

BIM Em Projeto Topográfico De Volumetria Para Terraplenagem De Plataformas.

Aldierry Ferreira Macedo¹, José Geovane Cardoso de Oliveira², Fernando Luiz de Souza Prado³

Resumo

Em um cenário econômico cada vez mais competitivo, a engenharia e a indústria da construção têm investido bastante em automação e a inovação. O *Building Information Modeling* (BIM ou Modelagem de Informação da Construção) faz parte desses conceitos e visa a união eficiente dos setores de projetos de engenharia e execução de obras, juntamente com os setores de orçamento, planejamento e controle de obras. Este trabalho teve por objetivo demonstrar a importância da ferramenta BIM (Civil 3D) aplicada em projetos topográficos onde faz-se cálculo do volume de camadas de solo criando um platô e equilibrando corte e aterro. No AutoCad foi necessário usar a cota média calculada pelo método dos pesos e o cálculo do volume de terraplenagem pelo método das seções. Com a cota média calculada e definida, o Autodesk Civil 3D foi alimentado com essas informações, e o mesmo fez todos os cálculos do volume de terraplenagem apenas informando a cota média a ser usada. De posse de todos esses resultados, foi feita uma análise comparativa com a finalidade de confrontar as diferenças encontradas entre os modelos criados. Foi constatado o que, hoje em dia, no setor de obras de infraestrutura e construção pesadas, essa evolução ainda não é muito grande. Por outro lado, o cenário atual aponta para um crescimento do uso dessa metodologia no setor para os próximos anos, visto que órgãos públicos do país passarão a exigir que as propostas nos seus processos licitatórios sejam elaboradas com o uso do BIM, como é o caso do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes.

Palavras-chave: Topografia. Terraplenagem de Plataforma. BIM.

1. Introdução

¹ *dierryfera@hotmail.com*, graduando em Engenharia Civil, Orientando, UniRV – Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75901-970 – Rio Verde – GO.

² *geovanefacul@gmail.com*, graduando em Engenharia Civil, Orientando, UniRV – Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75901-970 – Rio Verde – GO.

³ *fernando.prado@unirv.edu.br*, Engenheiro Civil e M.Sc. em Engenharia de Transportes, Orientador, UniRV – Universidade de Rio Verde, Faculdade de Engenharia Civil, Campus Rio Verde, Fazenda Fontes do Saber, Caixa Postal 104. CEP: 75901-970 – Rio Verde – GO.

Hoje em dia, no Brasil, grande parte das empresas que trabalham no setor e na execução de obra de terraplenagem utilizam métodos ultrapassados, tanto para análise quanto para a elaboração de seus projetos. Estes processos podem ser aprimorados com o uso do *BIM*, que além de possibilitar uma visualização muito mais completa do projeto após o término, também possibilita uma integração multidisciplinar de todos os setores contidos no ciclo de vida de uma construção. A sigla *BIM* vem do inglês *Building Information Modeling* e pode ser traduzida para o português como “Modelagem de Informação da Construção”, que pode ser entendida como um novo sistema de trabalho, que altera alguns paradigmas, como a união dos setores de projeto e execução. O *BIM*, portanto, é na verdade um novo método para inovar o ciclo de vida de uma construção, podendo ser entendido, desta forma, que não se trata de um programa específico, mas sim de uma nova metodologia de trabalho (EASTMAN et al. 2011).

O *BIM* pode ser entendido como a modelagem da informação da construção que visa a união de forma eficiente de todos os setores (projeto, execução, orçamento, planejamento e controle de obras) e, com isso permite uma visualização de todas as fases de uma construção, desde sua concepção até o produto final. Os modelos de construção concebidos com a metodologia *BIM* são caracterizados por apresentarem:

- Instrumento de representação digital que pode ser trabalhados em softwares que usam a metodologia *BIM* como forma de exibição;
- Dados ordenados que permite a sua representação de maneira coesa;
- Itens que incluem dados que constituem o comportamento de trabalho para facilitar o processo, possibilitando análises posteriores.
- Informações consistentes e não difusas, de maneira que alteração em um dos seus componentes será interpretado em todas visualizações agregados a eles.

Conforme o órgão americano National Institute of Building Sciences (NIBS) o *BIM* deve ser visto como "Um aprimoramento nos processos de construção. Planejamento, operação, projeto, manutenção e utilização de uma informação padrão para cada unidade de construção, nova ou antiga, que contenha todas as informações apropriadas daquela obra, e em um formato que deve ser útil durante todo o seu ciclo de vida" (NIBS, 2017).

1.1. Objetivos

Este trabalho visa analisar a viabilidade da plataforma *BIM* em projetos topográficos, tendo como objetivo criar um modelo digital de terreno (MDT), na plataforma *BIM*, por meio do software (Civil3D) e analisar as vantagens e desvantagens

em relação ao *software* convencional (AutoCad), através do cálculo do volume de camadas de solo, criando um platô e equilibrando o corte e o aterro.

1.2. Objetivos Específicos

- Reconhecimento da área de acordo com NBR 13133/1994 (Execução de Levantamento Topográfico);
- Levantamento topográfico realizado conforme NBR 14166/1998 (Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento);
- Analisar a base de dados providos do levantamento topográfico para desenvolvimento do projeto de plataforma de terraplenagem;
- Analisar a viabilidade dos *softwares* AutoCad e Civil3D.

2. Material e métodos

Foi selecionado um levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral, onde, inicialmente, foi realizado o mapeamento e reconhecimento da área, de acordo com a NBR 13133/1994 (Execução de levantamento topográfico) e, em seguida, foi realizado o levantamento topográfico conforme a NBR 14166/1998 (Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento), na UniRV (Universidade de Rio Verde), Fazenda Fontes do Saber - Caixa Postal 104, em Rio Verde - GO, com o CEP: 75901-970. O levantamento foi de um terreno onde estão sendo implantadas novas edificações nas proximidades do centro de convenções, como mostrado na Figura 1:

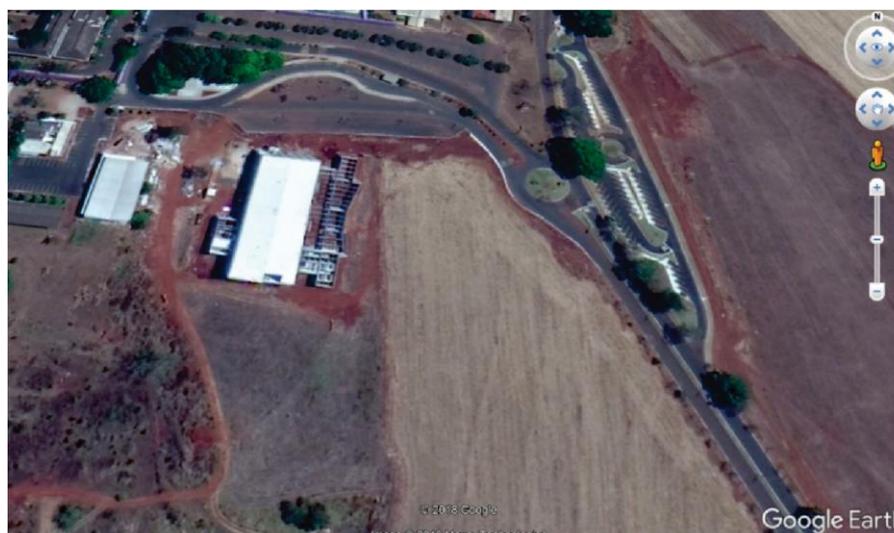


Figura 1 – Localização da área – Google Earth UniRV.
Fonte: autor (2019)

Após feito o levantamento topográfico, os dados coletados no campo são levados para o escritório onde serão trabalhados, como pode ser visto na Figura 2:

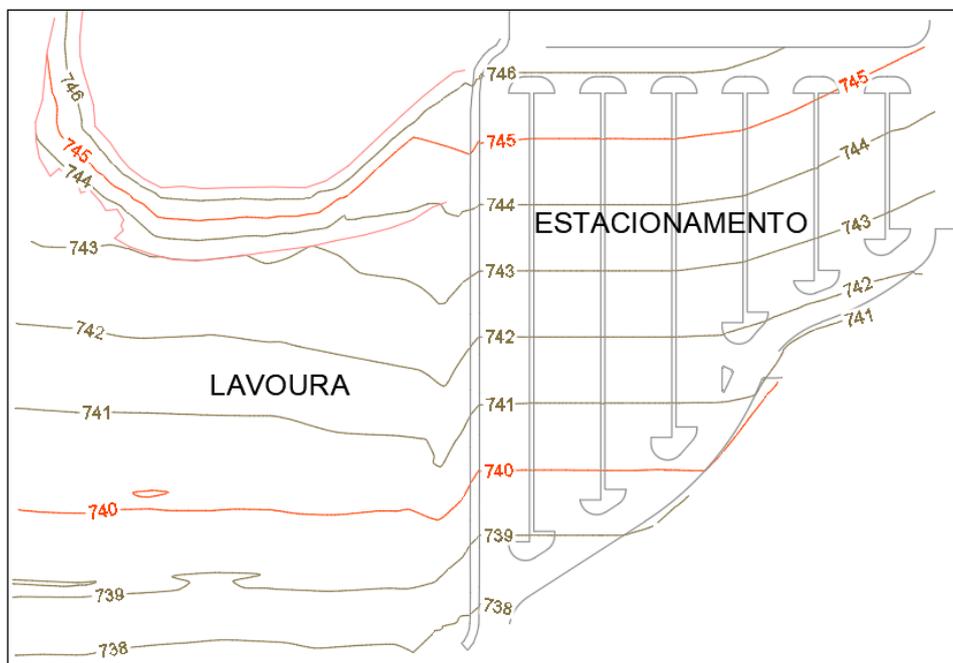


Figura 2 - Levantamento topográfico planialtimétrico e cadastral na UniRV.

Fonte: autor (2019)

Ao lado esquerdo do estacionamento, na área de lavoura, foram projetadas neste terreno duas plataformas de terraplenagem planas, niveladas e em formato retangular, com dimensões 40 m x 60 m e área de 2.400 m², sendo uma com sua maior extensão perpendicular às curvas de nível e a outra paralela às curvas de nível. Para cada uma das plataformas projetadas, foi feita uma malha retangular de pontos cotados a cada 10 metros, conforme a Figura 3:

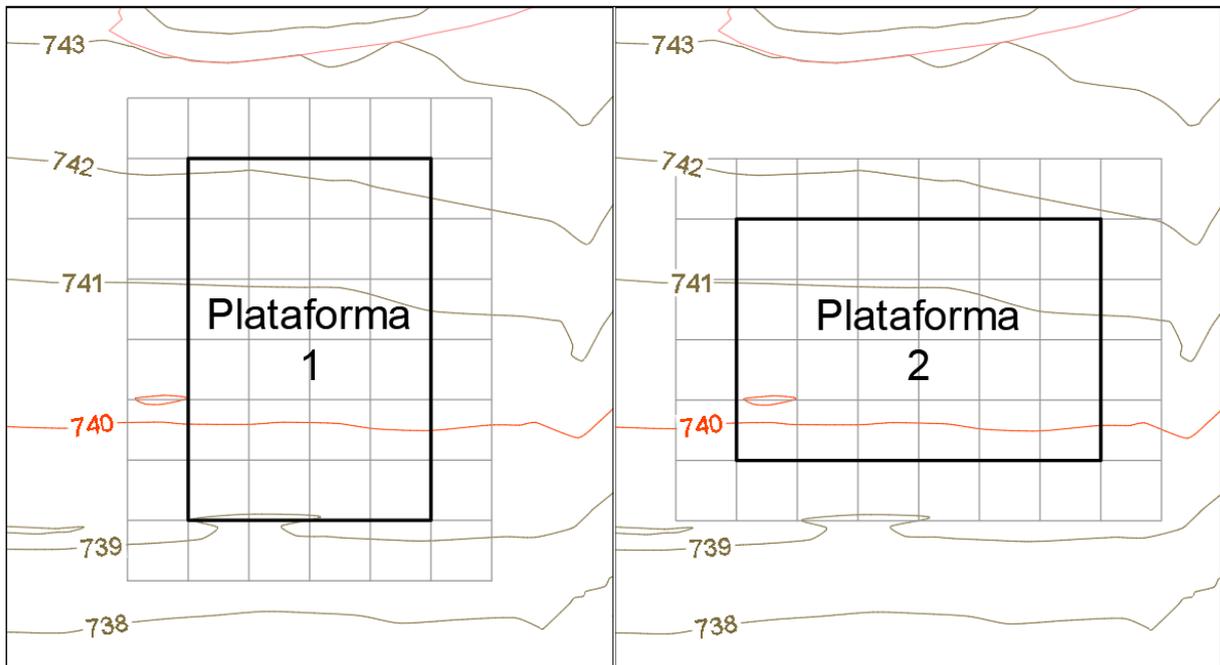


Figura 3 - Plataformas de terraplenagem projetadas.

Fonte: Autor (2019)

Com a finalidade de se obter o equilíbrio do volume geométrico na movimentação de terra entre escavação e aterro, foram desconsiderados os índices físicos do solo, os fenômenos de empolamento e compactação e fator de homogeneização, pois os poderiam alterar os resultados. Foi calculada a cota média a ser aplicada no centro de gravidade para cada uma das plataformas projetadas, de acordo com o método dos pesos (BORGES, 1992). Para se calcular a cota média de cada plataforma, foi necessário levantar a cota de cada vértice da malha retangular de 10 m x 10 m, conforme Figuras 4 e 5. Em seguida, foram projetados os taludes de escavação e aterro para cada uma das plataformas, considerando as inclinações de 1/1 (100%) para escavação e 1/1 (100%) para aterro. Taludes para cortes e aterros em solos com inclinação igual 1/1 metros (significa que para cada 1 metro de comprimento, há 1 metro de elevação), motivo pelo qual foram adotados.

Findado o projeto de geometria dessas plataformas, foram desenhados cortes paralelos à maior extensão (a cada 10 metros para as plataformas), e cortes para os taludes das menores extensões, também paralelos a cada 10 metros. De posse destes cortes, foi possível calcular as áreas de escavação e aterro para, em seguida, calcular os volumes de movimentação de terra em cada um dos modelos. O cálculo do volume

de Aterro foi feito pelo método das alturas ponderadas. (Luís Augusto Koenig Veiga, 2007).

$$V = \frac{Q}{4} \cdot (D_1 + 2\sum D_2 + 3\sum D_3 + 4\sum D_4)$$

Fórmula Geral Para O Cálculo Do Volume Através Do Método Das Alturas Ponderadas.
 Fonte: (Topografia Calculo de Volumes - Pag.12 - Prof. Luís Augusto Koenig Veiga, 2007).

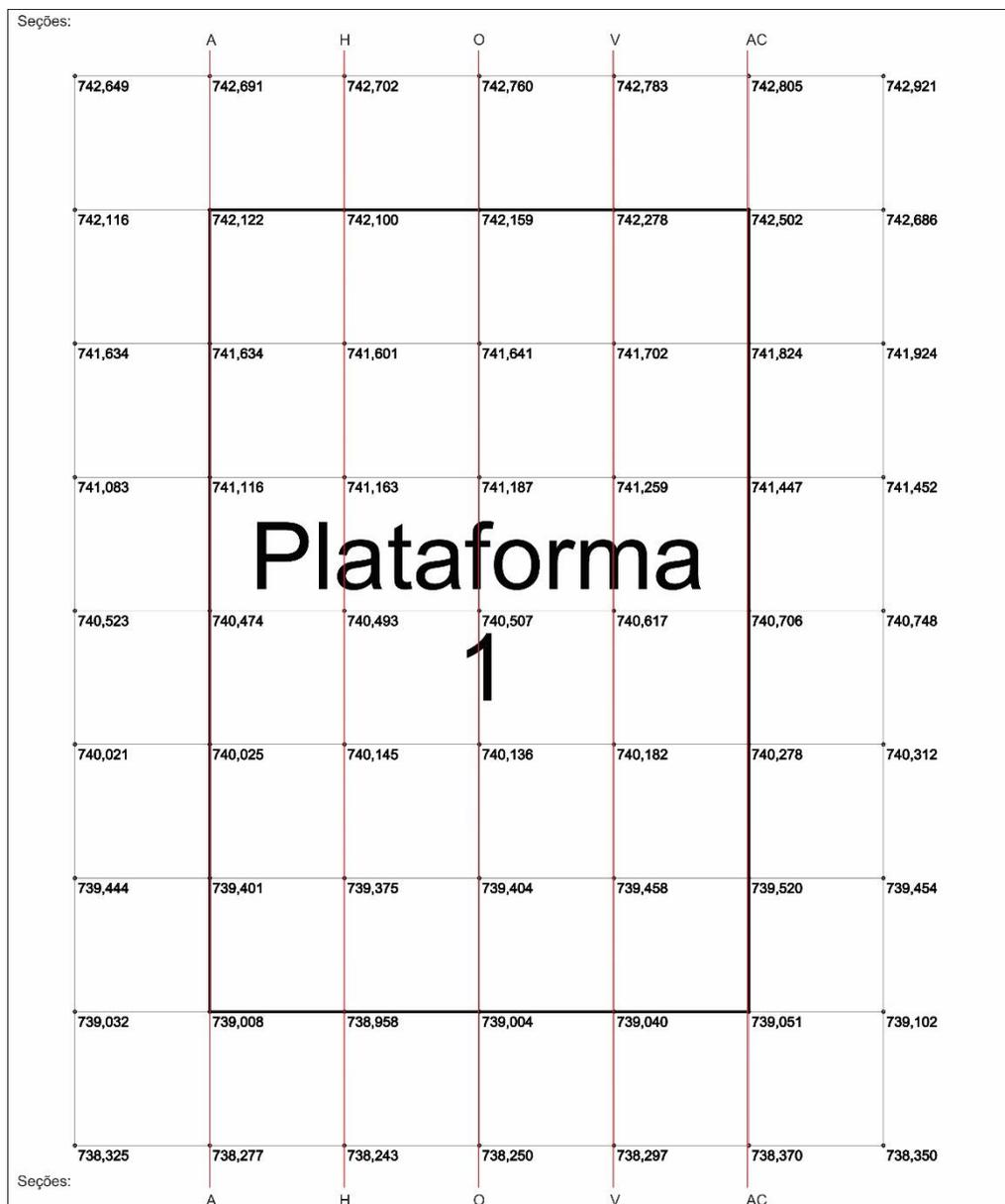


Figura 4 - Pontos Cotados: Plataforma 1.

Fonte: Autor (2019)

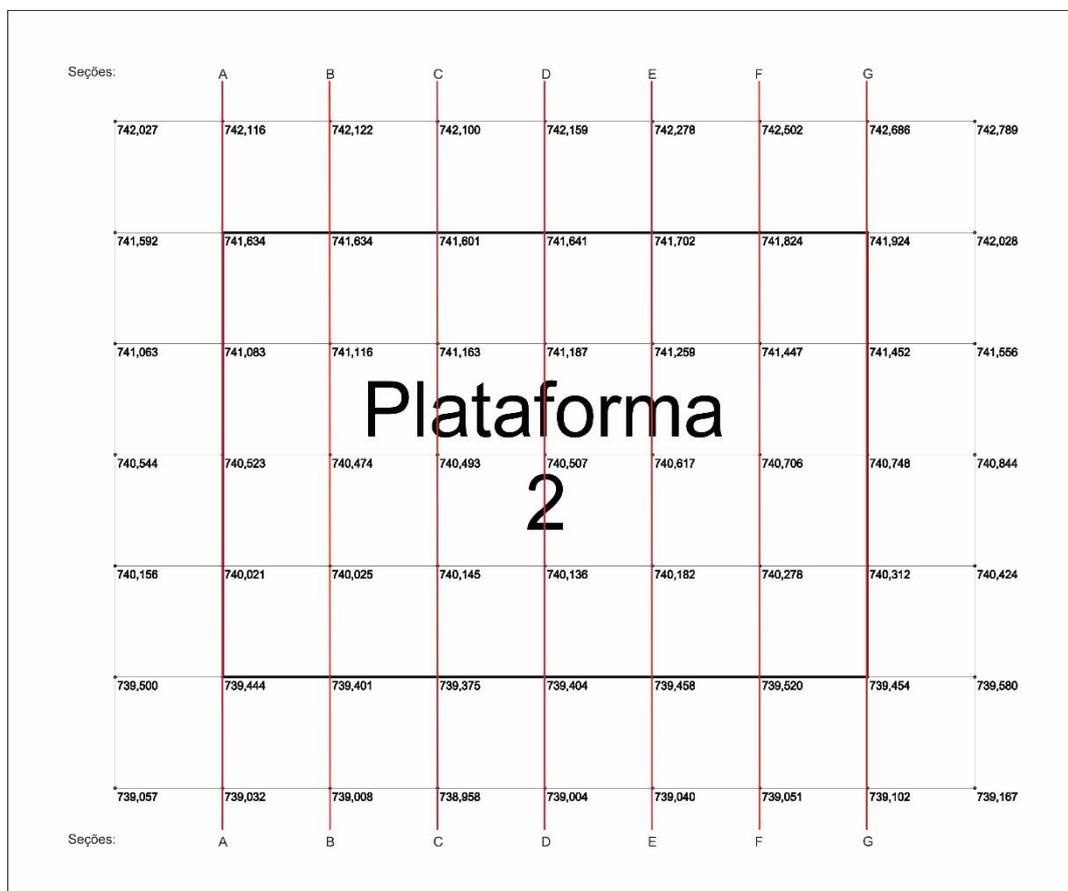


Figura 5 - Pontos Cotados: Plataforma 2.

Fonte: Autor (2019)

Completada essa etapa de projeto usando conceitos do cálculo de volumetria, projetou-se essas duas plataformas de terraplenagem em dois softwares: sendo o primeiro, o AutoCad *software* convencional de mercado e o segundo, o Autodesk Civil 3D plataforma *BIM* de projetos de infraestrutura.

2.1. Analisar a viabilidade das plataformas, AutoCad e Civil3D.

2.1.1. AutoCad

CAD é um *software* do tipo CAD (*computer aided design* ou projeto assistido por computador) criado e comercializado pela Autodesk, desde 1982. É utilizado principalmente para a elaboração de peças de desenho técnico em duas dimensões (2D) e para criação de modelos tridimensionais (3D). Além dos desenhos técnicos, o *software* disponibiliza, em suas versões mais recentes, vários recursos para

visualização em diversos formatos. É amplamente utilizado em arquitetura, engenharia civil, engenharia mecânica, design de interiores e em vários outros ramos da indústria.

De acordo com Borges, (2014, p.66)

O projeto poderá solicitar da topografia o planejamento para uma das quatro hipóteses:

1ª Hipótese: plano final horizontal sem a imposição de uma cota final determinada.

2ª Hipótese: plano final horizontal com a imposição de uma cota final determinada.

3ª Hipótese: plano final inclinado sem a imposição da altura em que este plano deverá ficar.

4ª Hipótese: plano final inclinado impondo uma determinada altura para ele, através de escolha da cota de um certo ponto.

Segundo Borges, (BORGES, 2006), o custo do corte e transporte podem ser definidos como o custo de terraplenagem, onde o aterro é consequência direta dos mesmos, com isso não entra no custo, de acordo com as seguintes hipóteses:

Hipótese 1 e 3 - Cabe ao Engenheiro Civil ou profissional da área determinar a cota média que equilibrará o corte e Aterro. Assim se torna mais econômico e mais viável;

Hipótese 2 e 4 - Caso já tenha uma cota estabelecida (cota de projeto), o Engenheiro Civil ou profissional da área realizará os cálculos e dimensionamento da plataforma de acordo com a cota estabelecida.

2.4.2. Determinação da Cota Média:

Plataforma 1: Representada pela Figura 4. Projetada de acordo com a primeira hipótese “plano final horizontal sem a imposição de uma cota final determinada”. Dessa forma, a Tabela 1 apresenta o cálculo da cota média, a qual, se aplicada, equilibra os volumes de corte e aterro.

Calculo da cota média (Planilha Eletrônica):

Tabela 1 - Determinação da cota média plataforma 1: planilha Excel.

Peso De Cada Vértice				Determinação do Número de Vértice					
	Peso 01	Peso 02	Peso 03	Peso 04		Peso 01	Peso 02	Peso 03	Peso04
	739,008	739,401	0	739,375		4	16	0	15
	742,122	740,025	0	740,145	Total	4	32	0	60
	739,051	740,474	0	740,493	Σ	96			
	742,502	741,116	0	741,163	Altura Média				
	2962,683	741,634	0	741,601	Σ	Cota	71.098,091		
		738,958	0	739,404	Σ	Peso	96		
		742,100	0	740,136	Hm		740,605		
		739,004	0	740,507	$h_m = \frac{\Sigma \text{Pesos Ponderados}}{\Sigma \text{Vértices}} =$				
		742,159	0	741,187					
		739,040	0	741,641					
		742,278	0	739,458					
		739,520	0	740,182					
		740,278	0	740,617					
		740,706	0	741,259					
		741,447	0	741,702					
		741,824	0	11.108,870					
		11.849,964							
Σ Total	25.922	Σ Total C. P	71.098,091						

Fonte: Autor (2019)

Conforme calculado e apresentado na tabela 1, a cota média calculada é de 740,605 m.

2.4.3. Desenvolvimento das Seções e Respectivas áreas - CAD:

Os cortes longitudinais da plataforma 1 estão representados pelas Figuras 6,7,8,9 e 10, com as respectivas áreas de corte e aterro.

Seção A:

Seção A

Corte = 23.614 m² ■

Aterro = 28.764 m² ■

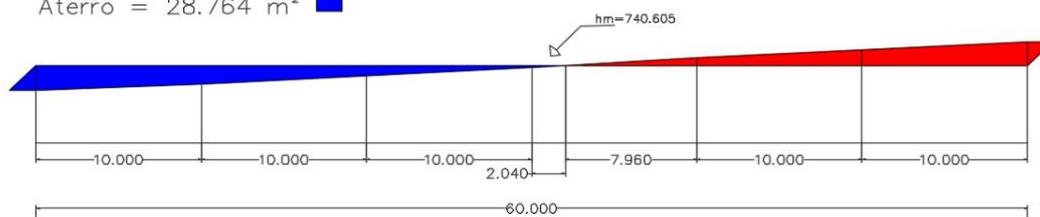


Figura 6 – Seção A – AutoCad
Fonte: Autor (2019)

Seção H:

Seção H

Corte = 23.666 m² ■

Aterro = 27.145 m² ■

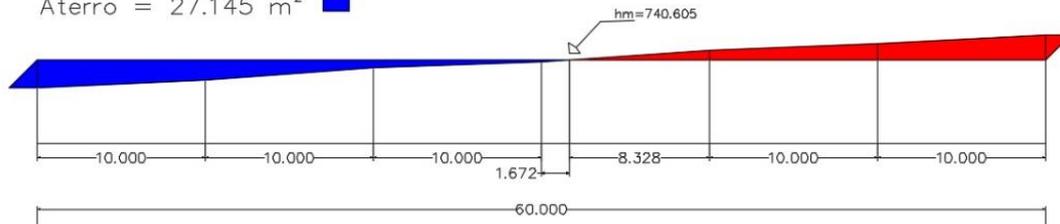


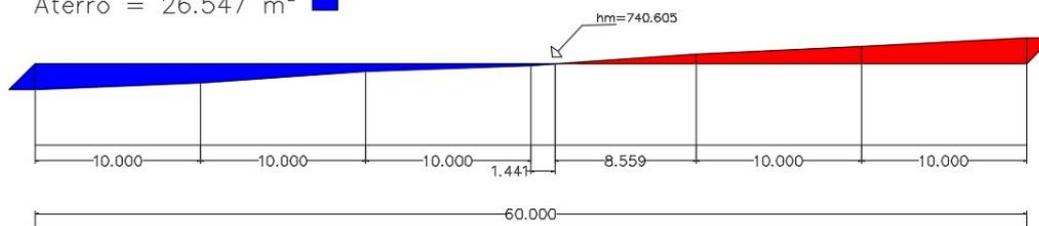
Figura 7 – Seção H – AutoCad
(2019)

Seção O:

Seção O

Corte = 24.738 m² ■

Aterro = 26.547 m² ■



Figura

8 – Seção O – AutoCad
Fonte: Autor (2019)

Seção V:

Seção V

Corte = 27.334 m² ■

Aterro = 24.691 m² ■

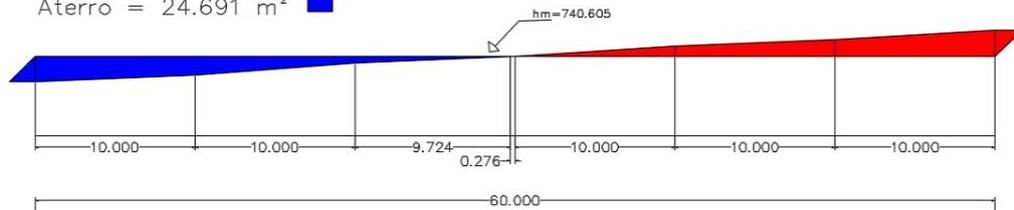


Figura 9 – Seção V – AutoCad
Fonte: Autor (2019)

Seção AC:

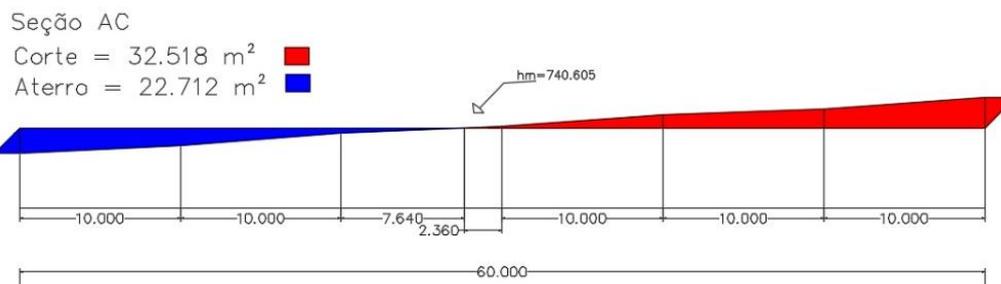


Figura 10 – Seção AC – AutoCad

Fonte: Autor (2019)

2.4.5. Cálculo do volume obtido através das seções.

A Tabela 2 apresenta os cálculos dos volumes de corte e aterro das respectivas seções vistas anteriormente pelo método das seções.

Tabela 2 - Determinação do volume de corte e aterro: planilha Excel.

Cálculo do Volume Corte e Aterro					
Seção	A. Corte m ²	A. Aterro m ²	Distância m	V. Corte m ³	V. Aterro
A	23,614	28,764	10	118,07	143,82
H	23,666	27,145	10	236,66	271,45
O	24,738	26,547	10	247,38	265,47
V	27,334	24,691	10	273,34	246,91
AC	32,518	22,712	10	325,18	227,12
			Total	1200,63	1154,77

Fonte: Autor (2019)

Mediante os dados apresentados na Tabela 2, percebe-se que a diferença de volume entre corte e aterro é a respectiva notação a seguir:

Volume de corte (**VC**) menos Volume de aterro (**VA**), que será calculado pela seguinte equação $VC - VA = 1200,63 - 1154,77 = 45,86 \text{ m}^3$. Com isso nota-se que sobraram $45,86 \text{ m}^3$ de solo na plataforma 1.

2.4.6. Determinação da Cota Média:

Plataforma 2: Representada pela Figura 5. Foi projetada de acordo com a primeira hipótese “plano final horizontal sem a imposição de uma cota final determinada”. Dessa forma, a Tabela 3 apresenta o cálculo da cota média, a qual, se aplicada, vai equilibrar os volumes de corte e aterro.

Calculo da cota média (Planilha Eletrônica):

Tabela 3 - Determinação da cota média plataforma 2: planilha Excel.

Peso De Cada Vértice				Determinação do Número de Vértice				
Peso 01	Peso 02	Peso 03	Peso 04		Peso 01	Peso 02	Peso 03	Peso 04
741,634	741,634	0	741,116		4	16	0	15
741,924	741,601	0	741,163	Total	4	32	0	60
739,444	741,641	0	741,187	Σ	96			
739,454	741,702	0	741,259	Altura Média				
2962,456	741,824	0	741,447	Σ	Cota	71.100,794		
	741,083	0	740,474	Σ	Peso	96		
	740,523	0	740,493	Hm		740,633		
	740,021	0	740,507	$h_m = \frac{\Sigma \text{Pesos Ponderados}}{\Sigma \text{Vértices}} =$				
	739,401	0	740,617					
	739,375	0	740,706					
	739,404	0	740,025					
	739,458	0	740,145					
	739,520	0	740,136					
	740,312	0	740,182					
	740,748		740,278					
	741,452	Total	11.109,735					
	11.849,699							
Σ Total	25.922	Σ Total C. P	71.100,794					

Fonte: Autor (2019)

Conforme calculado e apresentado na tabela 3, a cota média calculada é de 740,633 m.

2.4.7. Desenvolvimento das Seções e Respectivas áreas - CAD:

Os cortes longitudinais da plataforma 2 estão representados pelas Figuras 13,14,15,16,17,18 e 19, com as respectivas áreas de corte e aterro.

Seção A:

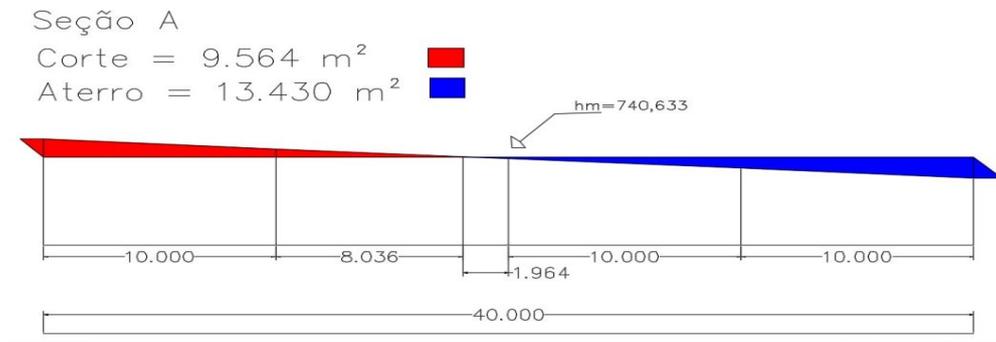


Figura 13 – Seção A – AutoCad
Fonte: Autor (2019)

Seção B:

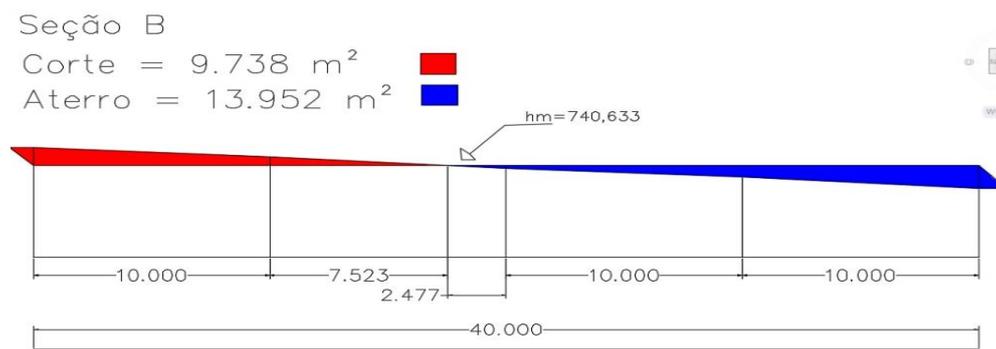


Figura 14 – Seção B – AutoCad
Fonte: Autor (2019)

Seção C:

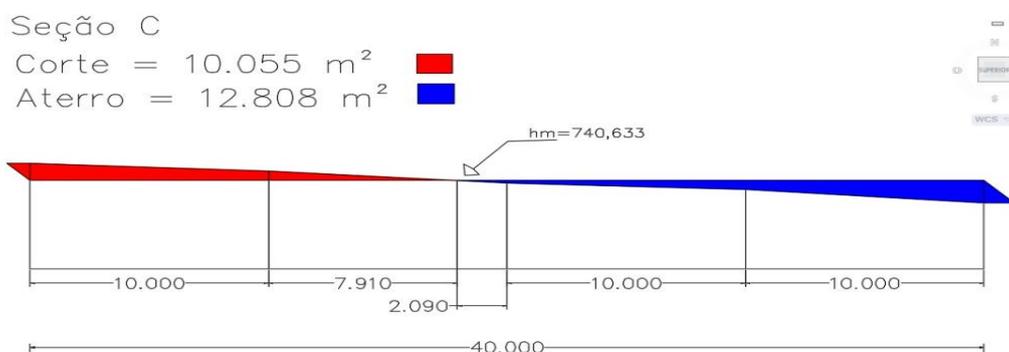


Figura 15 – Seção C – AutoCad
Fonte: Autor (2019)

Seção D:

Seção D

Corte = 10.575 m² ■

Aterro = 12.617 m² ■

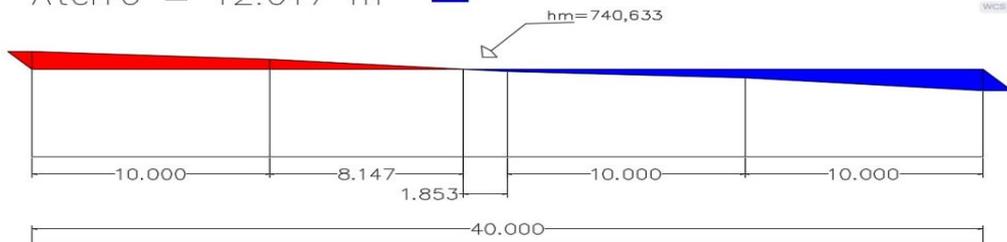


Figura 16 – Seção D – AutoCad

Fonte: Autor (2019)

Seção E

Seção E

Corte = 12.098 m² ■

Aterro = 11.155 m² ■

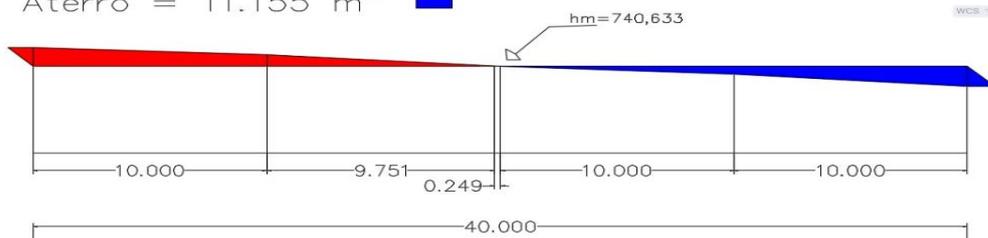


Figura 17 – Seção E – AutoCad

Fonte: Autor (2019)

Seção F

Seção F

Corte = 15.231 m² ■

Aterro = 9.432 m² ■

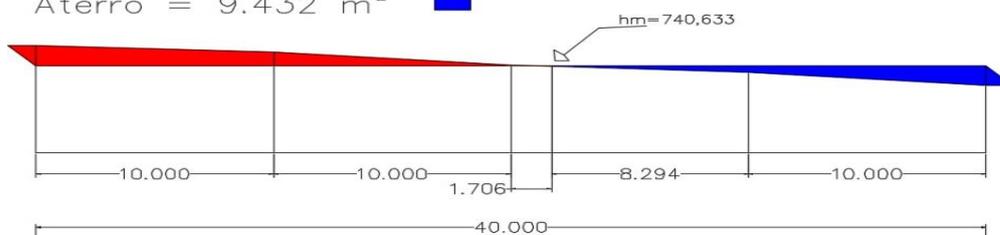


Figura 18 – Seção F – AutoCad

Fonte: Autor (2019)

Seção G

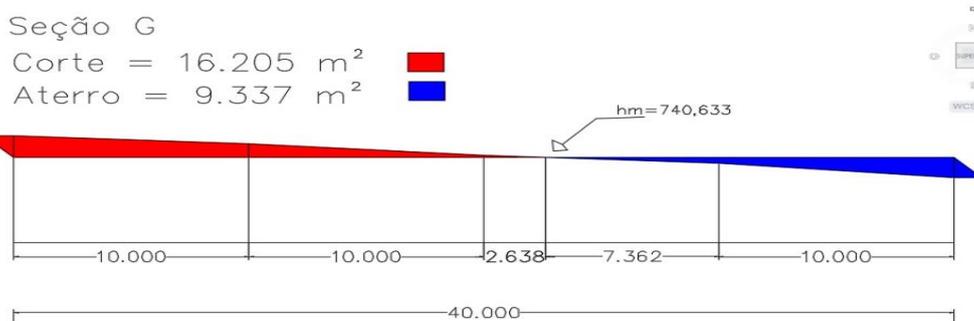


Figura 19 – Seção G – AutoCad

Fonte: Autor (2019)

2.4.8. Cálculo do volume obtido através das seções.

Na Tabela 4 são apresentados os cálculos dos volumes de corte e aterro das respectivas seções vistas anteriormente pelo método das seções.

Tabela 4 - Determinação do volume de corte e aterro: planilha Excel.

Cálculo do Volume Corte e Aterro					
Seção	A. Corte m ²	A. Aterro m ²	Distância m	V. Corte m ³	V. Aterro
A	9,564	13,430	10	47,82	67,15
B	9,738	13,952	10	97,38	139,52
C	10,055	12,808	10	100,55	128,08
D	10,575	12,617	10	105,75	126,17
E	12,098	11,155	10	120,98	111,55
F	15,231	9,432	10	152,31	94,32
G	16,205	9,337	10	81,025	46,685
			Total	705,815	713,475

Fonte: Autor (2019)

Mediante os dados apresentados na Tabela 4, percebe-se que a diferença de volume entre corte e aterro é a respectiva notação a seguir:

Volume de aterro (**VA**) menos Volume de corte (**VC**) que será calculado pela seguinte equação $VA - VC = 713,475 - 705,815 = 7,93 \text{ m}^3$ nota-se que sobraram $7,93 \text{ m}^3$ de solo na plataforma 2.

2.4.9. Civil3D

O conceito BIM prevê a construção em ambiente 3D virtual de objetos característicos e não da sua representação. Tais objetos chamados de objetos inteligentes (objetos paramétricos de construção), apresentam, além das propriedades espaciais associadas à sua representação, propriedades intrínsecas aos mesmos (FREITAS, 2014, p.33).

Nota-se que o BIM fornece toda informação necessária aos desenhos, à expressão gráfica, à análise construtiva, à quantificação de trabalhos e tempos de desempenho, do início do projeto até o término da obra. Assim os dados para legalização do projeto são automaticamente associados a cada um dos dados que o constituem. (EASTMAN, TEICHOLZ, SACKS, & LISTON, 2014).

Após os serviços de campo, foram levados todos os dados para o escritório, onde foram importados e carregados no Civil 3D. Esses dados são extensões providas da estação total em formato TXT - (TXT são arquivos de texto, que é uma espécie de ficheiro informático que é estruturado como uma sequência de linhas.) Através dos dados projetam-se as devidas plataformas. Inicialmente foi aplicada ao projeto a cota média já calculada anteriormente para as devidas plataformas.

A Figura 21 apresenta a projeção da plataforma 1 no Autodesk Civil3D no sentido perpendicular às curvas de nível, mostrando os taludes com a inclinação estabelecida de projeto 1/1.

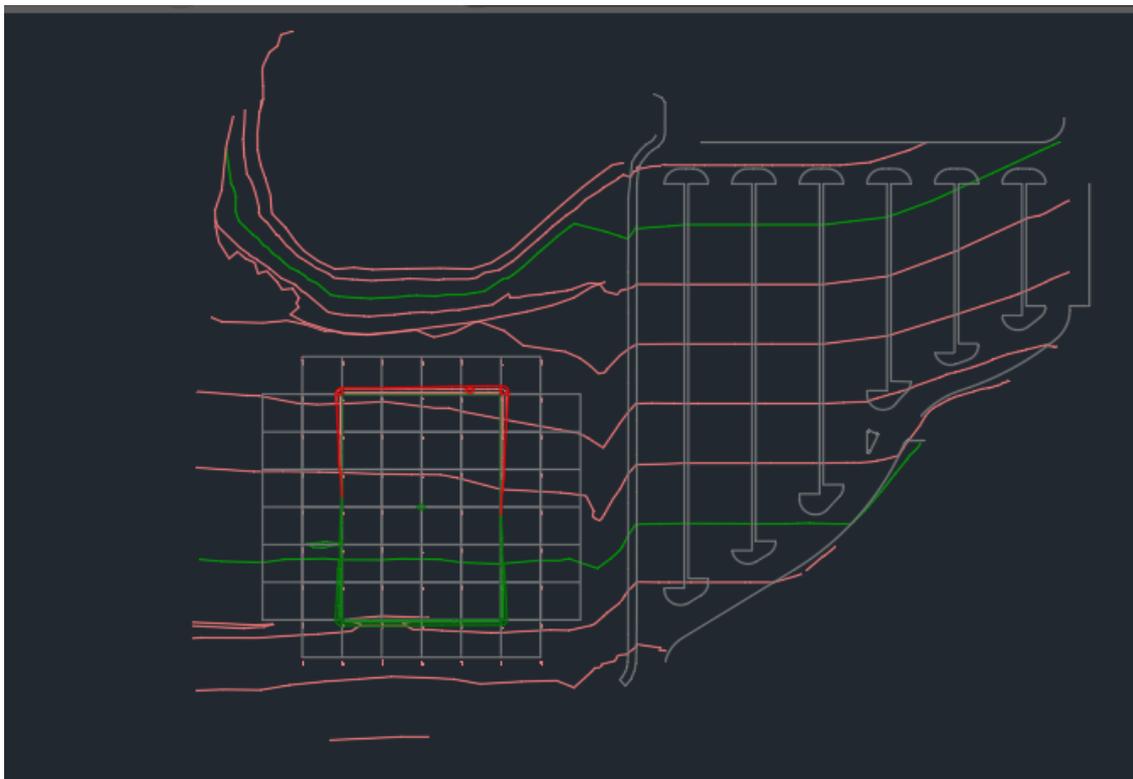


Figura 20 – determinação da superfície: Civil 3D.

Fonte: Autor (2019)

Aplicada a cota média de 740.605 m, conforme já mostrado na Tabela 1, projeta-se a plataforma 1 através da base de dados vinda da topografia. Pede-se para o *software* calcular o corte e aterro. Percebe-se que o *software* é prático para esse tipo de projeto, pois necessita apenas de que se delimite o perímetro da área do projeto e das cotas dos seus vértices. Sendo a área plana nivelada, se utiliza apenas uma única cota para todos os vértices. A Figura 21 apresenta as configurações da plataforma 1 e os resultados da volumetria por comparação de superfícies.

Determinação dos volumes por comparação de superfícies

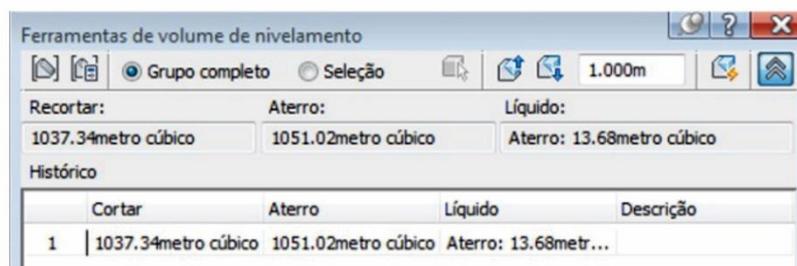
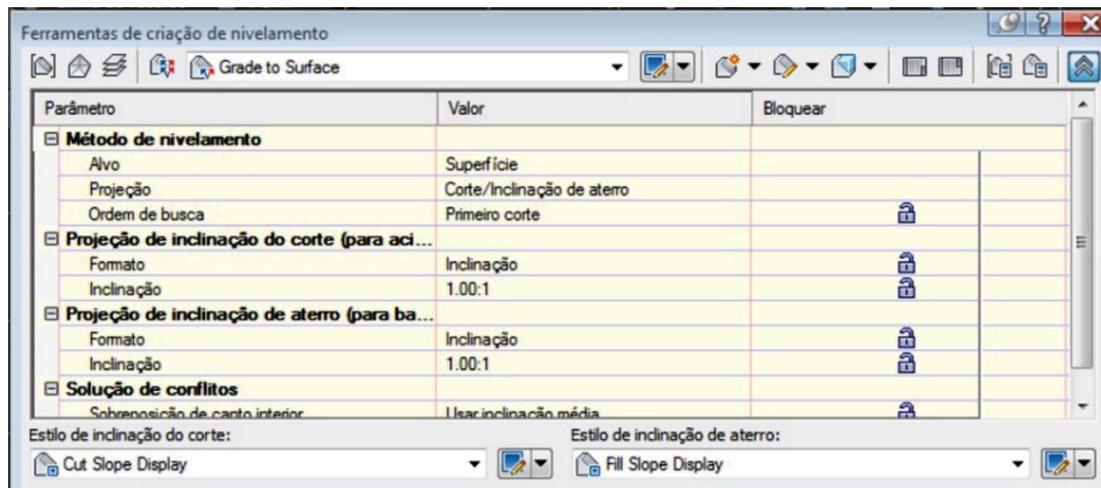


Figura 21 – Quantitativo de Corte e aterro Civil 3D.

Fonte: Autor (2019)

Plataforma 2: Representada pela Figura 22, que apresenta a projeção da plataforma 2 no Autodesk Civil3D no sentido paralelo às curvas de nível, mostrando os taludes com a inclinação estabelecida de projeto 1/1.

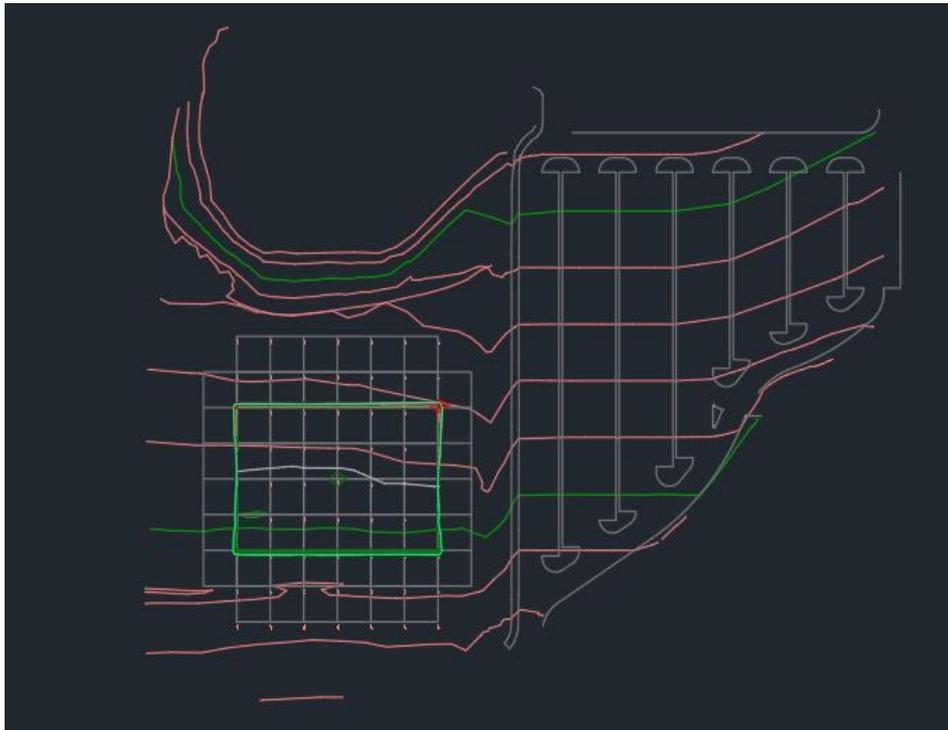


Figura 22 – determinação da superfície plataforma 2: Civil 3D.

Fonte: Autor (2019)

A Figura 23 mostra a determinação dos volumes por comparação de superfícies e os resultados da volumetria.

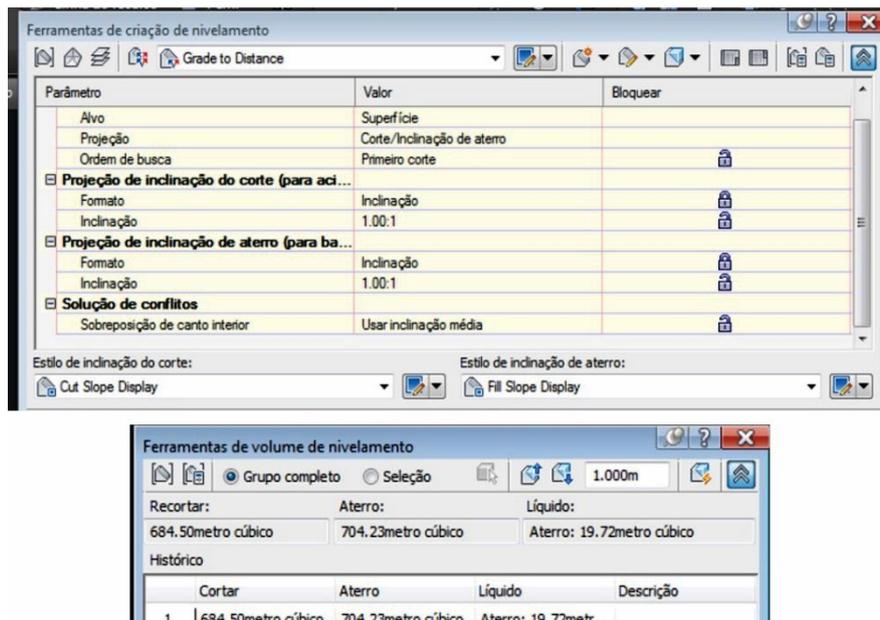


Figura 23 – Quantitativo de Corte e aterro Civil 3D.

Fonte: Autor (2019)

3. Resultados e Discussão

3.3. Resultados dos Volumes de Corte e Aterro entre as plataformas 1 e 2 (AutoCad).

Plataforma 1		Plataforma 2	
PERPENDICULAR		PARALELA	
ÁREA	2400 m ²	ÁREA	2400 m ²
Número de seção	5	Número de seção	7
Inclinação	1:001	Inclinação	1:001
Peso 1	2962,683 m	Peso 1	2962,456 m
Peso 2	11849,964 m	Peso 2	11849,699 m
Peso 3	0 m	Peso 3	0 m
Peso 4	11108,870 m	Peso 4	11109,735 m
Nº Vértice Peso 1	4	Nº Vértice Peso 1	4
Nº Vértice Peso 2	16	Nº Vértice Peso 2	16
Nº Vértice Peso 3	0	Nº Vértice Peso 3	0
Nº Vértice Peso 4	15	Nº Vértice Peso 4	15
Cota média	740,605 m	Cota média	740,633 m
Volume Corte	1200,63 m ³	Volume Corte	705,815 m ³
Volume Aterro	1154,77 m ³	Volume Aterro	713,475 m ³
Diferença Corte e Aterro	45,86 m ³	Diferença Aterro e Corte	7,66 m ³
Diferença v. Corte Plat 1 - 2	494,815 m ³ +	Diferença v. Corte Plat 2 - 1	494,815 m ³ -
Diferencia v. Aterro Plat 1 - 2	441,30 m ³ +	Diferencia v. Aterro Plat 2 - 1	441,30 m ³ -

Quadro 1 – Cálculo de volume de corte e aterro entre as plataformas 1 e 2 - AutoCAD

Fonte: Autoria própria (2019)

Conforme os resultados obtidos no Quadro 1, a plataforma 1 está perpendicular às curvas de nível e a plataforma 2, paralela. Ambas foram projetadas no *software* AutoCad, pretendo, com isso, analisar os dados observados e definir qual plataforma irá obter o menor volume de corte, que é algo que influencia diretamente no custo da obra. A que conter o menor volume de corte é a mais viável

O Quadro 1 também mostra que as plataformas têm a mesma área de 2400 m² e o que difere uma da outra é a quantidade de seções, tendo a plataforma 1, 5 seções, e a plataforma 2, 7 seções. Com base nesses dados foi entendido que a plataforma 1 tem um volume de corte de 1200,63 m³, enquanto a plataforma 2 tem um volume de corte de 705,815 m³, sendo, com isso, a mais viável para implantação do platô. Após essa análise, foi feita uma comparação entre as duas plataformas, AutoCad e civil3D, no desenvolvimento da mesma plataforma, no caso, a 2.

3.4. Resultados dos Volumes de Corte e Aterro entre as plataformas 2 AutoCad e plataforma 2 Civil3D

Plataforma Civil 3D		Plataforma 2 AutoCad	
PERPENDICULAR		PARALELA	
ÁREA	2400 m ²	ÁREA	2400 m ²
Superfície 01	Superfície 02	Número de seção	7
Inclinação	1:001	Inclinação	1:001
Peso 1	0	Peso 1	2962,456 m
Peso 2	0	Peso 2	11849,699 m
Peso 3	0	Peso 3	0 m
Peso 4	0	Peso 4	11109,735 m
Nº Vértice Peso 1	0	Nº Vértice Peso 1	4
Nº Vértice Peso 2	0	Nº Vértice Peso 2	16
Nº Vértice Peso 3	0	Nº Vértice Peso 3	0
Nº Vértice Peso 4	0	Nº Vértice Peso 4	15
Cota média	740,633 m	Cota média	740,633 m
Volume Corte	684,500 m ³	Volume Corte	705,815 m ³
Volume Aterro	704,230 m ³	Volume Aterro	713,475 m ³
Diferença Corte e Aterro	19,732 m ³	Diferença Aterro e Corte	7,66 m ³
Diferença v. Corte Plat Civil 3D - 2	21,315 m ³ -	Diferença v. Corte Plat 2 - Civil 3D	21,315 m ³ +
Diferença v. Aterro Plat Civil 3D - 2	9,245 m ³ -	Diferença v. Aterro Plat 2 - Civil 3D	9,245 m ³ +

Quadro 2 – Cálculo de volume de corte e aterro entre as plataformas 2 AutoCAD e plataforma2 Civil3D

Fonte: Autoria própria (2019)

O Quadro 2 demonstra todos os dados obtidos através dos cálculos de volumetria das ferramentas *BIM* e AutoCad, sendo ambos alimentados com as mesmas informações, tais como cota média 740,633 m e mesma área de terreno. O que difere um do outro é que no AutoCad o cálculo se faz pelo os métodos das seções, enquanto que no civil3D, o cálculo de volumetria é feito através de comparação de superfície. O civil3D se mostra mais eficiente, pois com ele é obtido um menor valor de corte, sendo de 684,500 m³, enquanto no AutoCad o volume de corte foi de 705,815 m³, totalizando uma diferença de um para outro de 21,315 m³ de corte. Portanto, o uso do *software BIM*

civil3D torna-se mais eficiente para este tipo de trabalho, uma vez que o mesmo demanda menos tempo de trabalho e consegue resultados coerentes ao do AutoCad, que é um *software* confiável, desde que sejam feitos todos os cálculos das seções corretamente. Com isso, o civil3D pode ser utilizado para este tipo de projeto e possibilita uma visualização 3D da real situação de como será visto posteriormente, ao tornar-se prático o trabalho.

4. Modelo Digital de Terreno - MDT.

Um modelo de elevação digital é uma representação em 3D da superfície de um terreno, e é criada a partir dos dados de elevação de um terreno.

A criação do MDT facilita na hora de execução do projeto e consegue perceber as incompatibilidades entre os mesmos. As Figuras 24 e 25 apresentam as plataformas 1 e 2 na forma de modelo de elevação do terreno em três dimensões.

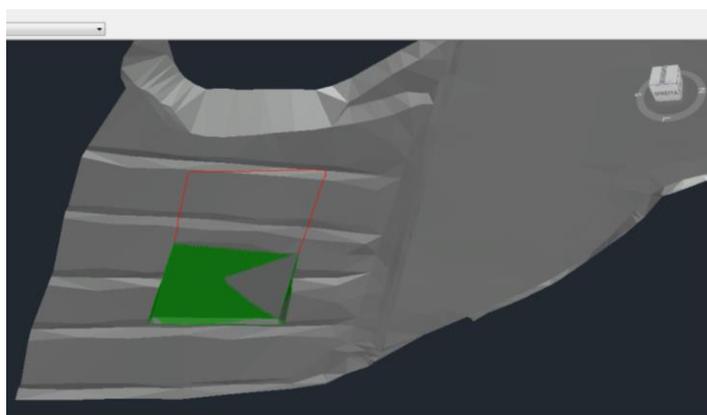


Figura 24 – MDT plataforma 1: Civil 3D.

Fonte: Autor (2019)

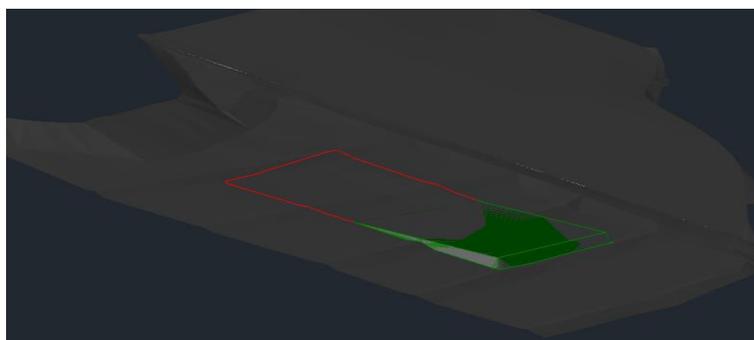


Figura 25 – MDT plataforma 2: Civil 3D.

Fonte: Autor (2019)

5. Conclusões

Foi entendido que foi possível usar uma ferramenta de desenho gráfico como AutoCad para a criação das plataformas, sendo uma perpendicular às curvas de nível e a outra paralela, porém ela requer mais atenção para projetar um platô, além de ser necessário realizar a maior parte dos cálculos manualmente, através da planilha eletrônica Excel, para só depois importa-los para o programa, alimentando-o com essas informações. Nesse software se fez necessário a criação de seções a cada intervalo de 10 em 10 metros para se obter a área de cada seção transversal, totalizando 22 seções, o que o distancia da necessidade atual, que é produtividade e eficiência nos resultados, pois caso tenha que fazer alguma alteração de projeto terá que recalculá-lo tudo novamente, fato que demanda tempo e trabalho para correção.

Já com o uso da plataforma BIM (Civil 3D), obteve-se uma maior agilidade no serviço proposto, pois o mesmo se destaca com a criação de objetos, chamados de objetos inteligentes (objetos paramétricos de construção) e, apresentam, além das propriedades espaciais associadas à sua representação, propriedades intrínsecas aos mesmos. Possui uma facilidade em exportar dados provenientes de outras plataformas, possuindo compatibilidade e gerando uma malha de ponto que resultará na superfície de trabalho. Com a superfície determinada cria-se um retângulo onde será determinado o platô do projeto, inserindo sua cota desejada. Com isso a própria plataforma entende que o que foi gerado é uma superfície de projeto e o mesmo faz a sua comparação entre as superfícies, realizando todo o cálculo de volumetria de corte e aterro, já projetando os taludes, o que facilita o andamento do trabalho. Caso tenha que se fazer alguma alteração, ela ocorrerá de forma rápida e segura, pois o próprio programa recalcula e entrega o resultado de imediato, aumentando a produtividade e ganho de tempo em comparação ao Auto CAD.

No decorrer deste projeto foi necessário analisar e dimensionar um platô corretamente e em sua devida posição. Isso faz com que, além de reduzir os custos da obra em questões de corte e aterro, se tenha um ganho em produtividade, pois ao se planejar corretamente a plataforma, os custos com movimentação de solos e gastos com máquinas e horas trabalhadas irão diminuir, tendo assim uma eficiência em trabalho com apenas um simples posicionamento da plataforma e o cálculo da sua cota média.

Diante de todo o exposto, conclui-se que com uma simples modificação de trabalho pode se obter grandes resultados e, com uso do *BIM*, esse processo torna-se mais eficiente, uma vez que caso necessite alterar a área, o programa atualiza os dados sem a necessidade de calcular tudo novamente como foi feito no AutoCad. Portanto, a produtividade e segurança de trabalho aumenta com o uso do *BIM*, uma vez que os resultados esperados foram positivos.

6. Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, o qual nos capacitou e nos deu forças para chegarmos até aqui. Foi Ele que foi o nosso único consolador nos momentos mais difíceis, quando não tínhamos em quem mais buscar forças para continuar.

Agradecemos aos nossos familiares, especialmente às nossas esposas e filhos e aos nossos pais, os quais estiveram conosco nesta luta, nos apoiando e nos ouvindo quando precisávamos desabafar nos momentos de aflição.

Agradecemos a instituição a qual estudamos, pelo apoio com os livros didáticos e laboratórios e aos professores que nos passaram tanto conhecimento nesta caminhada.

Agradecemos aos nossos amigos e irmãos que fizeram parte de nossa conquista e que de certa forma sempre torceram para nossa Vitória.

Agradecemos a todos, citados aqui ou não, mas que contribuíram para o nosso crescimento profissional e pessoal.

7. Referências

Borges, A. d. (1992). ***Topografia aplicada à Engenharia Civil***. São Paulo, SP, Brasil: Edgard Blücher Ltda. *Volume 2* (1ª Edição, 5ª Reimpressão - 2006).

BRANDÃO, R. d., & FERREIRA, E. d. (Maio de 2015). ***Aplicação Do BIM No Estudo De Obras De Infraestrutura Viárias e De Terraplenagem***. p. 45-47.

STALLIVIERE CORRÊA, Iran Carlos. ***Topografia Aplicada à Engenharia Civil***. Porto Alegre/RS. Departamento de Geodésia – IG/UFRGS. 13ª Edição.2012.

EASTMAN, C., TEICHOLZ, P., SACKS, R., & LISTON, K. (2014). **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Porto Alegre - RS: Bookman.

FREITAS, J. G. (03 de Setembro de 2014). **Metodologia BIM Uma Nova Abordagem, Uma Nova Esperança.** p. 132.

Técnicas, A. -A. (30 de Maio de 1994). **Execução de levantamento topográfico.** Rio de Janeiro, Brasil: Copyright © 1994.

Técnicas, A. A. (03 de Setembro de 1998). **Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento.** Rio de Janeiro, Brasil: Copyright © 1998.

VEIGA, L. A. (Setembro de 2007). **Topografia Calculo de Volumes.** p. 53.

VEIGA, L. A., ZANETTI, M. A., & FAGGION, P. L. (2012). **Fundamentos De Topografia.** Curitiba: UFPR.