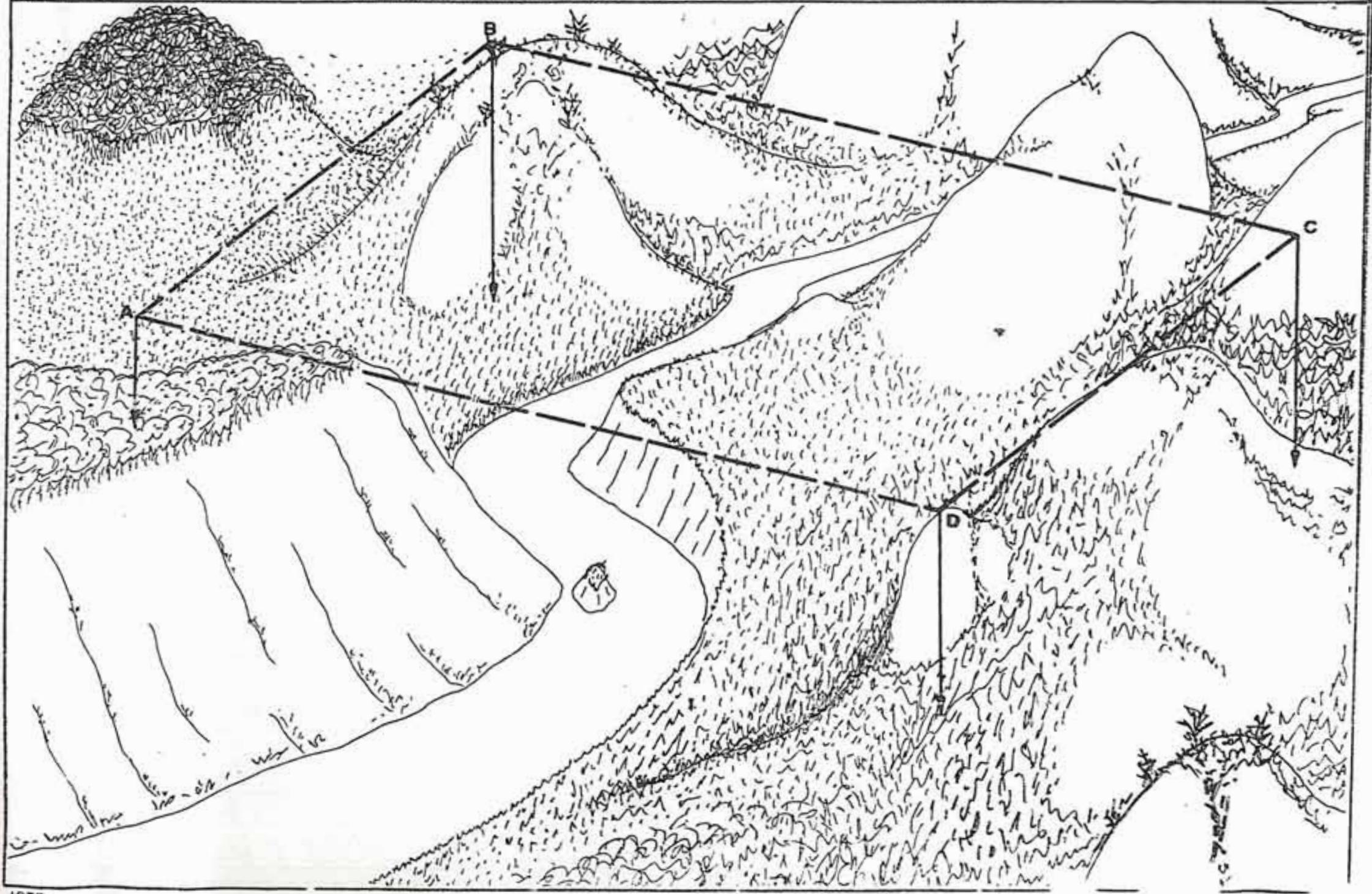
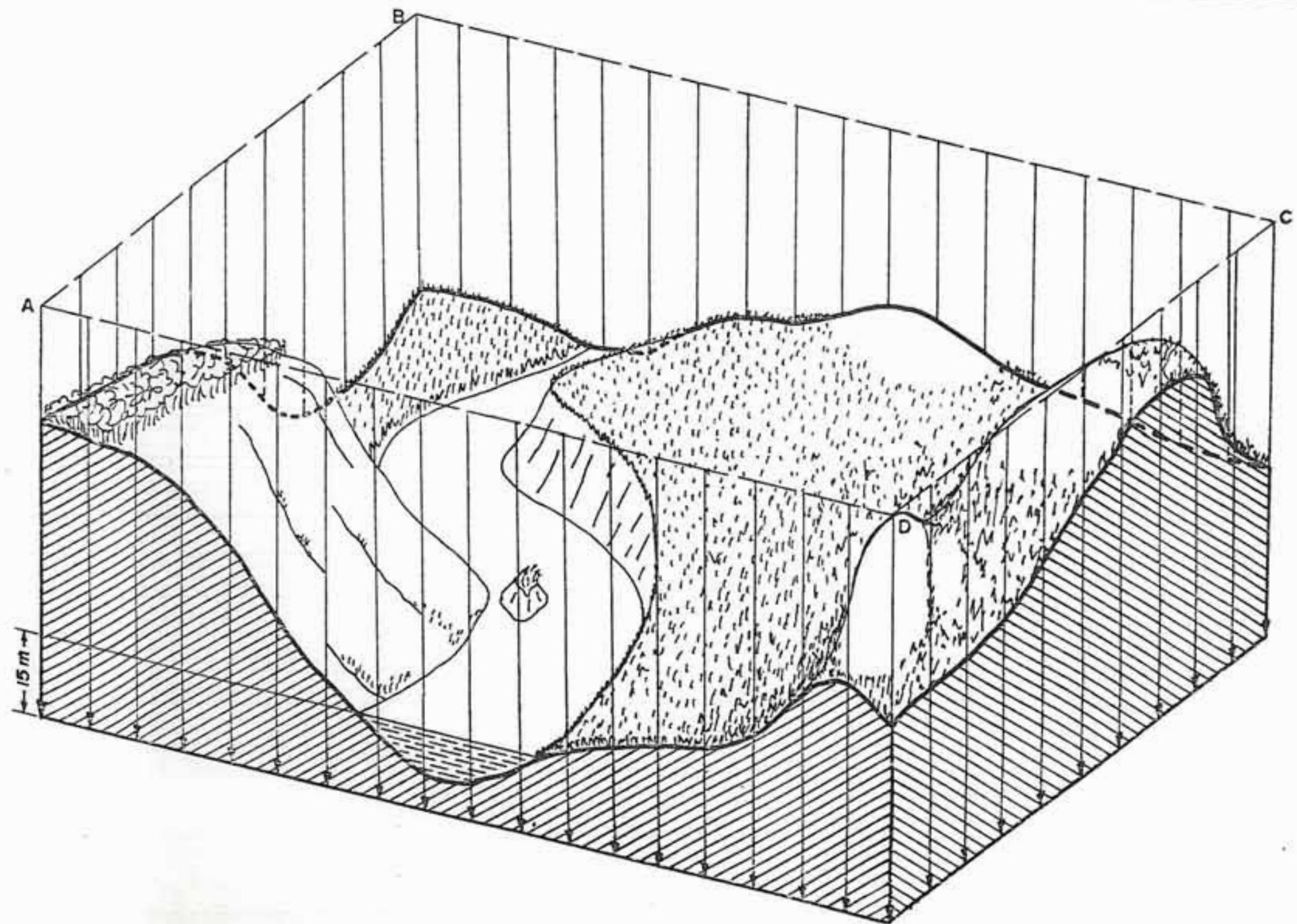


# SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA

SUPERFÍCIE TOPOGRÁFICA I – Delimitação da área retangular ABCD a ser representada em planta.

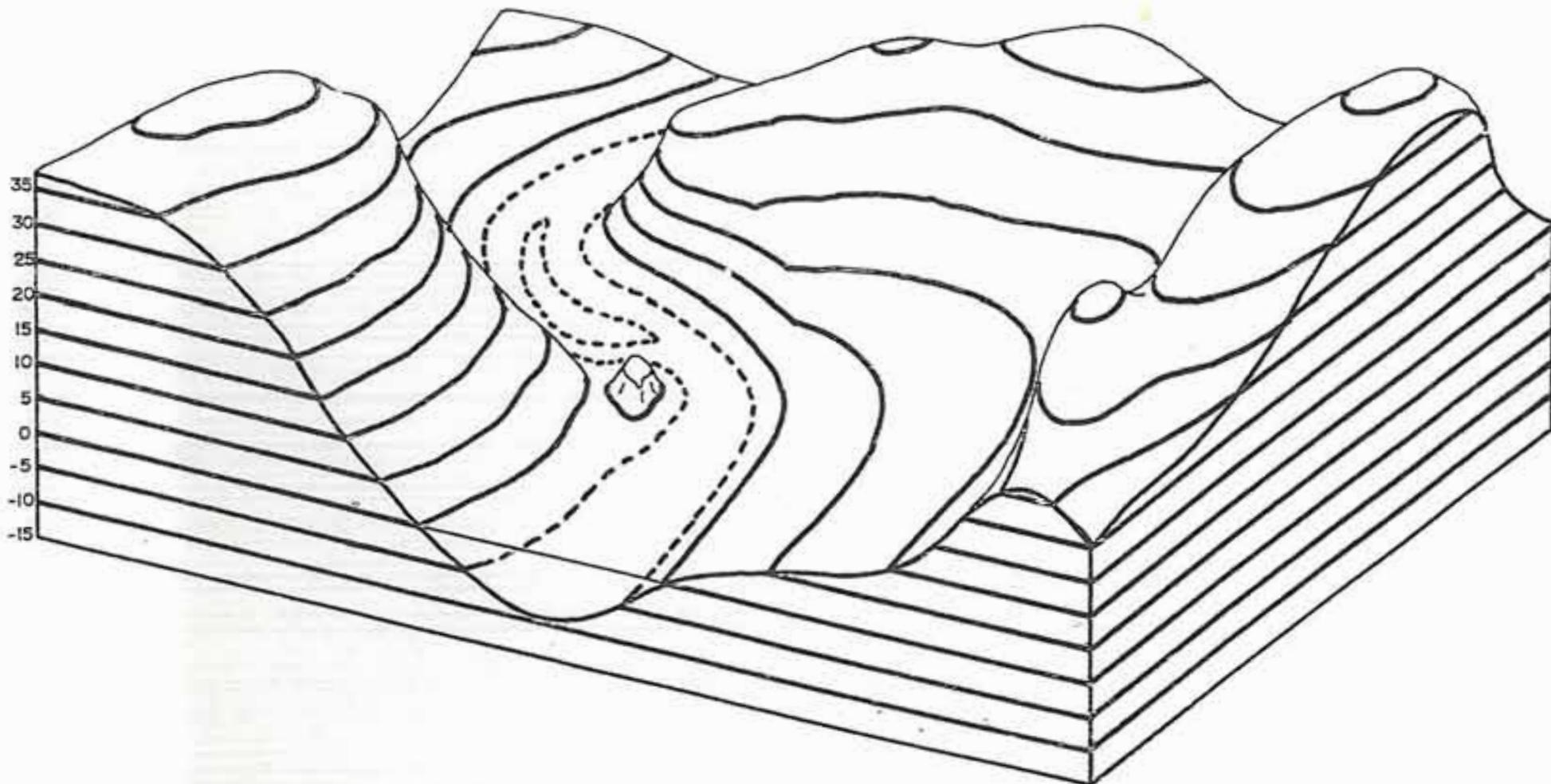


SUP. TOP. 2 – Corte vertical do terreno segundo o contorno ABCD até uma profundidade de 15m abaixo do nível d'água (BLOCO DIAGRAMA).

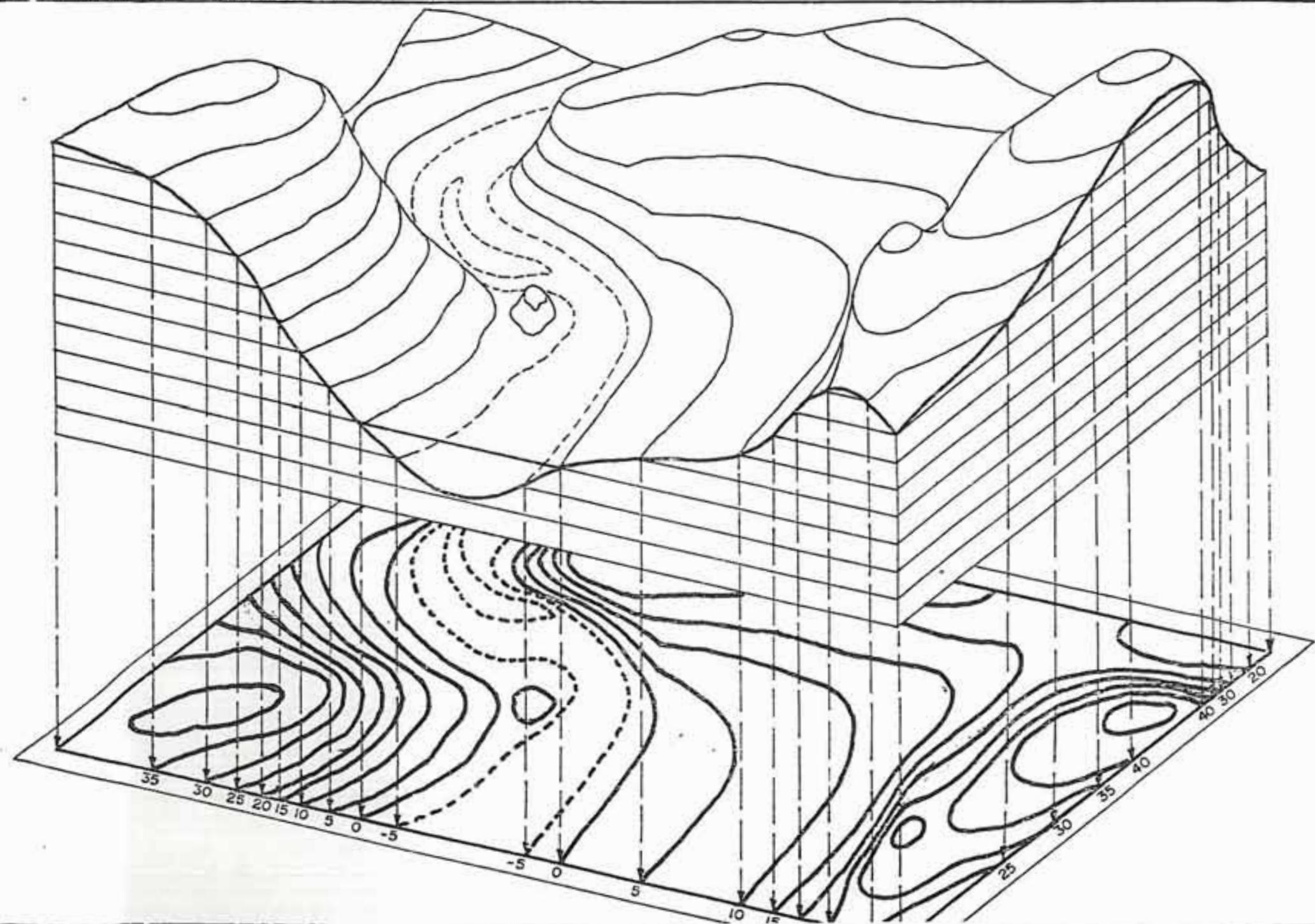


**ST 3 - Corte horizontal de 5 em 5m do bloco diagrama - CURVAS DE NÍVEL.**

A DISTÂNCIA ENTRE OS PLANOS HORIZONTAIS (EQUIDISTÂNCIA DAS CURVAS DE NÍVEL) VARIA GERALMENTE ENTRE 1/500 E 1/2000 DO DENOMINADOR DA ESCALA DO DESENHO ( medida em metros).

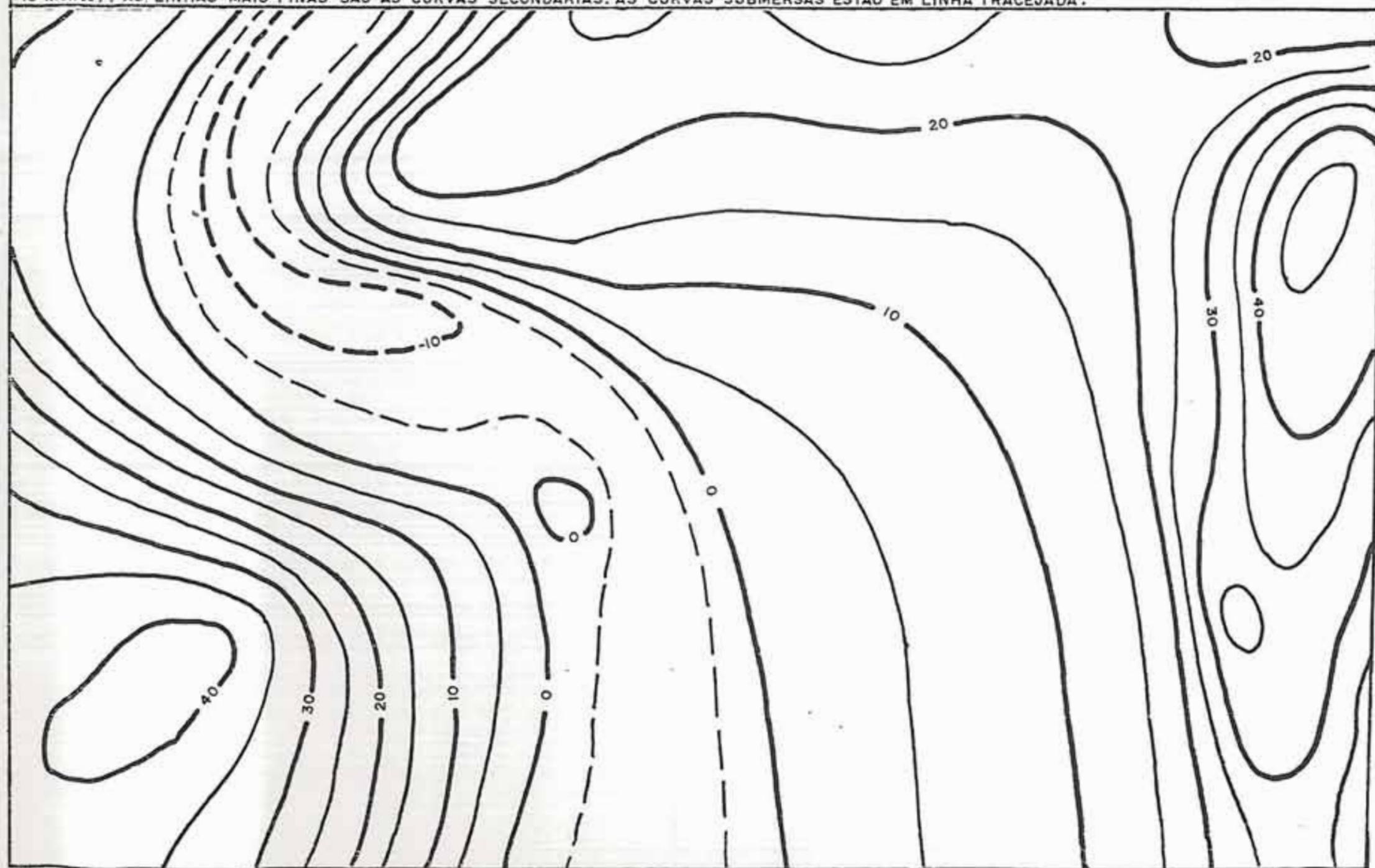


ST 4 - Projeção das curvas de nível na planta



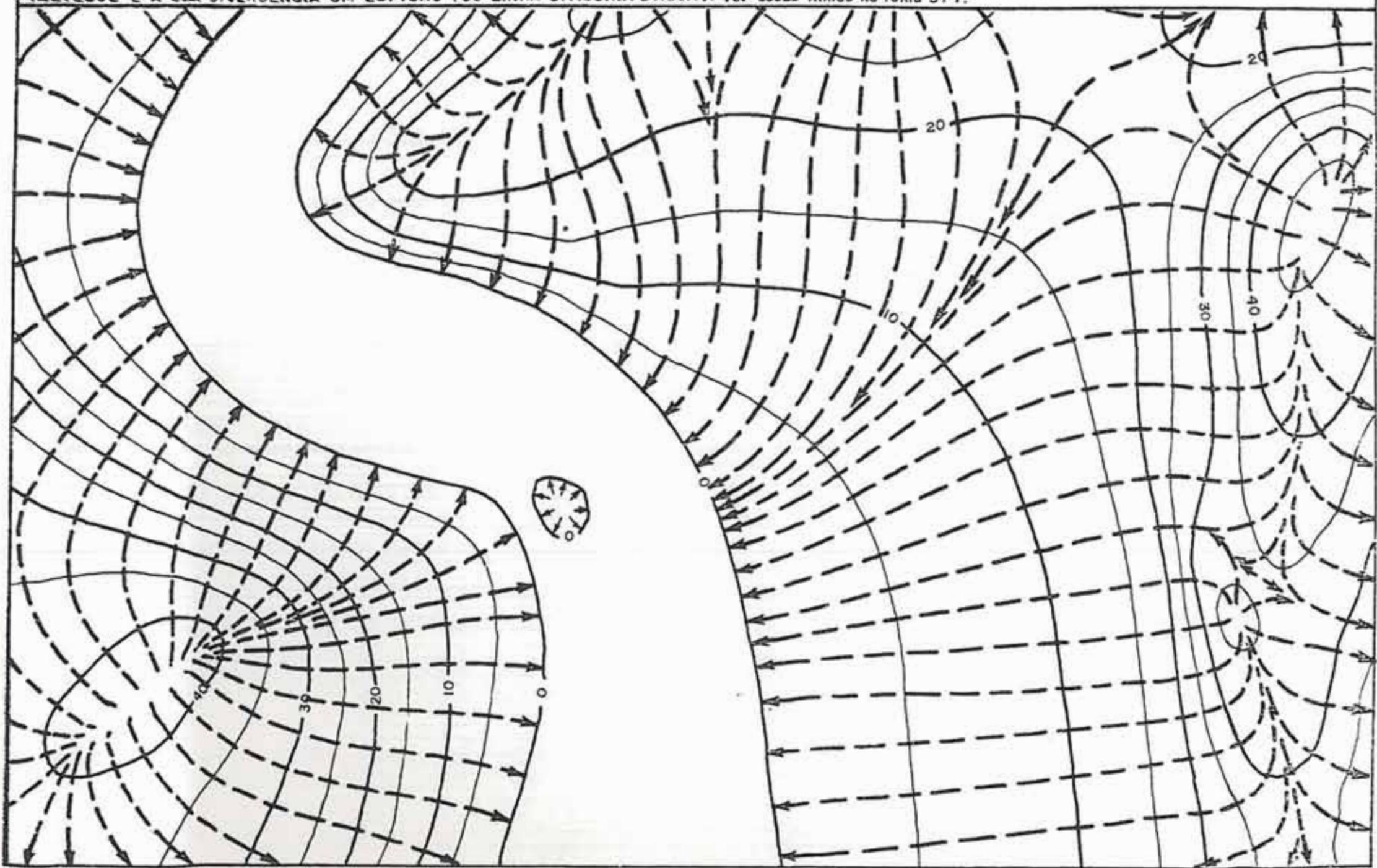
ST 5 - CURVAS DE NIVEL na planta, em verdadeira grandeza, em escala 1/2000 em relação ao terreno real.

AS COTAS, SEMPRE EM METROS, SÃO INTERCALADAS NAS CURVAS MESTRAS OU PRINCIPAIS, DESENHADAS EM TRAÇO MAIS GROSSO (no caso, de 10 em 10 metros). AS LINHAS MAIS FINAS SÃO AS CURVAS SECUNDÁRIAS. AS CURVAS SUBMERSAS ESTÃO EM LINHA TRACEJADA.



ST 6 - LIN. HS D'ÁGUA ( em linha tracejada ) .

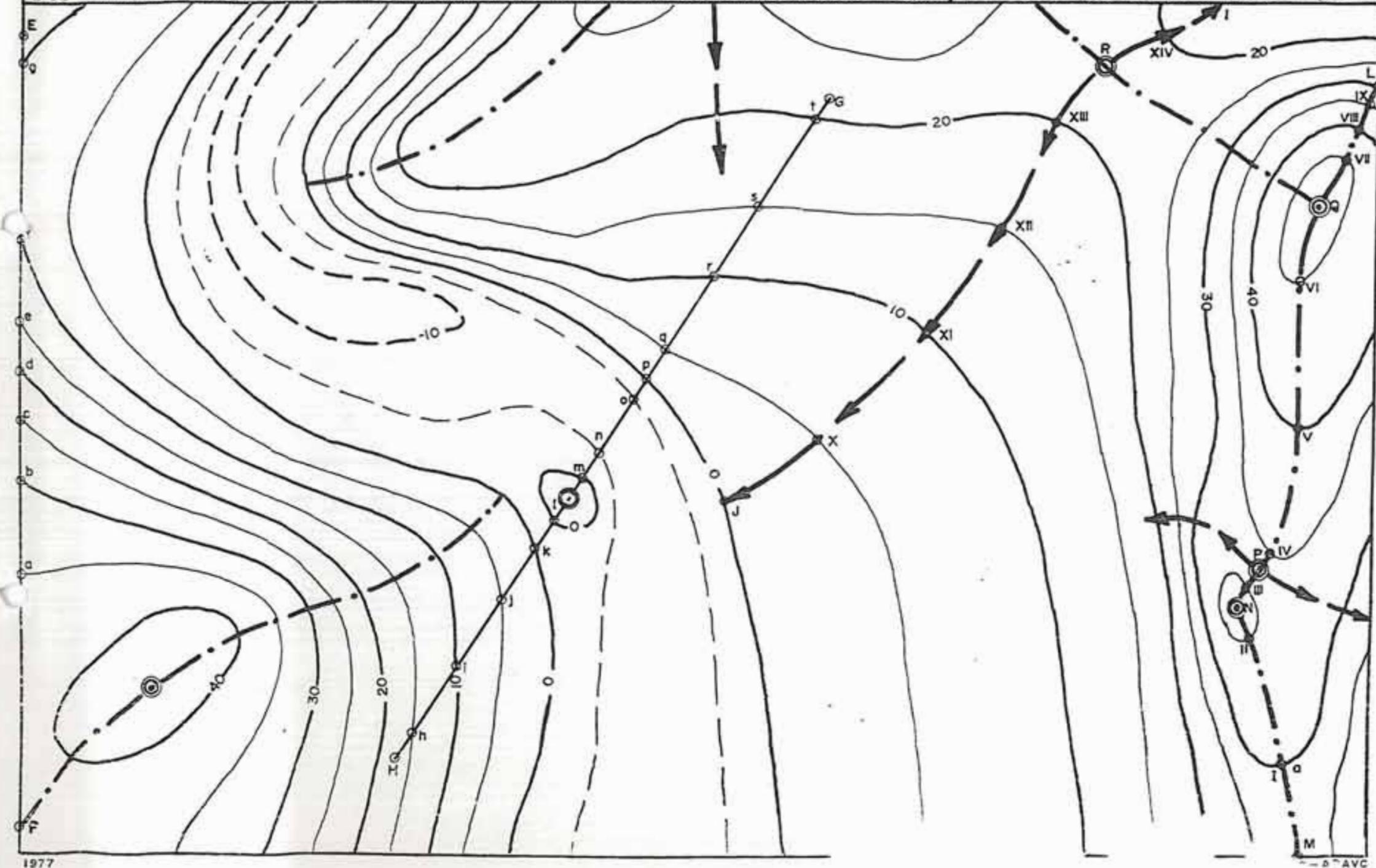
AS LINHAS DE DESCIDA DA ÁGUA FORMAM ÂNGULOS RETOS COM AS CURVAS DE NÍVEL QUE ATRAVESSAM. A CONVERGÊNCIA DESSAS LINHAS GERA UM TALVEZUE E A SUA DIVERGÊNCIA UM ESPIGÃO [OU LINHA DIVISÓRIA D'ÁGUA]. Ver essas linhas na folha ST 7.



ST 7 - TALVEGUES (→ → →), ESPIGÕES (— · — · —), PONTOS DE GARGANTA OU COLOS (· ⊕ ·) E CUMES (⊕).

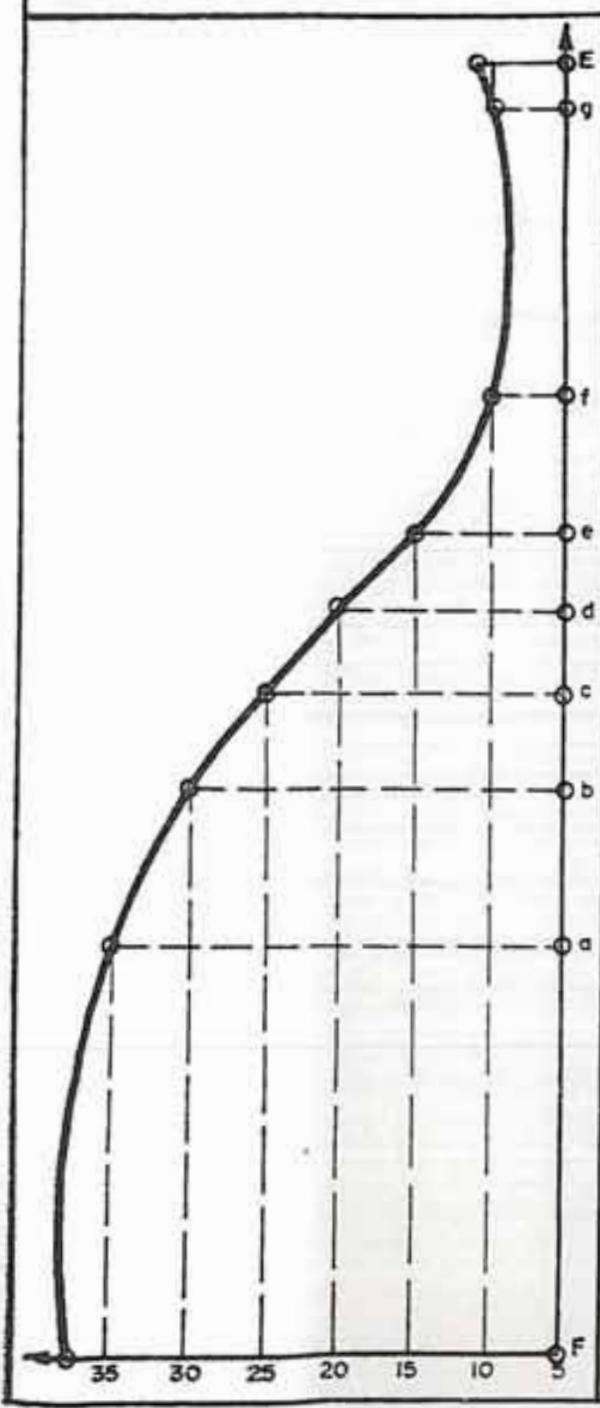
OS PONTOS DE GARGANTA SÃO OS DE MÁXIMO DE COTA NOS TALVEGUES (ver perfil 4 na ST8)  
E DE MÍNIMO NOS ESPIGÕES (ver perfil 3 na ST8). AS CURVAS NAS ADJACÊNCIAS SÃO CARACTERÍSTICAS.

OS CUMES SÃO PONTOS DE MÁXIMO (ver  
perfil 3 na ST8). CURVAS CONCÉNTRICAS

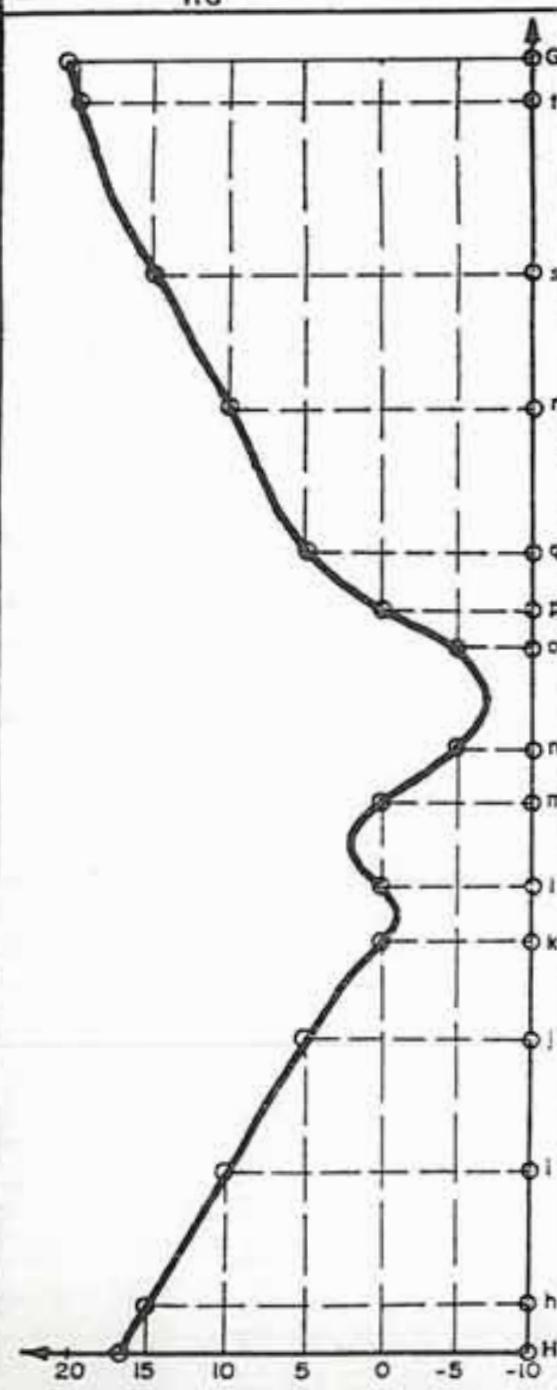


**ST 8 - Cortes verticais do terreno da folha ST7, com deformação da escala vertical - PERFIS**

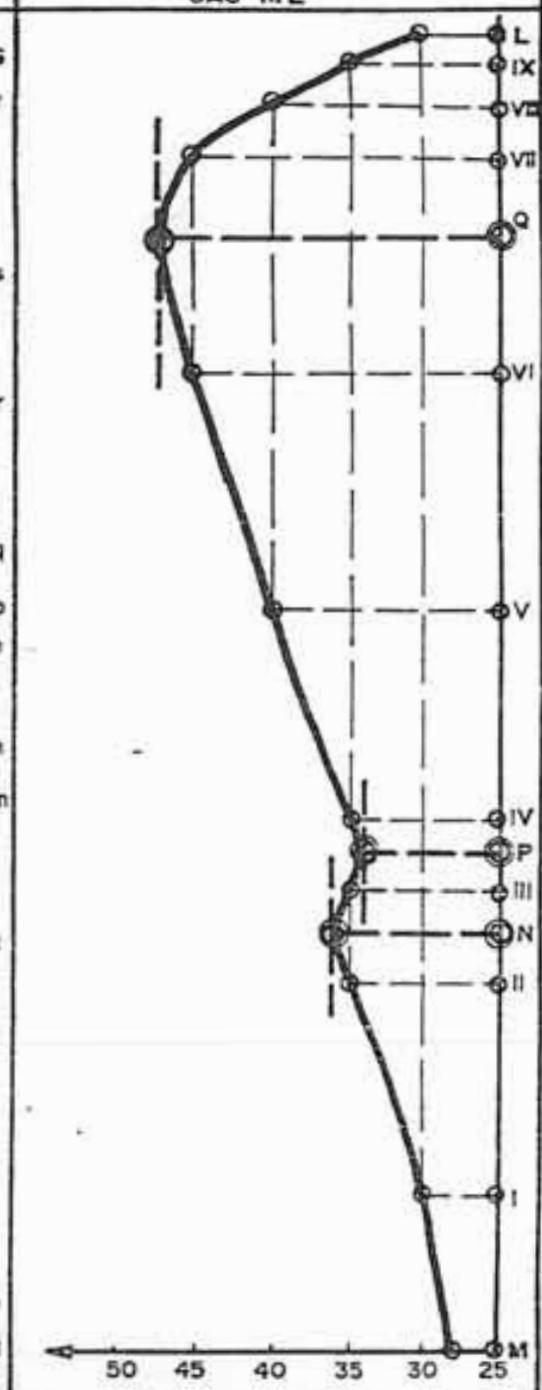
**PERFIL 1 - CORTE SEGUNDO A RETA FE**



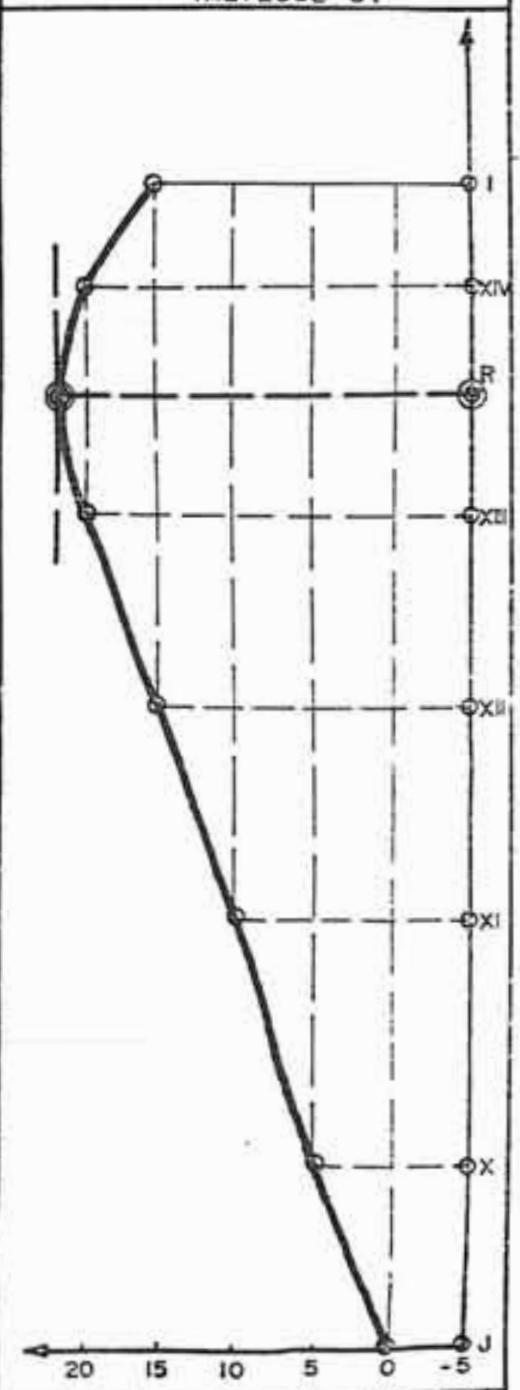
**PERFIL 2 - CORTE SEGUNDO A RETA HG**



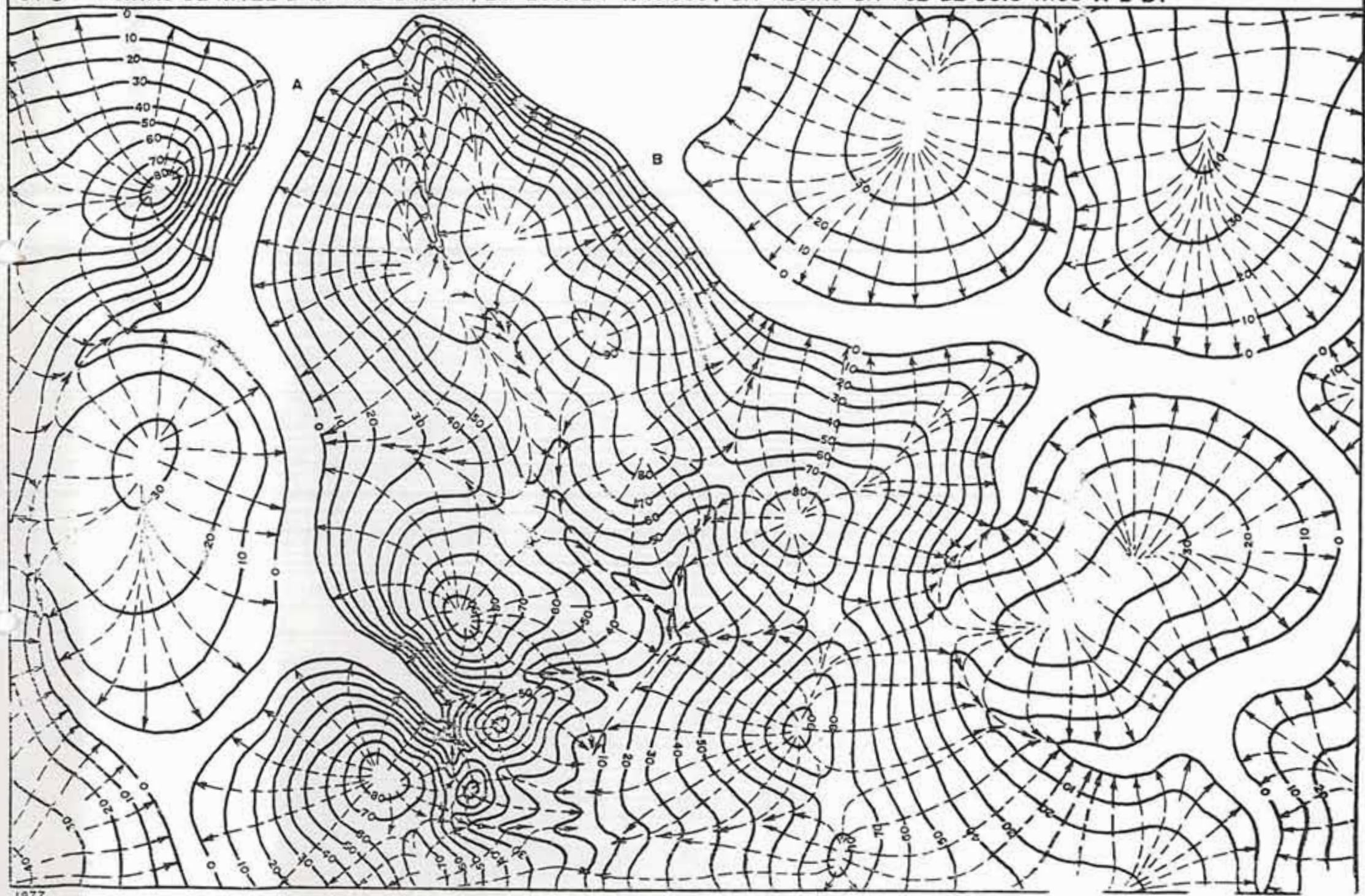
**PERFIL 3 - CORTE SEGUNDO O ESPI-  
GÃO ML**



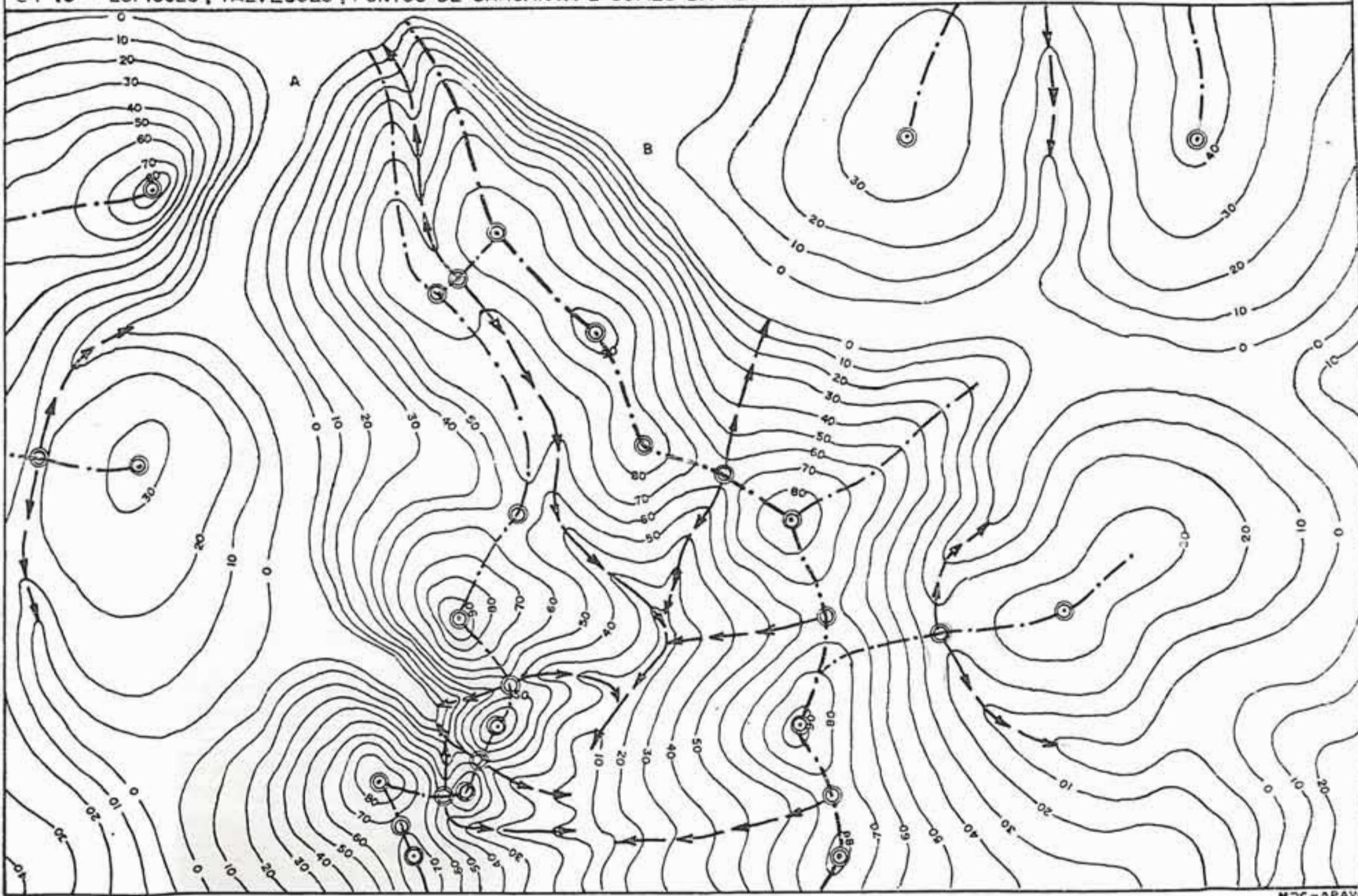
**PERFIL 4 - CORTE SEGUNDO O  
TALVEGUE JI**



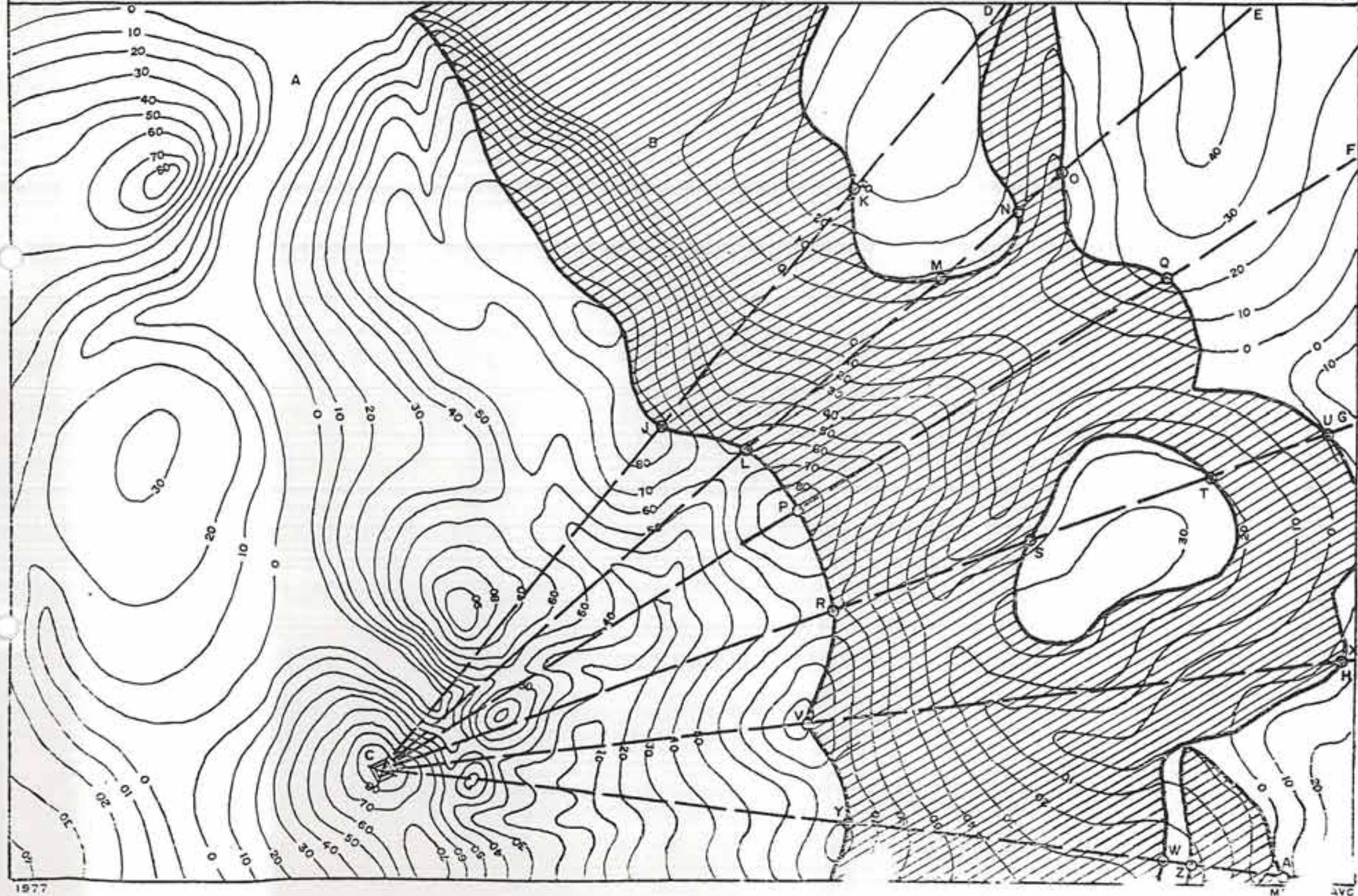
ST 9 - CURVAS DE NÍVEL E LINHAS D'ÁGUA, EM ESCALA 1/10.000, DA REGIÃO DA FOZ DE DOIS RIOS A E B.



ST 10 - ESPIGÕES, TALVEGUES, PONTOS DE GARGANTA E CUMES DA REGIÃO REPRESENTADA NA FOLHA ST 9



ST II - Área de invisibilidade de uma torre de 70m em C, no vale do rio B. A determinação de seus limites é feita pelos perfis (ver ST I2).



**ST 12 - Determinação da área da folha STII pelo traçado dos perfis das seções que partem do ponto C.**

**PERFIS CD E CE**

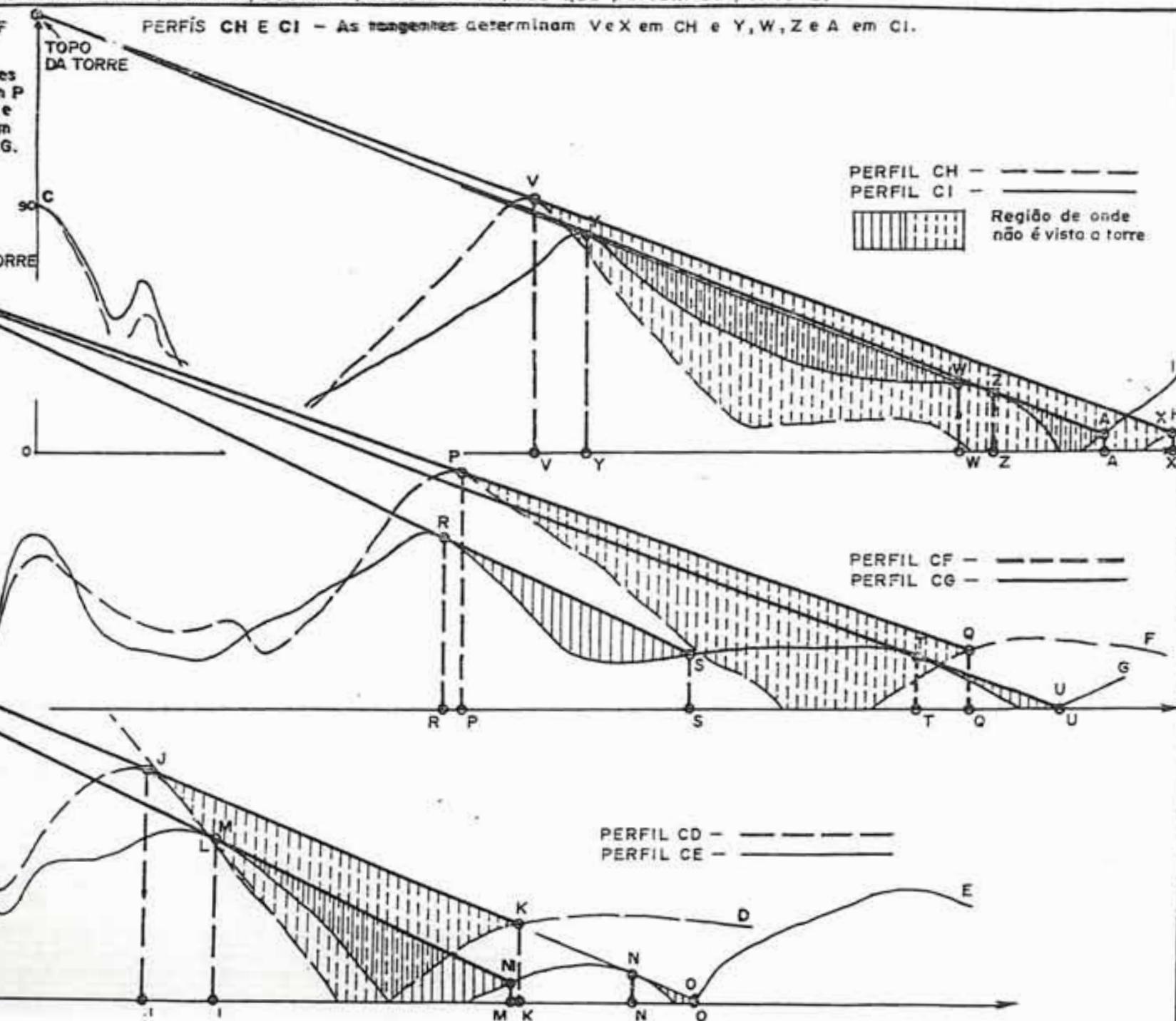
As tangentes ao terreno tiradas do topo da torre determinam os pontos J e K no perfil CD e L, M, N e O no perfil CE.

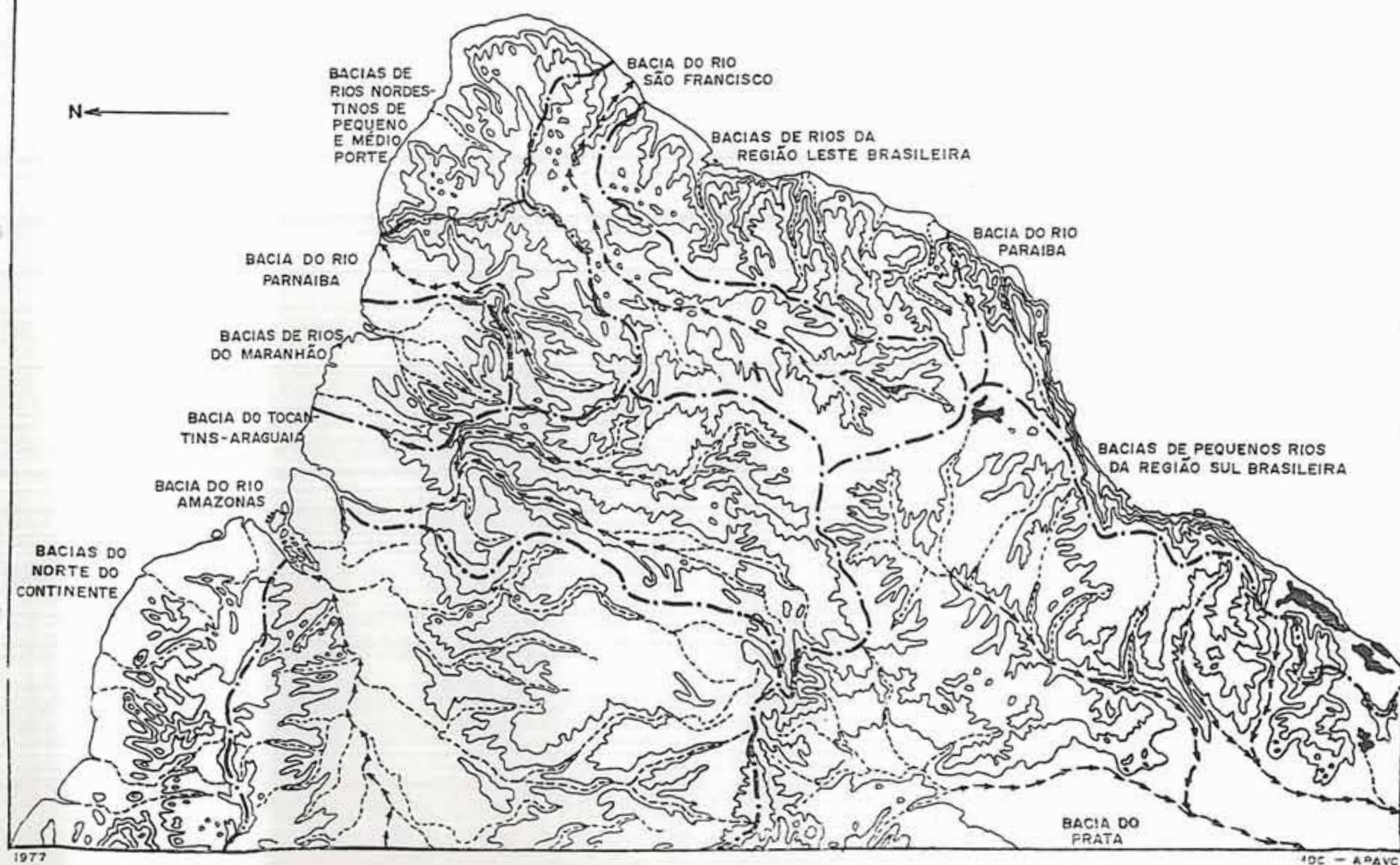
PONTO ONDE DEVERIA ESTAR O TOPO DA TORRE PARA ANULAR A ÁREA DE INVISIBILIDADE NA SEÇÃO CD

**PERFIS CF E CG**

As tangentes determinam P e Q em CF e S, R, T e U em CG.

**PERFIS CH E CI** - As tangentes determinam V e X em CH e Y, W, Z e A em CI.





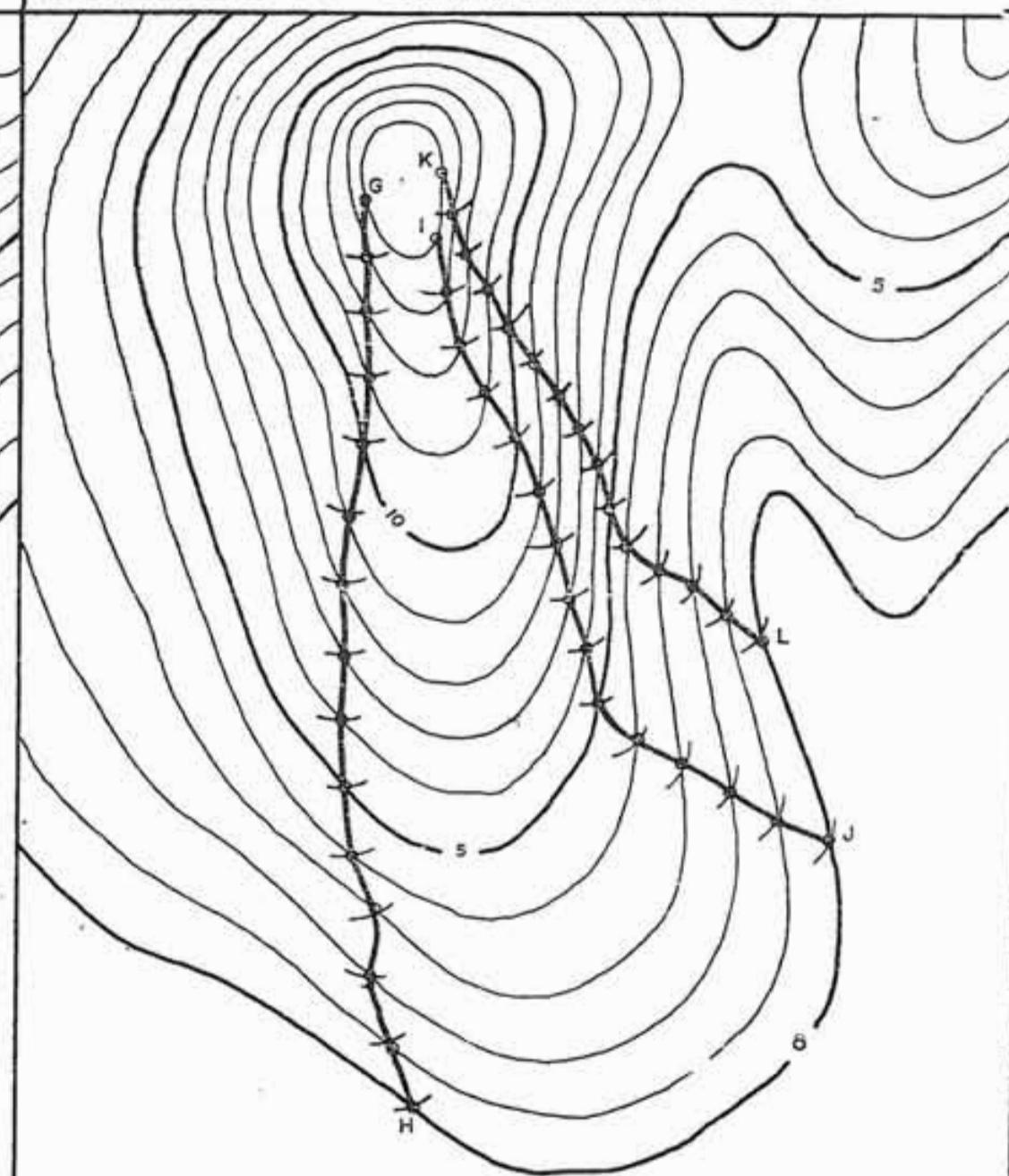
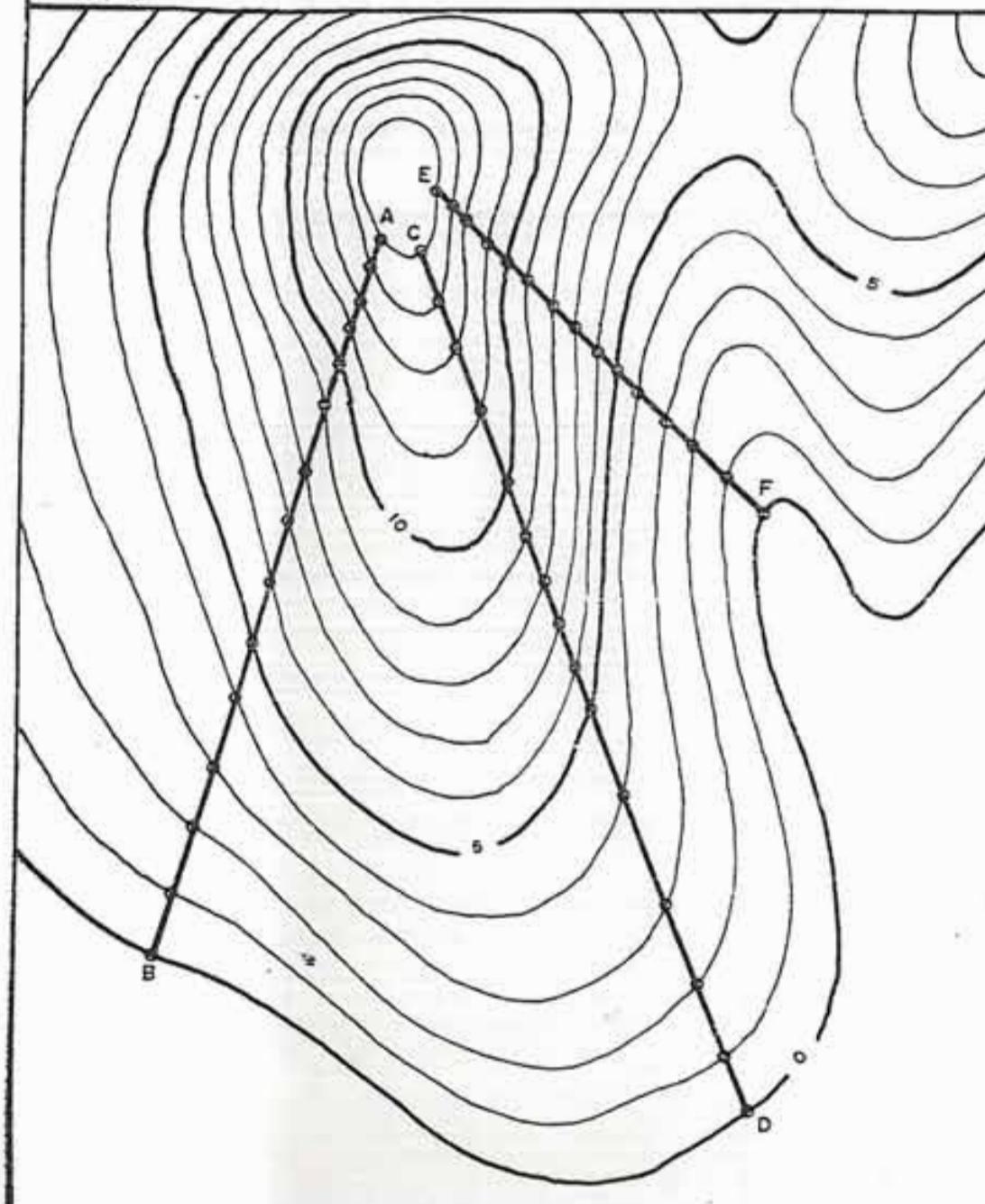
ST 14 - Caminhos na superfície de um terreno representado em escala 1/1000, dando acesso do litoral ao cume de um morro.

1 - CAMINHOS EM LINHA RETA NA PLANTA

→ No espaço não são linhas retas, como pode ser visto nos seus perfis da folha ST 15

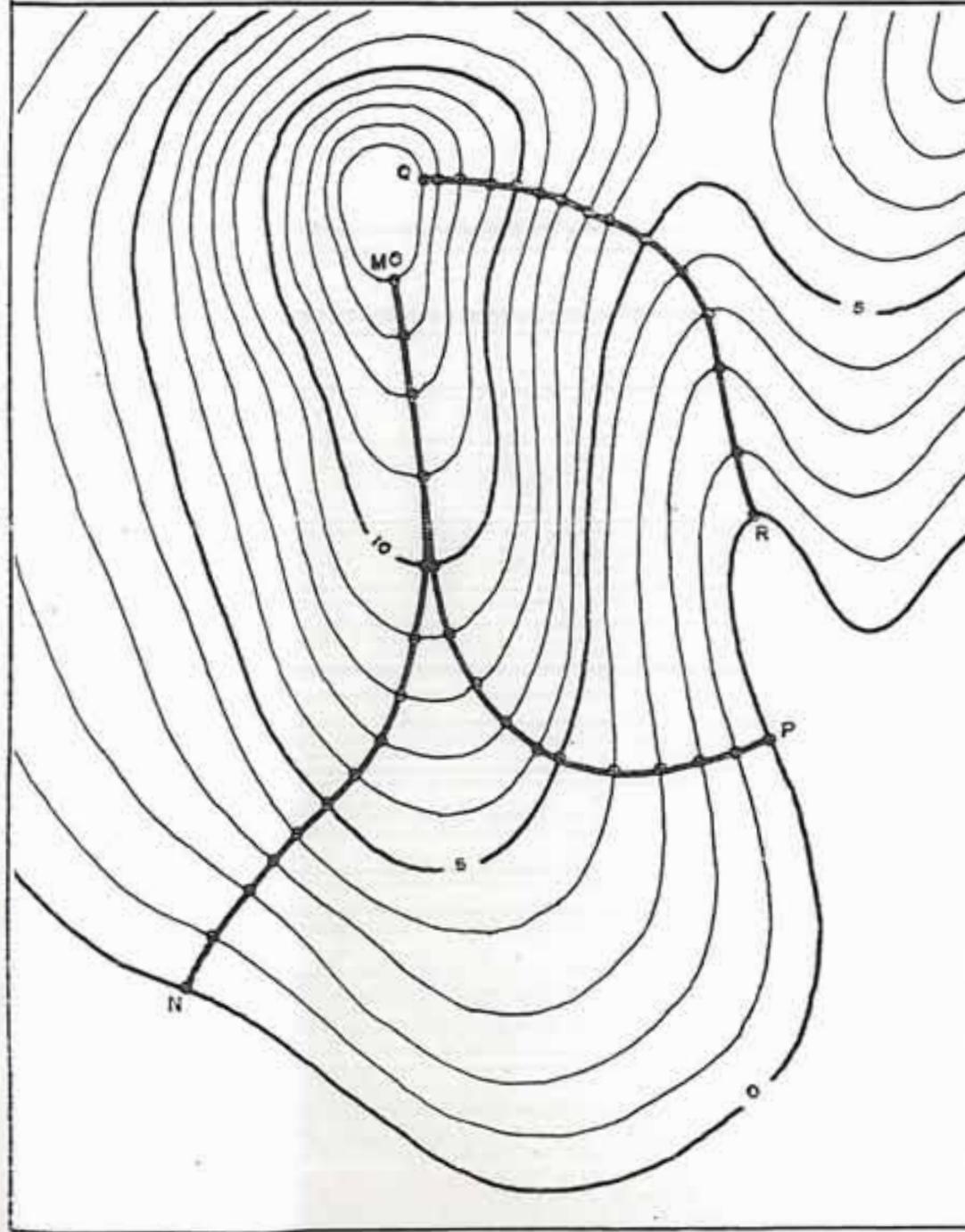
2 - CAMINHOS DE DECLIVIDADE CONSTANTE ( INTERVALOS IGUAIS ) - Seus perfis são linhas retas ( ver folha ST-15 ).

DECLIVIDADE DE KL = 17%    DECLIVIDADE DE IJ = 12,5%    DECLIVIDADE DE GH = 10%

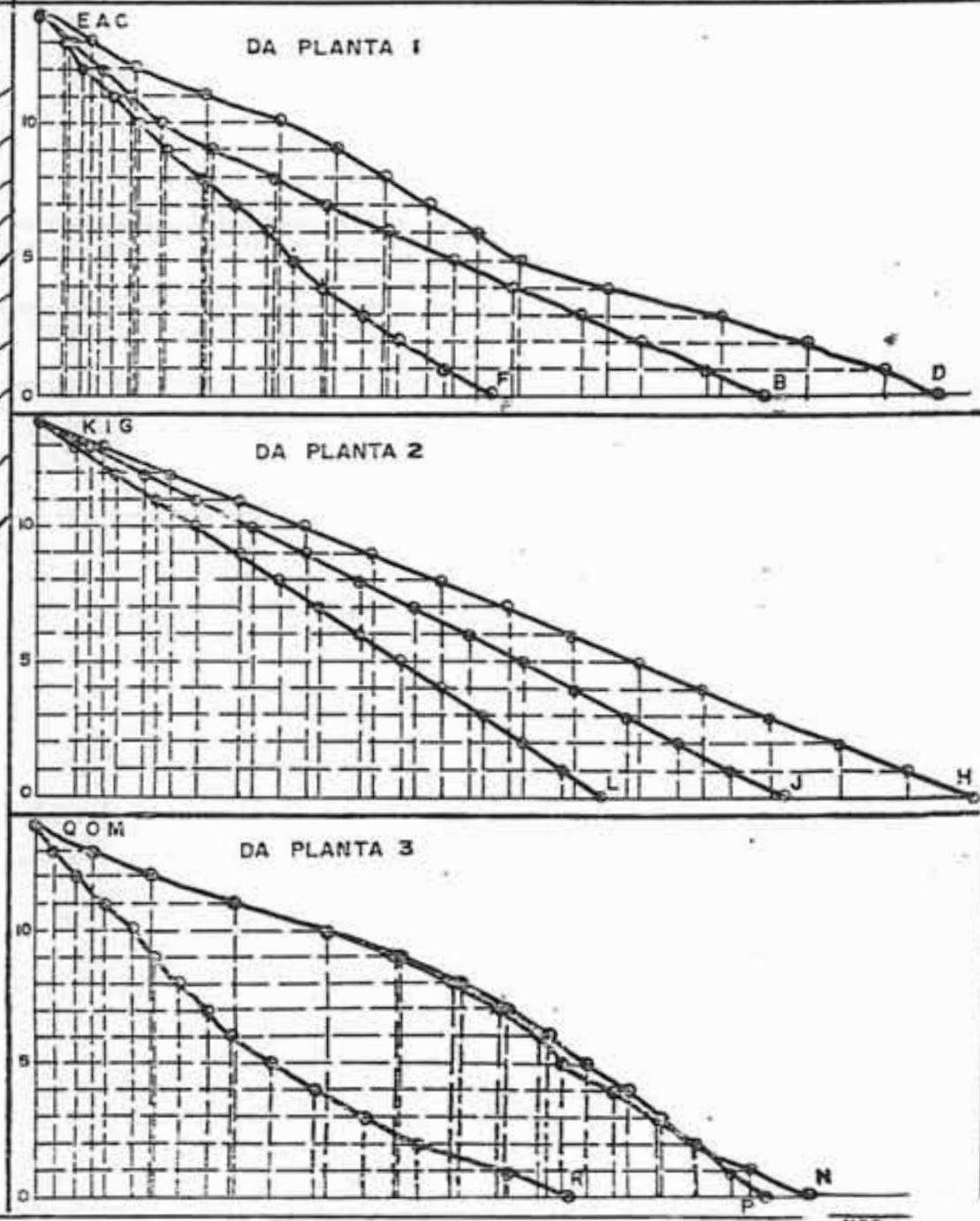


**ST 15 – Outros caminhos no mesmo terreno da ST 14 e comparação dos seus perfis com os dos caminhos daquela folha.**

**3 – CAMINHOS QUE ACCOMPANHAM AS LINHAS D'ÁGUA –** Não são retas nem em planta nem em perfil, mas são geralmente os mais curtos.

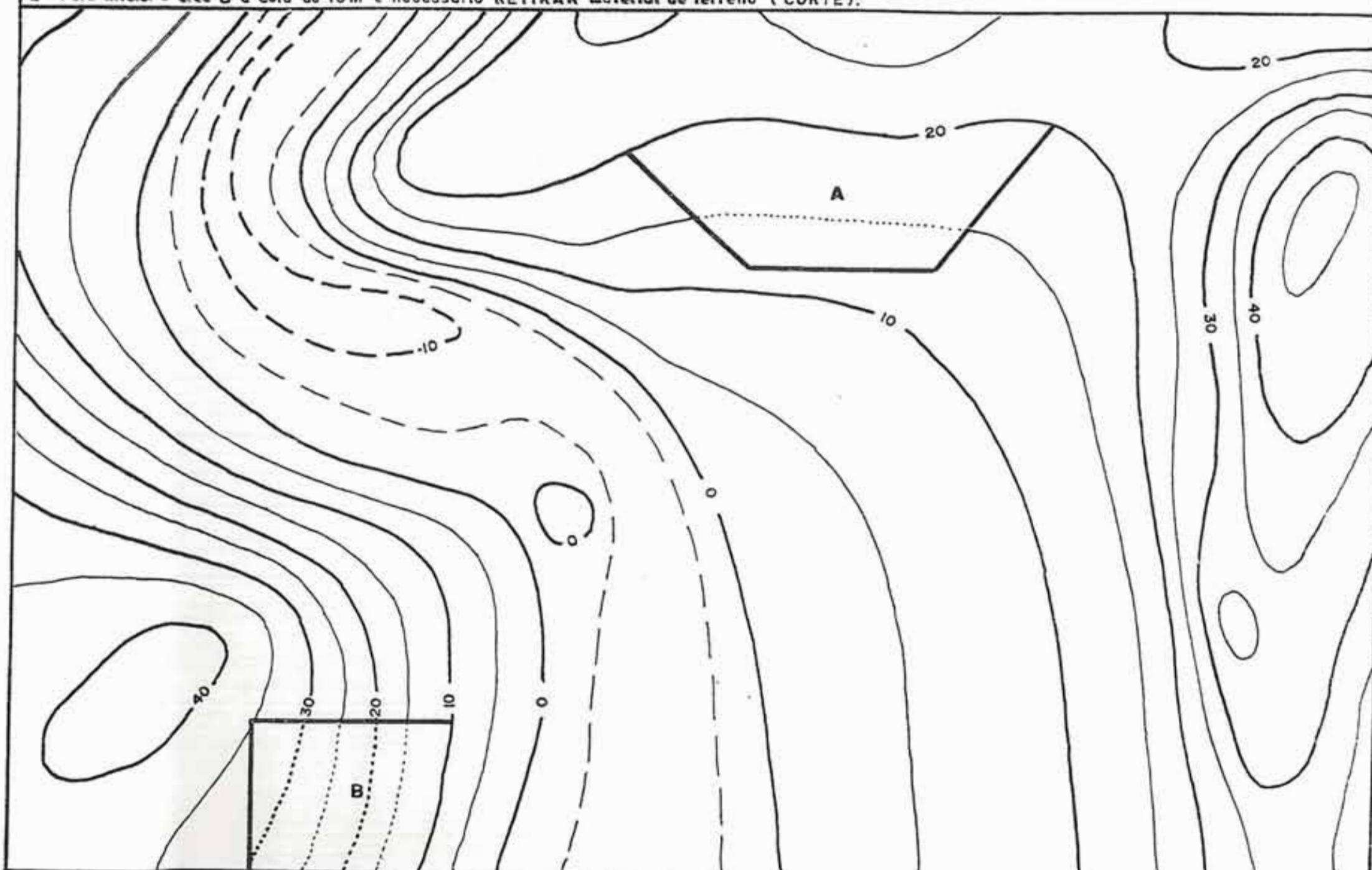


**4 – PERFIS DOS CAMINHOS DAS PLANTAS 1, 2 E 3**



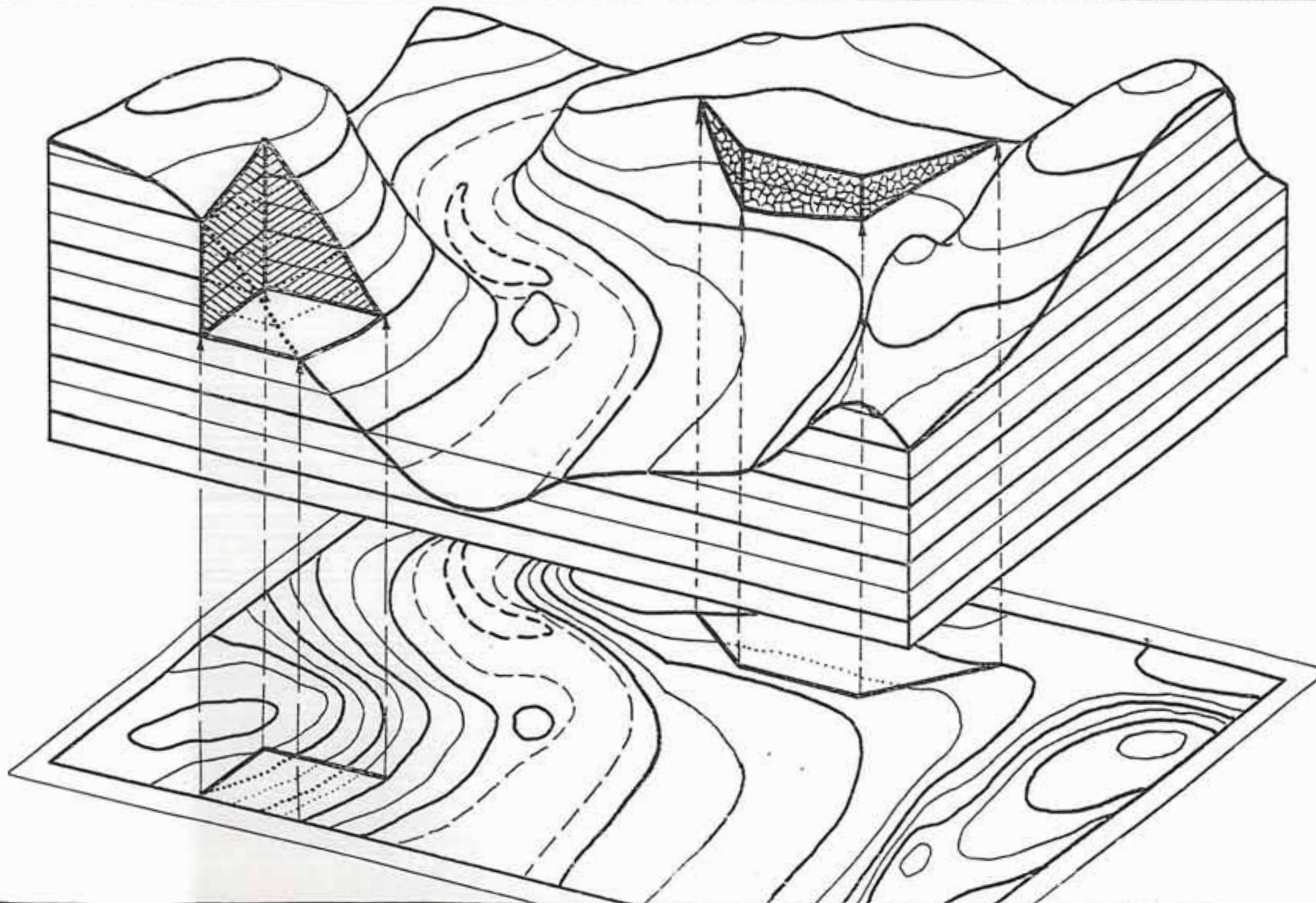
**ST 16** Modificações artificiais da superfície do terreno — MOVIMENTOS DE TERRA : ATERROS E CORTES

- 1- Para nivelar a área A à cota de 20m é necessário ACRESCENTAR material ao terreno (ATERRO).
- 2- Para elevar a área B à cota de 10m é necessário RETIRAR material de terreno (CORTE).



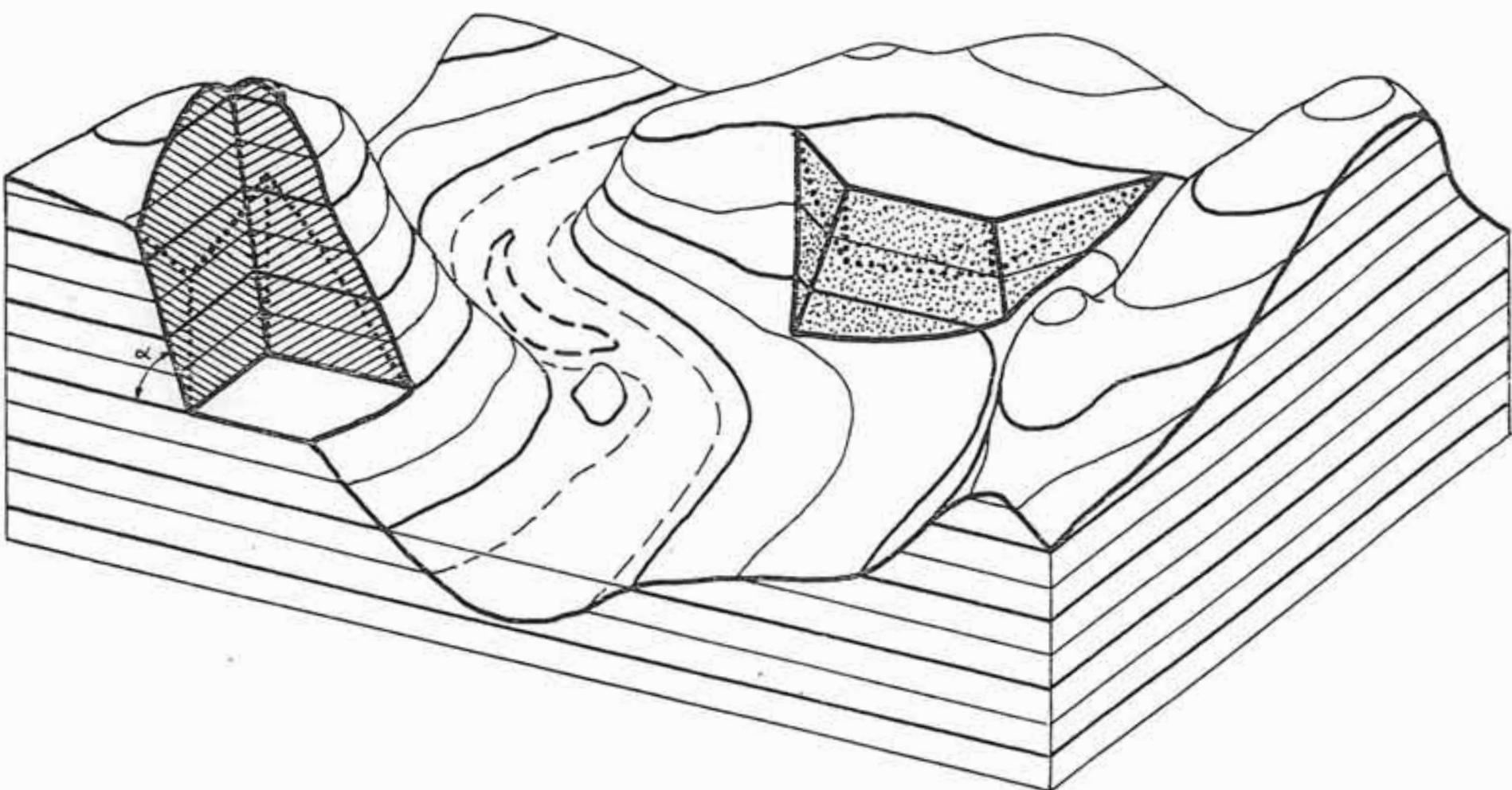
### ST 17 – CORTE E ATERRO NO BLOCO DIAGRAMA

As mesmas áreas niveladas no planta da folha ST16 têm seu corte ou aterro mostrados em perspectiva. Para o aterro ficar confido por planos verticais, é necessário um MURO DE ARRIMO (mostrado em pedra, na figura). Para o corte ser vertical (planos hachurados) pode também ser preciso um muro de arrimo.



**ST 18 CORTE E ATERROS COM PLANOS INCLINADOS (TALUDES).**

Para evitar muro de arrimo no aterro, o material deve ser acumulado formando planos inclinados. As faces do corte também devem ser inclinadas, a não ser que o solo local seja de rocha cristalina. O ângulo de inclinação ( $\alpha$ ) das faces de um corte é geralmente maior que o das faces de um aterro. Sua tangente é o TALUDE.



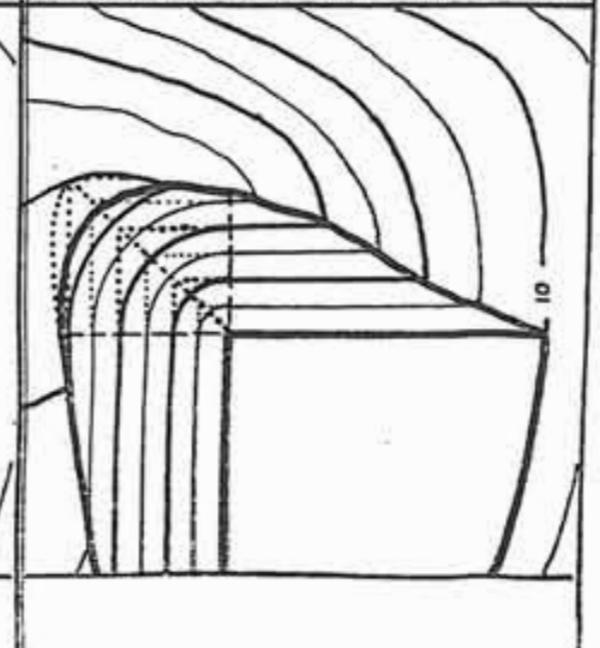
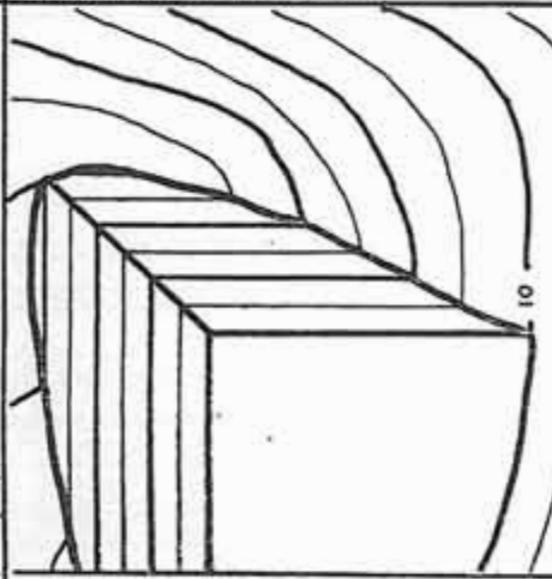
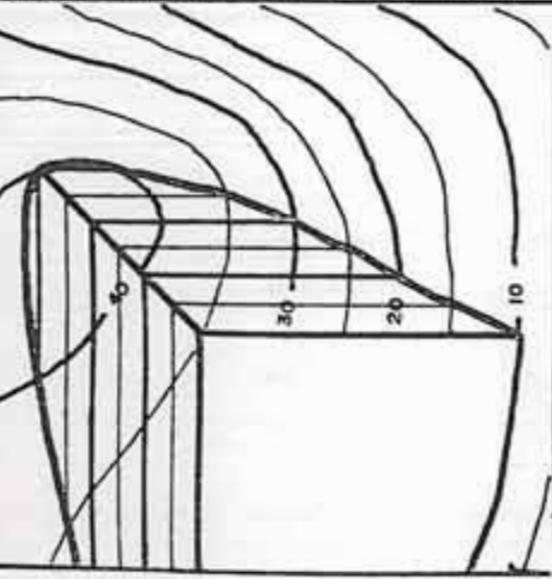
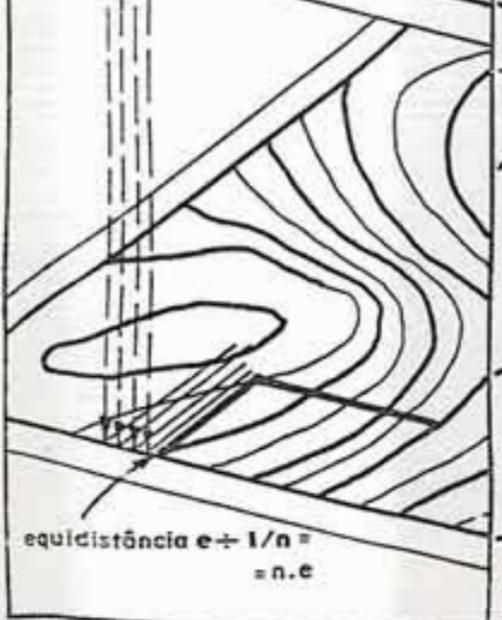
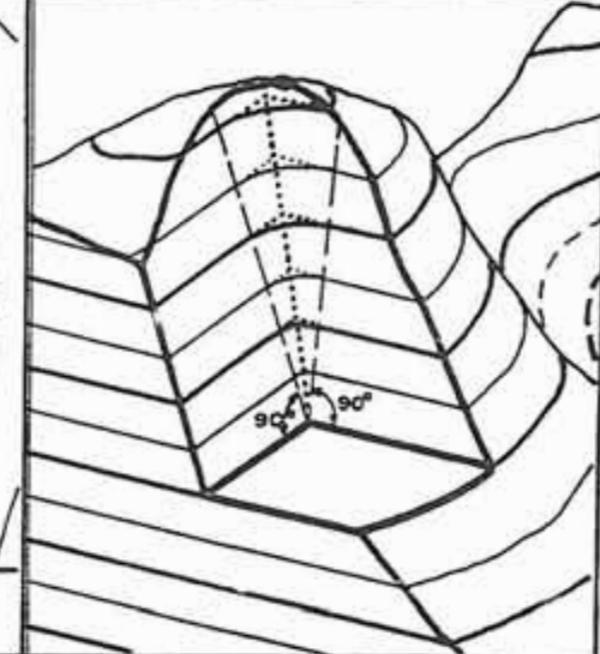
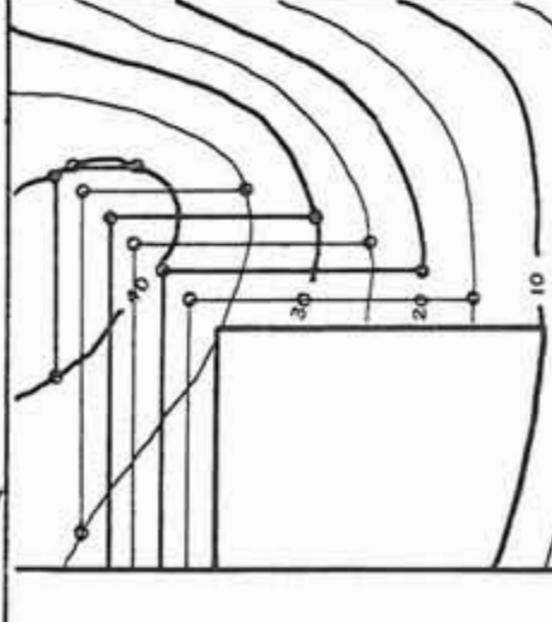
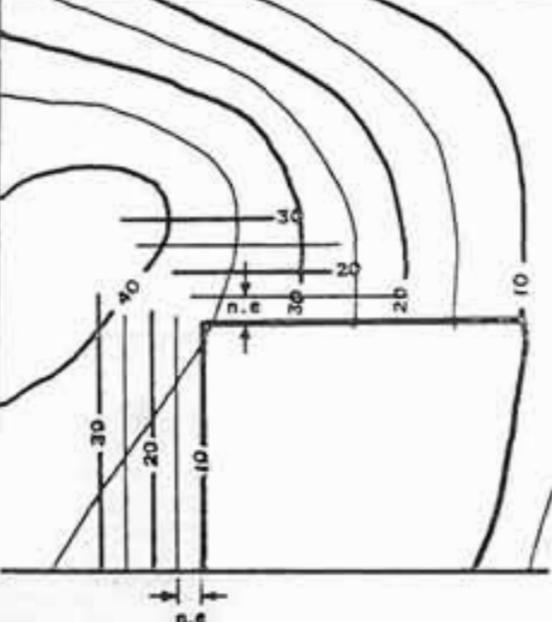
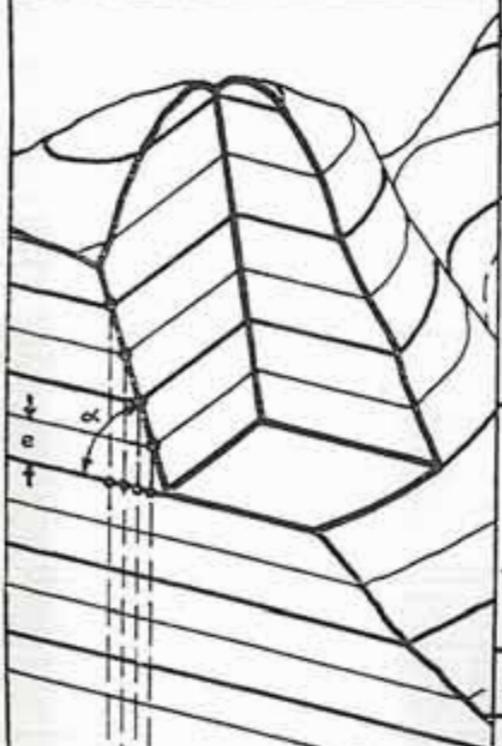
**ST 19 - Determinação, EM PLANTA, de um corte de faces inclinadas - ESCALA 1/2000**

O TALUDE ( $i_g \& e$ ) DEVE SER CONHECIDO ( $1/n$ ). As horizontais são paralelas.

**FASE 1 -** Traçado das horizontais separadas por  $n$  vezes a equidistância das curvas.

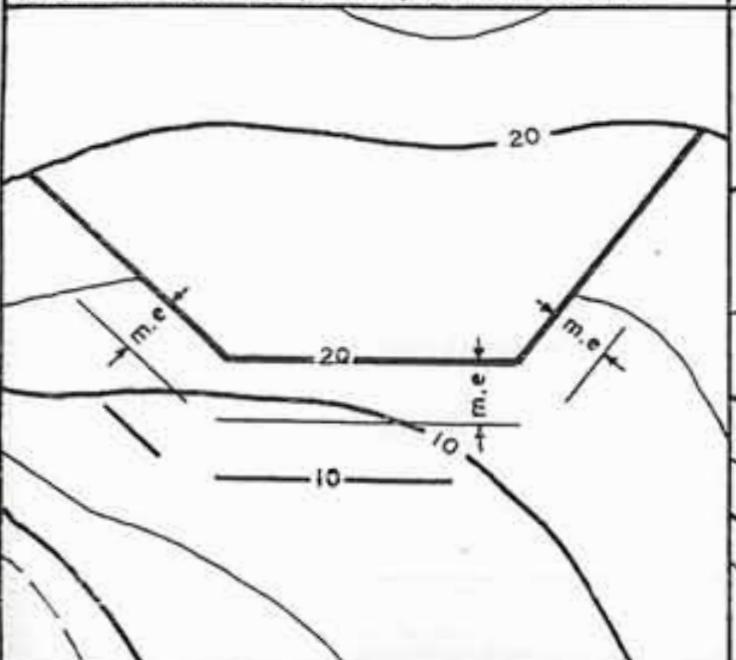
**FASE 2 -** Interseção das horizontais entre si e tom as curvas de mesmo nível.

**CONCORDÂNCIA DAS FACES DO CORTE ATRAVÉS DE UMA SUPERFÍCIE CÔNICA.**

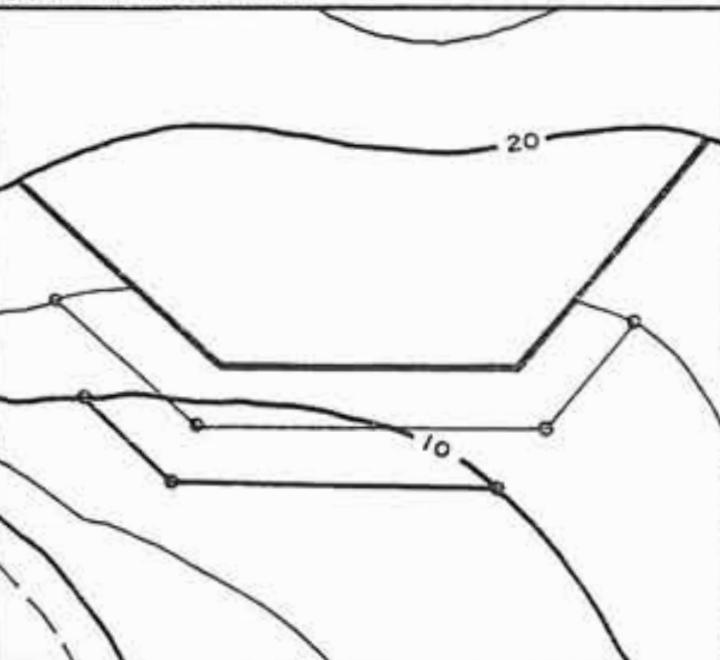


**ST 20 - Determinação, EM PLANTA, de um aterro de faces inclinadas — ESCALA 1/2000**

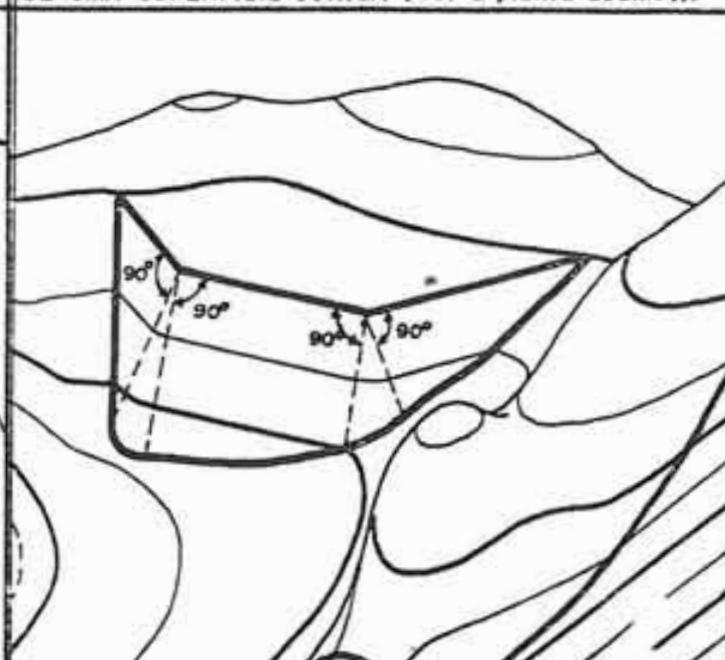
**FASE 1** — Traçado das horizontais das rampas do aterro paralelas e separadas por m.e., sendo  $1/m$  o talude.



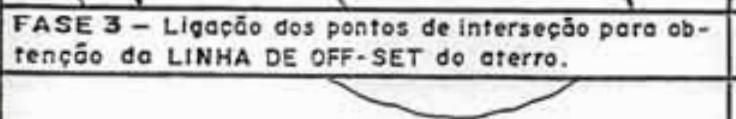
**FASE 2** — Interseção das horizontais entre si e com as curvas de mesmo nível.



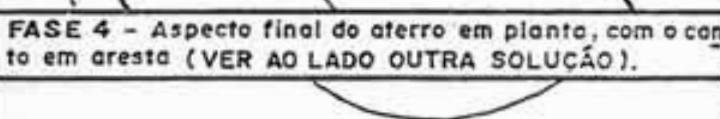
**CONCORDÂNCIA DAS FACES DO ATERRO POR MEIO DE UMA SUPERFÍCIE CÔNICA (ver a planta abaixo).**



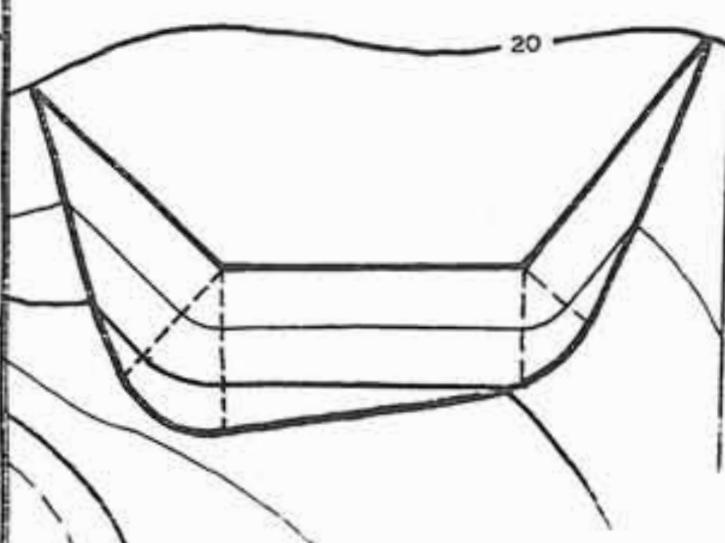
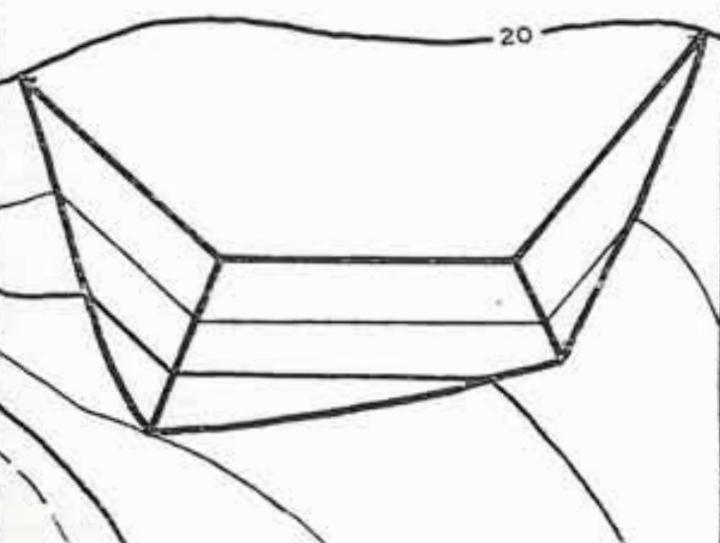
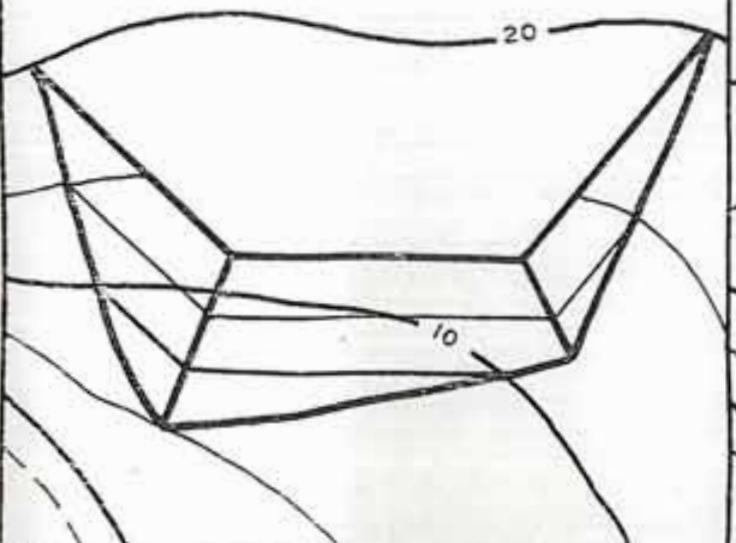
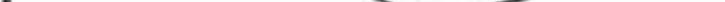
**FASE 3** — Ligação dos pontos de interseção para obtenção da LINHA DE OFF-SET do aterro.



**FASE 4** — Aspecto final do aterro em planta, com o canto em aresta (VER AO LADO OUTRA SOLUÇÃO).

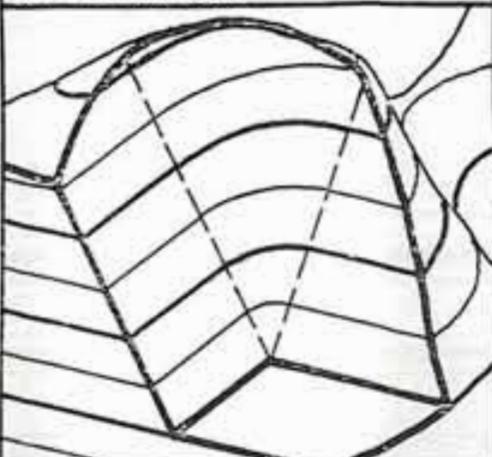


**PLANTA DA SOLUÇÃO ACIMA, ARREDONDANDO OS CANTOS DO ATERRO (solução mais econômica).**

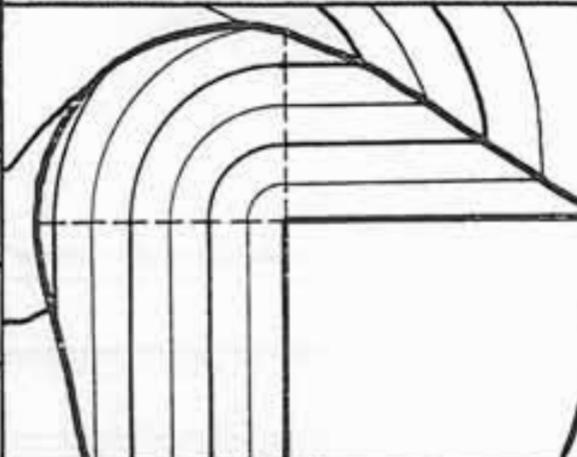


ST 21 - Outras soluções para o corte e para o aterro das folhas anteriores.

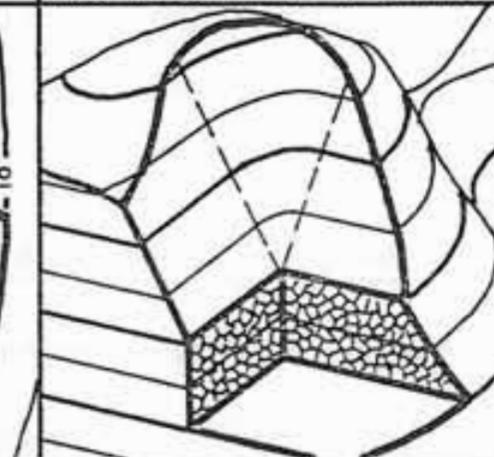
Corte com faces de menor inclinação e canto arredondado.



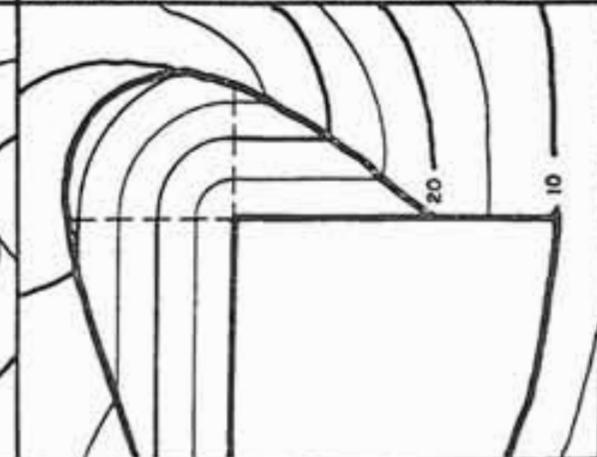
Planta do corte ao lado. OBSERVAR, EM RELAÇÃO À FOLHA ST19, COMO CRESCE A ÁREA.



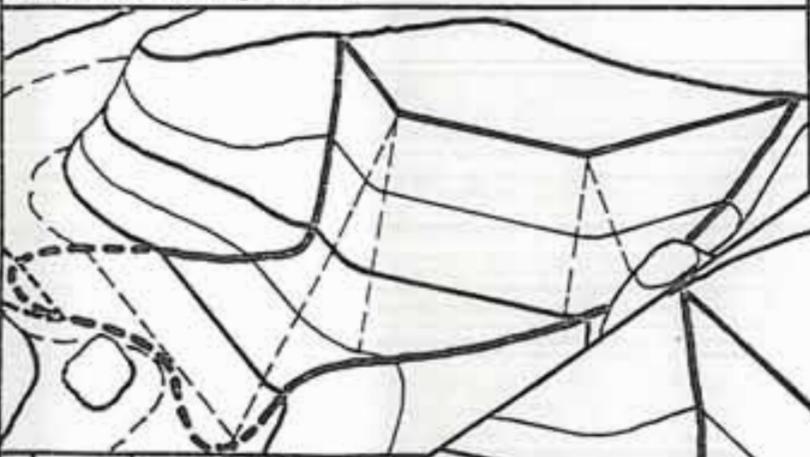
Com a mesma inclinação de face, solução mista, com muro de arrimo.



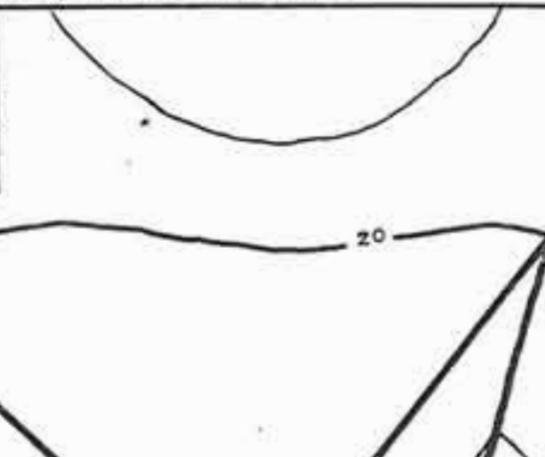
Planta do corte ao lado. A base do corte, vertical, reduz a área ocupada, em planta.



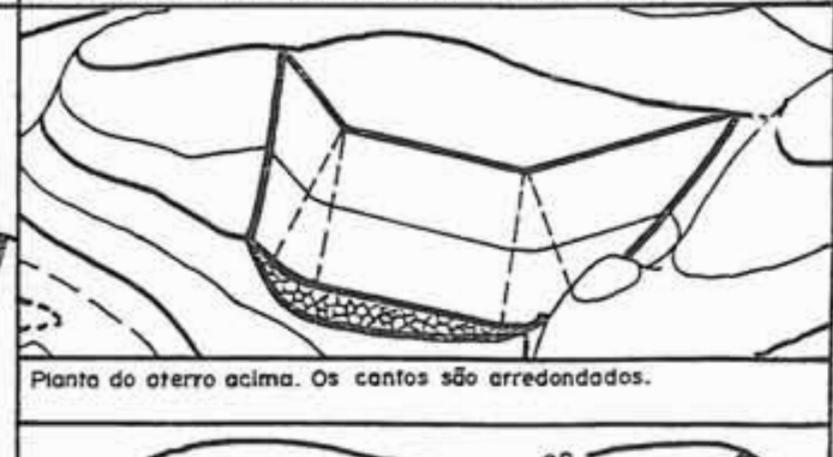
Aterro com rampas de menor inclinação, quando o material desmorona com um ângulo maior.



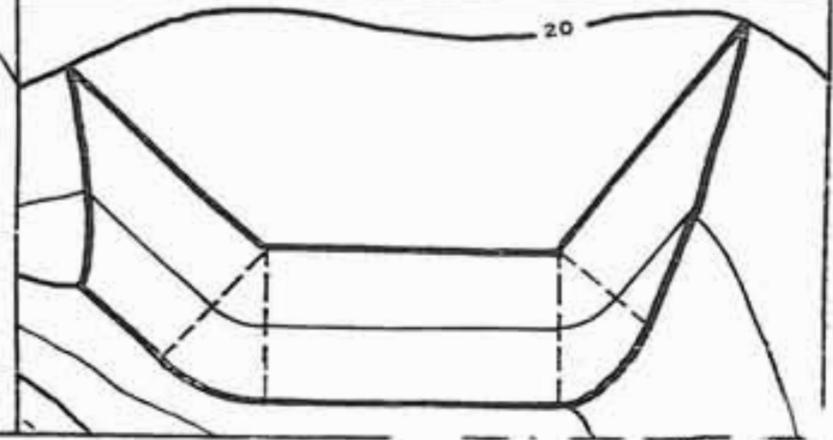
Planta do aterro ao lado. Além do aumento da área, ele avança rio adentro.



Solução mista, com a mesma inclinação de rampa mas com a base do aterro contida por um muro de arrimo vertical.



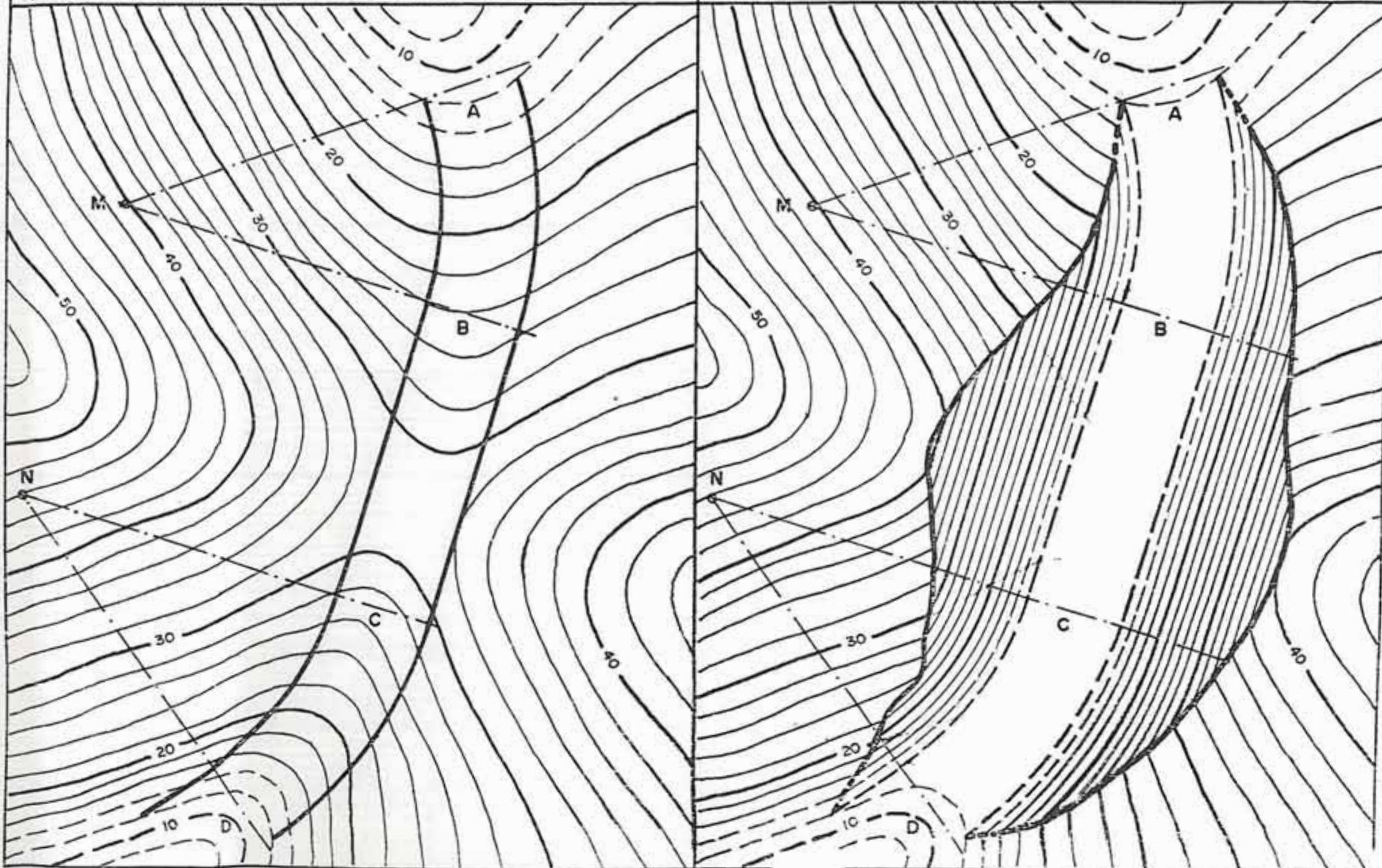
Planta do aterro acima. Os cantos são arredondados.



ST 22 - Obra de engenharia com aplicação exclusiva de corte – CANAL

ABCD é o fundo de um canal, à cota de 12m, a ser projetado na planta, em escala 1/1000. O trecho AB tem centro M e CD centro N. O corte deve ter talude 1/1. Planta da figura ao lado, após cortado o terreno para passar o canal. Nos trechos curvos as horizontais são concêntricas em M e N. A separação das mesmas é de  $n.e = 1 \times 2 = 2m$ .

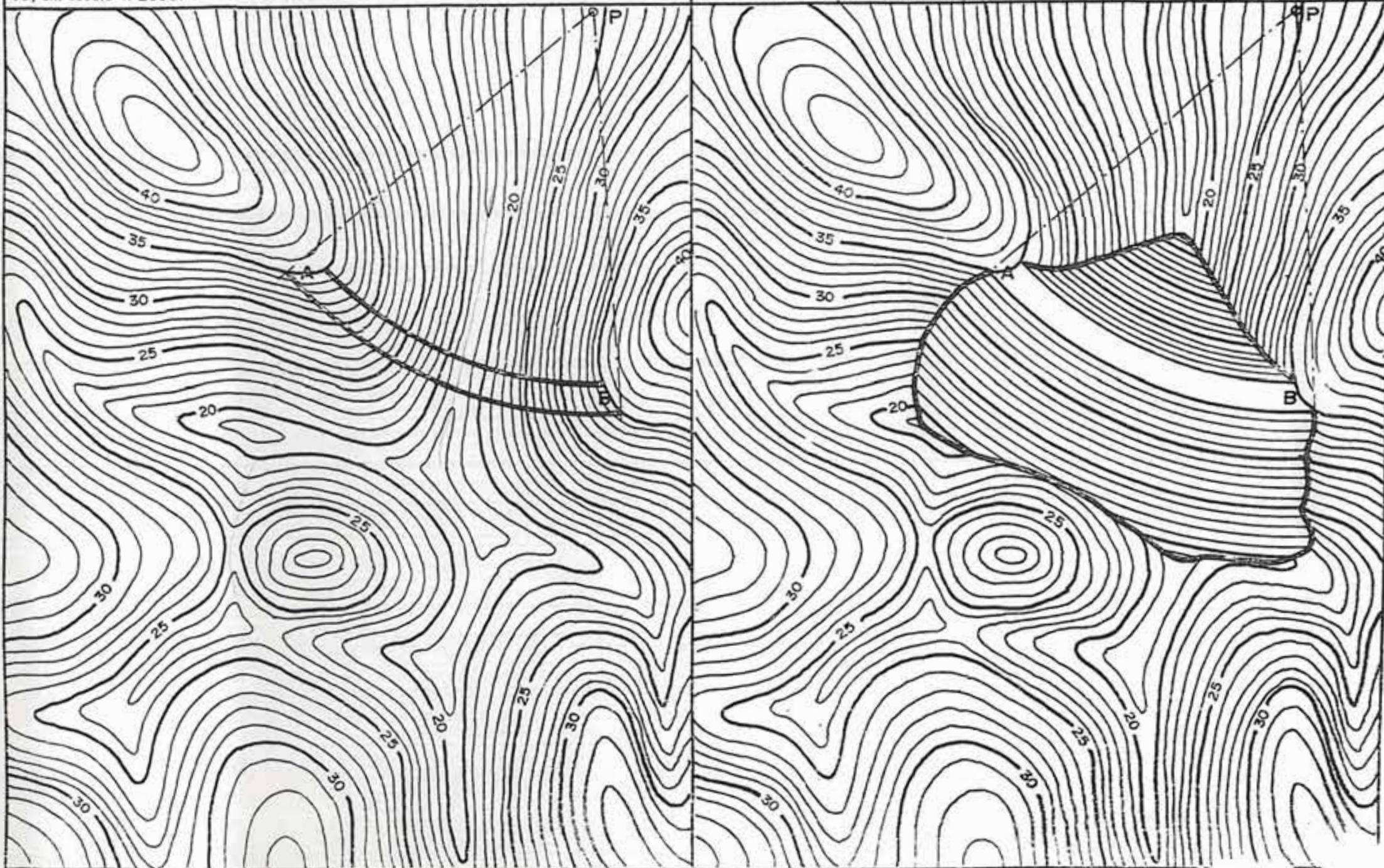
Planta da figura ao lado, após cortado o terreno para passar o canal. Nos trechos curvos as horizontais são concêntricas em M e N. A separação das mesmas é de  $n.e = 1 \times 2 = 2m$ .



**ST 23 – Obra de engenharia com aplicação exclusiva de aterro – BARRAGEM**

AB é o topo de uma barragem, à cota de 35m, e de centro P, a ser projetada na planície, em escala 1/2000. O aterro deve ter falude de 1/3 na rampa de jusante e 1/4 na outra.

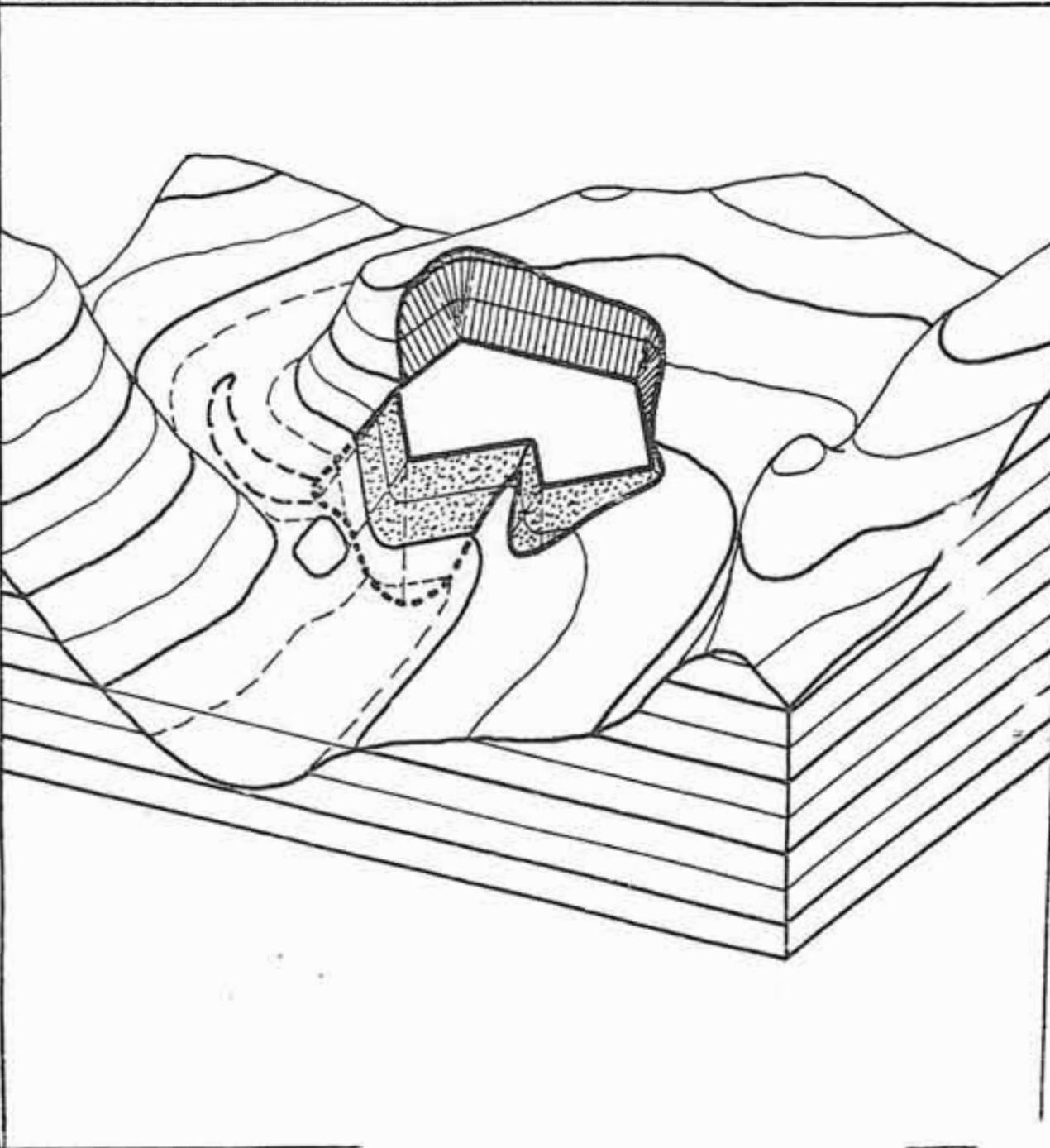
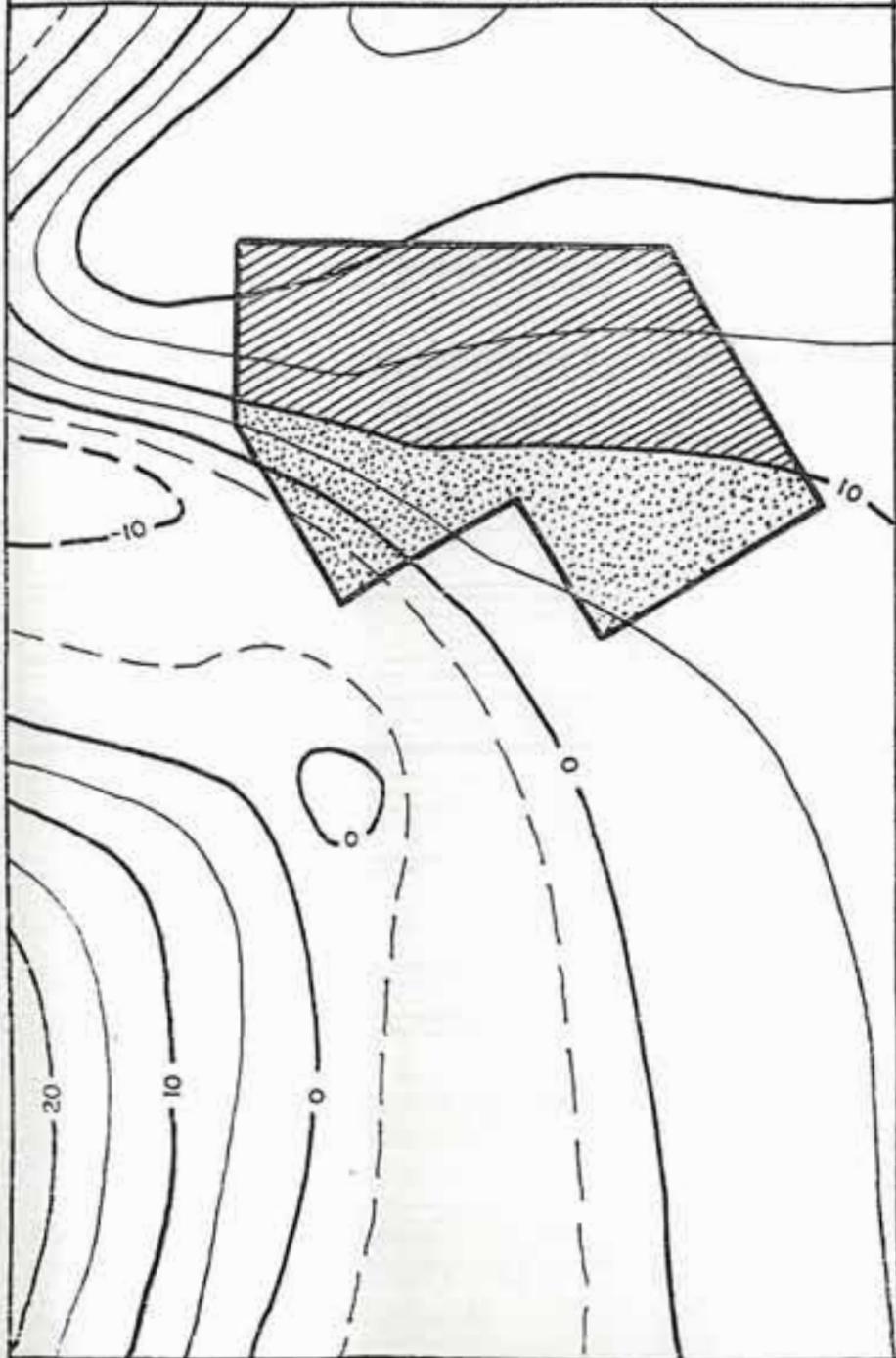
Planta da figura ao lado, após aterrado o terreno para barrar o talvegue. As horizontais são concêntricas em P. Sua separação é de m.e=3x1=3m a jusante e de 4m a montante.



**ST 24 - Corte e aterro no nivelamento de um mesmo terreno.**

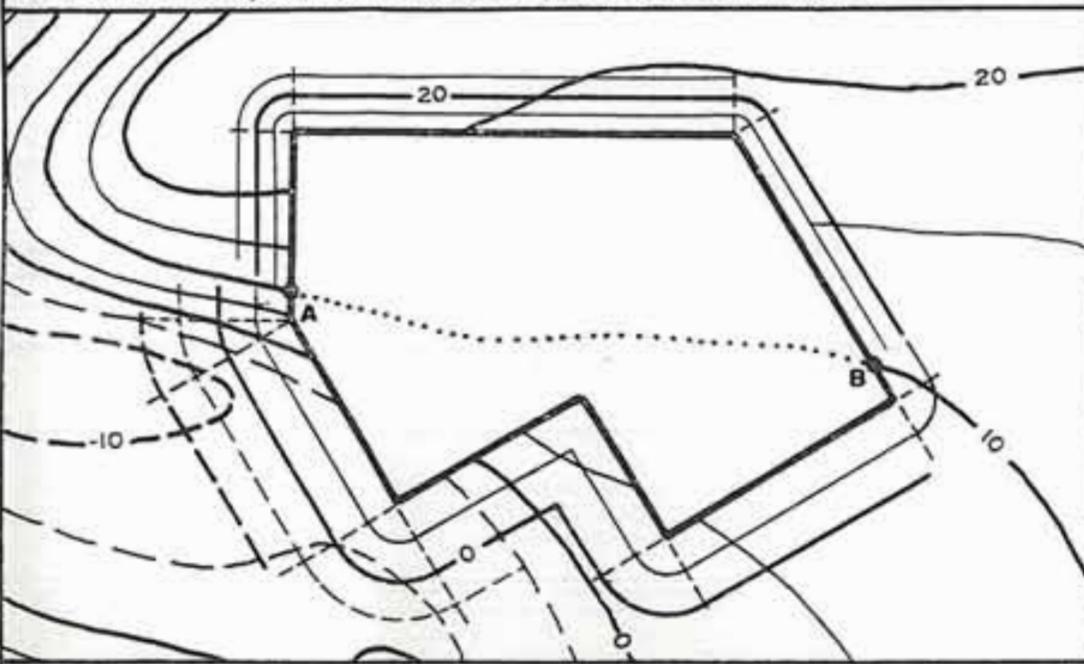
Para nivelar a área assinalada à cota de 10m é necessário cortar na região hachurada, que está acima de 10m, e aterrinar na região pentilhada.

Corte e aterro da área assinalado no planta ao lado, mostrados em bloco diagrama. A obtenção das linhas de off-set em planta é mostrada na folha ST25.

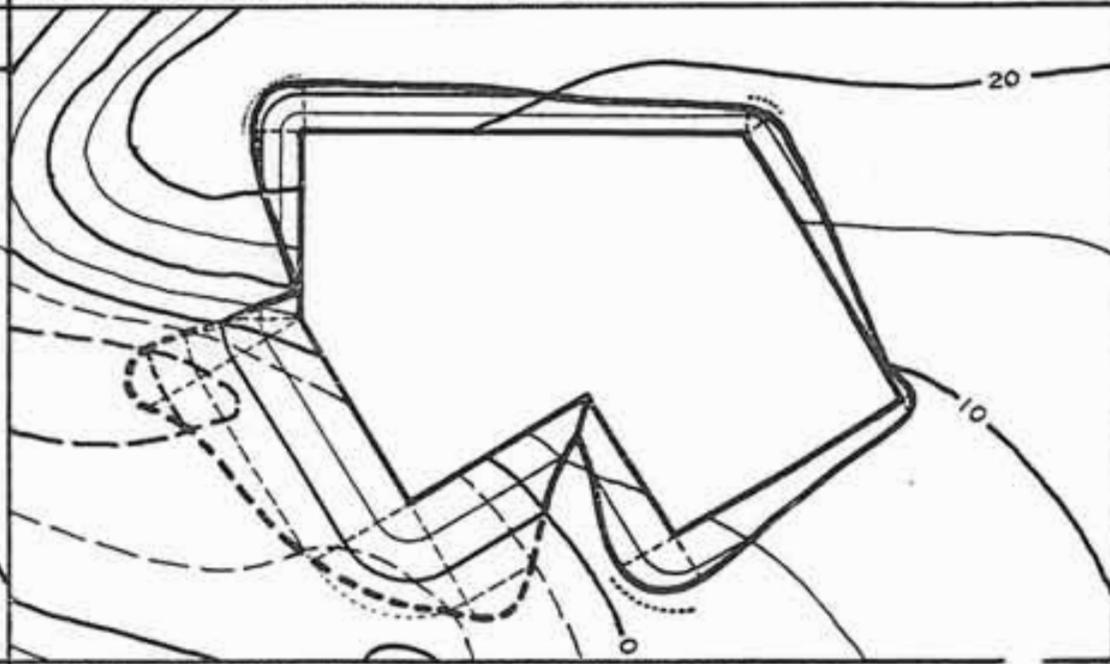


**ST 25 – Determinação dos cortes e aterros do terreno da folha ST24, em planta, na escala 1/2000.**

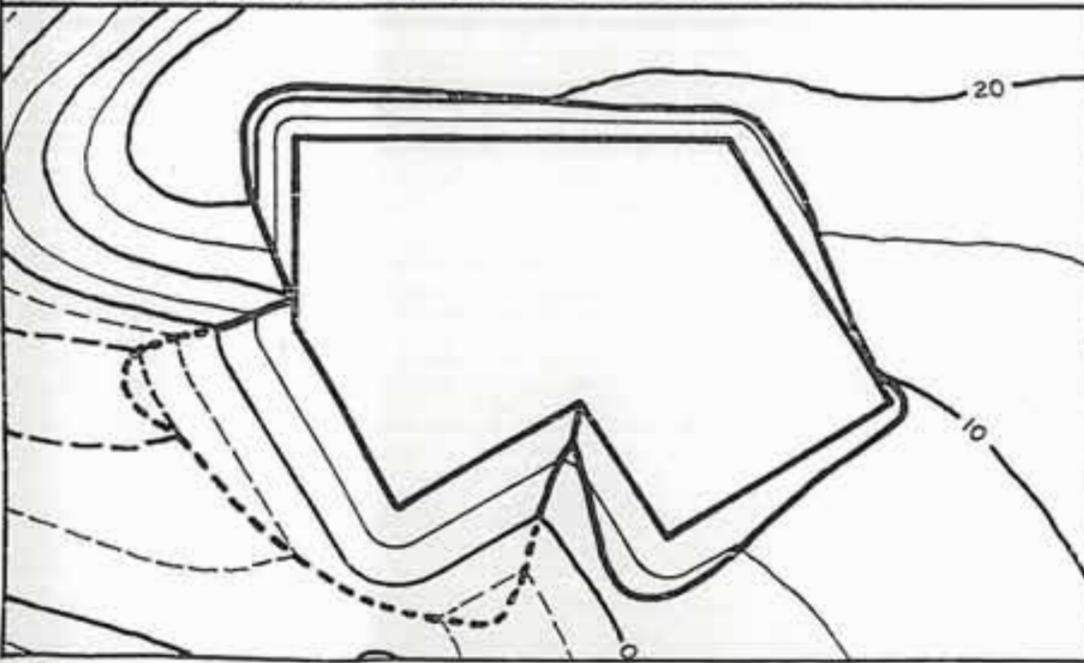
**FASE 1** – Traçado das horizontais das faces do corte (de A a B, com talude 1/1) e do aterro (de B a A, com talude 1/2). Os cantos serão arredondados.



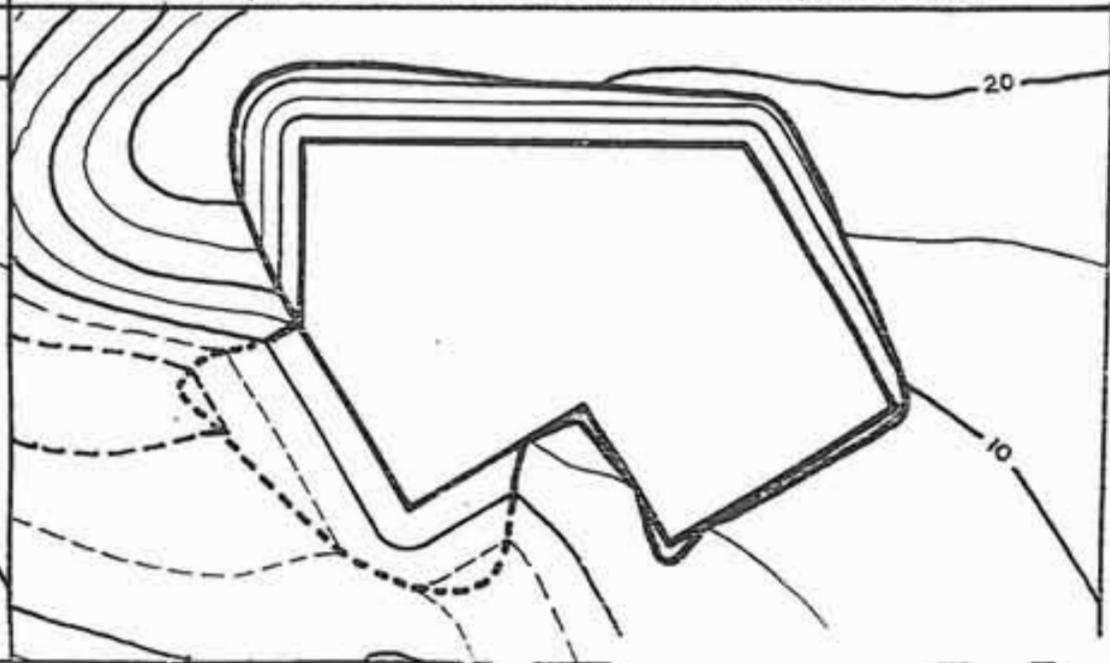
**FASE 2** – Interseção das horizontais do corte e do aterro com as curvas de mesma cota do terreno, para obtenção das linhas de off-set.



**FASE 3** – Aspecto final da planta, com a área nivelada à cota 10m. O volume do corte é quase o mesmo do aterro, mas este se estende bastante rio adentro.

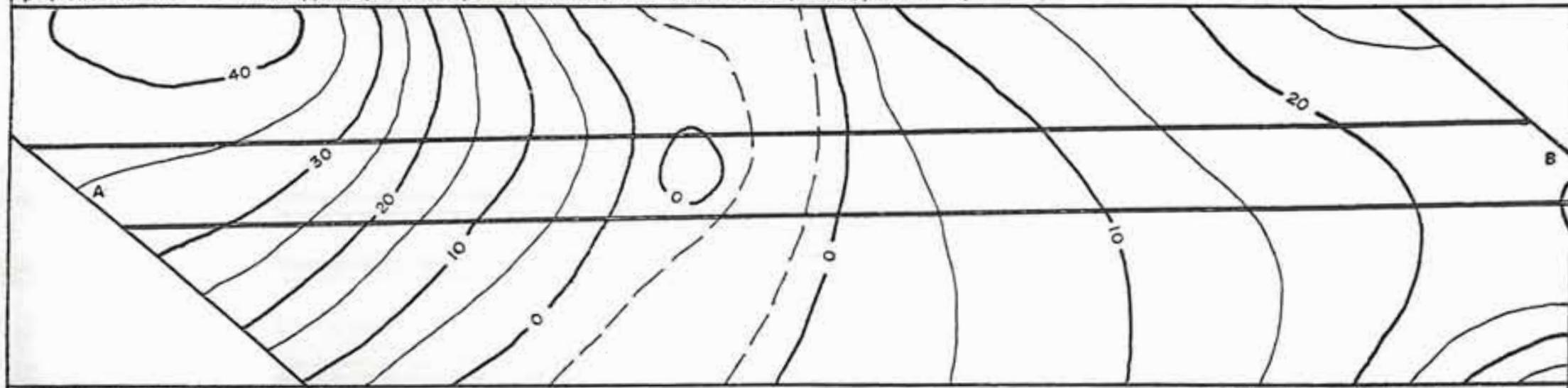


**SOLUÇÃO DIFERENTE, NIVELANDO O TERRENO À COTA 5m. O aterro não se estende tanto rio adentro, mas seu volume é sensivelmente menor que o do corte.**

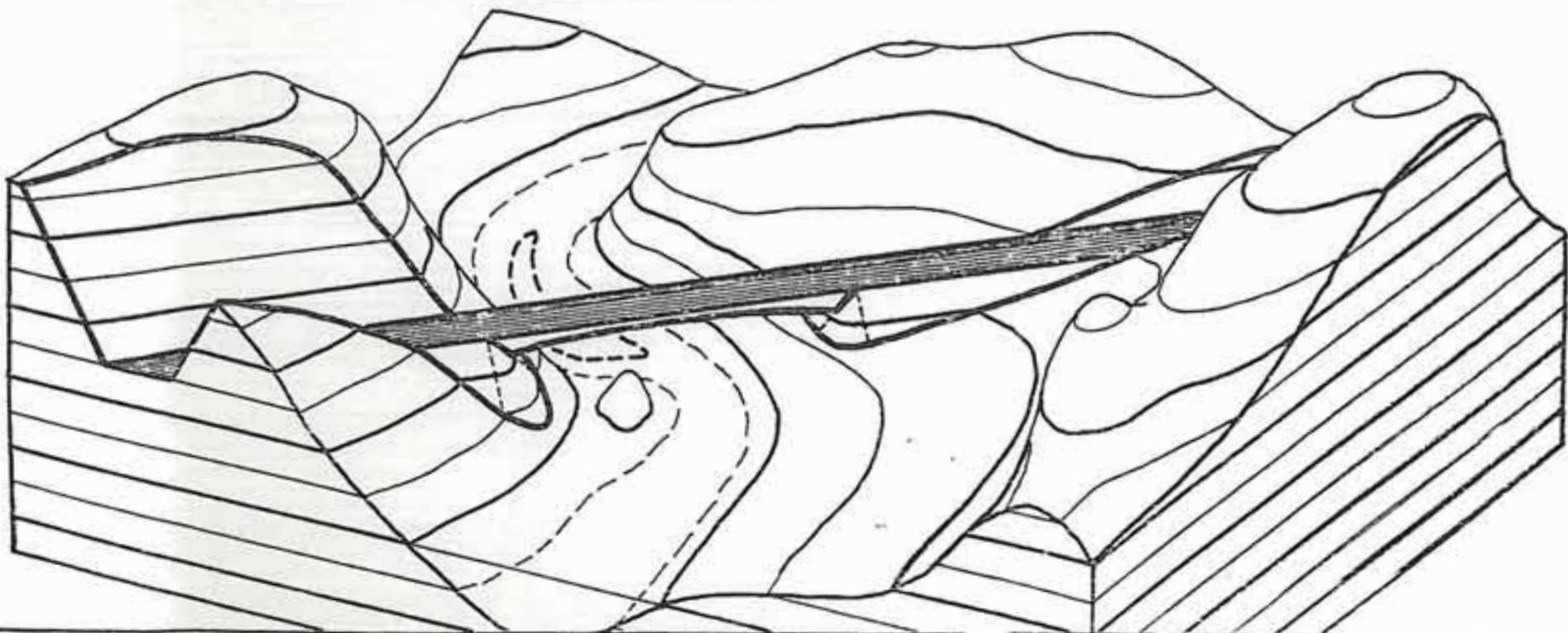


### ST 26 - Aplicação na engenharia – TRECHO HORIZONTAL DE UMA ESTRADA

A faixa AB é a plataforma de uma estrada que atravessa a planície com um nível constante de 15m. Apesar de ser raro um longo trecho horizontal em uma estrada, pequenos trechos são comuns, principalmente quando contêm pontes (caso desta planície), viadutos, túneis, etc.

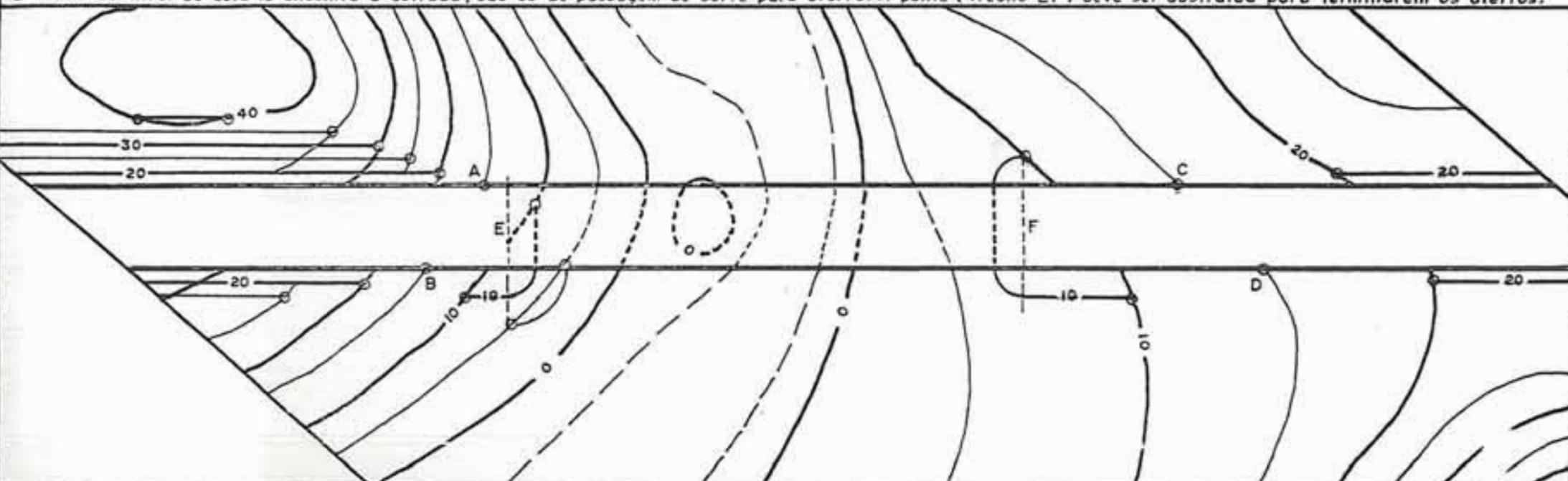


ESTRADA DA PLANTA ACIMA, MOSTRADA EM BLOCO DIAGRAMA. O terreno foi cortado onde tinha mais de 15m e aterrado onde tinha menos. O aterro foi interrompido nas duas margens do rio e uma ponte se apoia diretamente nas extremidades do aterro. A folha ST 27 mostra esta solução em planta.

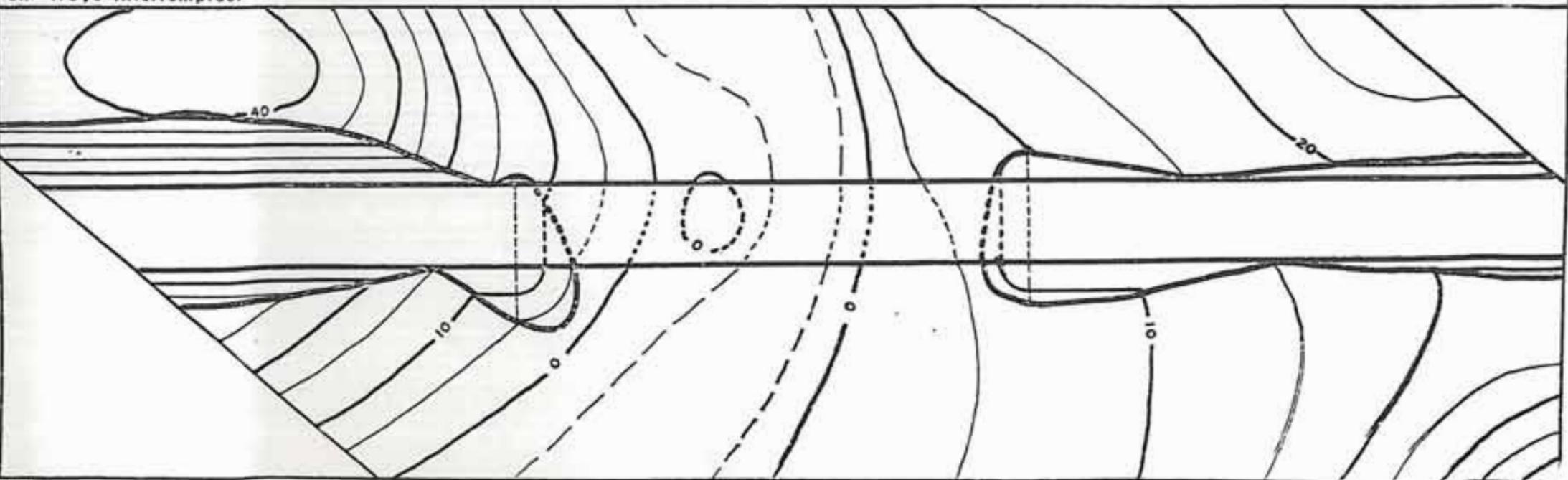


**ST 27 – Determinação, em planta, das linhas de off-set dos cortes e aterros da estrada da folha ST 26 – ESCALA 1/2000**

O talude dos cortes foi tomado de 1/1 (distância entre as suas horizontais n.e=1X5=5m), e o talude dos aterros de 1/2 ( m.e=10m). Os pontos A, B, C e D, onde a curva de nível de cota 15 encontra a estrada, são os de passagem de corte para aterro. A ponte (trecho EF) deve ser abstrada para terminarem os aterros.



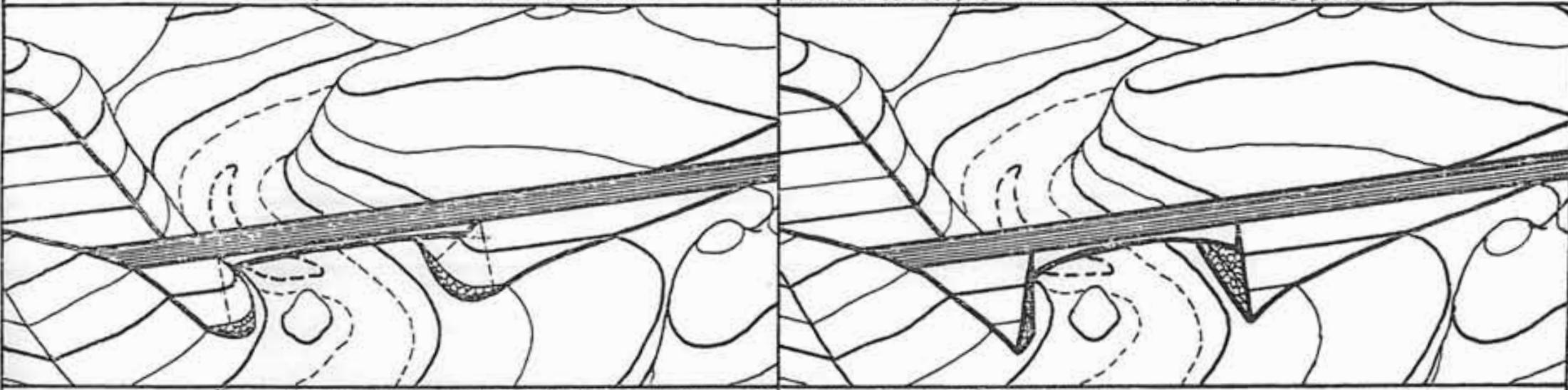
Traçado das linhas de off-set. As do corte só terminam nos pontos de passagem, onde começam as do aterro. Sob a ponte, todas as linhas devem ser feitas em traço interrompido.



**ST 28 - Outras soluções para a ponte da folha ST 27. Os cortes e aterros permanecem com os mesmos taludes.**

O comprimento da ponte pode ser reduzido, prolongando-se os aterros nos cabeceiros. Muros de arrimo evitam que o aterro se estenda rio adentro.

Pode ser conseguida uma redução ainda maior, se o muro de arrimo subir até o nível da estrada, servindo também de apoio para a ponte.



**PLANTA DA SOLUÇÃO ACIMA.** Comparado com a distância EF da folha ST27, GH é bem menor. Os muros de arrimo se projetam nas linhas KL e MN.

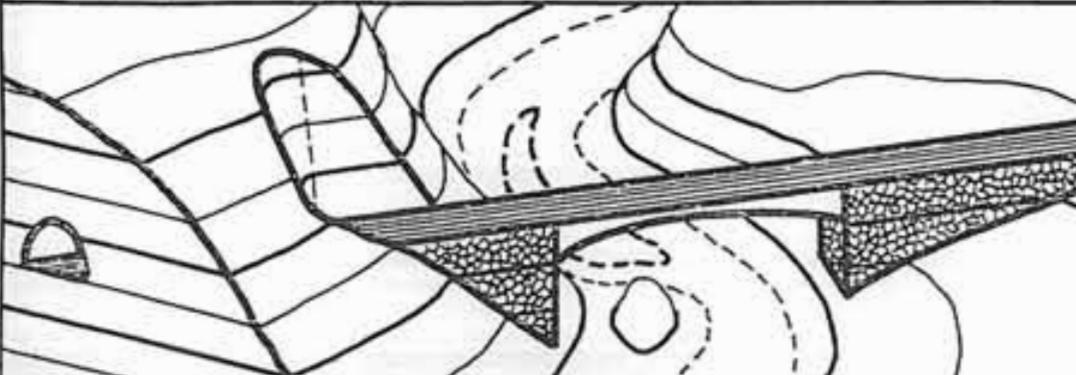
**PLANTA DA SOLUÇÃO ACIMA.** IJ é ainda menor que GH, da planta do lado. O contorno dos muros de arrimo depende do formato das margens.



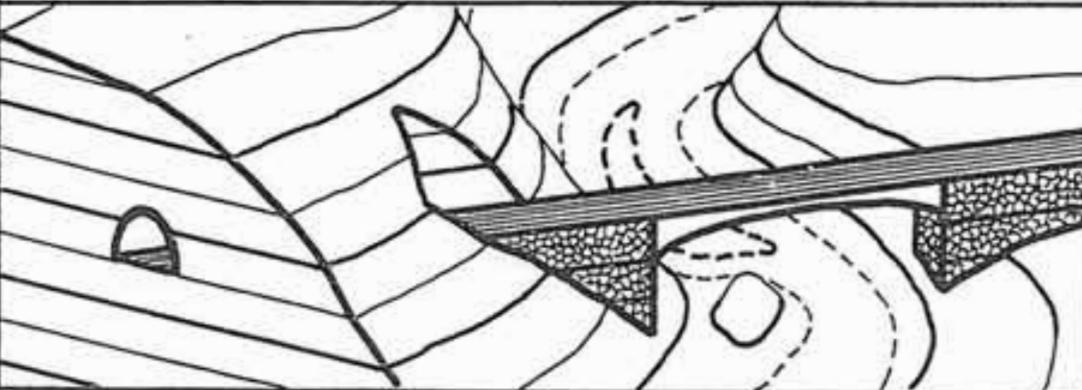
### ST29 – Soluções com túnel para a estrada da folha ST26.

Quando o corte é demasiado, pode ser mais prático abrir um túnel, que só pode iniciar no ponto onde o corte tem maior altura que o teto do túnel.

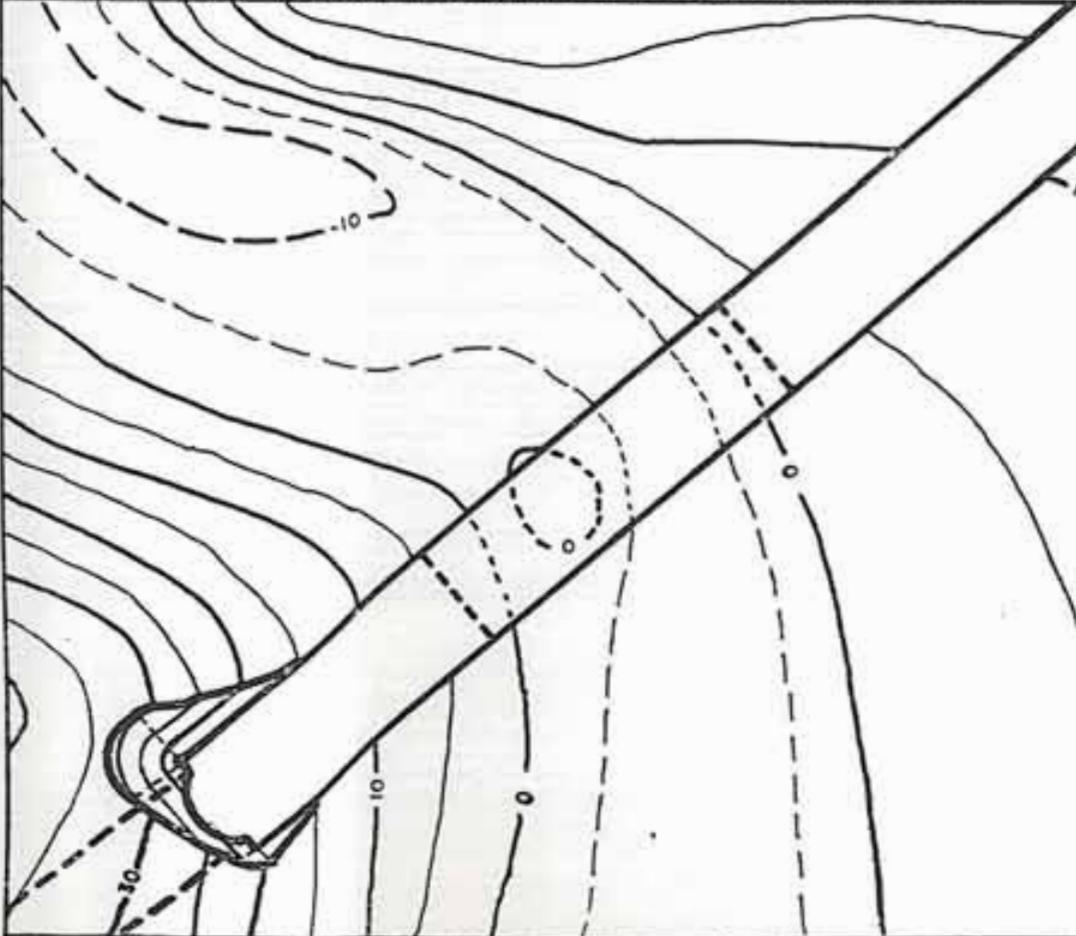
Sendo o terreno de grande consistência, o corte da entrada do túnel pode ser contido em faces verticais. Os arrimos da ponte contêm todo o aterro.



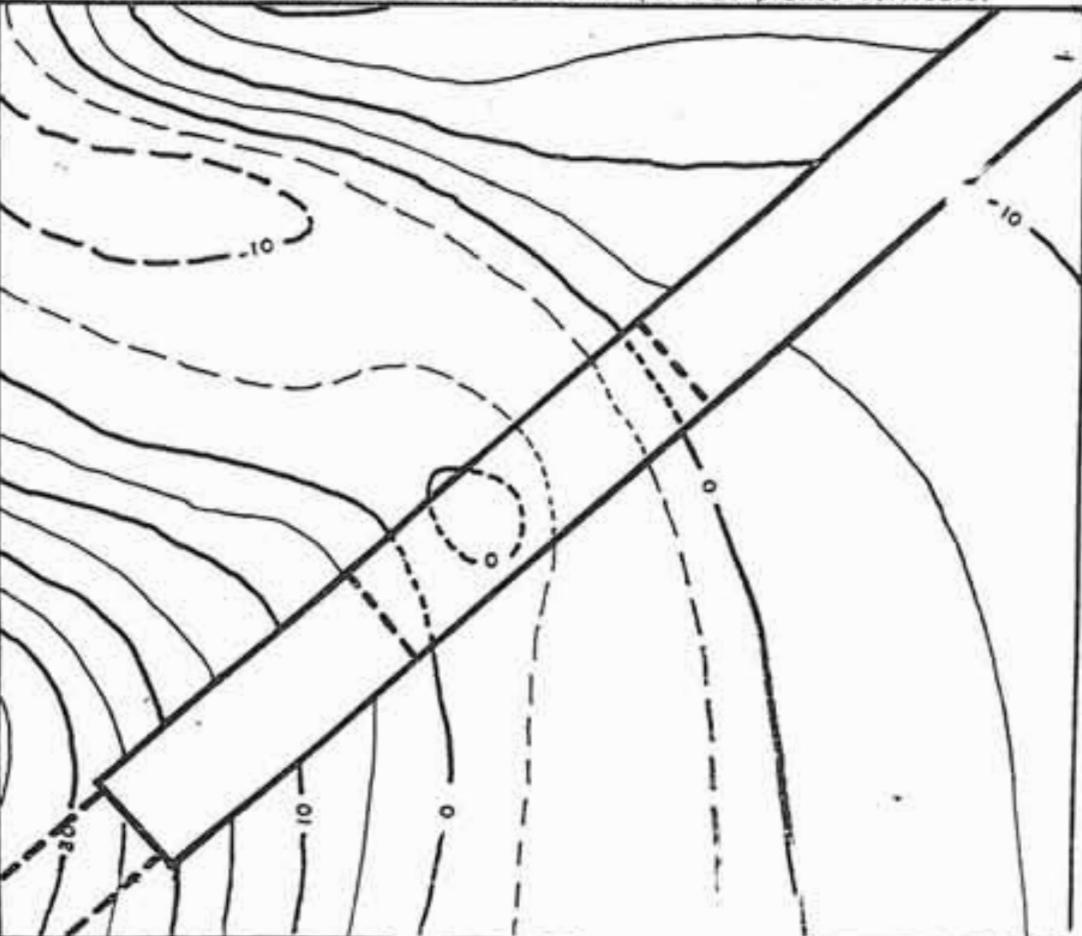
PLANTA DA SOLUÇÃO ACIMA. O aterro, nas duas margens do rio, está contido inteiramente pelos muros de arrimo da ponte e não aparecem em planta.



PLANTA DA SOLUÇÃO ACIMA. Todos as faces de cortes e aterros se projetam nas linhas da própria estrada, desde que são planos verticais.



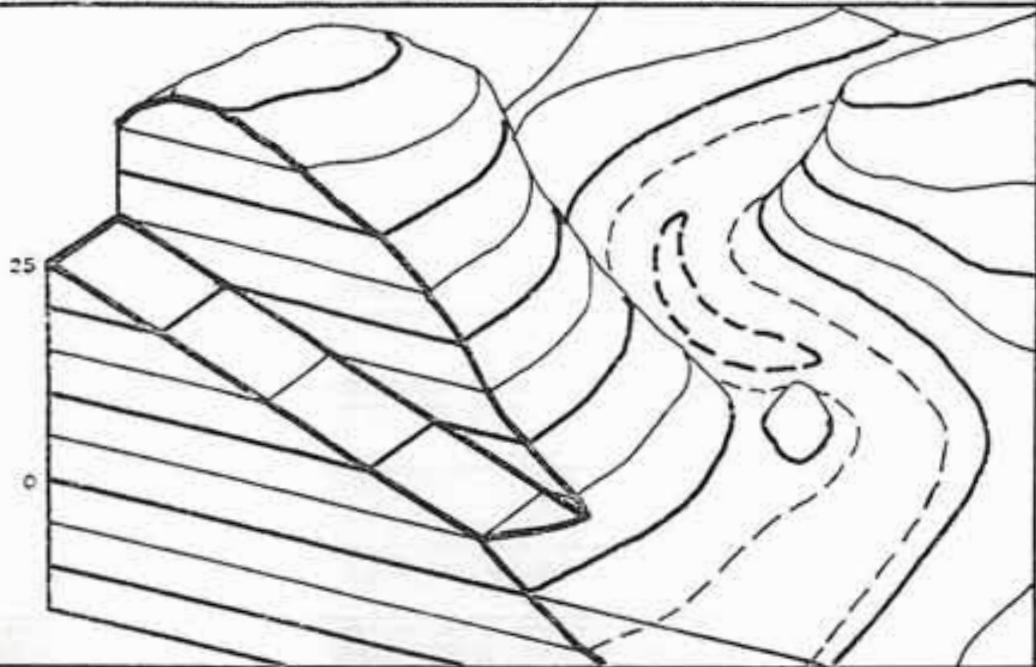
1977



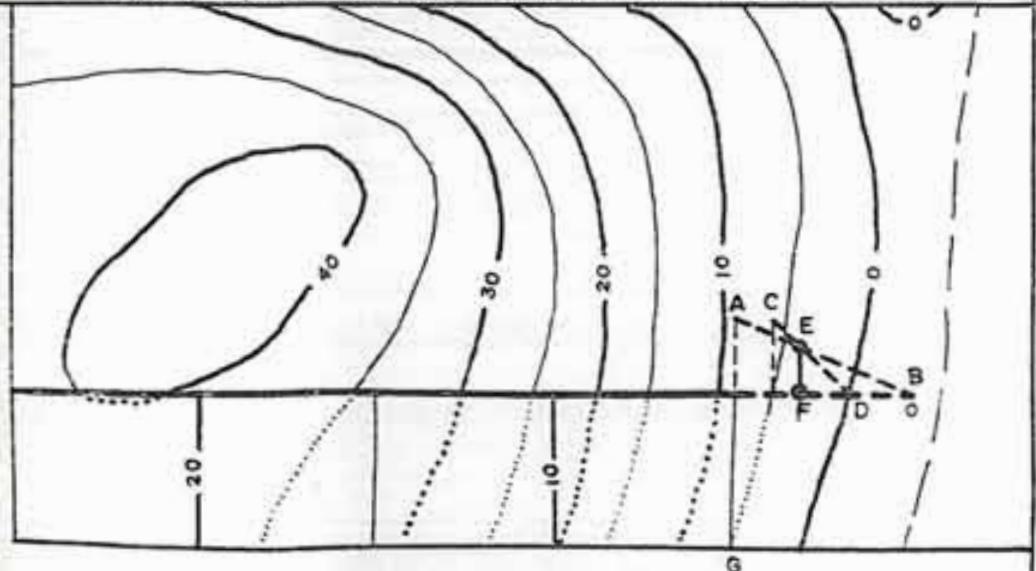
NDC

**ST 30 - Corte de um terreno para obtenção de um plano inclinado.**

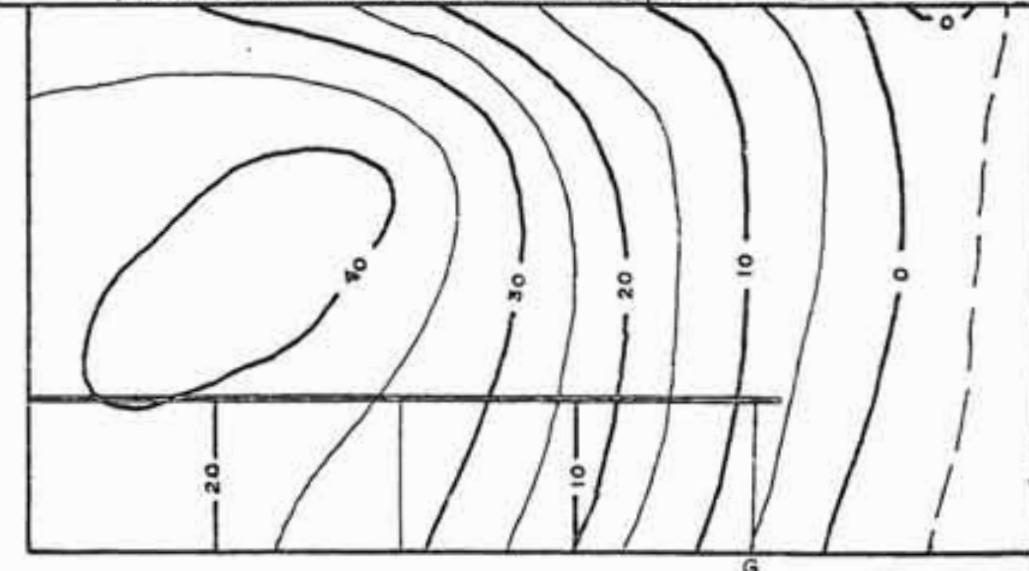
No mesmo bloco diagrama das primeiras folhas, o terreno está cortado de modo a formar uma rampa. As figuras seguintes a mostram em planta.



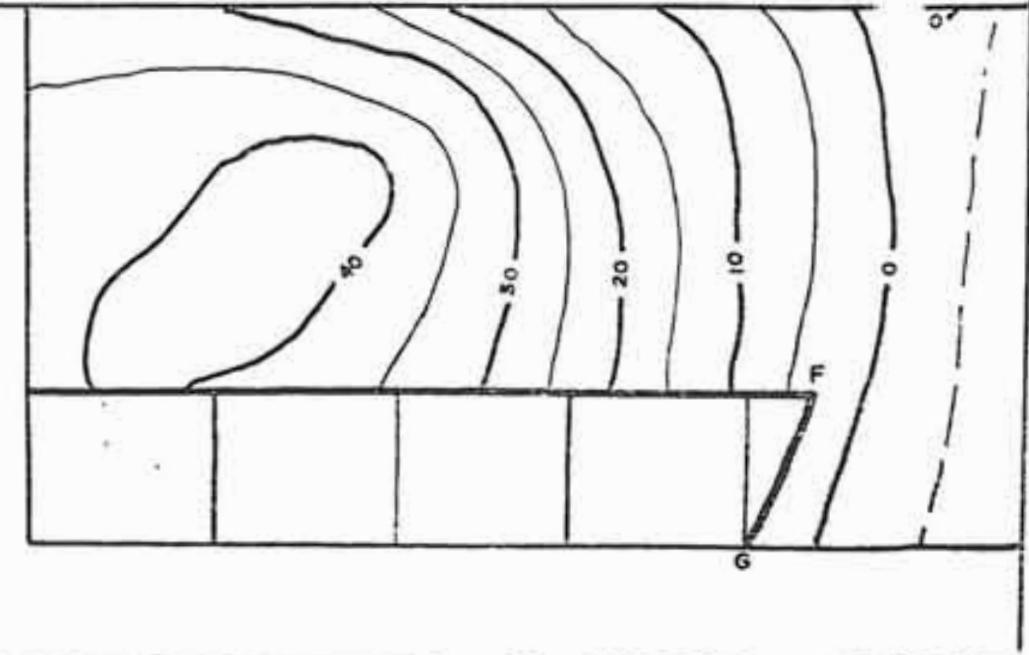
**FASE 2 -** Para determinar o ponto F, encontro do bordo interno com o terreno, acha-se E, interseção do perfil AB da rampa com o perfil CD do solo.



**FASE 1 -** Dada a rampa em planta por suas horizontais, é fácil ver o ponto G, fim do seu bordo externo, pois está no nível do solo.



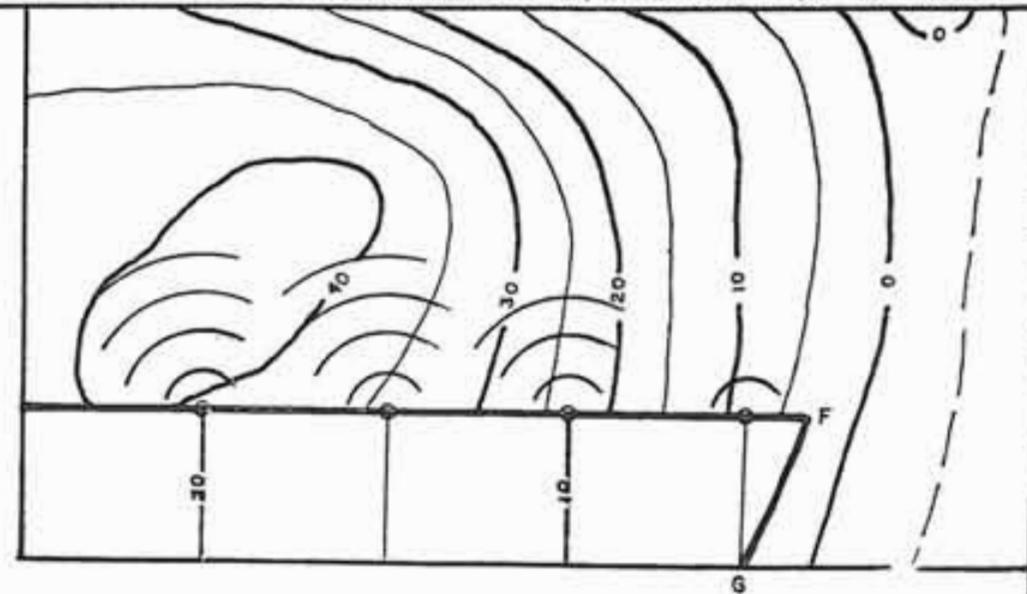
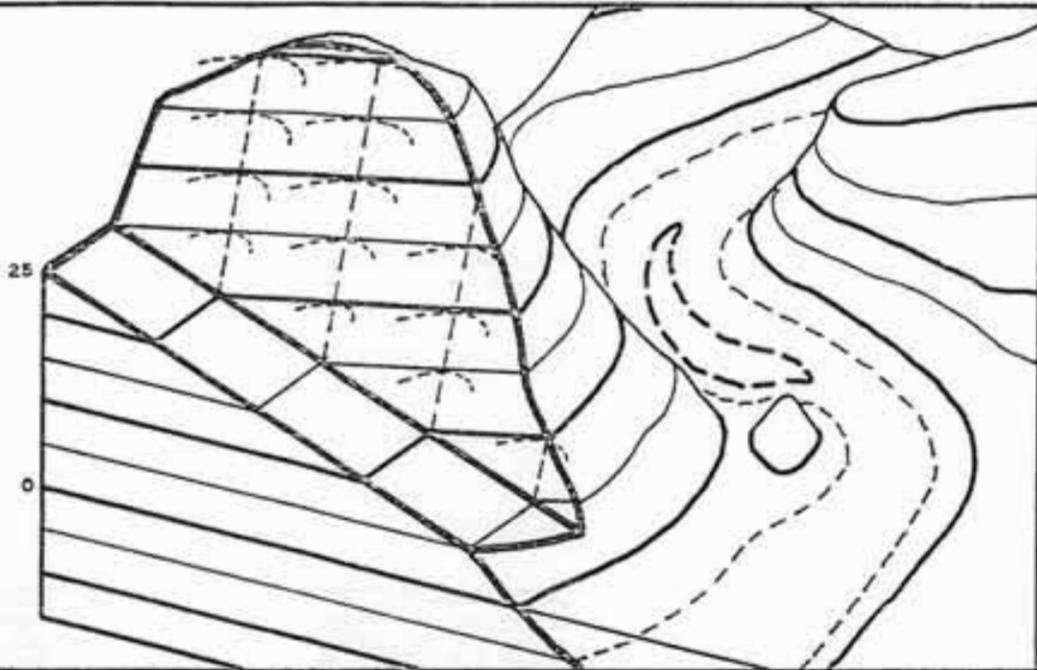
**FASE 3 -** A linha de interseção da rampa com a superfície do solo passa pelos pontos F e G (mas não é um segmento de re-



**ST 31 - Plataforma em plano inclinado, com o corte do terreno contido em face inclinada.**

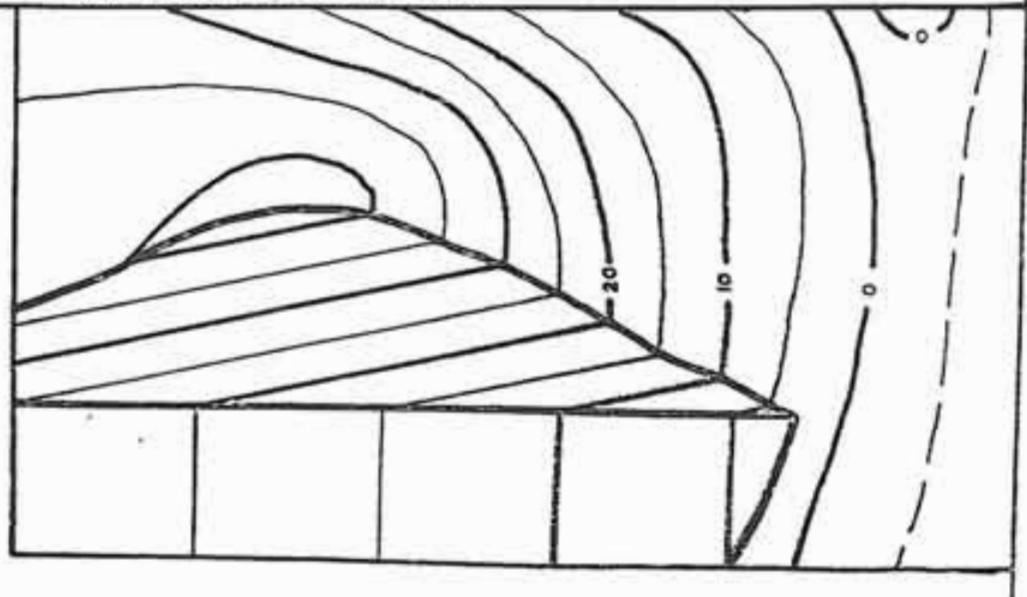
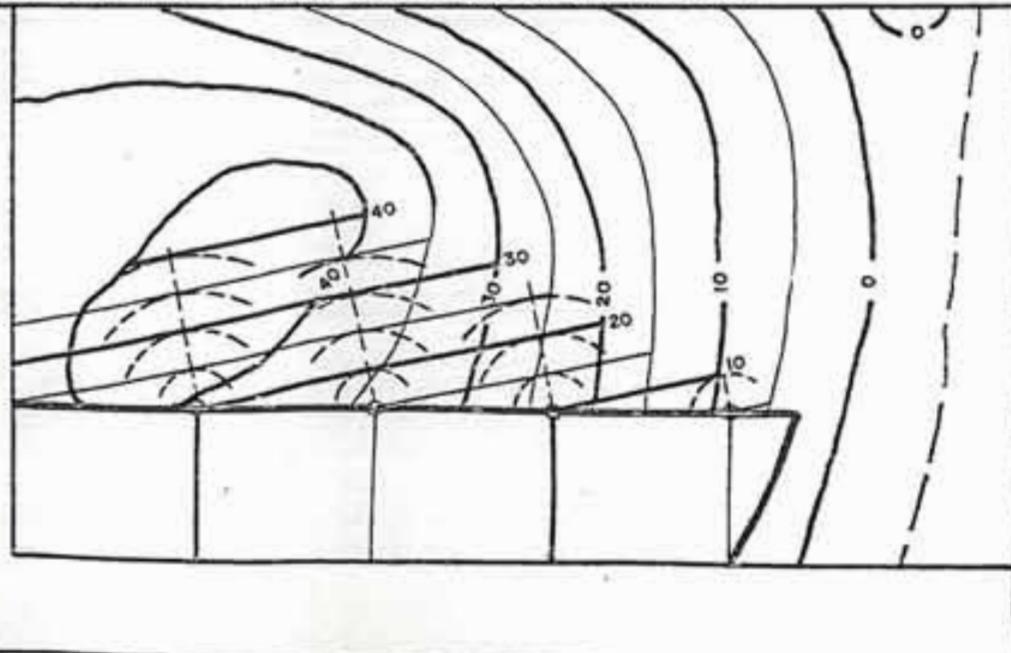
A mesma rampa do ST30 está agora com um talude de corte cujas horizontais tangem cones invertidos de vértices nos bordos da rampa. A planta é obtida em 3 fases.

**FASE 1** - Partindo da rampa já definida em planta, os cones invertidos têm como horizontais circunferências concêntricas e separadas entre si por n.e metros.



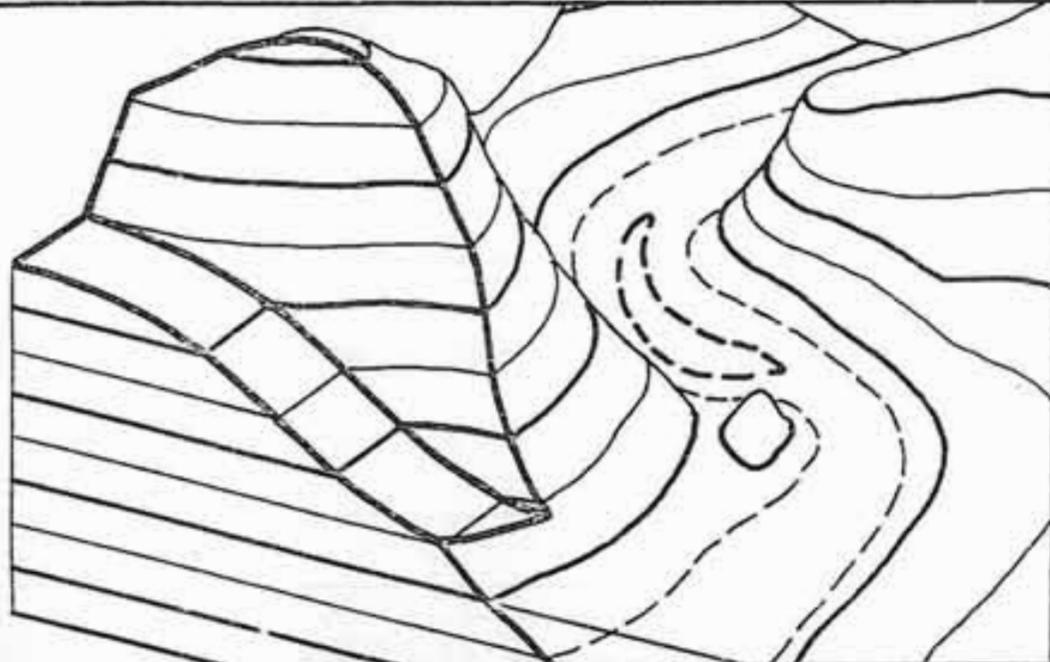
As horizontais do corte - **FASE 2** - são tangentes a essas circunferências, e limitadas pelas curvas de nível de mesma cota ou pelo contorno da planta.

**FASE 3** - A linha de off-set do corte passa pelos pontos de interseção de suas horizontais com as curvas de nível.

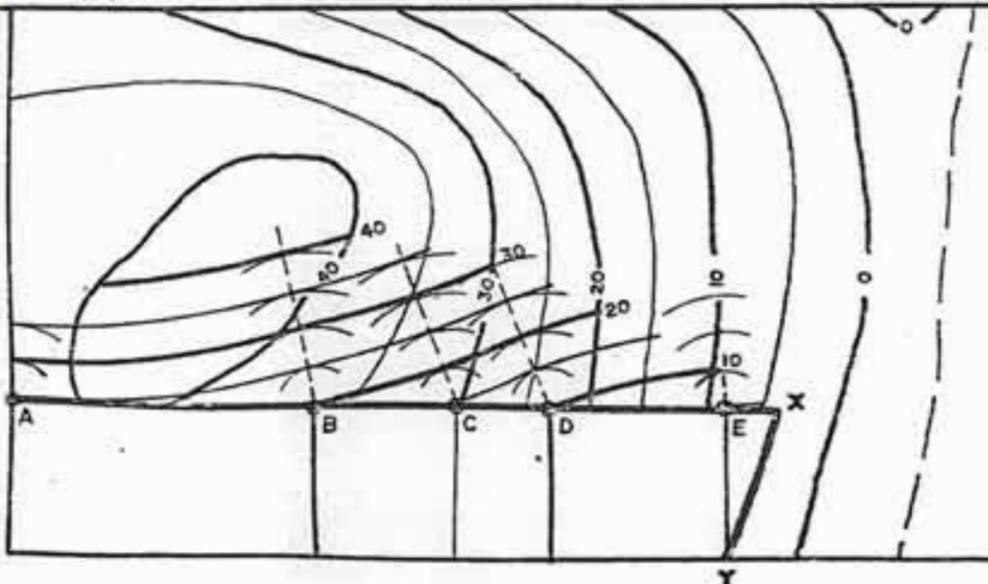


**ST 32 – Rampa com curvas verticais, mas reta em planta.**

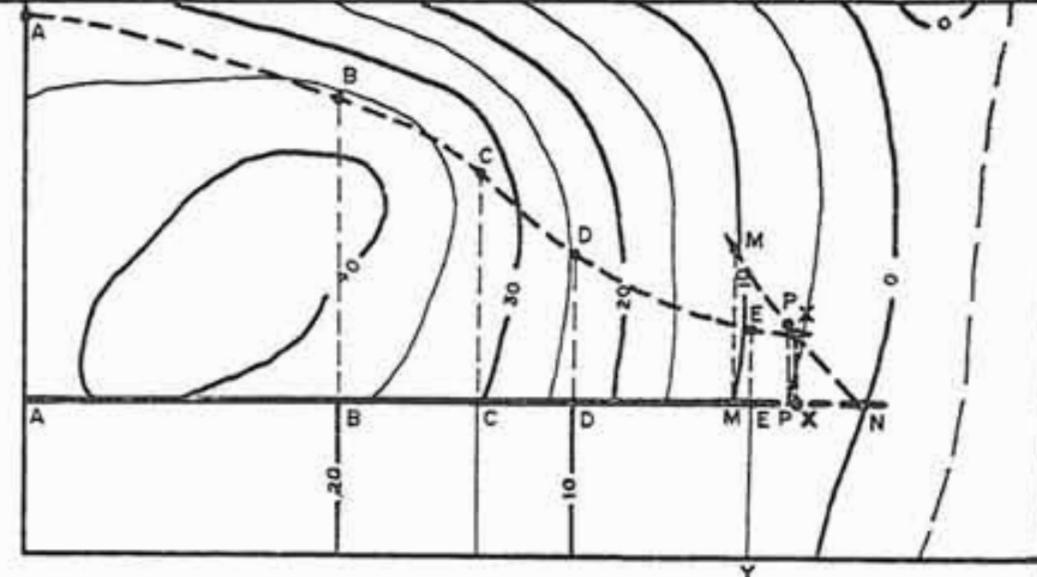
Quando a rampa varia de inclinação de ponto para ponto, como em uma estrada, as horizontais do talude do corte não são retas. As outras figuras mostram em planta.



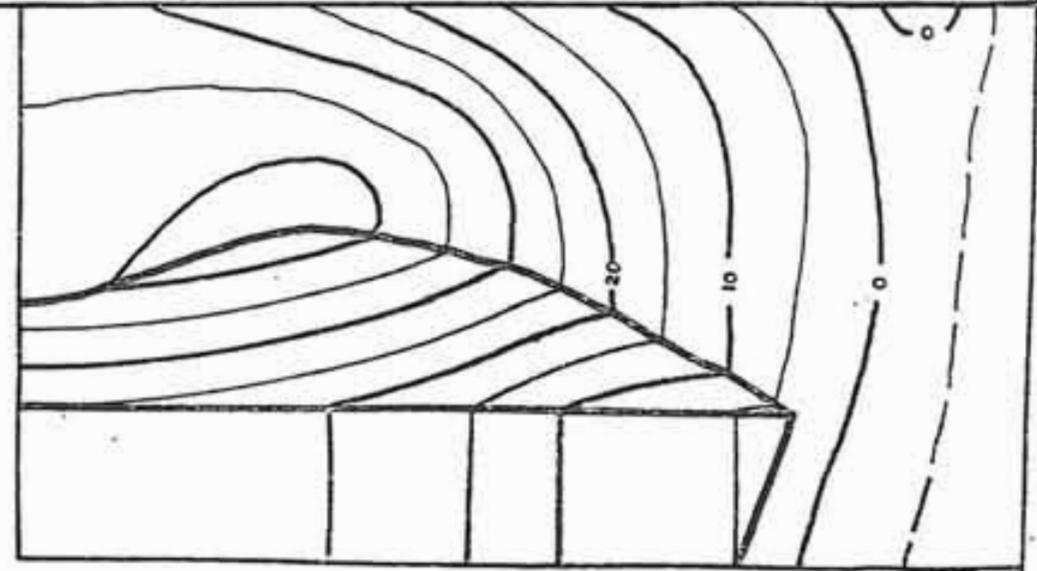
**FASE 2 –** Conhecido o talude  $i/n$  do corte, circunferências concêntricas em ABCDE e espacadas entre si de  $n.e$  metros, permitem o traçado das horizontais, tangentes.



**FASE 1 –** As horizontais da rampa não são equidistantes. No bordo interno, o ponto X onde termina é obtido pela interseção do perfil ABCDE da rampa com MPN do solo.



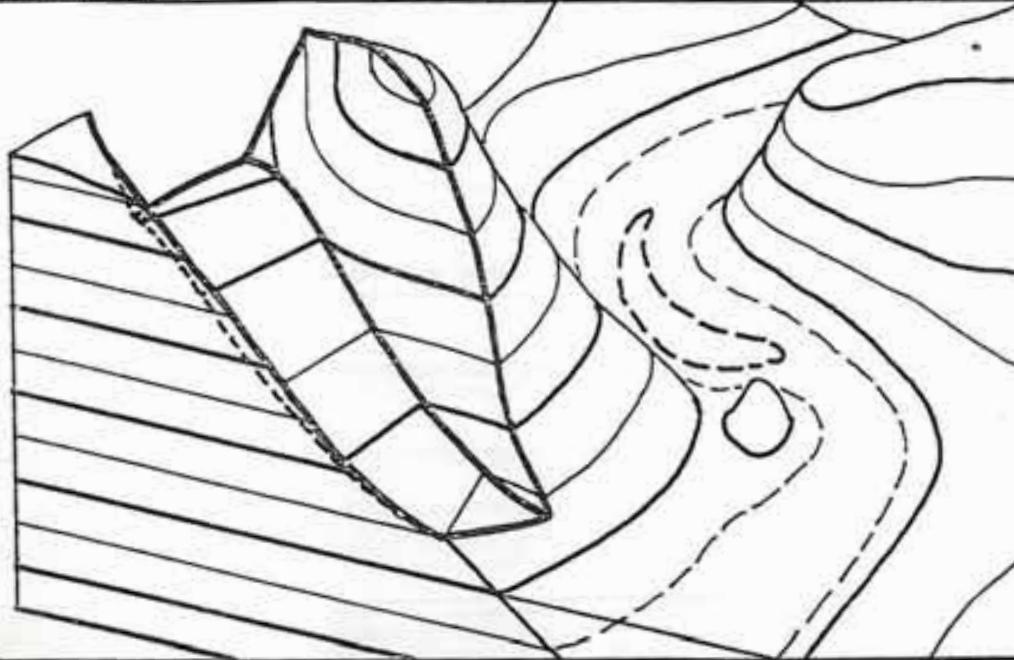
**FASE 3 –** Os pontos de encontro das horizontais do corte com as curvas de nível de mesma cota levam ao traçado da linha de off-set do corte.



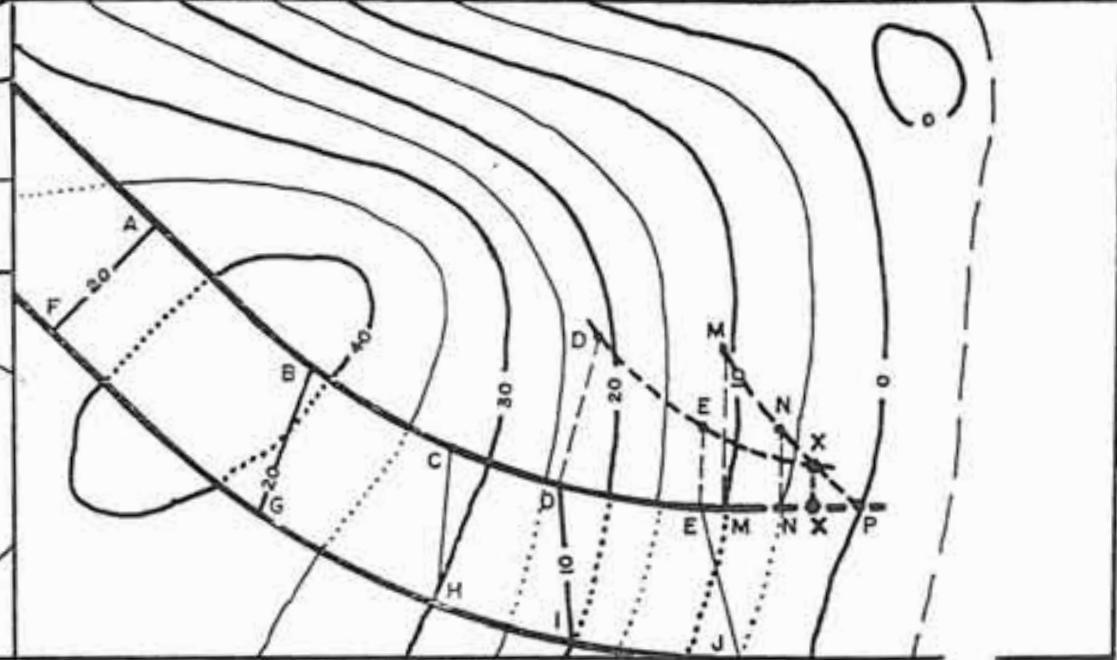
**ST 33 – Corte do terreno para obtenção de uma rampa com curvas horizontais.**

No caso mais geral de uma estrada, o corte do terreno deve resultar numa rampa curva. Suas horizontais não são normais aos bordos da rampa para dar sobrelevação do bordo externo na curva. As horizontais do corte são curvas equidistantes. Seguem-se plantas em 3 fases.

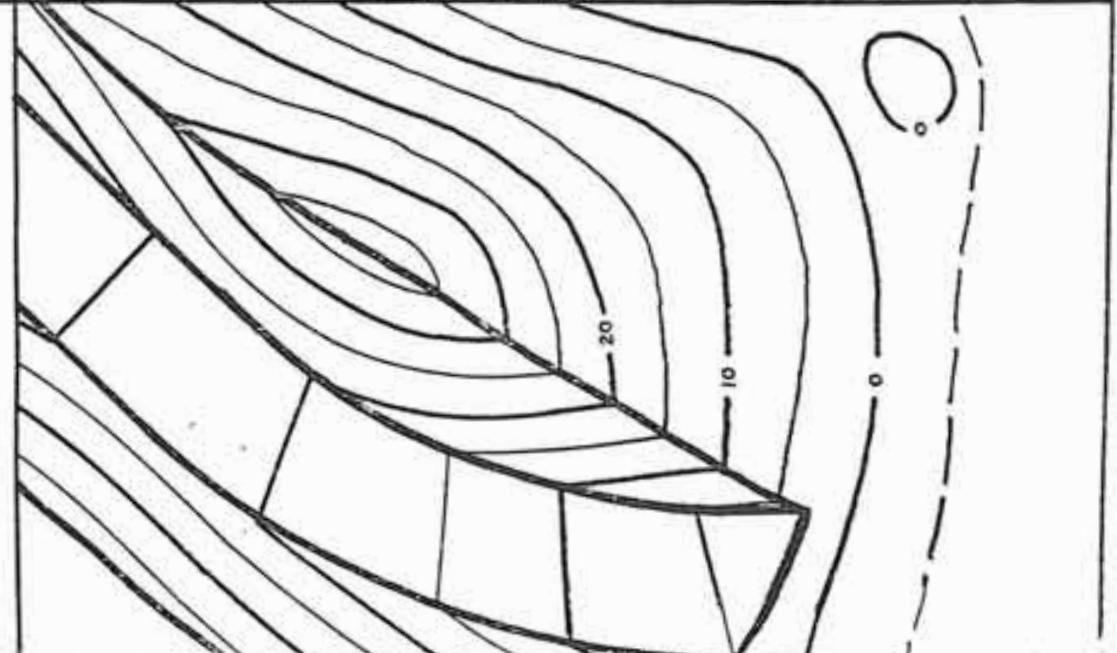
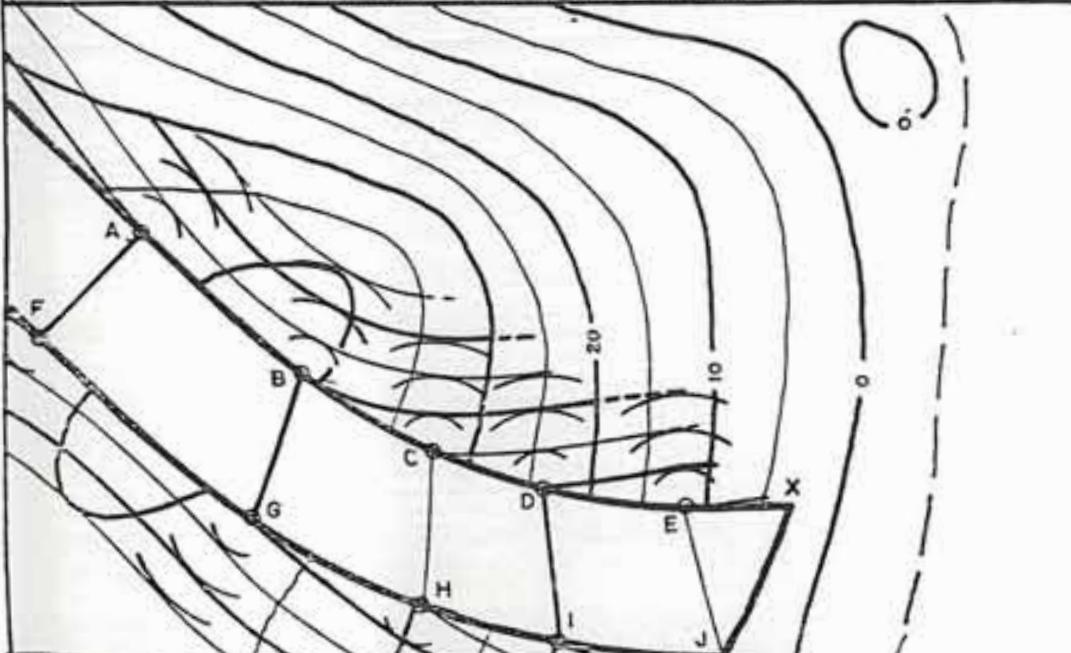
**FASE 1** — A planta da rampa é uma faixa curva. Suas horizontais não são normais aos bordos da rampa para dar sobrelevação do bordo externo na curva.



**FASE 2** — As horizontais do corte são tangentes às circunferências concêntricas nos pontos de A a J, e espaçadas entre si por  $n \cdot e$  metros, sendo  $l/n$  o talude.



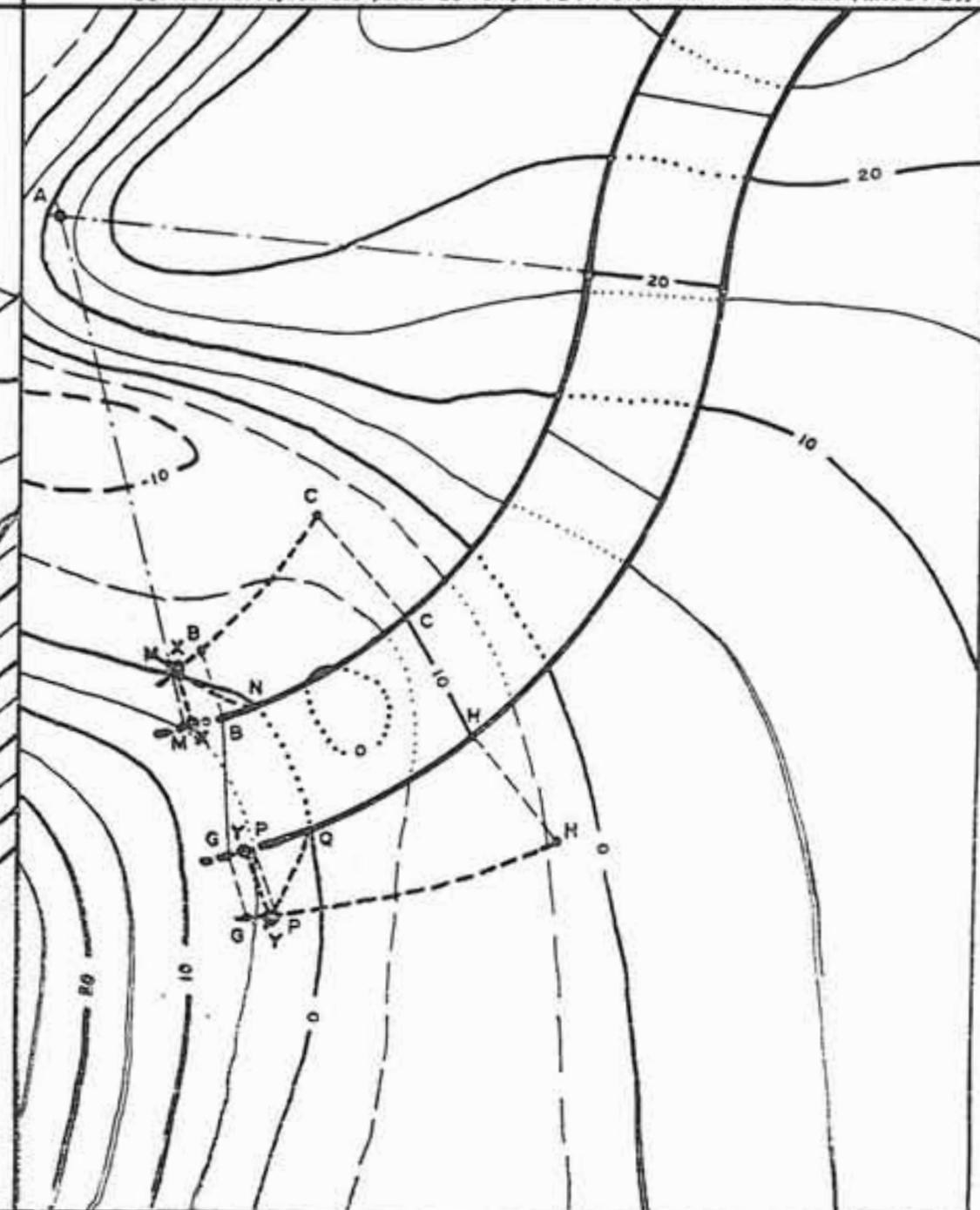
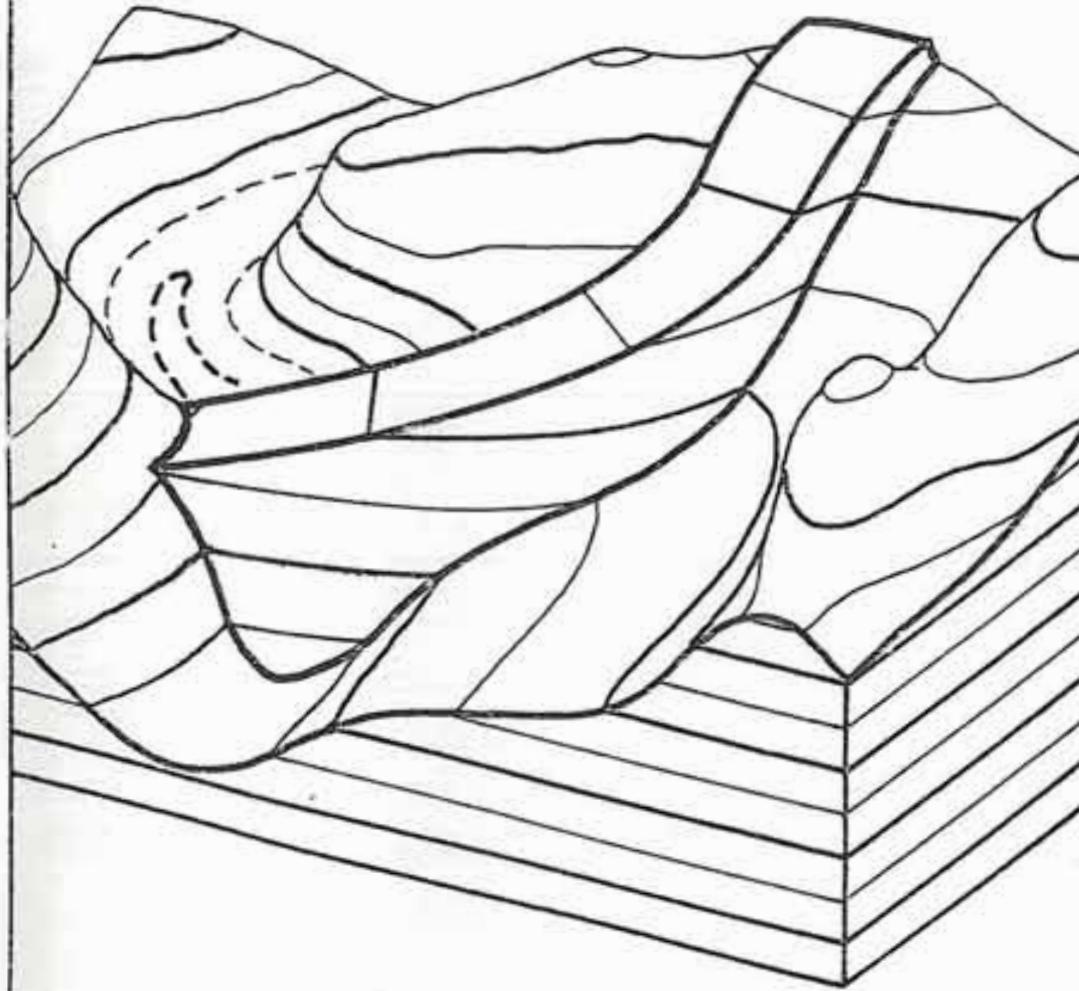
**FASE 3** — A linha de off-set é obtida pelos pontos de interseção de suas horizontais com as respectivas curvas de nível.



### ST 34 – Aterro para construção de uma rampa com curvas horizontais.

Assim como no corte, os casos mais gerais de aterro visam preparar uma estrada curva e inclinada. As horizontais do talude são equidistantes, mas curvas. Planta em 3 fases.

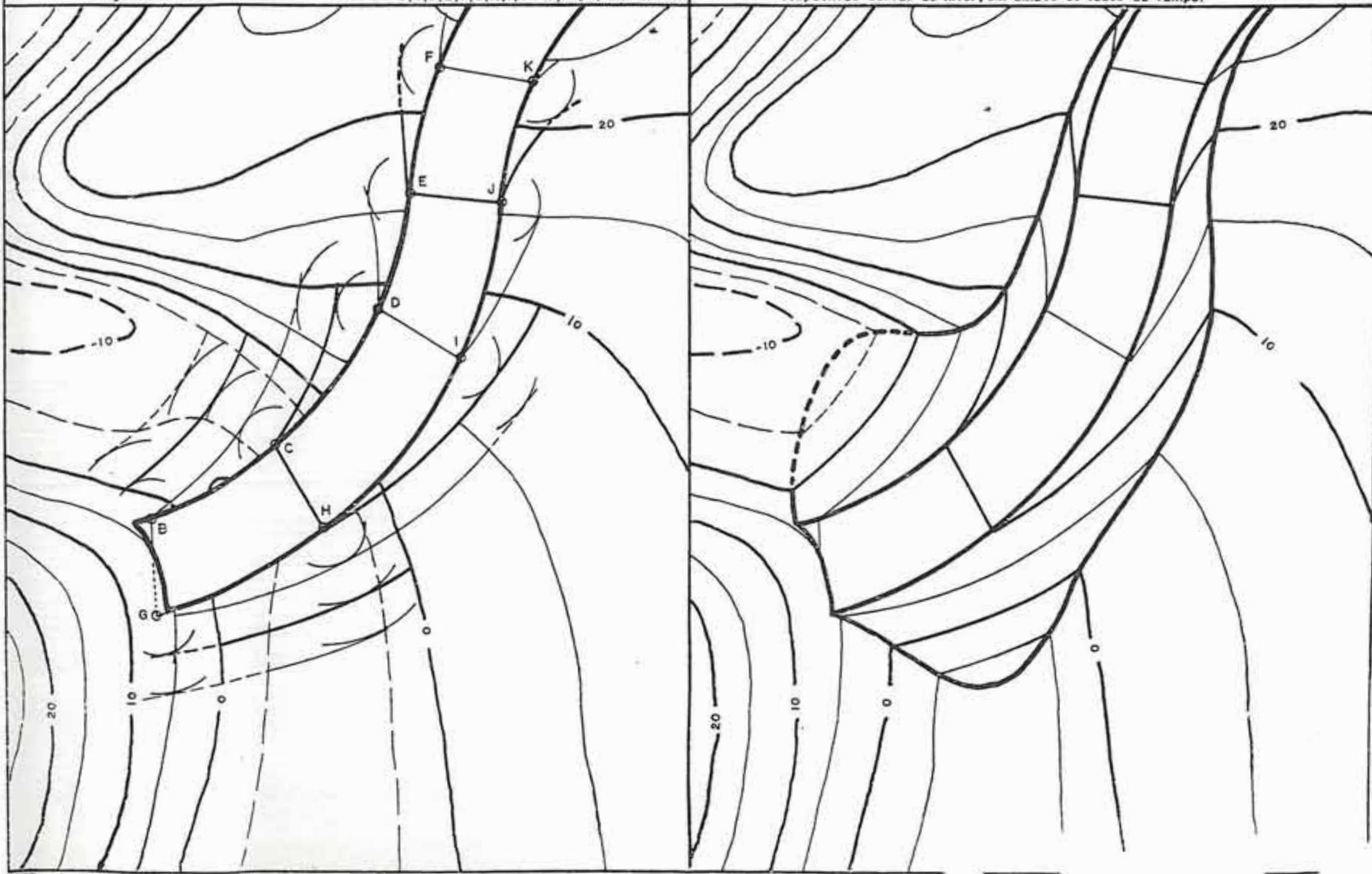
FASE I – Determinação dos pontos de encontro dos bordos da rampa com o terreno (X e Y). São as interseções dos perfis da rampa (BC e GH) com os do terreno (MN e PQ).



**ST 35 – Aterro para construção de uma rampa com curvas horizontais – CONTINUAÇÃO DA FOLHA ST 34.**

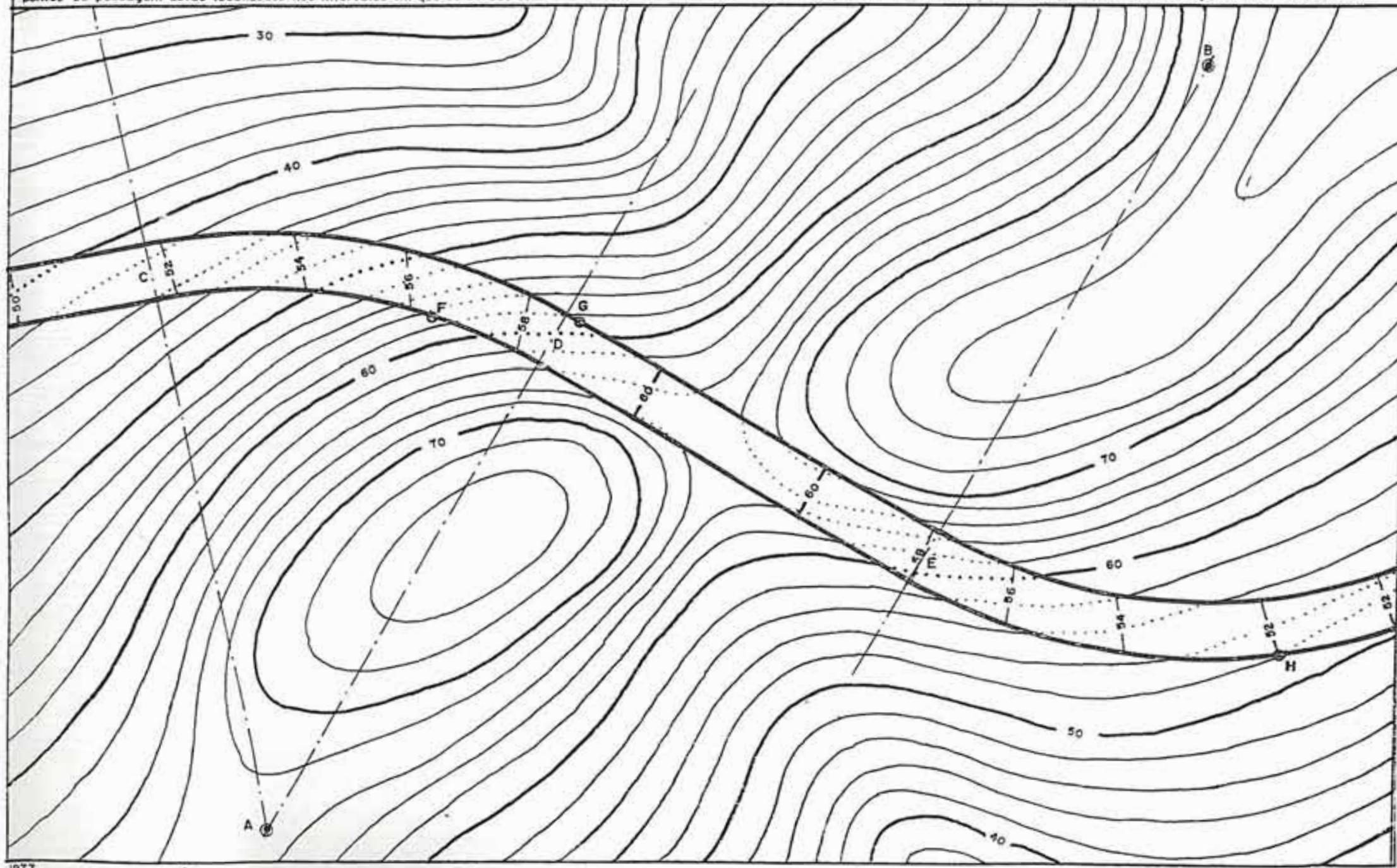
**FASE 2** – Dado o talude do aterro 1/m , as horizontais do mesmo são curva: equidistantes que tangenciam circunferências concêntricas em B,C,D,E,F,G,H,I,J e K , espaçadas de m.e.

**FASE 3** – A linha de off-set do aterro passa nos pontos onde essas horizontais encontram as respectivas curvas de nível , em ambos os lados da rampa.



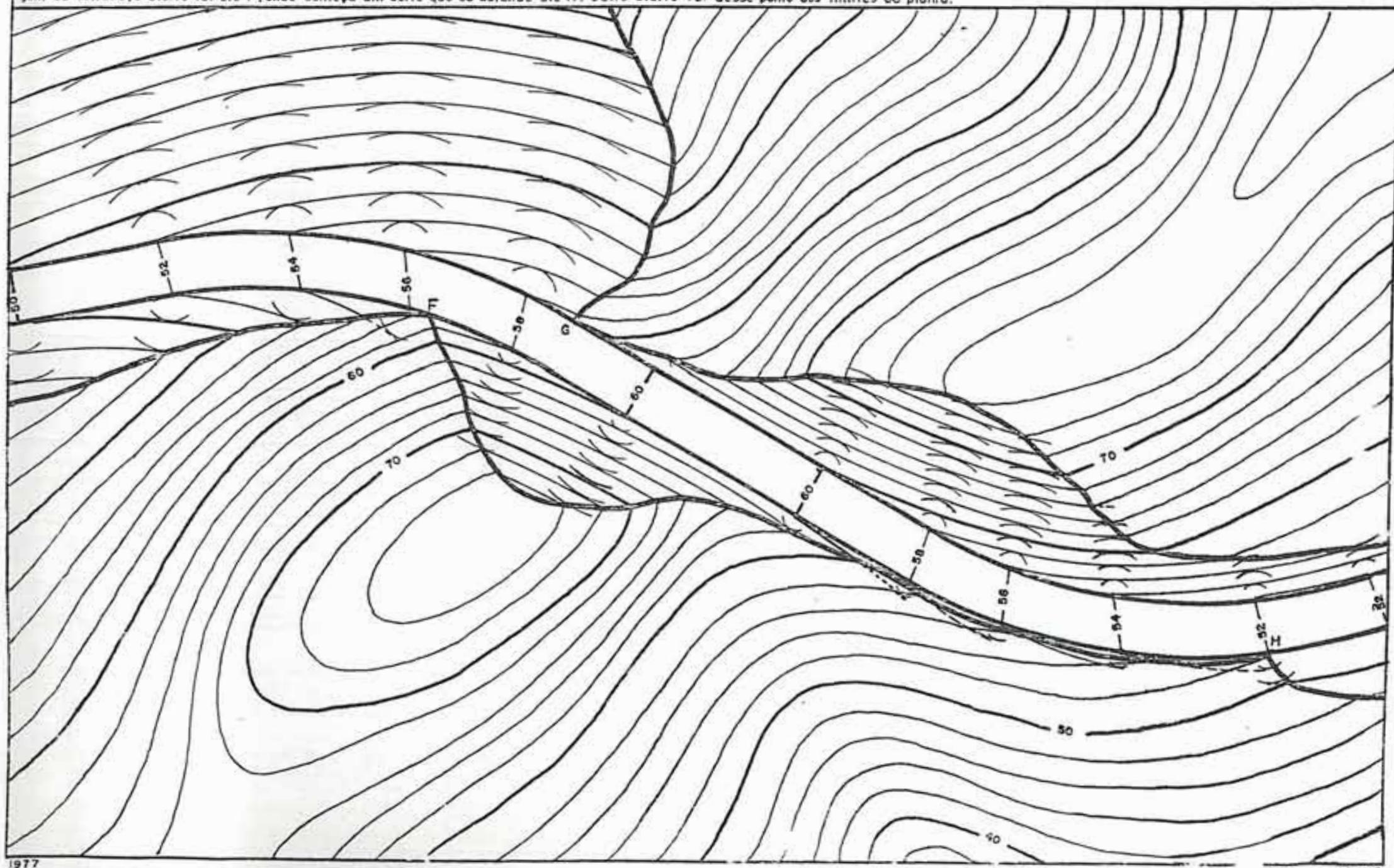
ST 36 – Cortes e aterros de uma estrada com subidas e descidas em curva, na planta abaixo, em escala de 1/1000.

A estrada é reta até C, onde entra em curva de centro A até o ponto D. Daí até E a estrada é novamente reta, entrando em nova curva de centro B, encontrando o contorno da planta antes de terminar a curva. Quando a horizontal da estrada tem a mesma cota do terreno, como acontece no ponto H, este é um ponto de passagem de corte para aterro. Não havendo tal coincidência, os pontos de passagem estão localizados nos intervalos em que os bordos têm o mesmo nível do solo (F entre 56 e 58m, e G entre 58 e 60m). O talude dos cortes será de 1/1,5 e o dos aterros 1/3.



ST 37 – Linhas de off-set dos cortes e aterros da estrada da folha ST 36.

O espaçamento entre as horizontais do corte E da n.e=1,5X2=3m, e do aterro m.e = 3X2 = 6m. Na margem da estrada voltada para cima na planta, o aterro vai até o ponto G, pois a estrada tem maior cota que o terreno, e as horizontais tangenciam circunferências concêntricas e espaçadas de 6mm. De G para a direita é corte, com as horizontais espaçadas de 3mm. Na outra margem da estrada, o aterro vai até F, onde começa um corte que se estende até H. Outro aterro vai desse ponto aos limites da planta.



ST 38 – Cortes e aterros de um complexo de duas rodovias e uma ferrovia, com túnel e viadutos, na escala de 1/2000.

Os cortes têm talude de 1/2 e os aterros de 1/4. A ferrovia ABC tem nível constante de 60m e em BC tem um viaduto sobre uma das rodovias. Uma das rodovias vem subindo desde D até a cota de 55 m, onde passa sobre a outra rodovia com o viaduto EF e desce até G. A outra rodovia sai de um túnel HI ao nível de 44 m e, após receber as rampas circulares, sobe a 48m, até J.

