

MÓDULO III – UNIDADE CURRICULAR CONTROLE DE OBRAS

Autores: Cesar Rogério **Cabral**, Markus **Hasenack** e **Rovane** Marcos de França

1 MÉTODOS DE IMPLANTAÇÃO

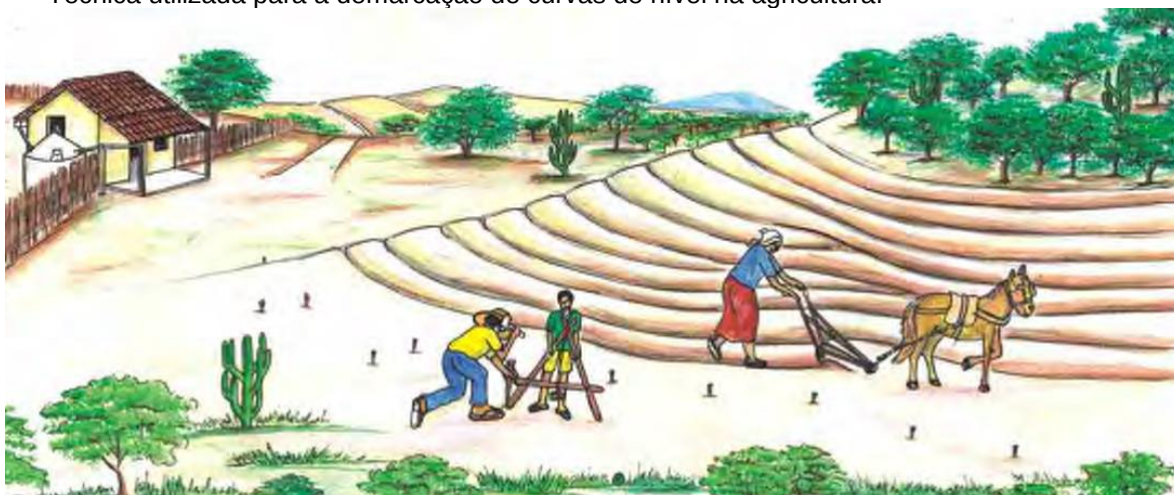
1.1 METODOS ALTIMÉTRICOS

1.1.1 Perpendículo (Pé de Galinha)

Consiste em transportar nível de um ponto A para um ponto B sobre o terreno de forma expedita com um perpendículo. Perpendículo é um instrumento construído artesanalmente, geralmente de madeira, com o formato da letra A (maiúscula). No vértice da parte superior é amarrado um fio de prumo.

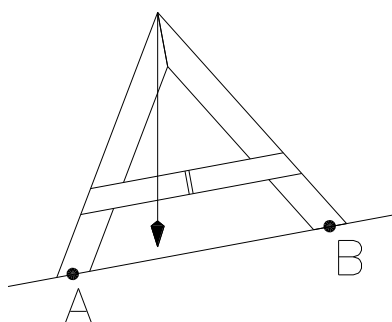
Os dois pontos que tocam o solo estarão num mesmo nível quando o fio de prumo estiver sobrepondo a marcação na barra horizontal. Determina-se outro ponto no mesmo nível mantendo se uma base no chão como ponto de giro e com a outra se procura no terreno outro ponto no qual o fio de prumo sobrepõe à marca de horizontalidade.

Técnica utilizada para a demarcação de curvas de nível na agricultura.

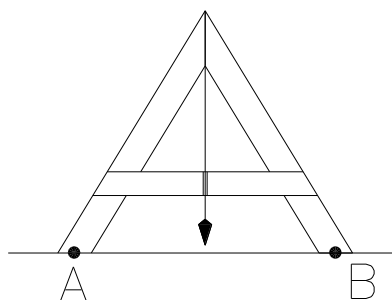


Implantação das curvas de nível

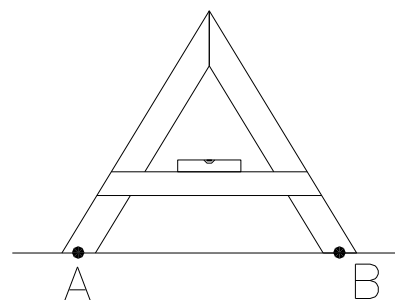
Fonte: <http://www.irpaa.org/publicacoes/cartilhas/a-roca-no-sertao.pdf>



Ponto B fora do nível de A



Ponto B no mesmo nível de A



Opção usando nível de pedreiro



Perpendículo com pêndulo

Fonte: https://pt.wikiversity.org/wiki/Portal:Agricultura_Biodin%C3%A2mica/Visitas_a_Campo



Perpendículo com nível de pedreiro

Fonte: <http://ingasustentavel.blogspot.com.br/2010/10/direcoes-para-agricultura.html>

1.1.2 Nivelamento por Mangueira

Consiste em transportar nível de um ponto A para um ponto B utilizando uma mangueira transparente com água. O nível da água nas 2 pontas da mangueira são iguais, pois a pressão atmosférica nas 2 extremidades é a mesma.

No ponto A marcado, deve-se subir a mangueira para que o nível da água coincida com a marca. No ponto B, faz-se a marcação no nível da água. Desta forma o ponto B estará no nível do ponto A.

É fundamental que a água dentro da mangueira **não possua bolhas de ar**. As bolhas irão interferir no nível da água, produzindo erros bastante elevados.

Recomenda-se que a mangueira não ultrapasse 20m de comprimento.

Técnica simples usando equipamentos de baixo custo, atingido a precisão de 3mm para cada ponto transportado. Por este motivo é muito utilizada na construção civil para nivelamento de gabaritos, pisos, vigas, etc.



Nível do ponto A sendo transferido para o ponto B

Fonte: <http://dicavirtualonline.blogspot.com.br/2014/02/como-fazer-nivelamento-de-piso-e-parede.html>

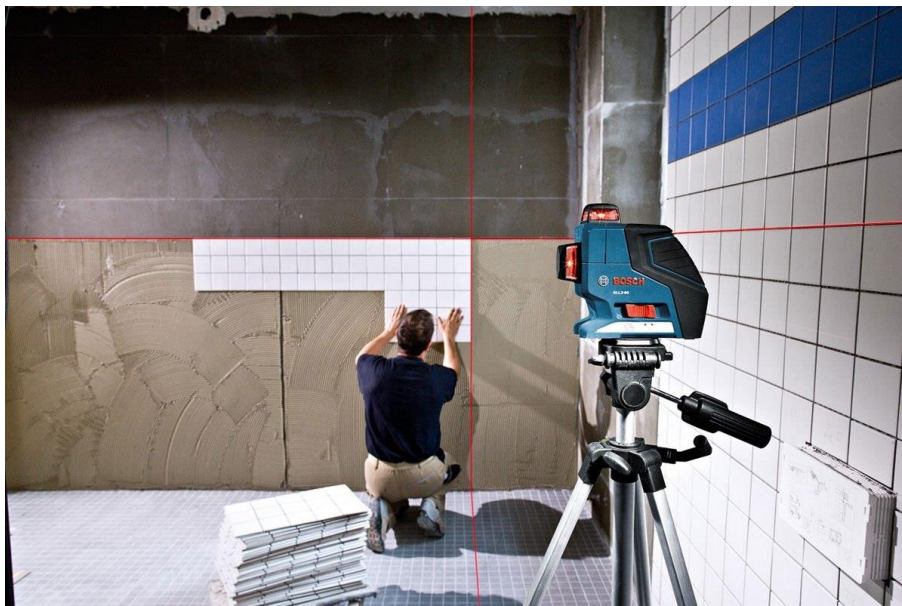


Marcação do nível no Ponto B

Fonte: <http://dicavirtualonline.blogspot.com.br/2014/02/como-fazer-nivelamento-de-piso-e-parede.html>

1.1.3 Nivelamento Laser

O Nível laser gera um plano horizontal e vertical a partir do seu centro que serve de referência para as medições. Existem os modelos que demarcam visivelmente o plano através do laser (para uso interno) e outros que possui sensor para identificar o plano e já obter a altura do ponto no solo.



Nível laser demarcando os planos nas paredes

Fonte: www.taringa.net



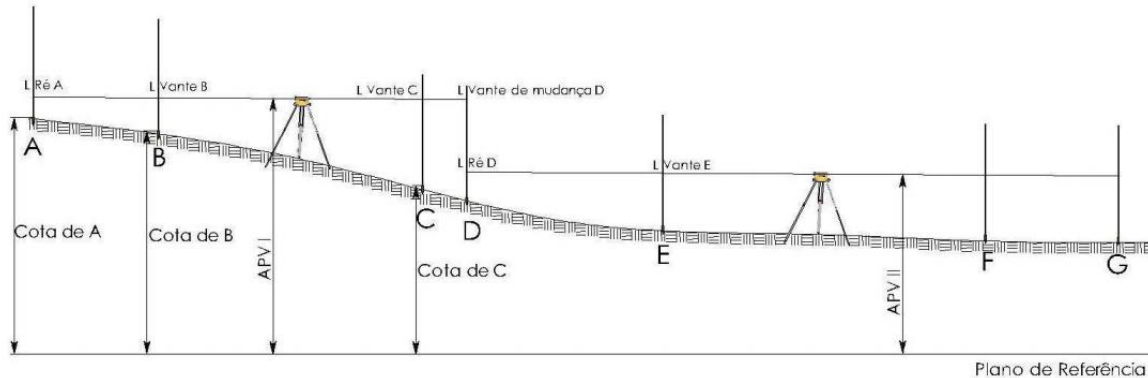
Nível Laser com sensor para identificar o plano

Fonte: www.spectraprecision.com/

É utilizado para nivelamento e alinhamento de gabaritos, pisos, vigas, etc.

1.1.4 Nivelamento Geométrico

O Nivelamento Geométrico é aquele que realiza a medida da diferença de nível entre pontos do terreno por intermédio de leituras correspondentes a visadas horizontais, obtidas com um nível, em miras colocadas verticalmente nos referidos pontos.



$$APV = CA + \text{Leitura de Ré A}$$

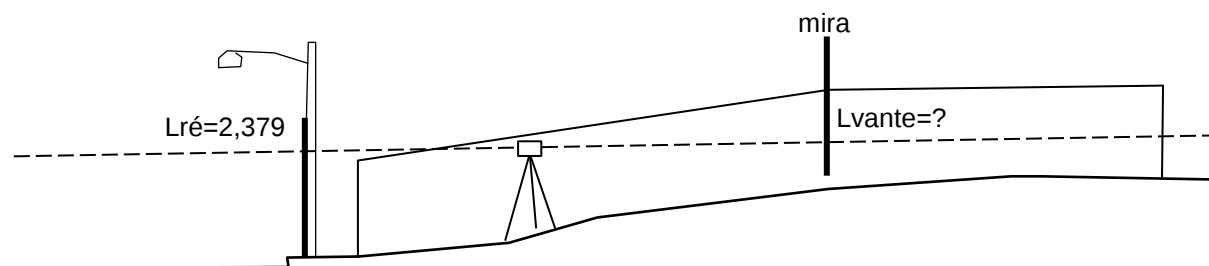
$$CB = APV - VB$$

$$VB = APV - CB$$

Altura = CB(projeto) – CB(medida) → negativa é corte, positiva é aterro

EXEMPLO 1

Numa obra de um edifício o engenheiro responsável pela obra solicitou a implantação de RNs no muro que circunda a obra. A RN conhecida da obra está localizada na calçada junto ao poste e possui cota 18,732.

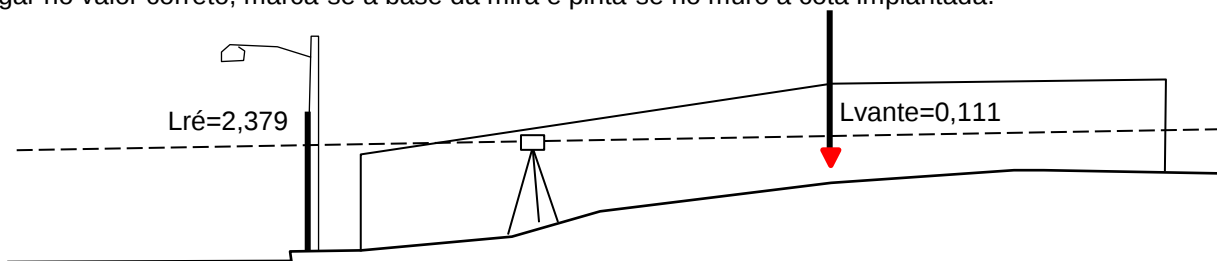


$$APV = 18,732 + 2,379 = 21,111$$

Para implantar a cota 21,000 deveremos fazer então:

$$Lvante_{21} = 21,111 - 21,000 = 0,111$$

Portanto a mira deve ser elevada ou abaixada até que a leitura nela seja 0,111. Quando a leitura na mira chegar no valor correto, marca-se a base da mira e pinta-se no muro a cota implantada.



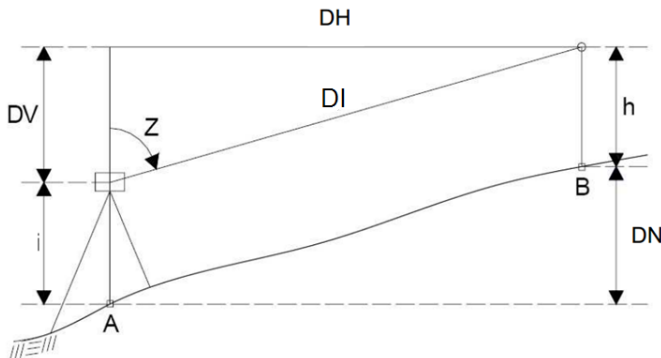
21,000 — Marca na cota 21 —

Dicas:

- use cotas inteiras para facilitar os cálculos pelo pessoal da obra;
- a cota máxima a ser locada em campo é a APV de onde o equipamento está;
- quando o cálculo da leitura a vante for negativa é porque a cota a ser implantada está acima da APV;
- Para cotas acima da APV, a mira deverá ser utilizada invertida.

1.1.5 Nivelamento Trigonométrico

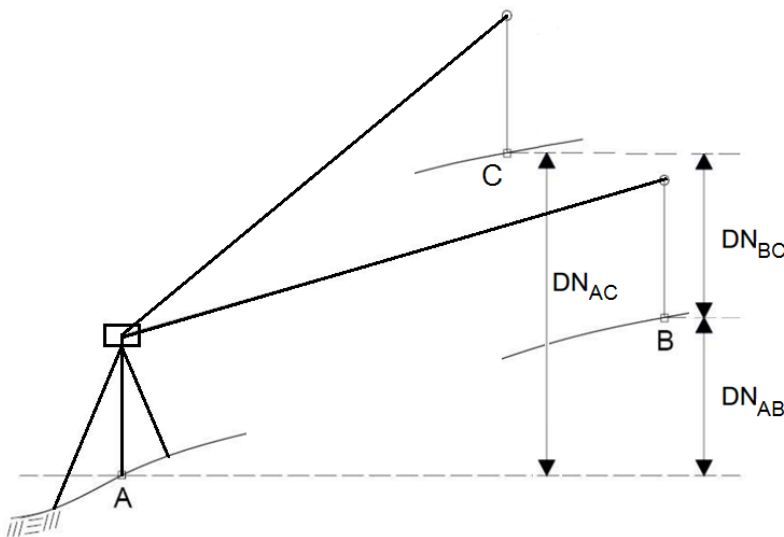
Cálculo de desnível utilizando estações totais (mais comum) ou teodolito e trena. Tem como vantagem visadas fora do plano horizontal, o que permite implantar pontos em locais com grande desnível. O desnível do ponto A (estação) até o ponto B (visado) pode ser calculado da seguinte forma:



$$DV = DI \cdot \cos Z$$

$$DN = +i - h + DV$$

Se visarmos em campo 2 pontos B e C a partir da estação A, podemos calcular o desnível entre B e C da seguinte forma:



$$DN_{AB} = +i_A - h_B + DV_{AB}$$

$$DN_{AC} = +i_A - h_C + DV_{AC}$$

$$DN_{BC} = DN_{AC} - DN_{AB}$$

$$DN_{BC} = +i_A - h_C + DV_{AC} - (+i_A - h_B + DV_{AB})$$

$$DN_{BC} = +i_A - h_C + DV_{AC} - i_A + h_B - DV_{AB}$$

Observe que a altura do instrumento são iguais e portanto ela são eliminadas, eliminando assim o erro desta medição de campo.

$$DN_{BC} = -h_C + DV_{AC} + h_B - DV_{AB}$$

Usando alturas do prisma iguais, podemos simplificar ainda mais:

$$DN_{BC} = DV_{AC} - DV_{AB}$$

Considerando B a RN e C o ponto em que se quer implantar uma determinada cota, precisamos conhecer então a DV_{AC} para implantar ela em campo.

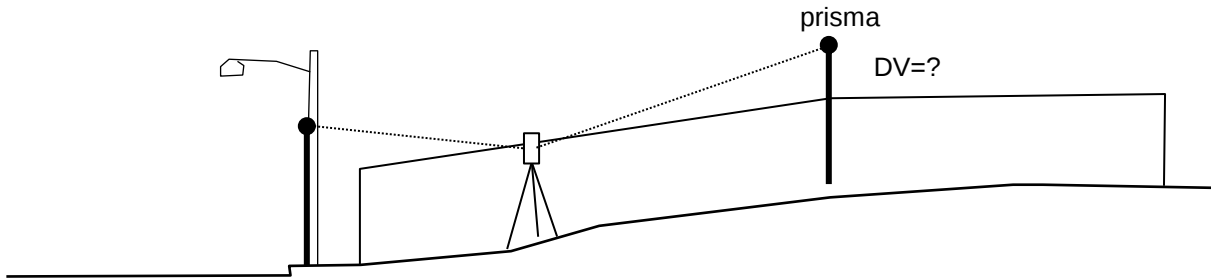
$$DV_{VANTE} = DN + DV_{RE}$$

As estações totais possuem software interno para os cálculos de distância e desnível entre pontos visados. Estes programas agilizam bastante o processo de implantação, pois bastará saber o desnível a ser implantado fazendo:

$$DN = Cota Projeto - Cota RN$$

EXEMPLO 2

Implantar a cota 21 do exemplo 1 (nivelamento geométrico), utilizando o nivelamento trigonométrico.

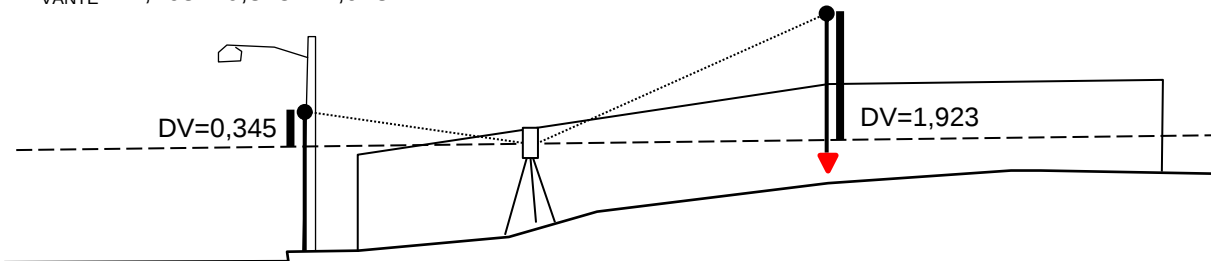


$$DN = 21,000 - 18,732 = 2,268$$

Medindo com a estação total na RN o valor da DV_{RE} foi de +0,345, conforme pode ser observado no display da estação total.

HD:	120° 30' 40"	
DH*	15.432 m	N
DV:	0.345 m	P
MEDE	MOD0	SP/P
		P1↓

$$DV_{VANTE} = 2,268 - 0,345 = 1,923$$



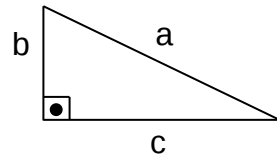
Portanto o prisma deve ser elevado ou abaixado até que a DV_{VANTE} seja de +1,923. Quando a estação total informar o valor de DV: 1,923m, marca-se o ponto na base do prisma e pinta-se no muro a cota implantada.

1.2 METODOS PLANIMÉTRICOS

1.2.1 Pitagórico

O termo pitagórico se origina do Teorema de Pitágoras, utilizado para definir ângulos retos baseado num triângulo retângulo, medindo somente os lados. Tem a vantagem de utilizar uma trena simples para a execução.

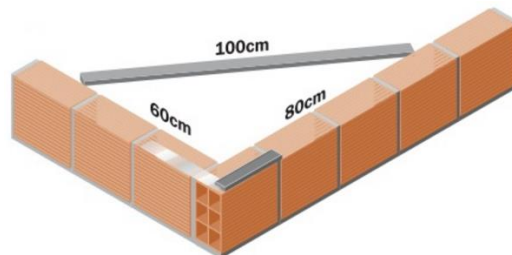
A relação matemática deve ser sempre:



$$a = \sqrt{b^2 + c^2}$$

Pode-se utilizar qualquer dimensão para “b” e “c”, mas o “a” deve atender a relação matemática. Para evitar erros grosseiros, é interessante utilizar valores inteiros para evitar confusão. Dimensões comumente utilizadas:

b	c	a
0,60	0,80	1,00
3,00	4,00	5,00
6,00	8,00	10,00



Fonte: Cartilha do Pedreiro – Programa aprendendo Construindo

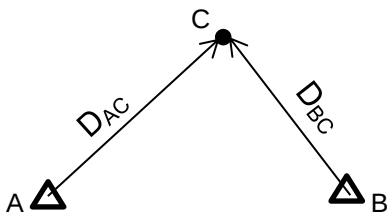
Não é recomendado o uso de alinhamentos maiores que 3x a menor dimensão do triângulo formado.

Método utilizado para posicionar obras de construção civil em função das dimensões serem de poucos metros.

1.2.2 Interseção Linear

Permite implantar um ponto C a partir de outros 2 já implantados (A e B). As distâncias AC e BC devem ser conhecidas. Normalmente estas distâncias são calculadas pelas coordenadas dos pontos.

Técnica simples, fazendo o uso somente de trena, mas exige 3 pessoas. Utilizado para localizar pontos em campo, assim como implantar pontos próximos aos pontos de referência (distâncias menores que a trena). Permite precisão de poucos centímetros.

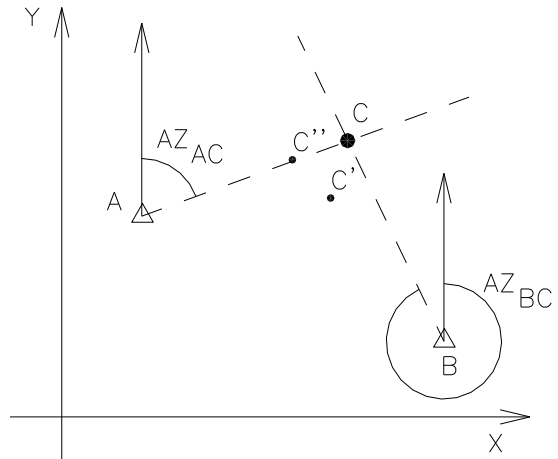


1.2.3 Interseção Angular

Utilizado para locar pontos somente por direções (ângulos) simultaneamente a partir de dois pontos de estação. Neste caso precisa-se de dois instrumentos que medem ângulos (teodolitos ou estações totais) bem como dois operadores e uma terceira pessoa para o ponto a ser locado.

Com as estações orientadas no sistema de coordenadas, calcula-se o azimuth de cada instrumento para o ponto a ser locado e na interseção das visadas loca-se o ponto. Obs.: a qualidade do trabalho depende da escolha dos pontos de estação de forma que a interseção dos pontos a serem locados seja o mais próximo possível de um ângulo reto.

Na figura ao lado, temos o ponto a ser locado C, onde o C' está fora dos dois alinhamentos. Cada operador do equipamento orienta a pessoa que está com a baliza para se posicionar nos alinhamentos. O ponto C" está no alinhamento de AC, mas não está no alinhamento BC, sendo necessário o operador B orientar o deslocamento em direção ao C.



1.2.4 Coordenadas Polares

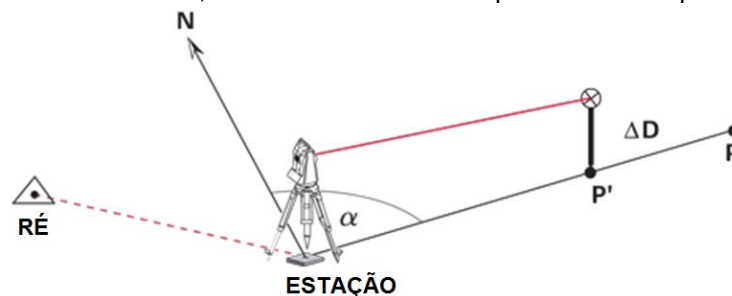
Utilizado para locar pontos por direções (ângulos) e distâncias a partir de um ponto denominado de estação (polo). Os azimutes e distâncias da estação aos pontos a serem locados são calculadas por coordenadas, inclusive para o ponto ré que deve estar materializado em campo.

Para este método, são necessários instrumentos que medem ângulos e distâncias. Pode ser um teodolito e uma trena, um teodolito e um distanciômetro eletrônico ou uma estação total (mais comum).

Utilizando um teodolito e trena ou distanciômetro eletrônico os cálculos de transformação de coordenadas retangulares para coordenadas polares devem ser feitos manualmente.

Fazendo o uso de estações totais, as coordenadas retangulares são inseridas num arquivo na memória do instrumento e através de um programa interno de locação são calculados os azimutes e distâncias.

Ao posicionar o equipamento na estação, visa-se o ponto ré com o azimuth desta direção. Desta forma o equipamento estará orientado ao sistema de coordenadas e todos os ângulos serão azimutes. Gira-se o instrumento até o azimuth do ponto P e inicia o processo de medição de distância. Utilizando trena, basta colocar a baliza no alinhamento e medir a distância calculada. Com distanciômetro ou estação total, a posição do ponto é por tentativa (P') e com a distância medida é subtraída da distância calculada para se descobrir o quanto temos que avançar ou recuar (ΔD) do ponto P'. Com a estação total os cálculos da implantação também são automatizados, informando direto o ΔD para se locar o ponto P.



Fonte: adaptado de <http://www.allenprecision.com/>

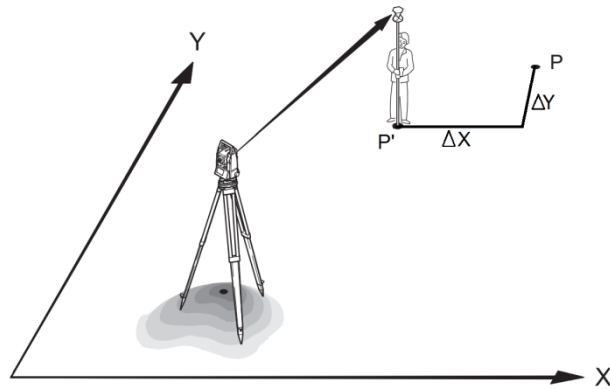
1.2.5 Coordenadas Retangulares

A implantação por coordenadas também é por tentativas, onde compara-se a coordenada retangular obtida em campo com a coordenada de projeto. Desta forma sabe-se o quanto tem que deslocar o ponto na direção X e Y.

Pode-se utilizar equipamentos GNSS com RTK, GNSS com DGPS ou estação total robótica.



Fonte: www.hds.leica-geosystems.com

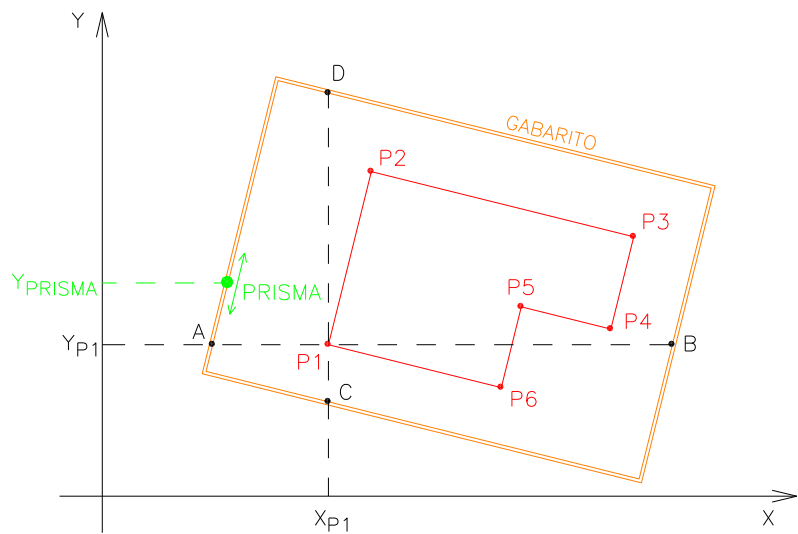


Fonte: adaptado www.hds.leica-geosystems.com

1.2.6 Projeções (Catetos)

A locação por catetos é feita normalmente sobre gabaritos, sobre os quais vai se demarcar todas as projeções X em uma direção e Y em outra direção. O equipamento a ser utilizado é a estação total pelo fato desta já efetuar o cálculo das coordenadas instantaneamente.

A demarcação é feita deslocando-se o prisma refletor sobre a régua do gabarito, fazendo-se uma medição. O instrumento traz como resultado as coordenadas X e Y. Compara-se a coordenada medida com a de projeto e desloca-se o prisma até encontrar a coordenada de projeto (pontos A, B, C e D). Num sentido a demarcação é feita dando a atenção somente para as abscissas (coordenada X), demarcando os pontos C e D e no outro somente para as ordenadas (coordenada Y), demarcando os pontos A e B. No desenho a seguir, o prisma deve ser deslocado para a direção de A, até que $Y_{PRISMA} = Y_{P1}$.



1.2.7 Offset

Offset é a estaca cravada a uma determinada distância da crista de corte ou pé de aterro, devidamente cotada, que serve de apoio à execução de terraplenagem. A sua marcação deve ser perpendicular ao talude. O offset é necessário para que se possa executar os taludes respeitando a declividade de projeto até chegar na cota do projeto.



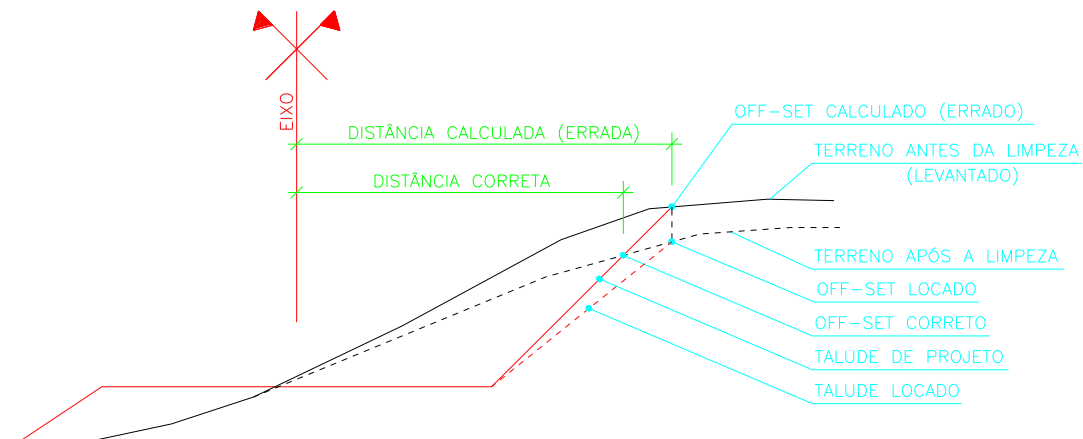
Fonte: <http://gmstopografia.com.br/>



Fonte: <http://mg.quebarato.com.br/>

Na estaca de offset é feita uma marcação de referência de nível e o valor de corte ou de aterro, para que os operadores saibam o quanto precisam escavar ou aterrar para chegar na cota de projeto. Em casos de aterros pequenos, pode-se colocar a marca de referência diretamente no nível do aterro a ser executado.

A Locação de Offsets é feita por tentativas e não pelo calculado pelo projeto. Isso ocorre porque algumas ondulações do terreno podem não terem sido levantadas ou pode ter havido alguma alteração do terreno após o levantamento e antes da obra. Até mesmo o processo de limpeza do terreno, prejudica bastante o posicionamento direto com os dados do projeto.



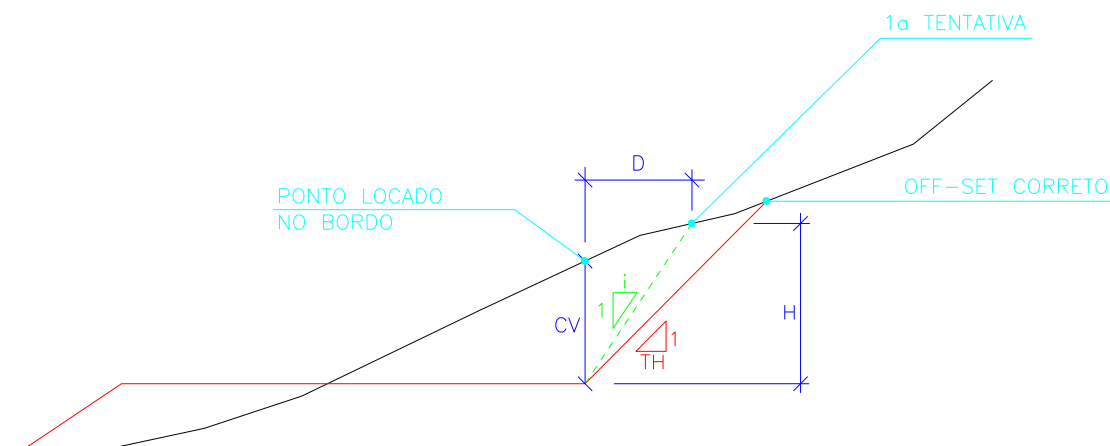
Este método é utilizado apenas para a locação em campo. O nome Tentativas se deve ao fato de “tentar” adivinhar o ponto e verificar se o talude está com a inclinação correta ou não. Como este método é feito em campo e em tempo real, o cálculo é fiel ao terreno.

Ao locar o bordo do projeto em 3D, teremos a Cota Vermelha (CV) através da equação: $CV = CP - CT$, onde CP é a cota de projeto e CT é a cota do terreno.

Para iniciar as tentativas, temos que afastar o offset do bordo de acordo com sua CV. Este afastamento será em função da inclinação do talude.

Consideremos a inclinação do talude na proporção 1:TH, onde 1 é a distância vertical no talude e TH a distância horizontal no talude. Em algumas literaturas e regiões, é utilizado uma proporção com números inteiros onde a distância vertical no talude pode ser diferente de 1, por exemplo 2/3. O talude 2/3, equivale matematicamente ao talude 1/1,5, bastando realizar a simplificação.

Para a 1ª tentativa, calculamos a distância de afastamento (D) da tentativa para o bordo, pela equação $D = CV \cdot TH$.



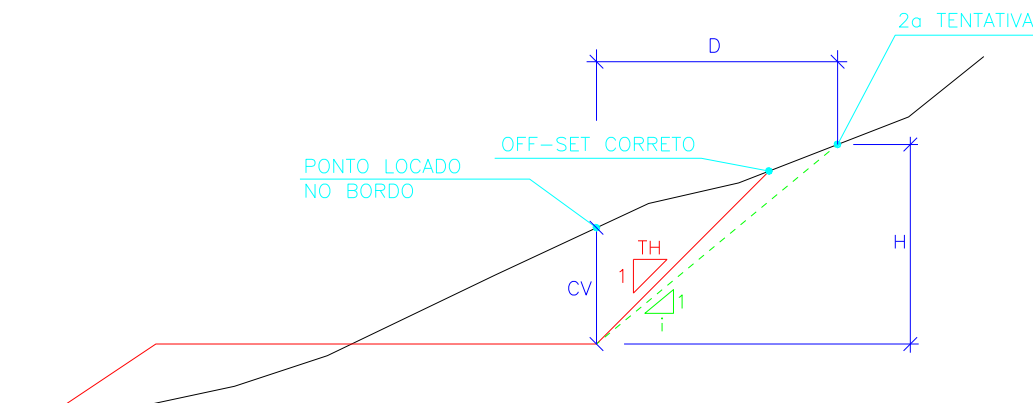
ROTINA DE TENTATIVAS

Após afastar do bordo, temos que verificar se a inclinação do talude está 1:TH nesta distância D. Medimos a cota da tentativa (C) e calculamos o desnível (H) da tentativa até o bordo de projeto. Com a equação $H = CP - C$. Verificamos então se a inclinação está satisfatória ou não pela equação $i = \frac{D}{H}$.

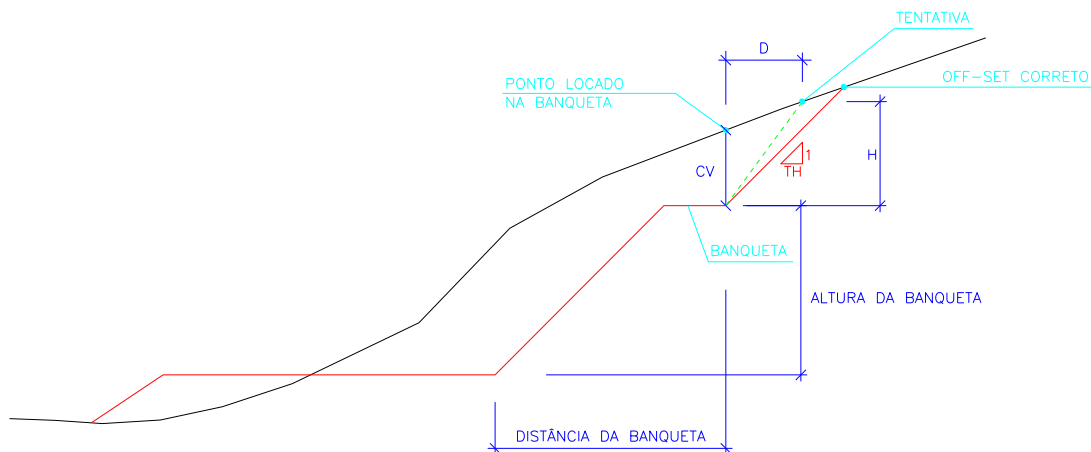
Se $i > TH$, então o talude está muito suave e o ponto deve ser aproximado do bordo.

Se $i < TH$, então o talude está muito inclinado e o ponto deve ser afastado do bordo.

Afastamos ou aproximamos o offset do bordo e reiniciamos a rotina, até que uma posição do offset defina um talude aceitável para a obra.



Em casos de Taludes com Banquetas, a locação deverá iniciar pelo último ponto da banquetta, mesmo que sejam múltiplas banquettas. A locação é idêntica como se partisse do bordo, pois se pode calcular a distância e a cota deste último ponto.



Nas Estações Totais que não possuem locação de offset, poderá ser utilizado o programa de distância e desnível entre pontos para locar offsets por tentativas.

2 IMPLANTAÇÃO

2.1 LIMITES DE IMÓVEIS

A implantação dos limites de imóveis são locações apenas planimétricas dos vértices ou dos alinhamentos por eles formados. Também conhecido como demarcação, aviventação de rumos ou assinalação dos limites.

2.1.1 Interpretação da matrícula

A consulta das informações na certidão da matrícula do registro do imóvel é FUNDAMENTAL para que possamos definir os limites do imóvel a ser implantado. Nela consta as dimensões legais do imóvel, mas que poucas vezes espelham a realidade. É comum o que existe “de fato” não coincidir com o “de direito”. Esta não coincidência pode estar associada a vários motivos que produziram erros nos documentos bases para o registro ou mesmo nas mudanças dos limites após o seu registro. São algumas motivos do “de fato” não coincidir com o “de direito”:

- ausência de levantamento topográfico;
- levantamentos topográficos errados;
- levantamentos topográficos com informações apenas lineares;
- uso do projeto de um loteamento para registro dos imóveis;
- implantação anterior dos limites executado sem acompanhamento topográfico;
- má fé dos proprietários lindeiros.

Além da certidão da matrícula do imóvel a ser implantado, é fundamental que tenhamos também as certidões das matrículas dos imóveis lindeiros.

Quando o imóvel não tiver matrícula no Registro de Imóveis, deve-se buscar informações em outros documentos na sequência de importância:

- Transcrição do imóvel: Anteriormente à Lei 6015/73 adotava-se a transcrição das transmissões, a qual poderia incluir, num mesmo ato registral, dois ou mais imóveis. A partir desta data, foi introduzido o sistema de matrículas, que vigora até hoje. Pelo novo sistema, cada imóvel terá matrícula própria e cada matrícula corresponderá a um único imóvel;
- Títulos de domínio: escritura pública, formal de partilha, carta de arrematação, sentença de usucapião, e título de legitimação de terras devolutas;
- Peças técnicas: projetos, plantas, memoriais descritivos e cadernetas de campo de levantamento topográficos relacionadas ao imóvel e/ou aos confrontantes;
- Documentos de compra e venda, registrados em tabelionato ou não;
- Nos casos de imóveis passíveis de titulação, deverão ser observados os limites de respeito, além das indicações anteriores.

2.1.2 Serviços preliminares

O levantamento topográfico imediatamente anterior à implantação permitirá que sejam dirimidas quaisquer dúvidas sobre o posicionamento do imóvel.

Em imóveis que não existam sistema de coordenadas, é fundamental esta etapa para criação de um sistema (mesmo que arbitrário) para que elementos definidores em campo possam estar num mesmo sistema dos pontos de apoio. Assim a implantação poderá ser feita de forma segura e podendo ser previsto todos os problemas de confrontações antes da implantação, evitando perda de tempo para uma eventual mudança na posição dos limites.

Em casos de limites óbvios, esta etapa pode ser descartada, porém é recomendada.

2.1.3 Projeção da matrícula

Esta etapa é bastante crítica, pois poucas matrículas trazem informações suficientes para a implantação. Poucos imóveis são georreferenciados e com isso acaba-se tendo que se fazer uso de elementos em campo para a orientação da projeção da matrícula. É bastante comum matrículas conterem informações insuficiente para sua definição geométrica, como:

- somente distâncias;
- somente área;
- nenhuma informação técnica.

Por este motivo é FUNDAMENTAL que os documentos associados ao imóvel sejam de fato consultados, evitando que sejam postergados os problemas existentes.

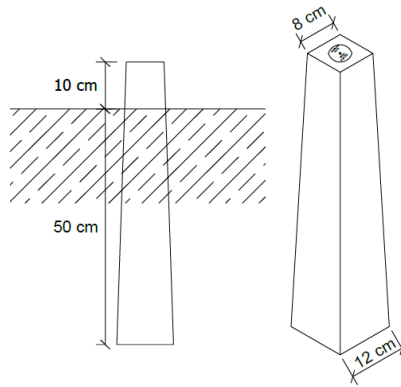
2.1.4 Criação de pontos de projeto

Com o projeto no sistema de coordenadas dos pontos de apoio, é necessária a criação dos pontos de interesse do projeto para então transferir para a estação total. Estações que permite a transferência de arquivo gráfico diretamente de um CAD, este passo pode ser suprimido.

2.1.5 Formas de Materialização

Marco de Concreto:

Sugere-se o traço 1:3:4:0,5 (cimento:areia:brita:água), sem ferragem, no formato tronco de pirâmide. O Incra sugeriu as dimensões 8x12x60cm, que é bem esbelto e facilita o transporte.



Marco sintético:

Material ou resina sintéticos (plástico ou epoxy). Tem como vantagem o peso para transporte. Sua durabilidade pode atingir facilmente os 300 anos, mas é pouco resistente ao fogo (não recomendado para áreas agricultáveis).



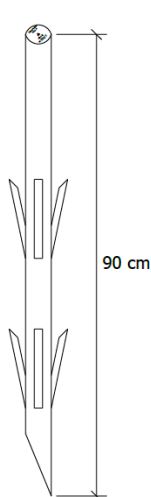
Marco de pedra:

Pedra cortada com faces irregulares não polidas para gerar atrito com o solo.



Marco metálico:

Haste metálica galvanizada. O Inbra sugere o diâmetro de 50mm e altura de 90cm. Deve ter algum sistema que dificulte o arrancamento.

**Piquetes:**

A demarcação com piquetes deve ser somente em casos de marcação provisória. Utilizado quando em pouco tempo será construído um muro ou cerca para materializar os limites.



<http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/38/artigo225281-1.aspx>

2.1.5 Técnicas de Implantação

A técnica utilizada depende do equipamento disponível:

Estação total convencional: método polar

Estação total robótica e RTK: método retangular.

Apesar de na maioria das vezes não ser produtivo, outras técnicas também podem ser utilizadas, como o pitagórico, interseção linear e interseção angular.

2.2 PARCELAMENTOS

Denomina-se Parcelamentos todo e qualquer projeto que crie novas parcelas de imóveis que poderão virar registro. Comumente são os loteamento, desmembramentos e partilhas.

2.2.1 Interpretação do projeto

Um projeto de desmembramento é bastante simples, demonstrando a área existente e sua divisão. Logicamente, o projeto de desmembramento deve ser elaborado a partir de um levantamento topográfico.

O projeto de loteamento é mais complexo, pois são elaboradas várias pranchas dos diversos projetos de infraestrutura que são obrigatórios. É fundamental que se faça a interpretação do projeto, buscando entender os limites de cada parcela criada pelo projeto, para que efetivamente os vértices dos limites das parcelas sejam locadas em campo.

Quanto ao referencial planimétrico, deve-se ter especial atenção ao sistema de projeção, pois não utilizando o plano horizontal como referência, deve-se fazer os cálculos dos fatores de deformação.

2.2.2 Serviços preliminares

No caso de desmembramentos, os serviços preliminares devem seguir da mesma forma como foi visto na implantação de imóveis.

Em função da extensão do loteamento ser significativa (facilmente atinge mais de 100m), quando se implanta com estação total o apoio é item essencial, sendo necessário implantar uma poligonal para

densificar os pontos de apoio. Já a implantação com GNSS este problema não existe, mas deve-se atentar aos obstáculos que podem prejudicar o posicionamento.

O levantamento topográfico imediatamente anterior à implantação permitirá que sejam dirimidas quaisquer dúvidas sobre o projeto. Com isso poderá ser verificado além da consistência do imóvel x projeto, também o sistema de coordenadas. Em projetos que não existam sistema de coordenadas, é fundamental esta etapa para criação de um sistema (mesmo que arbitrário) para que elementos definidores em campo possam estar num mesmo sistema dos pontos de apoio. Assim a implantação poderá ser feita de forma segura e podendo ser previsto todos os problemas de confrontações antes da implantação, evitando perda de tempo para uma eventual mudança na posição dos limites.

2.2.3 Criação de pontos de projeto

Com o projeto no sistema de coordenadas dos pontos de apoio, é necessária a criação dos pontos de interesse do projeto para então transferir para a estação total ou RTK. Estações ou RTK que permitem transferência de arquivo gráfico diretamente de um CAD, este passo pode ser suprimido.

2.2.4 Formas de Materialização

Marco de concreto, marcos sintético, marco de pedra, marco metálico. Se a implantação for provisória, poderá ser feito com piquetes ou estacas de madeira.



2.2.5 Técnicas de Implantação

A técnica utilizada depende do equipamento disponível:

Estação total convencional: método polar

Estação total robótica e RTK: método retangular.

2.3 TERRAPLENAGEM

2.3.1 Interpretação do projeto

O projeto de terraplenagem deve apontar elementos importantes como:

- inclinação longitudinal e transversal de platôs e plataformas de terraplenagem;
- inclinação dos taludes;
- cotas dos pontos notáveis;
- referencial altimétrico;
- referencial planimétrico.

Quanto ao referencial planimétrico, deve-se ter especial atenção ao sistema de projeção, pois não utilizando o plano horizontal como referência, deve-se fazer os cálculos dos fatores de deformação.

2.3.2 Serviços preliminares

Em função da extensão de obras de terraplenagem, quando se implanta com estação total o apoio é item essencial, sendo necessário implantar uma poligonal para densificar os pontos de apoio. Já a implantação com GNSS este problema não existe, mas deve-se atentar aos obstáculos que podem prejudicar o posicionamento.

O levantamento topográfico imediatamente anterior à implantação permitirá que sejam dirimidas quaisquer dúvidas sobre o projeto e também o cálculo de volumes em função de uma possível alteração do terreno desde o levantamento topográfico para o projeto até o início das obras. Com isso poderá ser verificado o sistema de coordenadas e principalmente o referencial altimétrico. Em projetos que não existam sistema de

coordenadas, é fundamental esta etapa para criação de um sistema (mesmo que arbitrário) para que elementos definidores em campo possam estar num mesmo sistema dos pontos de apoio.

2.3.3 Criação de pontos de projeto

Deve-se criar pontos com cota nos pontos notáveis do projeto, caso o mesmo não informe.

Em áreas com grandes extensões, como é o caso de platôs, é necessário a criação de pontos intermediários.

Em projetos viários, pode-se utilizar a nota de serviço de terraplenagem que informa as declividades de superelevação e superlargura a cada estaca do projeto.

Lado Esquerdo									Eixo			Lado Direito									
Offset				Lateral			Bordo			Cota	Cota	Cota	Bordo			Calçada			Offset		
Estaca	Dist	Cota	Alt.	Dist	Cota	Dist	Cota	%	Terreno	Projeto	Verm	Dist	Cota	%	Dist	Cota	Dist.	Cota	Alt.		
182	-4,9000	182,758	0,331	-4,9000	182,427	-3,6000	182,479	3,00	182,847	182,371	0,476	3,6000	182,263	-3,00	6,6000	182,323	6,6000	182,588	0,265		
183	-4,9000	183,040	0,503	-4,9000	182,537	-3,6000	182,589	3,00	182,891	182,481	0,410	3,6000	182,373	-3,00	6,6000	182,433	6,6000	182,646	0,213		
184	-4,9000	183,190	0,543	-4,9000	182,647	-3,6000	182,699	3,00	183,061	182,591	0,470	3,6000	182,483	-3,00	6,6000	182,543	6,6000	182,834	0,291		
185	-4,9000	183,090	0,333	-4,9000	182,757	-3,6000	182,809	3,00	183,352	182,701	0,651	3,6000	182,593	-3,00	6,6000	182,653	6,6000	183,162	0,509		
186	-4,9000	183,243	0,376	-4,9000	182,867	-3,6000	182,919	3,00	183,263	182,811	0,452	3,6000	182,703	-3,00	6,6000	182,763	6,6000	183,064	0,301		
187	-4,9000	183,392	0,415	-4,9000	182,977	-3,6000	183,029	3,00	183,578	182,921	0,657	3,6000	182,813	-3,00	6,6000	182,873	6,6000	183,465	0,592		
188	-4,9000	183,512	0,425	-4,9000	183,087	-3,6000	183,139	3,00	183,725	183,031	0,694	3,6000	182,923	-3,00	6,6000	182,983	6,6000	183,292	0,309		
189	-4,9000	183,633	0,436	-4,9000	183,197	-3,6000	183,249	3,00	183,653	183,141	0,512	3,6000	183,033	-3,00	6,6000	183,093	6,6000	183,408	0,315		
190	-4,9000	183,745	0,438	-4,9000	183,307	-3,6000	183,359	3,00	183,892	183,251	0,641	3,6000	183,143	-3,00	6,6000	183,203	6,6000	183,521	0,318		
191	-4,9000	183,942	0,525	-4,9000	183,417	-3,6000	183,469	3,00	183,898	183,361	0,537	3,6000	183,253	-3,00	6,6000	183,313	6,6000	183,582	0,269		
192	-4,9000	184,207	0,680	-4,9000	183,527	-3,6000	183,579	3,00	184,098	183,471	0,627	3,6000	183,363	-3,00	6,6000	183,423	6,6000	183,690	0,267		
193	-4,9000	184,410	0,773	-4,9000	183,637	-3,6000	183,689	3,00	184,118	183,581	0,537	3,6000	183,473	-3,00	6,6000	183,533	6,6000	183,810	0,277		

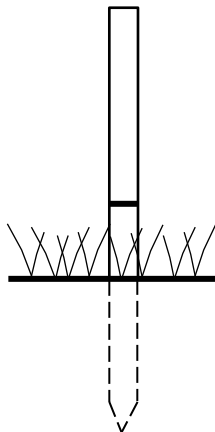
Exemplo de Nota de Serviço de Terraplenagem

2.3.4 Formas de Materialização

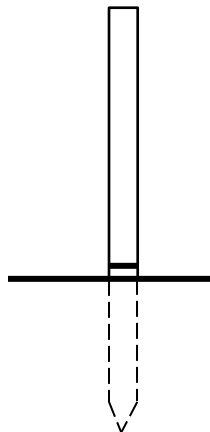
A implantação da terraplenagem é materializada através de estacas. As estacas devem ser altas o suficiente para chamar atenção na obra e permitir anotações orientativas de quanto é necessário cortar ou aterrar.

Deve ser pintado um anel circundando toda a estaca na parte mais baixa, porém seja de fácil visualização na obra. Na face voltada para a obra deve-se anotar o valor de corte ou aterro a ser executado. O valor a cortar ou aterrar se refere ao anel e não ao terreno. Usa-se 2 casas decimais nas alturas.

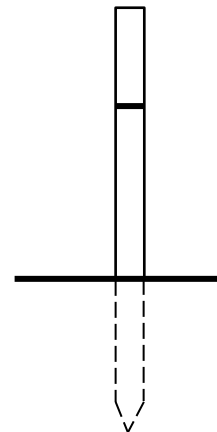
Se o nível do aterro estiver na altura da estaca, pode-se desenhar o anel no nível exato do aterro.



Anotação de Aterro na estaca



Anotação de Corte na estaca



Nível exato de aterro



Estacas delimitando os platôs da terraplenagem

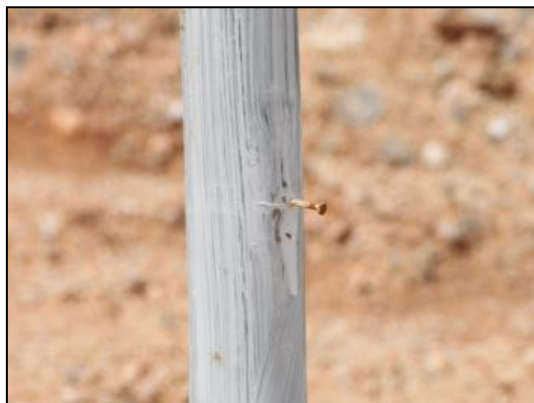
Fonte: <http://www.sinepomuceno.mg.gov.br/>



Estacas no meio de platôs extensos (a cada 20m)

Fonte: <http://tutiterraplenagem.com.br/>





2.3.5 Técnicas de Implantação

A técnica utilizada depende do equipamento disponível:

Nível: nivelamento geométrico e offset.

Estação total convencional: método polar, nivelamento trigonométrico e offset.

Estação total robótica e RTK: método retangular e offset.