

MOVIMENTO DE TERRA Criando as condições necessárias para iniciar a obra

Prof. Marco Pádua

O conjunto de operações manuais, mecânicas ou hidráulicas, realizadas no terreno com o objetivo de melhorar sua conformação topográfica, caracterizam as Movimentações de Terra.

Dividem-se em:

CORTE - é característico de áreas onde encontramos um aclive, ou seja, o perfil do terreno se eleva culminando num ponto mais elevado no fundo. Devemos cortar o excesso de material, remanejando-o. Esta operação gera uma desagregação, ocasionando um aumento no volume que deverá ser computado em valores gastos com transporte. Às vezes, parte deste material fica no local para nivelar áreas com depressões. Como parâmetro de medição do aumento de volume, quando não houver um ensaio em laboratório, adota-se 40 %.

ATERRO - se o perfil do terreno declina tornando o fundo mais baixo que a rua nomeamos declive e assim temos que adicionar material até obtermos um platô nivelado. Esta operação demanda uma compactação para melhor acomodação. Alguns itens devem ser observados:

- As camadas devem ter no máximo 30 cm;
- A compactação pode ser manual através de peso ou mecânica com equipamento

próprio;

- Adicionamos água para melhor acomodação;
- Deve-se evitar mistura com entulho para não gerar espaços ociosos;
- Para material arenoso adicionamos até 15 % de água em volume;
- O volume máximo de água para material argiloso deve ser de 24 %;
- Para cálculo estimativo também consideramos 40 % no aumento de volume

necessário.

As diferenças obtidas no volume de material escavado ou compactado é consequência de um fenômeno conhecido como **empolamento**. O solo, sendo uma alteração de rochas que ainda se mantém sob forças coesivas naturais geram um aumento no seu volume quando da sua desagregação.

Após a execução das operações de terra, criando-se então, as condições necessárias para dar início a obra, passamos a fase seguinte, ou seja, locaremos as futuras paredes da edificação.

SITUAÇÕES:

Vamos considerar como exemplo, lotes urbanos normalmente encontrados em loteamentos.

Relembrando - Quanto ao perfil encontrado temos:

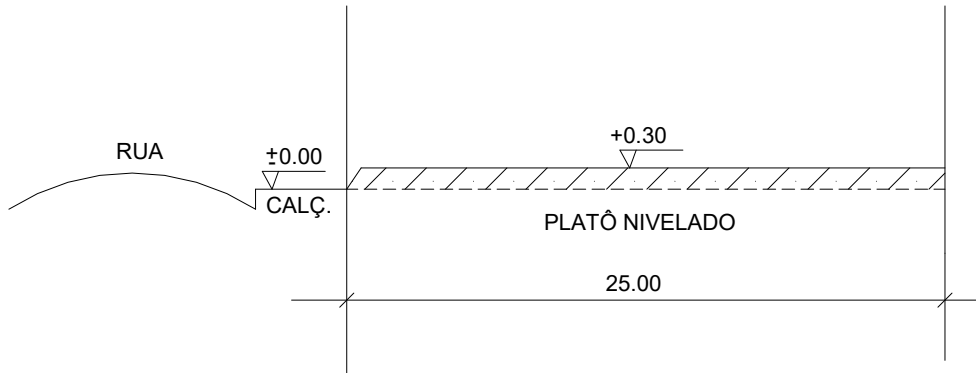
Aclive, se o fundo do terreno estiver mais alto que a rua.

Declive, se o fundo de terreno estiver mais baixo que a rua.

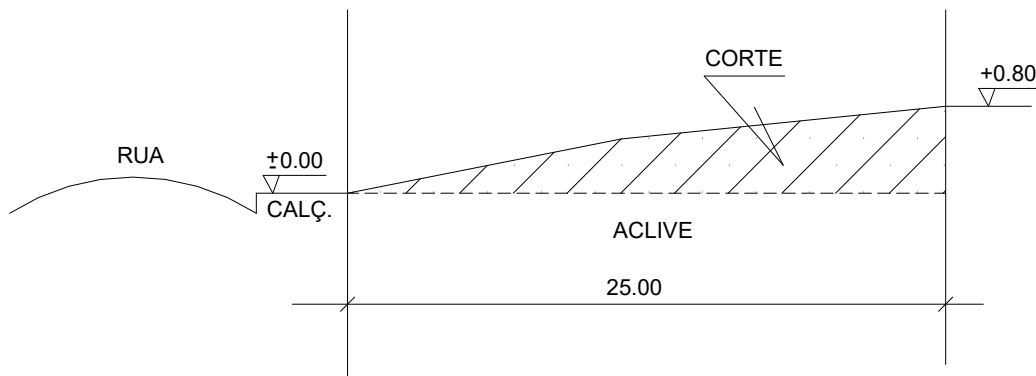
Irregular, se o perfil do terreno intercepta a linha referente ao nível da calçada pelo menos uma vez.

EXEMPLOS:

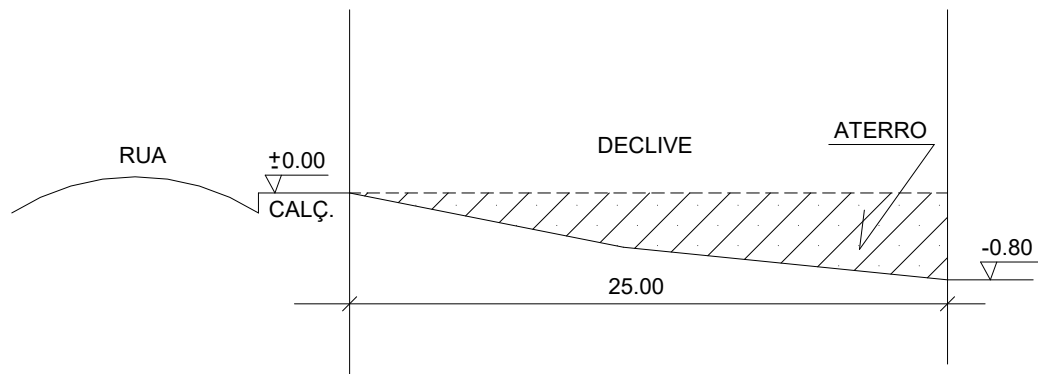
1) O terreno ideal seria aquele que fosse plano, ligeiramente mais alto que a rua proporcionando um piso interno elevado de 30 a 50 cm tomando-se por base a calçada, facilitando o escoamento do esgoto e protegendo o imóvel da invasão de águas pluviais. Situações como essas são difíceis de encontrar. Dependendo do loteamento pode estar incluído os serviços de terraplanagem, mas, é possível que o preço já esteja embutido no valor da venda. Sendo assim as operações de terra criarão um platô nivelado tornando possível iniciar a obra.



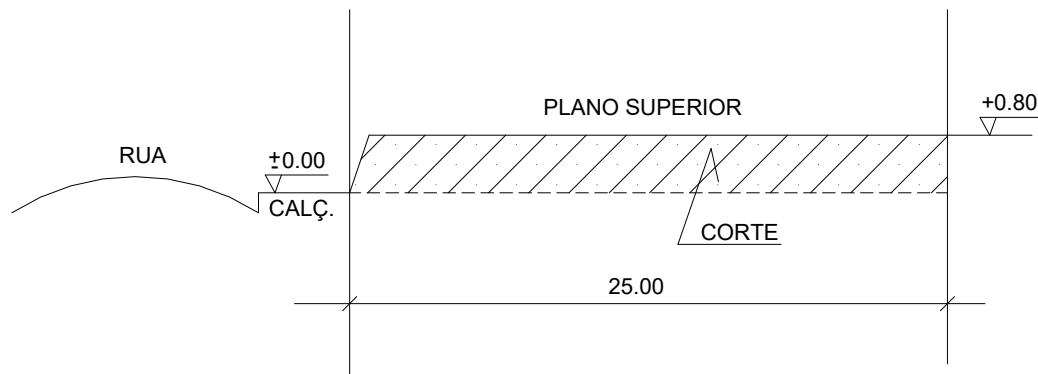
2) Nas situações caracterizadas por elevar-se positivamente em relação a calçada a qual denominamos aclive, gerará um desmonte do solo existente. As operações de Corte serão baseadas na análise do terreno segundo sua conformação, presença de água, de rochas, etc. O processo de escavação, se manual ou mecânico, também é importante na questão dos custos dessas operações.



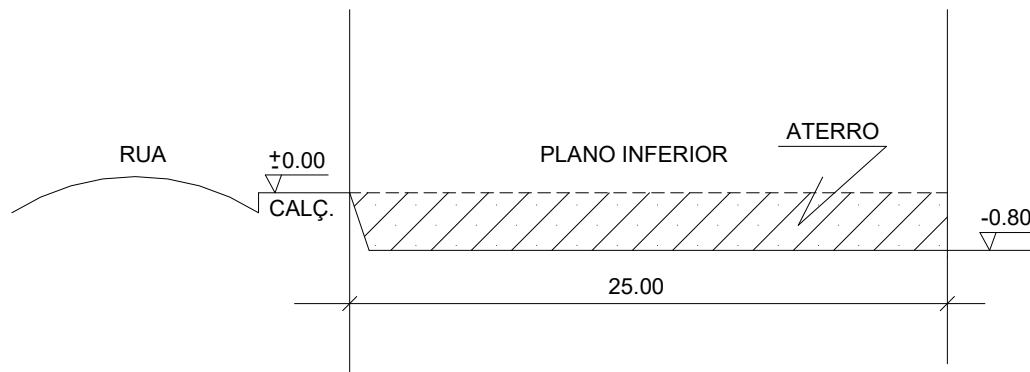
3) As depressões encontradas em certas ocasiões caracterizam o declive acentuando a diferença em relação a calçada. As operações decorrentes visam aterrar o terreno a fim de obter-se um platô nivelado. A utilização de equipamentos dependerá dos volumes envolvidos.



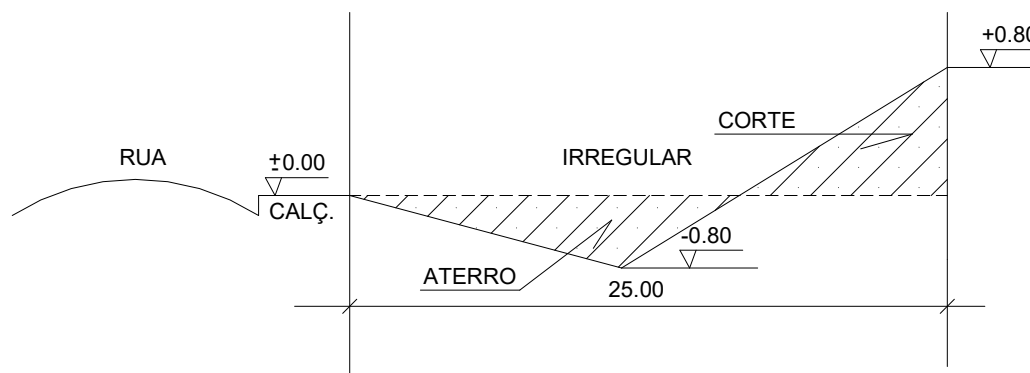
4) A situação abaixo não é frequente. Se existir demandará mais de uma decisão. Pode-se rebaixar o terreno até obter-se uma base plana, normalmente recomendada. Para reduzir custos é possível edificar sem as operações de corte projetando acessos que vençam o desnível. A terceira opção agrega dois partidos, como rebaixar parte da área de maneira a criar vários níveis, dando mais dinamismo ao Projeto, sem abrir mão da redução de custos. Qualquer atitude deverá ser bem analisada.



5) Diferentemente da anterior a situação abaixo é muito frequente e resulta de loteamentos novos onde são executados arruamentos, elevando o nível através de aterros. Com o passar do tempo a vegetação encobre essa ocorrência. Nesse caso também há várias atitudes a serem tomadas, dependendo da profundidade encontrada. Em primeiro lugar é preciso saber o custo do material para aterro na região da obra. Normalmente em níveis até -80 cm a melhor solução é o aterro. A partir daí a execução de uma laje de piso é mais recomendado com a possibilidade, ainda, de obter-se um espaço adicional sob a residência. Dependendo da situação um rebaixamento do existente também poderá gerar um espaço disponível ao Projeto com outras finalidades como garagem ou salão de festas. Porém, como no caso anterior, requer um estudo detalhado.



6) A situação a seguir poderá gerar mal aspecto, a princípio, porém será economicamente favorável quanto as movimentações de terra. A partir do calculo de volumes de corte e aterro será possível verificar se apenas o remanejamento do solo criará o plano nivelado necessário. Quando as seções do terreno são equivalentes e as diferenças de nível também, isto é possível. Se não, demandará volumes de compra ou bota-fora menores que os exemplos anteriores.



PROCEDIMENTOS:

Para calcular os volumes e definir as operações de terra a serem realizadas devemos considerar os dados levantados quando da visita previa que, em pequenas obras, são realizados com a mangueira de nível.

Será necessário mostrar os valores obtidos em duas vistas, ou seja, em planta e em corte para definirmos os volumes resultantes.

Em um desenho simples mostramos o contorno do terreno, a posição da rua e calçada assim como as dimensões e níveis obtidos. Tomando-se como base o corte, dividimos o perfil em figuras geométricas que geralmente formam triângulos, trapézios e retângulos. Sabendo a área da figura multiplicamos pela largura do terreno para determinar o volume da seção correspondente. Em seguida aplicamos o fator de empolamento para saber os volumes reais a serem movimentados.

Quando em aclave devemos prever a retirada do solo excedente, caracterizando um corte, utilizando-se caminhões e gerando assim um gasto adicional.

Quando em declive a compra de material deverá ser prevista para executarmos o aterro. Devemos calcular nesse caso, a quantidade de água necessária para serem espalhadas sobre o solo para facilitar a compactação segundo suas características. Esse custo, da água, também deverá ser contabilizado, assim como o seu armazenamento.

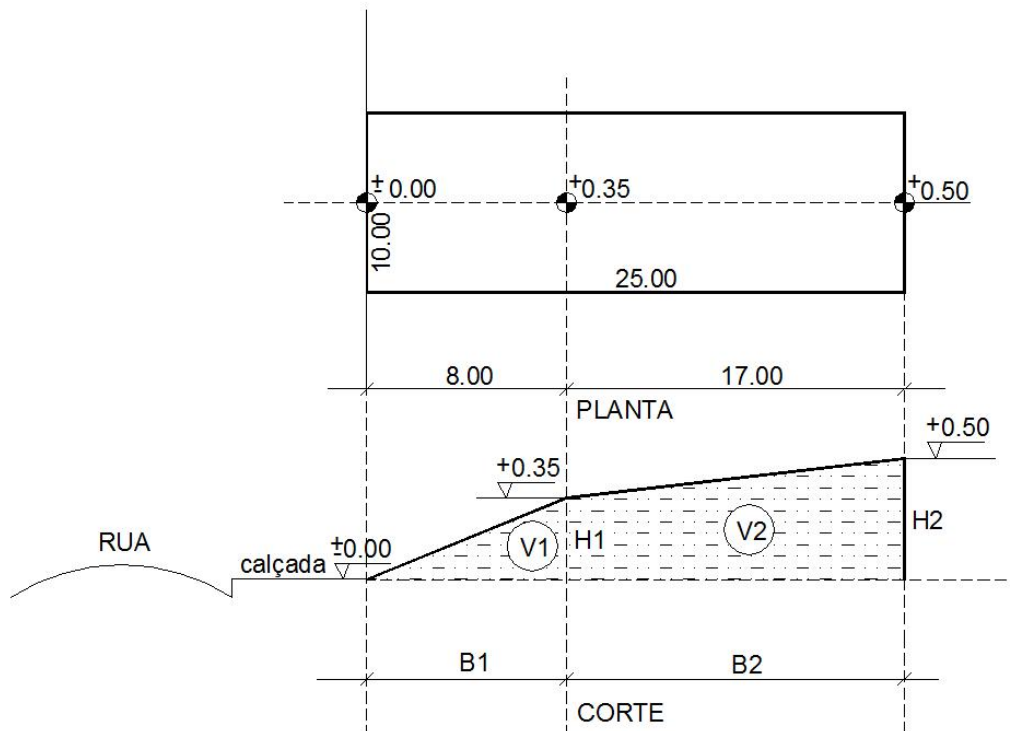
Se irregular o calculo deverá determinar se o material cortado será suficiente para aterrar as depressões. Este também poderá exceder, caracterizando o bota-fora.

IMPORTANTE: O referencial de nível será sempre a calçada (0.00). Se não houver arruamento, acrescentar 50 cm ao existente. O nível final do piso interno deverá ficar entre 30 a 50 cm acima da calçada para facilitar o escoamento do esgoto. O material para completar a elevação virá das escavações da fundação.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS:

1) Terreno arenoso = 10 X 25 m

Empolamento = 40%



$$V = A \times L \text{ (Volume = Área da figura } \times \text{ Largura do terreno)}$$

$$\text{Área do Triângulo} = \frac{B1 \times H1}{2}$$

$$\text{Área do Trapézio} = \frac{(H1 + H2) \times B2}{2}$$

$$V1 = (\text{Área do triângulo}) \frac{8 \times 0.35}{2} = 1.4 \text{ m}^2$$

$$(\text{Multiplicar pela largura do terreno}) \times 10 = 14 \text{ m}^3$$

$$(\text{Aplicar o Empolamento}) \times 1.4 \text{ (somando os 40\%)} = 19.6 \text{ m}^3 \text{ (Corte)}$$

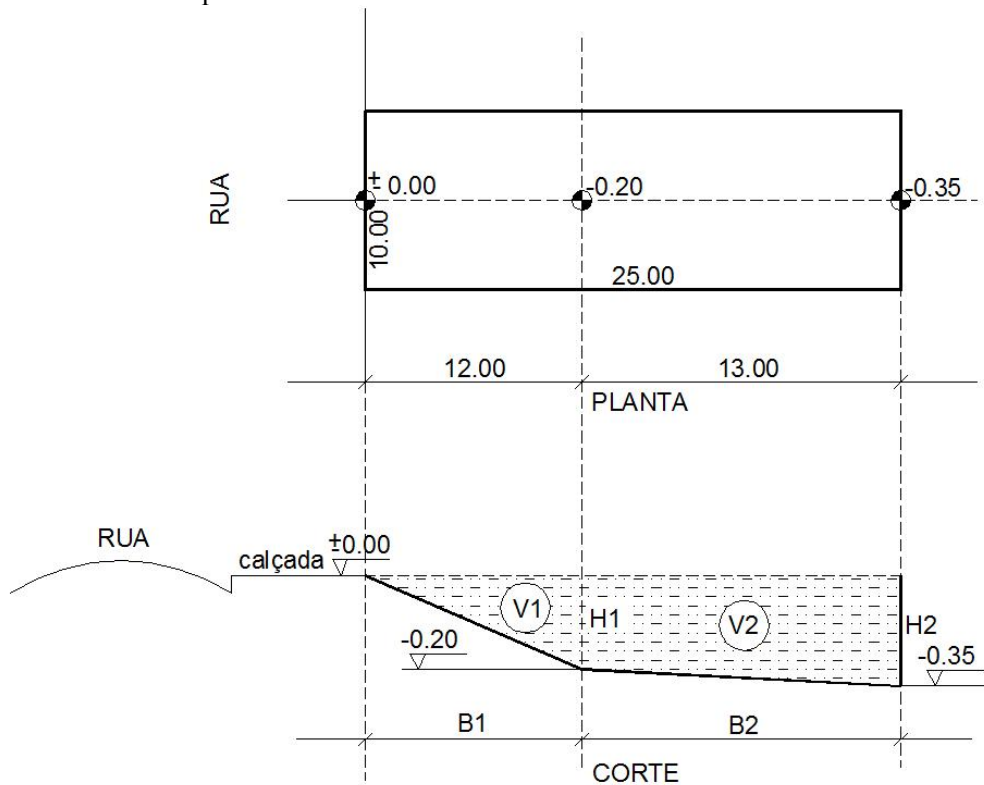
$$V2 = (\text{Área do trapézio}) \frac{(0.35 + 0.50) \times 17}{2} = 7.22 \text{ m}^2$$

(Multiplicar pela largura do terreno) X 10 = 72.25 m³

(Aplicar o Empolamento) X 1.4 (somando os 40%) = 101.15 m³ (Corte)

Conclusão: V1 + V2 = 120.75 m³ / 10 (Capac. caminhão) = 12 caminhões / Descarte

2) Terreno argiloso = 10 X 25 m
Empolamento = 40%



$V = A \times L$ (Volume = Área da figura X Largura do terreno)

Área do Triângulo = $\frac{B1 \times H1}{2}$

Área do Trapézio = $\frac{(H1 + H2) \times B2}{2}$

V1 = (Área do triângulo) $\frac{12 \times 0.2}{2} = 1.2 \text{ m}^2$

(Multiplicar pela largura do terreno) X 10 = 12 m³

(Aplicar o Empolamento) X 1.4 (somando os 40%) = 16.8 m³ (Aterro)

V2 = (Área do trapézio) $\frac{(0.2 + 0.35) \times 13}{2} = 3.57 \text{ m}^2$

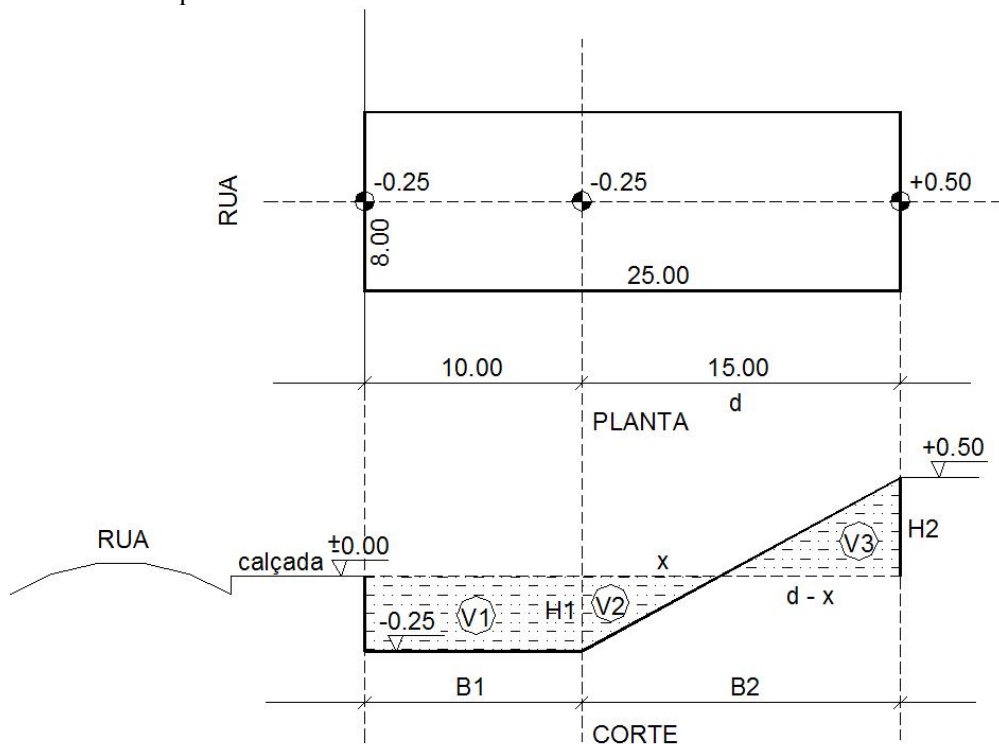
(Multiplicar pela largura do terreno) X 10 = 35.75 m³

(Aplicar o Empolamento) X 1.4 (somando os 40%) = 50.05 m³ (Aterro)

$$(Compactação) \text{ \u00c1gua (24\%)} = V1 + V2 = 66.85 \times 0.24 = 16.04 \text{ m}^3$$

Conclus\u00e3o: $V1 + V2 = 66.85 \text{ m}^3 / 10 \text{ (Capac. caminh\u00e3o)} = 7 \text{ caminh\u00f5es / Compra}$

3) Terreno arenoso = 8 X 25 m
Empolamento = 40%



$$V = A \times L \text{ (Volume = \u00c1rea da figura} \times \text{Largura do terreno)}$$

$$\u00c1rea \text{ do ret\u00e2ngulo} = B1 \times H1$$

$$V1 = (\u00c1rea \text{ do ret\u00e2ngulo}) 10 \times 0.25 = 2.5 \text{ m}^2$$

$$(\text{Multiplicar pela largura do terreno}) \times 8 = 20 \text{ m}^3$$

$$(\text{Aplicar o Empolamento}) \times 1.4 \text{ (somando os 40\%)} = 28 \text{ m}^3 \text{ (Aterro)}$$

Para saber o volume V2 (tri\u00e2ngulo $\frac{H1 \times x}{2}$) ser\u00e1 necess\u00e1rio calcular o valor de x pois as alturas H1 e H2 s\u00e3o diferentes, portanto, a interse\u00e7\u00e3o com a linha da cal\u00e7ada n\u00e3o se dar\u00e1 no centro do trecho d .

(Calculando o valor de x pela congru\u00eancia de tri\u00e2ngulos)

$$\frac{H1}{H2} = \frac{x}{d - x}$$

PASSO A PASSO:

Confrontando os triângulos formados pelos volumes V2 e V3 e considerando os valores conhecidos como os catetos "H1 e H2", bem como a soma das bases igual a "d", temos:

$$\frac{0.25}{0.5} = \frac{x}{15 - x} \quad \text{então, } (0.5 \times x) = (0.25 \times 15) - (0.25 \times x)$$
$$0.5x = 3.75 - 0.25x \longrightarrow 0.5x + 0.25x = 3.75 \longrightarrow 0.75x = 3.75$$

$$x = \frac{3.75}{0.75} = 5 \text{ m} \longrightarrow d - x = 15 - 5 = 10 \text{ m}$$

Ou, simplesmente aplique a fórmula abaixo:

$$x = \frac{H1 \times d}{H1 + H2}$$

$$V2 = (\text{Área do triângulo}) = \frac{5 \times 0.25}{2} = 0.65 \text{ m}^2$$

$$(\text{Multiplicar pela largura do terreno}) \times 8 = 5 \text{ m}^3$$

$$(\text{Aplicar o Empolamento}) \times 1.4 \text{ (somando os 40\%)} = 7 \text{ m}^3 \text{ (Aterro)}$$

$$V3 = (\text{Área do triângulo}) = \frac{10 \times 0.5}{2} = 2.5 \text{ m}^2$$

$$(\text{Multiplicar pela largura do terreno}) \times 8 = 20 \text{ m}^3$$

$$(\text{Aplicar o Empolamento}) \times 1.4 \text{ (somando os 40\%)} = 28 \text{ m}^3 \text{ (Corte)}$$

$$(\text{Compactação}) \text{ Água (15\%)} = V1 + V2 = 35 \times 0.15 = 5.25 \text{ m}^3$$

Conclusão: $(V1 + V2) - V3 = 7 \text{ m}^3 / 10 \text{ (Capac. caminhão)} = 1 \text{ caminhão / Compra}$

EXERCÍCIOS PROPOSTOS:

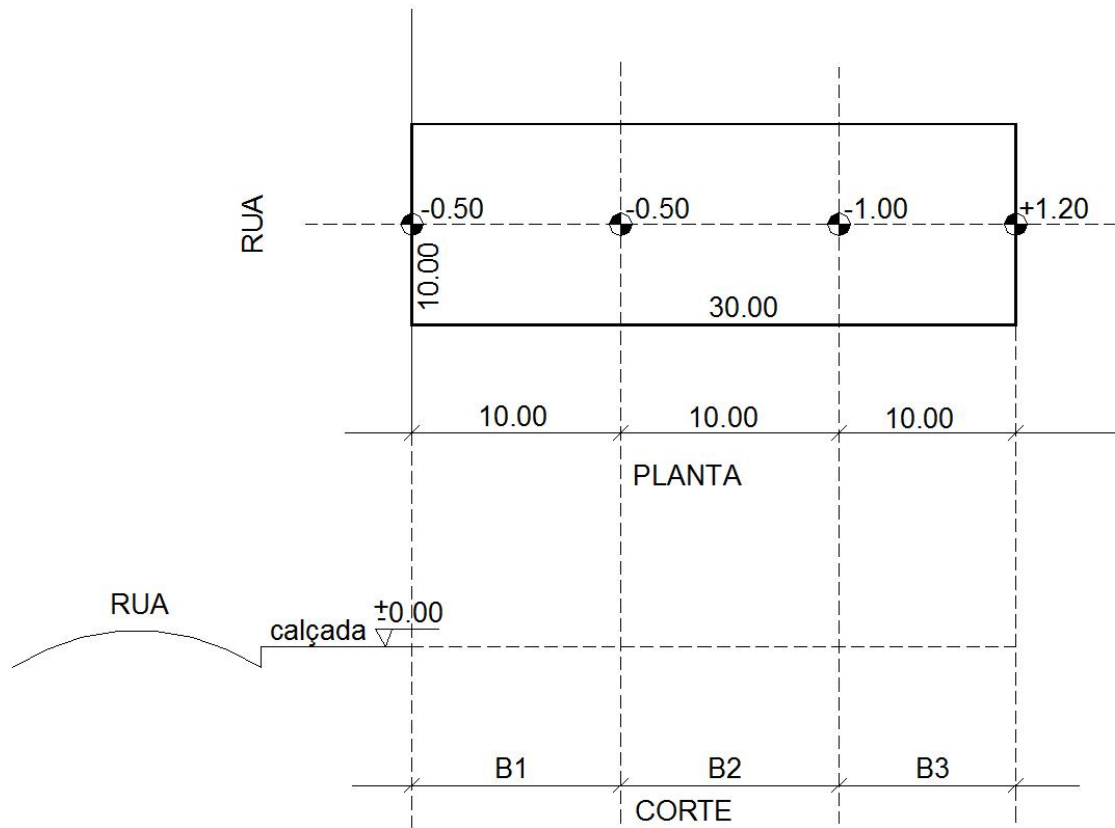
A seguir vamos sugerir algumas situações para que sejam calculados os volumes, as operações de terra e o número de caminhões necessários para compra ou descarte do solo.

Considere o volume de transporte para cada caminhão igual a 10 m^3 .

Os desenhos estão sem escala para ressaltar os volumes envolvidos e as situações **podem parecer exageradas, mas, ocasionalmente encontradas**, tendo como objetivo explorar as habilidades matemáticas.

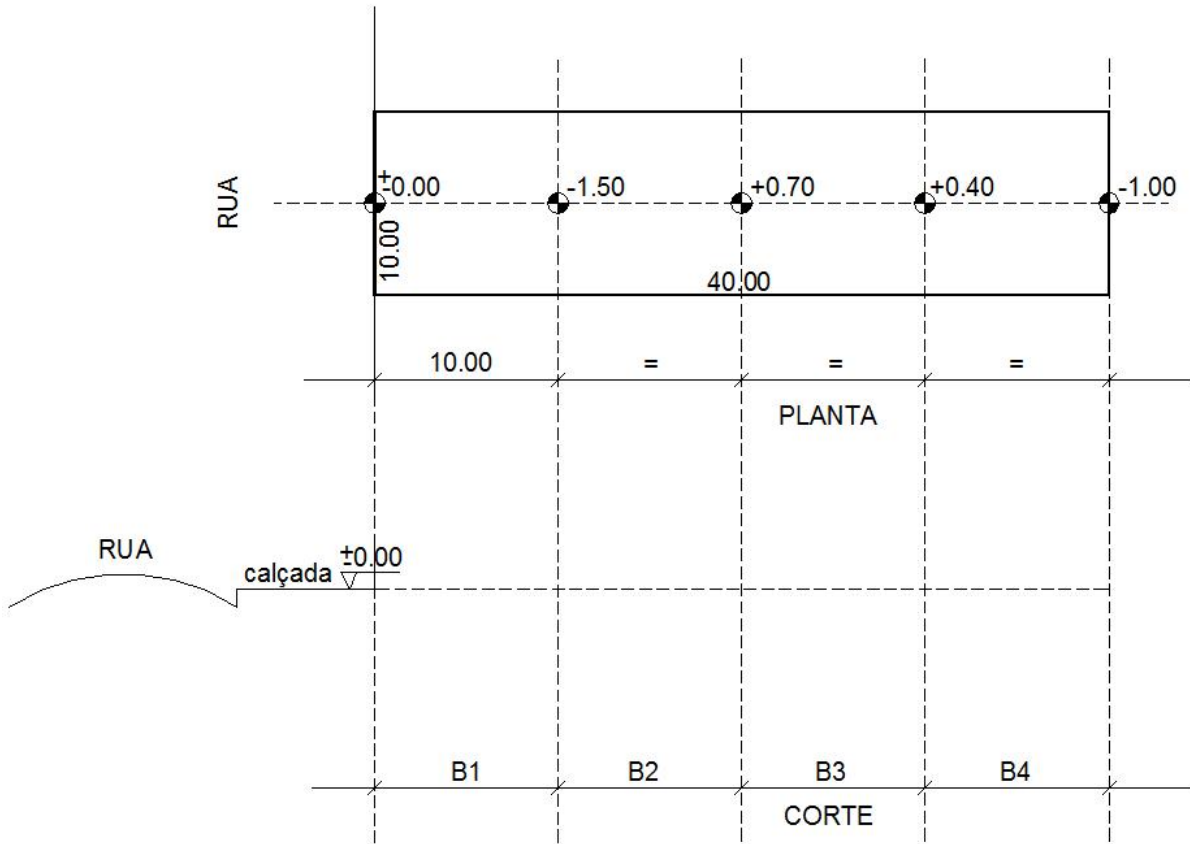
1) Terreno arenoso = 10 X 30 m

Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



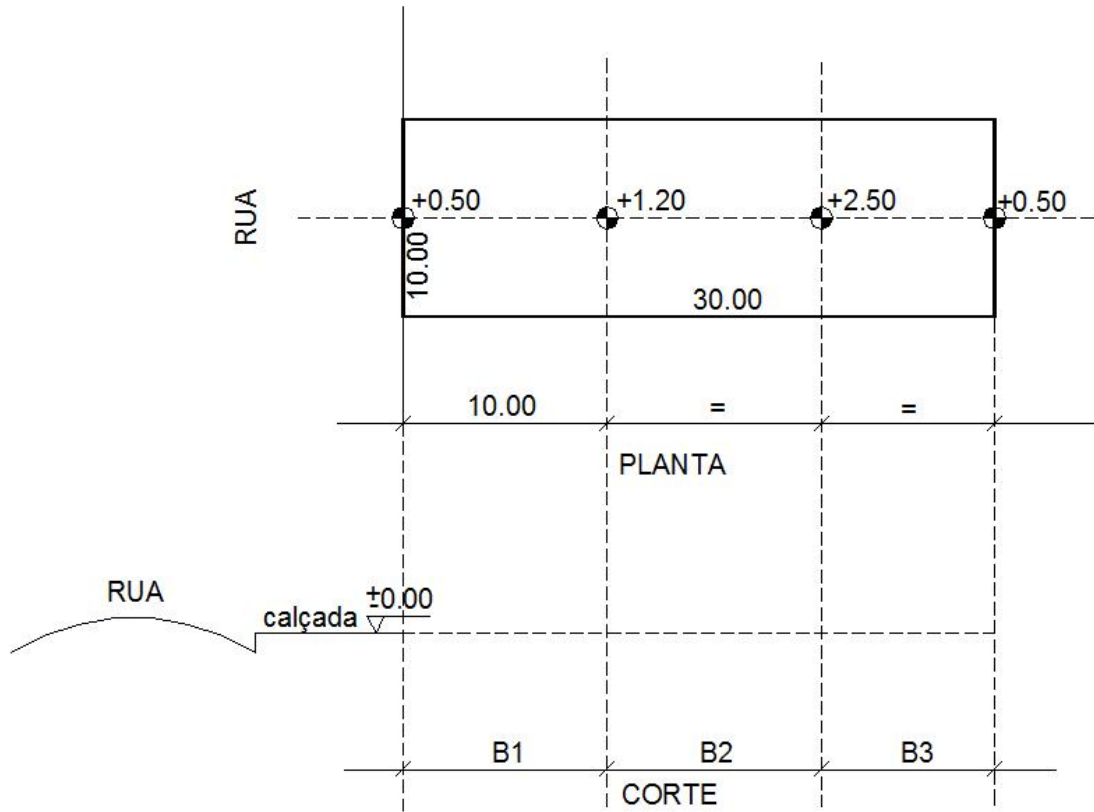
| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

2) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes.
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)



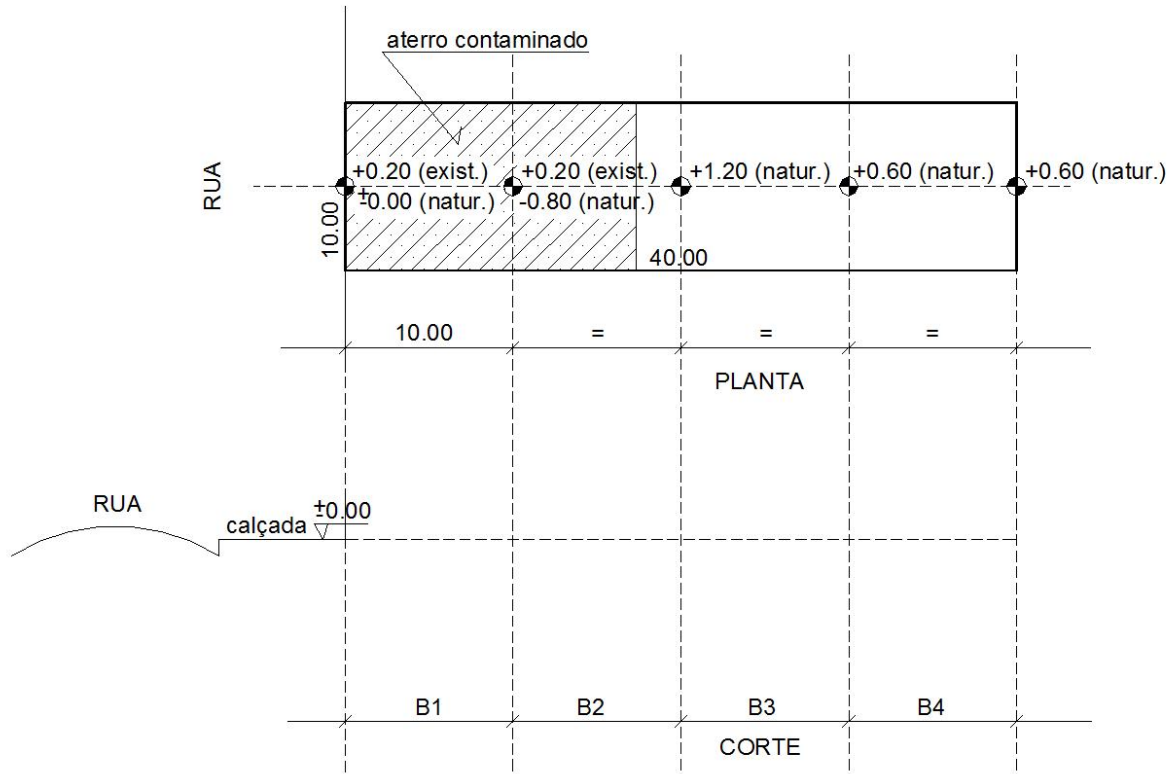
| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

- 4) Terreno argiloso = 10 X 30 m – Fatores de empolamento diferentes.
Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)
Obs.: Criar platôs com altura de 50 cm e comprimento de 10 m.



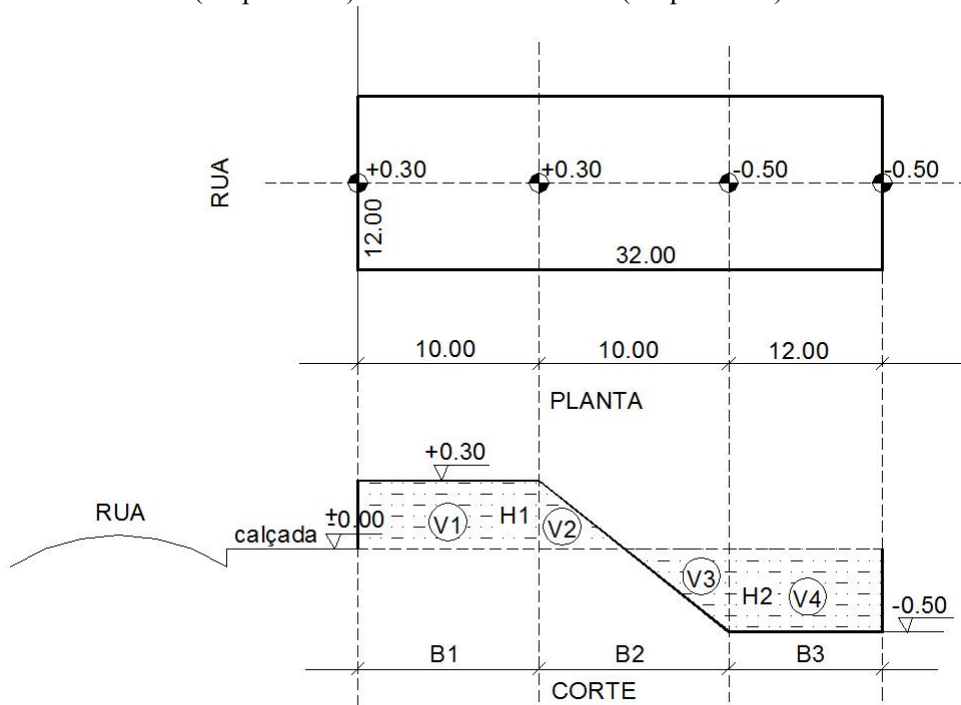
| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

- 5) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes e troca de solo.
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)
 Aterro existente (Emp. = 15 %) – será descartado



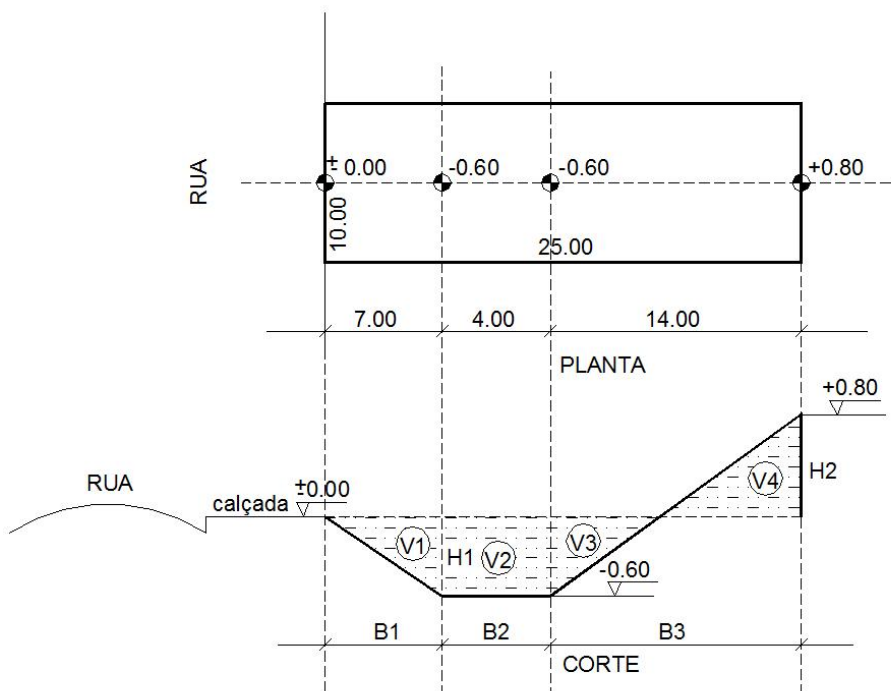
| | |
|--|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

7) Terreno argiloso = 12 X 32 m
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



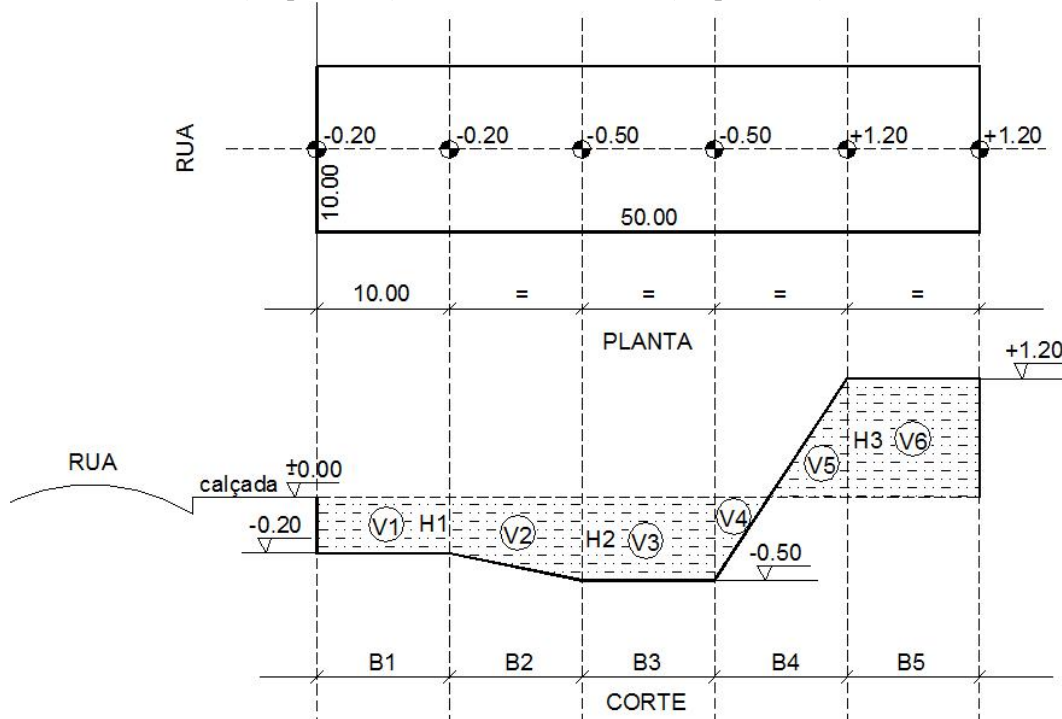
Resp.: - Compra = 7 Caminhões – Água para compactação = 30.49 m³

8) Terreno arenoso = 10 X 25 m
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



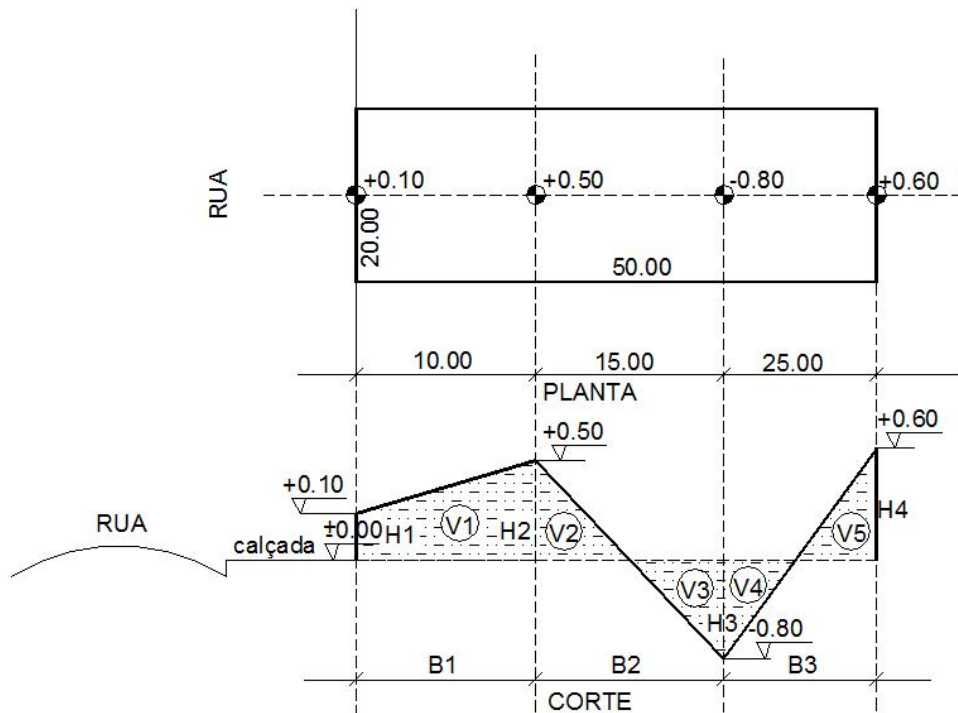
Resp.: - Compra = 5 Caminhões – Água para compactação = 13.23 m³

- 9) Terreno argiloso = 10 X 50 m
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 40%)



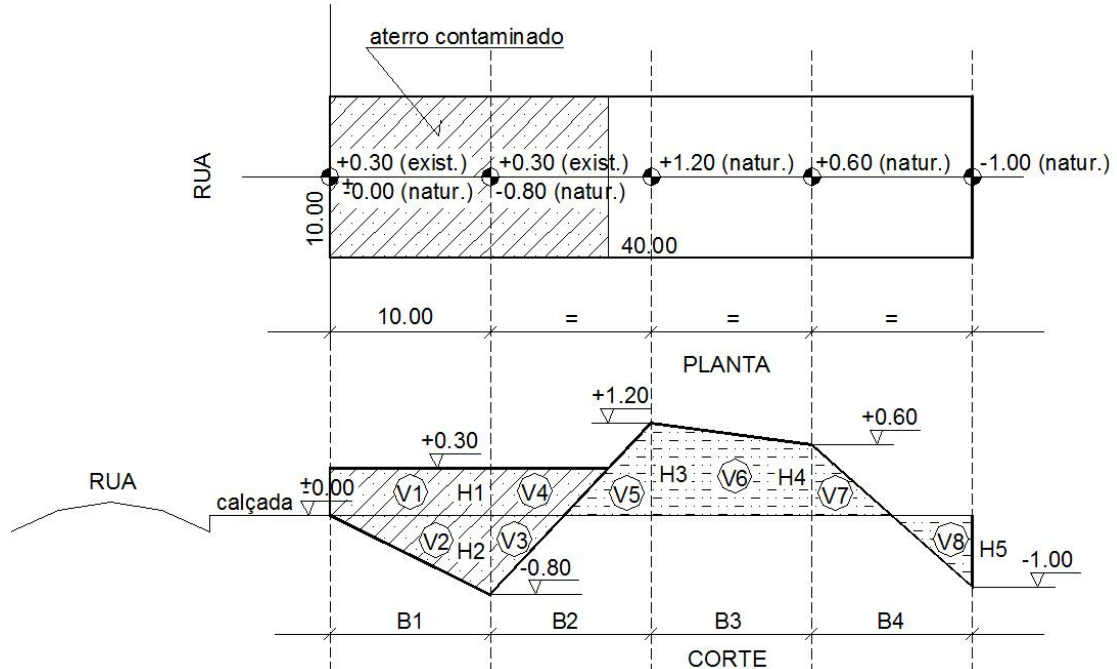
Resp.: - Descarte = 7 Caminhões – Água para compactação = 37.74 m³

- 10) Terreno argiloso = 20 X 50 m – Fatores de empolamento diferentes.
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)



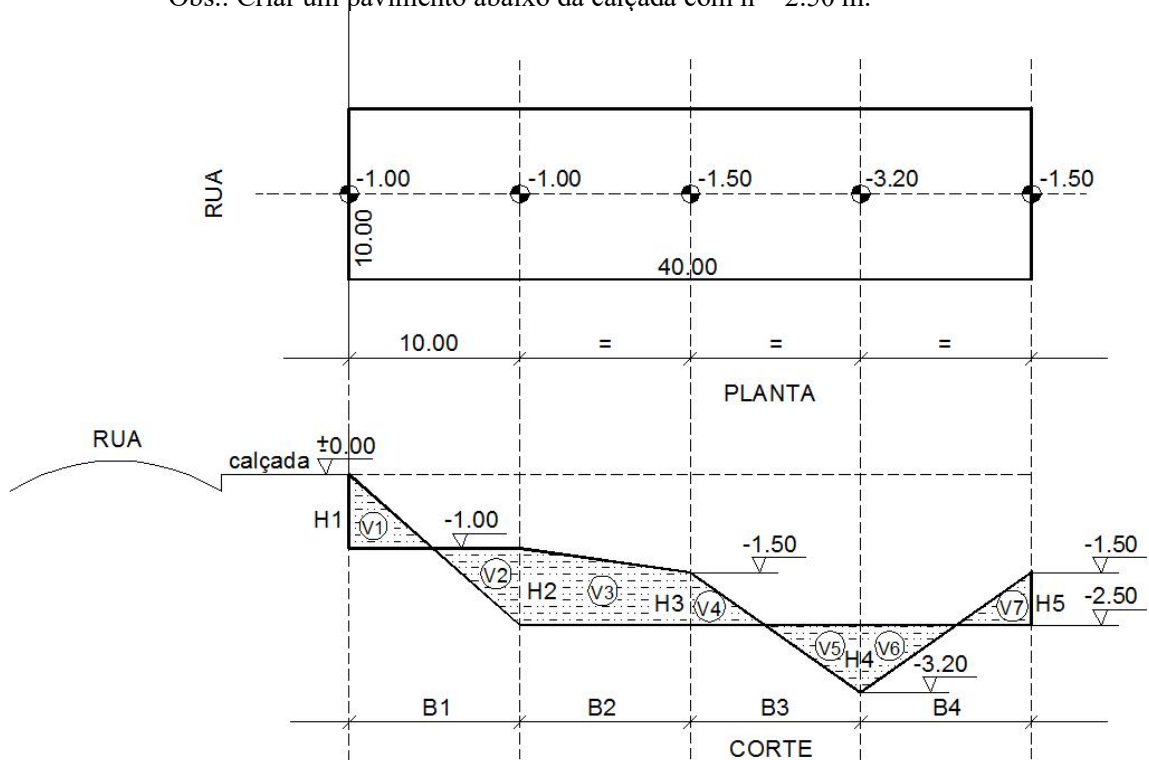
Resp.: - Compra = 3 Caminhões – Água para compactação = 58.68 m³

- 11) Terreno argiloso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes e troca de solo.
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)
 Aterro existente (Emp. = 20 %) – será descartado



Resp.: - Descarte = 20 Caminhões – Água para compactação = 27.22 m³

- 12) Terreno arenoso = 10 X 40 m – Fatores de empolamento diferentes.
 Corte (Emp. = 40%) – será usado no aterro (Emp. = 30%)
 Obs.: Criar um pavimento abaixo da calçada com h = 2.50 m.



Resp.: - Descarte = 26 Caminhões – Água para compactação = 9.52 m³