DE OLIVEIRA, Marcelo. **AutoCAD Civil 3D: Módulo de Projetos de Estradas**. CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil, 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Lista de itens obtidos através da primeira filtragem para determinação dos itens utilizados no trabalho (Adaptado do Relatório Sintético de Composição de custos do SICRO, de janeiro de 2022 para o estado de Minas Gerais, fornecido pelo DNIT, 2022).....	1
APÊNDICE B – Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 01 pelo método das áreas médias (Elaboração Própria, 2022).	10
APÊNDICE C - Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 01 pelo método da comparação de superfícies (Elaboração Própria, 2022).	13
APÊNDICE D – Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 02 pelo método das áreas médias (Elaboração Própria, 2022).	17
APÊNDICE E – Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 02 pela comparação de superfícies (Elaboração Própria, 2022).	22
APÊNDICE F - Projeto geométrico do Cenário 01 (Planta e perfil).	27
APÊNDICE G - Projeto geométrico do Cenário 02 (Planta e perfil).	32
APÊNDICE H - Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 01.	37
APÊNDICE I - Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 02.....	39

APÊNDICE A – Lista de itens obtidos através da primeira filtragem para determinação dos itens utilizados no trabalho (Adaptado do Relatório Sintético de Composição de custos do SICRO, de janeiro de 2022 para o estado de Minas Gerais, fornecido pelo DNIT, 2022).

CGCIT	SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO Minas Gerais - Janeiro/2022		DNIT		Número total de itens 2/8
	Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro
	4413984	Regularização de bota-fora com espalhamento e compactação	m³	3,20	BOTA FORA
	5502822	Compactação de camada final de aterro de rocha	m³	34,73	COMPACTAÇÃO
	5503041	Compactação de aterros a 100% do Proctor intermediário	m³	6,79	COMPACTAÇÃO 100% PI
	5502978	Compactação de aterros a 100% do Proctor normal	m³	4,03	COMPACTAÇÃO 100% PN
	5502979	Construção de corpo de aterro com material de 3ª categoria oriundo de corte	m³	14,49	CORPO DE ATERRO
	5501706	Escavação mecânica com retroescavadeira em material de 1ª categoria	m³	5,50	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501880	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,84	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502114	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,64	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501906	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,80	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502140	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,60	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501932	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,28	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502166	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,38	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501881	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	10,07	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502115	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,21	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501907	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,95	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502141	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,06	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501933	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,40	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502167	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,50	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501882	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	10,29	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502116	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,40	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501908	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,10	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502142	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,22	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501934	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,80	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502168	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,60	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501883	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	10,51	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502117	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,63	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501909	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,25	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502143	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,37	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501935	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,95	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502169	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,06	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501884	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	11,03	CORTE 1ª CATEGORIA

CGCIT	SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO Minas Gerais - Janeiro/2022		DNIT		Número total de itens 278
	Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro
	5502118	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,86	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501910	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,39	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502144	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,49	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501936	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,06	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502170	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,18	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501885	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	11,44	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502119	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,58	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501911	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,93	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502145	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,76	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501937	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,25	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502171	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,37	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501886	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,35	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502120	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,51	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501912	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	10,33	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502146	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,49	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501938	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,89	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502172	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,72	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501876	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,19	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502110	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,28	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501902	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,84	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502136	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	4,94	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501928	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,41	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502162	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	4,49	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501877	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,80	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502111	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,60	CORTE 1ª CATEGORIA
	5501903	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,04	CORTE 1ª CATEGORIA
	5502137	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	5,13	CORTE 1ª CATEGORIA

CGCIT		SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		DNIT		Número total de itens 278
Código		Descrição do Serviço		Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro
5501929		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	7,90	CORTE 1ª CATEGORIA
5502163		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	4,97	CORTE 1ª CATEGORIA
5501875		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	7,84	CORTE 1ª CATEGORIA
5502109		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	4,94	CORTE 1ª CATEGORIA
5501901		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	7,30	CORTE 1ª CATEGORIA
5502135		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	4,37	CORTE 1ª CATEGORIA
5501927		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	7,23	CORTE 1ª CATEGORIA
5502161		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	4,30	CORTE 1ª CATEGORIA
5501878		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	9,06	CORTE 1ª CATEGORIA
5502112		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	6,18	CORTE 1ª CATEGORIA
5501904		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	8,19	CORTE 1ª CATEGORIA
5502138		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	5,32	CORTE 1ª CATEGORIA
5501930		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	8,01	CORTE 1ª CATEGORIA
5502164		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	5,13	CORTE 1ª CATEGORIA
5501879		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	9,32	CORTE 1ª CATEGORIA
5502113		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	6,41	CORTE 1ª CATEGORIA
5501905		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	8,37	CORTE 1ª CATEGORIA
5502139		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	5,47	CORTE 1ª CATEGORIA
5501931		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	8,16	CORTE 1ª CATEGORIA
5502165		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	5,25	CORTE 1ª CATEGORIA
5502825		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	13,03	CORTE 1ª CATEGORIA
5502834		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	9,88	CORTE 1ª CATEGORIA
5502826		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	10,55	CORTE 1ª CATEGORIA
5502835		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	7,72	CORTE 1ª CATEGORIA
5502827		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	10,07	CORTE 1ª CATEGORIA
5502836		Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³		m³	7,21	CORTE 1ª CATEGORIA
5501716		Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m com motoscraeper		m³	20,42	CORTE 1ª CATEGORIA
5501717		Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m com motoscraeper		m³	23,06	CORTE 1ª CATEGORIA

CGCIT		SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		DNIT		Número total de itens 278
		Minas Gerais - Janeiro/2022				
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro		
5501712	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 200 a 400 m com motoscraeper	m³	11,73	CORTE 1ª CATEGORIA		
5501713	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 400 a 600 m com motoscraeper	m³	13,02	CORTE 1ª CATEGORIA		
5501711	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 50 a 200 m com motoscraeper	m³	9,34	CORTE 1ª CATEGORIA		
5501710	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 50 m	m³	2,45	CORTE 1ª CATEGORIA		
5501714	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 600 a 800 m com motoscraeper	m³	15,39	CORTE 1ª CATEGORIA		
5501715	Escavação, carga e transporte em material de 1ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m com motoscraeper	m³	17,78	CORTE 1ª CATEGORIA		
5502356	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,21	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502590	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,01	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502382	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,02	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502616	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,70	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502408	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,78	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502642	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,42	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502357	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,46	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502591	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,28	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502383	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,18	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502617	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,82	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502409	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,90	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502643	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,58	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502358	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,71	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502592	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,50	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502384	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,34	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502618	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,58	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502410	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,02	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502644	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,70	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502359	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,96	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502593	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,77	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502385	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,50	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502619	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,74	CORTE 2ª CATEGORIA		
5502411	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,14	CORTE 2ª CATEGORIA		

CGCIT	SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO Minas Gerais - Janeiro/2022		DNIT		Número total de itens 278
	Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro
	5502645	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,82	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502360	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	16,60	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502594	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	10,59	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502386	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,06	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502620	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,85	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502412	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,26	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502646	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,53	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502361	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	17,02	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502595	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	10,99	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502387	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,36	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502621	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,17	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502413	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,50	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502647	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,74	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502362	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	18,17	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502596	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	11,67	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502388	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,76	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502622	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,60	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502414	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,31	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502648	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,12	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502352	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,66	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502586	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,34	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502378	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,85	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502612	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,93	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502404	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,73	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502638	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,81	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502353	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,98	CORTE 2ª CATEGORIA
	5502587	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,66	CORTE 2ª CATEGORIA

CGCIT		SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		DNIT		Número total de itens 278	
		Minas Gerais - Janeiro/2022					
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro			
5502379	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,09	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502613	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,18	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502405	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,91	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502639	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,02	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502351	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,85	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502585	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,93	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502377	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,61	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502611	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,69	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502403	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,52	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502637	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	6,61	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502187	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 50 m	m³	6,29	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502354	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,30	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502588	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,53	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502380	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,70	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502614	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,34	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502406	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,06	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502640	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,18	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502355	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	14,54	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502589	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	8,80	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502381	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,86	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502615	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,54	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502407	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	13,62	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502641	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	7,30	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502880	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	12,60	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502857	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	18,52	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502881	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,82	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502859	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	15,46	CORTE 2ª CATEGORIA			
5502882	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	9,28	CORTE 2ª CATEGORIA			

CGCIT	SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		DNIT		Número total de itens
	Minas Gerais - Janeiro/2022				278
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro	
5502858	Escavação, carga e transporte de material de 2ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço com revestimento primário com carregadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³	16,42	CORTE 2ª CATEGORIA	
5502972	Escavação de vala em material de 3ª categoria - resistência a compressão acima de 110 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	142,27	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502968	Escavação de vala em material de 3ª categoria - resistência a compressão até 50 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	15,94	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502969	Escavação de vala em material de 3ª categoria - resistência a compressão de 50 a 70 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	20,12	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502970	Escavação de vala em material de 3ª categoria - resistência a compressão de 70 a 90 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	36,92	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502971	Escavação de vala em material de 3ª categoria - resistência a compressão de 90 a 110 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	68,88	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502663	Escavação e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 0 a 50 m	m³	28,84	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502993	Escavação em material de 3ª categoria	m³	21,45	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502967	Escavação em material de 3ª categoria - resistência a compressão acima de 110 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	78,72	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502963	Escavação em material de 3ª categoria - resistência a compressão até 50 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	9,54	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502964	Escavação em material de 3ª categoria - resistência a compressão de 50 a 70 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	11,96	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502965	Escavação em material de 3ª categoria - resistência a compressão de 70 a 90 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	21,57	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502966	Escavação em material de 3ª categoria - resistência a compressão de 90 a 110 MPa - com escavadeira e rompedor hidráulico 1.700 kg	m³	39,61	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502747	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,93	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502773	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,56	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502799	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,13	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502748	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	39,35	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502774	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,81	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502800	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,39	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502749	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	39,70	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502775	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,07	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502801	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,56	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502750	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	41,41	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502776	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,33	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502802	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,81	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502751	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	41,87	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502777	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,58	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502803	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,99	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502752	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	42,55	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502778	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	39,10	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502804	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,41	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502753	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	43,69	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502779	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	41,18	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502805	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	39,01	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502743	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	36,96	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502769	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	35,02	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502795	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	34,84	CORTE 3ª CATEGORIA	
5502744	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,56	CORTE 3ª CATEGORIA	

CGCIT		SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		DNIT		Número total de itens 278
		Minas Gerais - Janeiro/2022				
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro		
5502770	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	35,41	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502796	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	35,13	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502742	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	35,02	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502768	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	34,62	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502794	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	34,45	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502745	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,07	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502771	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,04	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502797	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	35,36	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502746	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	38,50	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502772	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	37,30	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502798	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	35,64	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502886	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural com caminhão basculante de 12 m³	m³	45,63	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502887	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 12 m³	m³	41,52	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502888	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 12 m³	m³	39,35	CORTE 3ª CATEGORIA		
5502820	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 0 a 50 m	m³	5,28	CORTE SOLO MOLE		
5502904	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	16,26	CORTE SOLO MOLE		
5502930	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,40	CORTE SOLO MOLE		
5502956	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.000 a 1.200 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,08	CORTE SOLO MOLE		
5502905	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	18,20	CORTE SOLO MOLE		
5502931	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,55	CORTE SOLO MOLE		
5502957	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.200 a 1.400 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,24	CORTE SOLO MOLE		
5502906	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	18,44	CORTE SOLO MOLE		
5502932	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,71	CORTE SOLO MOLE		
5502958	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.400 a 1.600 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,40	CORTE SOLO MOLE		
5502907	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	18,80	CORTE SOLO MOLE		
5502933	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,95	CORTE SOLO MOLE		
5502959	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.600 a 1.800 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,55	CORTE SOLO MOLE		
5502908	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	19,03	CORTE SOLO MOLE		
5502934	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	16,11	CORTE SOLO MOLE		
5502960	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 1.800 a 2.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,63	CORTE SOLO MOLE		
5502909	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	19,51	CORTE SOLO MOLE		
5502935	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	16,42	CORTE SOLO MOLE		
5502961	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 2.000 a 2.500 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,95	CORTE SOLO MOLE		
5502910	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	20,34	CORTE SOLO MOLE		
5502936	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	18,56	CORTE SOLO MOLE		
5502962	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	16,34	CORTE SOLO MOLE		
5502900	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,00	CORTE SOLO MOLE		
5502926	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,53	CORTE SOLO MOLE		
5502952	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 200 a 400 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,37	CORTE SOLO MOLE		
5502901	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,32	CORTE SOLO MOLE		
5502927	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,76	CORTE SOLO MOLE		

CGCIT		SISTEMA DE CUSTOS REFERENCIAIS DE OBRAS - SICRO		DNIT		Número total de itens
		Minas Gerais - Janeiro/2022				278
Código	Descrição do Serviço	Un.	Custo Unitário (R\$)	Resumos para Filtro		
5502953	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 400 a 600 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,61	CORTE SOLO MOLE		
5502899	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,53	CORTE SOLO MOLE		
5502925	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,29	CORTE SOLO MOLE		
5502951	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 50 a 200 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,13	CORTE SOLO MOLE		
5502902	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,71	CORTE SOLO MOLE		
5502928	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,00	CORTE SOLO MOLE		
5502954	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 600 a 800 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,76	CORTE SOLO MOLE		
5502903	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,95	CORTE SOLO MOLE		
5502929	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	15,16	CORTE SOLO MOLE		
5502955	Escavação, carga e transporte de solos moles - DMT de 800 a 1.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	14,92	CORTE SOLO MOLE		
5502889	Escavação, carga e transporte de solos moles na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com caminhão basculante de 14 m³	m³	20,69	CORTE SOLO MOLE		
5502996	Escavação, carga e transporte de solos moles na distância de 3.000 m - caminho de serviço em revestimento primário - com caminhão basculante de 14 m³	m³	18,80	CORTE SOLO MOLE		
5502997	Escavação, carga e transporte de solos moles na distância de 3.000 m - caminho de serviço pavimentado - com caminhão basculante de 14 m³	m³	18,20	CORTE SOLO MOLE		
5501700	Desmatamento, destocamento, limpeza de área e estocagem do material de limpeza com árvores de diâmetro até 0,15 m	m²	0,46	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO		
5501701	Destocamento de árvores com diâmetro de 0,15 a 0,30 m	un	34,14	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO		
5501702	Destocamento de árvores com diâmetro maior que 0,30 m	un	85,34	DESMATAMENTO, DESTOCAMENTO		
5502985	Limpeza mecanizada da camada vegetal	m²	0,41	LIMPEZA		
2003313	Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPA 03 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	98,97	VALETA DE ATERRO		
2003312	Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPA 03 - escavação mecânica - areia extraída e brita produzida	m	77,86	VALETA DE ATERRO		
2003315	Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPA 04 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	78,70	VALETA DE ATERRO		
2003314	Valeta de proteção de aterros com revestimento de concreto - VPA 04 - escavação mecânica - areia extraída e brita produzida	m	62,17	VALETA DE ATERRO		
2003310	Valeta de proteção de aterros com revestimento vegetal - VPA 01 - escavação mecânica	m	39,65	VALETA DE ATERRO		
2003311	Valeta de proteção de aterros com revestimento vegetal - VPA 02 - escavação mecânica	m	32,95	VALETA DE ATERRO		
2003307	Valeta de proteção de cortes com revestimento de concreto - VPC 03 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	100,19	VALETA DE CORTE		
2003306	Valeta de proteção de cortes com revestimento de concreto - VPC 03 - escavação mecânica - areia extraída e brita produzida	m	79,09	VALETA DE CORTE		
2003309	Valeta de proteção de cortes com revestimento de concreto - VPC 04 - escavação mecânica - areia e brita comerciais	m	79,52	VALETA DE CORTE		
2003308	Valeta de proteção de cortes com revestimento de concreto - VPC 04 - escavação mecânica - areia extraída e brita produzida	m	62,99	VALETA DE CORTE		
2003304	Valeta de proteção de cortes com revestimento vegetal - VPC 01 - escavação mecânica	m	41,29	VALETA DE CORTE		
2003305	Valeta de proteção de cortes com revestimento vegetal - VPC 02 - escavação mecânica	m	32,95	VALETA DE CORTE		

APÊNDICE B – Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 01 pelo método das áreas médias (Elaboração Própria, 2022).

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 01									
ALINHAMENTO: Cenário 01									
SEÇÕES CENÁRIO 01 - ÁREA MÉDIA									
Estaca inicial: 0+000,00									
Estaca final: 3+033,67									
Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+800,00	19,7	356,25	356,25	0,01	4,64	4.665,69	4.748,90	4.748,90	-83,21
0+820,00	24,7	444,06	444,06	0	0,07	5.109,75	4.748,97	4.748,97	360,79
0+840,00	29,3	540,01	540,01	0	0	5.649,76	4.748,97	4.748,97	900,79
0+860,00	35,07	643,69	643,69	0	0	6.293,45	4.748,97	4.748,97	1.544,48
0+873,93	39,18	517,26	517,26	0	0	6.810,71	4.748,97	4.748,97	2.061,74
0+880,00	40,51	243,43	243,43	0	0	7.054,14	4.748,97	4.748,97	2.305,17
0+890,00	41,98	415,19	415,19	0	0	7.469,33	4.748,97	4.748,97	2.720,36
0+900,00	42,58	425,53	425,53	0	0	7.894,85	4.748,97	4.748,97	3.145,89
0+910,00	41,89	425,02	425,02	0	0	8.319,87	4.748,97	4.748,97	3.570,91
0+920,00	40,31	413,62	413,62	0	0	8.733,50	4.748,97	4.748,97	3.984,53
0+930,00	37,28	390,51	390,51	0	0	9.124,00	4.748,97	4.748,97	4.375,04
0+940,00	33,41	355,93	355,93	0	0	9.479,93	4.748,97	4.748,97	4.730,96
0+950,00	30,47	321,75	321,75	0	0	9.801,68	4.748,97	4.748,97	5.052,71
0+960,00	26,46	286,8	286,8	0	0	10.088,48	4.748,97	4.748,97	5.339,51
0+970,00	21,2	240,24	240,24	0	0	10.328,72	4.748,97	4.748,97	5.579,75
0+980,00	15,37	184,53	184,53	0,12	0,73	10.513,24	4.749,70	4.749,70	5.763,55
0+990,00	9,97	128,01	128,01	0,7	5,15	10.641,25	4.754,85	4.754,85	5.886,40
1+000,00	4,39	72,68	72,68	2,14	17,95	10.713,94	4.772,80	4.772,80	5.941,13
1+010,00	0,25	23,53	23,53	7,06	58,57	10.737,47	4.831,37	4.831,37	5906,1
1+020,00	0	1,26	1,26	17,54	157,88	10.738,73	4.989,25	4.989,25	5749,48
1+030,00	0	0	0	30,73	311,12	10.738,73	5.300,36	5.300,36	5438,36
1+040,00	0	0	0	46,41	498,11	10.738,73	5.798,47	5.798,47	4.940,26
1+050,00	0	0	0	41,24	566,55	10.738,73	6.365,02	6.365,02	4.373,70
1+060,00	0	0	0	30,61	464,08	10.738,73	6.829,11	6.829,11	3.909,62
1+067,00	0	0	0	23,32	243,31	10.738,73	7.072,41	7.072,41	3.666,31
1+070,00	0	0	0	20,46	85,26	10.738,73	7.157,68	7.157,68	3.581,05
1+080,00	0	0	0	12,31	210,36	10.738,73	7.368,03	7.368,03	3.370,70
1+090,00	1,31	6,69	6,69	6,89	122,55	10.745,41	7.490,58	7.490,58	3.254,83
1+100,00	5,17	32,97	32,97	3,32	64,79	10.778,38	7.555,37	7.555,37	3.223,01
1+110,00	14,47	99,5	99,5	0,71	25,49	10.877,88	7.580,86	7.580,86	3.297,02
1+120,00	26,77	208,34	208,34	0	4,46	11.086,22	7.585,32	7.585,32	3.500,90
1+130,00	39,99	336,96	336,96	0	0	11.423,18	7.585,32	7.585,32	3.837,86
1+140,00	52,12	465,08	465,08	0	0	11.888,27	7.585,32	7.585,32	4.302,94
1+150,00	47,56	502,31	502,31	0	0	12.390,57	7.585,32	7.585,32	4.805,25
1+160,00	28,98	384,52	384,52	0	0	12.775,10	7.585,32	7.585,32	5.189,77
1+170,00	18,8	240,12	240,12	0	0	13.015,22	7.585,32	7.585,32	5.429,89
1+180,00	14,28	166,68	166,68	0,02	0,13	13.181,90	7.585,45	7.585,45	5.596,44
1+190,00	11,05	127,78	127,78	0,33	2,24	13.309,67	7.587,70	7.587,70	5.721,98
1+200,00	8,24	97,36	97,36	0,67	6,32	13.407,04	7.594,02	7.594,02	5.813,02
1+210,00	6,09	72,43	72,43	1	10,55	13.479,47	7.604,57	7.604,57	5.874,9
1+220,00	5,1	56,64	56,64	1,3	14,54	13.536,11	7.619,11	7.619,11	5.916,99
1+230,00	4,07	46,45	46,45	1,6	18,34	13.582,56	7.637,45	7.637,45	5.945,1
1+240,00	2,49	33,3	33,3	2,29	24,63	13.615,85	7.662,08	7.662,08	5.953,77
1+250,00	1,44	20,02	20,02	3,6	37,32	13.635,88	7.699,40	7.699,40	5.936,48
1+260,00	1,44	14,68	14,68	3,11	42,58	13.650,56	7.741,98	7.741,98	5.908,58
1+260,08	1,44	0,11	0,11	3,11	0,31	13.650,66	7.742,28	7.742,28	5.908,38
1+280,00	1,63	30,63	30,63	2,66	74,66	13.681,29	7.816,94	7.816,94	5.864,35
1+300,00	0,1	17,28	17,28	4,61	94,47	13.698,57	7.911,41	7.911,41	5.787,16
1+320,00	0,55	6,43	6,43	3,22	101,78	13.705,01	8.013,19	8.013,19	5.691,81
1+340,00	0	5,46	5,46	4,73	103,32	13.710,47	8.116,51	8.116,51	5.593,96
1+360,00	0	0	0	7,1	153,72	13.710,47	8.270,24	8.270,24	5.440,23
1+380,00	0	0	0	3,92	143,27	13.710,47	8.413,50	8.413,50	5.296,96
1+400,00	0,64	6,41	6,41	1,6	71,86	13.716,88	8.485,37	8.485,37	5.231,51
1+420,00	2,3	29,43	29,43	0,79	31,08	13.746,31	8.516,45	8.516,45	5.229,86
1+440,00	5,9	82	82	0,07	11,19	13.828,30	8.527,64	8.527,64	5.300,67
1+440,60	5,99	3,56	3,56	0,06	0,05	13.831,86	8.527,69	8.527,69	5.304,17
1+450,00	7,67	64,34	64,34	0	0,37	13.896,20	8.528,06	8.528,06	5.368,15
1+460,00	10,13	89,1	89,1	0	0	13.985,30	8.528,06	8.528,06	5.457,25

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 01

ALINHAMENTO: Cenário 01

SEÇÕES CENÁRIO 01 - ÁREA MÉDIA

Estaca inicial: 0+000,00

Estaca final: 3+033,67

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
1+463,28	10,55	33,92	33,92	0	0	14.019,23	8.528,06	8.528,06	5.491,17
1+470,00	11,06	72,67	72,67	0	0	14.091,90	8.528,06	8.528,06	5.563,84
1+480,00	11,4	112,28	112,28	0	0	14.204,18	8.528,06	8.528,06	5676,12
1+485,96	11,66	68,65	68,65	0	0	14.272,82	8.528,06	8.528,06	5744,77
1+500,00	14,55	183,99	183,99	0	0	14.456,81	8.528,06	8.528,06	5928,75
1+520,00	19,08	336,24	336,24	0	0	14.793,05	8.528,06	8.528,06	6.265,00
1+540,00	19,76	388,36	388,36	0	0	15.181,42	8.528,06	8.528,06	6.653,36
1+560,00	15,79	355,45	355,45	0	0	15.536,87	8.528,06	8.528,06	7.008,81
1+580,00	7,86	236,44	236,44	0,33	4,25	15.773,31	8.532,30	8.532,30	7.241,01
1+600,00	0	78,57	78,57	7,1	96,60	15.851,88	8.628,90	8.628,90	7.222,98
1+620,00	0	0	0	26,2	432,89	15.851,88	9.061,78	9.061,78	6.790,09
1+640,00	0	0	0	45,53	932,47	15.851,88	9.994,25	9.994,25	5.857,63
1+660,00	0	0	0	56,88	1331,42	15.851,88	11.325,67	11.325,67	4.526,21
1+680,00	0	0	0	66,42	1602,94	15.851,88	12.928,61	12.928,61	2.923,27
1+700,00	0	0	0	61,72	1665,82	15.851,88	14.594,43	14.594,43	1.257,45
1+720,00	0	0	0	44,74	1384,02	15.851,88	15.978,45	15.978,45	-126,58
1+740,00	0	0	0	19,09	829,88	15.851,88	16.808,33	16.808,33	-956,46
1+760,00	3,57	35,67	35,67	0,45	254,01	15.887,54	17.062,34	17.062,34	-1.174,80
1+780,00	18,19	217,54	217,54	0	5,79	16.105,08	17.068,13	17.068,13	-963,04
1+800,00	30,46	486,52	486,52	0	0	16.591,60	17.068,13	17.068,13	-476,52
1+820,00	37,81	682,78	682,78	0	0	17.274,38	17.068,13	17.068,13	206,25
1+840,00	37,24	750,5	750,5	0	0	18.024,88	17.068,13	17.068,13	956,75
1+860,00	32,22	694,54	694,54	0	0	18.719,42	17.068,13	17.068,13	1.651,30
1+880,00	19,8	520,16	520,16	0	0	19.239,58	17.068,13	17.068,13	2.171,46
1+900,00	6,87	266,73	266,73	0,19	2,42	19.506,31	17.070,54	17.070,54	2.435,77
1+920,00	0,17	70,47	70,47	2,87	39,67	19.576,78	17.110,21	17.110,21	2.466,57
1+940,00	0	1,74	1,74	8,97	153,88	19.578,52	17.264,09	17.264,09	2314,43
1+960,00	0	0	0	11,51	266,27	19.578,52	17.530,37	17.530,37	2048,15
1+980,00	0	0	0	9,86	277,78	19.578,52	17.808,14	17.808,14	1770,38
2+000,00	0	0	0	11,42	276,63	19.578,52	18.084,77	18.084,77	1493,75
2+020,00	0	0	0	9,49	271,81	19.578,52	18.356,58	18.356,58	1221,94
2+040,00	0	0	0	6,13	203,05	19.578,52	18.559,62	18.559,62	1018,9
2+040,01	0	0	0	6,13	0,07	19.578,52	18.559,70	18.559,70	1018,82
2+050,00	0	0	0	9,42	101,61	19.578,52	18.661,31	18.661,31	917,21
2+060,00	0	0	0	9,8	126,03	19.578,52	18.787,34	18.787,34	791,18
2+070,00	0	0	0	9,92	129,17	19.578,52	18.916,51	18.916,51	662,01
2+080,00	0	0	0	7,95	117,47	19.578,52	19.033,98	19.033,98	544,53
2+090,00	0,21	1,02	1,02	6,29	94,27	19.579,54	19.128,25	19.128,25	451,28
2+100,00	1,74	9,59	9,59	0,89	47,68	19.589,12	19.175,93	19.175,93	413,19
2+100,69	1,98	1,28	1,28	0,8	0,75	19.590,40	19.176,68	19.176,68	413,72
2+110,00	5,04	32,52	32,52	0,09	5,49	19.622,92	19.182,18	19.182,18	440,74
2+120,00	7,33	61,79	61,79	0	0,61	19.684,71	19.182,78	19.182,78	501,93
2+130,00	8,79	80,64	80,64	0	0	19.765,34	19.182,78	19.182,78	582,56
2+140,00	10,46	96,33	96,33	0	0	19.861,67	19.182,78	19.182,78	678,89
2+150,00	11,43	109,51	109,51	0	0	19.971,19	19.182,78	19.182,78	788,40
2+160,00	13,57	124,72	124,72	0	0	20.095,91	19.182,78	19.182,78	913,13
2+161,36	14,47	19,12	19,12	0	0	20.115,03	19.182,78	19.182,78	932,25
2+180,00	23,11	350,27	350,27	0	0	20.465,30	19.182,78	19.182,78	1.282,52
2+200,00	29,13	522,48	522,48	0	0	20.987,77	19.182,78	19.182,78	1.804,99
2+220,00	39,14	682,76	682,76	0	0	21.670,53	19.182,78	19.182,78	2.487,75
2+223,16	38,3	122,48	122,48	0	0	21.793,01	19.182,78	19.182,78	2.610,23
2+230,00	35,2	251,37	251,37	0	0	22.044,39	19.182,78	19.182,78	2861,6
2+240,00	25,81	306,2	306,2	0	0	22.350,59	19.182,78	19.182,78	3167,81
2+250,00	14,22	201,68	201,68	0	0	22.552,27	19.182,78	19.182,78	3369,48
2+260,00	11,33	129,64	129,64	1,02	6,33	22.681,90	19.189,11	19.189,11	3492,79
2+270,00	13,08	124,48	124,48	0,68	10,52	22.806,38	19.199,63	19.199,63	3606,75
2+280,00	13,04	133,13	133,13	0,61	7,95	22.939,51	19.207,58	19.207,58	3731,93
2+290,00	12,22	128,78	128,78	0,69	8,03	23.068,29	19.215,61	19.215,61	3852,68

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 01

ALINHAMENTO: Cenário 01

SEÇÕES CENÁRIO 01 - ÁREA MÉDIA

Estaca inicial: 0+000,00

Estaca final: 3+033,67

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
2+300,00	11,36	120,36	120,36	0,92	9,99	23.188,66	19.225,60	19.225,60	3963,06
2+310,00	9,36	105,87	105,87	1,25	13,45	23.294,53	19.239,05	19.239,05	4055,48
2+320,00	6,41	80,71	80,71	2,15	21,05	23.375,24	19.260,10	19.260,10	4115,14
2+330,00	2,68	46,73	46,73	4,48	41,25	23.421,97	19.301,35	19.301,35	4120,63
2+340,00	0,9	18,5	18,5	9,44	87,15	23.440,48	19.388,50	19.388,50	4051,98
2+345,87	0,73	4,96	4,96	10,32	72,7	23.445,44	19.461,20	19.461,20	3984,24
2+350,00	0,5	2,66	2,66	10,87	54,94	23.448,10	19.516,14	19.516,14	3931,95
2+360,00	0	2,64	2,64	14,27	158,28	23.450,73	19.674,42	19.674,42	3776,31
2+370,00	0	0,01	0,01	20,46	220,03	23.450,75	19.894,45	19.894,45	3556,3
2+380,00	0	0	0	28,02	308,92	23.450,75	20.203,36	20.203,36	3247,39
2+390,00	0	0	0	34,37	398,81	23.450,75	20.602,18	20.602,18	2848,57
2+400,00	0	0	0	35,58	446,71	23.450,75	21.048,89	21.048,89	2.401,86
2+410,00	0	0	0	36,99	462,62	23.450,75	21.511,51	21.511,51	1.939,24
2+420,00	0	0	0	40,81	495,8	23.450,75	22.007,31	22.007,31	1.443,44
2+430,00	0	0	0	40,29	517,67	23.450,75	22.524,98	22.524,98	925,77
2+440,00	0	0	0	27,94	435,86	23.450,75	22.960,84	22.960,84	489,91
2+450,00	0	0	0	18,59	296,55	23.450,75	23.257,39	23.257,39	193,36
2+460,00	0	0	0	10,29	183,42	23.450,75	23.440,81	23.440,81	9,94
2+468,57	0,57	2,53	2,53	5,84	87,19	23.453,28	23.528,00	23.528,00	-74,72
2+480,00	2,19	15,79	15,79	3,79	71,52	23.469,06	23.599,51	23.599,51	-130,45
2+500,00	5,29	74,77	74,77	1,74	71,86	23.543,84	23.671,37	23.671,37	-127,54
2+520,00	7,37	126,61	126,61	1,07	36,56	23.670,45	23.707,93	23.707,93	-37,48
2+540,00	7,24	146,09	146,09	0,91	25,81	23.816,54	23.733,74	23.733,74	82,80
2+560,00	7,14	143,74	143,74	0,75	21,58	23.960,28	23.755,33	23.755,33	204,95
2+580,00	7	141,37	141,37	0,76	19,57	24.101,65	23.774,89	23.774,89	326,76
2+600,00	6,61	136,12	136,12	0,66	18,38	24.237,77	23.793,28	23.793,28	444,49
2+620,00	6,76	133,72	133,72	0,61	16,53	24.371,49	23.809,81	23.809,81	561,68
2+640,00	6,48	132,44	132,44	0,63	16,15	24.503,93	23.825,95	23.825,95	677,97
2+660,00	5,62	121,02	121,02	1,09	22,31	24.624,95	23.848,26	23.848,26	776,69
2+674,93	3,75	69,95	69,95	2,22	32,1	24.694,91	23.880,36	23.880,36	814,54
2+680,00	3,04	16,76	16,76	2,77	17,18	24.711,67	23.897,55	23.897,55	814,12
2+690,00	1,99	24,43	24,43	3,79	44,48	24.736,10	23.942,03	23.942,03	794,07
2+700,00	2,68	22,65	22,65	3,61	50,14	24.758,75	23.992,17	23.992,17	766,58
2+708,64	3,17	24,53	24,53	3,01	38,77	24.783,28	24.030,94	24.030,94	752,34
2+710,00	3,25	4,37	4,37	2,91	5,23	24.787,65	24.036,17	24.036,17	751,47
2+720,00	4,19	36,18	36,18	2,26	35,11	24.823,82	24.071,28	24.071,28	752,54
2+730,00	6	49,72	49,72	1,32	24,34	24.873,54	24.095,62	24.095,62	777,92
2+740,00	7,97	68,47	68,47	0,75	14,08	24.942,02	24.109,70	24.109,70	832,32
2+742,36	8,48	19,37	19,37	0,66	2,15	24.961,39	24.111,84	24.111,84	849,55
2+760,00	14,24	200,42	200,42	0	7,52	25.161,81	24.119,36	24.119,36	1.042,45
2+780,00	24	382,45	382,45	0	0	25.544,26	24.119,36	24.119,36	1.424,90
2+800,00	35,51	595,13	595,13	0	0	26.139,39	24.119,36	24.119,36	2.020,03
2+820,00	21,31	568,14	568,14	0	0	26.707,53	24.119,36	24.119,36	2.588,17
2+840,00	8,81	301,2	301,2	0	0	27.008,73	24.119,36	24.119,36	2.889,36
2+860,00	0,43	92,46	92,46	2,66	34,63	27.101,18	24.153,99	24.153,99	2.947,19
2+880,00	0,32	7,51	7,51	3,73	83,08	27.108,69	24.237,07	24.237,07	2.871,62
2+900,00	2,45	27,67	27,67	1,68	70,26	27.136,36	24.307,33	24.307,33	2.829,03
2+920,00	4,66	71,06	71,06	0,84	32,71	27.207,42	24.340,04	24.340,04	2.867,38
2+940,00	6,15	108,04	108,04	0,68	19,72	27.315,46	24.359,75	24.359,75	2.955,71
2+960,00	6,11	122,6	122,6	0,81	19,29	27.438,06	24.379,04	24.379,04	3.059,01
2+980,00	6,82	129,3	129,3	0,66	18,99	27.567,35	24.398,04	24.398,04	3.169,32
3+000,00	7,4	142,12	142,12	0,53	15,38	27.709,48	24.413,42	24.413,42	3.296,06
3+020,00	7,66	150,53	150,53	0,36	11,57	27.860,00	24.424,99	24.424,99	3.435,01

APÊNDICE C - Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 01 pelo método da comparação de superfícies (Elaboração Própria, 2022).

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 01									
ALINHAMENTO: Cenário 01									
SEÇÕES CENÁRIO 01 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES									
Estaca inicial: 0+000,00									
Estaca final: 3+033,67									
Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+020,00	0	252,06	252,06	0	6,13	252,06	6,13	6,13	245,93
0+040,00	0	259,44	259,44	0	4,42	511,5	10,55	10,55	500,95
0+060,00	0	238,48	238,48	0	7,39	749,97	17,93	17,93	732,04
0+080,00	0	176,61	176,61	0	17,98	926,58	35,91	35,91	890,67
0+100,00	0	125,5	125,5	0	28,67	1.052,08	64,58	64,58	987,49
0+120,00	0	98,72	98,72	0	35,42	1.150,80	100	100	1.050,79
0+140,00	0	106,45	106,45	0	31,68	1.257,24	131,68	131,68	1.125,56
0+160,00	0	98,43	98,43	0	34,03	1.355,67	165,71	165,71	1.189,97
0+180,00	0	83,88	83,88	0	39,76	1.439,56	205,46	205,46	1.234,10
0+200,00	0	71,35	71,35	0	45,87	1.510,91	251,33	251,33	1.259,57
0+220,00	0	60,92	60,92	0	52,08	1.571,83	303,42	303,42	1.268,41
0+240,00	0	57,78	57,78	0	57,54	1.629,61	360,96	360,96	1.268,65
0+260,00	0	58,77	58,77	0	74,92	1.688,38	435,88	435,88	1.252,50
0+280,00	0	48,43	48,43	0	98,1	1.736,81	533,98	533,98	1.202,83
0+300,00	0	29,82	29,82	0	124,82	1.766,63	658,8	658,8	1.107,82
0+320,00	0	25,3	25,3	0	99,82	1.791,92	758,62	758,62	1.033,31
0+340,00	0	22,58	22,58	0	38,83	1.814,51	797,45	797,45	1.017,06
0+351,21	0	23,96	23,96	0	23,9	1.838,47	821,35	821,35	1.017,12
0+360,00	0	31,69	31,69	0	22,22	1.870,16	843,57	843,57	1.026,59
0+370,00	0	30,54	30,54	0	19,87	1.900,69	863,44	863,44	1.037,26
0+380,00	0	30,55	30,55	0	17,11	1.931,24	880,54	880,54	1.050,70
0+390,00	0	31,91	31,91	0	14,53	1.963,15	895,07	895,07	1.068,08
0+400,00	0	36,09	36,09	0	11,36	1.999,24	906,43	906,43	1.092,81
0+410,00	0	43,16	43,16	0	8,9	2.042,40	915,33	915,33	1.127,07
0+420,00	0	53,07	53,07	0	6,49	2.095,47	921,82	921,82	1.173,66
0+430,00	0	66,13	66,13	0	3,69	2.161,60	925,51	925,51	1.236,09
0+440,00	0	66,41	66,41	0	2,68	2.228,01	928,19	928,19	1.299,82
0+450,00	0	58,92	58,92	0	3,28	2.286,92	931,46	931,46	1.355,46
0+460,00	0	60,06	60,06	0	3,16	2.346,98	934,62	934,62	1.412,36
0+470,00	0	73,47	73,47	0	0,94	2.420,45	935,57	935,57	1.484,88
0+480,00	0	95,11	95,11	0	0,03	2.515,56	935,59	935,59	1.579,97
0+490,00	0	124,76	124,76	0	0	2.640,32	935,59	935,59	1.704,72
0+500,00	0	21,05	21,05	0	0	2.661,37	935,59	935,59	1.725,78
0+501,64	0	111,4	111,4	0	0	2.772,77	935,59	935,59	1.837,18
0+510,00	0	133,73	133,73	0	0	2.906,50	935,59	935,59	1.970,91
0+520,00	0	117,69	117,69	0	0	3.024,19	935,6	935,6	2.088,59
0+530,00	0	115,22	115,22	0	0	3.139,41	935,6	935,6	2.203,81
0+540,00	0	103,63	103,63	0	1,1	3.243,04	936,7	936,7	2.306,35
0+550,00	0	43,51	43,51	0	32,73	3.286,55	969,42	969,42	2.317,13
0+560,00	0	1,83	1,83	0	138,6	3.288,38	1.108,02	1.108,02	2.180,36
0+570,00	0	0	0	0	283,87	3.288,39	1.391,89	1.391,89	1.896,50
0+580,00	0	0	0	0	402,99	3.288,39	1.794,88	1.794,88	1.493,51
0+590,00	0	0	0	0	507,26	3.288,39	2.302,14	2.302,14	986,25
0+600,00	0	0	0	0	500,6	3.288,39	2.802,74	2.802,74	485,65
0+610,00	0	0	0	0	442,98	3.288,39	3.245,72	3.245,72	42,67
0+620,00	0	0	0	0	360,29	3.288,39	3.606,01	3.606,01	-317,62
0+630,00	0	0	0	0	272,89	3.288,39	3.878,90	3.878,90	-590,5
0+640,00	0	0,68	0,68	0	180,91	3.289,08	4.059,81	4.059,81	-770,73
0+650,00	0	0,97	0,97	0	29,21	3.290,05	4.089,02	4.089,02	-798,97
0+652,07	0	5,93	5,93	0	100,84	3.295,97	4.189,86	4.189,86	-893,89
0+660,00	0	32,4	32,4	0	201,19	3.328,38	4.391,05	4.391,05	-1062,68
0+680,00	0	62,08	62,08	0	137,53	3.390,46	4.528,59	4.528,59	-1138,13
0+700,00	0	101,16	101,16	0	90,48	3.491,62	4.619,07	4.619,07	-1127,46
0+720,00	0	150,74	150,74	0	56,39	3.642,36	4.675,47	4.675,47	-1.033,11
0+740,00	0	212,14	212,14	0	30,9	3.854,50	4.706,37	4.706,37	-851,86
0+760,00	0	281,81	281,81	0	15,53	4.136,32	4.721,89	4.721,89	-585,58
0+780,00	0	355,33	355,33	0	3,41	4.491,65	4.725,31	4.725,31	-233,66

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 01

ALINHAMENTO: Cenário 01

SEÇÕES CENÁRIO 01 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000,00

Estaca final: 3+033,67

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+800,00	0	441,77	441,77	0	0	4.933,41	4.725,31	4.725,31	208,10
0+820,00	0	539,32	539,32	0	0	5.472,74	4.725,31	4.725,31	747,42
0+840,00	0	642,57	642,57	0	0	6.115,31	4.725,31	4.725,31	1.389,99
0+860,00	0	517,54	517,54	0	0	6.632,85	4.725,31	4.725,31	1.907,53
0+873,93	0	243,4	243,4	0	0	6.876,24	4.725,31	4.725,31	2.150,93
0+880,00	0	414,96	414,96	0	0	7.291,20	4.725,31	4.725,31	2.565,89
0+890,00	0	425,55	425,55	0	0	7.716,76	4.725,31	4.725,31	2.991,44
0+900,00	0	425,13	425,13	0	0	8.141,89	4.725,31	4.725,31	3.416,58
0+910,00	0	413,56	413,56	0	0	8.555,45	4.725,31	4.725,31	3.830,13
0+920,00	0	391,4	391,4	0	0	8.946,85	4.725,31	4.725,31	4.221,54
0+930,00	0	354,06	354,06	0	0	9.300,91	4.725,31	4.725,31	4.575,60
0+940,00	0	321,8	321,8	0	0	9.622,71	4.725,31	4.725,31	4.897,40
0+950,00	0	286,89	286,89	0	0	9.909,60	4.725,31	4.725,31	5.184,29
0+960,00	0	240,81	240,81	0	0	10.150,41	4.725,31	4.725,31	5.425,10
0+970,00	0	183,16	183,16	0	0,19	10.333,57	4.725,50	4.725,50	5.608,07
0+980,00	0	127,23	127,23	0	4,98	10.460,81	4.730,48	4.730,48	5.730,33
0+990,00	0	71,85	71,85	0	16,41	10.532,65	4.746,89	4.746,89	5.785,76
1+000,00	0	19,37	19,37	0	53,34	10.552,02	4.800,23	4.800,23	5.751,79
1+010,00	0	0,21	0,21	0	155,37	10.552,22	4.955,60	4.955,60	5596,63
1+020,00	0	0	0	0	309,99	10.552,22	5.265,59	5.265,59	5286,63
1+030,00	0	0	0	0	497,34	10.552,22	5.762,93	5.762,93	4789,29
1+040,00	0	0	0	0	594,59	10.552,22	6.357,53	6.357,53	4.194,70
1+050,00	0	0	0	0	465,25	10.552,22	6.822,77	6.822,77	3.729,45
1+060,00	0	0	0	0	243,35	10.552,22	7.066,12	7.066,12	3.486,11
1+067,00	0	0	0	0	84,34	10.552,22	7.150,46	7.150,46	3.401,76
1+070,00	0	0	0	0	209,69	10.552,22	7.360,15	7.360,15	3.192,08
1+080,00	0	3,79	3,79	0	119,93	10.556,01	7.480,08	7.480,08	3.075,93
1+090,00	0	32,53	32,53	0	63,28	10.588,54	7.543,36	7.543,36	3.045,18
1+100,00	0	92,56	92,56	0	24,36	10.681,10	7.567,71	7.567,71	3.113,39
1+110,00	0	207,66	207,66	0	1,69	10.888,76	7.569,40	7.569,40	3.319,36
1+120,00	0	335,58	335,58	0	0	11.224,34	7.569,40	7.569,40	3.654,94
1+130,00	0	467,2	467,2	0	0,01	11.691,54	7.569,41	7.569,41	4.122,13
1+140,00	0	522,73	522,73	0	0	12.214,27	7.569,41	7.569,41	4.644,86
1+150,00	0	383,4	383,4	0	0,1	12.597,66	7.569,51	7.569,51	5.028,16
1+160,00	0	231,26	231,26	0	0	12.828,92	7.569,51	7.569,51	5.259,41
1+170,00	0	165,93	165,93	0	0,01	12.994,85	7.569,52	7.569,52	5.425,33
1+180,00	0	127,66	127,66	0	2,11	13.122,51	7.571,63	7.571,63	5.550,88
1+190,00	0	97,25	97,25	0	6,27	13.219,76	7.577,91	7.577,91	5641,85
1+200,00	0	71,57	71,57	0	10,54	13.291,32	7.588,45	7.588,45	5702,87
1+210,00	0	56,58	56,58	0	14,5	13.347,91	7.602,95	7.602,95	5744,96
1+220,00	0	46,53	46,53	0	18,34	13.394,44	7.621,29	7.621,29	5773,15
1+230,00	0	33,02	33,02	0	24,32	13.427,46	7.645,61	7.645,61	5781,85
1+240,00	0	17,3	17,3	0	39,06	13.444,76	7.684,67	7.684,67	5.760,09
1+250,00	0	14,24	14,24	0	44,61	13.459,00	7.729,28	7.729,28	5.729,72
1+260,00	0	0,11	0,11	0	0,3	13.459,11	7.729,58	7.729,58	5.729,53
1+260,08	0	35,23	35,23	0	70,33	13.494,34	7.799,91	7.799,91	5.694,43
1+280,00	0	14,26	14,26	0	99,43	13.508,60	7.899,34	7.899,34	5.609,26
1+300,00	0	7,3	7,3	0	96,54	13.515,90	7.995,88	7.995,88	5.520,02
1+320,00	0	3,23	3,23	0	101,98	13.519,14	8.097,86	8.097,86	5.421,27
1+340,00	0	0	0	0	153,87	13.519,14	8.251,73	8.251,73	5.267,40
1+360,00	0	0	0	0	145,59	13.519,14	8.397,33	8.397,33	5.121,81
1+380,00	0	3,44	3,44	0	67,83	13.522,58	8.465,16	8.465,16	5.057,42
1+400,00	0	29,3	29,3	0	28,87	13.551,88	8.494,03	8.494,03	5.057,84
1+420,00	0	80,98	80,98	0	9,37	13.632,86	8.503,40	8.503,40	5.129,45
1+440,00	0	3,56	3,56	0	0,05	13.636,41	8.503,46	8.503,46	5.132,96
1+440,60	0	64,12	64,12	0	0,05	13.700,53	8.503,50	8.503,50	5.197,03
1+450,00	0	90,13	90,13	0	0	13.790,66	8.503,50	8.503,50	5.287,16
1+460,00	0	33,93	33,93	0	0	13.824,59	8.503,50	8.503,50	5.321,08

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 01

ALINHAMENTO: Cenário 01

SEÇÕES CENÁRIO 01 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000,00

Estaca final: 3+033,67

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
1+463,28	0	72,78	72,78	0	0	13.897,37	8.503,50	8.503,50	5.393,86
1+470,00	0	112,68	112,68	0	0	14.010,05	8.503,50	8.503,50	5.506,55
1+480,00	0	68,45	68,45	0	0	14.078,50	8.503,50	8.503,50	5575
1+485,96	0	179,82	179,82	0	0,01	14.258,32	8.503,51	8.503,51	5754,81
1+500,00	0	347,52	347,52	0	0	14.605,85	8.503,51	8.503,51	6102,34
1+520,00	0	397,31	397,31	0	0	15.003,16	8.503,51	8.503,51	6.499,64
1+540,00	0	353,25	353,25	0	0	15.356,40	8.503,51	8.503,51	6.852,89
1+560,00	0	252,15	252,15	0	0,98	15.608,56	8.504,49	8.504,49	7.104,06
1+580,00	0	53,49	53,49	0	60,42	15.662,05	8.564,91	8.564,91	7.097,13
1+600,00	0	0	0	0	417,27	15.662,05	8.982,18	8.982,18	6.679,87
1+620,00	0	0	0	0	983,39	15.662,05	9.965,56	9.965,56	5.696,48
1+640,00	0	0	0	0	1327,15	15.662,05	11.292,72	11.292,72	4.369,33
1+660,00	0	0	0	0	1605,77	15.662,05	12.898,49	12.898,49	2.763,56
1+680,00	0	0	0	0	1752,71	15.662,05	14.651,19	14.651,19	1.010,86
1+700,00	0	0	0	0	1390,02	15.662,05	16.041,21	16.041,21	-379,16
1+720,00	0	0	0	0	871,07	15.662,05	16.912,29	16.912,29	-1.250,23
1+740,00	0	10,27	10,27	0	188	15.672,32	17.100,29	17.100,29	-1.427,97
1+760,00	0	214,89	214,89	0	0,92	15.887,21	17.101,21	17.101,21	-1.214,00
1+780,00	0	508,24	508,24	0	0	16.395,45	17.101,21	17.101,21	-705,76
1+800,00	0	680,83	680,83	0	0	17.076,27	17.101,21	17.101,21	-24,94
1+820,00	0	769,26	769,26	0	0	17.845,53	17.101,21	17.101,21	744,33
1+840,00	0	695,17	695,17	0	0	18.540,71	17.101,21	17.101,21	1.439,50
1+860,00	0	548,97	548,97	0	0	19.089,68	17.101,21	17.101,21	1.988,48
1+880,00	0	259,64	259,64	0	0,4	19.349,32	17.101,60	17.101,60	2.247,72
1+900,00	0	54,49	54,49	0	27,74	19.403,81	17.129,34	17.129,34	2.274,47
1+920,00	0	0,22	0,22	0	158,43	19.404,03	17.287,77	17.287,77	2.116,26
1+940,00	0	0	0	0	273,17	19.404,03	17.560,94	17.560,94	1843,09
1+960,00	0	0	0	0	283,61	19.404,03	17.844,54	17.844,54	1559,48
1+980,00	0	0	0	0	276,27	19.404,03	18.120,82	18.120,82	1283,21
2+000,00	0	0	0	0	284,52	19.404,03	18.405,33	18.405,33	998,7
2+020,00	0	0,11	0,11	0	198,02	19.404,14	18.603,35	18.603,35	800,79
2+040,00	0	0	0	0	0,07	19.404,14	18.603,42	18.603,42	800,72
2+040,01	0	0	0	0	100,53	19.404,14	18.703,95	18.703,95	700,19
2+050,00	0	0	0	0	125,39	19.404,14	18.829,35	18.829,35	574,79
2+060,00	0	0,03	0,03	0	131,24	19.404,17	18.960,59	18.960,59	443,58
2+070,00	0	0	0	0	115,18	19.404,17	19.075,77	19.075,77	328,40
2+080,00	0	0,37	0,37	0	97,57	19.404,54	19.173,34	19.173,34	231,20
2+090,00	0	8,22	8,22	0	39,81	19.412,77	19.213,15	19.213,15	199,61
2+100,00	0	1,26	1,26	0	0,76	19.414,02	19.213,92	19.213,92	200,11
2+100,69	0	33,49	33,49	0	4,44	19.447,51	19.218,36	19.218,36	229,15
2+110,00	0	61,87	61,87	0	0,08	19.509,38	19.218,44	19.218,44	290,94
2+120,00	0	81,02	81,02	0	0	19.590,41	19.218,44	19.218,44	371,96
2+130,00	0	95,88	95,88	0	0	19.686,28	19.218,44	19.218,44	467,84
2+140,00	0	111,89	111,89	0	0	19.798,18	19.218,44	19.218,44	579,73
2+150,00	0	118,34	118,34	0	0	19.916,52	19.218,44	19.218,44	698,07
2+160,00	0	19,05	19,05	0	0	19.935,57	19.218,44	19.218,44	717,12
2+161,36	0	366,45	366,45	0	0	20.302,02	19.218,44	19.218,44	1.083,58
2+180,00	0	514,11	514,11	0	0	20.816,13	19.218,44	19.218,44	1.597,68
2+200,00	0	693,62	693,62	0	0	21.509,75	19.218,44	19.218,44	2.291,30
2+220,00	0	122,58	122,58	0	0	21.632,33	19.218,44	19.218,44	2.413,88
2+223,16	0	252,51	252,51	0	0	21.884,84	19.218,44	19.218,44	2.666,39
2+230,00	0	312,93	312,93	0	0	22.197,77	19.218,44	19.218,44	2979,33
2+240,00	0	200,11	200,11	0	0,03	22.397,88	19.218,47	19.218,47	3179,41
2+250,00	0	120,11	120,11	0	6,77	22.517,99	19.225,24	19.225,24	3292,75
2+260,00	0	125,76	125,76	0	10,3	22.643,76	19.235,54	19.235,54	3408,22
2+270,00	0	133,05	133,05	0	7,92	22.776,81	19.243,46	19.243,46	3533,35
2+280,00	0	127,56	127,56	0	8,04	22.904,37	19.251,50	19.251,50	3652,87
2+290,00	0	119,86	119,86	0	9,87	23.024,23	19.261,36	19.261,36	3762,86

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 01

ALINHAMENTO: Cenário 01

SEÇÕES CENÁRIO 01 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000,00

Estaca final: 3+033,67

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
2+300,00	0	105,48	105,48	0	13,49	23.129,71	19.274,85	19.274,85	3854,86
2+310,00	0	80,8	80,8	0	21,09	23.210,51	19.295,94	19.295,94	3914,57
2+320,00	0	45,4	45,4	0	39,54	23.255,92	19.335,48	19.335,48	3920,44
2+330,00	0	13,48	13,48	0	87,92	23.269,39	19.423,40	19.423,40	3846
2+340,00	0	4,95	4,95	0	74,04	23.274,35	19.497,44	19.497,44	3776,91
2+345,87	0	2,65	2,65	0	54,92	23.277,00	19.552,35	19.552,35	3724,64
2+350,00	0	1,64	1,64	0	157,17	23.278,63	19.709,52	19.709,52	3569,11
2+360,00	0	0	0	0	219,79	23.278,63	19.929,31	19.929,31	3349,33
2+370,00	0	0	0	0	311,54	23.278,63	20.240,85	20.240,85	3037,78
2+380,00	0	0	0	0	405,34	23.278,63	20.646,19	20.646,19	2632,44
2+390,00	0	0	0	0	451,01	23.278,63	21.097,20	21.097,20	2181,44
2+400,00	0	0	0	0	461,44	23.278,63	21.558,64	21.558,64	1.719,99
2+410,00	0	0	0	0	495,5	23.278,64	22.054,14	22.054,14	1.224,49
2+420,00	0	0	0	0	545,18	23.278,64	22.599,32	22.599,32	679,32
2+430,00	0	0	0	0	434,71	23.278,64	23.034,02	23.034,02	244,61
2+440,00	0	0	0	0	296,2	23.278,64	23.330,22	23.330,22	-51,59
2+450,00	0	0	0	0	187,18	23.278,64	23.517,40	23.517,40	-238,77
2+460,00	0	1,63	1,63	0	83,01	23.280,26	23.600,41	23.600,41	-320,15
2+468,57	0	15,87	15,87	0	70,03	23.296,13	23.670,45	23.670,45	-374,32
2+480,00	0	73,75	73,75	0	67,44	23.369,88	23.737,88	23.737,88	-368,00
2+500,00	0	129,37	129,37	0	36,03	23.499,25	23.773,91	23.773,91	-274,66
2+520,00	0	151,69	151,69	0	24,06	23.650,94	23.797,97	23.797,97	-147,03
2+540,00	0	139	139	0	22,59	23.789,94	23.820,56	23.820,56	-30,62
2+560,00	0	145,77	145,77	0	18,86	23.935,72	23.839,42	23.839,42	96,29
2+580,00	0	133,52	133,52	0	19,47	24.069,24	23.858,90	23.858,90	210,34
2+600,00	0	133,4	133,4	0	16,4	24.202,64	23.875,29	23.875,29	327,34
2+620,00	0	136,44	136,44	0	14,89	24.339,07	23.890,18	23.890,18	448,89
2+640,00	0	117,86	117,86	0	22,93	24.456,94	23.913,11	23.913,11	543,83
2+660,00	0	68,97	68,97	0	30,32	24.525,91	23.943,42	23.943,42	582,49
2+674,93	0	16,85	16,85	0	16,96	24.542,76	23.960,38	23.960,38	582,38
2+680,00	0	24,21	24,21	0	44,15	24.566,97	24.004,53	24.004,53	562,44
2+690,00	0	21,16	21,16	0	52,18	24.588,13	24.056,71	24.056,71	531,42
2+700,00	0	24,57	24,57	0	38,66	24.612,70	24.095,36	24.095,36	517,34
2+708,64	0	4,24	4,24	0	5,46	24.616,94	24.100,82	24.100,82	516,12
2+710,00	0	35,39	35,39	0	34,81	24.652,33	24.135,63	24.135,63	516,71
2+720,00	0	49,53	49,53	0	24,09	24.701,87	24.159,71	24.159,71	542,15
2+730,00	0	68,39	68,39	0	13,49	24.770,26	24.173,21	24.173,21	597,05
2+740,00	0	19,02	19,02	0	2,25	24.789,28	24.175,46	24.175,46	613,82
2+742,36	0	192,6	192,6	0	5,65	24.981,88	24.181,10	24.181,10	800,77
2+760,00	0	366,49	366,49	0	0	25.348,36	24.181,10	24.181,10	1.167,26
2+780,00	0	688,89	688,89	0	0	26.037,25	24.181,10	24.181,10	1.856,14
2+800,00	0	555,37	555,37	0	0	26.592,62	24.181,11	24.181,11	2.411,51
2+820,00	0	318,23	318,23	0	0	26.910,85	24.181,11	24.181,11	2.729,74
2+840,00	0	69,8	69,8	0	23,45	26.980,65	24.204,55	24.204,55	2.776,10
2+860,00	0	2	2	0	113,07	26.982,64	24.317,62	24.317,62	2.665,02
2+880,00	0	24,36	24,36	0	66,9	27.007,00	24.384,52	24.384,52	2.622,48
2+900,00	0	71	71	0	30,93	27.077,99	24.415,45	24.415,45	2.662,54
2+920,00	0	112,42	112,42	0	18,62	27.190,42	24.434,07	24.434,07	2.756,35
2+940,00	0	123,88	123,88	0	19,29	27.314,30	24.453,37	24.453,37	2.860,94
2+960,00	0	129,35	129,35	0	18,91	27.443,65	24.472,28	24.472,28	2.971,37
2+980,00	0	143,26	143,26	0	15,39	27.586,91	24.487,67	24.487,67	3.099,24
3+000,00	0	152,46	152,46	0	12,13	27.739,37	24.499,80	24.499,80	3.239,57
3+020,00	0	97,05	97,05	0	7,84	27.836,42	24.507,64	24.507,64	3.328,77

APÊNDICE D – Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 02 pelo método das áreas médias (Elaboração Própria, 2022).

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 02									
ALINHAMENTO: Cenário 02									
SEÇÕES CENÁRIO 02 - ÁREA MÉDIA									
Estaca inicial: 0+000.00									
Estaca final: 3+470.94									
Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+000,00	7,24	0	0	0,95	0	0	0	0	0
0+020,00	11,68	189,23	189,23	0,33	16,69	189,23	16,69	16,69	172,54
0+040,00	14,82	264,94	264,94	0,02	4,51	454,17	21,19	21,19	432,98
0+060,00	14,83	296,45	296,45	0	0,25	750,62	21,44	21,44	729,18
0+080,00	13,63	284,64	284,64	0,09	1,18	1.035,26	22,62	22,62	1.012,63
0+100,00	10,33	239,6	239,6	0,47	7,25	1.274,85	29,87	29,87	1.244,98
0+120,00	7,8	181,3	181,3	0,72	15,5	1.456,15	45,38	45,38	1.410,77
0+140,00	6,71	145,19	145,19	0,88	20,85	1.601,34	66,22	66,22	1.535,12
0+160,00	7,09	138,06	138,06	0,79	21,72	1.739,40	87,94	87,94	1.651,46
0+180,00	6,96	140,51	140,51	0,8	20,7	1.879,91	108,64	108,64	1.771,27
0+200,00	6,85	138,12	138,12	0,8	20,82	2.018,03	129,46	129,46	1.888,56
0+220,00	6,75	136,07	136,07	0,81	20,94	2.154,10	150,4	150,4	2.003,69
0+240,00	5,1	118,59	118,59	1,16	25,66	2.272,68	176,06	176,06	2.096,63
0+260,00	3,61	87,19	87,19	2,22	43,95	2.359,88	220,01	220,01	2.139,87
0+280,00	2,4	60,12	60,12	3,58	75,4	2.419,99	295,41	295,41	2.124,58
0+300,00	1,05	34,48	34,48	5,79	121,79	2.454,48	417,2	417,2	2.037,28
0+320,00	1	20,55	20,55	4,93	139,3	2.475,03	556,5	556,5	1.918,53
0+340,00	2,87	38,74	38,74	2,04	90,65	2.513,77	647,15	647,15	1.866,61
0+360,00	6,71	95,85	95,85	0,81	37,09	2.609,62	684,24	684,24	1.925,38
0+380,00	7,5	142,11	142,11	0,57	17,95	2.751,73	702,19	702,19	2.049,53
0+400,00	7,65	151,48	151,48	0,48	13,72	2.903,21	715,91	715,91	2.187,30
0+420,00	7,65	152,99	152,99	0,45	12,15	3.056,20	728,06	728,06	2.328,14
0+421,39	7,68	10,68	10,68	0,44	0,81	3.066,89	728,87	728,87	2.338,02
0+430,00	8,07	66,68	66,68	0,33	4,51	3.133,57	733,38	733,38	2.400,18
0+440,00	9,34	85,81	85,81	0,13	3,14	3.219,38	736,52	736,52	2.482,86
0+450,00	11,51	103,06	103,06	0	0,91	3.322,43	737,44	737,44	2.585,00
0+460,00	11,98	116,4	116,4	0	0	3.438,84	737,44	737,44	2.701,40
0+470,00	12,95	123,66	123,66	0	0	3.562,49	737,44	737,44	2.825,06
0+480,00	14,69	137,18	137,18	0	0	3.699,67	737,44	737,44	2.962,23
0+490,00	16,4	154,49	154,49	0	0	3.854,16	737,44	737,44	3.116,72
0+500,00	18,12	171,63	171,63	0	0	4.025,79	737,44	737,44	3.288,36
0+510,00	19,73	188,13	188,13	0	0	4.213,92	737,44	737,44	3.476,48
0+515,41	17,83	101,04	101,04	0	0	4.314,96	737,44	737,44	3.577,52
0+520,00	16,12	77,34	77,34	0	0	4.392,30	737,44	737,44	3.654,87
0+530,00	13,41	146,37	146,37	0	0	4.538,67	737,44	737,44	3.801,23
0+540,00	11,71	124,24	124,24	0	0	4.662,91	737,44	737,44	3.925,48
0+550,00	10,55	109,74	109,74	0,39	2,66	4.772,65	740,1	740,1	4.032,55
0+560,00	9,86	100,07	100,07	0,75	7,79	4.872,72	747,89	747,89	4.124,84
0+570,00	3	62,57	62,57	5,37	41,66	4.935,29	789,55	789,55	4.145,74
0+580,00	0,02	14,48	14,48	14,03	131,04	4.949,77	920,59	920,59	4.029,18
0+590,00	0	0,11	0,11	23,88	254,05	4.949,88	1.174,64	1.174,64	3.775,24
0+600,00	0	0	0	34,87	392,84	4.949,88	1.567,48	1.567,48	3.382,41
0+609,43	0	0	0	41,23	480,34	4.949,88	2.047,81	2.047,81	2.902,07
0+620,00	0	0	0	42,29	573,76	4.949,88	2.621,58	2.621,58	2.328,31
0+640,00	0	0	0	26,94	900,03	4.949,88	3.521,60	3.521,60	1428,28
0+660,00	0,1	1,02	1,02	11,45	499,09	4.950,91	4.020,70	4.020,70	930,21
0+680,00	4,06	41,66	41,66	4,47	206,96	4.992,57	4.227,66	4.227,66	764,91
0+700,00	4,52	85,86	85,86	3,99	110,07	5.078,43	4.337,73	4.337,73	740,7
0+720,00	4,83	93,57	93,57	3,6	98,78	5.172,00	4.436,51	4.436,51	735,48
0+740,00	5,17	100,07	100,07	3,36	90,55	5.272,07	4.527,06	4.527,06	745,01
0+760,00	5,58	107,49	107,49	3,09	83,82	5.379,57	4.610,89	4.610,89	768,68
0+780,00	6,21	117,83	117,83	2,73	75,66	5.497,39	4.686,54	4.686,54	810,85
0+800,00	6,9	131,08	131,08	2,4	66,73	5.628,47	4.753,28	4.753,28	875,2
0+820,00	7,64	145,41	145,41	2,07	58,14	5.773,89	4.811,42	4.811,42	962,47
0+840,00	8,64	162,75	162,75	1,72	49,24	5.936,64	4.860,66	4.860,66	1.075,98
0+860,00	9,72	183,59	183,59	1,41	40,58	6.120,23	4.901,24	4.901,24	1.218,99
0+880,00	11,26	209,8	209,8	1,19	33,74	6.330,03	4.934,98	4.934,98	1.395,05
0+900,00	13,12	243,74	243,74	0,87	26,7	6.573,77	4.961,68	4.961,68	1.612,10

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - ÁREA MÉDIA

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+920,00	14,2	273,19	273,19	0,67	19,91	6.846,97	4.981,59	4.981,59	1.865,38
0+940,00	15,44	296,45	296,45	0,57	16,09	7.143,42	4.997,68	4.997,68	2.145,74
0+960,00	16,64	320,79	320,79	0,51	14,05	7.464,21	5.011,73	5.011,73	2.452,48
0+979,60	18,41	343,38	343,38	0,23	9,44	7.807,60	5.021,17	5.021,17	2.786,43
0+980,00	18,44	7,44	7,44	0,23	0,12	7.815,03	5.021,29	5.021,29	2.793,74
0+990,00	18,53	189,06	189,06	0,16	2,36	8.004,09	5.023,65	5.023,65	2.980,44
1+000,00	17,23	182,8	182,8	0,28	2,68	8.186,89	5.026,33	5.026,33	3.160,56
1+010,00	13,96	159,58	159,58	0,65	5,72	8.346,47	5.032,05	5.032,05	3.314,42
1+020,00	9,16	118,56	118,56	1,43	12,79	8.465,02	5.044,84	5.044,84	3.420,18
1+030,00	3,64	65,94	65,94	3,7	31,59	8.530,96	5.076,44	5.076,44	3.454,52
1+040,00	1,43	26,36	26,36	8,06	73,02	8.557,32	5.149,46	5.149,46	3.407,86
1+050,00	0,64	10,83	10,83	12,79	130,04	8.568,14	5.279,50	5.279,50	3.288,64
1+060,00	0	3,35	3,35	19,36	201,35	8.571,49	5.480,85	5.480,85	3.090,64
1+070,00	0	0	0	28,26	299,93	8.571,49	5.780,78	5.780,78	2.790,71
1+076,17	0	0	0	34,95	246,47	8.571,49	6.027,25	6.027,25	2.544,24
1+080,00	0	0	0	39,64	181,04	8.571,49	6.208,30	6.208,30	2.363,19
1+090,00	0	0	0	36,02	479,26	8.571,49	6.687,56	6.687,56	1.883,93
1+100,00	0	0	0	23,39	375,43	8.571,49	7.063,00	7.063,00	1.508,50
1+110,00	0,03	0,17	0,17	13,96	234,91	8.571,66	7.297,90	7.297,90	1273,76
1+120,00	1,41	7,53	7,53	7,57	134,51	8.579,19	7.432,41	7.432,41	1146,78
1+130,00	4,67	31,55	31,55	3,5	68,55	8.610,74	7.500,96	7.500,96	1109,78
1+140,00	10,32	77,26	77,26	1,44	30,38	8.688,00	7.531,34	7.531,34	1.156,66
1+150,00	16,21	136,24	136,24	0,75	13,46	8.824,24	7.544,80	7.544,80	1.279,45
1+160,00	22,78	199,75	199,75	0,06	4,96	9.024,00	7.549,75	7.549,75	1.474,24
1+170,00	24,7	243,21	243,21	0,16	1,31	9.267,21	7.551,06	7.551,06	1.716,15
1+172,74	23,9	68,25	68,25	0,23	0,64	9.335,46	7.551,70	7.551,70	1.783,76
1+180,00	21,87	166,14	166,14	0,46	3,22	9.501,61	7.554,92	7.554,92	1.946,68
1+200,00	13,18	350,48	350,48	1,5	25,47	9.852,09	7.580,39	7.580,39	2.271,70
1+220,00	12,58	257,59	257,59	0,24	22,59	10.109,68	7.602,98	7.602,98	2.506,69
1+240,00	7,96	205,4	205,4	0,46	9,01	10.315,08	7.612,00	7.612,00	2.703,08
1+260,00	2,28	102,37	102,37	1,29	22,77	10.417,44	7.634,77	7.634,77	2.782,68
1+280,00	0	22,78	22,78	11,49	166,17	10.440,22	7.800,94	7.800,94	2.639,28
1+300,00	0	0	0	14,83	342,15	10.440,22	8.143,10	8.143,10	2.297,13
1+320,00	0	0	0	9,71	319,02	10.440,22	8.462,12	8.462,12	1.978,10
1+340,00	0	0	0	6,39	209,35	10.440,22	8.671,47	8.671,47	1.768,75
1+360,00	0	0	0	6,22	163,93	10.440,22	8.835,40	8.835,40	1.604,82
1+380,00	0	0	0	5,2	148,38	10.440,22	8.983,79	8.983,79	1.456,44
1+400,00	0	0	0	4,88	131,02	10.440,22	9.114,80	9.114,80	1325,42
1+420,00	0	0	0	6,14	143,29	10.440,22	9.258,09	9.258,09	1182,13
1+440,00	0	0	0	6,44	163,59	10.440,22	9.421,68	9.421,68	1018,54
1+460,00	0	0	0	3,61	130,68	10.440,22	9.552,37	9.552,37	887,86
1+480,00	1,61	16,12	16,12	1,01	60,11	10.456,34	9.612,48	9.612,48	843,86
1+500,00	7	86,09	86,09	0,05	13,88	10.542,43	9.626,36	9.626,36	916,07
1+520,00	25,91	329,12	329,12	0	0,71	10.871,55	9.627,07	9.627,07	1.244,48
1+540,00	41,19	671,04	671,04	0	0	11.542,60	9.627,07	9.627,07	1.915,52
1+560,00	49,75	909,43	909,43	0	0	12.452,03	9.627,07	9.627,07	2.824,96
1+580,00	37,58	873,35	873,35	0	0	13.325,37	9.627,07	9.627,07	3.698,30
1+600,00	22,51	600,89	600,89	0	0	13.926,27	9.627,07	9.627,07	4.299,19
1+604,05	19,37	84,75	84,75	0	0	14.011,02	9.627,07	9.627,07	4.383,94
1+610,00	14,82	100,56	100,56	0	0	14.111,58	9.627,07	9.627,07	4.484,50
1+620,00	6,61	105,73	105,73	0,47	3,23	14.217,31	9.630,30	9.630,30	4.587,01
1+630,00	0,59	35,33	35,33	3,01	23,51	14.252,64	9.653,81	9.653,81	4.598,83
1+640,00	0	2,86	2,86	11,13	93,84	14.255,50	9.747,64	9.747,64	4.507,86
1+650,00	0	0	0	21,62	215,5	14.255,50	9.963,15	9.963,15	4.292,35
1+660,00	0	0	0	33,68	362,43	14.255,50	10.325,58	10.325,58	3.929,92
1+670,00	0	0	0	39,77	479,63	14.255,50	10.805,21	10.805,21	3.450,29
1+680,00	0	0	0	41,64	530,33	14.255,50	11.335,54	11.335,54	2.919,96
1+684,00	0	0	0	42,38	219,11	14.255,50	11.554,65	11.554,65	2.700,85

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - ÁREA MÉDIA

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
1+690,00	0	0	0	43,55	335,47	14.255,50	11.890,12	11.890,12	2.365,38
1+700,00	0	0	0	44,58	573,33	14.255,50	12.463,45	12.463,45	1.792,05
1+710,00	0	0	0	42,36	564,61	14.255,50	13.028,06	13.028,06	1227,44
1+720,00	0	0	0	40,7	537,96	14.255,50	13.566,03	13.566,03	689,47
1+730,00	0	0	0	41,39	530,49	14.255,50	14.096,52	14.096,52	158,98
1+740,00	0	0	0	41,37	533,89	14.255,50	14.630,41	14.630,41	-374,91
1+750,00	0	0	0	39,74	522,04	14.255,50	15.152,45	15.152,45	-896,95
1+760,00	0	0	0	40,3	513,96	14.255,50	15.666,42	15.666,42	-1.410,92
1+763,96	0	0	0	41,21	206,94	14.255,50	15.873,36	15.873,36	-1.617,86
1+780,00	0	0	0	42,24	869,98	14.255,50	16.743,33	16.743,33	-2.487,83
1+800,00	0	0	0	50,42	1.204,52	14.255,50	17.947,85	17.947,85	-3.692,35
1+820,00	0	0	0	27,67	1015,22	14.255,50	18.963,07	18.963,07	-4.707,57
1+840,00	0,68	6,82	6,82	9,03	477,14	14.262,32	19.440,21	19.440,21	-5.177,89
1+860,00	9,72	104,06	104,06	1,18	132,72	14.366,37	19.572,93	19.572,93	-5.206,56
1+880,00	17,74	274,66	274,66	0	15,36	14.641,03	19.588,29	19.588,29	-4.947,26
1+894,31	18,79	261,38	261,38	0	0	14.902,41	19.588,29	19.588,29	-4.685,88
1+900,00	18,97	105,9	105,9	0	0	15.008,31	19.588,29	19.588,29	-4.579,97
1+910,00	19,17	188,22	188,22	0	0	15.196,54	19.588,29	19.588,29	-4.391,75
1+920,00	20,05	193,74	193,74	0	0	15.390,28	19.588,29	19.588,29	-4.198,01
1+930,00	21,53	205,56	205,56	0	0	15.595,83	19.588,29	19.588,29	-3.992,46
1+940,00	24,85	229,45	229,45	0	0	15.825,29	19.588,29	19.588,29	-3.763,00
1+950,00	29,3	267,87	267,87	0	0	16.093,16	19.588,29	19.588,29	-3.495,13
1+960,00	35,04	318,4	318,4	0	0	16.411,55	19.588,29	19.588,29	-3.176,74
1+970,00	42,07	382,26	382,26	0	0	16.793,81	19.588,29	19.588,29	-2.794,48
1+980,00	50,43	459,55	459,55	0	0	17.253,36	19.588,29	19.588,29	-2.334,93
1+990,00	60,92	554,35	554,35	0	0	17.807,71	19.588,29	19.588,29	-1.780,58
2+000,00	68,78	648	648	0	0	18.455,70	19.588,29	19.588,29	-1132,59
2+010,00	59,17	639,46	639,46	0	0	19.095,16	19.588,29	19.588,29	-493,13
2+020,00	44,36	515,7	515,7	0	0	19.610,86	19.588,29	19.588,29	22,57
2+030,00	32,86	383,72	383,72	0	0	19.994,59	19.588,29	19.588,29	406,3
2+038,19	25,73	237,75	237,75	0	0	20.232,33	19.588,29	19.588,29	644,04
2+040,00	24,5	45,55	45,55	0	0	20.277,88	19.588,29	19.588,29	689,59
2+050,00	19,19	215,75	215,75	0	0	20.493,63	19.588,29	19.588,29	905,34
2+060,00	16,02	173,15	173,15	0	0,01	20.666,78	19.588,30	19.588,30	1.078,49
2+070,00	15,61	155,07	155,07	0,09	0,61	20.821,85	19.588,91	19.588,91	1.232,95
2+080,00	16,48	157,22	157,22	0,1	1,31	20.979,07	19.590,22	19.590,22	1.388,85
2+090,00	13,1	144,73	144,73	0,62	4,97	21.123,80	19.595,19	19.595,19	1.528,61
2+100,00	11,5	120,04	120,04	1,23	12,72	21.243,84	19.607,90	19.607,90	1.635,94
2+110,00	9,51	102,26	102,26	1,95	21,86	21.346,10	19.629,77	19.629,77	1.716,33
2+120,00	5,41	72,31	72,31	3,65	38,42	21.418,41	19.668,18	19.668,18	1.750,22
2+130,00	3,71	43,91	43,91	5,35	61,55	21.462,32	19.729,73	19.729,73	1.732,58
2+140,00	2,82	31,35	31,35	6,43	80,42	21.493,67	19.810,16	19.810,16	1.683,51
2+150,00	2,26	24,41	24,41	6,71	89,67	21.518,08	19.899,83	19.899,83	1.618,25
2+160,00	3,17	26,09	26,09	6,1	87,42	21.544,17	19.987,25	19.987,25	1.556,92
2+170,00	2,18	25,68	25,68	7,54	93,01	21.569,85	20.080,25	20.080,25	1.489,60
2+180,00	1,57	17,98	17,98	8,46	108,91	21.587,84	20.189,16	20.189,16	1.398,67
2+182,06	1,66	3,33	3,33	8,16	22,29	21.591,17	20.211,45	20.211,45	1.379,72
2+200,00	3,01	41,9	41,9	6,24	167,84	21.633,07	20.379,29	20.379,29	1.253,78
2+220,00	4,92	79,33	79,33	4,13	134,76	21.712,40	20.514,05	20.514,05	1.198,35
2+240,00	5,51	104,34	104,34	3,13	94,33	21.816,74	20.608,38	20.608,38	1.208,36
2+260,00	2,92	84,32	84,32	3,39	84,76	21.901,05	20.693,14	20.693,14	1.207,91
2+280,00	0,36	32,78	32,78	6,47	128,13	21.933,84	20.821,27	20.821,27	1.112,56
2+300,00	0,02	3,81	3,81	9,31	205,08	21.937,65	21.026,35	21.026,35	911,3
2+320,00	0	0,22	0,22	10,76	260,95	21.937,87	21.287,30	21.287,30	650,57
2+340,00	0,01	0,09	0,09	3,05	179,59	21.937,96	21.466,88	21.466,88	471,08
2+360,00	2,38	23,87	23,87	0,76	49,6	21.961,84	21.516,48	21.516,48	445,36
2+380,00	2,82	51,99	51,99	0,63	18,11	22.013,82	21.534,59	21.534,59	479,23
2+400,00	3,74	65,62	65,62	0,39	13,19	22.079,44	21.547,78	21.547,78	531,66

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - ÁREA MÉDIA

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
2+420,00	5,61	93,53	93,53	0,25	8,32	22.172,97	21.556,10	21.556,10	616,87
2+440,00	1,58	71,91	71,91	1,15	18,27	22.244,88	21.574,37	21.574,37	670,51
2+448,59	0,37	8,36	8,36	2,2	18,71	22.253,24	21.593,07	21.593,07	660,16
2+450,00	0,3	0,47	0,47	2,44	4,27	22.253,71	21.597,34	21.597,34	656,37
2+460,00	0,03	1,6	1,6	3,12	37,05	22.255,31	21.634,40	21.634,40	620,91
2+470,00	0,42	2,19	2,19	2,08	34,65	22.257,50	21.669,04	21.669,04	588,46
2+480,00	1,23	8,07	8,07	1,74	25,64	22.265,57	21.694,68	21.694,68	570,9
2+490,00	3,19	21,75	21,75	0,65	16,18	22.287,32	21.710,85	21.710,85	576,47
2+500,00	8,51	57,92	57,92	0	4,45	22.345,24	21.715,31	21.715,31	629,93
2+510,00	14,83	115,93	115,93	0	0	22.461,17	21.715,31	21.715,31	745,86
2+512,47	16,57	38,59	38,59	0	0	22.499,75	21.715,31	21.715,31	784,45
2+520,00	22,1	144,87	144,87	0	0	22.644,63	21.715,31	21.715,31	929,32
2+530,00	29,96	259,24	259,24	0	0	22.903,86	21.715,31	21.715,31	1.188,55
2+540,00	35,15	325,39	325,39	0	0	23.229,25	21.715,31	21.715,31	1.513,94
2+550,00	33,18	342,72	342,72	0	0	23.571,97	21.715,31	21.715,31	1.856,66
2+560,00	28,63	310,23	310,23	0	0	23.882,20	21.715,31	21.715,31	2.166,89
2+570,00	23,28	260,33	260,33	0	0	24.142,52	21.715,31	21.715,31	2.427,21
2+576,36	19,74	137,06	137,06	0	0	24.279,58	21.715,31	21.715,31	2.564,27
2+580,00	18,05	68,87	68,87	0	0	24.348,45	21.715,31	21.715,31	2.633,14
2+600,00	10,64	286,92	286,92	0	0	24.635,38	21.715,31	21.715,31	2.920,07
2+620,00	3,62	142,58	142,58	0,73	9,47	24.777,96	21.724,78	21.724,78	3.053,18
2+640,00	0	36,18	36,18	6,89	99,05	24.814,14	21.823,84	21.823,84	2.990,30
2+660,00	0	0	0	11,07	233,47	24.814,14	22.057,30	22.057,30	2.756,83
2+680,00	0,02	0,16	0,16	6,58	229,46	24.814,30	22.286,76	22.286,76	2.527,54
2+683,22	0,25	0,43	0,43	5,56	25,45	24.814,73	22.312,21	22.312,21	2.502,52
2+690,00	0,76	3,53	3,53	3,89	40,03	24.818,26	22.352,24	22.352,24	2.466,02
2+700,00	3,62	22,47	22,47	1,48	33,35	24.840,72	22.385,59	22.385,59	2.455,13
2+710,00	7,55	57,03	57,03	0,75	13,7	24.897,75	22.399,29	22.399,29	2.498,46
2+720,00	10,82	93,52	93,52	0,41	7,08	24.991,28	22.406,37	22.406,37	2.584,90
2+730,00	12,95	120,97	120,97	0,22	3,84	25.112,25	22.410,21	22.410,21	2.702,04
2+740,00	13,6	135,19	135,19	0,15	2,28	25.247,44	22.412,49	22.412,49	2.834,95
2+750,00	13,62	138,63	138,63	0,13	1,73	25.386,07	22.414,22	22.414,22	2.971,85
2+751,54	13,62	21,03	21,03	0,13	0,26	25.407,10	22.414,48	22.414,48	2.992,63
2+760,00	13,2	115,45	115,45	0,16	1,5	25.522,56	22.415,98	22.415,98	3.106,58
2+770,00	12,86	132,94	132,94	0,38	3,31	25.655,50	22.419,29	22.419,29	3.236,21
2+780,00	12,84	131,46	131,46	0,64	6,26	25.786,96	22.425,54	22.425,54	3.361,41
2+790,00	11,75	125,89	125,89	0,76	8,61	25.912,84	22.434,15	22.434,15	3.478,69
2+800,00	13,05	126,8	126,8	0,44	7,39	26.039,65	22.441,55	22.441,55	3.598,10
2+810,00	14,75	141,9	141,9	0,24	4,18	26.181,54	22.445,73	22.445,73	3.735,81
2+819,86	15,18	150,71	150,71	0,41	3,89	26.332,25	22.449,62	22.449,62	3.882,63
2+820,00	15,18	2,06	2,06	0,41	0,07	26.334,31	22.449,69	22.449,69	3.884,62
2+840,00	7,54	227,12	227,12	2,49	37,77	26.561,43	22.487,46	22.487,46	4.073,98
2+860,00	0,8	83,39	83,39	11,22	178,33	26.644,82	22.665,78	22.665,78	3.979,04
2+880,00	0	8,01	8,01	24,22	460,76	26.652,83	23.126,54	23.126,54	3.526,29
2+900,00	0	0	0	36,55	790,03	26.652,83	23.916,57	23.916,57	2.736,26
2+920,00	0	0	0	27,58	833,65	26.652,83	24.750,22	24.750,22	1.902,61
2+940,00	0	0	0	13,39	532,57	26.652,83	25.282,79	25.282,79	1.370,04
2+960,00	4,03	40,28	40,28	3,26	216,48	26.693,12	25.499,27	25.499,27	1.193,85
2+980,00	15,38	194,05	194,05	0,49	48,79	26.887,17	25.548,07	25.548,07	1.339,10
3+000,00	25,17	405,5	405,5	0	6,39	27.292,67	25.554,46	25.554,46	1.738,21
3+020,00	18,92	440,93	440,93	0,01	0,19	27.733,60	25.554,65	25.554,65	2.178,96
3+040,00	11,44	303,6	303,6	0,82	10,89	28.037,21	25.565,54	25.565,54	2.471,67
3+060,00	7,74	191,83	191,83	1,42	29,2	28.229,03	25.594,73	25.594,73	2.634,30
3+080,00	8,09	158,33	158,33	1,28	35,17	28.387,36	25.629,90	25.629,90	2.757,47
3+100,00	7,51	156,01	156,01	1,39	34,75	28.543,37	25.664,65	25.664,65	2.878,73
3+120,00	7,33	148,38	148,38	1,32	35,25	28.691,75	25.699,90	25.699,90	2.991,85
3+140,00	6,87	141,94	141,94	1,33	34,52	28.833,69	25.734,42	25.734,42	3.099,27
3+160,00	6,81	136,73	136,73	1,25	33,62	28.970,42	25.768,04	25.768,04	3.202,38

PLANILHA DE CUBAÇÃO - ÁREA MÉDIA - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - ÁREA MÉDIA

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
3+180,00	4,81	116,18	116,18	1,63	37,5	29.086,59	25.805,54	25.805,54	3.281,06
3+200,00	6,54	113,55	113,55	0,96	33,72	29.200,14	25.839,25	25.839,25	3.360,89
3+220,00	11,09	176,29	176,29	0,23	15,5	29.376,43	25.854,75	25.854,75	3.521,68
3+240,00	13,94	250,2	250,2	0,05	3,62	29.626,63	25.858,37	25.858,37	3.768,26
3+260,00	10,9	248,39	248,39	0,33	4,91	29.875,02	25.863,28	25.863,28	4.011,74
3+280,00	9,2	201	201	0,4	9,55	30.076,03	25.872,83	25.872,83	4.203,19
3+300,00	7,49	166,9	166,9	0,53	12,11	30.242,93	25.884,95	25.884,95	4.357,98
3+320,00	7,24	147,34	147,34	0,53	13,75	30.390,26	25.898,70	25.898,70	4.491,56
3+340,00	7,59	148,28	148,28	0,43	12,52	30.538,54	25.911,22	25.911,22	4.627,32
3+360,00	8,55	161,4	161,4	0,29	9,43	30.699,95	25.920,65	25.920,65	4.779,29
3+380,00	9,33	178,79	178,79	0,18	6,1	30.878,74	25.926,76	25.926,76	4.951,98
3+400,00	9,45	187,77	187,77	0,17	4,56	31.066,50	25.931,31	25.931,31	5.135,19
3+420,00	8,75	182	182	0,24	5,38	31.248,50	25.936,69	25.936,69	5.311,81
3+440,00	8,19	169,41	169,41	0,26	6,5	31.417,91	25.943,19	25.943,19	5.474,72
3+460,00	7,33	155,23	155,23	0,29	7,17	31.573,14	25.950,36	25.950,36	5.622,78

APÊNDICE E – Planilha de cubação dos volumes obtidos do cenário 02 pela comparação de superfícies (Elaboração Própria, 2022).

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 02									
ALINHAMENTO: Cenário 02									
SEÇÕES CENÁRIO 02 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES									
Estaca inicial: 0+000.00									
Estaca final: 3+470.94									
Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+000,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0+020,00	0	274,39	274,39	0	3,05	274,39	3,05	3,05	271,34
0+040,00	0	297,25	297,25	0	0,16	571,64	3,21	3,21	568,43
0+060,00	0	290,76	290,76	0	0,55	862,4	3,76	3,76	858,64
0+080,00	0	240,23	240,23	0	7,08	1.102,63	10,84	10,84	1.091,79
0+100,00	0	180,87	180,87	0	15,68	1.283,50	26,52	26,52	1.256,98
0+120,00	0	140,63	140,63	0	21,39	1.424,13	47,91	47,91	1.376,22
0+140,00	0	144,19	144,19	0	20,5	1.568,32	68,41	68,41	1.499,91
0+160,00	0	139,84	139,84	0	20,9	1.708,16	89,31	89,31	1.618,86
0+180,00	0	137,75	137,75	0	20,83	1.845,91	110,14	110,14	1.735,78
0+200,00	0	137,21	137,21	0	20,69	1.983,12	130,83	130,83	1.852,29
0+220,00	0	117,16	117,16	0	25,87	2.100,28	156,7	156,7	1.943,58
0+240,00	0	84,68	84,68	0	41,1	2.184,96	197,8	197,8	1.987,16
0+260,00	0	57,79	57,79	0	76,69	2.242,75	274,49	274,49	1.968,26
0+280,00	0	30,8	30,8	0	128,39	2.273,54	402,88	402,88	1.870,67
0+300,00	0	18,09	18,09	0	151,43	2.291,64	554,3	554,3	1.737,33
0+320,00	0	33,8	33,8	0	87,5	2.325,44	641,8	641,8	1.683,64
0+340,00	0	94,78	94,78	0	34,23	2.420,22	676,04	676,04	1.744,19
0+360,00	0	145,52	145,52	0	16,83	2.565,75	692,87	692,87	1.872,88
0+380,00	0	152,45	152,45	0	13	2.718,20	705,86	705,86	2.012,34
0+400,00	0	152,9	152,9	0	12,47	2.871,10	718,33	718,33	2.152,77
0+420,00	0	10,68	10,68	0	0,81	2.881,78	719,14	719,14	2.162,64
0+421,39	0	66,54	66,54	0	4,47	2.948,32	723,6	723,6	2.224,71
0+430,00	0	85,7	85,7	0	3,12	3.034,02	726,72	726,72	2.307,30
0+440,00	0	103,56	103,56	0	0,34	3.137,58	727,06	727,06	2.410,52
0+450,00	0	117,37	117,37	0	0	3.254,95	727,06	727,06	2.527,89
0+460,00	0	123,56	123,56	0	0	3.378,52	727,06	727,06	2.651,45
0+470,00	0	137,25	137,25	0	0	3.515,77	727,06	727,06	2.788,70
0+480,00	0	156,04	156,04	0	0	3.671,81	727,06	727,06	2.944,74
0+490,00	0	171,68	171,68	0	0	3.843,49	727,06	727,06	3.116,42
0+500,00	0	193,26	193,26	0	0	4.036,75	727,06	727,06	3.309,69
0+510,00	0	101,77	101,77	0	0	4.138,52	727,06	727,06	3.411,46
0+515,41	0	77,41	77,41	0	0	4.215,94	727,06	727,06	3.488,87
0+520,00	0	146,65	146,65	0	0	4.362,59	727,06	727,06	3.635,53
0+530,00	0	124,16	124,16	0	0	4.486,75	727,06	727,06	3.759,69
0+540,00	0	109,74	109,74	0	1,57	4.596,49	728,64	728,64	3.867,85
0+550,00	0	101,31	101,31	0	7,72	4.697,81	736,35	736,35	3.961,45
0+560,00	0	60,39	60,39	0	33,86	4.758,19	770,21	770,21	3.987,98
0+570,00	0	11,09	11,09	0	124,97	4.769,28	895,18	895,18	3.874,10
0+580,00	0	0,01	0,01	0	252,44	4.769,29	1.147,62	1.147,62	3.621,67
0+590,00	0	0,02	0,02	0	385,3	4.769,31	1.532,92	1.532,92	3.236,39
0+600,00	0	0	0	0	480,52	4.769,31	2.013,44	2.013,44	2.755,87
0+609,43	0	0	0	0	585,1	4.769,31	2.598,54	2.598,54	2.170,77
0+620,00	0	0	0	0	908,2	4.769,31	3.506,74	3.506,74	1.262,57
0+640,00	0	0,15	0,15	0	486,21	4.769,46	3.992,95	3.992,95	776,51
0+660,00	0	39,89	39,89	0	182,26	4.809,35	4.175,21	4.175,21	634,15
0+680,00	0	86,18	86,18	0	109,98	4.895,53	4.285,19	4.285,19	610,34
0+700,00	0	93,49	93,49	0	98,49	4.989,02	4.383,69	4.383,69	605,33
0+720,00	0	99,93	99,93	0	90,82	5.088,95	4.474,51	4.474,51	614,44
0+740,00	0	107,22	107,22	0	84,14	5.196,17	4.558,65	4.558,65	637,52
0+760,00	0	117,73	117,73	0	75,58	5.313,90	4.634,23	4.634,23	679,68
0+780,00	0	130,64	130,64	0	66,76	5.444,54	4.700,99	4.700,99	743,56
0+800,00	0	145,53	145,53	0	57,92	5.590,07	4.758,91	4.758,91	831,17
0+820,00	0	162,06	162,06	0	49,14	5.752,14	4.808,05	4.808,05	944,09
0+840,00	0	185,81	185,81	0	40,08	5.937,95	4.848,13	4.848,13	1.089,82
0+860,00	0	207,57	207,57	0	33,73	6.145,52	4.881,86	4.881,86	1.263,66
0+880,00	0	244,36	244,36	0	26,58	6.389,88	4.908,43	4.908,43	1.481,45
0+900,00	0	272,85	272,85	0	19,72	6.662,74	4.928,15	4.928,15	1.734,58

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
0+920,00	0	296,35	296,35	0	15,54	6.959,09	4.943,69	4.943,69	2.015,40
0+940,00	0	321,17	321,17	0	13,62	7.280,26	4.957,31	4.957,31	2.322,95
0+960,00	0	342,63	342,63	0	9,47	7.622,89	4.966,78	4.966,78	2.656,11
0+979,60	0	7,61	7,61	0	0,11	7.630,50	4.966,90	4.966,90	2.663,60
0+980,00	0	188,67	188,67	0	2,36	7.819,17	4.969,26	4.969,26	2.849,92
0+990,00	0	182,54	182,54	0	2,58	8.001,71	4.971,84	4.971,84	3.029,87
1+000,00	0	159,93	159,93	0	5,65	8.161,64	4.977,49	4.977,49	3.184,15
1+010,00	0	118,36	118,36	0	12,22	8.280,00	4.989,71	4.989,71	3.290,29
1+020,00	0	64,31	64,31	0	29,4	8.344,31	5.019,11	5.019,11	3.325,20
1+030,00	0	20,55	20,55	0	72,57	8.364,86	5.091,68	5.091,68	3.273,17
1+040,00	0	11,35	11,35	0	130,64	8.376,21	5.222,33	5.222,33	3.153,88
1+050,00	0	1,85	1,85	0	199,94	8.378,06	5.422,27	5.422,27	2.955,79
1+060,00	0	0	0	0	299,57	8.378,06	5.721,84	5.721,84	2.656,22
1+070,00	0	0	0	0	246,27	8.378,06	5.968,11	5.968,11	2.409,95
1+076,17	0	0	0	0	180,95	8.378,06	6.149,05	6.149,05	2.229,00
1+080,00	0	0	0	0	523,7	8.378,06	6.672,76	6.672,76	1.705,30
1+090,00	0	0	0	0	373,86	8.378,06	7.046,62	7.046,62	1.331,44
1+100,00	0	0,03	0,03	0	233,36	8.378,09	7.279,98	7.279,98	1.098,10
1+110,00	0	4,74	4,74	0	133,77	8.382,82	7.413,76	7.413,76	969,06
1+120,00	0	29,92	29,92	0	66,62	8.412,74	7.480,38	7.480,38	932,36
1+130,00	0	73,3	73,3	0	28,67	8.486,04	7.509,05	7.509,05	976,99
1+140,00	0	131,84	131,84	0	13	8.617,89	7.522,05	7.522,05	1.095,83
1+150,00	0	200,73	200,73	0	4,83	8.818,61	7.526,88	7.526,88	1.291,73
1+160,00	0	248,85	248,85	0	1,09	9.067,46	7.527,97	7.527,97	1.539,49
1+170,00	0	68,26	68,26	0	0,64	9.135,71	7.528,60	7.528,60	1.607,11
1+172,74	0	166,35	166,35	0	3,2	9.302,07	7.531,80	7.531,80	1.770,26
1+180,00	0	372,22	372,22	0	19,76	9.674,29	7.551,57	7.551,57	2.122,72
1+200,00	0	235,85	235,85	0	23,82	9.910,14	7.575,39	7.575,39	2.334,75
1+220,00	0	204,04	204,04	0	6,69	10.114,18	7.582,08	7.582,08	2.532,10
1+240,00	0	110,52	110,52	0	19,8	10.224,70	7.601,88	7.601,88	2.622,82
1+260,00	0	8,33	8,33	0	137,06	10.233,04	7.738,94	7.738,94	2.494,09
1+280,00	0	0	0	0	391,17	10.233,04	8.130,12	8.130,12	2.102,92
1+300,00	0	0	0	0	346,86	10.233,04	8.476,97	8.476,97	1.756,07
1+320,00	0	0	0	0	194,36	10.233,04	8.671,33	8.671,33	1.561,71
1+340,00	0	0	0	0	162,6	10.233,04	8.833,93	8.833,93	1.399,11
1+360,00	0	0	0	0	156,51	10.233,04	8.990,44	8.990,44	1.242,60
1+380,00	0	0,01	0,01	0	124,62	10.233,05	9.115,06	9.115,06	1.117,99
1+400,00	0	0	0	0	143,3	10.233,05	9.258,36	9.258,36	974,69
1+420,00	0	0	0	0	168,86	10.233,05	9.427,22	9.427,22	805,83
1+440,00	0	0	0	0	133,85	10.233,05	9.561,06	9.561,06	671,99
1+460,00	0	8,11	8,11	0	53,15	10.241,15	9.614,21	9.614,21	626,94
1+480,00	0	77,5	77,5	0	11,74	10.318,65	9.625,95	9.625,95	692,71
1+500,00	0	321,22	321,22	0	0,02	10.639,87	9.625,97	9.625,97	1.013,90
1+520,00	0	677,12	677,12	0	0	11.316,99	9.625,97	9.625,97	1.691,02
1+540,00	0	952,36	952,36	0	0	12.269,34	9.625,97	9.625,97	2.643,37
1+560,00	0	881,06	881,06	0	0	13.150,40	9.625,97	9.625,97	3.524,43
1+580,00	0	602,64	602,64	0	0	13.753,04	9.625,97	9.625,97	4.127,07
1+600,00	0	84,65	84,65	0	0	13.837,69	9.625,97	9.625,97	4.211,72
1+604,05	0	100,71	100,71	0	0	13.938,41	9.625,97	9.625,97	4.312,44
1+610,00	0	103,22	103,22	0	1,85	14.041,63	9.627,82	9.627,82	4.413,81
1+620,00	0	31,12	31,12	0	17,78	14.072,74	9.645,60	9.645,60	4.427,15
1+630,00	0	0,76	0,76	0	89,86	14.073,51	9.735,46	9.735,46	4.338,05
1+640,00	0	0	0	0	213,3	14.073,51	9.948,76	9.948,76	4.124,75
1+650,00	0	0	0	0	360,39	14.073,51	10.309,15	10.309,15	3.764,36
1+660,00	0	0	0	0	491,57	14.073,51	10.800,72	10.800,72	3.272,79
1+670,00	0	0	0	0	530,83	14.073,51	11.331,55	11.331,55	2.741,96
1+680,00	0	0	0	0	219,05	14.073,51	11.550,61	11.550,61	2.522,90
1+684,00	0	0	0	0	335,38	14.073,51	11.885,98	11.885,98	2.187,53

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
1+690,00	0	0,01	0,01	0	573,69	14.073,52	12.459,68	12.459,68	1.613,84
1+700,00	0	0	0	0	568,5	14.073,52	13.028,18	13.028,18	1.045,34
1+710,00	0	0	0	0	534,01	14.073,52	13.562,18	13.562,18	511,33
1+720,00	0	0	0	0	529,41	14.073,52	14.091,59	14.091,59	-18,07
1+730,00	0	0	0	0	539,15	14.073,52	14.630,75	14.630,75	-557,23
1+740,00	0	0	0	0	520,62	14.073,52	15.151,37	15.151,37	-1.077,85
1+750,00	0	0	0	0	508,77	14.073,53	15.660,14	15.660,14	-1.586,61
1+760,00	0	0	0	0	207,04	14.073,53	15.867,18	15.867,18	-1.793,65
1+763,96	0	0	0	0	873,01	14.073,53	16.740,19	16.740,19	-2.666,67
1+780,00	0	0	0	0	1.234,63	14.073,53	17.974,82	17.974,82	-3.901,29
1+800,00	0	0	0	0	1.006,33	14.073,53	18.981,15	18.981,15	-4.907,62
1+820,00	0	1,28	1,28	0	459,66	14.074,81	19.440,81	19.440,81	-5.366,00
1+840,00	0	89,47	89,47	0	111,09	14.164,28	19.551,91	19.551,91	-5.387,63
1+860,00	0	295,18	295,18	0	7,34	14.459,46	19.559,24	19.559,24	-5.099,79
1+880,00	0	269,74	269,74	0	0	14.729,20	19.559,24	19.559,24	-4.830,05
1+894,31	0	105,79	105,79	0	0	14.834,99	19.559,24	19.559,24	-4.724,25
1+900,00	0	190,36	190,36	0	0	15.025,35	19.559,24	19.559,24	-4.533,89
1+910,00	0	192,85	192,85	0	0	15.218,20	19.559,24	19.559,24	-4.341,05
1+920,00	0	206,39	206,39	0	0	15.424,59	19.559,24	19.559,24	-4.134,65
1+930,00	0	228,8	228,8	0	0	15.653,39	19.559,24	19.559,24	-3.905,86
1+940,00	0	268,69	268,69	0	0	15.922,08	19.559,24	19.559,24	-3.637,17
1+950,00	0	318,58	318,58	0	0	16.240,66	19.559,24	19.559,24	-3.318,58
1+960,00	0	383,64	383,64	0	0	16.624,30	19.559,24	19.559,24	-2.934,94
1+970,00	0	459,36	459,36	0	0	17.083,66	19.559,24	19.559,24	-2.475,59
1+980,00	0	555,56	555,56	0	0	17.639,22	19.559,24	19.559,24	-1.920,03
1+990,00	0	644,23	644,23	0	0	18.283,45	19.559,24	19.559,24	-1.275,79
2+000,00	0	660,1	660,1	0	0	18.943,55	19.559,24	19.559,24	-615,7
2+010,00	0	513,99	513,99	0	0	19.457,53	19.559,24	19.559,24	-101,71
2+020,00	0	382,22	382,22	0	0	19.839,76	19.559,24	19.559,24	280,51
2+030,00	0	237,26	237,26	0	0	20.077,01	19.559,24	19.559,24	517,77
2+038,19	0	45,08	45,08	0	0	20.122,09	19.559,24	19.559,24	562,85
2+040,00	0	215,94	215,94	0	0	20.338,03	19.559,24	19.559,24	778,78
2+050,00	0	172,19	172,19	0	0	20.510,22	19.559,24	19.559,24	950,97
2+060,00	0	154,69	154,69	0	0,47	20.664,91	19.559,72	19.559,72	1.105,19
2+070,00	0	158,73	158,73	0	0,66	20.823,63	19.560,38	19.560,38	1.263,25
2+080,00	0	145,77	145,77	0	4,66	20.969,40	19.565,04	19.565,04	1.404,36
2+090,00	0	119,59	119,59	0	11,98	21.089,00	19.577,02	19.577,02	1.511,97
2+100,00	0	106,47	106,47	0	21,56	21.195,47	19.598,59	19.598,59	1.596,88
2+110,00	0	71,86	71,86	0	35,16	21.267,33	19.633,75	19.633,75	1.633,58
2+120,00	0	43,42	43,42	0	60,88	21.310,75	19.694,64	19.694,64	1.616,11
2+130,00	0	31,51	31,51	0	79,82	21.342,25	19.774,45	19.774,45	1.567,80
2+140,00	0	24,33	24,33	0	90,11	21.366,58	19.864,56	19.864,56	1.502,02
2+150,00	0	25,71	25,71	0	87,2	21.392,29	19.951,76	19.951,76	1.440,54
2+160,00	0	26	26	0	90,58	21.418,30	20.042,34	20.042,34	1.375,96
2+170,00	0	17,59	17,59	0	111,39	21.435,89	20.153,73	20.153,73	1.282,15
2+180,00	0	3,19	3,19	0	23,31	21.439,08	20.177,05	20.177,05	1.262,03
2+182,06	0	38,82	38,82	0	167,27	21.477,90	20.344,31	20.344,31	1.133,59
2+200,00	0	77,72	77,72	0	134,98	21.555,62	20.479,29	20.479,29	1.076,34
2+220,00	0	111,72	111,72	0	91,44	21.667,34	20.570,73	20.570,73	1.096,62
2+240,00	0	86,82	86,82	0	80,71	21.754,16	20.651,44	20.651,44	1.102,72
2+260,00	0	26,14	26,14	0	121,19	21.780,31	20.772,63	20.772,63	1.007,68
2+280,00	0	3,26	3,26	0	199,84	21.783,56	20.972,47	20.972,47	811,09
2+300,00	0	0,04	0,04	0	286,35	21.783,60	21.258,82	21.258,82	524,78
2+320,00	0	0,07	0,07	0	182,67	21.783,67	21.441,49	21.441,49	342,18
2+340,00	0	36,08	36,08	0	30,09	21.819,75	21.471,58	21.471,58	348,16
2+360,00	0	49,66	49,66	0	18,13	21.869,40	21.489,71	21.489,71	379,69
2+380,00	0	65,53	65,53	0	13,06	21.934,93	21.502,77	21.502,77	432,16
2+400,00	0	95,47	95,47	0	5,62	22.030,40	21.508,39	21.508,39	522,01

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

SEÇÕES CENÁRIO 02 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000,00

Estaca final: 3+470,94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
2+420,00	0	73,92	73,92	0	14,87	22.104,32	21.523,26	21.523,26	581,05
2+440,00	0	7,68	7,68	0	17,88	22.112,00	21.541,14	21.541,14	570,86
2+448,59	0	0,46	0,46	0	4,39	22.112,46	21.545,53	21.545,53	566,92
2+450,00	0	1,48	1,48	0	38,87	22.113,93	21.584,40	21.584,40	529,53
2+460,00	0	1,44	1,44	0	33,78	22.115,37	21.618,18	21.618,18	497,2
2+470,00	0	8,55	8,55	0	25,51	22.123,93	21.643,68	21.643,68	480,24
2+480,00	0	17,74	17,74	0	16,66	22.141,67	21.660,35	21.660,35	481,32
2+490,00	0	56,78	56,78	0	3,6	22.198,45	21.663,94	21.663,94	534,51
2+500,00	0	115,28	115,28	0	0	22.313,73	21.663,94	21.663,94	649,79
2+510,00	0	38,58	38,58	0	0	22.352,31	21.663,94	21.663,94	688,36
2+512,47	0	144,64	144,64	0	0	22.496,94	21.663,94	21.663,94	833
2+520,00	0	258,37	258,37	0	0	22.755,31	21.663,94	21.663,94	1.091,37
2+530,00	0	330,64	330,64	0	0	23.085,95	21.663,94	21.663,94	1.422,01
2+540,00	0	347,33	347,33	0	0	23.433,29	21.663,94	21.663,94	1.769,34
2+550,00	0	310,22	310,22	0	0	23.743,51	21.663,94	21.663,94	2.079,56
2+560,00	0	260,16	260,16	0	0	24.003,66	21.663,94	21.663,94	2.339,72
2+570,00	0	136,72	136,72	0	0	24.140,39	21.663,94	21.663,94	2.476,44
2+576,36	0	68,77	68,77	0	0	24.209,16	21.663,94	21.663,94	2.545,22
2+580,00	0	286,49	286,49	0	0	24.495,65	21.663,94	21.663,94	2.831,71
2+600,00	0	141,98	141,98	0	4,58	24.637,63	21.668,52	21.668,52	2.969,11
2+620,00	0	20,79	20,79	0	80,27	24.658,42	21.748,79	21.748,79	2.909,63
2+640,00	0	0	0	0	267,59	24.658,42	22.016,38	22.016,38	2.642,04
2+660,00	0	0,01	0,01	0	237,37	24.658,43	22.253,75	22.253,75	2.404,69
2+680,00	0	0,38	0,38	0	25,35	24.658,81	22.279,10	22.279,10	2.379,72
2+683,22	0	3,51	3,51	0	40,05	24.662,32	22.319,15	22.319,15	2.343,17
2+690,00	0	18,56	18,56	0	30,44	24.680,88	22.349,59	22.349,59	2.331,29
2+700,00	0	56,65	56,65	0	13,1	24.737,52	22.362,70	22.362,70	2.374,83
2+710,00	0	93,57	93,57	0	7,02	24.831,10	22.369,72	22.369,72	2.461,38
2+720,00	0	121,2	121,2	0	3,81	24.952,29	22.373,53	22.373,53	2.578,76
2+730,00	0	135,55	135,55	0	2,27	25.087,85	22.375,80	22.375,80	2.712,04
2+740,00	0	137,12	137,12	0	1,9	25.224,97	22.377,70	22.377,70	2.847,27
2+750,00	0	21,41	21,41	0	0,24	25.246,38	22.377,94	22.377,94	2.868,44
2+751,54	0	115,22	115,22	0	1,43	25.361,60	22.379,38	22.379,38	2.982,22
2+760,00	0	130,55	130,55	0	3,29	25.492,14	22.382,67	22.382,67	3.109,47
2+770,00	0	130,53	130,53	0	6,66	25.622,68	22.389,32	22.389,32	3.233,35
2+780,00	0	125,71	125,71	0	8,6	25.748,38	22.397,92	22.397,92	3.350,46
2+790,00	0	121,65	121,65	0	7,62	25.870,03	22.405,55	22.405,55	3.464,49
2+800,00	0	141,74	141,74	0	4,15	26.011,78	22.409,69	22.409,69	3.602,08
2+810,00	0	151,16	151,16	0	3,66	26.162,94	22.413,35	22.413,35	3.749,59
2+819,86	0	2,06	2,06	0	0,07	26.165,00	22.413,42	22.413,42	3.751,57
2+820,00	0	245,71	245,71	0	29,04	26.410,71	22.442,47	22.442,47	3.968,25
2+840,00	0	81,9	81,9	0	158,51	26.492,61	22.600,98	22.600,98	3.891,63
2+860,00	0	1,57	1,57	0	459,62	26.494,18	23.060,60	23.060,60	3.433,58
2+880,00	0	0	0	0	829,74	26.494,18	23.890,33	23.890,33	2.603,85
2+900,00	0	0,06	0,06	0	889,11	26.494,24	24.779,45	24.779,45	1.714,79
2+920,00	0	0	0	0	526,94	26.494,24	25.306,38	25.306,38	1.187,85
2+940,00	0	23,99	23,99	0	197,99	26.518,23	25.504,37	25.504,37	1.013,85
2+960,00	0	190,66	190,66	0	37,11	26.708,89	25.541,49	25.541,49	1.167,40
2+980,00	0	412,6	412,6	0	2,25	27.121,48	25.543,73	25.543,73	1.577,75
3+000,00	0	456,36	456,36	0	0,01	27.577,84	25.543,74	25.543,74	2.034,10
3+020,00	0	303,78	303,78	0	9,55	27.881,62	25.553,29	25.553,29	2.328,33
3+040,00	0	181,57	181,57	0	31,46	28.063,19	25.584,75	25.584,75	2.478,44
3+060,00	0	158,07	158,07	0	34,95	28.221,26	25.619,70	25.619,70	2.601,56
3+080,00	0	156,08	156,08	0	33,87	28.377,34	25.653,57	25.653,57	2.723,77
3+100,00	0	150,11	150,11	0	35,24	28.527,45	25.688,82	25.688,82	2.838,63
3+120,00	0	140,54	140,54	0	34,06	28.667,99	25.722,87	25.722,87	2.945,12
3+140,00	0	137,3	137,3	0	33,19	28.805,29	25.756,06	25.756,06	3.049,23
3+160,00	0	121,4	121,4	0	36,84	28.926,69	25.792,90	25.792,90	3.133,79

PLANILHA DE CUBAÇÃO - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES - CENÁRIO 02

ALINHAMENTO: Cenário 02

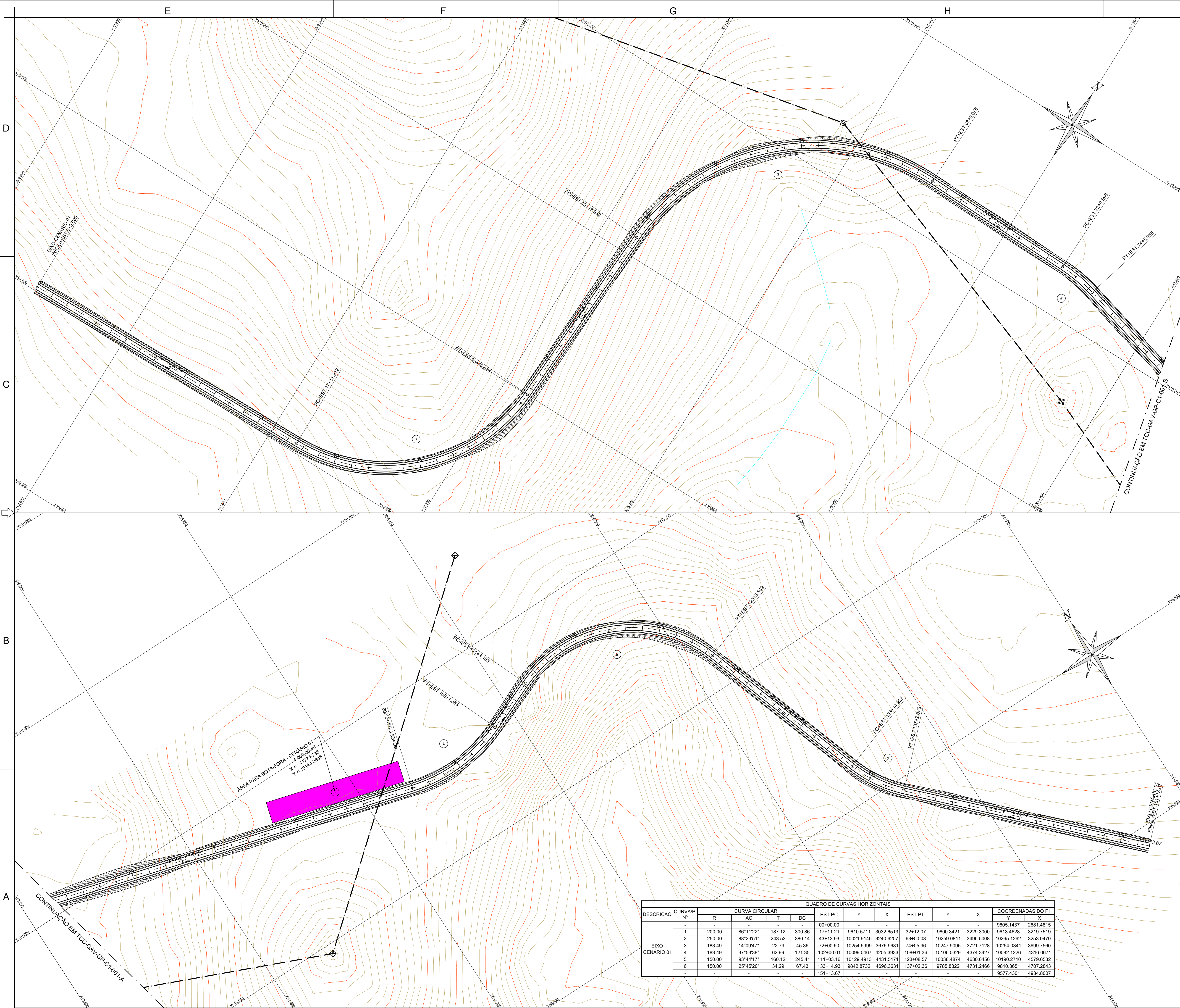
SEÇÕES CENÁRIO 02 - COMPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

Estaca inicial: 0+000.00

Estaca final: 3+470.94

Estaca	Área de corte (m²)	Volume de corte (m³)	Volume de corte reutilizável (m³)	Área de aterro (m²)	Volume de aterro (m³)	Volume acumulativo de corte (m³)	Volume reutilizável acumulativo (m³)	Volume acumulativo de aterro (m³)	Diferença acumulativa de Volumes (m³)
3+180,00	0	106,28	106,28	0	34,46	29.032,97	25.827,36	25.827,36	3.205,61
3+200,00	0	179,9	179,9	0	14,73	29.212,87	25.842,09	25.842,09	3.370,78
3+220,00	0	247,89	247,89	0	2,37	29.460,76	25.844,46	25.844,46	3.616,30
3+240,00	0	243,9	243,9	0	5,64	29.704,66	25.850,10	25.850,10	3.854,56
3+260,00	0	208,24	208,24	0	8,65	29.912,90	25.858,75	25.858,75	4.054,15
3+280,00	0	163,66	163,66	0	12	30.076,56	25.870,75	25.870,75	4.205,81
3+300,00	0	143,34	143,34	0	14,53	30.219,90	25.885,28	25.885,28	4.334,62
3+320,00	0	147,97	147,97	0	12,39	30.367,88	25.897,66	25.897,66	4.470,21
3+340,00	0	161,37	161,37	0	9,33	30.529,25	25.907,00	25.907,00	4.622,25
3+360,00	0	179,92	179,92	0	5,85	30.709,17	25.912,84	25.912,84	4.796,33
3+380,00	0	188,7	188,7	0	4,32	30.897,87	25.917,16	25.917,16	4.980,71
3+400,00	0	183,28	183,28	0	5,23	31.081,15	25.922,40	25.922,40	5.158,76
3+420,00	0	168,52	168,52	0	6,45	31.249,67	25.928,85	25.928,85	5.320,82
3+440,00	0	158	158	0	6,91	31.407,67	25.935,76	25.935,76	5.471,91
3+460,00	0	75,8	75,8	0	5,13	31.483,48	25.940,89	25.940,89	5.542,58

APÊNDICE F - Projeto geométrico do Cenário 01 (Planta e perfil).



LEGENDA:

AZ=00°00'0.00" AZIMUTE

TALUDE DE CORTE

TALUDE DE ATERRO

ÁREA DE BOTA-FORA

CURVAS DE NÍVEL (BASE TOOGRÁFICA)

CURSO D'ÁGUA EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)

REDE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)

TORRE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)

CURVA HORIZONTAL CIRCULAR

PC - PONTO DE CURVA

PT - PONTO TANGENCIAL

QUADRO DE CURVAS HORIZONTAIS													
DESCRIÇÃO	CURVA/PI Nº	CURVA CIRCULAR				EST PC	Y	X	EST PT	Y	X	COORDENADAS DO PI	
		R	AC	T	DC							Y	X
EIXO CENÁRIO 01	-	-	-	-	-	00+00.00	-	-	-	-	-	9605.1437	2681.4815
	1	200.00	86°11'22"	187.12	300.86	17+11.21	9610.5711	3032.6513	32+12.07	9800.3421	3229.3000	9613.4628	3219.7519
	2	250.00	88°29'51"	243.53	386.14	43+13.93	10021.9146	3240.6207	63+00.08	10259.0811	3496.5008	10265.1262	3253.0470
	3	183.49	14°09'47"	22.79	45.36	72+00.60	10254.5999	3676.9681	74+05.96	10247.9095	3721.7128	10254.0341	3699.7500
	4	183.49	37°53'38"	62.99	121.35	102+00.01	10099.0467	4255.3933	108+01.36	10106.0329	4374.3427	10082.1226	4316.0671
	5	150.00	93°44'17"	160.12	245.41	111+03.16	10129.4913	4431.5171	123+08.57	10038.4874	4630.6456	10190.2710	4579.6532
	6	150.00	25°45'20"	34.29	67.43	133+14.93	9842.8732	4696.3631	137+02.36	9785.8322	4731.2466	9810.3651	4707.2843
	-	-	-	-	-	151+13.67	-	-	-	-	-	9577.4301	4934.8007

00	EMISSION INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.



TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES

TÍTULO

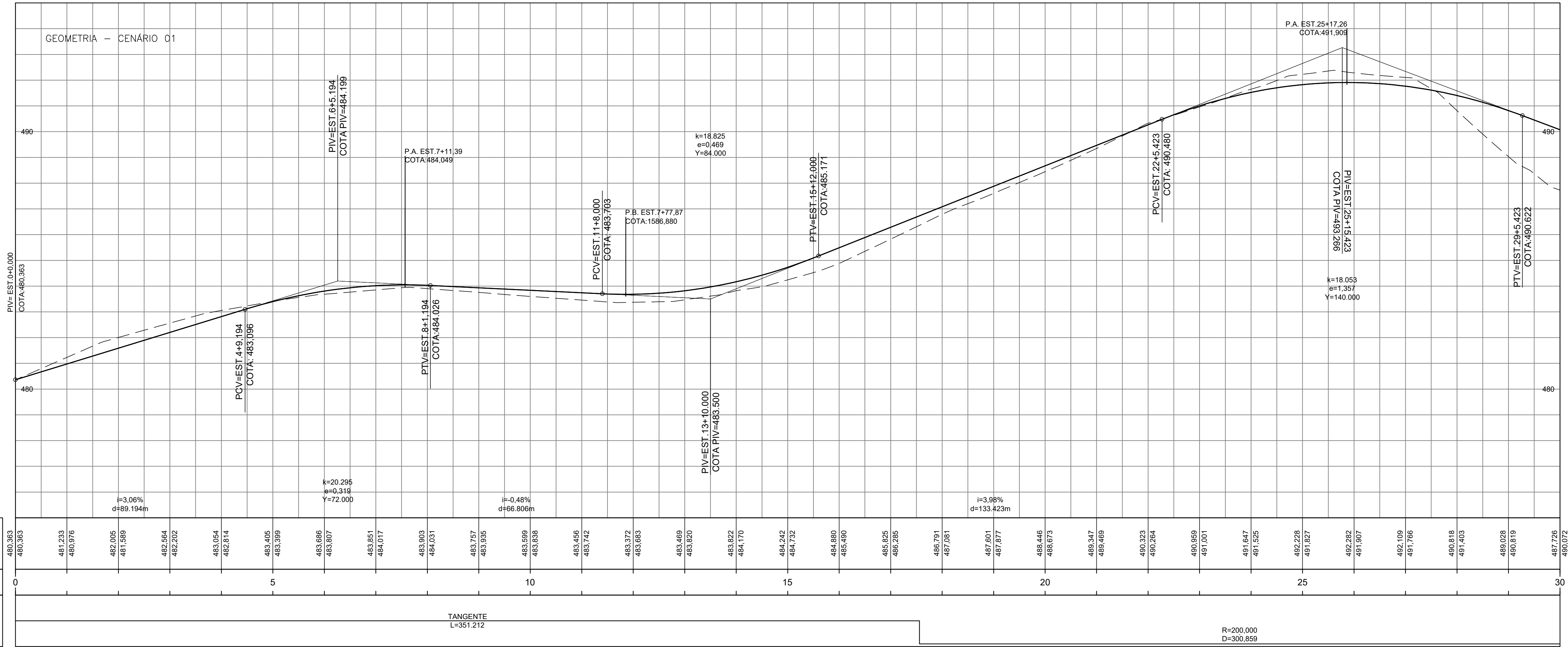
PROJETO DE GEOMETRIA

PLANTA

CENÁRIO 01

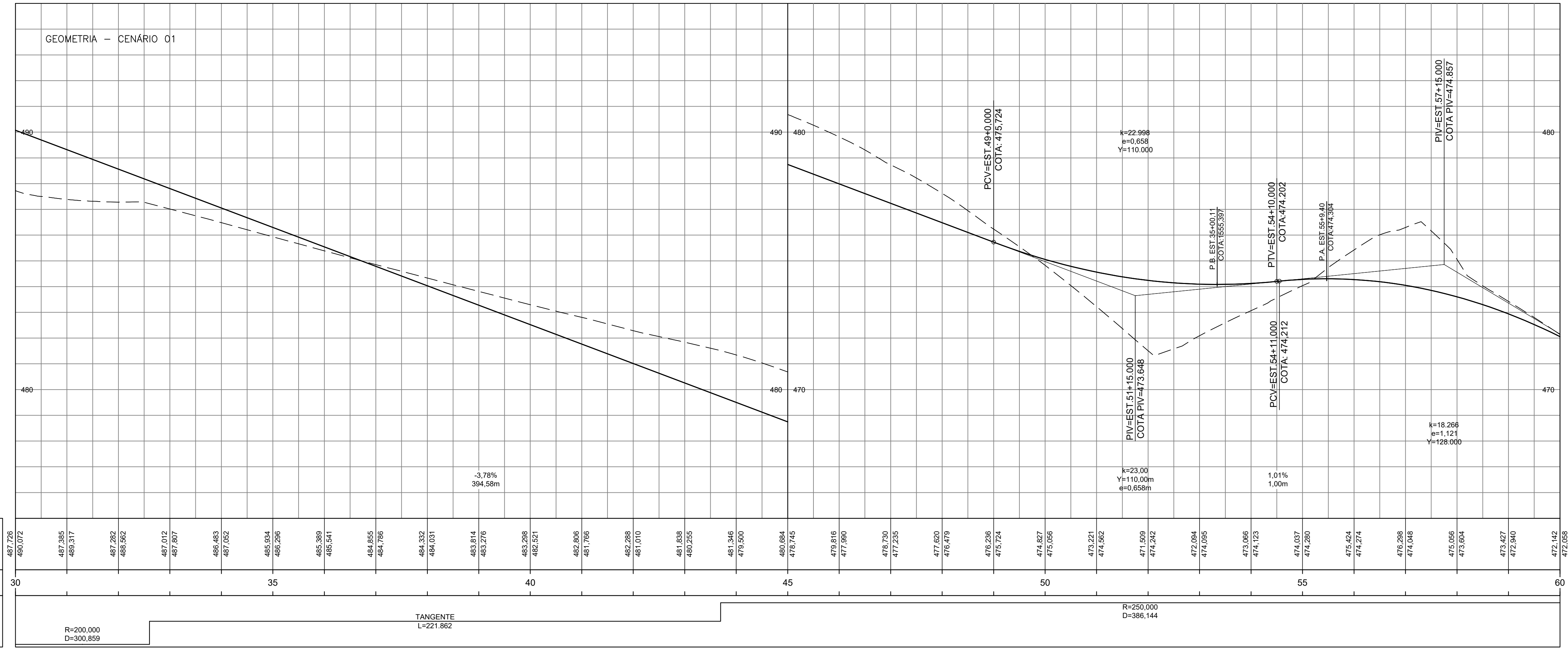
PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO	FOLHA
APROV.	MTO	ESCALA	1:2000	-	-	001/001
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-	-

GEOMETRIA - CENÁRIO 01



COTAS TERRENO/PROJETO	480,363 480,363																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														</
--------------------------	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

GEOMETRIA - CENÁRIO 01



COTAS TERRENO/PROJETO	487,726 480,072	487,385 489,317	487,282 488,592	487,012 487,807	486,483 487,052	485,934 486,296	485,389 485,541	484,855 484,786	484,332 484,031	483,814 483,276	483,288 481,010	482,806 481,766	482,288 481,346	481,838 480,255	481,346 479,590	480,884 478,745	479,816 477,960	478,730 477,235	477,620 476,479	476,236 475,224	474,827 475,056	473,221 474,562	471,509 474,242	472,084 474,095	473,066 474,123	474,037 474,280	475,054 474,274	476,288 474,048	475,565 473,604	473,427 472,940	472,42 472,668
ESTAQUEAMENTO	30					35										40															60
PLANIMETRIA	R=200,000 D=300,859										TANGENTE L=221,862										R=250,000 D=386,144										

LEGENDA:

GREIDE PROJETADO

TERRENO EXISTENTE

00	EMIÇÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES

TÍTULO
PROJETO DE GEOMETRIA
PERFIL
CENÁRIO 01

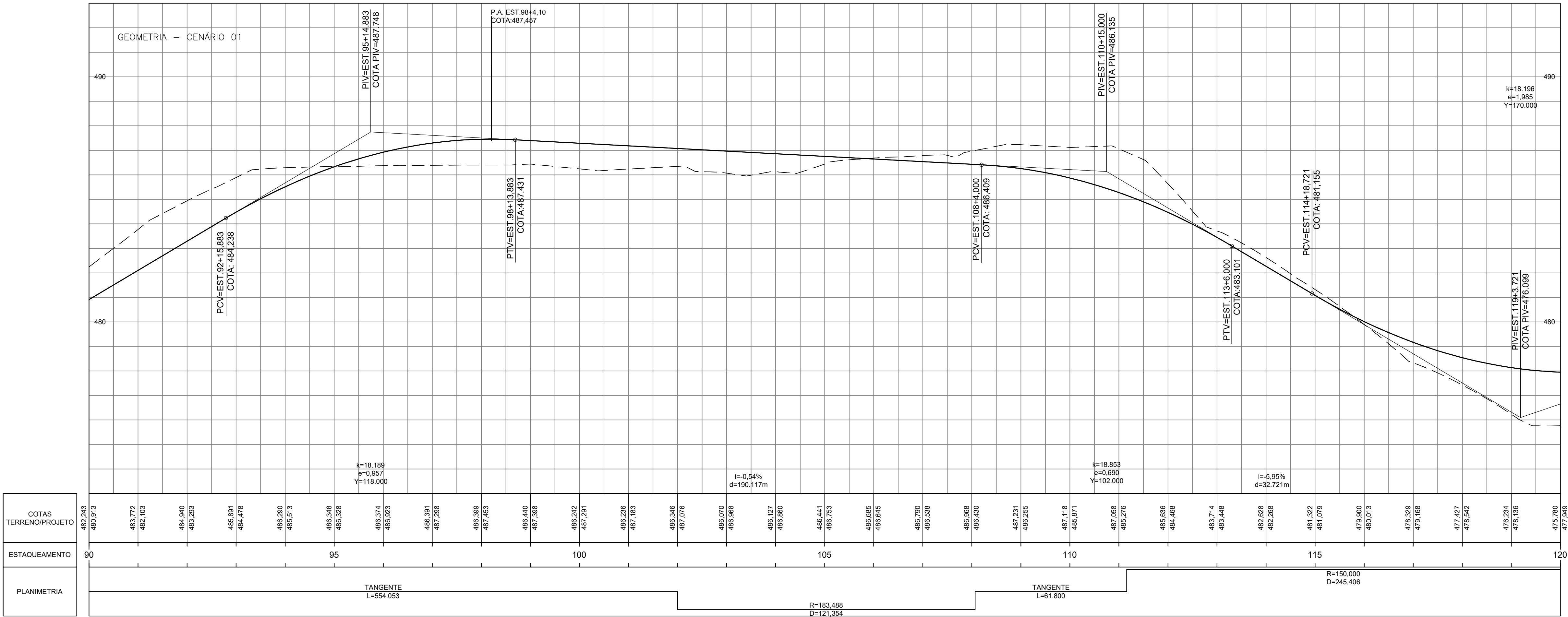
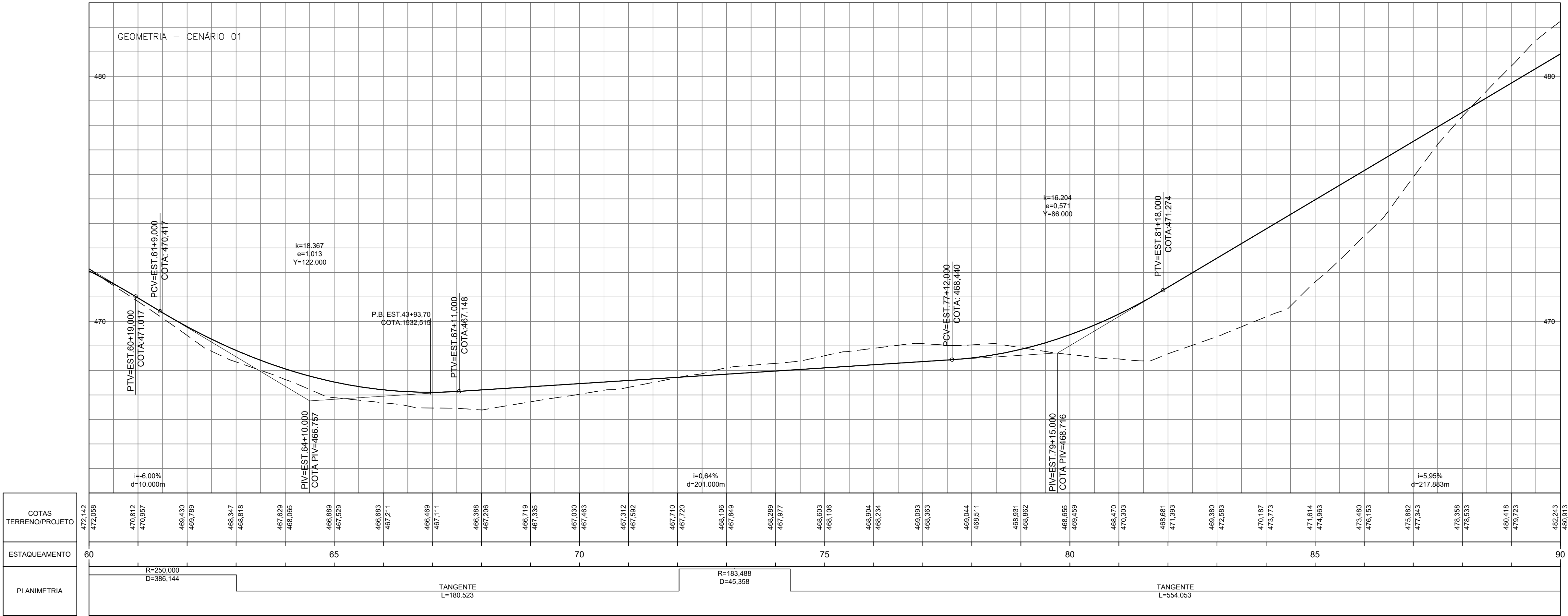
PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO	FOLHA
APROV.	MTO	ESCALA	H - 1:1000 / V - 1:100	-	-	001/003
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-	-

D

C

B

A



LEGENDA:

- GREIDE PROJETADO
- TERRENO EXISTENTE

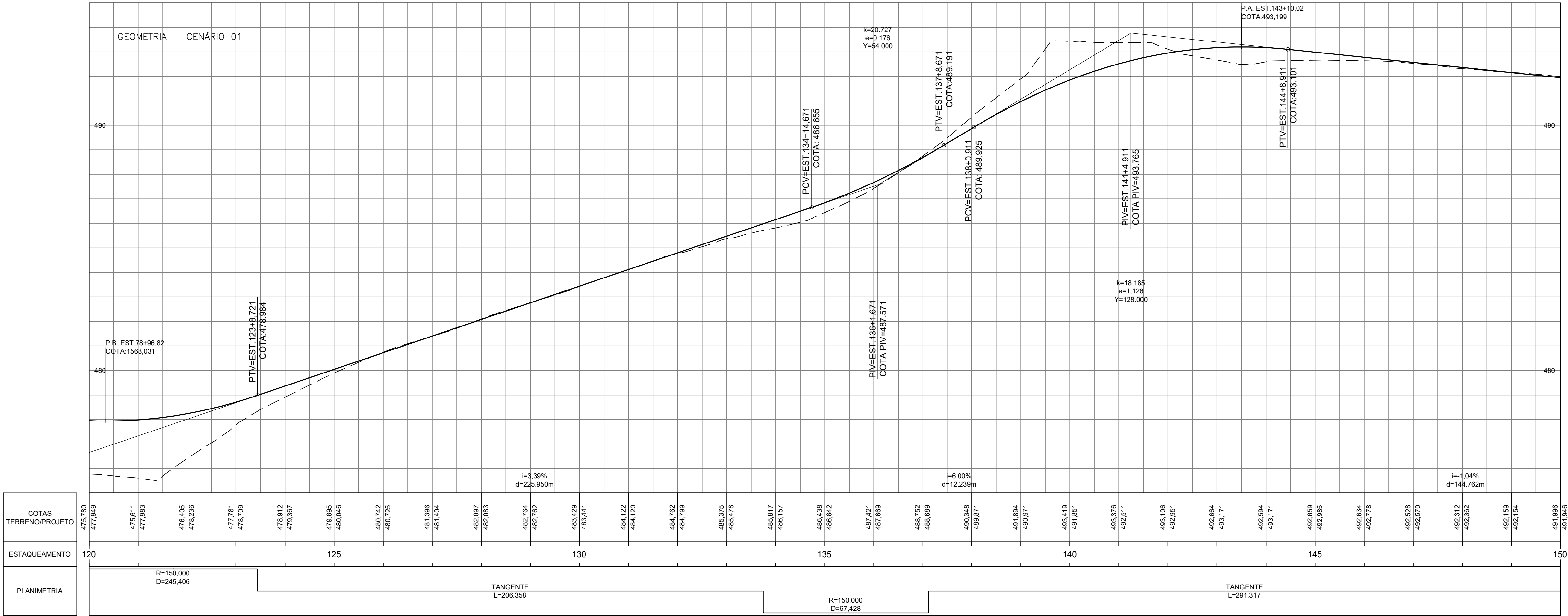
00	EMIÇÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES					
TÍTULO PROJETO DE GEOMETRIA PERFIL CENÁRIO 01					
PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO
APROV.	MTO	ESCALA	H - 1:1000 / V - 1:100	-	FOLHA 002/003
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-

D

C

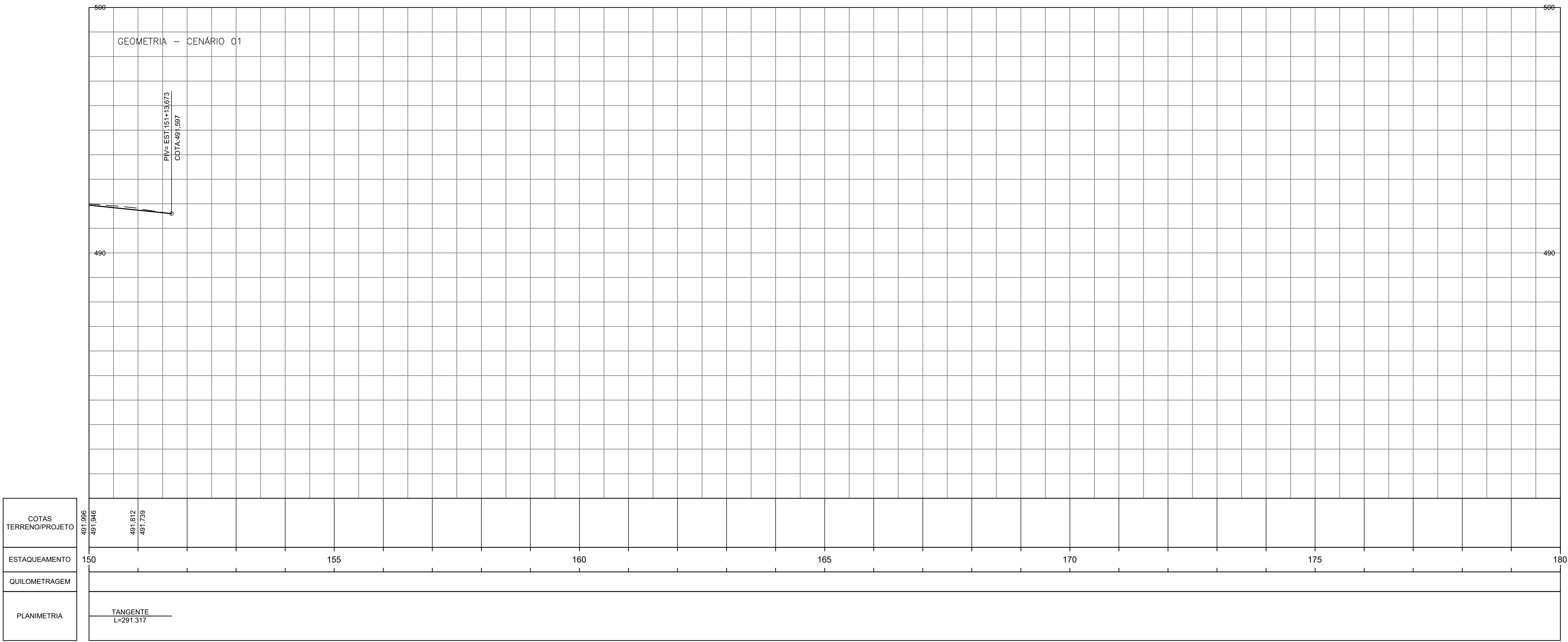
B

A



LEGENDA:

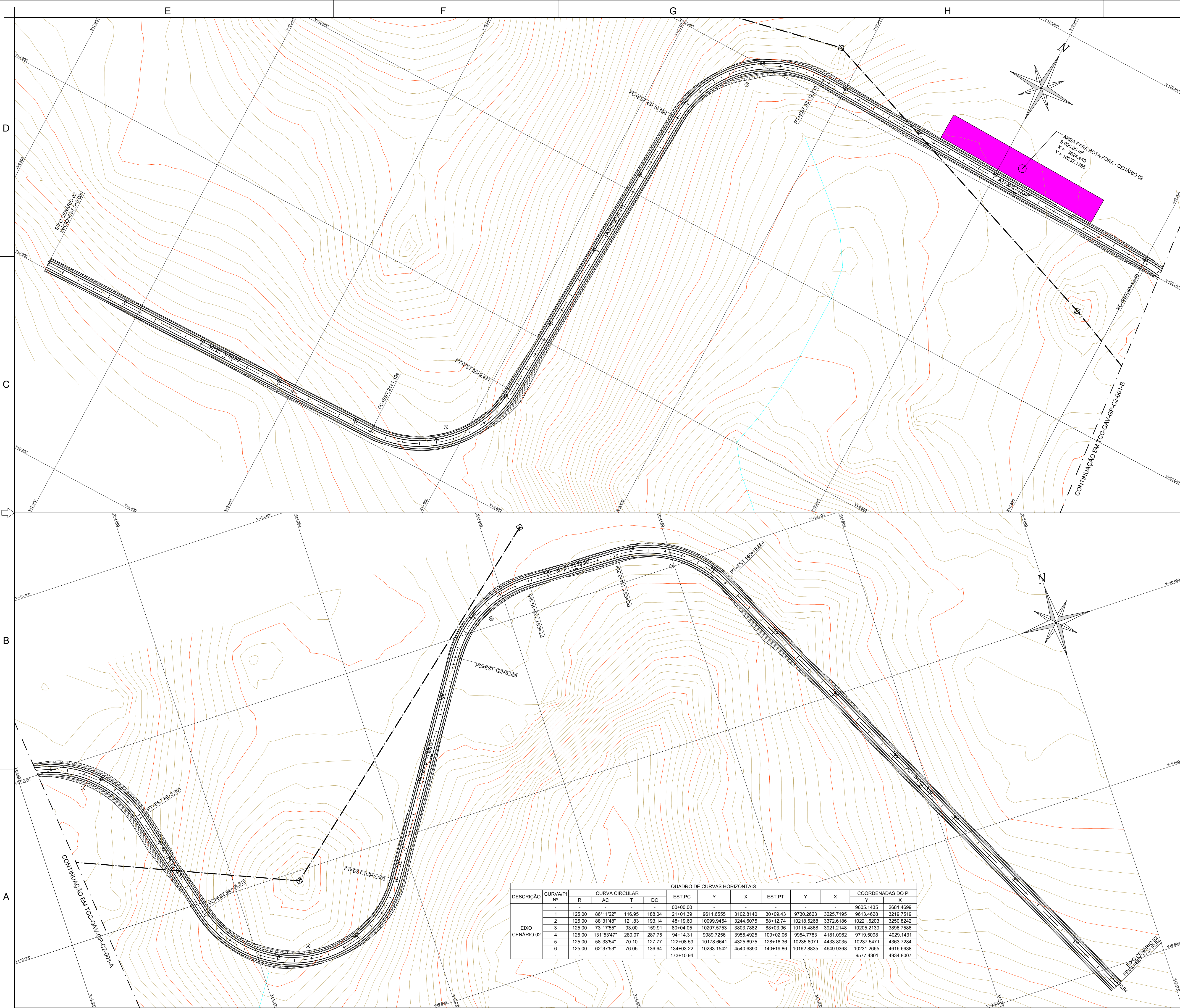
- GREIDE PROJETADO
- TERRENO EXISTENTE



00	EMIÇÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES					
TÍTULO					
PROJETO DE GEOMETRIA					
PERFIL					
CENÁRIO 01					
PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO
APROV.	MTO	ESCALA	H - 1:1000 / V - 1:100	-	003/003
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-

APÊNDICE G - Projeto geométrico do Cenário 02 (Planta e perfil).



- LEGENDA:
- AZ=00°00'0.00" AZIMUTE
 - TALUDE DE CORTE
 - TALUDE DE ATERRO
 - ÁREA DE BOTA-FORA
 - CURVAS DE NÍVEL (BASE TOPOGRÁFICA)
 - CURSO D'ÁGUA EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
 - REDE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
 - TORRE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
 - CURVA HORIZONTAL CIRCULAR
 - PC - PONTO DE CURVA
 - PT - PONTO TANGENCIAL

00	EMIÇÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

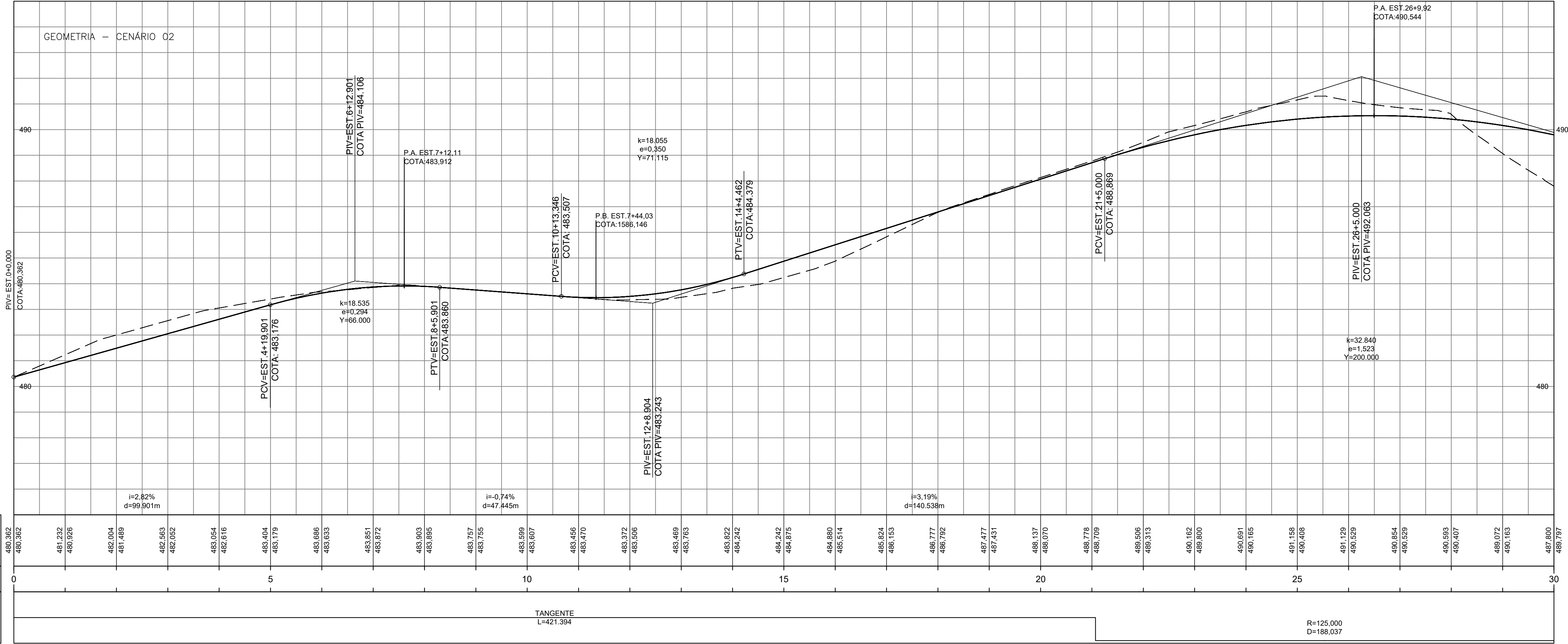


TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES

TÍTULO
PROJETO DE GEOMETRIA
PLANTA
CENÁRIO 02

PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO	FOLHA
APROV.	MTO	ESCALA	1:2000	-	-	001/001
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-	-

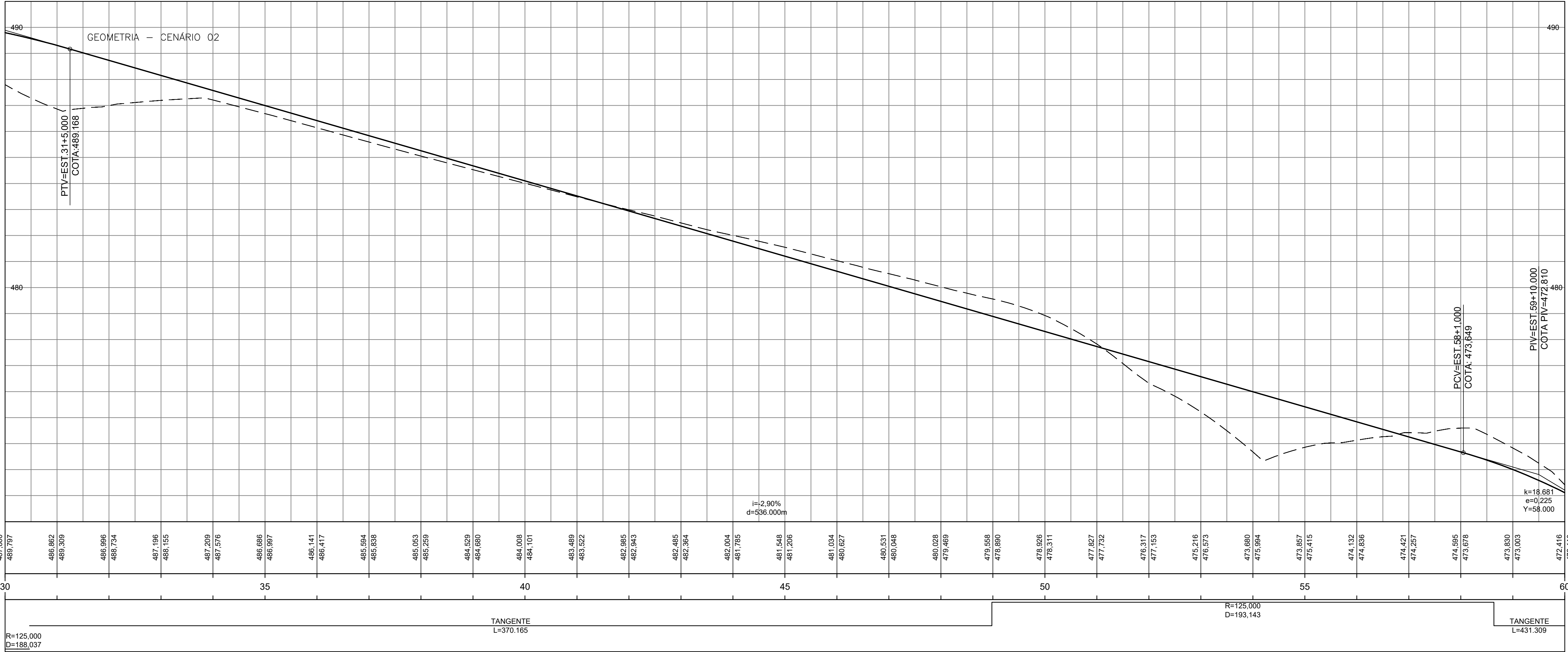
GEOMETRIA - CENÁRIO 02



LEGENDA:

- GREIDE PROJETADO
- TERRENO EXISTENTE

GEOMETRIA - CENÁRIO 02



00	EMISSÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.



TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES

TÍTULO
PROJETO DE GEOMETRIA
PERFIL
CENÁRIO 02

PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO	FOLHA	
APROV.	MTO	ESCALA	H - 1:1000 / V - 1:100	-		001/003	
DATA	28/11/2022	Nº.		-			

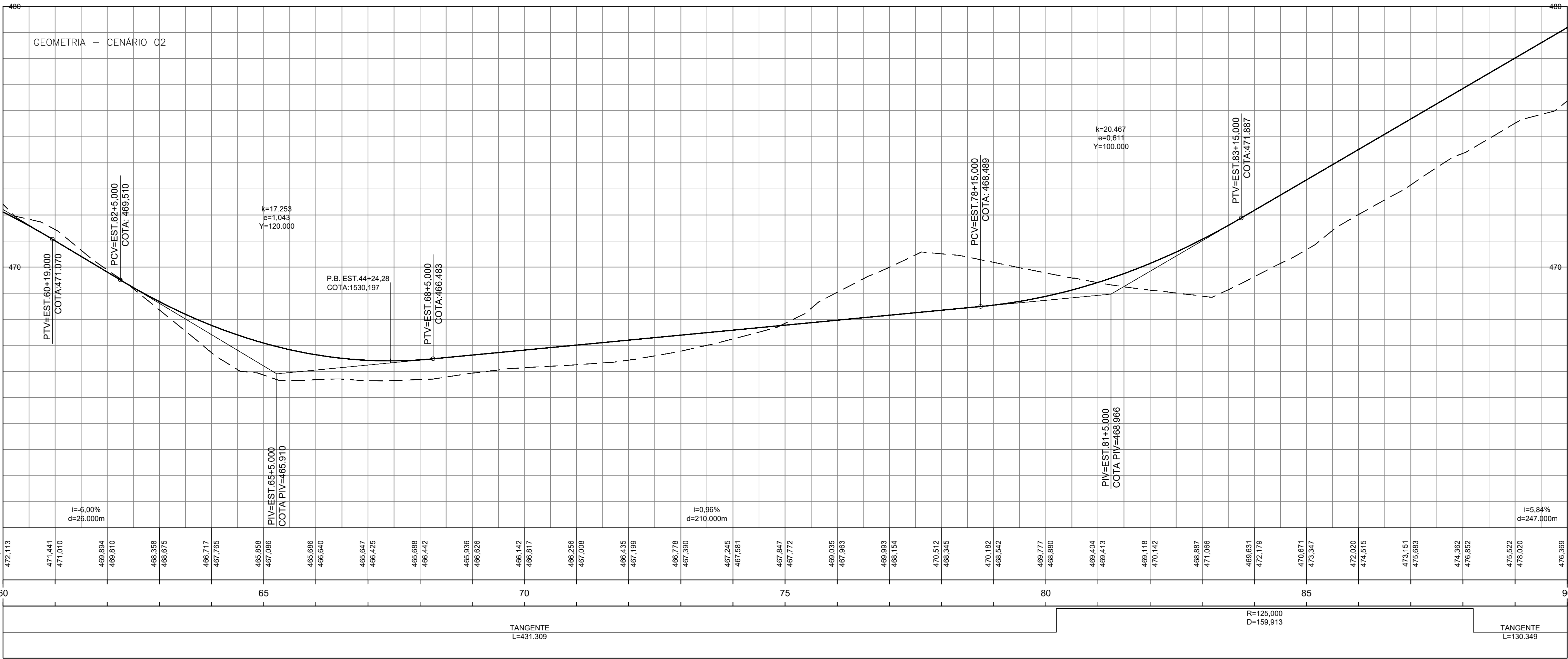
D

C

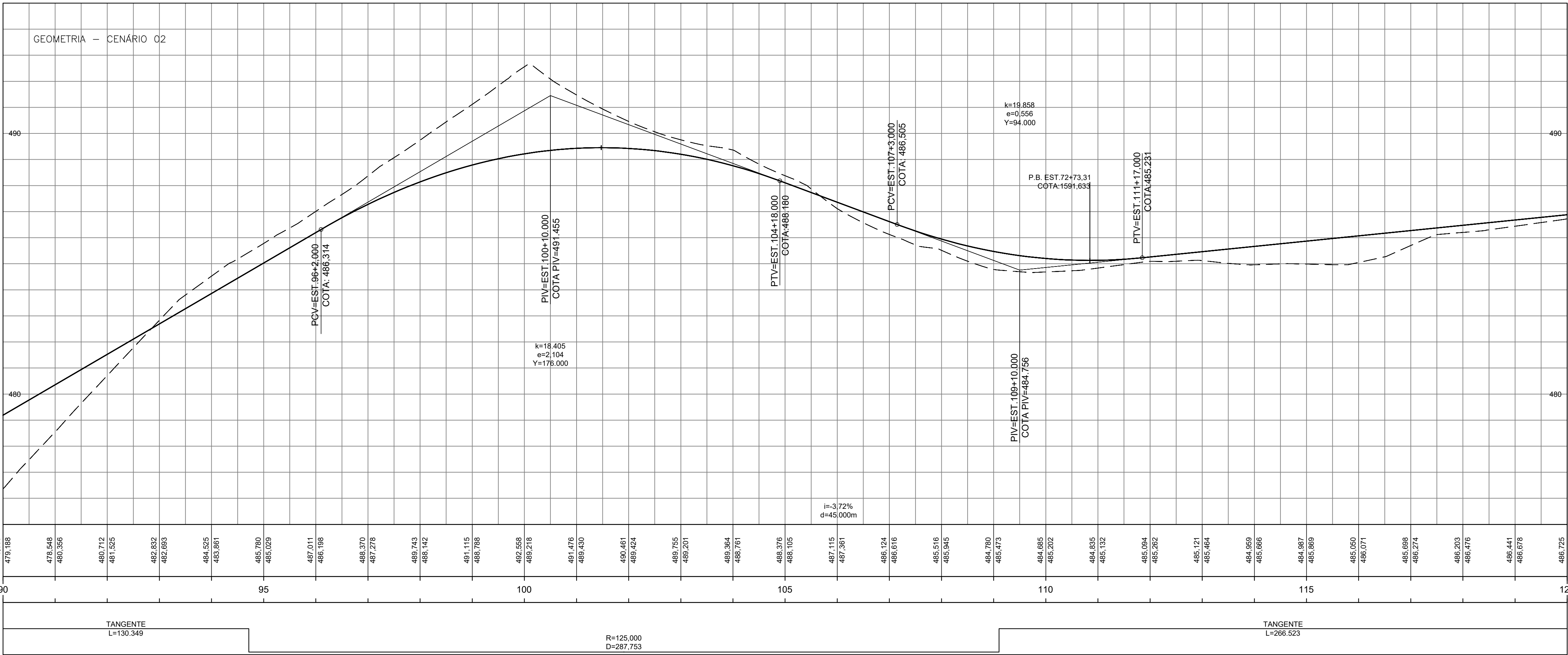
B

A

COTAS TERRENO/PROJETO
ESTAQUEAMENTO
PLANIMETRIA



COTAS TERRENO/PROJETO
ESTAQUEAMENTO
PLANIMETRIA



LEGENDA:

- GREIDE PROJETADO
- TERRENO EXISTENTE

00	EMISSÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

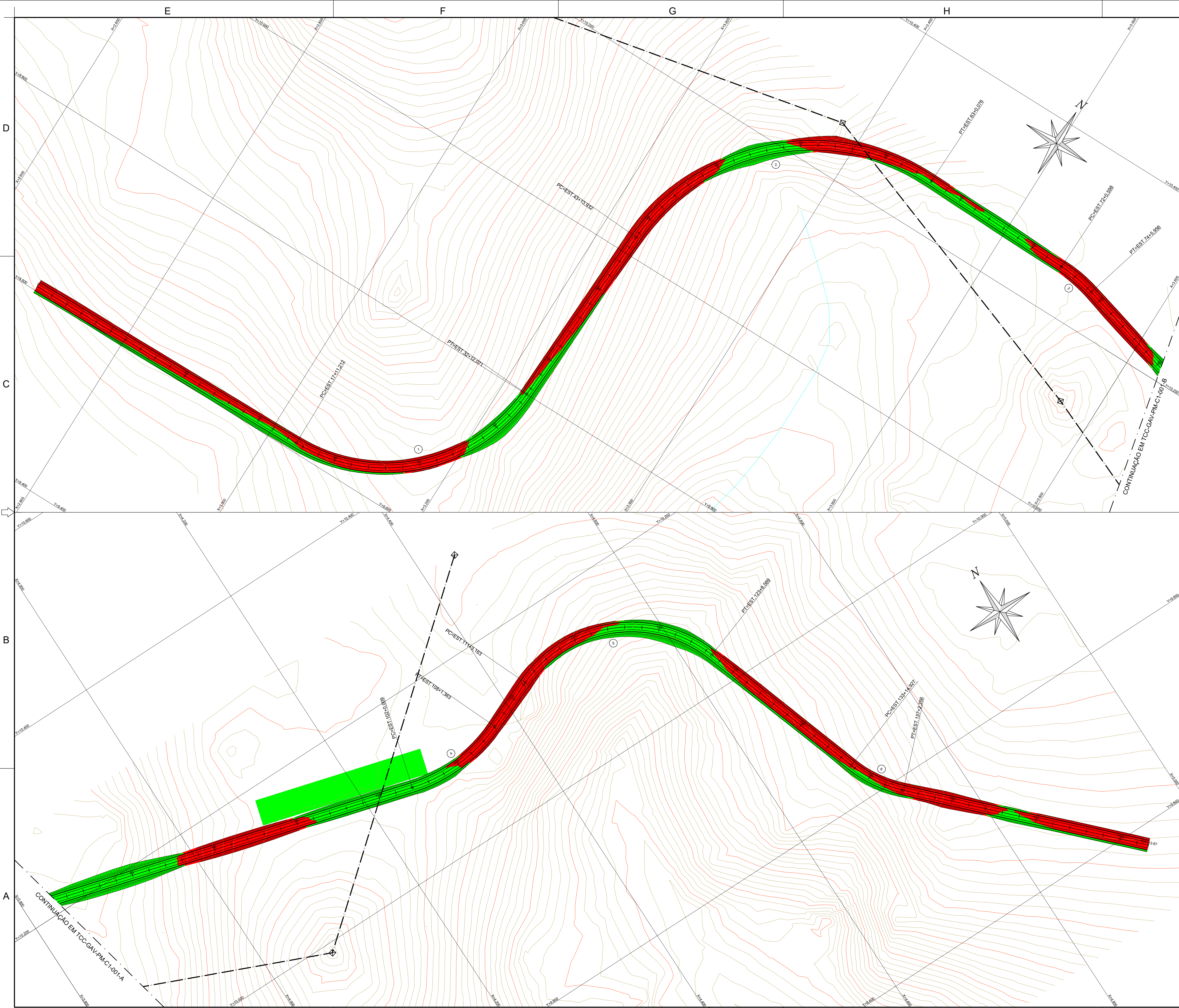


TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES

TÍTULO
PROJETO DE GEOMETRIA
PERFIL
CENÁRIO 02

PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO	FOLHA
APROV.	MTO	ESCALA	H - 1:1000 / V - 1:100	-		002/003
DATA	28/11/2022	Nº.	-			

APÊNDICE H - Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 01.



LEGENDA:

- ÁREA DE CORTE
- ÁREA DE ATERRO
- TALUDE DE CORTE
- TALUDE DE ATERRO
- CURVAS DE NÍVEL (BASE TOPOGRÁFICA)
- CURSO D'ÁGUA EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
- REDE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
- TORRE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
- CURVA HORIZONTAL CIRCULAR
- PC - PONTO DE CURVA
- PT - PONTO TANGENCIAL

00	EMIÇÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.

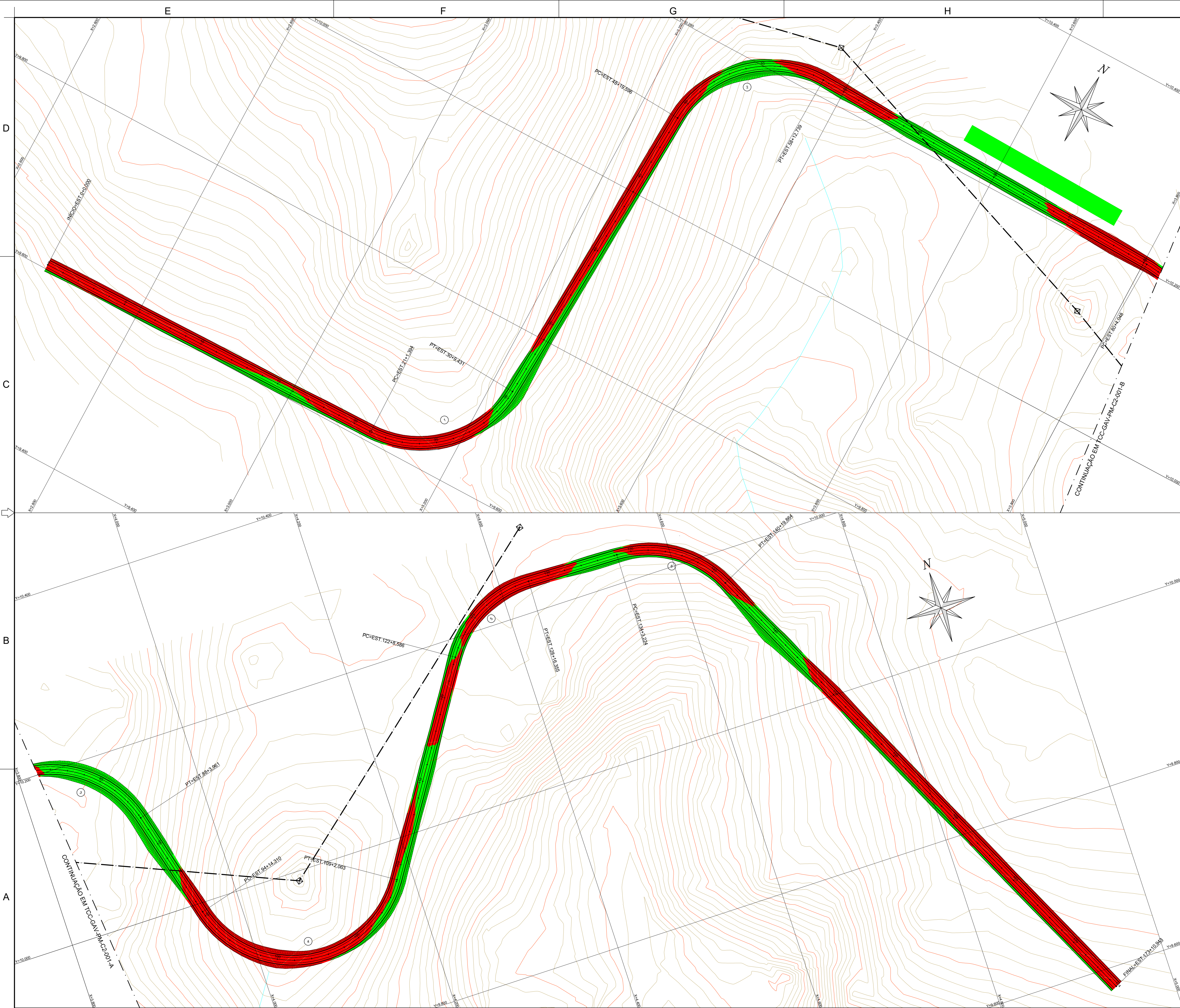


TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES

TÍTULO
PROJETO DE TERRAPLENAGEM
PLANTA DE MANCHAS
CENÁRIO 01

PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO	FOLHA
APROV.	MTO	ESCALA	1:2000	-	-	001/001
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-	-

APÊNDICE I - Planta de manchas de terraplenagem do Cenário 02.



LEGENDA:

- ÁREA DE CORTE
- ÁREA DE ATERRO
- TALUDE DE CORTE
- TALUDE DE ATERRO
- CURVAS DE NÍVEL (BASE TOPOGRÁFICA)
- CURSO D'ÁGUA EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
- REDE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
- TORRE DE ALTA TENSÃO EXISTENTE (BASE TOPOGRÁFICA)
- CURVA HORIZONTAL CIRCULAR
- PC - PONTO DE CURVA
- PT - PONTO TANGENCIAL

00	EMIÇÃO INICIAL	28/11/22	GAV	MTO	MTO
REV.	DESCRIÇÃO	DATA	EXEC.	VERIF.	APROV.
					
TCC - GUSTAVO ANDRADE VIEIRA - ENG. DE TRANSPORTES					
TÍTULO PROJETO DE TERRAPLENAGEM PLANTA DE MANCHAS CENÁRIO 02					
PROJ.	GAV	EXEC.	-	VERIF.	MTO
APROV.	MTO	ESCALA	1:2000	-	001/001
DATA	28/11/2022	Nº.	-	-	-