

# Sobre o emprego de alguns tipos modernos de máquinas em trabalhos de movimentação de terras <sup>(1)</sup>

pele

**Prof. RUY MAYER**

da Cadeira de Hidráulica Geral e Agrícola

## SUMARIO

1. Transformação e aumento de rendimento das operações de movimentação de terras. Seu efeito sobre o custo dos trabalhos.
2. Introdução em Portugal dos métodos e apetrechos modernos.
3. Principais tipos de máquinas actualmente em uso.
  - 1) Escavadoras de colher, balde, etc.
  - 2) *Graders*.
  - 3) *Rooter*.
  - 4) *Angledozer e Bulldozer*.
  - 5) *Scrapers*.
  - 6) *Tournapull*.
  - 7) Cilindros compressores *Sheep's Foot*.
4. Classificação dos trabalhos a efectuar.
5. Escolha do apetrechamento.
  - 1) Desbravamento.
  - 2) Remoção da terra vegetal.
  - 3) Abertura das zonas de empréstimo para fornecimento de material para aterros.

---

(<sup>1</sup>) Comunicação à 13.ª Secção — Engenharia Agrícola e Florestal — do I Congresso Nacional de Ciências Agrárias, Lisboa, 1943.

- 4) Escavação do material nas zonas de empréstimo.
- 5) Aterros.
- 6) Consolidação de aterros.
- 7) Acabamento.

6. Factores que influem no rendimento do trabalho.

- 1) Material.
- 2) Coeficiente de atrito do piso.
- 3) Resistência ao rolamento.
- 4) Declives.
- 5) Arranque. Mudanças de velocidade. Travagem.
- 6) Velocidade.
- 7) Potência à barra de tracção.
- 8) Pneumáticos.

1. *Transformação e aumento de rendimento das operações de movimentação de terras. Seu efeito sobre o custo dos trabalhos.*

Durante os últimos vinte anos os métodos de movimentação de terras transformaram-se radicalmente. Pode dizer-se que foi em 1924 que começaram a produzir resultados os esforços no sentido de aumentar a produção e de melhorar o rendimento das operações de terraplenagem pelo recurso a máquinas aperfeiçoadas. Até 1928 verificou-se a substituição gradual da tracção animal pelo tractor a gasolina, o que determinou a modificação ou adaptação de algumas máquinas previamente em uso, sem todavia se alterar profundamente o seu desenho. Nos cinco anos seguintes (1929 a 1933) acentuou-se a tendência para a aplicação da energia fornecida por motores e para o emprego de unidades de maior capacidade. O motor Diesel revelou-se apto para reduzir notavelmente o custo das operações, e, como consequência da generalização do uso de tractores de rasto contínuo munidos de motores deste tipo, apareceram os primeiros aparelhos destinados a instalação nos próprios tractores, como os *Bulldozers*, os *Angledozers* e os *Guinchos*. Na construção das máquinas introduziram-se diversos aperfeiçoamentos, como a soldadura eléctrica, e o emprego mais geral de engrenagens abertas à fresa, encerradas, e de chumaceiras anti-fricção. No terceiro quinquénio (1934 a 1938) manifestou-se preferência decidida pela adopção exclusiva da energia mecânica, e pelo recurso a máquinas de maior capacidade, maior rendimento de trabalho e maior

facilidade de comando; e surgiram diversos tipos novos, agora completamente originais, exigidos, aliás, pelos métodos modernos aperfeiçoados de estabelecimento e compressão de aterros. Destacam-se, entre estas máquinas, as do tipo *Carry* (*Carryall*, *Carrymore*, etc.) que demonstraram, pela sua construção robusta, fácil manobra, adaptabilidade a condições variadas, etc., reunir os requisitos considerados indispensáveis na época a que se faz referência.

A partir de 1939 procura-se realizar novo objectivo. Até então, era forçoso escolher entre duas alternativas: ou transportar grandes cargas com velocidade reduzida, ou cargas moderadas com velocidade relativamente elevada; ou o tractor rebocando um *Scraper* (excepcionalmente dois), ou o camion. De então em diante, procura-se conduzir cargas pesadas com rapidez, sobre pisos regulares ou medíocres. Depressa o engenho americano encontrou a solução do problema, apesar da sua dificuldade, criando o *Tournapull* e outras máquinas de tipo similar.

Esta transformação de processos e de meios mecânicos de trabalho foi tão rápida que ainda hoje passa despercebida a muitos dos próprios técnicos da especialidade. Assim, a distância média de transporte económica para os *Scrapers* aumentou, entre 1924 e 1939, de 180 para 750 metros. Os *Scrapers* actuais, num percurso de 240 metros, entregam 45 vezes mais terra do que os que se utilizavam no período da tracção animal e do trabalho manual. As escavadoras do tipo *Shovel* de determinada capacidade de colher duplicaram a sua capacidade de produção; os *Elevating Graders*, cuja tela transportadora de terra é acionada por motor especial removem, na unidade de tempo, cinco vezes mais material do que as máquinas similares de iguais dimensões em que a tela era acionada de uma das rodas. Os carros de reboque puxados por tractor carregam 12 vezes mais terra do que uma carroça de mulas, e transportam-na com o dobro da velocidade; os camions carregam 3 a 7 mais material do que o carro de parelha, e deslocam-se com velocidade média 3 a 4 vezes maior.

O efeito desta melhoria do apetrechamento nas condições económicas não podia deixar de ser de largo alcance. Se considerarmos o modo como ela influiu no custo da construção de estradas na América, verificamos que, se se representar o custo unitário — por milha, por exemplo — das estradas no ano de 1923 (ainda abrangido na época do trabalho manual e da tracção animal) pelo número-índice 100, o número que exprime o referido custo em 1938 é 45,7. Deu-se esta baixa ao mesmo tempo que o salário do trabalhador vulgar se elevava

a tal ponto que, em 1938, atingia 130,8 por cento do que fôra em 1923. Note-se que, durante os 15 anos de intervalo, aumentou muito o número de operários especializados, e por isso vencendo maior jorna, reduzindo-se o dos trabalhadores ordinários. Em resumo, não é exagero dizer-se que o custo da construção das estradas baixou para metade, ao mesmo tempo que o custo dos salários se tornava duas vezes maior. Factos análogos se passaram nos outros ramos de actividade directamente ligados à movimentação das terras.

## 2. *Introdução em Portugal dos métodos e apetrechos modernos.*

A primeira vez que se applicaram em Portugal máquinas de tipo moderno em trabalhos de terraplanagem de certo culto foi quando, em 1937, o Ministério da Guerra empregou na construção do campo de aviação da Ota um grupo constituido por um tractor Diesel de 60 H. P. de potência (à barra de tracção) e um *Scraper* tipo *Carryall* com a capacidade de carga de 9 metros cúbicos. No mesmo ano a Junta Autónoma das Obras de Hidráulica Agrícola adquiriu um grupo formado por um tractor Diesel de 60 H. P., um *Scraper* de 6 metros cúbicos, um *Rooter* e um cilindro *Sheep's Foot*; em 1938 o mesmo organismo reforçou o seu apetrechamento com dois tractores Diesel de 95 H. P., um *Scraper* de 9 m. c., um *Angledozer* e um *Rooter*. Todo este material foi utilizado em trabalhos de nivelção de terras para adaptação ao regadio.

Em 1939 o Ministério das Obras Públicas e Comunicações abriu concursos para duas importantes empreitadas, ambas implicando a movimentação de consideráveis volumes de terra: a terraplanagem da zona destinada ao Aeroporto de Sacavém e a Auto-Estrada de Lisboa a Caxias. A primeira destas obras era particularmente interessante, por obrigar a escavar, transportar, colocar em aterro e comprimir um volume de terra computado em 1.185.000 metros cúbicos, e a desmontar cerca de 200.000 metros cúbicos de rocha, em 300 dias apenas. A cota média de trabalho era de 1,40 m., embora em alguns pontos houvesse que fazer escavações de 9 metros e até mais; a distância média de transporte era de 300 metros. Como trabalhos acessórios, havia a efectuar a remoção das terras da camada superficial; o seu transporte e arrumação em depósitos provisórios; o transporte das terras destes depósitos e seu espalhamento sobre a área utilizável do Aeroporto; e a

regularização final da superfície. Um trabalho deste carácter e com esta magnitude, a efectuar dentro de período tão restrito, seria inexequível se se adoptassem os processos tradicionais; só uma poderosa organização inteiramente mecanizada, judiciosamente organizada e hábilmente dirigida o poderia levar a cabo com êxito.

A firma adjudicatária da empreitada adoptou o seguinte apetrechamento:

- 10 tractores Diesel de 95 H. P.;
- 1 tractor Diesel de 50 H. P.;
- 11 *Scrapers* de 9 m<sup>3</sup> de capacidade;
- 1 *Angledozer*;
- 2 escarificadores pesados;
- 1 jogo de *Sheep's Foot*.

Apesar de contratempos numerosos, e dos trabalhos terem decorrido durante um período excepcionalmente chuvoso, a obra chegou ao seu termo dentro de um prazo que pouco excedeu o previsto, executando-se todos os serviços com a maior perfeição. O material trabalhava 23 horas por dia, com três turnos de pessoal, destinando-se uma hora em cada 24 para lubrificação e reabastecimento de combustível. Todos os condutores das máquinas eram portugueses, bem como o engenheiro-director das obras; só havia dois técnicos auxiliares estrangeiros, um contramestre e um mecânico-chefe, que tinha a seu cargo as reparações e vigilância do material. Este chegou ao final da empreitada em excelente estado; trabalhou ainda em várias obras de terraplenagem (Estádio de Lisboa, urbanização de Santarém, Hospital Escolar de Lisboa, etc.), e continua em plena actividade, ao serviço do Ministério da Guerra, por quem foi adquirido.

Na obra da Auto-Estrada utilizou-se material similar, que foi sujeito a serviço de grande intensidade, de dia e de noite, com raras interrupções, dando igualmente inteira satisfação. O mesmo sucedeu com os tractores e máquinas de movimentação de terras que o Ministério da Guerra adquiriu em 1941, e que tem estado sempre ocupados, desde essa data, em trabalhos de carácter militar.

O emprego dos métodos e máquinas dos tipos mencionados, e dos novos modelos (*Tournapull*, etc.), que na já célebre *Estrada do Alaska* tiveram extensíssima aplicação, não se limita às obras públicas: está também indicado para muitos trabalhos que directamente dizem

respeito à Agricultura, como a construção de diques de terra para albufeiras, valados de defesa, valas mestras de rega e de enxugo, nivelção de terrenos, e muitos outros. A utilização das máquinas pode fazer-se de duas formas: por um lado, existem modelos de *Scrapers*, *Angle-dozers*, escarificadores, etc., de pequena capacidade e preço comparativamente baixo, que estão ao alcance de lavradores ou empresas que possuem tractores destinados normalmente a trabalhos agrícolas — já hoje algumas companhias açucareiras das nossas Colónias estão apetrechadas com este género de material; por outro lado, havendo empreiteiros especializados na movimentação de terras e dispondo do equipamento necessário para pôr em prática os processos mais rápidos e económicos, é natural que se dediquem, não só a obras públicas como a quaisquer serviços de interesse agrícola, embora tais serviços não abranjam grandes extensões ou volumes muito consideráveis.

### 3. Principais tipos de máquinas actualmente em uso.

#### 1) Escavadoras de Colher, Balde, etc.

As escavadoras de Colher (*Shovel*) e de Balde (*Dragline*) pertencem a tipos há muito tempo conhecidos, havendo a registar, como já se disse, um aumento considerável do seu rendimento. Utilizam-se hoje quase exclusivamente os modelos montados sobre rasto contínuo; nota-se a tendência para adoptar, sempre que é possível, as escavadoras que, mediante a substituição de um número limitado de peças, podem adaptar-se a vários fins (*Shovel*, *Dragline*, *Grab Shovel*, *Orange Peel Shovel*, *Skimmer*, etc.); e observam-se características de construção que permitem aligeirar as máquinas sem lhes diminuir a robustez, como o emprego das ligações em que a soldadura eléctrica substitui a cravação.

A escavadora de colher encontra sobretudo aplicação no caso de serem elevadas as cotas de trabalho em desmante, e de se tratar de materiais rijos. Exige um serviço eficaz de transporte do material removido, e a boa organização deste serviço constitui a principal dificuldade a vencer. Na Europa, continua a dar-se preferência ao transporte por meio de vagonetas sobre via de bitola reduzida; os empreiteiros americanos, em contraposição, utilizam quase exclusivamente carros de reboque, de rasto contínuo ou de rodas munidas de pneumáticos, pu-

xados por tractores ou camions. A escavadora de balde é principalmente útil para trabalhos de abertura ou limpeza de valas cujo leito se não pode colocar a seco.

## 2) *Graders.*

O *Blade Grader*, ou Niveladora Simples, tem como órgão operante uma lâmina à qual se podem dar inclinações diferentes em relação à linha de tracção. É ordinariamente empregada na construção e reparação de estradas de terra, mas applica-se por vezes com vantagem a trabalhos de nivelção, sobretudo quando se entra na fase da regularização final. Têm sido usados *Graders* em Portugal pela Junta Autónoma de Estradas, e há a registar o caso interessante de numa propriedade particular — a Quinta da Alorna, em Almeirim — ser utilizada uma máquina deste tipo para abrir e conservar limpos aceiros de pinhais. Além dos *Graders* rebocados por tractores, fabricam-se *Motor Graders*, munidos de motor próprio, e montados sobre rodas de pneumáticos; servem, principalmente, para manter em boas condições as estradas de terra. Devem ainda mencionar-se os *Terracers*, aparelhos fundamentalmente análogos aos *Graders*, mas mais leves, muito usados em trabalhos de defesa contra a erosão nas encostas; estas máquinas podem prestar excelentes serviços no estabelecimento de tabuleiros de rega, desde que o terreno em que operam seja fácil de mobilizar.

Além dos *Graders* simples, existem os *Elevating Graders*, ou Niveladoras Elevadoras. O órgão operante destas máquinas é um disco, como os das charruas, e que trabalha como estes; a terra revirada, porém, é recebida numa correia ou tela transportadora, que a conduz até certa altura, despejando-a depois lateralmente. No caso da escavação de canais em terreno plano, a terra é por vezes simplesmente lançada no solo, e, se as dimensões da secção transversal o permitirem, podem assim formar-se as banquetas laterais, que mais tarde se concluem com uma simples consolidação. Noutros casos, se a terra escavada tem de ser conduzida para longe, é recolhida, ao sair da tela transportadora, por carros de reboque, cada um dos quais se desloca ao lado da Niveladora até o seu carregamento estar completo, cedendo então o lugar a outro. As Niveladoras Elevadoras são máquinas ideais para certos trabalhos, como a construção de valados de defesa contra cheias em regiões planas; noutros é difícil tirar delas proveito apreciável, o que limita bastante a sua utilidade, tanto mais que, a não ser no caso citado, exigem um bom serviço de transporte do material removido.

### 3) *Rooter*.

Designa-se pelo nome de *Rooter* um escarificador excepcionalmente pesado e robusto, munido de dentes sólidos, capazes de penetrar a grande profundidade. Este instrumento, rebocado por um tractor de potência suficiente, consegue abalar e fragmentar rocha branda, e até deslocar rocha compacta, tornando por vezes dispensável o emprego de explosivos. Em terra ordinária, efectua um trabalho preparatório, facilitando o carregamento da mesma pelos *Scrapers*.

Um dos *Rooters* utilizados nos trabalhos de terraplenagem do Aeroporto da Portela de Sacavém pesava cerca de 5 1/2 toneladas, e podia trabalhar com 1, 2 ou 3 dentes, montados em ateirós de 3" x 10" de secção, à profundidade de 75 cm. Para o rebocar, era necessário um tractor de motor Diesel desenvolvendo aproximadamente 100 H. P. à barra de tracção.

### 4) *Angledozer e Bulldozer*.

O *Angledozer* tem como órgão operante uma lâmina, montada, por intermédio de uma armação, num tractor, e colocada à frente deste, lâmina que pode colocar-se em posições diferentes, quer elevando-se mais ou menos, quer modificando o ângulo que forma com a linha segundo a qual o tractor se desloca.

Quando a lâmina é fixa, formando ângulo recto com o eixo longitudinal do tractor, a máquina passa a denominar-se *Bulldozer*. Em igualdade de condições quanto à potência do tractor em que é instalado, o *Bulldozer* é de construção mais robusta do que o *Angledozer*; é porém de utilidade mais limitada, porque só pode empurrar as terras para a frente, ao passo que o *Angledozer* as pode lançar para o lado.

Obtém-se uma excelente combinação aproveitando um só tractor para trabalhar com um *Angledozer* (ou *Bulldozer*) e com um *Rooter*, visto que poucas vezes succede qualquer das máquinas ter de trabalhar continuamente.

### 5) *Scrapers*.

O *Scraper* descende da primitiva *Pá de arrasto* de tracção animal, mas, além de atingir grandes dimensões e capacidade, tem diversas características distintivas, sobretudo quando pertence ao tipo *Carry*. Pode ter 4 rodas simples; 2 rodas simples à frente e 2 rodas

Escavadora de Colher  
(Shovel) e material de  
transporte



Escavadora de Balde  
(Dragline)

Uma «esquadra» de  
*Elevating Graders* cons-  
truindo valados de de-  
fesa contra cheias nos  
terrenos marginais do  
Guadalquivir





*Bulldozer*

duplas atrás; ou 4 rodas duplas. Todas as rodas estão munidas de pneumáticos, o que não só reduz consideravelmente o atrito de rolamento, como provoca a compressão progressiva dos aterros por camadas delgadas, compressão que é extremamente útil, a ponto tal que em alguns casos torna dispensável a consolidação efectuada por cilindros.

Destina-se o *Scraper* a realizar três operações: (1) carregar terra, na maioria dos casos previamente desagregada pelo *Rooter*; (2) transportar a carga; e (3) descarregar o material. Tanto a carga como a descarga se podem fazer com rapidez variável, que o condutor regula, admitindo ou dando saída, na unidade de tempo, a quantidade de terra maior ou menor.

A descarga é sempre difícil quando o material é de natureza argilosa e se encontra humedecido. Nos tipos de *Scraper* em que a saída da terra se opera por gravidade, fica sempre, em tal caso, uma parte aderente às paredes da caixa onde ela é recebida e transportada. O *Scraper* tipo *Carryall* é de ejeção forçada: existe nele um tabique móvel que, quando é preciso dar saída à terra, se desloca do extremo posterior para o extremo anterior da caixa, empurrando o material adiante de si, até o obrigar a sair por uma abertura, cujas dimensões se podem fazer variar, elevando mais ou menos uma comporta situada na parte dianteira do *Scraper*.

Um só homem guia o tractor e manobra o *Scraper*. A série de operações que cada ciclo compreende é a seguinte: para começar o carregamento, abre-se a comporta, baixa-se uma lâmina cortante horizontal até penetrar no terreno à profundidade desejada, e faz-se avançar o tractor em 1.<sup>a</sup> velocidade; quando a carga está completa, fecha-se a comporta, eleva-se a lâmina e o fundo da caixa, e, para percorrer a distância a que a terra deve ser transportada, muda-se a marcha do tractor para 3.<sup>a</sup> ou 4.<sup>a</sup> velocidade; para proceder à descarga, volta-se de novo à 1.<sup>a</sup> velocidade, abre-se a comporta, coloca-se a caixa a uma altura correspondente à espessura com que se pretende que fique a camada de terra espalhada, faz-se avançar o tabique móvel, gradualmente, até ao extremo anterior do seu curso; por último, fecha-se a comporta, eleva-se a lâmina e a caixa, e regressa-se, em 5.<sup>a</sup> ou 6.<sup>a</sup> velocidade, à zona de escavação, voltando o tabique móvel, durante o percurso, à posição mais recuada, no extremo posterior da caixa.

É para assinalar o facto de que, ao carregar o *Scraper*, se podem cortar camadas de terra de espessura variável de 50 cm. a 10 cm., e até menos; na descarga, também é possível dar saída rápida à terra, deixando-a formar um monte, ou então espalhá-la em camada delgada num

percurso longo. Deste modo, não só o *Scraper* pode executar o trabalho mais grosseiro, como também a nivelção final.

Para acelerar a operação de carregar, pode utilizar-se um tractor suplementar, apetrechado com *Angledozer* ou *Bulldozer*, ou munido de uma peça especial (*Pushdozer*) à frente, que empurra o *Scraper* pela parte posterior — onde se adapta uma chapa de encosto — associando o seu esforço ao do tractor que puxa a máquina, enquanto esta carrega. Nos dois últimos anos, tem-se acentuado a tendência para empregar *Scrapers* de grande capacidade, recorrendo ao tractor auxiliar para o carregamento; em certos casos, pouco frequentes, ainda se emprega um terceiro tractor, que se coloca à frente do que se acha engatado ao *Scraper*, ligando-se a ele por meio de uma corrente.

Os *Scrapers* de capacidade média trabalham ocasionalmente em *tandem*, isto é, um tractor reboca dois *Scrapers* colocados um à frente do outro. Os dois *Scrapers* são carregados sucessivamente, primeiro o da frente, depois, quando este tem a carga completa, o da rectaguarda. Este método de trabalho, a empregar no caso de percursos longos, permite um aumento de rendimento de 40 a 70 %.

#### 6) *Tournapull*.

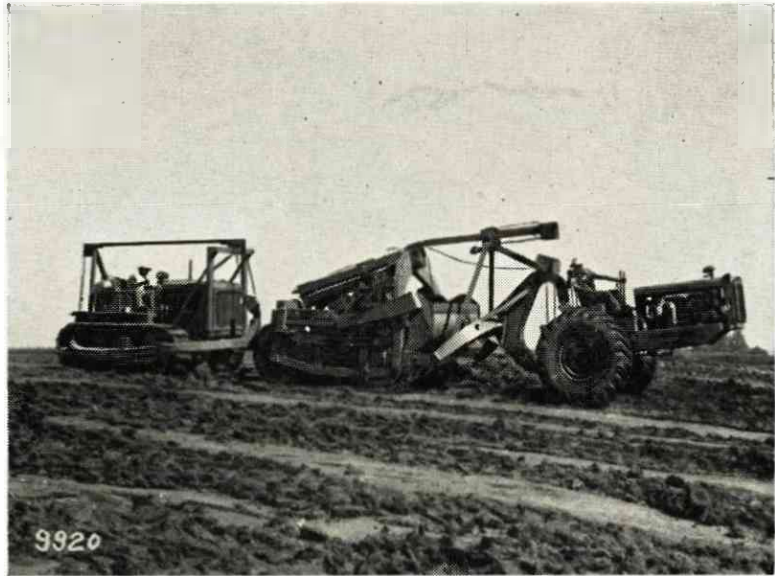
Para efectuar o transporte de terra a grandes distâncias, emprega-se modernamente um *Scraper* rebocado por um tractor de rodados pneumáticos, como o *Caterpillar* Modelo DW-10, ou então o *Tournapull*, capazes de atingir, em estrada ou terreno firme, velocidades de 20 a 30 quilómetros por hora. A carga do *Scraper* é feita sempre com o auxílio de um tractor suplementar. Quando se trata de remover material desmontado por escavadoras de colher ou de balde, o *Scraper* é substituído por um carro de reboque de descarregar pelo fundo.

As máquinas do tipo *Tournapull* vieram, como se disse, resolver o problema do transporte de volumes de terra relativamente grandes a distâncias consideráveis, problema vulgar no caso da construção de aeroportos, dados os grandes comprimentos de pistas que actualmente se têm de considerar. As exigências da guerra determinaram até o aparecimento de um modelo de *Tournapull* transportável em avião, ao mesmo tempo que conduziram ao fabrico de modelos com enormes capacidades de carga, obrigando ao uso de motores de 400 H. P.

Todas as máquinas a que anteriormente se fez referência podem ser de comando por cabos de aço, por intermédio de guinchos montados no tractor que as reboca, ou de comando hidráulico. Em Portugal só



*Tractor e Scraper*



*Tournapull e tractor auxiliar, carregando*



*Cilindro compressor Sheep's Foot (Pé de Carneiro)*

têm sido usadas máquinas comandadas pelo primeiro dos sistemas mencionados, embora o segundo ofereça vantagens positivas quando se trata de *Angledozer*s ou, sobretudo, de *Bulldozers*.

#### 7) *Cilindros compressores Sheep's Foot.*

O cilindro compressor do tipo *Sheep's Foot*, ou *Pé de Carneiro*, é incontestavelmente o instrumento mais prático para a compressão de aterros. O seu emprego é obrigatório se se construírem aterros pelo processo *Proctor*, já bastante conhecido entre nós.

#### 4. *Classificação dos trabalhos a efectuar.*

1) Os trabalhos de movimentação de terras são em regra precedidos por operações de limpeza de vegetação espontânea. Por vezes, até no Continente pode haver necessidade de abater árvores de grande porte: na Ota, por exemplo, arrancaram-se, por tracção directa exercida por um tractor e transmitida por um cabo de aço, 80 eucaliptos de 25 metros de altura, e cerca de 4.000 árvores de pequeno porte. Mas, em regra, só nas Colónias este género de trabalho assume proporções de vulto. Outro tanto não sucede com a vegetação arbustiva e herbácea, que é sempre preciso extirpar e transportar para locais onde se empilha, para ser depois queimada, ou, eventualmente, aproveitada para qualquer fim.

2) A operação que se segue é a remoção de uma camada de terra, com a espessura de cerca de 30 cm., onde possa haver matéria vegetal decomposta, cuja presença num aterro comprometeria a estabilidade deste. A terra removida é acumulada em montes, possivelmente para ser mais tarde espalhada sobre aterros novos formando um revestimento onde cresça rapidamente vegetação consolidadora, herbácea ou arbustiva.

3) Concluídas estas duas operações preliminares, a zona sobre que se opera pode considerar-se pronta para a execução do trabalho principal de escavação e atêrro. Uma vez levantada a planta cotada da referida zona, demarcam-se nessa planta os locais donde deve ser retirada terra e aqueles onde ela deve ser depositada; avaliam-se as respectivas áreas,

e os volumes de terra correspondentes; determinam-se as distâncias de transporte; e calculam-se as quantidades de terra a escavar, transportar, depositar e consolidar.

4) A consolidação do material colocado em aterro é geralmente necessária, mas nuns casos mais do que noutros. Se se tratar de um campo de aviação, a camada de solo destinada a servir de fundação tem de ser muito cuidadosamente comprimida, o que obriga a depositar a terra por camadas delgadas, humedecidas e cilindradas de modo a obter-se um grau de compactação pre-determinado; se houver a construir um dique para uma albufeira, poderá convir recorrer ao processo *Proctor*; etc.

5) Completados os aterros, e uniformizados os declives nas zonas escavadas, resta proceder ao alisamento de todas as superfícies.

## 5. Escolha do apetrechamento.

### 1) Desbravamento.

Algumas firmas americanas, como a LaPlant-Choate Mfg. Co., fabricam ferramentas especiais para derrubar árvores, arrancar touças e cortar raízes. Pondo de parte os casos em que a importância e extensão do trabalho justifica o emprego destes aparelhos, pode dizer-se que a máquina mais apropriada para o arranque de árvores, arbustos e mato rasteiro é o *Angledozer*. O *Rooter*, munido de 5 dentes, usa-se para desagregar o terreno em torno das raízes, facilitando a extirpação das mesmas.

### 2) Remoção da terra vegetal.

Para efectuar esta operação quando a distância a que é necessário empurrar a terra não excede 50 a 60 metros, utilizam-se com vantagem os *Angledozers* e *Bulldozers*. Se a distância de transporte for maior, o *Scraper* é a máquina indicada, por diversas razões: pode proceder à escavação por camadas de muito pequena espessura, sem prejuizo do rendimento; serve tanto para a escavação como para o transporte; deposita a terra vegetal em camadas delgadas, comprimindo-a ao mesmo tempo, de modo a limitar as superfícies ocupadas pelos depósitos;

quando se trata de distribuir a terra vegetal, carrega-a e transporta-a mais rapidamente do que qualquer outra máquina ou combinação de máquinas.

### 3) *Abertura de zonas de empréstimo para fornecimento de material para aterros.*

Aplicam-se a esta operação as mesmas considerações feitas a propósito da anterior. Sendo curtas as distâncias de transporte, pode ter vantagem o uso dos *Dozers*. O escarificador facilita a tarefa do *Scraper*. A este pertence a maior parte do trabalho a executar.

Convém em regra principiar o corte da terra com um *Dozer* abrindo um caminho de pendor acentuado, ao longo do qual desce o *Scraper* enquanto carrega.

### 4) *Escavação de material nas zonas de empréstimo.*

Nesta operação, o *Dozer* é a máquina ideal se a distância de transporte for curta. No caso contrário, convém estudar comparativamente as vantagens e as deficiências do seguinte material:

- (1) Escavadoras de colher e vagonetas circulando sobre via de bitola estreita. (50 ou 60 cm.) rebocadas por locomotivas ou tracção animal, ou escavadoras de colher e carros de reboque puxados por tractores;
- (2) Escavadoras de balde com vagonetas ou carros de reboque;
- (3) *Elevating Graders* com carros de reboque;
- (4) *Scrapers* puxados por tractores de rasto contínuo;
- (5) *Tournapulls*.

Procuraremos confrontar as vantagens e desvantagens dos diferentes métodos.

1. Escavadoras de colher.	Escavam qualquer terreno, ou rocha abalada por explosivos.	Dependem inteiramente do material de transporte.
	Quando trabalham numa frente profunda, prestam-se a obter a <i>mistura</i> de vários materiais.	Não se adaptam a cortes de pequena espessura; têm de trabalhar numa frente profunda.

- Transporte lento por estrada, e difícil em caminho de ferro, dado o seu grande peso.
- Mais caras, mais pesadas e exigindo mais pessoal para efectuar o mesmo trabalho do que outras máquinas, como os *Scrapers*.
2. *Draglines*. Lançam o material escavado a grande distância.
- Escavam materiais debaixo de água e abaixo do nível em que estão colocadas.
- Têm as mesmas características desfavoráveis que as escavadoras de colher, mas o seu rendimento é menor e não escavam todos os materiais.
3. *Elevating Graders*. Se não for preciso carregar em carros o material escavado, dão óptimo rendimento.
- Não trabalham convenientemente em distâncias curtas ou quando é pequena a espessura de terra a cortar.
- O seu rendimento depende do material de transporte disponível, excepto nos casos em que o lançamento da terra escavada se pode fazer directamente para o terreno.
4. *Scrapers* e tractores. Tractor e *Scraper* são manobrados por um só homem.
- A mesma máquina serve para escavar, transportar e depositar.
- O *Scraper* é igualmente apropriado para escavação ligeira ou pesada.
- Distância de transporte económica condicionada pela capacidade do *Scraper*.
- A velocidade de transporte não pode exceder cerca de 8 km. por hora. Normalmente reduz-se a 5 km. por hora.

É uma máquina autónoma, excepto no caso dos *Scrapers* de grande capacidade, que exigem um tractor suplementar para facilitar a carga.

Efectua o transporte tão economicamente como qualquer veículo.

Exige empate de capital relativamente pequeno.

Pode com frequência carregar material desagregado pelo *Rooter*, ao passo que outras máquinas obrigam sempre ao emprego prévio de explosivos.

#### 5. *Tournapulls*.

Generalizam as características dos *Scrapers* puxados por tractores a qualquer distância de transporte.

Deslocam-se com velocidade elevada, se o piso for satisfatório.

São manobrados por um só homem.

Os *Scrapers* de maiores dimensões só podem ser carregados com o auxílio de um tractor suplementar.

Não são próprios para escavar rocha, a não ser que esta tenha sido previamente fragmentada.

Exigem o emprego de um tractor suplementar para a carga.

Exigem melhores pisos do que os *Scrapers* rebocados por tractores.

Não têm a flexibilidade do tractor.

A conclusão que a experiência aponta como podendo tirar-se das condições indicadas é que, em distâncias de transporte normais, o *Scraper* rebocado por tractor, e, em distâncias grandes, o *Tournapull*, são as máquinas capazes de produzir maior rendimento com menor emprego de capital, menos mão de obra, peso mais reduzido e maior economia. Como ferramenta auxiliar, os *Dozers* podem prestar bons serviços, bem como o *Rooter* se se encontrar material que seja necessário desagregar antes de o carregar nos *Scrapers*.

### 5) Aterros.

Só excepcionalmente o material escavado se deixa sem aplicação; em regra utiliza-se para altear zonas baixas, levando-as a cotas pre-determinadas.

Procura-se que o material chegue com regularidade às zonas de aterro, para se poder organizar o trabalho de distribuição e compressão de modo que a textura se mantenha uniforme. Procura-se também, em geral, espalhar o material em camadas delgadas, afim de que o humedecimento atinja toda a sua espessura, e dispô-las de modo tal que a compressão provoque boa ligação entre camadas, e se alcance o grau de compactidade estipulado.

Tanto as vagonetas sobre carris como os carros de reboque ou os camions empregados para o transporte do material o deixam em montões na zona a aterrar, o que obriga ao uso de outra máquina cuja única função é proceder ao espalhamento. Estabelece-se assim dependência mútua entre dois tipos diferentes de apetrechamento, o que levanta dificuldades, reduz o rendimento de trabalho, e aumenta o seu custo. O emprego de *Scrapers*, pelo contrário, permite efectuar com uma só máquina as duas operações: transporte e espalhamento.

#### 1. Dozers.

Utilizando-se unidades exclusivamente destinadas ao transporte, como os camions, a máquina mais apropriada para proceder ao espalhamento do material que os referidos veículos depositam em montões é o *Bulldozer* (ou o *Angledozer*). O tractor munido de lâmina, colocada esta horizontalmente na posição mais baixa, desloca-se para diante e para trás, impelindo o material para o lugar onde ele deve ficar e distribuindo-o em camadas com a espessura conveniente para a sua subsequente compressão. Os passeios repetidos do tractor determinam um efeito vibratório sobre a camada de terra solta que atinge cerca de 50 cm. de profundidade, e contribui de forma apreciável para a compressão do aterro.

Ainda que o aterro seja construído com *Scrapers*, fica reservada para o *Dozer* uma função auxiliar de grande utilidade: o enchimento de depressões fundas e de área limitada, e, de um modo geral, daquelas que não são facilmente acessíveis ao *Scraper*. Tentar empregar esta máquina quando escasseia o espaço para ela manobrar à vontade conduz

a desperdício de tempo e trabalho; é muito preferível começar o aterro com o *Angledozer*, cedendo este aparelho o seu lugar ao *Scraper* logo que este tenha acesso fácil à zona de aterro, e saída também fácil da mesma.

## 2. *Graders*.

Os *Graders* podem substituir os *Dozers* na operação de espalhamento do material trazido para as zonas de aterro por camions, carros de reboque ou vagonetas, mas não se adaptam tão bem como eles ao trabalho em depressões profundas e de área reduzida, em consequência do seu comprimento relativamente grande, e da dificuldade que têm em caminhar por declives à speros.

## 3. *Scrapers*.

As vantagens do *Scraper* em trabalhos de construção de aterros são manifestas. Pode-se, com ele, transportar o material e depositá-lo em camadas cuja espessura se regula com precisão. A operação de descarga, com ejeção forçada, permite, pela sua própria natureza, mais perfeita colocação da camada de terra do que a efectuada por uma máquina exclusivamente destinada ao espalhamento. O tempo empregado na descarga é o mesmo que exige um veículo que descarrega a terra em montão. A regularidade com que se distribui a camada de material saída do *Scraper* assegura a regularidade da compressão que ela há de receber, e portanto a uniformidade da textura no aterro a estabelecer. Por último, a passagem repetida dos rodados do *Scraper* sobre as camadas acabadas de espalhar determina um início de compressão que poupa trabalho aos cilindros. Um *Scraper*, com o pêso próprio de 9 toneladas, pode carregar 13 toneladas de terra; o pêso que recai sobre o terreno quando a sua superfície é percorrida pela máquina com a carga total de 22 toneladas pode avaliar-se em 2 a 3 kg por  $\text{cm}^2$ , o que representa uma apreciável contribuição para a compressão do material, embora os cilindros *Sheep's Foot* venham mais tarde a aplicar cargas da ordem dos 15 kg por  $\text{cm}^2$ .

O trabalho do *Scraper* na construção de aterros, reunindo numa só máquina todas as operações a realizar, evita os graves inconvenientes que por vezes resultam de serem essas operações desempenhadas por máquinas diferentes. Assim, no caso do material ser escavado por uma

máquina do tipo *Shovel*, transportado por vagonetas e espalhado por *Dozers*, basta que estes últimos se atrazem na execução do serviço que lhes corresponde, para que chegue à zona de aterro maior quantidade de material do que a que pode ser distribuída em camadas. Nestas condições, é forçoso suspender o trabalho da escavadora e das vagonetas durante um período maior ou menor, o que sempre implica prejuízo.

Em resumo: os *Scrapers* simplificam as operações de construção de aterros; depositam pela forma mais conveniente as camadas de terra; contribuem para a sua consolidação; reduzem o custo do apetrechamento; limitam o número de tipos diferentes de máquinas a utilizar; diminuem o pessoal necessário para a manobra das mesmas; eliminam os riscos de paragem devidos à insuficiência das máquinas que efectuam o espalhamento do material, das que o transportam ou das que o escavam.

#### 6) *Consolidação de aterros.*

Os *Tamping Rollers* ou *Sheep's Foot Rollers* são em geral preferidos pelos empreiteiros e pelos técnicos da Mecânica do Solo. Tem aparecido máquinas compressoras de outros tipos e princípio de funcionamento diverso, como os aparelhos vibratórios e os saltadores, preconizados pelos engenheiros alemães. Na América, todavia, onde a extensão das obras de movimentação de terras é enorme, a experiência demonstrou de modo concludente a superioridade do cilindro *Pé de Carneiro* na compressão de aterros em relação a quaisquer outras máquinas.

O cilindro *Sheep's Foot* tem geratrizes com 1,20 m. a 1,50 m. de comprimento, e fiadas circunferenciais paralelas de peças salientes, cuja forma varia conforme os modelos, desconstradas nas diferentes linhas, havendo uma destas peças em cada 3 cm<sup>2</sup> de área. A pressão unitária que geralmente se obtém sobre o terreno é de 15 kg/cm<sup>2</sup>, mas prevê-se que venha a ser necessário, em certos casos, alcançar pressões maiores — da ordem dos 45 kg/cm<sup>2</sup>.

A velocidade da marcha do tractor que reboca os cilindros não deve ser superior a 4 km. por hora. A compressão leva-se por vezes até ao ponto em que, após passagens repetidas, os pés do cilindro deixam de penetrar no terreno; em geral, porém, fixa-se, com base em experiências prévias, o número de passagens a efectuar sobre o terreno para

o trazer ao grau de compacidade requerido. Este número varia entre 6 e 20, conforme o peso do cilindro, o tipo do solo, a sua percentagem de humidade e de coloides, etc.

### 7) *Acabamento.*

Para o acabamento das superfícies dos aterros empregam-se por vezes os *Dozers*. Deve porém dizer-se que estas máquinas não têm condições para executar trabalho perfeito, como habitualmente se exige, a não ser quando manobradas por condutores de grande habilidade e experiência.

Um *Scraper* ligeiro, puxado por um tractor médio, pode prestar excelente serviço nas mãos de um condutor destro, e tem a vantagem de servir para outros trabalhos.

É fora de dúvida, porém, que se for grande a área da superfície a regularizar, vale a pena empregar nesta operação uma máquina especialmente adequada para ela, como pode ser um *Grader*, ou rebocado por tractor, ou munido de motor próprio. Convém não esquecer, por outro lado, que uma máquina deste género é da maior utilidade para conservar em bom estado os caminhos, o que tem sempre importância, ainda que as máquinas usadas no transporte das terras sejam os *Scrapers*. Com efeito, embora os tractores de rasto contínuo possam circular por maus caminhos, o seu rendimento é sensivelmente afectado por esta circunstância. Se os tractores tiverem de se deslocar em 3.<sup>a</sup> velocidade, quando, em melhor piso, poderiam caminhar em 4.<sup>a</sup> velocidade, a baixa de rendimento pode representar um importante prejuízo, que convém comparar com as despesas ocasionadas por um *Grader* ou outra máquina que, melhorando os pisos, permita o emprego da velocidade mais elevada dos tractores.

## 6. *Factores que influem no rendimento de trabalho.*

### 1) *Material.*

As diferenças da natureza do material a movimentar influem de modo apreciável sobre a capacidade de trabalho das máquinas. Um *Scraper* rebocado por um tractor trabalha aparentemente com a mesma facilidade com materiais muito diversos, mas um registo exacto de tempos e volumes revela rendimento bastante variável.

a) O peso do material facilita ou dificulta a carga conforme é maior ou menor.

b) De um modo geral, carrega-se melhor terra de grão fino do que terra de grão grosseiro. Note-se que é difícil encher completamente o *Scraper* se se tratar de areia extreme, material que requer grande destreza por parte do condutor ao proceder à carga.

c) A humidade influi de diversos modos, consoante a sua percentagem e a natureza do material. Um dado teor de humidade pode reduzir o atrito entre as partículas de uma dada terra, e facilitar a carga; noutra terra, esse mesmo teor pode causar aderência excessiva das partículas, nomeadamente nas argilas, que a água torna «pegajosas».

d) O coeficiente de atrito das partículas umas sobre as outras (variável, como se acaba de notar, com o grau de humidade) pode, se atingir um certo valor, impedir a carga completa dos *Scrapers*. Por vezes, justifica-se um estudo cuidadoso do material sob este ponto de vista.

Nas Minas de Mesabi procedeu-se a um ensaio para averiguar se conviria ou não empregar *Scrapers* para carregar e transportar minério de ferro. Os *Scrapers* usados tinham capacidade para carregar  $7,5 \text{ m}^3$  de terra franca com o peso específico de  $1.600 \text{ kg./m}^3$ ; previu-se que não seria possível obter, com minério pesando  $2.700 \text{ kg./m}^3$ , cargas superiores a  $4,5 \text{ m}^3$ . Reconheceu-se, com surpresa, que as cargas atingiam facilmente volume quase igual ao que se obtinha com terra franca. A explicação do facto estava em que o minério continha um óleo que, actuando como lubrificante, reduzia o coeficiente de atrito a tal ponto que a sua influência compensava a do peso e da textura grosseira do material.

e) Consoante o volume de vazios, assim se carrega mais ou menos material sólido. *Grosso modo*, pode dizer-se que, representando por 100 a máxima capacidade de carga (acogulada) se obtém: com areia, 90; com terra franca, 80; com argila, 70; com pedra bem fragmentada, 60.

f) Outra influência a considerar é a do assentamento próprio do material. Um dado volume de terra escavada produz, normalmente, um volume menor de terra colocada em aterro, depois de comprimida. Como é o volume de terra colocada em aterro que interessa para efeitos de pagamento do trabalho efectuado, importa avaliar com o maior rigor possível a quanto montará a redução de volume. Com terra franca, esta redução é de 10 %, isto é,  $100 \text{ m}^3$  de terra escavada dão  $90 \text{ m}^3$  de aterro devidamente comprimido.

## 2) Coeficiente de atrito do piso.

O coeficiente de atrito que se considera ao estudar o rendimento dos tractores que rebocam os *Scrapers* define-se como a razão entre o peso sobre os rastos e a aderência entre os rastos e a superfície do terreno sobre o qual eles se deslocam. Assim, no caso de um dos tractores mais vulgarmente empregados, cujo motor desenvolve 130 H. P. ao freio, o esforço de tracção máxímo é de 12.600 kg. O peso do tractor é de 15.400 kg. Se o motor se mantiver sem se reduzir o número de r. p. m., e o escorregamento (*patinagem*) estiver prestes a dar-se quando o esforço de tracção atingir 12.600 kg., o coeficiente de atrito é igual a  $\frac{12.600}{15.400}$  ou, aproximadamente, a 0,81. Indica este número que a potência utilizável regula por 80 % do peso total do tractor, e presuppõe o uso de garras nas sapatas do rasto. Em estrada, sem garras, o valor do coeficiente de atrito reduz-se a 50 %.

Para exprimir a aderência de rodados munidos de pneumáticos a superfícies constituídas por diferentes materiais, os valores médios a atribuir ao *rendimento do esforço de tracção* são os seguintes:

Formigão áspero	0,88 a 1,00
Terra argilosa, seca	0,50 a 0,58
Idem, húm da	0,40 a 0,49
Idem, com covas	0,40 a 0,44
Estrada de saibro	0,36
Estrada arenosa com depressões fundas	0,20 a 0,35
Areia solta	0,20 a 0,35

A influência do rendimento do esforço de tracção é fácil de avaliar recorrendo a um exemplo. Um camion suportando a carga de 9 toneladas sobre as rodas motoras, e podendo desenvolver um esforço teórico de tracção de 4,5 toneladas, produziria, numa estrada em que o coeficiente de rendimento do esforço de tracção fosse de 55 %,  $0,55 \times 9.000 = 4.950$  kg. Como a potência desenvolvida pelo motor se limita a 4.500 kg, vê-se que toda ela pode ser aproveitada antes que as rodas patinem. Se porém se tratar de uma estrada à qual corresponde o valor 0,30 para o coeficiente de rendimento do esforço à tracção, dar-se-á o escorregamento dos pneus logo que o motor desenvolva o esforço de  $0,30 \times 9.000 = 2.700$  kg. Se a carga bruta a transportar fosse de 27.000 kg. na estrada com o valor 0,55 do rendimento do esforço à tracção, poderia o camion subir uma rampa de 5 %, ao passo que na estrada onde aquele rendimento baixasse para 0,30 começaria a haver escorregamento logo que a inclinação da rampa excedesse 3 %.

### 3) Resistência ao rolamento.

A resistência ao rolamento — provavelmente o mais importante de todos os factores que affectam o rendimento — é medida pela potência necessária para deslocar um veículo numa superfície plana, rígida e sem rugosidades, aumentada essa potência com a energia consumida pela acção que se exerce sobre as paredes laterais dos pneus e pela compressão ou deslocamento do material sobre o qual o veículo caminha, e com a energia utilizada em vencer as irregularidades da estrada ou caminho.

A resistência ao rolamento pode exprimir-se em quilogramas por tonelada de peso bruto. A lista que adiante se transcreve dá ideia do modo como varia esta resistência em pisos de vários tipos: mas convém acentuar que os valores que nela figuram não são fixos, porquanto a resistência se modifica conforme os pneus empregados. Assim, uma estrada em que um determinado jogo de pneus oferece uma resistência ao rolamento de 50 kg por ton., pode, com outro jogo de pneus, passar a oferecer a resistência de 30 kg. por ton. Deve portanto tornar-se bem claro que só se pode marcar a distinção entre valores da resistência ao rolamento em diversos tipos de estradas quando se tiver presuposto igualdade de condições no que respeita aos pneus empregados.

	kg./ton.
Estrada firme, lisa, com revestimento estabilizado, que não cede sob a acção da carga	25
Estrada firme, lisa, com ligeiras desagregações, cedendo um pouco à carga, ou com ondulações	30
Estrada com desagregações, cedendo à acção da carga, com covas, mal conservada	50
Estrada com as mesmas características mais acentuadas	70
Estrada em muito mau estado	100 a 200

Vejamos, por meio de um exemplo numérico, a influência que pode exercer o valor da resistência ao rolamento da estrada sobre o custo do trabalho e a importância do capital necessário para o executar.

Os cálculos expostos referem-se a condições verificadas na América do Norte, mas não há necessidade de os modificar, visto tratar-se apenas de obter números relativos.

- |   |            |
|---|------------|
| 1. Custo do trabalho por hora                         | \$ 4.50    |
| 2. Potência do tractor à barra de tracção             | 98 H. P. * |
| 3. Carga a transportar (8 jardas cúbicas a 1,300 kg.) | 10.400 kg. |
| 4. Peso bruto (tractor, <i>Scraper</i> e carga)       | 22.500 kg. |
| 5. Transporte em patamar em todo o percurso.          |            |

\* O tractor de que se trata é o jogo dianteiro de um *Tournapull* sobre pneus.

Resistência ao rolamento (kg./ton.)	25	30	50	70
Máxima velocidade em carga (km./hora)	50	30	20	12
Carga em jardas cúbicas por hora	80	60	42	30
Custo por cada jarda cúbica por hora, para uma distância de transporte de 1.500 m. (Cents)	5.6	7.5	10.3	15.0

Sendo necessário obter 1.000 jardas cúbicas por hora, teria de se empregar o seguinte apetrechamento:

Resistência ao rolamento (kg./ton.)	25	30	50	70
Número de unidades	13	17	24	34
Capital necessário (Dollars)	156.000	204.000	288.000	408.000

As consideráveis diferenças que as tabelas anteriores revelam são directamente atribuíveis às variações da resistência ao rolamento, e por elas se vê que podem ser perfeitamente justificadas as despesas que se fizerem com o objectivo de melhorar os caminhos por onde devem circular os veículos.

#### 4) Declives.

É fácil verificar até que ponto os declives influem, favorável ou desfavoravelmente. Consideremos um tractor de 130 H. P., capaz de desenvolver à barra de tracção o esforço de 3.600 kg., com a veloci-

dade de 7,85 km por hora. O peso bruto do tractor e do *Scraper* que ele reboca é de 45 tons. Se a resistência ao rolamento for de 45 kg./ton., o esforço de tracção consumido será de  $45 \times 45 = 2.025$  kg. Ficam disponíveis, para vencer os declives,  $3.600 - 2.025 = 1.575$  kg. O consumo de energia à barra de tracção, por cada 1 % de declive contrário, é, aproximadamente, de 9 kg. por tonelada; no caso de que se trata, eleva-se a  $9 \times 45 = 405$  kg. A capacidade para vencer declives contrários exprimir-se-á pois pela razão  $\frac{1.575}{405} = 3,89$ .

A vantagem de efectuar a carga ao longo de uma rampa com declive favorável é evidente. Se o referido declive for de 10 %, por exemplo, facilmente se consegue que a carga transportável seja 40 % superior ao que seria se a operação do carregamento se efectuasse em patamar.

#### 5) *Arranque. Mudanças de velocidade. Travagem.*

Em todos os casos é preciso considerar o tempo consumido em aceleração para o arranque quando o grupo parte da imobilidade, o tempo gasto em mudanças de velocidade, e o retardamento determinado pela travagem. Todos estes tempos se devem incluir no *tempo fixo* correspondente a cada ciclo, sendo o *tempo variável* o empregado em efectuar o percurso.

#### 6) *Velocidade.*

A possibilidade de usar velocidades maiores em pisos comparativamente firmes é muito de atender, e, como já se observou, vale a pena, muitas vezes, suportar a despesa necessária para melhorar os caminhos que os grupos *Tractor-Scrapers* têm de percorrer. Ainda mais digna de atenção é esta circunstância quando as unidades tractoras empregadas são montadas sobre rodados munidos de pneus, como os *Tournapull*.

#### 7) *Potência à barra de tracção.*

Ao avaliar a potência dos tractores a utilizar convém ter presente que, quando se trata de transportar cargas através de declives veriados, tem importância essencial a boa proporção entre peso e potência do tractor. Tractores cujo peso seja inferior a 200 kg. por H. P., em

números redondos, não podem dar o rendimento que há a esperar de máquinas em que a potência esteja convenientemente relacionada com o peso.

### 8) *Pneumáticos.*

A indústria americana colocou-se rapidamente, a partir de 1931, em condições de fabricar pneumáticos adequados para as máquinas utilizadas na escavação e remoção de terras, tendo quase desaparecido os antigos modelos de rodas de aros de aço. Com efeito, estas só oferecem vantagem no caso de uma superfície de apoio plana, rígida e sem rugosidades, onde a deformação das paredes laterais dos pneus determinaria resistência superior à que deriva de ser mais elevado o coeficiente de atrito das rodas de aço do que o das rodas munidas de pneumáticos. Raras vezes, porém, se encontrarão tais condições.

Não há, por enquanto, conhecimento suficiente dos factores em jogo para se poder fixar, com certa segurança, qual a pressão de ar nos pneus que, em determinado caso, convirá adoptar. Os factos que adiante se citam confirmam a impressão geral que existe, de que a referida pressão se deve aproximar tanto quanto possível de 25 libras por polegada quadrada (1,75 kg./cm<sup>2</sup>).

Um empreiteiro empregou recentemente, para escavação e transporte de bauxite (um dos minérios estratégicos) *Scrapers* de um dado tipo, em que os pneus trazeiros (simples) suportavam carga um pouco excessiva, e tinham de trabalhar à pressão de 55 lb. Por conselho de um engenheiro especializado, instalaram-se nos *Scrapers*, em substituição dos pneus até então usados, pneus duplos de iguais dimensões, mas trabalhando à pressão de 30 lb., e reconheceu-se que os tractores podiam passar a caminhar com velocidade mais alta. No percurso de 400 metros, o aumento de produção que o emprego de pneus de baixa pressão tornou possível atingiu 75 m.<sup>3</sup> por unidade, em cada turno de 7 horas. O lucro bruto adicional obtido em toda a empreitada atribuível à modificação nos jogos de pneus foi de \$18.000, sendo o aumento de despesa devido à aquisição de pneus suplementares de \$800 por cada *Scraper*.

*Nota* — De 1943, ano em que esta comunicação foi apresentada, até 1948, os progressos das máquinas de movimentação de terras têm-se acentuado consideravelmente. A situação actual é bastante diferente da que estas páginas descrevem.

