

Transporte de Terras

SALOMÃO LIPKA

NAS obras de terraplenagem manual existe sempre o problema do transporte das terras escavadas. A distância entre o local da escavação ou mais especificamente o ponto de carga e o local onde serão depositadas as terras ou ponto de descarga é conhecida por distância de transporte.

Essa distância de transporte, evidentemente uma função das condições locais, é muito variável, e à medida que ela vai aumentando horizontalmente, ou à medida que os acidentes do terreno vão aumentando o comprimento virtual a vencer, variam também os meios de transporte.

Como nas demais decisões a se tomar em obras de terraplenagem, não é simples resolver sobre o meio de transporte mais econômico a empregar. Somente a experiência e a comparação servem de guia.

Exporemos aqui alguns dados referentes a esse assunto.

De um modo geral, são dois os meios de transporte atualmente utilizados nas escavações manuais, no Rio de Janeiro:

- 1) transporte com carrinhos de mão;
- 2) transporte com caminhões.

Vejam, isoladamente, cada um desses tipos.

I — TRANSPORTE COM CARRINHOS DE MÃO

Esse tipo de transporte só é utilizado no caso de pequenas distâncias e pequenos volumes de terra.

Em face do montante da mão-de-obra, podem ser desprezadas as despesas de reparação e conservação.

O consumo da mão-de-obra é aproximadamente o seguinte:

1) Escavação e carga das terras

| | Tempo | Média |
|----------------------|-----------|----------------------|
| Terreno sôlto | 0.6 a 0.9 | 0.7 h/m ³ |
| Terreno frouxo | 0.9 a 1.5 | 1.2 h/m ³ |
| Terreno duro | 1.5 a 2.5 | 2.0 h/m ³ |
| Terreno de transição | 2.5 a 3.5 | 3.0 h/m ³ |

2) Transporte e descarga

A capacidade de um carrinho cheio é de, aproximadamente, 0.070 a 0.075 m³.

Levando em conta o inchamento e o excesso que, em geral, cada carrinho transporta, podem-se admitir os seguintes valores:

Inchamento — % — 10 — 20 — 30 — 40

Volume — m³ — 0.068 — 0.063 — 0.058 — 0.053.

A velocidade de transporte é em média de 3.600 m/hora, na horizontal. No caso de aclave pode-se admitir que um desnível de 1 m equivale a um aumento de 15 m na distância de transporte. Em cada viagem, existem obrigatoriamente duas paradas do carrinho, nos pontos de carga e de descarga. Esse tempo, que inclui a carga, é de 2 minutos, aproximadamente. O tempo consumido pode ser expresso num aumento de distância de transporte, e será, portanto, de 60 m o acréscimo.

Tomando para base os valores citados, verifica-se que um trabalhador transporta 3 carrinhos a uma distância de 20 m em um minuto. Em uma hora transportará 90 carrinhos, já considerado o percurso de volta, o que resultará no transporte de 6.10 a 4.75 m³ de terreno natural, conforme o inchamento. O custo médio será:

| TIPO DE TRABALHO | INCHAMENTO | | | |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|
| | 10 % | 20 % | 30 % | 40 % |
| | Horas | Horas | Horas | Horas |
| Transportar 1m ³ na horizontal a 20m..... | 0.16 | 0.18 | 0.19 | 0.21 |
| Subir um desnível de 1 m..... | 0.13 | 0.14 | 0.15 | 0.16 |
| Paradas por m ³ | 0.32-0.48 | 0.36-0.54 | 0.38-0.57 | 0.42-0.63 |

Chamando L o comprimento virtual, virá :

$$L = \text{distância de transporte} + (\text{acrive} \times 15) + 60 \text{ m.}$$

O preço para transporte 1 m3 de terras será:

$$L \\ \text{---} (0.16 \text{ a } 0.21) \text{ horas de trabalhador.} \\ 20$$

3) *Contrôle e administração*

Em geral, é necessário um capataz para cada 15 trabalhadores, resultando que as horas do ca-

pataz representam cêrca de 7% do total. Tendo em vista que o seu salário é maior, pode-se, para efeito de custo, majorar em 10% as horas do trabalhador.

Deve também ser considerada uma verba para a administração do serviço, maneira de avaliar o seu rendimento.

4) *Custos médios totais*

Para uma avaliação menos rigorosa pode-se admitir que os 4 inchamentos correspondem aos 4 tipos básicos de terreno. Nesse caso, o custo do transporte a 40m de distância horizontal ou a 25m com 1m de acrive, seria:

| TIPO DE TERRENO | ESCAVAÇÃO E CARGA | TRANSPORTE E DESCARGA | CONTRÔLE ETC. | TOTAL |
|---------------------------|-------------------------|-----------------------------|------------------|----------|
| | Horas/m3 | Horas/m3 | Horas/m3 | Horas/m3 |
| Terreno sôlto..... | 0.7 | 0.6 | 0.2 | 1.5 |
| Terreno frouxo..... | 1.2 | 0.7 | 0.3 | 2.2 |
| Terreno duro..... | 2.0 | 0.8 | 0.5 | 3.3 |
| Terreno de transição..... | 3.0 | 0.9 | 0.7 | 4.6 |

II — TRANSPORTE COM CAMINHÕES

Esse tipo de transporte conquanto, a rigor, seja recomendado para o caso de pequenos volumes e grandes distâncias de transporte, é o mais largamente empregado devido às facilidades que oferece, especialmente no Rio de Janeiro.

Até meados de 1940, a determinação do custo de transporte com caminhões era feita pelo emprêgo de fórmula chamada "fórmula do I.F. O.C.S.", que era a seguinte:

$$X = \frac{2 D p}{K C} + \frac{P (2D + d)}{L C}, \text{ na qual}$$

X é o preço de transporte de 1 m3 do material a uma distância D.

p — preço do litro de gasolina.

K — número de quilômetro que o carro faz em média com 1 litro de gasolina.

C — a capacidade do caminhão em m3.

P — tôdas as despesas tais como : motorista, óleo, pneus e câmaras, impostos, juros e amortizações, reparos e garagem, etc.

L — número de quilômetros que o carro rodaria num dia de serviço sem parar.

d — número de quilômetros que o carro rodaria durante o tempo t + t' correspondente às cargas e descargas.

Essa fórmula, porém, não era satisfatória porque exigia o cálculo do valor P tôdas as vêzes que se alterava a distância média de transporte diária.

Em vista disso, propôs o D.N.E.R. a modificação da fórmula para outra, cuja dedução completa se faz do seguinte modo:

Seja X o preço de transporte de 1 m3 de terra a uma distância D.

Sendo p o preço do litro de gasolina e K o número de quilômetros que faz em média o caminhão com um litro de gasolina, a despesa de

$$\text{carburante para cada viagem será: } \frac{2 D p}{K}.$$

Chamando C a capacidade do caminhão em

$$\text{m3, a despesa por m3 será: } \frac{2 D p}{K C}.$$

Chamamos agora de P1 a despesa referente a pneus e câmaras necessárias ao carro, com a bonificação de 10%. Seja V a vida média dos pneus

e câmaras. Evidentemente a despesa, por m³, com pneus e câmaras, será de:

$$2 D P1$$

$$\frac{\quad}{VC}$$

Finalmente, chamemos de P o restante das despesas com o carro. Chamando de t e t' os tempos de carga e descarga em minutos e sendo v a velocidade média em km/hora, a distância d quilômetros que o carro rodaria durante o tempo t+t' será:

$$d = \frac{v (t + t')}{60}$$

Para a viagem completa em D quilômetros, para as outras despesas que não de carburante, pneus e câmaras:

$$P (2 D + d)$$

$$\frac{\quad}{L \times C}$$

Sendo L o número de quilômetros que o carro rodaria num dia de serviço, sem parar, com a velocidade média efetiva.

Dêse modo, chega-se, pois, à fórmula do D. N.E.R.:

$$X = \frac{2 D p}{KC} + \frac{2 D P1}{VC} + \frac{P (2 D + d)}{L.C.}$$

Como consequência, recomenda o D.N.E.R. aos engenheiros fiscais a fixação dos seguintes elementos:

a) velocidade média efetiva compatível com o caminho do serviço;

b) número de quilômetros médios feitos com um litro de gasolina nas condições dos caminhos existentes;

c) capacidade em toneladas do caminhão, de acordo com as condições do caminho a percorrer;

d) diárias pagas aos choferes e encargos de leis sociais;

e) impostos pagos pelos caminhões;

f) taxas de seguros;

g) cotas de amortizações e juros;

h) preço da gasolina na praça;

i) despesas de garagem;

j) consumo médio de lubrificantes;

l) preços dos pneus e câmaras postas no serviço.

E' preciso saber, também:

a) A vida média dos pneus e câmaras de ar, de acordo com os serviços, e condições das estradas;

b) Vida dos caminhões de acordo com os serviços;

c) Despesa de conservação horária média por serviço.

Os dados mais recentes fornecidos pelo D. N.E.R., para o ano de 1949, são os seguintes:

K= 2 km; x= 20 km/h; V= 10.000 km;
L= 160 km.

Cálculo de P

| | | |
|---|---|--------|
| Motorista | — | 45,00 |
| Lubrificante | — | 8,50 |
| Imposto $\frac{450}{300}$ | = | 1,50 |
| Conservação | — | 16,00 |
| Garagem | — | 1,00 |
| Seguro $\frac{1.200}{300}$ | — | 4,00 |
| Amortização e juros $\frac{50.000,00}{1.500}$ = | | 33,33 |
| Soma | | 109,33 |
| Benefício 20% | | 21,87 |
| Total | | 131,20 |

$$P = 131,20$$

Cálculo de P1

Preço dos pneus e câmaras de ar, com bonificação de 10%.

$$P1 = 12.922,80$$

$$p = 2.01$$

PARA TERRA, OU MOLEDO :

$$t = 20 \text{ m}; t' = 10 \text{ m}; C = 2 \text{ m}^3$$

virá:

$$d = \frac{x (t + t')}{60} = \frac{20 (20 + 10)}{60} = 10 \text{ km.}$$

Substituindo na fórmula:

$$X = \frac{2 D \times 2.01}{2 \times 2} + \frac{2 D \times 12.922,80}{2 \times 10.000} +$$

$$+ \frac{131.20 (2 D + 10)}{160 \times 2}$$

$$X = 1.00 D + 1.29 D + 0.82 D + 4.10$$

$$X = 3.11 D + 4.10$$

Dêse modo, ter-se-á o preço aproximado do transporte de 1 m³ a uma distância D pela substituição na fórmula acima.

BIBLIOGRAFIA

- H. RITTER — El precio de coste en la construcion.
J. FOUT. MAYMO — Rendimientos e valoraciones de obras.
UNDERWOOD — Standard construction methods.
D.N.E.R. — Composição de preços unitários, para ser aplicada nos serviços de terraplenagem manual — 1949.