UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

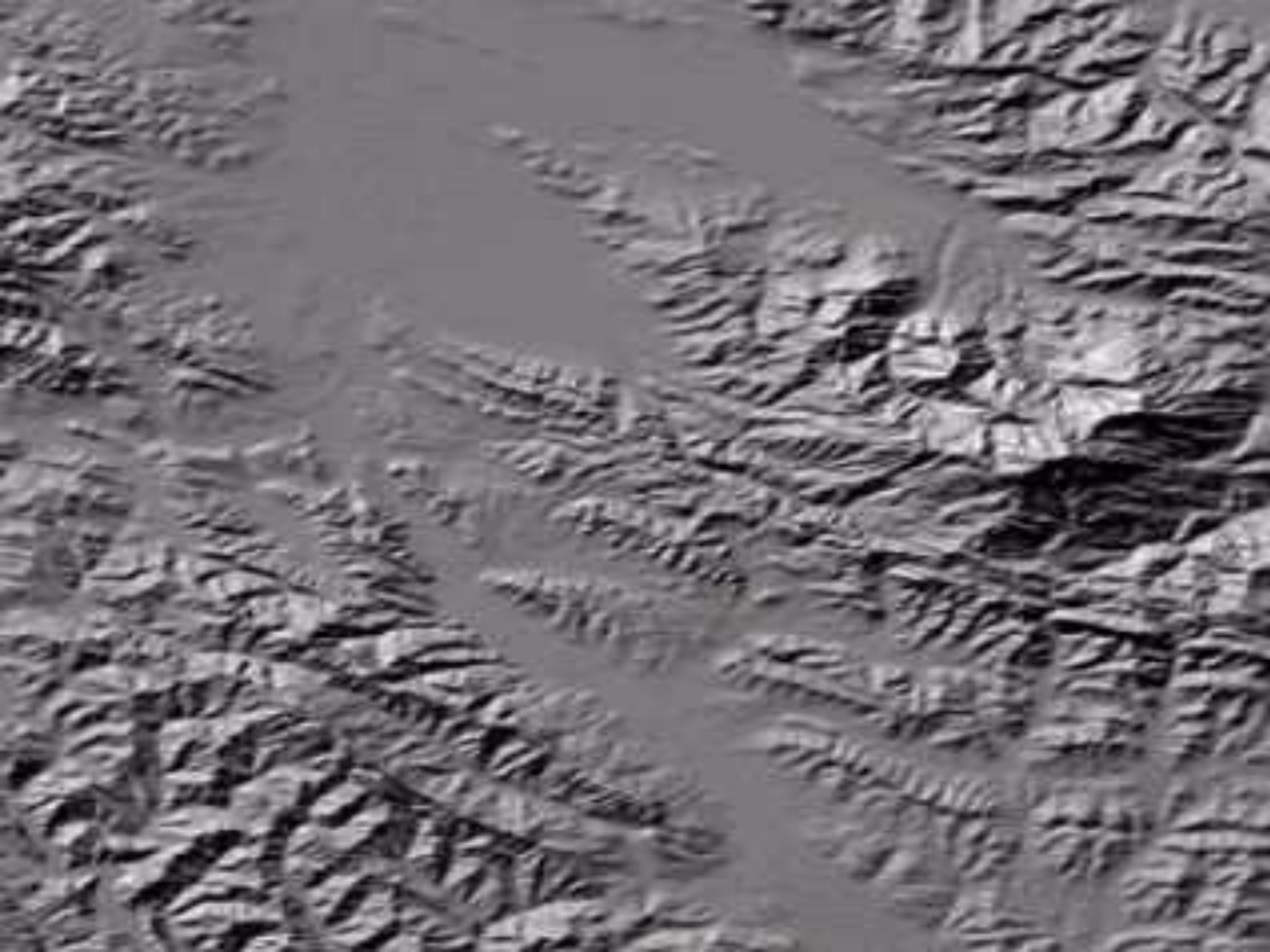
Terraplenagem para plataformas

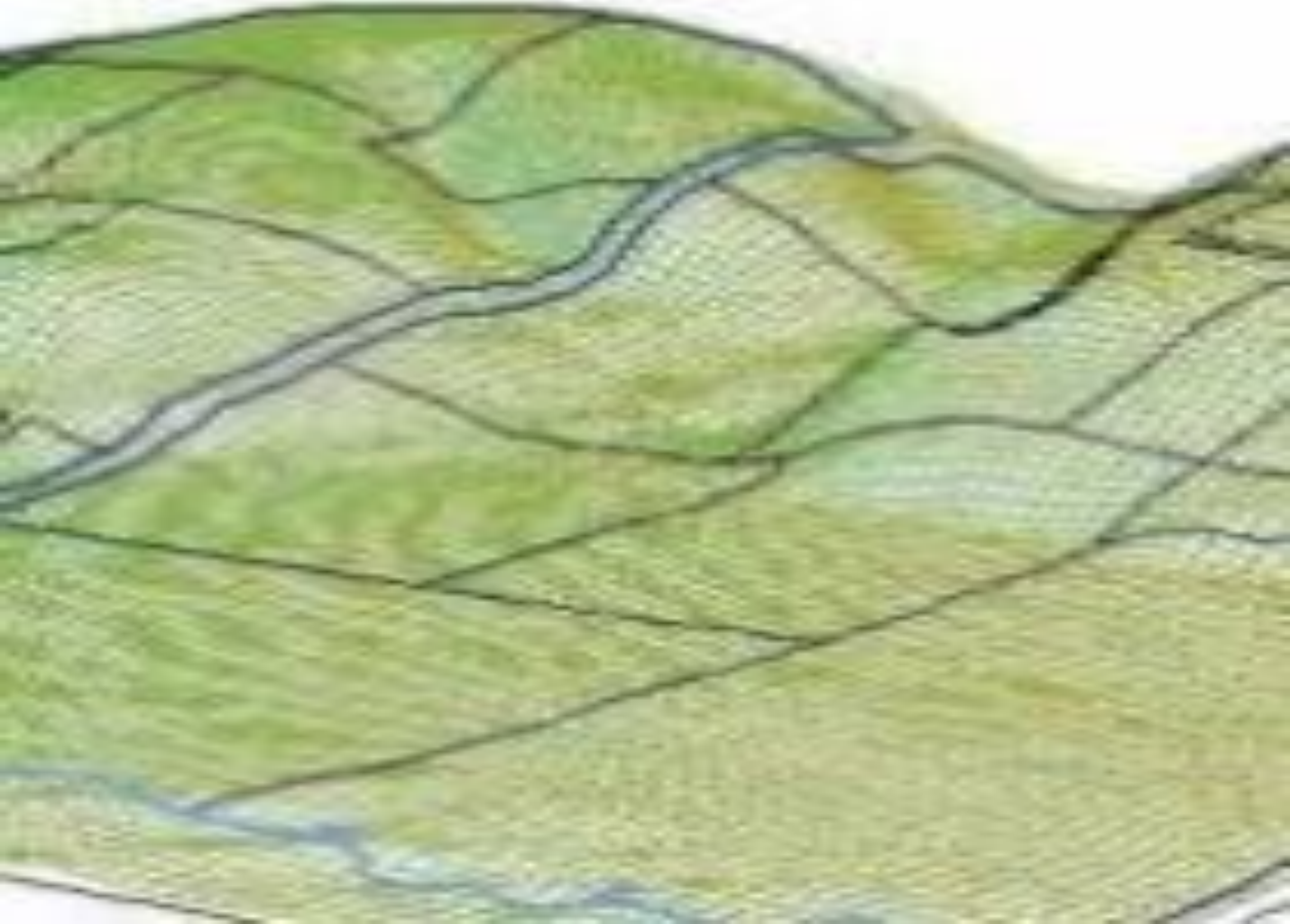
Prof. Assoc. Paulo C. L. Segantine

Antes de se iniciar os trabalhos com as máquinas para executar a terraplenagem, é necessário o conhecimento do modelo original do terreno.

⬇

planimetria e altimetria do terreno





Representação do terreno

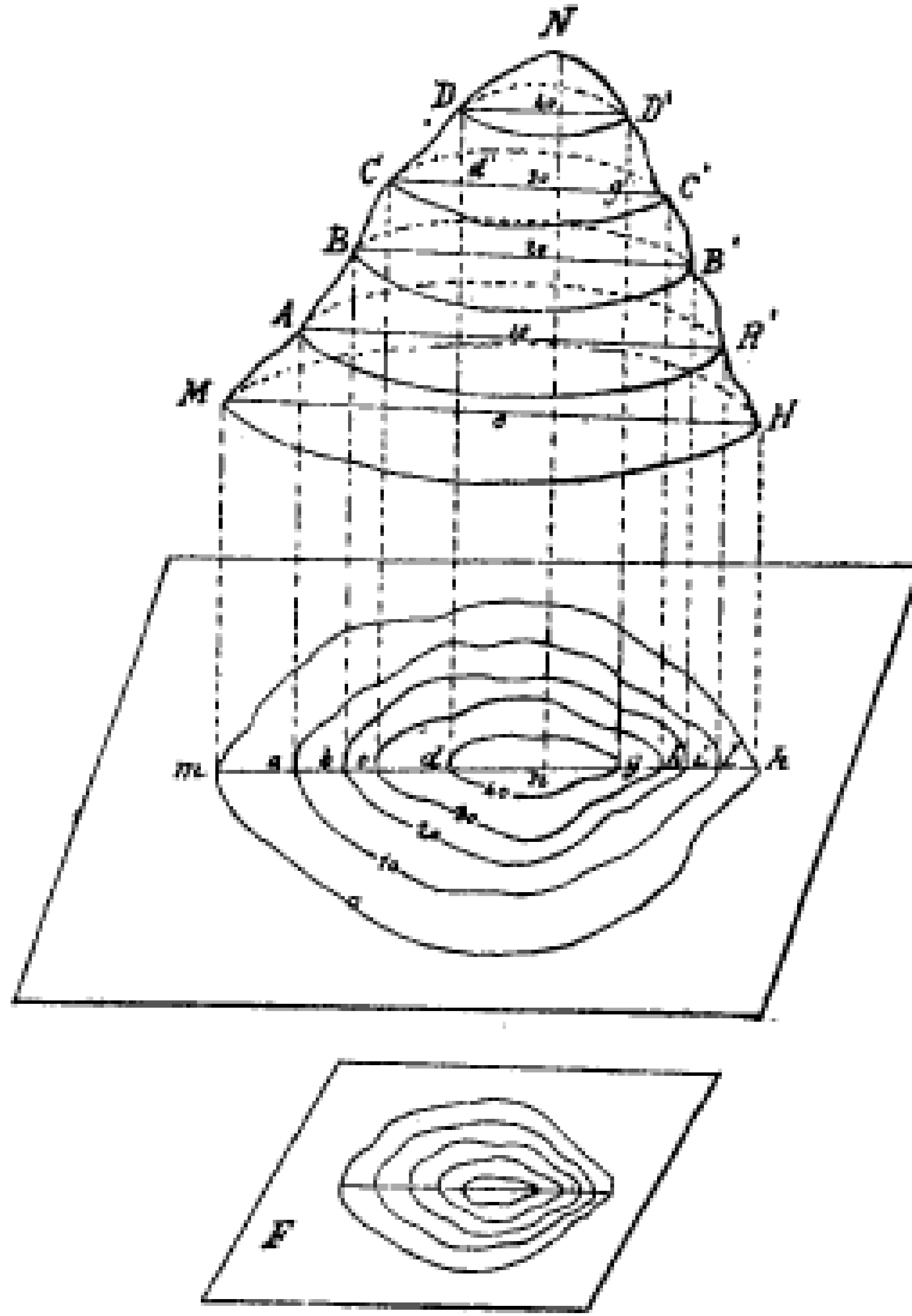


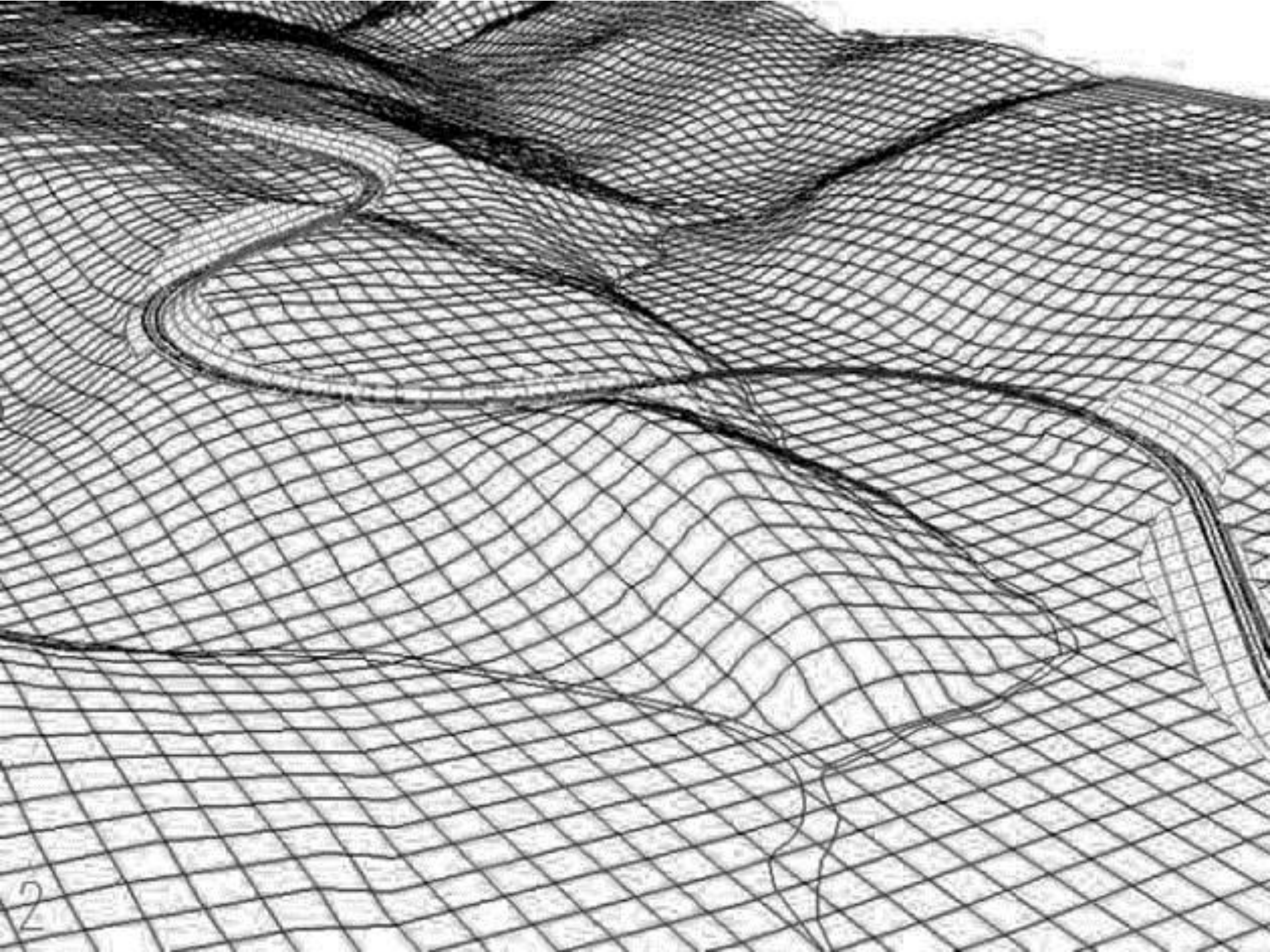
Fig. 1

O custo de uma operação de terraplenagem é dado basicamente pelos custos do corte e do transporte.

O método de levantamento mais apropriado para a obtenção das curvas de nível do terreno é a quadriculação.

O método de levantamento mais apropriado para a obtenção das curvas de nível do terreno é a quadriculação.

A área a ser trabalhada deve ser locada e em seguida quadriculada.


2

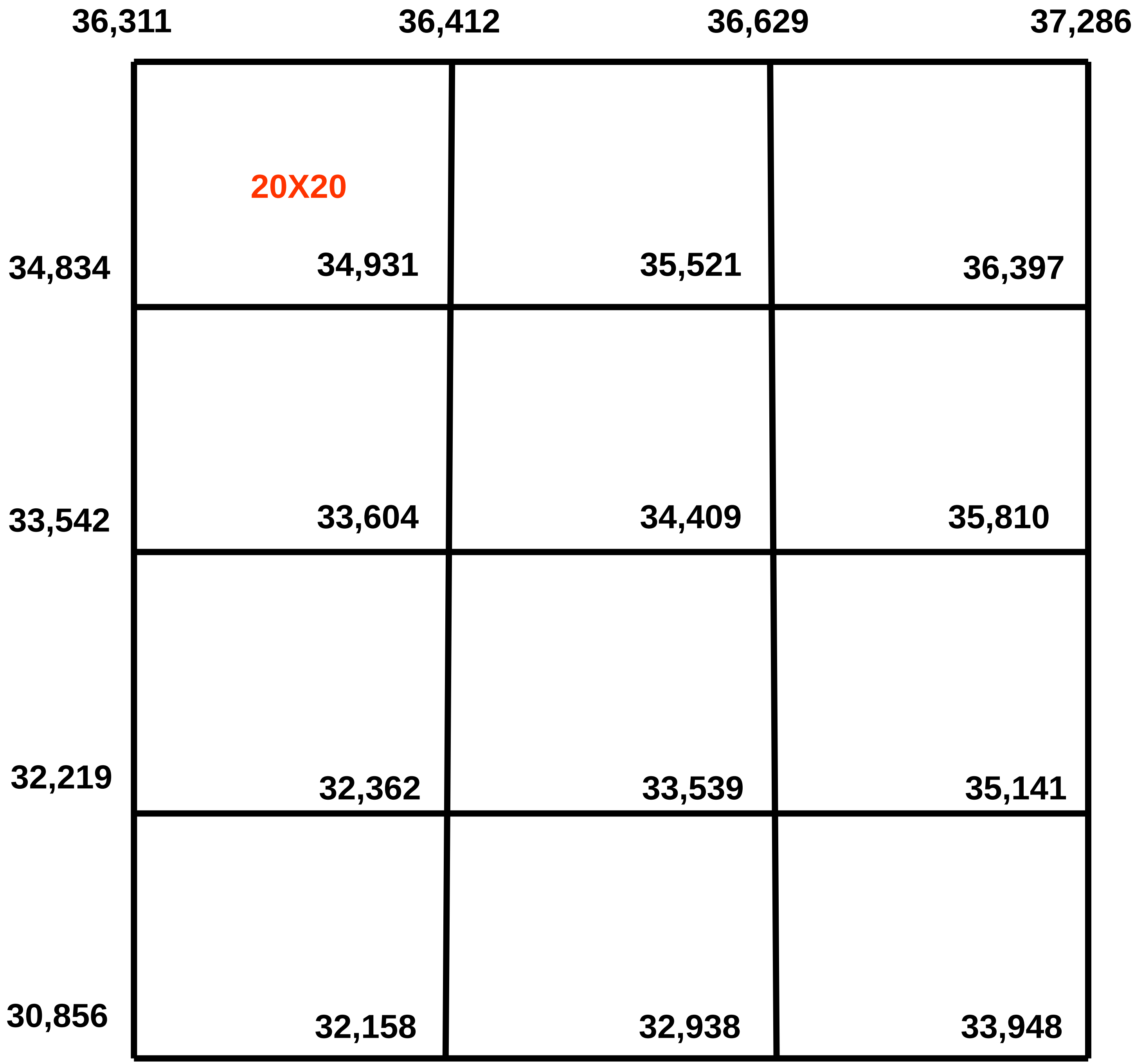
O lado do quadrado deve ser em função da extensão do trabalho e da topografia do terreno.

A terraplenagem do terreno poderá ser executada considerando-se as seguintes hipóteses:

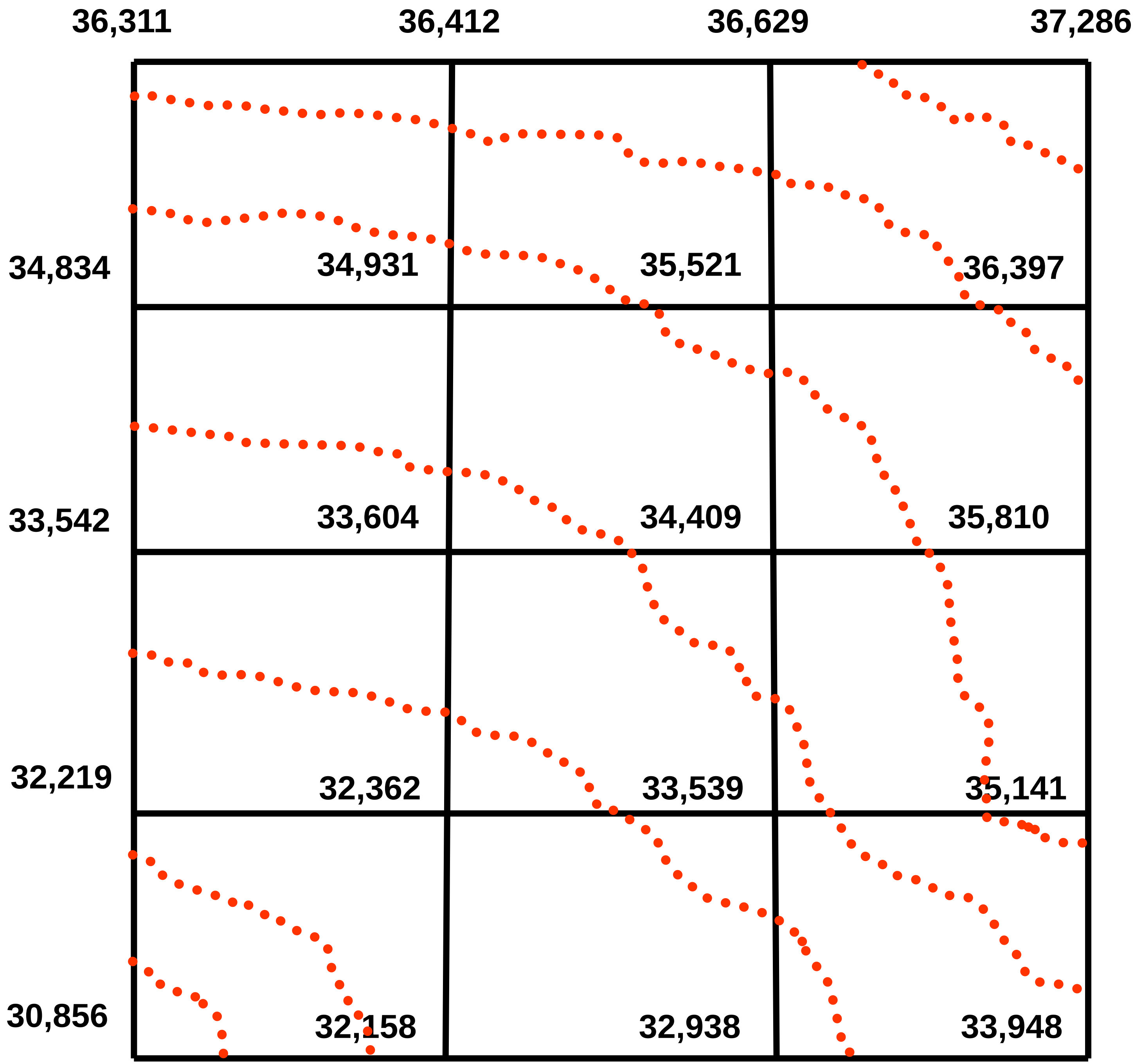
Hipótese 1

Plano final horizontal sem a imposição da altitude final determinada.

Seja um terreno com dimensões 60 X 80 metros, quadriculado de 20 em 20 metros, cujas altitudes estão representadas em seus vértices. Calcule a altitude que gera $V_c = V_a$ → altitude econômica

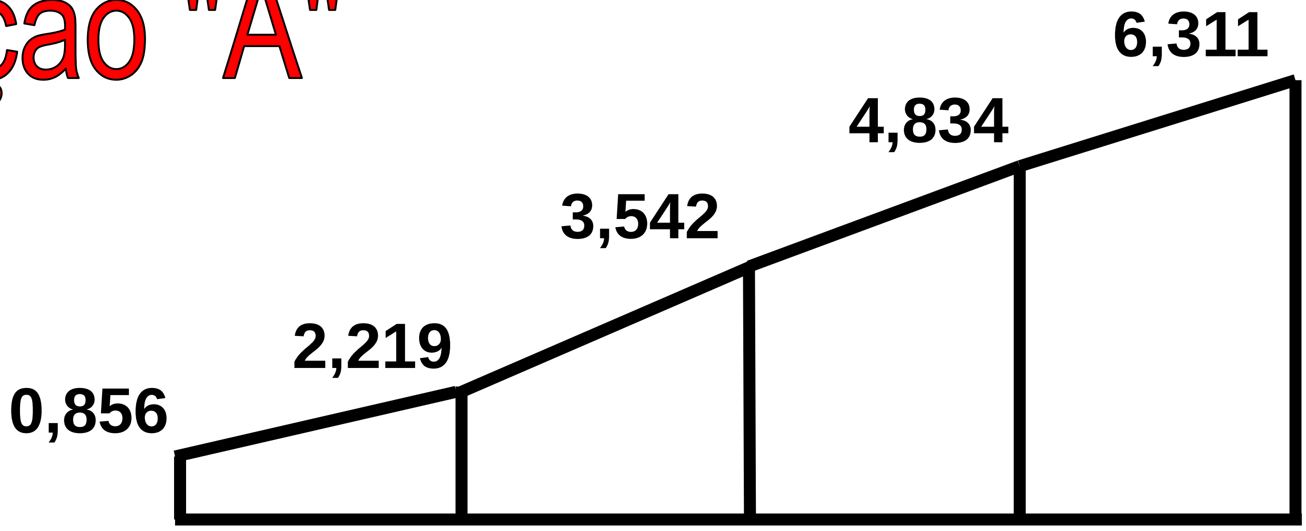


36,311
36,412
36,629
37,286
20X20
34,834
34,931
35,521
36,397
33,542
33,604
34,409
35,810
32,219
32,362
33,539
35,141
30,856
32,158
32,938
33,948


36,311
36,412
36,629
37,286
34,834
34,931
35,521
36,397
33,542
33,604
34,409
35,810
32,219
32,362
33,539
35,141
30,856
32,158
32,938
33,948

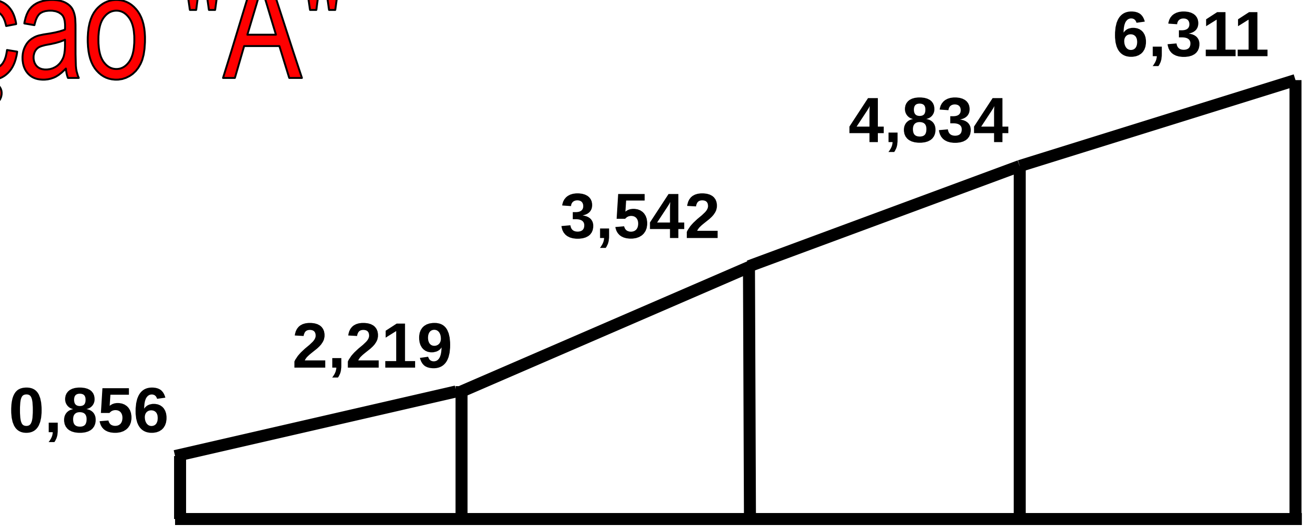
Cálculo do volume de terraplenagem pelo método das seções

Seção "A"



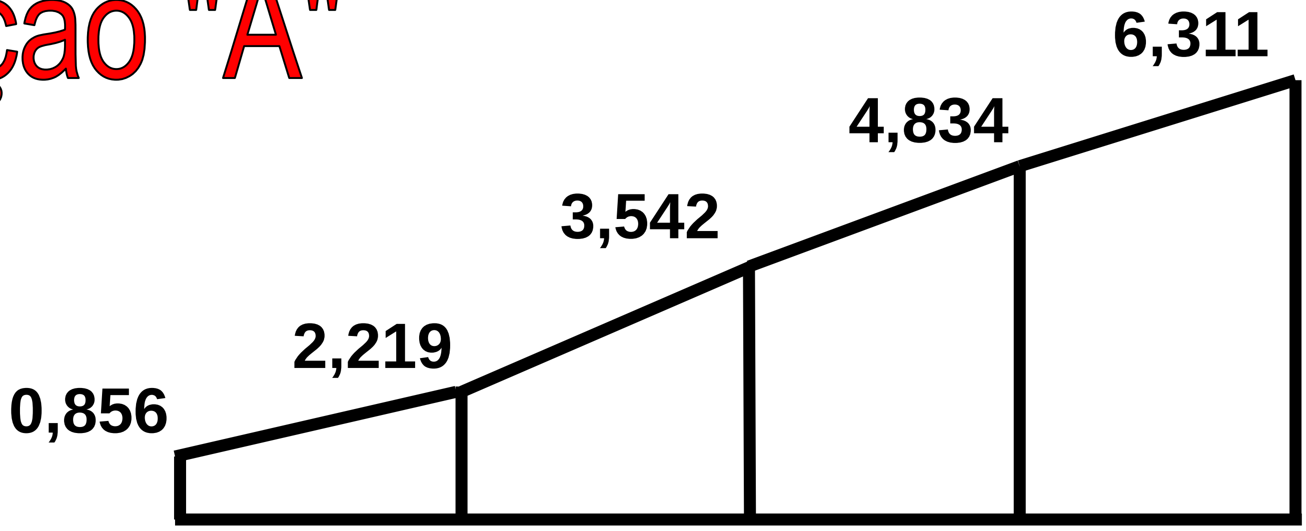
O cálculo da área da Seção “A” será executado considerando a altitude de referência igual a 30,000 metros.

Seção "A"



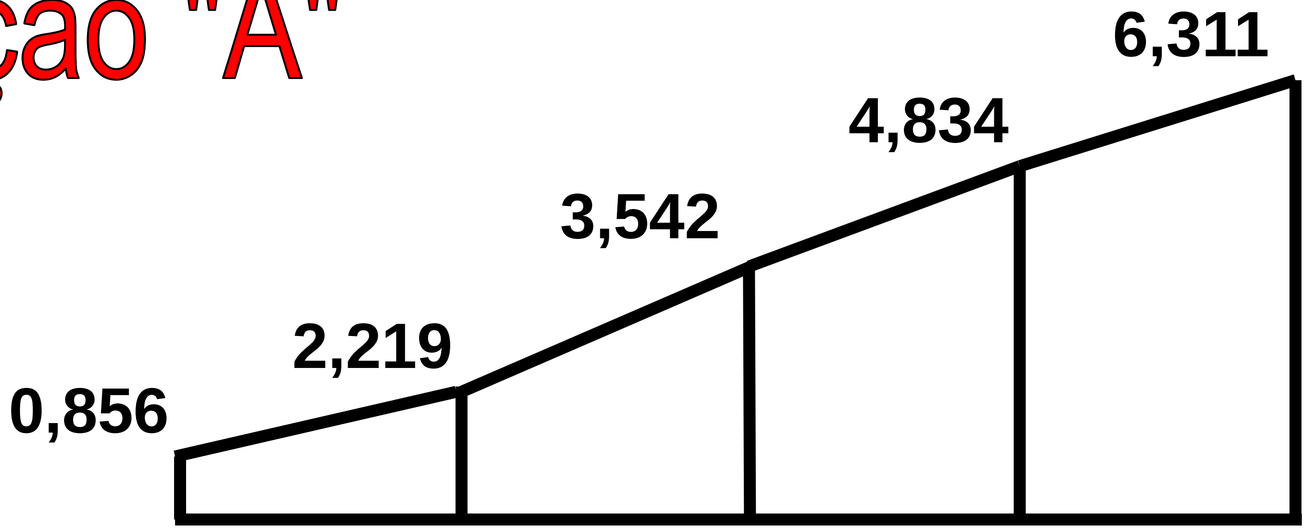
Aplicando o Métodos dos Trapézios – Fórmula de Bezout – para o cálculo da área da Seção “A”.

Seção "A"

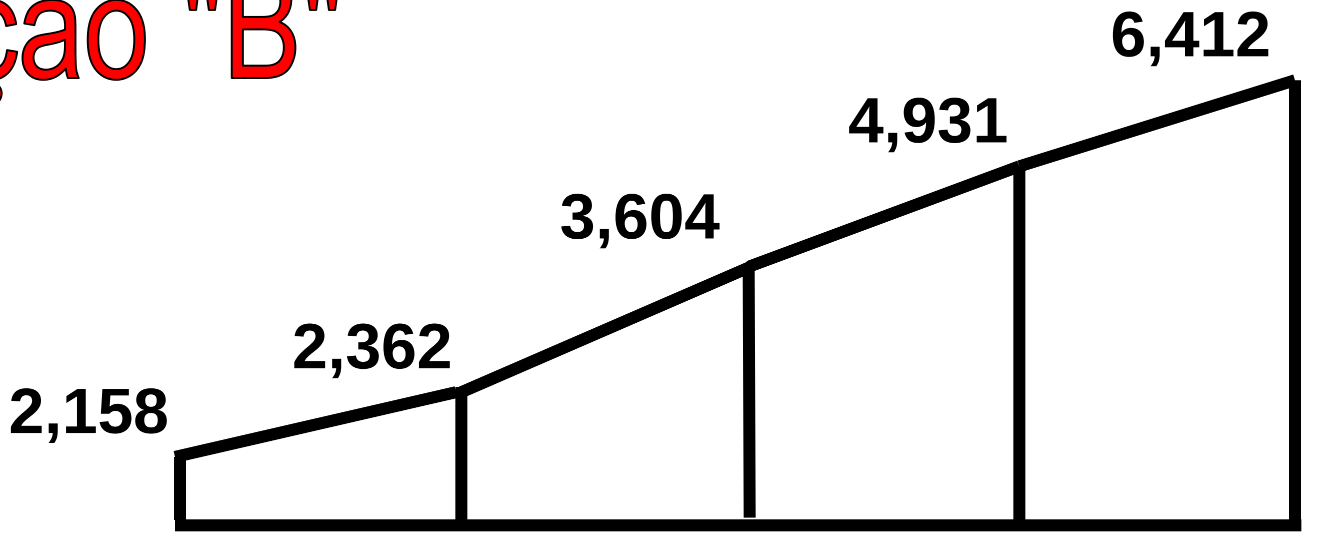


$$A_A = \frac{d}{2} * \left[\sum E + 2\sum I\right]$$

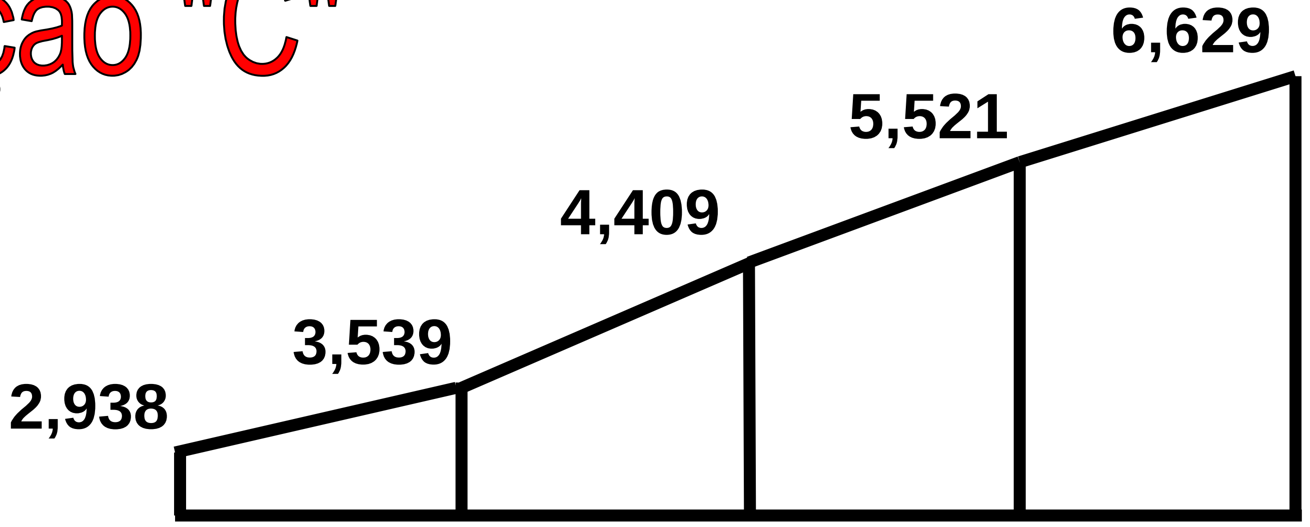
Seção "A"



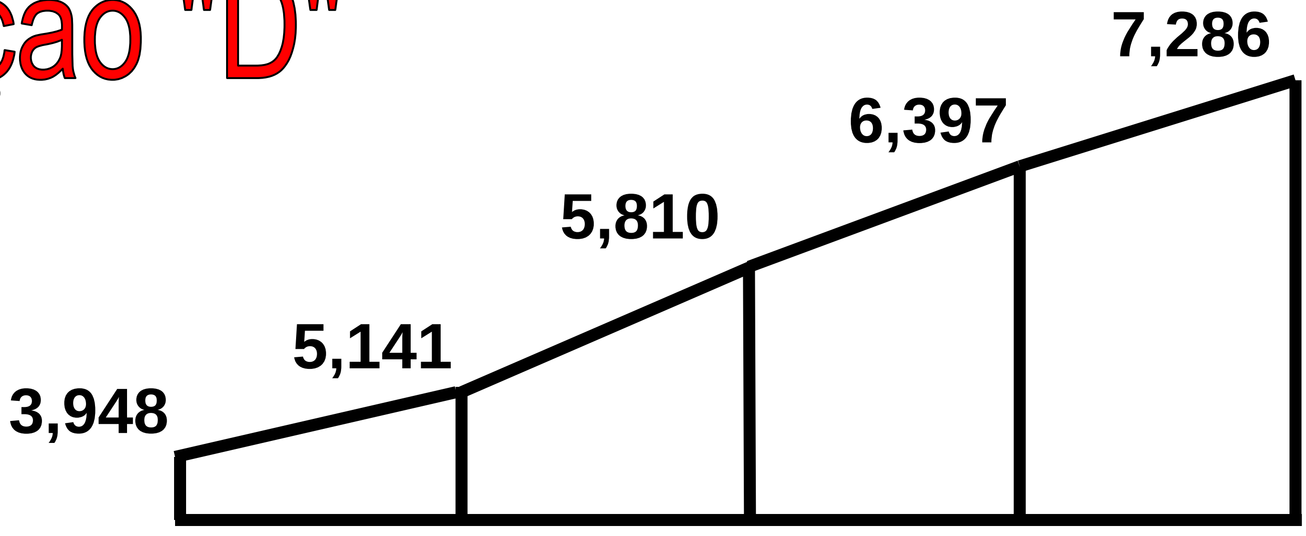
Seção "B"



Seção "C"



Seção "D"



O cálculo do volume entre as seções "A" e "B" pode ser estimado pela média aritmética das áreas das seções pelas distâncias entre elas.

$$V_{A-B} = \frac{d}{2} * \left(A_A + A_B\right)$$

Aplicando este conceito às demais seções, podemos generalizar e obtemos para o cálculo do volume total entre as seções a seguinte expressão:

$$V_{total} = \frac{d}{2} * \left[\left(A_A + A_D \right) + 2\left(A_B + A_C \right) \right]$$

$$V_{total} = \frac{d}{2} * \left[\left(A_A + A_D \right) + 2 \left(A_B + A_C \right) \right]$$

Este volume total representa o volume de um grande caixote em relação a altitude de 30,000 metros.

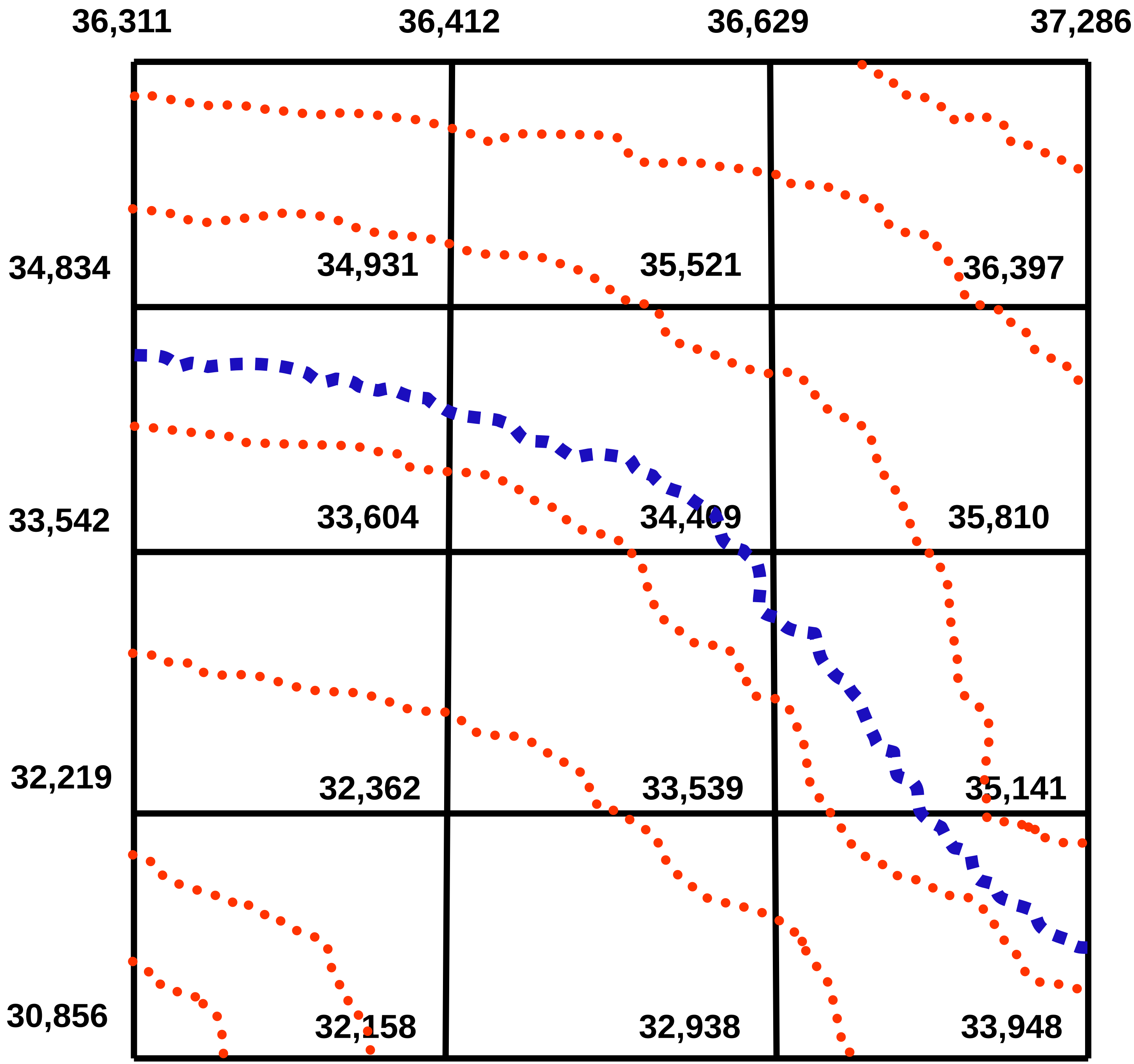
Se desejarmos que este volume continue no terreno com uma altitude uniforme, temos que encontrar uma altitude média para este caixote.

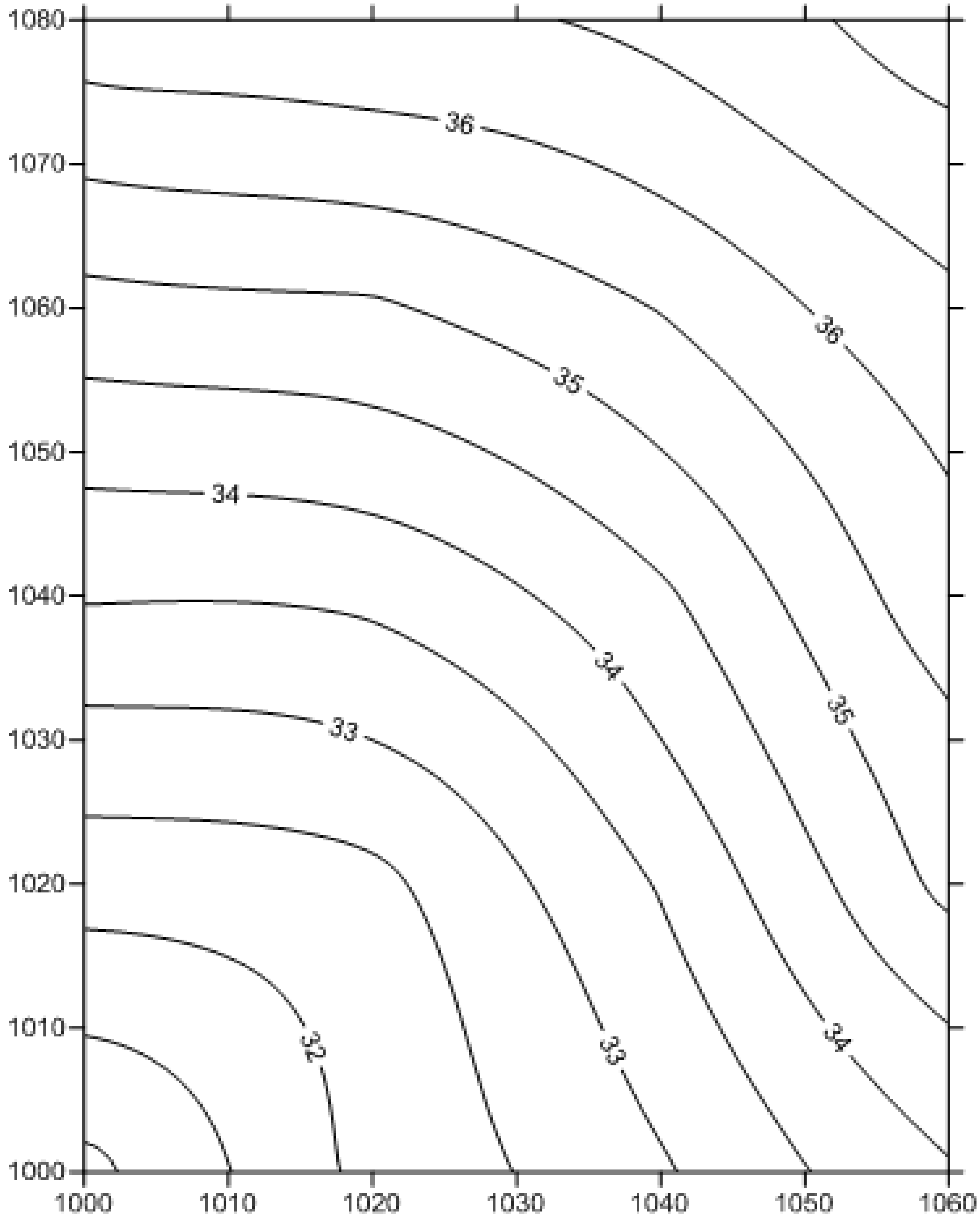
$$V_{total} = h_m * area$$

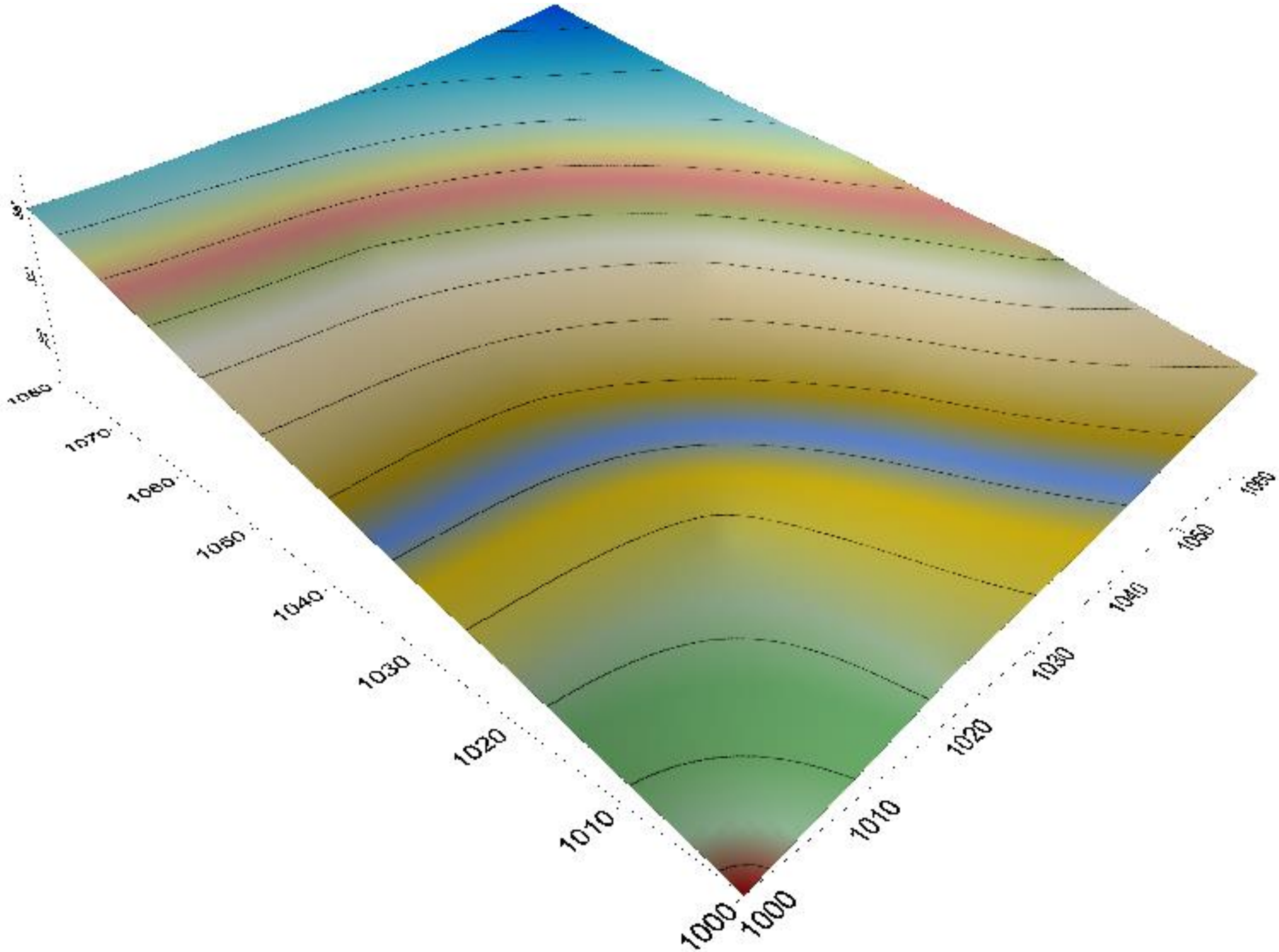
$$h_m = \frac{V_{total}}{area}$$

$$h_m = \frac{V_{total}}{area}$$

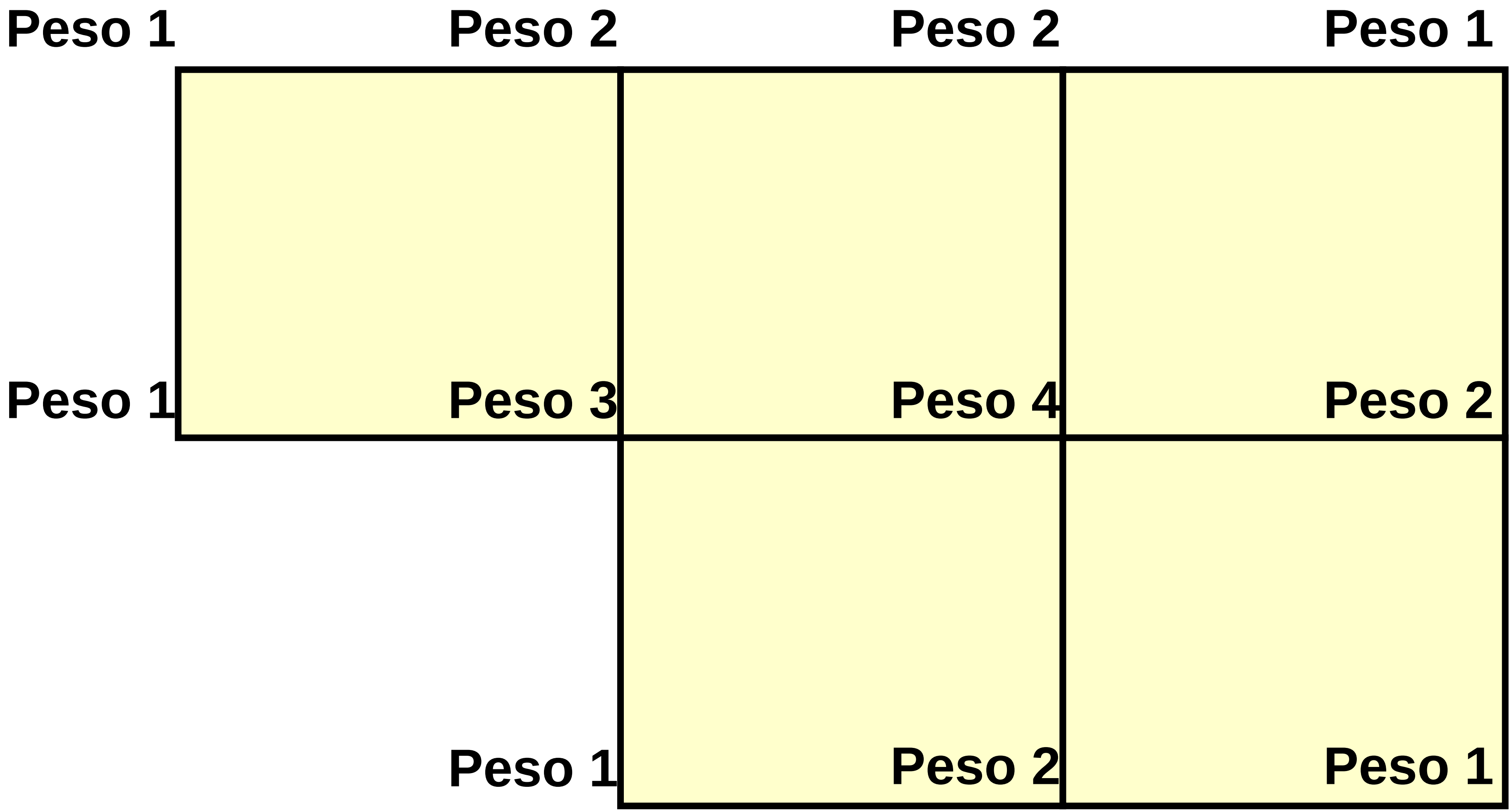
Portanto, a altitude do terreno que gera volume de corte igual ao volume de aterro é de:

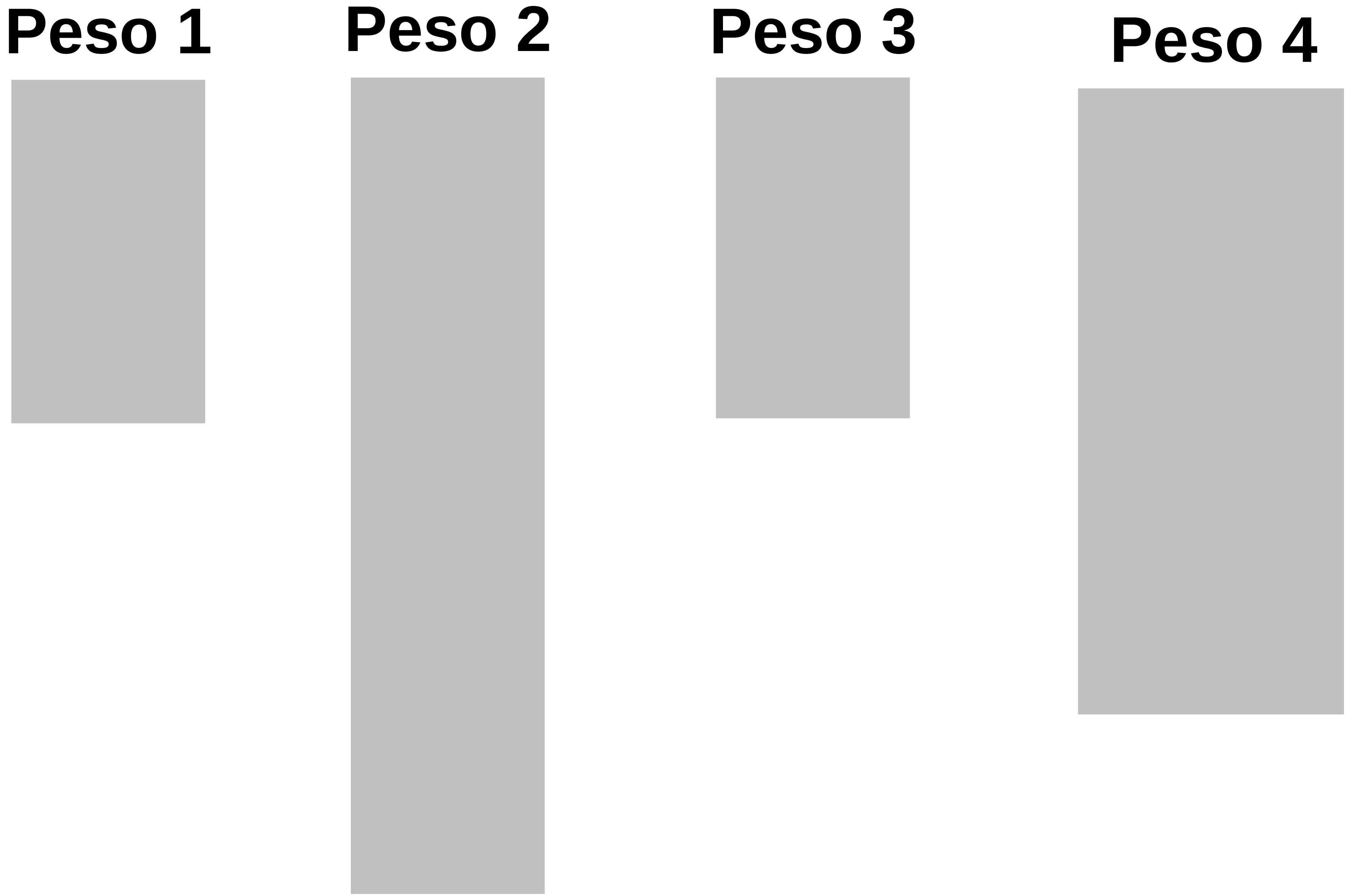

36,311
36,412
36,629
37,286
34,834
34,931
35,521
36,397
33,542
33,604
34,409
35,810
32,219
32,362
33,539
35,141
30,856
32,158
32,938
33,948


1080
1070
1060
1050
1040
1030
1020
1010
1000
1000
1010
1020
1030
1040
1050
1060
36
36
35
34
34
35
33
32
33
34


1000
1010
1020
1030
1040
1050
1070
1000
1010
1020
1030
1040
1050

Cálculo do volume de terraplenagem pelo método dos pesos


Peso 1
Peso 2
Peso 2
Peso 1
Peso 1
Peso 3
Peso 4
Peso 2
Peso 1
Peso 2
Peso 1


Peso 1
Peso 2
Peso 3
Peso 4

Hipótese 2

Plano final horizontal com a imposição da altitude final determinada.

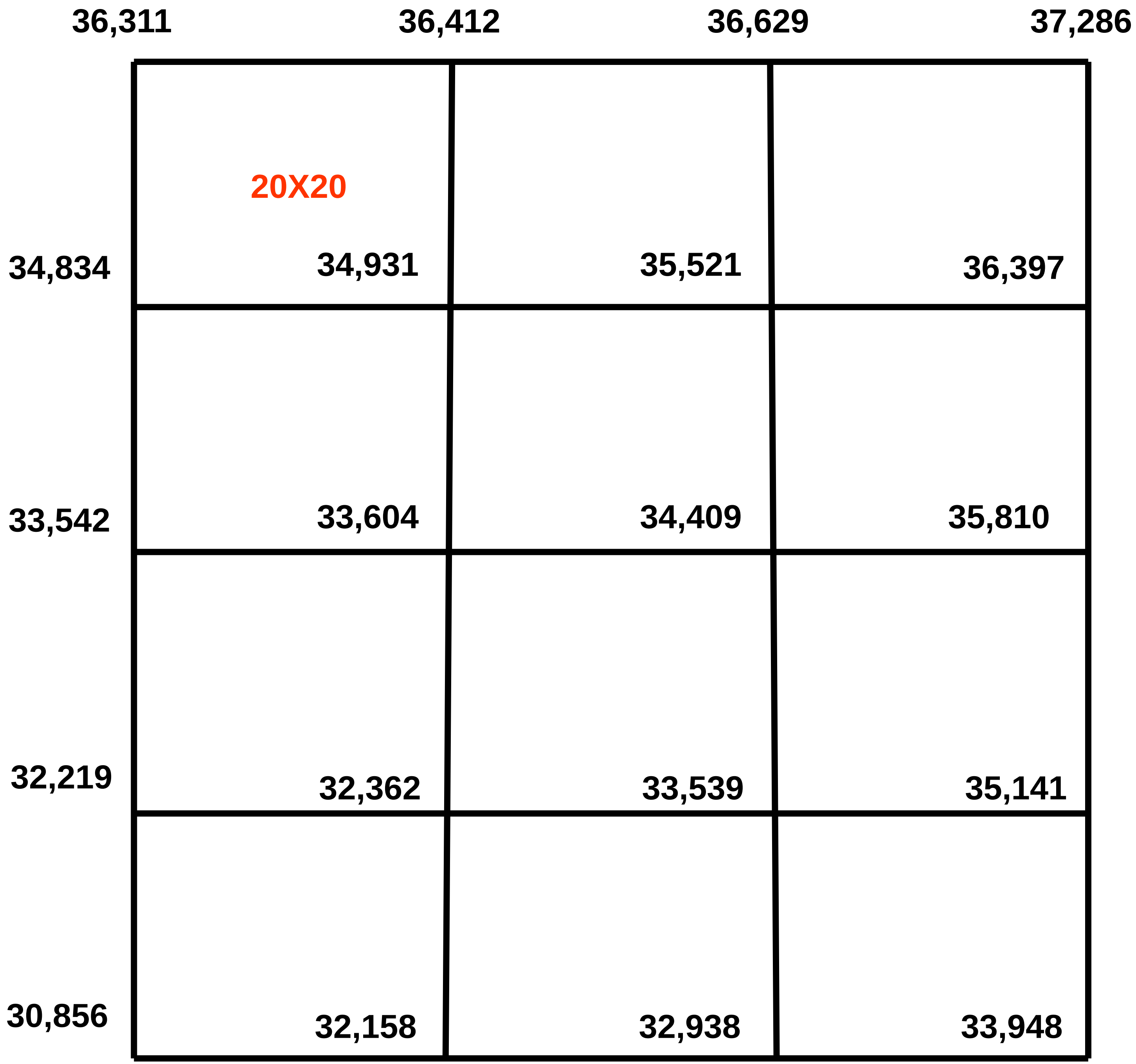
O topógrafo deverá aplicar a altitude desejada e calcular os volumes de cortes e aterros em cada vértice.

Deverá também calcular as áreas de cortes e aterros de cada seção e finalmente calcular os volumes de cortes e aterros finais.

Hipótese 3

Plano inclinado sem a imposição da altitude final determinada.

Seja um terreno com dimensões 60 X 80 metros, quadriculado de 20 em 20 metros, cujas altitudes estão representadas em seus vértices. Considere um plano inclinado de 1 para 5 com rampa negativa de 1%.


36,311
36,412
36,629
37,286
20X20
34,834
34,931
35,521
36,397
33,542
33,604
34,409
35,810
32,219
32,362
33,539
35,141
30,856
32,158
32,938
33,948

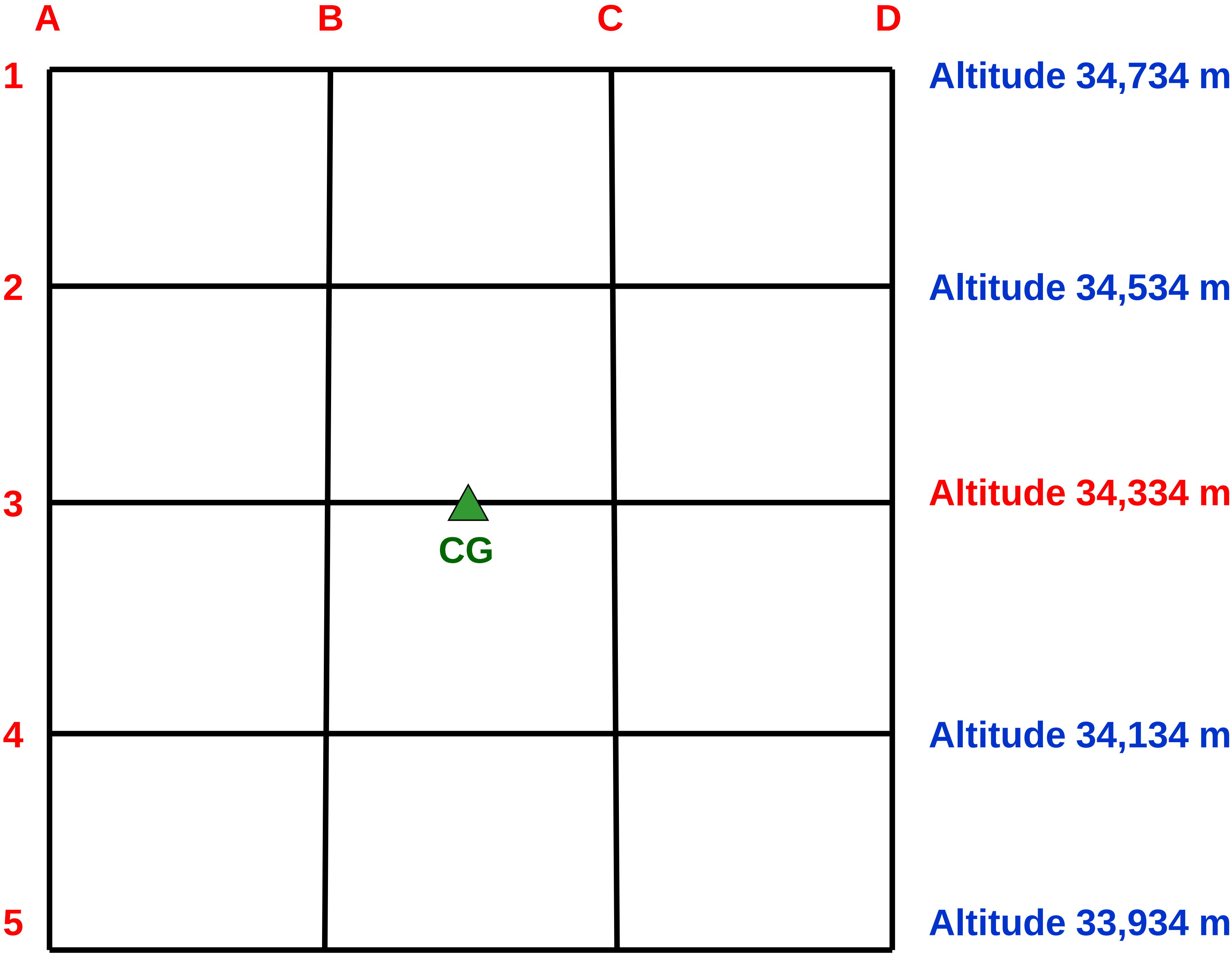
A topografia deve calcular uma altitude onde deva gerar

$Vc = Va$.

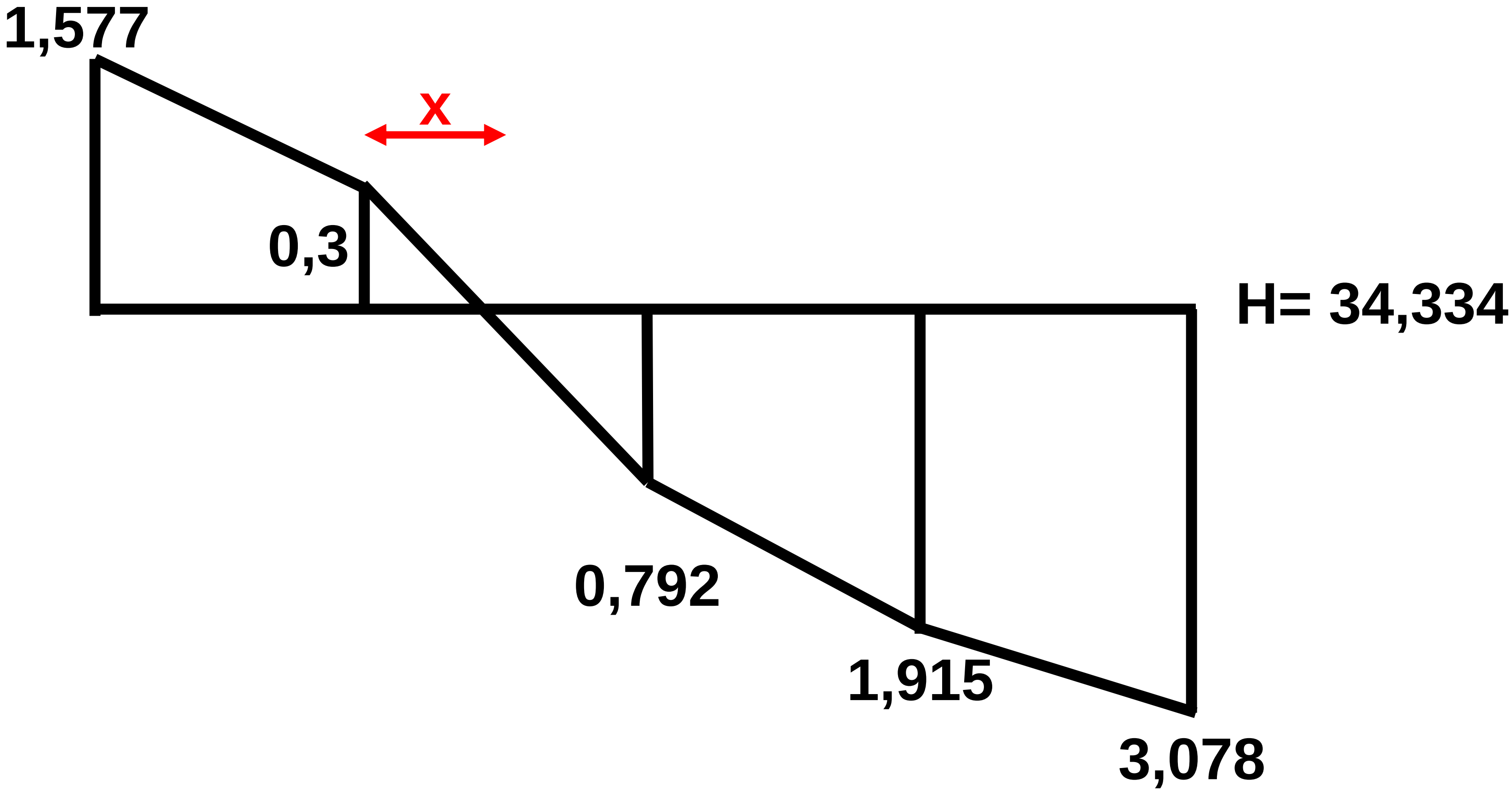
Neste caso para que Vc = Va, deve-se manter a altura do plano inclinado no centro de gravidade da área igual àquela do plano horizontal que resulte em Vc = Va.

Portanto, para resolver este problema é necessário o cálculo da altura que gera Vc = Va. Neste caso, foi calculdo que esta altura é igual a 34,334 m.

O centro de gravidade de nossa área está localizado sobre a linha 3 e na metade da distância entre os pontos B e C.

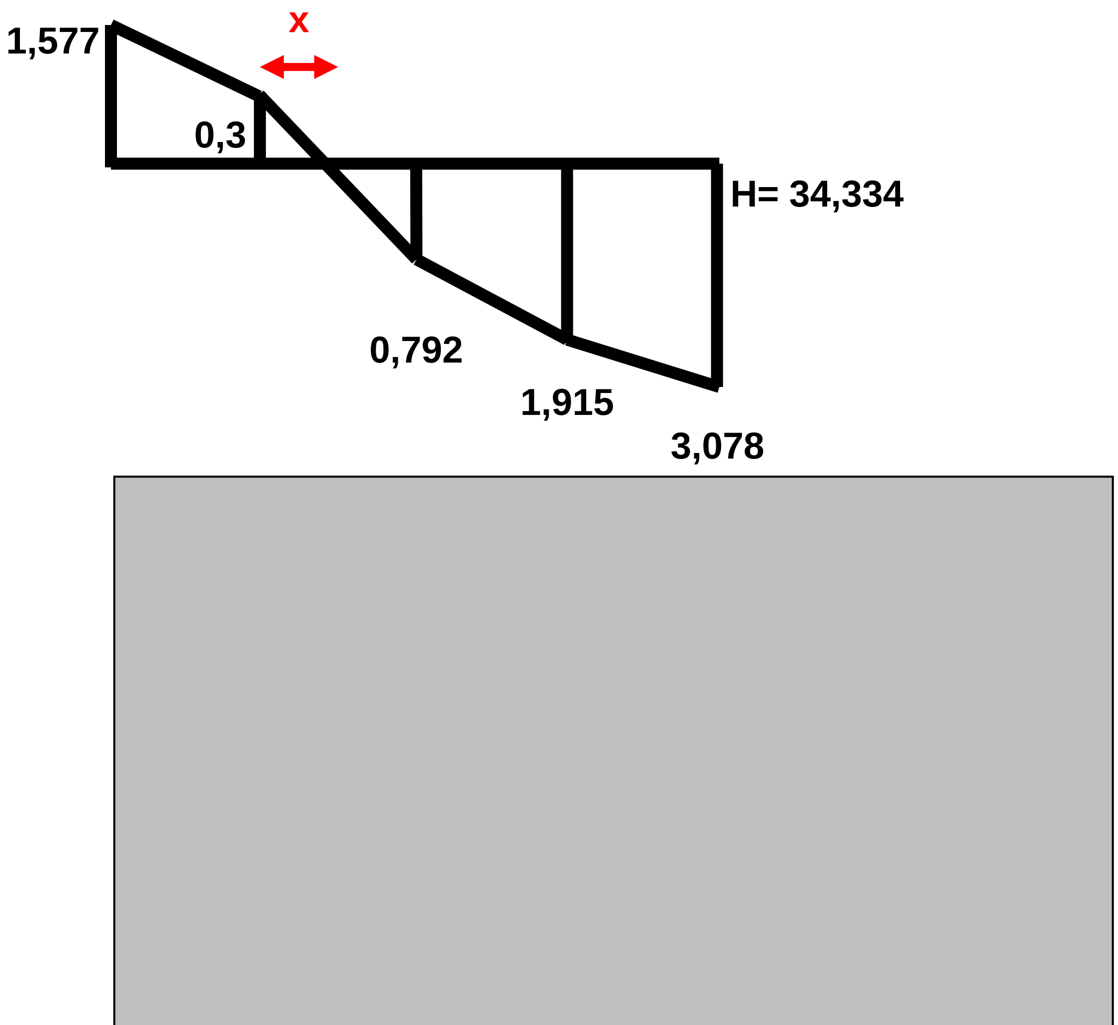

A
B
C
D
1
2
3
4
5
Altitude 34,734 m
Altitude 34,534 m
Altitude 34,334 m
Altitude 34,134 m
Altitude 33,934 m
CG

Seção "A"

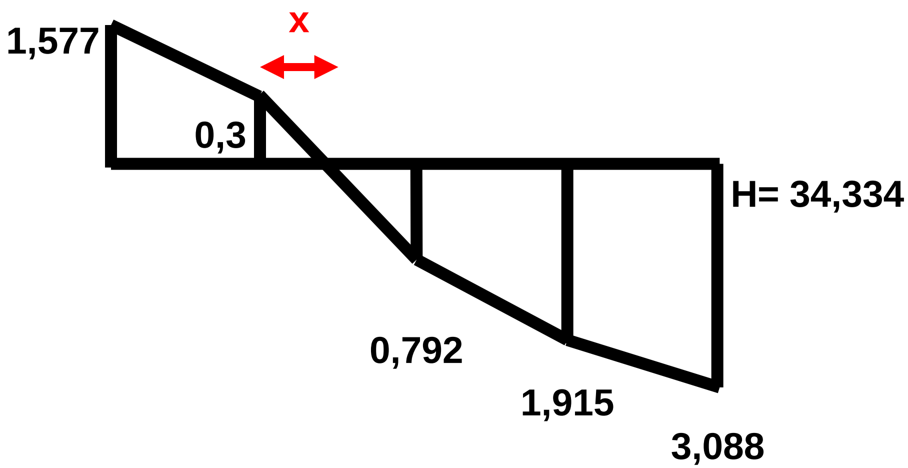


O cálculo da área da Seção “A” será executado considerando a altitude de referência igual a 34,334 m.

Seção "A"

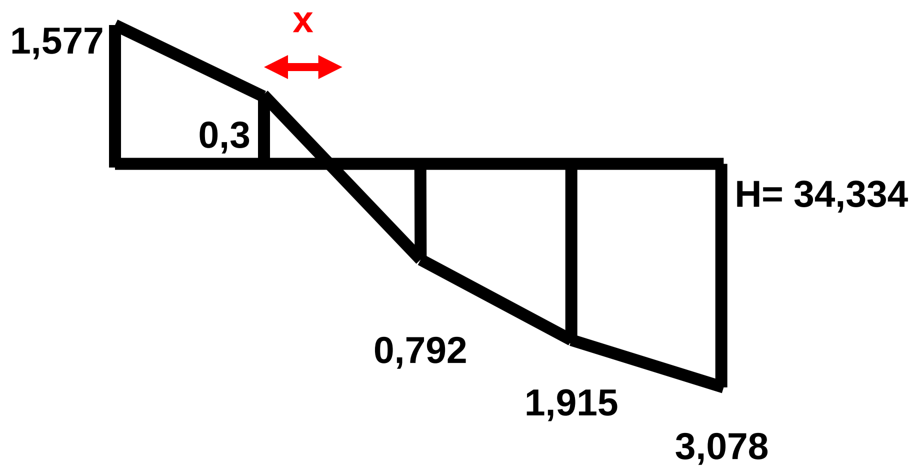


Seção "A"



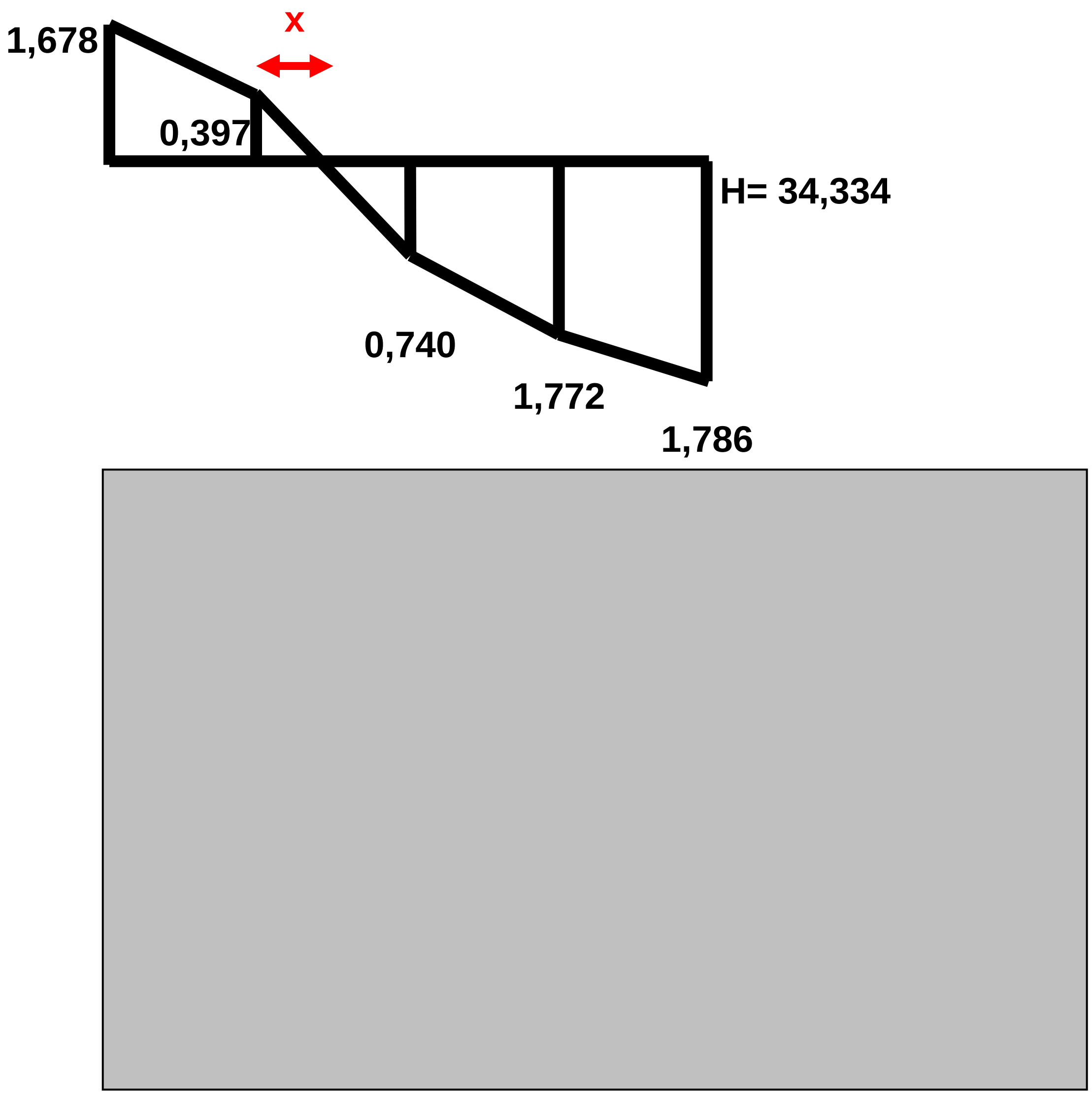
Área de corte

Seção "A"

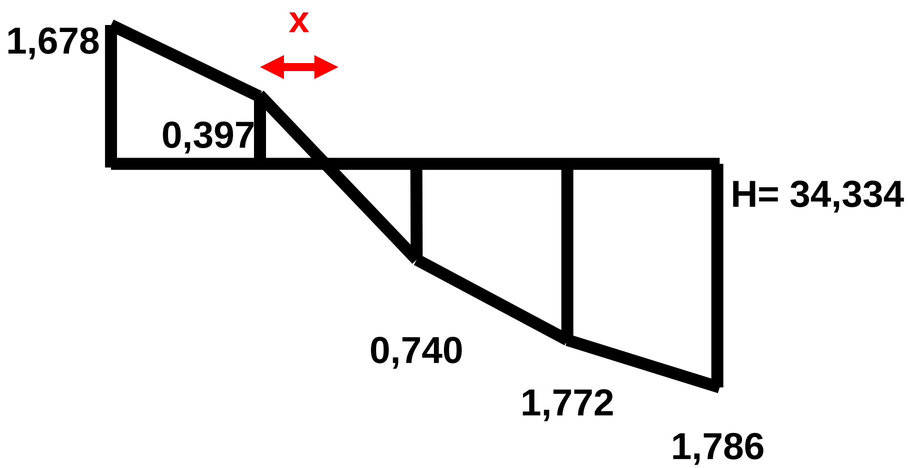


Área de aterro

Seção "B"

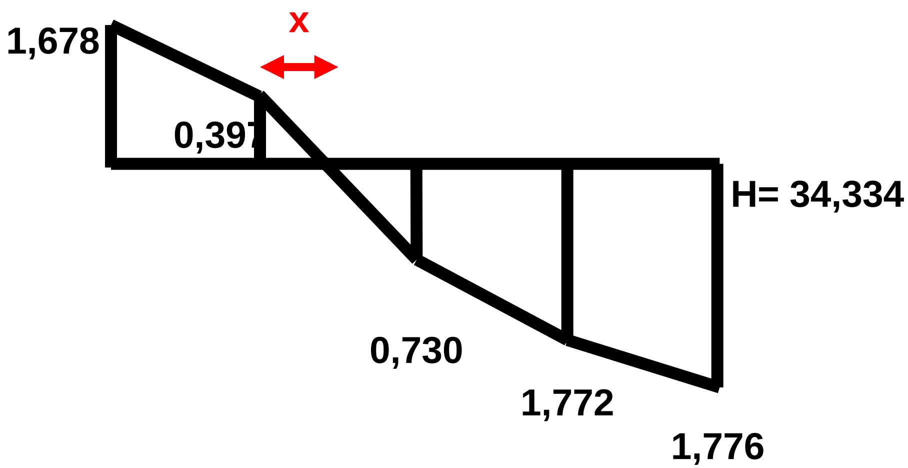


Seção "B"



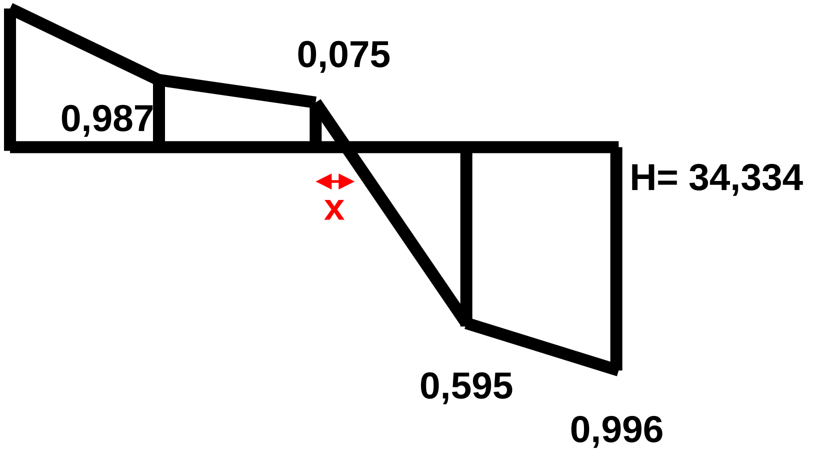
Área de corte

Seção "B"

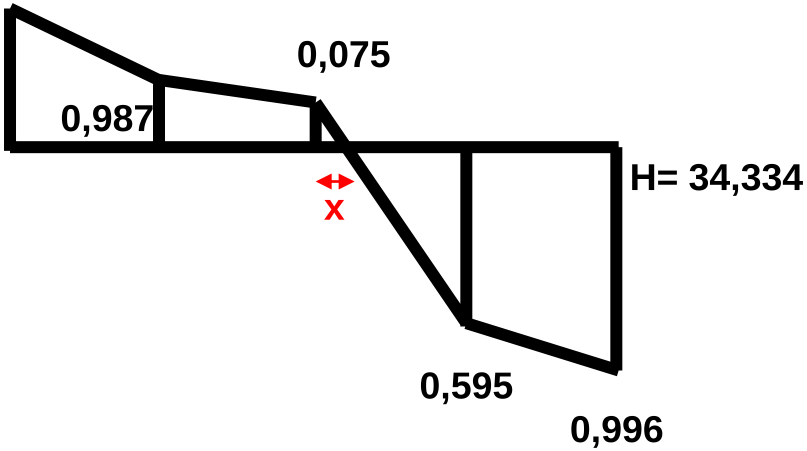


Área de aterro

Seção "C"

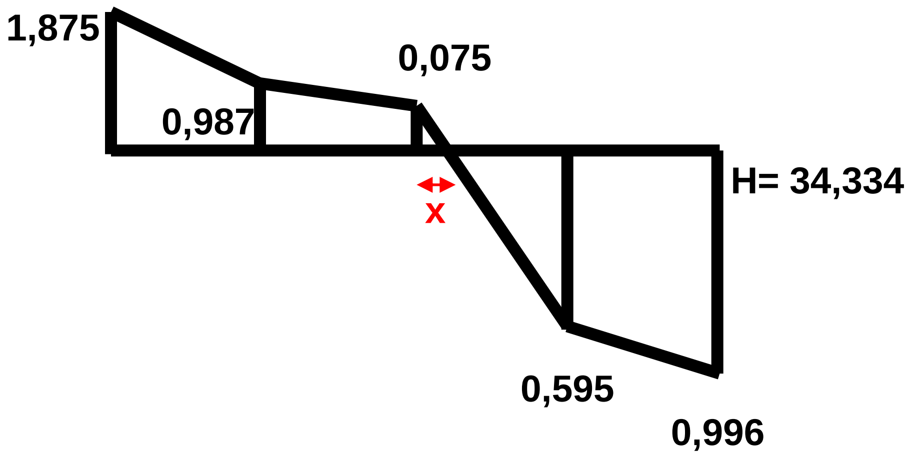


Seção "C"



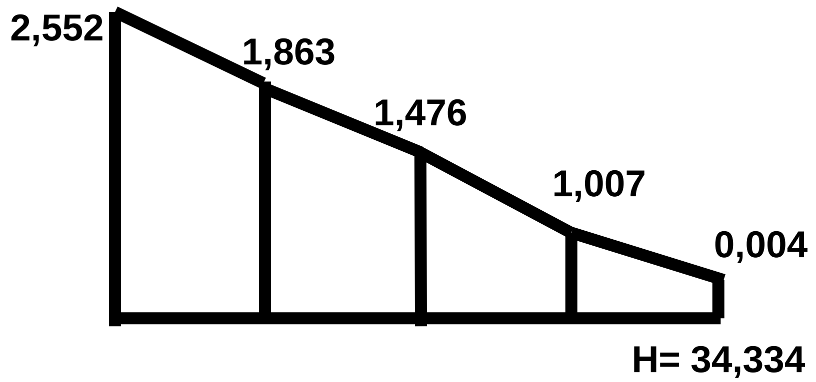
Área de corte

Seção "C"



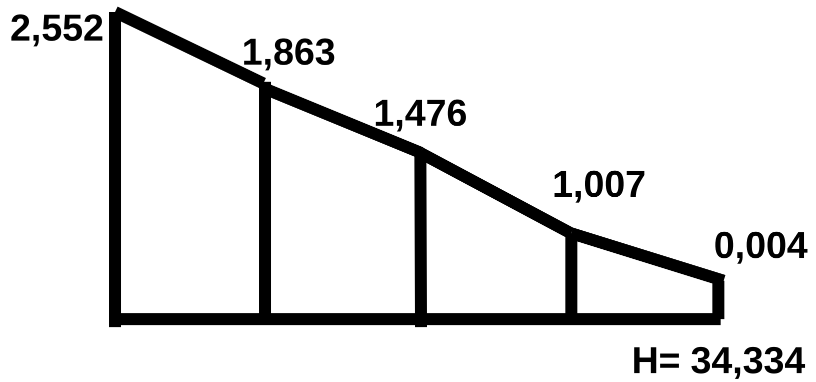
Área de aterro

Seção "D"



Área de corte

Seção "D"



Área de aterro

volume de corte

volume de aterro

$$Vc = 2553.94\ m^3$$

$$Va = 2564.64\ m^3$$

A diferença encontrada no cálculo foi de apenas 10,7 m³. Esta diferença pode ser considerada pequena (< 1%) em relação ao volume total calculado. Portanto, pode ser interpretado que o resultado apresenta valores de Vc = Va.

Hipótese 4

Plano inclinado impondo uma determinada altitude para ele, através de escolha da altitude de um certo ponto.

Fim