

*A Illustrada Redacção da "Gazeta & Notícias"*

MEMORIA

Apresentada a 30 de Agosto de 1878

PELO ENGENHEIRO CIVIL

JOSÉ AMÉRICO DOS SANTOS

SOCIO EFFECTIVO DO INSTITUTO POLYTECHNICO BRASILEIRO

PARA A

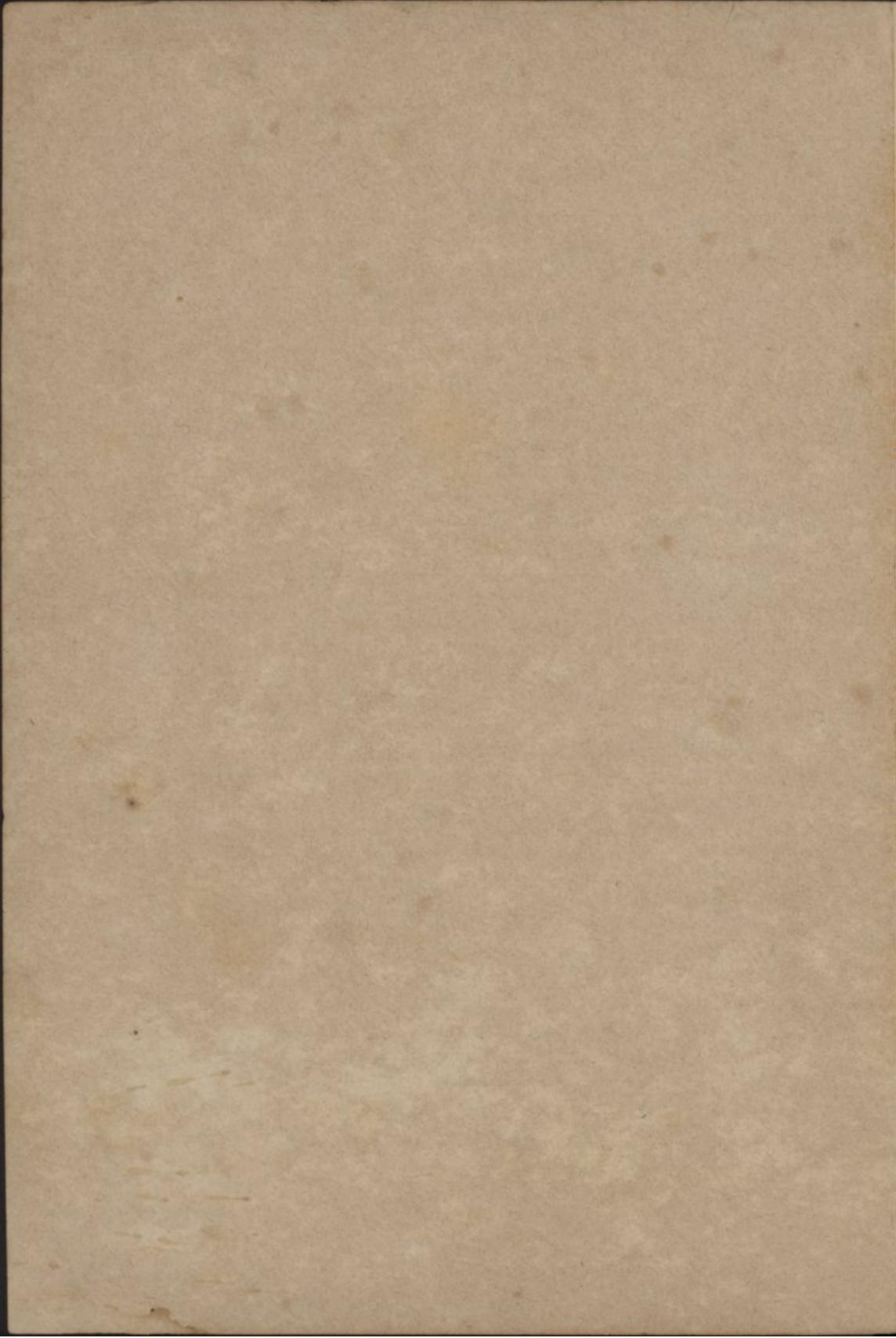
MEDALHA HAWKSHAW

DO ANNO DE 1878

RIO DE JANEIRO

Typ. de G. Leuzinger & Filhos, Ouvidor 31.

1879



# MEMORIA

Apresentada a 30 de Agosto de 1878

PELO ENGENHEIRO CIVIL

**JOSÉ AMÉRICO DOS SANTOS**

SOCIO EFFECTIVO DO INSTITUTO POLYTECHNICO BRASILEIRO

PARA A

**MEDALHA HAWKSHAW**

DO ANNO DE 1878

---

**RIO DE JANEIRO**

Typ. de G. Leuzinger & Filhos, Ouvidor 31.

—  
**1879**

MEMORIA

A PROPOSITO DE SUAS AÇÕES DE 1875

DE 1875

BELLA  
JOSE AMERICO DOS SANTOS

MEMORIA DE SUAS AÇÕES DE 1875

PAGE 1

MEMORIA DE SUAS AÇÕES DE 1875

BIO DE JANTRO

MEMORIA DE SUAS AÇÕES DE 1875

PAGE 2

# TABELLA

PARA

## A MARCAÇÃO DE CURVAS DE NIVEL

NAS PLANTAS DE ESTUDOS

DE

## ESTRADAS DE FERRO

---

Em Dezembro de 1872, occupando eu o logar de chefe da secção central da estrada de ferro Mogyana, tive occasião de organizar, com a approvação do Engenheiro Chefe e auxiliado pelo meo collega Dr. Manoel da Silva Mendes, então Chefe da 1.<sup>a</sup> secção, uma tabella, que dava as distancias horizontaes correspondentes aos diversos grãos de inclinação do terreno para cada decimetro e para cada metro de elevação vertical. Com essa tabella, que não comprehendia inclinações maiores de trinta grãos, construí as curvas de nivel, correspondentes a cada metro de elevação vertical, nas plantas dos trinta e cinco kilometros da primeira secção, as quaes foram desenhadas na escala de  $\frac{1}{2000}$ . O emprego da tabella fez-se extensivo á construcção das plantas de todas as mais secções d'aquella

estrada, e reconhecêo-se ser muito vantajoso, trazendo comsigo grande economia de tempo, como o affirmou o mencionado Engenheiro Chefe.

A tabella, assim organisada, satisfazia plenamente aos casos, que, relativamente ao declive transversal do terreno, se apresentavam na Estrada de ferro Mogyana, quando se corriam as linhas de estudo. Como já foi dicto tornou-se desnecessario ir com a tabella além de trinta grãos, e as distancias nas secções transversaes eram medidas horizontalmente. Ainda que n'essa medição a horizontalidade das trenadas não fosse perfeita, a differença, que d'ahi pudesse resultar, não podia ser apreciada nas plantas na escala, em que eram desenhadas.

Em Janeiro de 1876 deixei de fazer parte do pessoal tecnico da Companhia Mogyana, e em Maio d'esse mesmo anno fui nomeado, por portaria do Governo Imperial, chefe de secção do prolongamento da estrada de ferro de Pernambuco, e coube-me na distribuição do serviço ir dirigir os estudos e trabalhos da segunda secção. Foi no desempenho das obrigações, inherentes a essa commissão, que organizei uma nova tabella para servir na construcção das plantas dos sessenta e cinco kilometros, que tanto (fóra as variantes) era a extensão da secção a meo cargo. O terreno, que ella atravessa, é tão accidentado que pôde-se classificar-o como uma linha em serra, pois que sobe-se n'ella cêrca de quatrocentos metros de differença de nivel entre os ponctos extremos e além de um tunnel tem grandes córtes e aterros, entre os quaes um aterro avaliado em proximamente noventa e tres mil metros cubicos. A inclinação das encostas das serras era muito fórte, regis-

trando-se frequentes vezes inclinações de trinta, quarenta e mais grãos.

Tornou-se, portanto, necessario que a tabella fosse mais extensa e abrangesse os mais fórtes grãos observados, com o clinometro, no campo; ella foi calculada para cada grão de inclinação até oitenta.

As instrucções para as explorações da linha ordenavam que as medidas fossem tomadas, segundo a inclinação do terreno, em trenadas tendo o comprimento normal de cinco metros e em fracções d'este comprimento. Como, porém, nas plantas são as projecções horizontaes que se têm de desenhar e não as distancias segundo a inclinação, seria preciso proceder-se préviamente á conversão d'essas distancias em suas projecções horizontaes para utilizar-se da primitiva tabella. Apresentou-se o dilemma: ou abandonar o emprego da primitiva tabella e recorrer ao desenho das secções transversaes, como se practica geralmente; ou organizar uma nova tabella que resolvesse a difficuldade.

A falta quasi absoluta de commodos e de espaço no escriptorio da secção para o trabalho de desenho e para guardar papeis, além da difficuldade de os transportar do escriptorio central para ahi, na estação das chuvas, que tornaram, em quinze legoas, os caminhos verdadeiros precipicios, foi o principal incentivo para adopção de uma nova tabella.

A nova tabella dá as distancias segundo a inclinação e suas respectivas projecções horizontaes, para os diversos grãos de inclinação do terreno, desde um até oitenta, e para cada decimetro de elevação vertical.

Vou agora tractar do modo de a organizar,

de como ella se emprega e das vantagens que de seo emprego resultam.

Para organizar uma tabella, como a que acompanha esta nota, riscam-se em uma folha de papel almaço dois quadros, tendo cada um quarenta e uma columnas verticaes e onze carreiras horizontaes, de modo a fornecerem por sua mutua intersecção quadriculas de cerca de um centimetro quadrado. O primeiro é destinado a conter a parte, da tabella, correspondente aos diferentes grãos desde  $1^{\circ}$  até  $40^{\circ}$  e o segundo deve conter a que corresponde aos diferentes grãos desde  $41^{\circ}$  até  $80^{\circ}$ .

Tem esta distribuição, em dois quadros, grande vantagem, quando se está usando da tabella; porque reduz a extensão que a vista tem de percorrer em procura do numero correspondente a um grão e altura dados, e occupa menor espaço na folha da planta, sobre a qual ella está sempre que se está trabalhando. Acresce, além disso, que se póde collar uma parte da tabella em um pedaço de cartão Bristol e a outra parte no verso. Como mesmo em terrenos bem accidentados as inclinações mais frequentes estão comprehendidas na primeira parte da tabella, segue-se que não ha inconveniente na separação; o trabalho de virar o cartão para procurar algum numero correspondente a um grão elevado é insignificante.

Na primeira columna á esquerda, em cada quadro, escrevem-se, a começar pela segunda quadricula, contando de cima, os decimetros desde  $0^m,1$  até  $1^m,0$ , e na carreira de cima, começando pela segunda quadricula da esquerda, escrevem-se os diferentes grãos desde  $1^{\circ}$  até  $40^{\circ}$  para o primeiro quadro e desde  $41^{\circ}$  até  $80^{\circ}$  para o segundo quadro.

As outras quadriculas são para n'ellas se escreverem os numeros que representam as distancias tanto horizontaes como segundo a inclinação, para cada decimetro de elevação vertical e para cada gráo. Assim a quadricula que ficar na intersecção da columna, de um gráo dado, com a carreira de um certo decimetro, deverá conter as distancias correspondentes a essas duas entradas na tabella. Em cada quadricula escreve-se convenientemente a distancia segundo a inclinação e por baixo o seo respectivo comprimento em projecção horizontal.

Os algarismos, que representam os decimetros e os gráos de inclinação podem-se escrever com tinta preta, mas para os das distancias convém empregar de outras côres. Nas tabellas manuscriptas tenho empregado a tinta carmin para as distancias segundo a inclinação e azul da Prussia para as horizontaes. Este alvitre torna a tabella mais mnemonica, recordando a applicação convencional das côres no desenho de engenharia. Não será máo tractando-se de imprimir a tabella usar tambem de tintas das côres indicadas; si, porém, fôr considerada muito dispendiosa uma tal impressão, tem-se outro meio, que é empregar na composição typos de classe e corpo differentes, de modo a tornar menos sensivel a ausencia de variedade de côr na impressão.

A determinação dos valôres das distancias é facillima; reduz-se a uma simples resolução de triangulo rectangulo. As entradas na tabella constituem os dados para a resolução do problema.

Ha dois casos a considerar: 1.º quando se pede a distancia segundo a inclinação, 2.º quando

se pede a sua respectiva projecção horizontal. Em ambos os casos, entra-se com um lado do triangulo rectangulo e o angulo que lhe é opposto; o lado é expresso em decimetros e o angulo pelo valôr do arco em grãos, determinados com o clinometro no terreno.

No primeiro caso tracta-se de obter a hypotenusa do triangulo rectangulo e no segundo quer-se o outro lado.

Vou designar por letras cada uma d'estas quantidades, para depois dar as formulas trigonometricas, que servem para resolver o problema.

Designa-se por:

$b$  = o lado, que é dado, do triangulo e expresso em decimetros;

$\alpha$  = o numero de grãos do angulo;

$x$  = a hypotenusa do triangulo, isto é, a distancia segundo a inclinação;

$x'$  = o terceiro lado, isto é, a projecção horizontal.

Para o primeiro caso a formula é a seguinte :

$$x = b \frac{1}{\cos \alpha} = b \operatorname{cosec} . \alpha$$

portanto a cosecante dá o valôr da distancia para unidade de altura.

Para o segundo caso a formula é:

$$x' = b \cot . \alpha$$

a cotangente dá o valôr da projecção para a unidade de altura.

E' com o auxilio d'estas formulas que a tabella foi calculada.

Na confecção d'esta servi-me das taboas de cosecantes e de cotangentes, que se encontram na obra de Haswell — *Engineer's and Mechanic's Pocket-Book*—e trabalhei com tres casas

decimaes, mas na tabella não escrevi sinão a casa dos decímetros, porque na escala, em que se desenham as plantas das explorações, não se pôdem apreciar os centímetros. Na escala de  $\frac{1}{1000}$ , por exemplo, já os decímetros são representados por decimillímetros. Nos resultados todas as vezes que o algarismo dos centímetros excedêo de cinco, accrescentei uma unidade ao dos decímetros.

Julgo ter explicado com alguma minuciosidade a organização da tabella, as lacunas, porém, que ainda tiver deixado serão facilmente preenchidas por quem se dê ao trabalho de fazer um estudo da mesma.

Pelo que precede já se pôde formar idéa de qual a applicação, que tem a tabella. Tem ella por fim simplificar no desenho das plantas das explorações de estradas de ferro ou de rodagem, a marcação dos pontos pelos quaes tem de passar as curvas de nivel, que constituem os traços das intersecções da superficie do terreno por planos horizontaes verticalmente equidistantes. Para isso nos trabalhos de campo tomam-se normalmente, a cada estaca do alinhamento, ou com um certo angulo, as inclinações do terreno á direita ou á esquerda da dita estaca, até uma distancia, que é limitada pela largura da zona, cuja topographia é exigida. Essas inclinações quasi sempre são tomadas a clinometro e notadas em cadernêta especial, designando o sentido ascendente ou descendente de cada visada, do clinometro, respectivamente pelo signal + ou —, precedendo á notação em fórma de fracção, cujo numeradôr dá o numero de grãos da inclinação do terreno. Quando o denominadôr está em branco, ou supprimio-se o traço fraccionario está subenten-

dido que a visada corresponde ao comprimento normal adoptado ou marcado pelas instrucções, aos engenheiros, para os trabalhos de campo. Nas notas de que adiante vou me servir para mostrar como se emprega a tabella, e que correspondem a um trecho de linha de exploração, na segunda secção do Prolongamento da Estrada de Ferro de Pernambuco o comprimento normal das visadas de clinometro é de cinco metros, ordenado pelas instrucções expedidas pelo Engenheiro em Chefe.

Juncto a este escripto cópia das notas, de que me vou aqui servir, e algumas mais para quem quizer continuar a estudar o emprego da tabella, determinando os pontos, pelos quaes têm de passar as curvas de nivel nas linhas das secções transversaes das estacas immediatas. Na columna do centro estão os numeros das estacas indicativas do eixo da linha e por baixo de cada um d'estes a respectiva altitude, a lapis de côr, copiada da cadernêta do nivelamento. Em poucos minutos passam-se da cadernêta de nivelamento para a de secções transversaes cõtas bastantes para trabalhar um dia com a tabella. Isto tem por fim dispensar de estar manuseando conjunctamente a cadernêta de nivelamento, que serviria para atravancar a mesa de desenho.

Para facilitar a explicação do modo porque se emprega a tabella suporei que já está desenhado no papel o eixo da picada de exploração, na escala de  $\frac{1}{1000}$ , que pelos pontos correspondentes ás posições das estacas tiraram-se perpendicular ou obliquamente a esse eixo as linhas que marcam as direcções das picadas de secções transversaes e que só resta determinar a distancia a que passa, á direita ou á esquerda

da estaca, cada uma das curvas de nivel. Convém observar que, adoptando-se para os planos horizontaes, correspondentes ás curvas de nivel, a equidistancia em metros certos, tomam-se tambem para essas curvas cótas em numero certo de metros e não acompanhado de fracção de metro.

Tendo, portanto, em uma qualquer estaca a cota de nivel em numero certo de metros, a curva de nivel correspondente a essa cota passa pela propria estaca e vão-se contando d'esse poncto para a direita e para a esquerda as distancias a que passam as outras curvas na mesma secção transversal. Si, porém, a cota de nivel contém fracção de metro, é preciso, em primeiro lugar, determinar, por meio da tabella a posição da primeira curva de nivel, que passar de qualquer dos lados e d'ahi, em seguimento, as outras. O signal, que precede a nota da inclinação do terreno, indicando si este sóbe ou desce serve de guia para se saber si a primeira curva de nivel é a immediatamente superior ou inferior. Supponhamos, por exemplo, que a cota da estaca é 1077.1. e que o signal que precede o algarismo indicativo da inclinação á direita é +, então d'esse lado a primeira curva de nivel será a de cota 1078; o signal da inclinação á esquerda, sendo menos, a primeira curva de nivel d'este lado será 1077. Para o lado direito procurar-se-ha na tabella a distancia horizontal (azul) correspondente ao numero de grãos da inclinação e para 9 decimetros de elevação vertical, e para o lado esquerdo a distancia para a respectiva inclinação e 1 decimetro de descida vertical. Tendo signaes iguaes as inclinações de um e outro lado da estaca, é claro que se procurará a distancia correspondente á mesma

curva de nivel, para cada lado da estaca, e levando em conta a differença das inclinações, si estas não forem iguaes. Assim para a cóta de nivel 1077.1, que tomamos acima para exemplo ter-se-hia de procurar, na tabella, a distancia a que, tanto de um lado como de outro da estaca, passaria a curva 1078, si o signal, que precede a inclinação, fôsse +, e a da curva 1077 si fosse —. No primeiro caso seria a distancia para 9 decimetros de elvação vertical e no segundo caso, a correspondente a 1 decimetro de descida vertical.

Até agora apenas vimos como se acha a primeira curva de nivel, distancia essa que se assignala com um poncto na linha recta, que marca o eixo da secção transversal, tendo-se, ao mesmo tempo, o cuidado de escrever ao lado do poncto o algarismo que exprime a cóta de nivel correspondente a essa curva. Para continuar é preciso saber qual a distancia que, segundo a inclinação, corresponde á distancia horizontal da curva á estaca. E' o que se encontra na tabella em algarismos escriptos com tinta vermelha. O conhecimento d'essa distancia é necessario para se saber que fracção do comprimento da visada foi empregada para ter a posição da primeira curva. Com a fracção restante vai-se procurar a posição da seguinte curva, cuja cóta será maior ou menor de um metro do que a precedente, conforme o signal da inclinação, em questão, fôr +, ou —. Para esse fim corre-se de alto a baixo, na tabella, a columna do respectivo numero de grãos e vê-se si o numero vermelho da carreira horizontal, correspondente a  $1^m,0$ , coincide com o valôr da dicta fracção. Dando-se a coincidencia, é porque alcançou-se a seguinte curva de nivel. Na

tabella acha-se logo por baixo, em tincta azul, o valôr da projecção horizontal, que é o que se tem de marcar na planta para ter o poncto pelo qual deve passar essa curva de nivel. Continua-se, então, com a seguinte indicação a determinar, do mesmo modo que para a precedente, a posição successiva das outras curvas de nivel. Póde, porém, acontecer que a tal fracção do comprimento da visada não coincida, e seja menor ou maior que o algarismo, em vermelho, correspondente á elevação ou descida vertical de  $1^m,0$ . Sendo maior, vê-se quantas vezes o dicto algarismo se acha contido na restante fracção de visada, e outras tantas vezes marca-se, na linha da secção transversal, o valôr da projecção horizontal (algarismo em azul), não esquecendo de ir escrevendo ao pé de cada um d'esses ponctos a cóta das respectivas curvas de nivel. Sendo menor do que o algarismo vermelho para  $1^m,0$ , procura-se, subindo, que numero da columna do gráo de inclinação, é mais approximado ao valôr da fracção da visada, e seguindo com a vista horizontalmente para a esquerda essa carreira encontra-se na ultima casa, o numero de decimetros que subio-se ou descêo-se. A differença em decimetros, para completar  $1^m,0$  e ter-se, portanto, a curva de nivel, tem de fazer entrar para a determinação d'esta a seguinte visada de clinometro. Conserva-se de memoria ou em pedaço de papel o numero de decimetros e a projecção horizontal correspondente á fracção de visada e procura-se na tabella com a inclinação seguinte o valôr da projecção horizontal correspondente aos decimetros, que faltava subir ou descer, e ajuncta-se a esta a que se conservou de memoria. A somma d'estas duas projecções dá a distancia,

a que se deve marcar afastado o ponto correspondente á nova curva de nível. Cumpre, contudo, observar que, havendo mudanças de signal, na passagem de uma visada de clinometro para outra, não é mais a differença de decímetros, que entra em questão para se achar o novo ponto, mas sim o mesmo numero de decímetros, que se tiver descido, tem-se de subir ou vice-versa; o afastamento dos pontos, porém, é sempre a somma das duas projecções. O que é preciso é marcar juncto ao novo ponto a mesma cota, que têm o ponto antecedente, o que indica que a mesma curva de nível atravesse duas vezes a linha da secção transversal. Quando se encontra nas notas das visadas de clinometro a notação  $\frac{0^{\circ}}{3.0}$  ou  $\frac{0^{\circ}}{12.0}$  quer dizer que encontrou-se terreno de nível em tres ou doze metros de comprimento de visada. Este comprimento tambem ajuncta-se á somma das projecções, entre as quaes está intercalado, para completar o valôr do afastamento entre os dois pontos de curva de nível proximos.

Apezar de ter procurado ser bastante claro n'esta exposição do modo de empregar a tabella, é possível que, pela natureza mesma do assumpto, ainda seja conveniente exemplificar, fazendo os calculos relativos a duas secções transversaes, que foram tomadas na exploração da segunda secção do prolongamento da Estrada de Ferro de Pernambuco.

São as duas estacas 51 e 52, d'entre as que damos copia, que aqui juncto, das notas de diversas secções transversaes. Refiro-me, portanto, para as cotas e para os valôres das inclinações á dicta cópia.

Comecemos pela estaca 51, e tractemos, em primeiro lugar, de obter as curvas de nível, que

ficam á direita da estaca, para depois obter as que ficam á esquerda.

A cóta da estaca é 1076.3, isto é, está 3 decímetros acima da curva de 1076, que, portanto, não passa mesmo pela estaca. A primeira nóta de inclinação do lado direito é:  $-\frac{3^{\circ}}{20}$ , o que quer dizer que o terreno, para esse lado, desce  $3^{\circ}$  em uma extensão de 20 metros, medidos segundo a inclinação, isto é, esse é o comprimento da visada. Descendo o terreno, a primeira curva cuja distancia temos de procurar é a 1076; assim temos de descer 3 decímetros com  $3^{\circ}$ . Na intersecção das respectivas columna e carreira horizontal da tabella encontramos a distancia  $5^m.7$  (em azul) com que a curva de 1076 passa á direita da estaca. Assignalamos-a com um poncto, na linha da secção transversal e escrevemos ao pé 1076. Esta distancia é horizontal, mas na mesma casa, na tabella, encontramos em tinta vermelha, o seo valôr, segundo a inclinação, o qual no caso presente é mesmo 5.7. Subtrahindo este do comprimento da visada, restam-nos ainda 14,3 a descer com a mesma inclinação. Procurando, na columna correspondente a  $3^{\circ}$ , na tabella, o numero 14.3 não o encontramos, mas vemos que está comprehendido entre  $15^m.3$ , que corresponde a 8 decímetros de descida, e 13.4 que corresponde a 7 decímetros; está, porém, mais proximo d'este ultimo. Guardamos, então, os mesmos 14.3, admittindo que se tenha descido 7 decímetros vamos descer os 3 decímetros, que faltam para alcançar a seguinte curva de nivel, com a visada clinometrica que segue, a saber:  $-\frac{4^{\circ}}{15}$ . Na tabella achamos na casa da intersecção da columna de  $4^{\circ}$  com a carreira horizontal, correspondente a 3 decímetros, o algarismo azul

4.3, que é o valôr da distancia horizontal relativa aos 3 decimetros, que faltava descer. Ajunctamos agora 4.3 aos 14.3 da inclinação anterior e teremos 18.6, que é a distancia, a que na secção transversal a curva de 1075 passa afastada da de 1076. Marcamos, portanto, com esta distancia novo poncto e escrevemos ao lado 1075. O numero azul 4.3 exprime distancia horizontal, mas a visada foi medida segundo a inclinação. Na mesma casa, na tabella, encontramos logo acima o seo valôr segundo a inclinação, numero vermelho, que n'este caso é mesmo 4.3. Temos de subtrahir do comprimento da visada, isto é de 15.0; restamos 10.7 para descer com os mesmos 4°. Na respectiva columna só encontramos, em vermelho, 10.1 e 11.5 que são approximados de 10.7; o mais approximado é 10.1, que corresponde a 7 decimetros de descida, não dá para alcançar a seguinte curva de nivel, e faz-nos recorrer á seguinte visada clinometrica. Na tabella, e na respectiva casa, encontramos por baixo de 10.1 a distancia horizontal (em azul) 10.0, que é a que guardamos para ajunctar com a distancia horizontal, correspondente á descida vertical de 3 decimetros, que temos de effectuar com a nova visada clinometrica. Esta encontramos na já referida cópia das nótas assim: — 5°, que quer dizer que o terreno desce 5° no comprimento de visada igual a 5 metros; a ausencia de fórma fraccionaria e do algarismo indicativo d'esse comprimento mostra que como já anteriormente expliquei, a visada teve o comprimento normal, que é 5 metros. Procuremos, então, na columna de 5° de inclinação, a distancia horizontal (algarismo azul) para os 3 decimetros que faltava descer; achamos 3.4,

que ajuntamos aos 10.0, que guardamos da descida com a inclinação precedente, e temos 13.4 distancia, que a outra curva de nivel, isto é a de 1074, está, na secção transversal, afastada da de 1075. Com esta distancia marcamos um novo poncto, e escrevemos ao lado 1074. Para obtermos a seguinte curva de nivel, vejamos quanto nos resta do comprimento da visada de 5°. Na tabella na respectiva columna achamos, acima da distancia horizontal (azul) 3.4, a distancia segundo a inclinação (algarismo vermelho) 3.4, que foi empregada em descer 3 decimetros. Subtrahindo-a do comprimento (5<sup>m</sup>,0) da visada, restam-nos 1.6. Na columna de 5° de inclinação 1.6 está comprehendido entre 1.1 e 2.3, mais proximo, porém de 1.1, que corresponde a 1 decimetro de descida vertical. Conservamos, portanto, os mesmos 1.6 para ajuntar á distancia correspondente aos 9 decimetros, que falta descer, e que vamos obter com a inclinação da visada seguinte. Esta é, segundo as nótas, —  $\frac{3^o}{10}$ , isto é o terreno ainda desce 3° em um comprimento, de visada, igual a 10 metros. Vejamos na columna de 3° de inclinação, qual a distancia horizontal para descer os 9 decimetros, que faltam. Achamos (algarismo azul) 17.2 e logo por cima, em vermelho tambem 17.2, muito maior do que o comprimento total da visada, que, portanto, não permite alcançar a outra curva de nivel. Correndo com a vista as demais casas da columna de 3°, vemos pelo algarismo mais approximado ao comprimento da visada, que esta não dá para descer mais de 5 decimetros.

Ha ahi dois alvires a tomar: ou desprezar o comprimento da ultima visada e o restante

do da penultima e deixar de marcar mais uma curva de nivel; ou considerar a visada como prolongada até os 17.2 e marcar a curva de nivel 1073 afastada da de 1074 de uma distancia igual á somma de 17.2 com 1.6, que tinhamos conservado da outra inclinação; á distancia, pois, de 18.8.

E assim, pelo modo que acabamos de vêr, temos determinado os pontos pelos quaes passam as curvas de nivel á direita da estaca. Passemos a determinar os das que passam á esquerda.

A primeira visada clinometrica á esquerda da estaca é: — 2°, isto é, o terreno desce 2° com o comprimento normal (5<sup>m</sup>,0) das visadas. A curva que temos de procurar é a de cota 1076. Para isso descemos 3 decimetros com a inclinação de 2°. Na tabella achamos a distancia 8.6, entrando com estes dados. Mas esta distancia é maior do que o comprimento da visada, o qual está comprehendido entre 2.9 e 5.7, mas muito mais approximado d'este do que d'aquelle; 5.7 corresponde a uma descida de apenas 2 decimetros; guardamos, então, a distancia 5.0 para ajuntar á distancia, que obtivermos com a inclinação seguinte, descendo o decimetro, que nos falta, para chegar á cota 1076. A inclinação seguinte é: — 4°. Na tabella achamos a distancia 1.4, correspondente á 1 decimetro de descida com esta inclinação. Ajunctando esta distancia 1.4 com a de 5.0 que guardamos da visada precedente, temos 6.4 para distancia a que passa afastada da estaca a curva 1076. Vejamos, agora, na tabella a distancia segundo a inclinação, correspondente á horizontal 1.4, para sabermos que a fracção do comprimento da visada de 4° ainda resta

para continuarmos a descer até alcançar a curva de nível 1075. A distancia é 1.4 (algarismo vermelho) e subtrahida de 5.0 restam-nos 3.6. Procurando nos algarismos vermelhos, na tabella, para a inclinação de  $4^\circ$ , achamos que 3.6 fica comprehendido entre 2.9 e 4.3, mais proximo, porém d'este, pelo que conservamos 3.6, como correspondente a 3 decimetros de descida e para ajunctar á distancia seguinte. A immediata visada clinometrica, registrada nas nótas é  $0^\circ$ , isto é, o terreno conservou-se horizontal em uma extensão de 5.0. Ajunctamos estes 5.0 aos 3.6 e vamos vêr, si podemos continuar a descer com a seguinte visada clinometrica. Esta achamos nas nótas registrada assim:  $+1^\circ$ . Vemos desde já que não podemos continuar a descer, temos de subir e alcançar de novo a curva de 1076 abaixo da qual tinhamos descido 3 decimetros, que teremos de tornar a subir. Na tabella, na columna de  $1^\circ$  de inclinação, o algarismo que mais se aproxima do comprimento (5.0) d'esta visada é 5.7, que corresponde á subida de 1 decimetro. Ajunctamos mais estes 5.0 aos outros 5.0 da visada horizontal e aos 5.6 que restaram da visada que precedêo á horizontal, e vamos subir os 2 decimetros, que falta, com a seguinte visada clinometrica. Nas nótas achamos ser esta:  $+\frac{3^\circ}{10}$ . Com esta inclinação vêmos, que a distancia necessaria para subir 2 decimetros é 3.8, a qual vamos sommar com as outras, que fomos guardando, para termos a posição do novo poncto, pelo qual tem de passar a curva de nível 1076. Assim sommando 3.6, 5.0, 5.0, e 3.8 temos 17.4 que é o valôr da dicta distancia. Ahi marcamos o poncto, e escrevemos ao lado 1076. Vejamos que fracção

do comprimento da visada de  $+ \frac{30}{10}$  empregamos para alcançar esta curva de nivel. Por cima da distancia horizontal (em azul) 3.8, está na tabella em vermelho o seo valôr segundo a inclinação; é a fração do comprimento. No caso vertente é mesmo 3.8. Subtrahindo-a de 10.0, restam-nos 6.2 para continuar a subir a vêr si alcançamos a curva 1077, pois que o signal d'essa visada e o das seguintes é positivo. Procurando na columna de  $3^\circ$  (na tabella), vêmos que 6.2 fica comprehendido entre os dois algarismos (em vermelho) 5.7 e 7.6, mais approximado de 5.7; guardamos, pois, 6.2 para ajunctar á distancia obtida com a visada immediata, e consideramos que com essa distancia subimos 3 decimetros, faltam-nos portanto, subir 7 decimetros com a outra visada, que é:  $+ 2^\circ$ . Vêmos, porém, que na tabella o algarismo mais proximo do comprimento (5.0) d'esta visada é 4.6 que só dá para subir 4 decimetros; ainda guardamos esta distancia e vamos acabar de subir os 3 decimetros dos 7, que nos faltavam, com a visada immediata que é:  $+ 4^\circ$ . Na tabella achamos que, para subir 3 decimetros com a inclinação de  $4^\circ$  a distancia é 4.3. Sommando, agora, 6.2, 5.0 e 4.3 temos 15.2 para a distancia entre a curva de 1076 e a de 1077, na secção transversal. Subtrahindo 4.3 do comprimento 5.0 da visada  $+ 4^\circ$ , fica 0.7, que nem dá para subir 1 decimetro; desprezamo-la, pois, e terminamos assim do lado esquerdo da estaca a marcação dos pontos, em que as curvas de nivel a intersectam dentro dos limites da zona explorada.

As secções transversaes têm, em geral, mais uniformidade nos signaes das respectivas visadas, isto é, quasi sempre, descem seguida-

mente de um lado da estaca e sobem do outro lado. Escolhi, de proposito, as secções das estacas 51 e 52, por serem das que podem embaraçar mais aos novatos no manejo da tabella. Na da estaca 51 encontramos mudanças de signaes, um trecho horizontal intercalado, e inclinações tão baixas, que obrigam a tomar numeros approximados dos das fracções de visadas. Poder-se-hia levar o capricho a determinar, por interpolação, os dados relativos a centímetros, mas este luxo de precisão não teria importancia practica, pois que, como já disse em outra parte d'este trabalho, na escala  $\frac{1}{1000}$ , com que se constróem as plantas, os decímetros são representados por decimillímetros. Além d'isto mesmo com plantas bem feitas, e correspondente serviço bom de campo, o perfil do projecto tirado das plantas póde ter differenças de 5 decímetros e um metro para mais ou para menos das cótas obtidas na locação da linha no terreno, sem que por isso se deva reputar o serviço mal feito. Basta para isso, que no terreno comprehendido entre as secções transversaes de duas estacas successivas, e dentro da zona de estudos, haja uma elevação ou depressão d'essa importancia, e que tenha escapado aos engenheiros, que fizeram a exploração, o que não é difficil de acontecer. Páro com esta ordem de considerações justificativas, que allongariam demasadamente este escripto.

Vou, agora, construir a secção transversal da estaca 52.

Começando pelo lado direito. A cóta da estaca é 1078.1; a primeira visada é  $+ 3^\circ$ ; o terreno sóbe com essa inclinação por 5.0. A curva, que temos de procurar é 1079; temos, pois, de subir 9 decímetros com  $3^\circ$ . Pela ta-

bella, porém, vemos, que o comprimento 5.0, da visada, apenas dá para subir 3 decímetros, pois que o numero mais proximo de 5.0 é 5.7. Teriamos de continuar a subir, mas já a visada seguinte é — 9°, isto é o terreno desce 9° por cinco metros. Descemos, portanto, com esta inclinação, não só os 3 decímetros, que subimos com a inclinação do 3° mas tambem o decimetro, que a estaca está acima da cóta de 1078. Temos, portanto, a descer, com a inclinação 9°, 4 decímetros. Na tabella achamos (em azul) 2.5. Somamos com os 5.0 da visada precedente e á distancia de 7.5 passa á direita da estaca a curva de nivel 1078. Na columna de 9° acima de 2.5 em azul, está logo 2.6 em vermelho, comprimento correspondente, segundo essa inclinação. Subtrahindo de 5.0 (comprimento total da visada) resta-nos 2.4. Mais approximado d'este é mesmo 2.6, que conservamos, e consideramos como tendo descido 4 decímetros; temos de descer 6 decímetros com a inclinação seguinte, que é: —  $\frac{4^{\circ}}{15}$ . Na tabella, para descer 4 decímetros com 4° encontramos 5.7. Somamos esta distancia com a outra 2.6 e temos 8.3, distancia, que na secção transversal separa a curva de 1078 da de 1077. Marcamos o respectivo ponto e escrevemos ao lado o algarismo, que exprime essa cóta. Na tabella, acima de 5.7 (em azul) achamos 5.8 (em vermelho) subtrahimos de 15.0 (comprimento total da visada), resta 9.2 para continuar a descer. Na columna do 4° de inclinação o numero mais approximado é 8.6, correspondente a 6 decímetros, guardamos 9.2 e vamos descer os outros 4 decímetros com a inclinação immediata, que é: —  $\frac{2^{\circ}}{15.0}$ . Na columna de 2° para descer 4 decímetros encontramos a distancia horizontal 11.4,

que ajuntamos a 9.2, e, portanto, a 20.6 passa afastada da curva 1077 a curva 1076. Acima de 11.4 (em azul) está, na tabella 11.5 (em vermelho), que subtrahindo de 15.0 (comprimento da visada) dá 3.5, com que se deve continuar a descer. Na tabella, o mais approximado é 2.9, correspondente a 1 decimetro. Guardamos 3.5 e vamos descer os 9 decimetros, que faltam, com a immediata inclinação. Esta é:  $-\frac{30}{10}$ ; mas na tabella, para esta inclinação, o mais approximado de 10.0 é 9.5, que apenas dá para descer 5 decimetros. Não poderíamos, assim collocar mais uma curva de nivel. Póde-se, porém, considerar a inclinação do terreno como uniforme por mais alguns metros, e tomar na tabella a distancia necessaria para descer os 9 decimetros. A distancia é 17.2; sommando esta com 3.5, da outra inclinação, teremos 20.7 para a distancia, a que a curva de 1075 passa afastada da 1076. Completa assim a posição das curvas do lado direito da estaca.

Do lado esquerdo, o terreno começa descendo para depois subir. Cóta da estaca 1078.1. 1 decimetro a descer com  $-5^\circ$ . Na tabella achamos 1.1 (em azul), marcamos esta distancia e escrevemos ao lado 1078. O numero vermelho correspondente é mesmo 1.1, subtrahido de 5.0, resta 3.9. Na tabella e columna de  $5^\circ$ , o mais proximo é 3.4, correspondente a 3 decimetros. Conserva-se 3.9 e vai-se acabar de descer 7 decimetros com a immediata inclinação, que é  $-6^\circ$ . Na columna d'esta inclinação, na tabella, vemos que o numero mais proximo do comprimento (5.0) da visada é 4.8, correspondendo apenas a 5 decimetros de descida, guardamos ainda os 5.0 para ajunctar e vamos descer os restantes 2 decimetros, com a inclinação,

que segue, isto é, com  $-11^\circ$ . Na respectiva columna achamos para 2 decimetros 1.0. Sommando, pois, 3.9, 5.0 e 1.0 temos 9.9 para a distancia, que separa a curva 1078 da 1077. Na columna de  $11^\circ$  o numero vermelho para 2 decimetros tambem é 1.0; subtrahindo este do 5.0, fica 4.0. Na tabella, e para esta inclinação, o numero mais approximado é 4.1, correspondente a 8 decimetros de descida. Teriamos de continuar a descer, si as outras visadas continuassem a ser negativas, mas, pelo contrario, a seguinte é já positiva. Guardamos, portanto os 4.0 para ajunctar á distancia necessaria para tornar a subir os oito decimetros com a nova inclinação, que é  $+\frac{20}{15}$ . Pela tabella vêmos que o mais proximo a 15.0 é 14.3, que corresponde a cinco decimetros; conservamos ainda os 15.0 e vamos acabar de subir os 3 decimetros, que faltam, com a inclinação immediata, que é  $+\frac{30}{10}$ . Na respectiva columna achamos para subir os 3 decimetros a distancia 5.7. Sommando agora: 4.0, 15.0 e 5.7, temos 24.7 para a distancia que separa o segundo do primeiro ponto pelo qual passa, n'essa secção, a curva de nivel de 1077. Na mesma columna dos  $3^\circ$  de inclinação o numero vermelho acima do azul 5.7 é mesmo 5.7. Tirando este de 10.0 (comprimento da visada) resta 4.3, do qual o algarismo mais approximado, na columna de  $3^\circ$ , é 3.8 correspondente a 2 decimetros de subida. Guardamos 4.3 e vamos subir 8 decimetros com a outra inclinação  $+\frac{40}{10}$ . Pela tabella vêmos que este comprimento de visada apenas dá para 7 decimetros, o que fazia não alcançar ainda a curva. Podemos, porém, considerar que, prolongando um pouco mais a visada, a inclinação

do terreno, por esta abrangida conserva-se ainda sensivelmente uniforme. E assim tomamos a distancia para 8 decimetros, a qual é: 11.4, ajunctemos com os 4.3, que guardamos da visada precedente, e teremos 15.7, distancia, que separa a curva 1078 do 2.º ponto, porque passa a de 1077. Ficarão, então construída a secção transversal á esquerda da estaca 52 e com ella terei concluido a applicação, que me propuz fazer, da tabella á construcção das secções transversaes das estacas 51 e 52.

Na exposiçào, que acabei de fazer, da marcha das operações arithmeticas, necessarias á determinação dos pontos das curvas de nivel nas secções transversaes, supuz que se tinha sobre a mesa a folha da planta e que se iam immediatamente applicando sobre a linha da secção transversal esses pontos. Póde-se, porém, deixar para o fim a marcação d'elles no desenho, fazendo-se o calculo em uma folha de papel separada tendo no centro de cada pagina uma columna vertical, para n'ella se escreverem as estacas, e de um lado e outro, as distancias das curvas de nivel com a sua respectiva cota. Para maior facilidade, ainda póde-se ir contando as distancias desde a estaca, isto é, para a posição de cada nova curva de nivel, que se vai apresentando á direita ou á esquerda da estaca, somma-se a distancia, de que ella está afastada, á de que a curva de nivel precedente dista da estaca. Vão-se, pois, accumulando as distancias á proporção que as curvas de nivel vão-se afastando da estaca. A notação póde ser feita em fórma de fracção, como para as visadas do clinometro, mas sem serem precedidas de signal algum. Vou aqui adiante escrever d'este modo as distancias das secções das estacas 51 e 52,

de que me servi para exemplificar a applicação da tabella. D'esta sorte creio que mais facilmente se comprehenderá este segundo modo de applicar a tabella. Emprega-se um pouco mais de tempo, mas o excesso é uma insignificancia.

As cótas das curvas de nivel escrevem-se no numerador de cada fracção e a respectiva distancia accumulada no denominador, como vamos vêr já, tomando as distancias, que achamos nos calculos, que fizemos para mostrar a applicação da tabella.

ESQUERDA	ESTACA	DIREITA
$\frac{1077}{39.0}$ , $\frac{1076}{23.8}$ , $\frac{1076}{6.4}$	51	$\frac{1076}{5.7}$ , $\frac{1075}{24.0}$ , $\frac{1074}{37.4}$ , $\frac{1073}{56.2}$
$\frac{1078}{51.4}$ , $\frac{1077}{35.7}$ , $\frac{1077}{11.0}$ , $\frac{1078}{1.1}$	52	$\frac{1078}{7.5}$ , $\frac{1077}{15.8}$ , $\frac{1076}{36.4}$ , $\frac{1075}{57.1}$

Tendo assim em uma folha de papel calculadas as secções transversaes das differentes estacas, depois é só tomar uma escala metrica e ir applicando no desenho, em cada linha da secção transversal, as diversas distancias, contadas da estaca, tanto para a direita como para a esquerda e por esses pontos, assim marcados fazer passar as respectivas curvas de nivel.

Tendo já tractado do modo de organizar a tabella, e do emprego d'esta, resta-me mostrar as vantagens, que do seo emprego resultam.

A principal vantagem, resultante do emprego da tabella, é a economia de tempo, que se obtem, comparando-se com o que se gasta com o processo, geralmente seguido, de desenhar as secções transversaes, em papel separado com o auxilio do transferidor em escala maior do que a das plantas, cotar as distancias entre

as curvas de nivel e depois transportar estas distancias para as plantas.

Além da economia de tempo, ha a economia de papel de desenho, e evita-se o incommodo de estar a manusear uma grande papelada.

Como, porém, a de tempo é a mais importante, vou provar que ella existe e emquanto importa.

O processo geral, de que já acima fallei, foi empregado na construcção das plantas da primeira secção do prolongamento da Estrada de ferro de Pernambuco, em uma extensão maior de setenta kilometros de linha explorada. Ao mesmo tempo na segunda secção, cujo chefe eu era, empregou-se constantemente a tabella para o mesmo fim.

Consegui obter informações do tempo e pessoal empregado no preparar as plantas dos primeiros trinta e seis kilometros da primeira secção, por intermedio do meo bom amigo o habil engenheiro Henrique Eduardo Weaver, então ajudante n'essa secção, e actualmente chefe interino da segunda secção do dicto prolongamento. Elle assistio e trabalhou na construcção d'essas plantas. Da carta, que teve a obsequiosidade dirigir-me a pedido meo, tiro as seguintes notas:

Treze plantas, representando dez e meio kilometros, foram construidas por quatro pessoas, empregando dezanove dias, e mais uma, dois dias. Doze plantas, representando nove e meio kilometros, foram construidas por duas pessoas, empregando vinte e oito dias, tres, oito dias e uma, quatorze dias. Vinte plantas, representando dezeseis kilometros, foram construidas por oito pessoas, empregando dezeseis dias, e uma, oito dias. Resumindo, temos: que quarenta e cinco

plantas, representando trinta e seis kilometros de linhas de exploração, foram construidas por vinte pessoas, que gastaram n'esse serviço um tempo total correspondente a trezentos e oito dias.

D'estas notas concluimos que, em média, uma planta levou seis dias e oito decimos a construir-se, e um kilometro oito dias e meio.

Vejam, agora, com a tabella qual o resultado, que se obteve. No prolongamento da Estrada de Ferro de Pernambuco, eu, como chefe de secção, era obrigado a mandar todos os mezes ao engenheiro chefe um relatorio circumstanciado dos trabalhos, feitos durante o mez, e n'esse relatorio, portanto, dizia o pessoal empregado no serviço de plantas. Foram construidas, na minha secção, plantas de mais de cem kilometros de linhas de exploração, e é do tempo, empregado em construir as plantas d'essa extensão de linha, que foi tirada a média, que corresponde a uma planta. Para não tornar-me muito prolixo, vou apenas transcrever um trecho de um dos ultimos relatorios meos. No relatorio dos trabalhos feitos durante o mez de Março de 1877, eu dizia: que estiveram empregadas n'esse serviço quatro pessoas, que durante o mez construíram vinte e seis plantas; e accrescentei: « Combina este resultado com o da observação nos mezes anteriores, isto é, que cada pessoa, regula construir, empregando a tabella, seis plantas e meia por mez (*vinte e cinco dias uteis*), desenhadas na escala de  $\frac{1}{1000}$  e correspondendo cada uma em média, a um trecho de oitocentos metros de linha. »

D'estes dados conclue-se que, empregando-se a tabella, gastam-se apenas tres dias e oitenta e cinco centesimos de dia para cada planta,

correspondendo quatro dias e oito decimos a cada kilometro.

Comparando este resultado, com o obtido pelo processo usual vê-se que a tabella produz uma economia de quarenta e tres por cento de tempo; digamos quarenta por cento. E como: *time is money*, entendo que a tabella deve merecer alguns minutos de attenção dos meos collegas.

Antes de concluir, devo dizer, que constou-me, por um engenheiro, que, ha cerca de dois mezes, retirou-se do prolongamento da Estrada de Ferro de Pernambuco, têr sido a tabella adoptada para construir-se as plantas do resto da linha.

Fiz esforços por ser tão claro, quanto me foi possível, escrevendo sobre assumpto tão arido, como este; o leitor benevolo, porém, desculpará as lacunas, que, por certo, existem n'este escripto, e as preencherá talvez melhor do que me seria possível fazer.

Rio de Janeiro, 29 de Agosto de 1878.

*José Americo dos Santos*

ENGENHEIRO CIVIL.

---



## COPIA DE NOTAS

de visadas de clinometro nas secções transversaes de algumas das estacas de exploração da segunda secção do Prolongamento da Estrada de Ferro de Pernambuco.

ESQUERDA	ESTACA	DIREITA
$-\frac{2^{\circ}}{10} - 3^{\circ} - \frac{5^{\circ}}{15} + 11^{\circ} + 3^{\circ} + \frac{5^{\circ}}{10}$	44 1072.5	$-\frac{7^{\circ}}{15} - \frac{3^{\circ}}{15} - \frac{5^{\circ}}{15} - 6^{\circ}$
$-\frac{3^{\circ}}{15} - \frac{1^{\circ}}{15} - \frac{3^{\circ}}{20} - 2^{\circ} - 6^{\circ} - 3^{\circ} - \frac{2^{\circ}}{10} + 4^{\circ} + 3^{\circ} + \frac{4^{\circ}}{15}$	45 1072.9	$-\frac{5^{\circ}}{10} - \frac{4^{\circ}}{20} - 1^{\circ} - \frac{4^{\circ}}{10} - 2^{\circ} - \frac{5^{\circ}}{10} - \frac{4^{\circ}}{10} - \frac{6^{\circ}}{30}$
$+ \frac{3^{\circ}}{20}, 0^{\circ}, + 2^{\circ} + 1^{\circ}, 0^{\circ}, + 1^{\circ} + 2^{\circ}$	46 1072.9	$-\frac{3^{\circ}}{30} - 1^{\circ}, 0^{\circ}, - \frac{4^{\circ}}{10}$
$+ \frac{2^{\circ}}{10}, \frac{0^{\circ}}{15}, + \frac{2^{\circ}}{25}$	47 1072.9	$-\frac{2^{\circ}}{25}, \frac{0^{\circ}}{10}, - \frac{3^{\circ}}{15}$
$+ 2^{\circ}, 0^{\circ}, + 1^{\circ}, 6^{\circ}, + \frac{2^{\circ}}{10} + \frac{3^{\circ}}{15} + 1^{\circ}$	48 1073.4	$-\frac{3^{\circ}}{20} - \frac{4^{\circ}}{10} - \frac{2^{\circ}}{20}$
$+ \frac{6^{\circ}}{10} + 5^{\circ} + \frac{4^{\circ}}{30} + 2^{\circ}$	49 3074.2	$+ 3^{\circ} + 5^{\circ} - \frac{3^{\circ}}{30} - \frac{5^{\circ}}{10}$
$+ \frac{5^{\circ}}{30} + \frac{5^{\circ}}{10} + \frac{6^{\circ}}{10} + \frac{5^{\circ}}{10} + \frac{4^{\circ}}{20} + \frac{3^{\circ}}{20}$	50 1075.1	$-\frac{2^{\circ}}{35} - \frac{4^{\circ}}{10} - 3^{\circ} - \frac{2^{\circ}}{10} - \frac{5^{\circ}}{10} - \frac{3^{\circ}}{15}, \frac{0^{\circ}}{15}$
$+ 4^{\circ} + 2^{\circ} + \frac{3^{\circ}}{10} + 1^{\circ}, 0^{\circ}, - \frac{3^{\circ}}{10} - 4^{\circ} - 2^{\circ}$	51 1076.3	$-\frac{3^{\circ}}{20} - \frac{4^{\circ}}{15} - 5^{\circ} - \frac{3^{\circ}}{10} *$
$+ \frac{3^{\circ}}{15} + 4^{\circ} + \frac{2^{\circ}}{15} - 11^{\circ} - 7^{\circ} - 3^{\circ}$	+ 10 1077.9	$- 12^{\circ} - \frac{3^{\circ}}{10} - \frac{4^{\circ}}{25} - 5^{\circ} - 2^{\circ}$
$+ \frac{4^{\circ}}{10} + \frac{3^{\circ}}{10} + \frac{2^{\circ}}{15} - 11^{\circ} - 6^{\circ} - 5^{\circ}$	52 1078.1	$+ 3^{\circ} - 9^{\circ} - \frac{4^{\circ}}{15} - \frac{0^{\circ}}{15} - \frac{3^{\circ}}{10} *$
$+ 3^{\circ} + 1^{\circ} + 2^{\circ}, 0^{\circ}, + \frac{3^{\circ}}{25} - 2^{\circ} - 3^{\circ}$	53 1077.1	$+ \frac{3^{\circ}}{15} - \frac{5^{\circ}}{10} - \frac{3^{\circ}}{15} - 1^{\circ}, 0^{\circ}$
$+ 2^{\circ} + 4^{\circ} + 2^{\circ}, 0^{\circ}, + \frac{3^{\circ}}{15} + 6^{\circ} + 4^{\circ} + 5^{\circ} + 3^{\circ}$	54 1077.2	$-\frac{3^{\circ}}{15} - 2^{\circ} - \frac{4^{\circ}}{15} - 3^{\circ} - 4^{\circ} - 6^{\circ}$

\*\* Estas secções são as de que me servi para exemplificar a applicação da tabella.

COPY 1/1/10

de vialat in omnibus et in partibus  
de vialat in omnibus et in partibus

de vialat in omnibus et in partibus

de vialat in omnibus et in partibus

de vialat in omnibus et in partibus

de vialat in omnibus et in partibus

de vialat in omnibus et in partibus

de vialat in omnibus et in partibus

# TABELLA DAS DISTANCIAS

segundo a inclinação e horizontaes, correspondentes a cada decimetro e a um metro de elevação vertical para cada grão de inclinação desde 1° até 40°

	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	10°	11°	12°	13°	14°	15°	16°	17°	18°	19°	20°	21°	22°	23°	24°	25°	26°	27°	28°	29°	30°	31°	32°	33°	34°	35°	36°	37°	38°	39°	40°				
0.1	5.7	2.9	1.9	1.4	1.1	1.0	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2			
	5.7	2.9	1.9	1.4	1.1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1		
0.2	11.5	5.7	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
	11.5	5.7	3.8	2.9	2.3	1.9	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0	0.9	0.9	0.8	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
0.3	17.2	8.6	5.7	4.3	3.4	2.9	2.5	2.2	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	17.2	8.6	5.7	4.3	3.4	2.8	2.4	2.1	1.9	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
0.4	22.9	11.5	7.6	5.8	4.6	3.8	3.3	2.9	2.6	2.3	2.1	1.9	1.8	1.6	1.6	1.4	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	
	22.9	11.4	7.6	5.7	4.6	3.8	3.2	2.8	2.5	2.3	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
0.5	28.6	14.3	9.5	7.2	5.7	4.8	4.1	3.6	3.2	2.9	2.6	2.4	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	28.6	14.3	9.5	7.1	5.7	4.7	4.0	3.5	3.1	2.8	2.6	2.3	2.1	2.0	1.8	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
0.6	34.4	17.2	11.5	8.6	6.9	5.8	4.9	4.3	3.8	3.5	3.1	2.9	2.6	2.5	2.3	2.2	2.0	1.9	1.9	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	34.4	17.2	11.5	8.6	6.8	5.7	4.9	4.3	3.8	3.4	3.1	2.8	2.6	2.4	2.2	2.1	2.0	1.9	1.7	1.6	1.6	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	
0.7	40.1	20.1	13.4	10.1	8.0	6.7	5.7	5.0	4.5	4.1	3.6	3.4	3.1	2.9	2.7	2.5	2.4	2.2	2.1	2.0	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1		
	40.1	20.0	13.4	10.0	8.0	6.6	5.7	5.0	4.4	4.0	3.6	3.3	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8		
0.8	45.8	23.0	15.3	11.5	9.2	7.7	6.6	5.8	5.1	4.6	4.2	3.8	3.5	3.3	3.1	2.9	2.7	2.6	2.5	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.6	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2		
	45.8	22.9	15.3	11.4	9.1	7.6	6.5	5.7	5.0	4.6	4.1	3.8	3.4	3.2	3.0	2.8	2.6	2.5	2.3	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0		
0.9	51.6	25.8	17.2	13.0	10.3	8.6	7.4	6.5	5.8	5.2	4.7	4.3	4.0	3.7	3.5	3.2	3.1	2.9	2.8	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4		
	51.6	25.7	17.2	12.9	10.3	8.5	7.3	6.4	5.7	5.1	4.6	4.2	3.9	3.6	3.3	3.1	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2	2.2	2.0	1.9	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1		
1.0	57.3	28.7	19.1	14.4	11.5	9.6	8.2	7.2	6.4	5.8	5.2	4.8	4.4	4.1	3.9	3.6	3.4	3.2	3.1	2.9	2.8	2.7	2.6	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6			
	57.3	28.6	19.1	14.3	11.4	9.5	8.1	7.1	6.3	5.7	5.1	4.7	4.3	4.0	3.7	3.5	3.3	3.1	2.9	2.7	2.6	2.5	2.4	2.2	2.1	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2		

desde 41° até 80°

	41°	42°	43°	44°	45°	46°	47°	48°	49°	50°	51°	52°	53°	54°	55°	56°	57°	58°	59°	60°	61°	62°	63°	64°	65°	66°	67°	68°	69°	70°	71°	72°	73°	74°	75°	76°	77°	78°	79°	80°		
0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.3	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.5	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
0.6	0.9	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	0.7	0.7	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
0.7	1.1	1.0	1.0	1.0	1																																					

segundo a natureza e duração

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									10
									20
									30
									40
									50
									60
									70
									80
									90
									100

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

