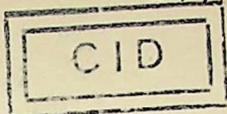


① ESTUDOS TÉCNICOS - SIA

Nº 38

PRN.

ALTIR A. M. CORRÊA



MF

DUPLICATA

RENDIMENTO  
E DESPESAS  
NO EMPRÊGO  
DE  
TRATORES E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS



1967

CID

MF

**RENDIMENTO E DESPESAS  
NO EMPRÉGO DE TRATORES  
E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS**

CID

**ALTIR A. M. CORRÊA**

Engenheiro-Agrônomo

Professor Adjunto da Escola Nacional de Agronomia,  
da Universidade Rural, e Técnico do Instituto de  
Pesquisa e Experimentação Agropecuária — D.P.E.A.  
Ministério da Agricultura

# RENDIMENTO E DESPESAS NO EMPRÊGO DE TRATORES E IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS



ESTUDOS TÉCNICOS N.º 38

BRASIL  
RIO DE JANEIRO  
MINISTÉRIO DA AGRICULTURA  
SERVIÇO DE INFORMAÇÃO AGRÍCOLA  
1967

4510  
N 20

BR-6007727

## SUMARIO

I — Introdução .....	7
II — Rendimento dos serviços .....	9
III — Efetivo serviço no campo .....	11
IV — Rendimento dos conjuntos coordenados .....	15
V — Planificação do equipamento em função da área ..	16
VI — Intensificação da implementação .....	19
VII — Horas de emprêgo anual da maquinaria agrícola ..	21
VIII — Programação do uso da maquinaria .....	23
IX — Esforço operacional .....	25
X — Potência do motor .....	27
XI — Rendimentos do motor .....	31
XII — Curvas características .....	33
XIII — Condições que afetam a potência do motor .....	34
XIV — Custo de utilização .....	42
XV — Uso anual dos tratores agrícolas .....	44
XVI — Despesas fixas .....	47
XVII — Despesas operacionais .....	55
XVIII — Cálculo do custo de um hectare arado e gradeado	58
Bibliografia .....	60

## INTRODUÇÃO

Tem constituído tema de estudos e pesquisas dos técnicos em mecanização das atividades agrícolas, conhecer quando é econômico substituir o uso das operações manuais pelas realizadas por máquinas agrícolas, e, dentre estas, a oportunidade do emprêgo da tração animal ou a da mecânica. Somente a planificação da execução das tarefas agrícolas pode estabelecer as devidas conclusões.

Com o êxodo da população do meio rural para a cidade, em algumas regiões, o agricultor, muitas vêzes, vê-se ante o dilema de usar máquinas agrícolas ou não poder realizar as diversas operações agropecuárias, face à indisponibilidade ou deficiência de mão-de-obra.

A mecanização permite melhor rendimento do trabalho homem-hora, possibilita a exploração de áreas mais extensas, executa os serviços mais rapidamente, atendendo às limitações climatéricas, bem como proporciona uniformidade das tarefas agrícolas. O emprêgo do trator oferece, ainda, comodidade na execução dos trabalhos rurais.

Estabelecida, em face de diversas razões, a opção do emprêgo da maquinaria agrícola, o lavrador deverá selecionar a cultura ou explorações consorciadas mais lucrativas, que serão realizadas na propriedade; escolha dos equipamentos necessários à execução das tarefas; planificação de um sistema de manutenção e de reparos do equipamento, de modo que êste esteja sempre pronto a ser utilizado; estabelecimento da mão-de-obra necessária; e, finalmente, a programação do uso da maquinaria, a fim de mantê-la o maior tempo possível em trabalho, evitando os deslocamentos ociosos.

Os investimentos devem, pois, ser criteriosamente analisados, para as devidas conclusões sôbre as possibilidades rentáveis que oferecem. A agricultura, logicamente, não pode deixar de ser um empreendimento que deve propiciar lucros compensadores ao capital empregado.

Há dois aspectos iniciais que devem ser analisados, para a execução da programação com a maquinaria agrícola: um, o agricultor dispõe de um conjunto e deseja saber o máximo de rendimento que êsses equipamentos lhe podem proporcionar; outro, em função da área agricultável existente, o empresário necessita saber a capacidade operacional da maquinaria a ser adquirida, a fim de planejar a sua utilização econômica. Em uma ou outra situação há um fator limitante — as condições climáticas, nas quais as tarefas agrícolas podem ser executadas.

O custo operacional será função do rendimento do trabalho da maquinaria e ambos dependendo da força motora ou trativa disponível e da resistência oferecida ou esforço requerido pelo equipamento.

A seleção das medidas e tipos de maquinaria estará, também, subordinada às condições climáticas e do solo, topografia e área dos campos, influenciando, diretamente, na determinação da força a ser empregada.

A economia dos gastos para a obtenção de um determinado produto representará maiores lucros para o agricultor, pois o preço de venda da cultura é função do mercado comprador, que nem sempre se subordina — para os produtos agrícolas — ao custo da produção; exceto quando os valores são fixados pelo Governo Federal.

A planificação do uso da maquinaria agrícola objetiva a análise econômica dos serviços rurais que utilizarão a força mecânica: êsse estudo é que determina a escolha dos equipamentos e usos mais convenientes, face às condições existentes na propriedade e baseado nas despesas que estas provocam; um balanço financeiro é que deve prognosticar a diretriz da sistematização do emprêgo racional da maquinaria na realização das tarefas de produção agrícola.

## RENDIMENTO DOS SERVIÇOS

Pode-se medir a capacidade de realização dos serviços da maquinaria agrícola, em equipamentos que se movimentam ou em estacionários. O rendimento da execução de serviços das máquinas que se deslocam é igual à área trabalhada, em hectares, em determinado tempo (hora ou dia); e, dos equipamentos estacionários é a quantidade de material trabalhado, expresso em quilogramas por unidade de tempo.

O conjunto de uma força trativa, operando um equipamento agrícola, apresenta uma capacidade teórica e outra efetiva de execução de serviço.

A capacidade teórica de trabalho de um equipamento agrícola é a área que seria mobilizada se êle operasse continuamente, no tempo total de serviço, à velocidade média de deslocamento e na largura máxima operacional.

$$Cap_t = \frac{\text{vel. (m/h)} \times \text{larg. (m)}}{10.000}$$

A capacidade efetiva de serviço de campo, ou rendimento de um equipamento agrícola é a área média que, realmente, é mobilizada pelo conjunto no tempo de trabalho. Esse rendimento efetivo é função da largura, realmente utilizada do equipamento, da velocidade com que o conjunto se desloca e do tempo total gasto para a execução do serviço.

Nesse tempo total estão incluídos: perdas resultantes de manobras nas extremidades do campo, ajustagens e reparos do equipamento, paradas para desembuchar, desentupir ou remover obstáculos; reabastecimento, descargas de produtos de colheitas, etc.

A diferença entre a capacidade teórica e a efetiva de serviço de campo de um equipamento agrícola consiste no seguinte: enquanto na primeira o rendimento é total, como

se o conjunto estivesse continuamente em serviço, no rendimento efetivo, ou prático é considerado que o trator com implementos perde certo tempo, devido a um ou mais fatores.

Coefficiente de eficiência ou de rendimento ( $Ef$ ) de um conjunto é a relação entre a capacidade efetiva e a capacidade teórica. Esse coeficiente é expresso em porcentagem (%) ou em centésimos.

Portanto, a capacidade efetiva de serviço de campo é igual à capacidade teórica multiplicada pelo coeficiente de eficiência ou de rendimento.

$$Cap_{ef} = Cap_t \times Ef.$$

Assim, por exemplo, para o cálculo da capacidade efetiva de serviço de aradura, multiplica-se a velocidade do trator, em metros/hora ( $m/h$ ), pela largura do corte, de cada aiveca ou disco (em metros), pelo número de discos ou aivecas e pelo coeficiente de eficiência de serviço de campo (em centésimos).

## EFETIVO SERVIÇO NO CAMPO

O tempo total de serviço é a soma do tempo efetivo e do tempo perdido fora de trabalho. O tempo efetivo de campo é aquele em que o equipamento está, realmente, executando serviços.

Nos cálculos da capacidade efetiva de serviço e do coeficiente de eficiência de serviço de campo *não* são incluídos os tempos dispendidos na montagem e desmontagem ou engate e desengate do equipamento, da manutenção diária e periódica, assim como de reparos realizados nas oficinas. Também, não são somados os tempos empregados para ir para o campo e vir para o galpão de máquinas. Contudo, esses tempos, em que há funcionamento do motor, serão computados, para efeito do cálculo de custos das operações agrícolas, porque houve gastos.

A programação do uso dos equipamentos deve ser feita criteriosamente, para que o operador, quando não em serviço, desloque o trator o menos possível; porque no transporte há gasto sem produção de serviço.

Para efeito de rendimento de serviço de campo, será contado o tempo, depois que o equipamento agrícola estiver no local de trabalho e o tempo perdido será, então, aquele em que ele não esteja sendo utilizado em serviço efetivo.

O tempo perdido é muito variável com as condições locais e com os modelos de equipamentos; por isto, deve ser considerada certa margem de segurança, ao fazer-se a estimativa, para efeito de cálculo da capacidade efetiva de execução de serviço. As manobras nas extremidades de um campo constituem perdas de tempo que serão, percentualmente, maiores nas áreas menores e vice-versa. O método de execução de serviço é muito importante, para se ter uma economia nos tempos perdidos.

O agricultor deve tirar proveito máximo, não só da possibilidade que oferece o equipamento moderno, de ser fácil-

mente acoplado ou desligado da fonte motora, como, ainda, através da regulagem adequada, obter o maior rendimento que a máquina pode proporcionar, por hora de serviço.

A divisão dos campos extensos em áreas ou faixas deve ser feita racionalmente, a fim de reduzir as manobras dos equipamentos, isto é, limitar os tempos perdidos sem estar em serviço. Normalmente, os campos mais compridos que largos apresentam maior eficiência de serviço; contudo, outros fatores de ordem técnica podem influenciar na determinação das proporções do campo como, por exemplo, a construção de canais escoadouros de terraços, divisão dos terrenos para irrigação, limitação da área de cultura, rotação de culturas, etc.

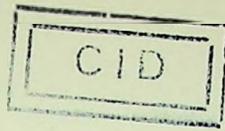
As perdas de tempo motivadas pelas condições de trabalho são de importante significação para os equipamentos de maiores velocidades e largura de operação, porque representam uma redução elevada na percentagem do tempo total, por área.

Na prática são adotados coeficientes médios de eficiência de serviços específicos para as diversas operações agrícolas, baseados em dados obtidos em medições feitas em várias regiões, em função do equipamento utilizado e para propriedades de tamanho regular.

Assim, são adotados os seguintes coeficientes de capacidade de trabalho de campo:

Aradura .....	70 a 85% (0,70 a 0,85)
Gradagem .....	70 a 90% (0,70 a 0,90)
Semeadura e adubação .....	70 a 85% (0,70 a 0,85)
Cultivo .....	75 a 90% (0,75 a 0,90)
Colhedeira combinada (e. t. f.) .....	60 a 75% (0,60 a 0,75)
Combinada automotriz .....	70 a 80% (0,70 a 0,80)
Colhedeira de algodão .....	60 a 75% (0,60 a 0,75)
Colhedeira de forragens .....	50 a 75% (0,50 a 0,75)
Espigadora .....	55 a 70% (0,55 a 0,70)
Enfardadeiras .....	65 a 85% (0,65 a 0,85)
Ceifadeiras .....	75 a 90% (0,75 a 0,90)
Ancinhos mecânicos .....	65 a 90% (0,65 a 0,90)

Os coeficientes de gradagem variam conforme o modelo de grade, seja de discos, de dentes ou de molas, sendo maior nas primeiras (cêrca de 85%) — e menor nas demais — (próximo dos 70%). Nas semeaduras e adubações o carregamento dos depósitos influencia muito no rendimento; daí a importância na programação da distribuição nos locais mais adequados do campo, a fim de não haver perda de tempo em deslocamentos para alcançar o lugar de amon-



toamento das sementes ou do adubo. Também nas combinadas o rendimento é muito variável, em função do modo de armazenamento, se a granel ou em saco, e do descarregamento do material colhido para um veículo de transporte. Nas carregadeiras ou colhedadeiras de cana-de-açúcar é muito importante a perfeita coordenação dos veículos de transporte e a facilidade de descarga nos locais da usina.

Para as máquinas colhedadeiras há a considerar, também, a eficiência de rendimento, que é a medida efetiva funcional da máquina; ou seja, é a relação, em porcentagem, do material colhido de um produto agrícola, para a quantidade total da cultura produzida no terreno.

O tempo gasto devido à descarga de colheita de produtos agrícolas é proporcional à área e ao rendimento produtivo. Para as máquinas colhedadeiras, a produção por unidade de área, é, além das condições do terreno, um fator determinante da velocidade. Em regiões onde a produção agrícola é muito alta, a máquina colhedeira deverá trabalhar em marchas reduzidas ou diminuir a largura efetiva de operação. Exemplo do cálculo de rendimento: seja um trator, trabalhando à velocidade de 6 km/h, tracionando um arado de 4 discos, cortando 35 cm de largura, cada disco; com um coeficiente de eficiência de serviço de campo de 70%. A área trabalhada pelo conjunto será de:

$$6.000 \times 4 \times 0,35 \times 0,7 = 5.880 \text{ m}^2$$

Se o coeficiente de serviço por hora fôr aumentado em mais 5%, ou seja, elevar-se para 75%, o rendimento do conjunto passa a 6.300 m<sup>2</sup>/h, ou seja, há um aumento de 420 m<sup>2</sup>/h e, em 10 horas, de 4.200 m<sup>2</sup> portanto, quase meio hectare por dia.

A literatura em língua inglesa, para uma questão de simplificação de fórmula, adota, em geral, o coeficiente de eficiência de 82,5% (0,825) médio, para muitos trabalhos agrícolas.

Assim, a fórmula da capacidade efetiva de serviço de campo é:

$$C_e = \frac{5.280 \times S \times W \times Ef}{43.560 \times 100}$$

$C_e$  = Capacidade efetiva de serviço de campo, em acres por hora;

$S$  = Velocidade de trabalho, em milhas/hora;

5.280 = fator de conversão de milhas em pés;

$W$  = Largura média do implemento, em pés;

$E_f$  = Eficiência de campo, em porcentagem;

43.560 = fator de conversão de pés quadrados em acres.

Logo: 
$$C_o = \frac{S \times W \times E_f}{825}$$

para uma valor de  $E_f = 82,5\%$

$$C_o = \frac{S \times W}{10}$$

para um dia de trabalho de 10 horas:

$$C_o = S \times W$$

#### IV

### RENDIMENTO DOS CONJUNTOS COORDENADOS

Havendo um conjunto de operações agrícolas a ser realizado por várias máquinas, o rendimento de serviço desses equipamentos é função de cada unidade.

Assim, se determinada máquina de um conjunto parar para regulagens, manobras e outras perdas, um total de tempo fora de serviço de 20 por cento, por exemplo, e se houver um conjunto de três máquinas, de modo que a paralização de uma delas signifique a paralização total e, ainda, se cada uma tiver as suas perdas, a eficiência de rendimento de serviço torna-se:

$$0,85 \times 0,80 \times 0,75 = 0,51 \text{ ou } 51\%$$

A fórmula geral é:  $y = 100 \cdot \frac{(x_1) \cdot (x_2) \cdot (x_3) \dots (x_n)}{100^n}$

Ao se cogitar da realização de um serviço executado por um conjunto de máquinas operando simultaneamente, uma na dependência da outra, esse trabalho deverá ser bem planejado e prevista uma manutenção correta de cada máquina, a fim de ser assegurada a melhor eficiência possível de serviço do conjunto; é, por isso, importante uma programação bem detalhada das diversas fases da operação.

Por exemplo: uma colhedeira-picadora de forragem para ensilagem. Deve haver uma coordenação no corte, no transporte e na máquina elevadora; o atraso de uma delas provoca uma redução no rendimento do conjunto.

## PLANIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO EM FUNÇÃO DA ÁREA

Um dos aspectos que diferencia, essencialmente, as máquinas agrícolas das industriais é o emprêgo das primeiras em um reduzido número de dias do ano, enquanto as fabris operam, praticamente, no decorrer de todos os meses. Por isto, reveste-se da maior importância um planejamento adequado do uso das máquinas agrícolas, para que haja maior aproveitamento durante o exíguo período de possibilidades de aplicação.

Para o estabelecimento dos implementos de mobilização do terreno (arado, grade, rôlo, pulverizadores ou pranchões) o tempo previsto para a realização das tarefas dependerá, também, das práticas de manejo do solo e das condições dêste. Embora alguns agricultores adotem uma dupla lavratura, possivelmente o mais econômico será uma simples aradura, realizando-se, porém, sempre, uma dupla gradagem: a primeira, logo após a lavra e a segunda, antecedendo à sementeira. Do tempo disponível para o preparo do solo considera-se  $\frac{2}{3}$  ou  $\frac{3}{4}$  para a realização da aradura e  $\frac{1}{3}$  ou  $\frac{1}{4}$  restante, para a gradeação. Essa proporção varia com as velocidades empregadas e a potência utilizada nos tratores, além do tipo do equipamento.

Assim, considerando o tempo útil disponível de 60 dias de 8 horas, ou seja, um total de 480 horas para arar e gradear, pode-se considerar 320 horas ( $\frac{2}{3}$ ) ou 360 ( $\frac{3}{4}$ ) para aradura e 160 ou 120 horas para a gradagem.

Um outro fator a considerar é o da limitação da velocidade que pode ser utilizada, para que a tarefa agrícola seja corretamente realizada. Assim, para a aradura, a segunda velocidade é a indicada, variando esta de 4 a 8 km/h; para gradagem, a marcha é a terceira, com a velocidade variando de 5 a 9,5 km/h. Na sementeira e na adubação, a velocidade pode variar de 4 a 9 km/h.; nos cultivos iniciais, o deslocamento é da ordem de 2,5 a 5 km/h e, nos finais,

pode variar de 4 a 8 km/h. A colheita de cereais miudos pode ser realizada com a velocidade de 3 a 6 km/h e a de milho, de 4 a 6 km/h.

Como não é indicada a velocidade excessiva, também não é aconselhável a marcha reduzida, ou seja, se o arado tiver um dimensionamento que somente possa ser operado com o trator em primeira velocidade, convém reduzir a sua capacidade de corte, porque nessa marcha o consumo de combustível é excessivo, além de maior desgaste das peças do motor.

Conhecendo-se a largura de corte ou de trabalho da máquina e a velocidade de trabalho, pode-se, também, através de gráficos adequados, determinar a área operada em uma hora.

Por exemplo: um agricultor possui uma área de 60 hectares e dispõe de 45 dias úteis (de 10 horas), para a mobilização do terreno. Calcular o equipamento que deve adquirir, considerando a velocidade de 5 km/h, para a aradura e 7,5 km/h para a gradagem, e 75% a 80% os respectivos coeficientes de rendimento.

Utilizando-se 2/3 (dois terços) do tempo de serviço disponível para a aradura (2/3 de 450 h = 300 h) e 1/3 restante (150 h), para a gradeação. O conjunto trator-arado deverá apresentar uma capacidade efetiva de serviço de campo de:

$$C_c = \frac{60}{300} = 0,2 \text{ ha/h.}$$

Recorrendo-se à fórmula:

$$C_c = \frac{V \times L \times 0,75}{10.000}$$

em que  $C_c = 0,2 \text{ ha/h}$ ;  $V = 4.800 \text{ m/h}$ .

Cálculo da largura  $L$  do arado:

$$L = \frac{10.000 \times 0,2}{5.000 \times 0,75} = 0,53 \text{ m}$$

As larguras de corte usadas do arado de aiveca são de 30 cm (12"), 35 cm (14") e 40 cm (16"). Os discos dos arados apresentam o corte em função do diâmetro; assim, os discos de 60 cm (24") de diâmetro têm um corte reco-

mendado de 20 cm (8"); os de 65 cm (26"), um corte de 25 cm (10"); os de 70 cm (28"), um corte de 30 cm (12"); e os de 75 cm (30"), um corte de 35 cm (14").

Como as probabilidades são de que o coeficiente de rendimento de serviço de campo reduza-se, em função dos vários fatores, convém adotar um arado de maior capacidade de serviço do que um de valor exato. Assim, será adotado um arado de 2 discos de 70 cm (28") de diâmetro, que apresenta uma largura de corte ideal de 30 cm para cada disco ou, então, 2 aivecas de 30 cm (12").

Logo, a capacidade efetiva de serviço de campo do conjunto será de:

$$C_e = \frac{5.000 \times 2 \times 0,3 \times 0,75}{10.000} = 0,225 \text{ ha/h}$$

portanto, um valor pouco superior ao calculado inicialmente.

Como foram reservadas 150 horas para a gradagem e esta deve ser dupla, calcula-se, então, o conjunto para operar em 75 horas, para gradear os 60 hectares. A capacidade do conjunto deverá ser de:

$$C_e = 60 \text{ ha} \div 75 \text{ h} = 0,8 \text{ ha/h}$$

$$C_e = \frac{7.500 \times L \times 0,80}{10.000}; \text{ donde:}$$

$$L = \frac{10.000 \times 0,8}{7.500 \times 0,80} = 1,33 \text{ m}$$

No entanto, também para maior segurança, será usada uma grade com corte de 1,50 m (5 pés) ou, mesmo, de 1,80 m (6 pés). Esta última é preferível para uma eficiência maior, que dá ao conjunto capacidade de cêrca de 1 ha/h, permitindo realizar a gradagem da área total em cêrca de 60 horas.

## VI

### INTENSIFICAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO

O uso do trator em maior número de horas anuais, faz com que decresça o preço da hora de custo de sua utilização. Para que tal ocorra é indispensável, em condições normais de operações agrícolas, que o trator seja empregado não só nas tarefas de preparo do solo, como nas demais, até a colheita, além de ser utilizado em outros serviços, na propriedade agrícola. A maquinaria que tiver pouco emprêgo nas condições das explorações, deve ser devidamente examinada, pois representa um capital imobilizado, com pequeno dividendo. Por vêzes, contudo, face ao alto rendimento e tipo especial de serviço que executam, é compensadora a aquisição das máquinas, mesmo sendo de elevado custo, como as enfardadeiras e as colhedadeiras-combinadas.

Para que os equipamentos agrícolas apresentem rendimento satisfatório devem operar em condições propícias. Assim, para os trabalhos de mobilização do solo, bem como para a correta sementeira, adubação, cultivo e colheita, o terreno deve estar livre de tocos, raízes, pedras e outros obstáculos, para que a maquinaria possa se deslocar seguidamente, sem sofrer danos, e, mesmo, que êsses impecilhos não prejudiquem o rendimento das culturas. As condições do terreno que dificultem o deslocamento contínuo do equipamento e, ainda, embuchamentos ou paradas seguidas por outros motivos, podem contribuir para reduzir o rendimento, mesmo em áreas bem extensas, onde o tempo perdido em manobras seja reduzido.

Tanto quanto possível, o agricultor deve procurar uniformizar o terreno onde se pratica o cultivo, para que a superfície fique devidamente nivelada. Os rolos pulverizadores e os pranchões atrelados às grades, na segunda passagem desta, muito contribuem para a sistematização. Nas áreas homogêneas, a distribuição da umidade é mais igual, propiciando uma germinação melhor às sementes e desen-

volvimento maior às plantas, bem como, até certo ponto, oferecendo maior comodidade ao operador, dada à regularização do terreno, onde opera o trator.

Na seleção do modelo, o agricultor, muitas vezes, vê-se na dúvida, entre adquirir um trator de grande potência, ou dois médios ou, então, um médio e outro leve. Somente as condições locais podem orientar essa decisão, porque, se por um lado, dois tratores acarretam o gasto maior de mão-de-obra, por outro, há as vantagens do emprêgo de potência limitada, quando em tarefas em que não seria necessário o uso de toda a força do trator pesado. Porém, em certas áreas, somente os tratores de maior potência conseguem realizar as tarefas no tempo oportuno. Dêste modo, a escolha do tipo de trator, para realizar os trabalhos agrícolas, executados somente quando ocorrem as condições propícias, é uma das etapas básicas no planejamento para o uso econômico dos tratores e equipamentos.

Quanto às marcas do trator e dos equipamentos, é importante observar se as companhias fabricantes dispõem, na região, de representantes capazes de assegurarem, prontamente, a assistência mecânica e de peças, quando necessário. Sob o aspecto da manutenção, é imprescindível que o agricultor possua o "Manual do Operador" e catálogo de peças, de cada máquina.

## VII

### HORAS DE EMPRÊGO ANUAL DA MAQUINARIA AGRÍCOLA

Os fatores de custo do emprêgo da maquinaria agrícola são função do seu uso e da vida útil, ou seja, do número de horas ou anos em que a máquina proporciona serviço, dentro de suas características de rendimento.

O número de horas por ano em que um trator é usado depende de uma série de fatores, entre os quais podem ser destacados:

- a) área agricultável;
- b) tipo de exploração agrícola;
- c) maior ou menor emprêgo do trator, nas diversas operações agrícolas;
- d) potência do trator e sua capacidade de serviço;
- e) período de uso do trator.

Êsses fatores, na prática, estão interligados, porquanto, em geral, o modelo do trator adquirido pelo agricultor deve ser função da área explorável mecanicamente e do espaço de tempo apropriado ao seu uso. Geralmente, na dependência do tipo de exploração agrícola, em áreas maiores, o uso do trator, é, também, mais intenso. Porém, a maior ou menor diversificação do seu emprêgo depende das atividades mecanizáveis na propriedade e de um melhor conhecimento do agricultor em adaptar as suas explorações, para que sejam realizáveis com a utilização do trator.

O preço, por hora de trabalho, é igual à sua taxa fixa anual, total, dividida pelo número de horas em que é usada, e o resultado é somado ao custo operacional horário.

Como os custos de propriedade são fixos, no ano, quanto maior o número de horas em que a máquina fôr usada no período, menor a taxa-hora e vice-versa. Para o caso dos tratores, o ideal será a aquisição de um modelo com força

tal, que seja mantido constantemente em serviço e capaz de realizar, dentro do prazo limite das estações agrícolas, as variadas operações culturais.

Por exemplo: um trator cujo preço de aquisição é de 10 milhões de cruzeiros e cuja taxa fixa de propriedade é de Cr\$ 1.800.000 e um custo operacional, horário, de Cr\$ 2.700. Se êsse trator fôr usado 200 horas por ano, o custo horário de trabalho será de:  $(\text{Cr\$ } 1.800.000/200) + 2.700 = \text{Cr\$ } 11.700$ . E se o uso fôr aumentado para 500 horas anuais, a taxa horária será de Cr\$ 6.300; para 750 horas: Cr\$ 5.100; para 1.000 horas: Cr\$ 4.500.

## PROGRAMAÇÃO DO USO DA MAQUINARIA

Do exposto conclui-se que a programação detalhada do uso da maquinaria agrícola é importante e influencia, diretamente, no custo da produção. Os investimentos na compra de equipamentos somente deverão ser efetuados quando o agricultor estiver seguro de que obterá maiores rendimentos com o seu emprêgo.

A produção agrícola não deve constituir uma aventura baseada em decisões tomadas repentinamente; mas, cumprir um plano, devidamente elaborado, com uma exequibilidade tanto quanto possível próxima da programada, prevendo-se, mesmo, a possibilidade da ocorrência de fatores adversos.

A sistematização do uso da maquinaria deve ser de tal modo que os deslocamentos ociosos dos equipamentos sejam evitados, através da previsão de uma seqüência de operações em áreas vizinhas (se possível), para que as máquinas tenham uma utilização anual maior. Deve ser evitada a aquisição de implementos de maiores medidas, quando o período de realização puder ser devidamente ampliado.

O ideal será a organização de painéis com gráficos ou calendários, para a utilização racional da maquinaria. Nessa programação, serão ordenadas as tarefas agrícolas a serem realizadas e os respectivos locais de execução; o conjunto de máquinas a empregar; o tempo gasto em cada serviço; a equipe necessária de pessoal operacional; e os planos de execução da manutenção preventiva.

A planificação do emprêgo da maquinaria, na execução das tarefas propiciará ao agricultor maiores lucros, a obtenção de elevada produção por área explorada, com redução nos gastos, bem como o livrará da dependência da disponibilidade de mão-de-obra para a produção agrícola; possibilitará, ainda, a realização das práticas criatórias, com reduzida quantidade de obreiros.

Graças ao desenvolvimento alcançado no setor da indústria de máquinas agrícolas é, atualmente, possível ao

agricultor aumentar a sua capacidade de exploração das áreas mecanizáveis; com a utilização das demais técnicas agronômicas, a produção, por área, também pode ser majorada. Com êsses dois fatores conjugados é possível sobrepujar o espectro da fome, que tantas e tão justas preocupações causaram aos sociólogos do século passado. Os atuais técnicos-economistas, ao insistirem nessa tecla, sòmente revelam ignorância dos recursos que a moderna ciência agronômica proporciona aos agricultores, para o aumento da produção.

A batalha dos recursos alimentares só será vencida quando a rotina devastadora dos solos, tão erroneamente repetida desde os tempos coloniais, fôr substituída pelo planejamento adequado do emprêgo da mecanização das atividades agrícolas.

## ESFÔRÇO OPERACIONAL

O trator pode ter sua fôrça ou potência utilizada para movimentar máquinas através da polia ou do eixo de tomada de fôrça, atuando, pois, como um motor estacionário; aproveitar a fôrça ou potência disponível na barra de tração, para rebocar, ou seja, exercer o esforço de tração; ou, pode empregar o eixo da tomada para acionar um equipamento, além de tracioná-lo.

A fôrça disponível no trator é, então, aquela que êle pode desenvolver na polia, no eixo da tomada de fôrça ou na barra de tração. Geralmente, usa-se especificar: a potência no motor e a potência na barra de tração.

Normalmente, a relação entre a potência na barra de tração e na polia é de 75 a 85%, isto é, a potência na barra de tração é de cerca de 75 a 85% da potência da polia, para os tratores de rodas. Nos de esteiras, a relação é de cerca de 80 a 92%. A potência na barra de tração é sempre inferior a do motor, pois o trator consome certa quantidade de energia na transmissão do movimento, no deslocamento de seu pêso e por efeito da derrapagem.

Convém recordar que:

- a) existe trabalho, tôdas as vêzes em que uma fôrça desloca seu ponto de aplicação;
- b) a quantidade de trabalho produzido é igual ao produto da intensidade da fôrça pelo caminho percorrido pelo seu ponto de aplicação;
- c) potência de um motor é o trabalho por êle produzido na unidade de tempo.

Portanto:

$$\text{Trabalho} = \text{Fôrça} \times \text{espaço percorrido};$$

$$\text{Potência} = \text{Trabalho/segundo};$$

$$\text{Potência} = \text{Fôrça} \times \text{espaço percorrido/segundo};$$

$$\begin{aligned} \text{Potência} &= \text{Fôrça} \times \text{velocidade}; \\ \text{Fôrça} &= \text{Potência}/\text{velocidade}. \end{aligned}$$

A unidade de fôrça é o quilograma fôrça (*Kgf*); a unidade de comprimento é o metro (*m*); o trabalho é expresso em quilogrâmetro (*kgm*); e a potência, em quilogrâmetro por segundo (*kgm/seg.*).

A fôrça é inversamente proporcional à velocidade; logo, quanto maior a velocidade do trator, menor o esforço que é capaz de desenvolver e vice-versa.

Um cavalo-vapor é igual a 75 *kgm/seg.*; um horse-power (*h.p.*) é igual a 76 *kgm/seg.* ou 550 libras-pés/seg. ou 33.000 libras-pés/min. Logo, um cavalo-vapor (métrico) é igual a 0,986 horse-power; e um horse-power é igual a 1,014 *c.v.*

Conhecendo-se a potência de um trator e a velocidade na qual êle opera, pode-se calcular a fôrça que é capaz de desenvolver. Sendo a potência dada em *c.v.* e a velocidade em metros/hora, tem-se:

$$F = c.v. \times 75 \times 3.600/V$$

ou 
$$F = c.v. \times 270.000/V;$$

se *V* é considerado em *km/h*

tem-se: 
$$F = c.v. \times 270/V$$

em unidades inglêsas:

$$F = H.P. \times 550 \times 3.600/V \times 5.280$$

a fôrça é dada em libras; a velocidade, em milhas por hora e 5.280 é o fator de transformação de milhas em pés (1 milha = 5.280 pés). Simplificando:

$$F = H.P. \times 375/V$$

## POTÊNCIA DO MOTOR

O motor empregado no trator apresenta vários tipos de potência, conforme o elemento que se considera. Entre estas, destacam-se as potências: teórica, indicada, efetiva, de fricção e alfandegária ou fiscal.

### A — Potência teórica

É a potência desenvolvida pelo motor, se transformar em energia mecânica toda a energia calorífica que lhe é fornecida pelo combustível. Para cálculo da potência teórica deve-se conhecer o consumo de combustível em quilos por hora; o poder calorífico desse combustível, e, conseqüentemente, a quantidade de calorías contida no pêso do combustível consumido; o número de quilogrâmetros equivalentes a esta quantidade de energia calorífica (equivalente mecânico do calor — 1 kgC vale 427 kgm). A potência teórica é obtida dividindo o número de quilogrâmetros fornecidos pelo tempo de funcionamento considerado. Se a potência fôr dada em c.v. deve-se dividir também por 75.

$$\text{Tem-se, então } W_t = \frac{427 \times Q \times C}{3.600 \times 75}$$

em que:

$W_t$  = potência teórica em c.v.

$Q$  = quantidade de combustível consumido  
— kg/hora

$C$  = poder calorífico do combustível  
— Cal/kg

As densidades dos combustíveis usados em motores de tratores são as seguintes: Gasolina, de 0,72 a 0,755; querosene, 0,802 a 0,825; óleo diesel, 0,835 a 0,893.

Poder calorífico: gasolina, de 10.500 C/kg a 11.600 C/kg; querosene, 10.000 a 11.000 C/kg; óleo diesel, 10.000 a 11.000 C/kg.

Por exemplo: calcular a potência teórica de um motor que consome 6,5 litros de gasolina por hora, de 0,75 de densidade e de poder calorífico de 11.000 C/kg.

- a) pêsos do combustível consumido por hora:  
 $6,5 \times 0,75 = 4,875 \text{ kg};$
- b) número de calorías contidas nesse pêsos:  
 $4,875 \times 11.000 = 53.625 \text{ C};$
- c) número de kgm equivalentes:  
 $53.625 \text{ C} \times 427 \text{ kgm} = 22.897.875 \text{ kgm};$
- d) potência teórica:  
 $22.897.875 / 3.600 \times 75 = 85 \text{ c.v. (aprox.)}.$

### B — Potência indicada

Chama-se potência indicada de um motor, a potência disponível sobre o êmbolo ou pistão. É representada, geralmente, por  $W_i$ .

Tem êsse nome, porque os dados para o seu cálculo são obtidos através de indicadores, que permitem estabelecer o diagrama de funcionamento do motor. Portanto, a potência indicada pode ser calculada por intermédio da superfície útil do diagrama ou da sua ordenada média, além dos valores específicos do motor.

Para obtenção do valor da potência indicada interessa conhecer: a pressão efetiva média ( $\text{kg/cm}^2$ ); o comprimento do curso do pistão (m); a área do êmbolo ( $\text{cm}^2$ ); o número de rotações de funcionamento do motor (r.p.m.); o número de cilindros; se o motor é de quatro tempos, como em cada duas voltas do eixo de manivelas há uma combustão, então, o número de rotações deve ser dividido por dois.

$$\text{Logo, tem-se: } W_i = \frac{P \times L \times A \times N \times n}{75 \times 60 \times 2} \quad (\text{em c.v.})$$

Calcular a potência indicada de um motor a quatro tempos, 4 cilindros, de 100 mm de diâmetro do êmbolo e 210 mm de curso. Rotação de trabalho: 1.500 r.p.m.; pressão média:  $9 \text{ kg/cm}^2$ .

$$P — 9 \text{ kg/cm}^2;$$

$$L — 0,21 \text{ m};$$

$$A = (3,14 \times 10 \times 10)/4 = 78,5 \text{ cm}^2$$

$$N = 1.500;$$

$$n = 4$$

$$W_i = 9 \times 0,21 \times 78 \times \frac{1.500}{60 \times 2} \times 4 \times \frac{1}{75} = 98 \text{ c.v.}$$

### C — Potência efetiva

Chama-se potência efetiva de um motor, a potência realmente disponível no eixo de manivelas. Designa-se por  $W_e$ . Como ela é medida no freio dinamométrico, é, também, denominada potência ao freio. Na prática, essa é a potência disponível no motor para utilização, que, no trator é aproveitada para acionar máquinas através da polia ou do eixo da tomada de força ou, então, sofrendo a devida transmissão, é empregada para tração.

O freio dinamométrico mais simples é o de Prony, do tipo de absorção. Consta, essencialmente, de duas sapatas, que abraçam a polia do motor, cuja potência vai ser medida; há dois parafusos especiais que permitem aumentar ou reduzir o atrito das sapatas com a superfície da polia; as sapatas são ligadas a um braço de balança ou alavanca, na extremidade do qual existe um prato, onde se colocam pesos. Chamando de  $F$  a força que atua na polia,  $r$  o seu raio,  $L$  o comprimento do braço e  $P$  os pesos colocados, tem-se que haverá equilíbrio, quando:  $F \times r = L \times P$ ; portanto,

$$F = \frac{L \times P}{r}. \text{ Sabendo-se que } Pot. = F \times Vel.; \text{ e que:}$$

$$Vel. = \frac{2 \times 3,14 \times r \times n}{60} \text{ então:}$$

$$Pot. = \frac{L \times P}{r} \times \frac{2 \times 3,14 \times r \times n}{75 \times 60} = \frac{2 \times 3,14}{75 \times 60} \times L \times P \times n$$

$$Pot = 0,0014 \times L \times P \times n$$

Como o comprimento do braço é uma constante do aparelho, pode-se fazer:  $0,0014 \times L = K$ , e, então:

$$Pot = K \times P \times n$$

Calcular a potência útil de um motor que funciona a 400 r.p.m. ao qual se aplicou o freio com um braço de alavanca de 3 metros e foi necessário colocar 20 quilos para equilibrá-lo.

$$Pot = 0,0014 \times 3 \times 20 \times 400 = 33,6 \text{ c.v.}$$

#### D — Potência de fricção

É a potência necessária para mover o motor a qualquer velocidade dada, sem produção de trabalho útil. É normalmente, medida com um dinamômetro elétrico adequado, o qual aciona ou move o motor. Essa potência representa as perdas por atrito e outros gastos para funcionamento do motor.

A potência de fricção é igual à potência indicada, menos a potência ao freio.

$$Pot_{fr} = W_i - W_o$$

#### E — Potência fiscal ou alfandegária

É a mencionada pelos fabricantes, para efeito de pagamento de taxas.

#### F — Potência massa

É a potência de um motor por quilograma de peso. Massa potência é o peso do motor por c.v.

#### G — Torque de um motor

Expressa o trabalho que, realmente, êsse motor desenvolve. O torque é um momento ou uma força tendente a produzir rotação. Logo, pela fórmula do freio de Prony, o torque é  $= F \times r$  ou  $P \times L$ . Na fórmula da potência ao freio, substituindo  $P \times L$  por  $T$ , tem-se  $P = 0,0014 \times T \times n$ ; ou  $T = Pot/0,0014 \times n$ . O torque é dado em m.kgf.

RENDIMENTOS DO MOTOR

Tôda a energia calorífica utilizada em um motor não é transformada, integralmente, em potência útil no cilindro. Existem perdas de calor e, além disso, o motor gasta energia durante os tempos de admissão, compressão e descarga; daí os rendimentos do motor.

A — Rendimento térmico

É a relação entre a potência indicada e a potência teórica.

$$Rend._t = W_i/W_{th}$$

B — Rendimento mecânico

É a relação entre a potência efetiva ou ao freio e a potência indicada.

$$Rend._mcc = W_o/W_i. \quad \text{Como } W_o = W_i - W_f$$

$$Rend._mec = \frac{W_i - W_f}{W_i}$$

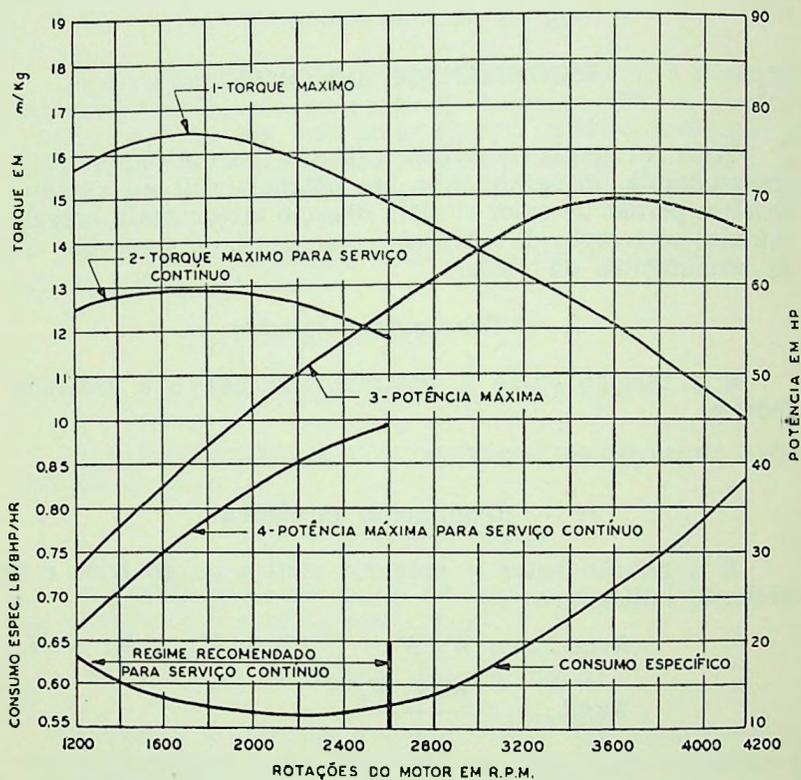
$$Rend._mcc = 1 - \frac{W_f}{W_i}$$

C — Rendimento termo-mecânico

É a relação entre a potência efetiva ou ao freio e a potência teórica.

$$Rend._t.m. = W_o/W_{th}$$

Nos motores a explosão, o rendimento termo-mecânico é da ordem de 20 a 25% e nos motores a óleo diesel, de 30 a 35%.



CURVAS DE TORQUE, POTÊNCIA E CONSUMO DA UNIDADE DE FORÇA WILLYS

## CURVAS CARACTERÍSTICAS

As fórmulas para determinação da potência de um motor e do torque mostram que êstes variam com a sua rotação. Pode-se, por isto, construir curvas que associem os valores da potência e do torque com a rotação, caracterizando o motor, razão pela qual são denominadas curvas características.

Quanto à potência a característica possibilita analisar o funcionamento de um motor nas diversas rotações, determinar as condições do seu emprêgo, bem como conhecer-lhe a potência para uma rotação qualquer, permitindo comparar vários motores entre si.

Para determinar a característica, traçam-se os eixos de coordenadas; nas abcissas, marcam-se as rotações (r.p.m.) e nas ordenadas, as potências (em c.v.). Os pontos estabelecidos permitirão desenhar a curva característica.

Para o traçado da curva característica do torque, podem-se usar outros eixos, porém é muito comum o emprêgo do mesmo gráfico; sômente, na ordenada são estabelecidos valores para o torque, em m.kgf.

**Consumo específico**

É o pêso de combustível consumido pelo motor, por cavalo-vapor-hora. Esse consumo está correlacionado com a rotação de trabalho do motor. Conseqüentemente, pode ser traçada uma curva característica de consumo de combustível, relacionando, então, kg ou g/c.v./hora com r.p.m.

## CONDIÇÕES QUE AFETAM A POTÊNCIA DO MOTOR

A potência disponível no motor do trator e, conseqüentemente, na barra de tração, é medida em condições padronizadas; ou, se não fôrem avaliadas dentro dessas normas, serão corrigidas para os fatores pré-estabelecidos. Quando o agricultor vai utilizar o trator, necessita conhecer como alguns valores podem modificar a potência constante do "Manual do Operador".

São destacados, principalmente, os seguintes fatores: altitude, temperatura, grau de umidade, além da declividade e condições da gleba. Os três primeiros afetam, diretamente, a potência do motor, enquanto os dois últimos exercem influência sobre a força, na barra de tração.

As condições padrão para a medição da potência desenvolvida pelos motores podem ser regidas, quer pelas normas DIN ou pelas características S.A.E. As normas DIN (Deutsche Industrie Norm) estabelecem as correções para as seguintes condições: temperatura ambiente de 20°C, pressão de 736 mm/Hg e umidade relativa do meio ambiente de 60%. As normas S.A.E. (Society of Automotive Engineers) especificam os fatores: temperatura ambiente de 15°C, pressão de 765 mm/Hg e umidade relativa do meio ambiente 0%.

## A — Perdas por altitude

O ar, à medida que se sobe, em relação ao nível do mar, torna-se mais rarefeito e, por isto, menos denso. O ar funciona, no motor, como comburente, por meio do oxigênio que possui e, tornando-se mais leve, contém menos oxigênio. Assim, conforme a altitude, a pressão atmosférica é diferente. Ao nível do mar e a 0°C a pressão, em milímetros de mercúrio, é de 760 mm; porém, a 200 metros de altura do nível do mar cai para 742 mm; a 500 metros, para 716 mm; a 1.000 metros, para 674, etc. No Brasil a altura média das regiões agrícolas mecanizáveis está entre 400 e 700 metros.

A menor ou maior rarefação do ar sendo função da altitude, esta influenciará, diretamente, na potência do motor; tal ação faz-se sentir mais intensamente nos motores a explosão (devido à carburação) que nos do sistema Diesel.

### B — Influência da temperatura

A medida que a temperatura aumenta, também o ar se torna mais rarefeito, influenciando, diretamente, na potência desenvolvida pelo motor.

Para se conhecerem as perdas devido à altitude e à temperatura, existem gráficos ou tabelas, interligando êsses fatores, relacionando as perdas em porcentagem.

TABELA: *Perda de potência, em função da altitude e da temperatura*

Altitude (m)	Motor a carburador O°C	MOTOR A ÓLEO DIESEL			
		O°C	20°C	30°C	40°C
300	5%	—	—	4 %	9 %
400	8%	1 %	2 %	6 %	11 %
500	10%	1,5 %	3,5%	7,5 %	12,5%
600	12%	2 %	5 %	8,75%	14 %
700	14%	2,5 %	6,5%	10 %	15,5%
800	16%	3,25%	8 %	11,25%	17 %
900	18%	4 %	9 %	12,5 %	18 %
1.000	20%	5 %	10 %	13,75%	19 %

### C — Influência do grau de umidade

O grau de umidade influencia, também, em função da temperatura, porém sua ação é bem menor do que a da altitude; assim, para 70% de umidade do ar, a 35°C a perda é de 0,5%; para 80% de umidade, a 26,5°C a perda é de 0,5%; a 32,5°C é de 1%; e a 38,75°C é de 1,5%; para 90% de umidade do ar, a 23,75°C a perda é de 0,5%; a 27,5°C é de 1%; a 31,25°C é de 1,5%; a 35°C é de 2%; a 38,75°C é de 2,5%.

Por exemplo: calcular as perdas de um motor diesel com 40 c.v. de potência efetiva, quando trabalhando a uma altura de 800 metros, temperatura ambiente de 30°C e umidade relativa do ar de 80%. Perda devido à altitude e temperatura: 11,5%; perda devida à temperatura e umidade do ar: 1%; total das perdas 12,5%. Capacidade do motor, no local de trabalho:  $40 \times (100 - 12,5) = 35$  c.v.

## D — Declividade

Os testes do trator são efetuados em pistas planas; conseqüentemente, se êle fôr trabalhar em áreas com declividade, sua capacidade de esforço será menor do que a calculada através dos valores fornecidos em catálogo.

Para subir uma rampa, a força necessária do trator é igual ao seu pêso, em quilos, vêzes o seno do ângulo formado pela encosta. Como, normalmente, a declividade é dada em porcentagem, o valor do seno do ângulo é, então, substituído pela quantidade de pendente, em centésimos. Praticamente, êste coeficiente é, também, adotado quando o trabalho é realizado em curva de nível. Há, portanto, uma perda de força de tração, proporcional ao pêso do trator e à declividade da encosta.

O valor desta perda é um por cento (1%) do pêso do trator, para cada um por cento (1%) de declive; ou, o trator perde 10 quilos do seu esforço tratório para cada tonelada de pêso, para cada um por cento de declive.

Convém observar que os trabalhos devem ser realizados sempre em curva de nível, não só para diminuir o gasto de combustível, como, também, para preservar o terreno contra a erosão.

## E — Resistência ao rolamento

Pode-se definir resistência ao rolamento como a força que tende a retardar o movimento de deslocamento das rodas sôbre o terreno, devido às deformações oferecidas pelo solo ao rodado.

A resistência ao rolamento é expressa em coeficientes que significam a perda em quilogramas força em relação ao pêso do trator em quilos. É considerada como a força em quilogramas, paralela ao plano do terreno, necessária para mover um quilo do veículo dado.

A fórmula que relaciona a resistência ao rolamento com o pêso do trator é:

$$R = K_r \times P$$

em que:

$R$  — é a resistência ao rolamento do veículo em kg;

$K_r$  — é o coeficiente de resistência ao rolamento;

$P$  — é o pêso do veículo, em kg.

Alguns autores adotam o valor do coeficiente em quilos por tonelada; conseqüentemente, também o peso do trator deve ser considerado em toneladas.

O coeficiente de resistência ao rolamento depende, principalmente, das condições do terreno, do tipo de equipamento utilizado, no caso de tratores, se de esteiras, rodas de ferro ou de pneumáticos (para êste último da deflexão da superfície do pneu) e da velocidade de deslocamento.

O coeficiente de resistência é diretamente proporcional à penetração das rodas ou esteiras. Pode-se adotar, praticamente, o valor aproximado de 6 kg para cada tonelada de peso do trator, ou 0,006 por quilo, para cada centímetro de penetração. Sobre um terreno de condições boas de piso resistente, o coeficiente de resistência ao rolamento é de maior importância para os tratores de esteiras que para os de rodas, em face de seu peso e das uniões das sapatas; contudo, quando o terreno permite a penetração dos pneus, a resistência ao rolamento é menor para as esteiras que para as rodas, em conseqüência, logicamente, da menor penetração das esteiras.

Para os tratores são utilizados os seguintes valores de coeficientes de resistência ao rolamento — em kg/kg.

TIPO DO TERRENO OU CONDIÇÕES DA SUPERFÍCIE	Rodas	Esteiras
Estradas — concreto uniforme.....	0,05 a 0,07	—
terra compactada.....	0,06 a 0,08	0,05 a 0,08
Terreno — de pasto.....	0,10 a 0,12	0,06 a 0,07
arado.....	0,12 a 0,15	0,08 a 0,09
gradeado.....	0,16 a 0,18	0,08 a 0,10

É importante realçar que a resistência ao rolamento será menor para pneumáticos mais largos, quando estão submetidos à mesma carga, penetrando, pois, menos no solo, do que para pneumáticos estreitos. Por esta razão, empregam-se pneus de larguras maiores em trabalhos de lavoura arrozeira irrigada.

Para os trabalhos do trator, podem-se considerar três condições principais: *boas*, quando os terrenos já foram bem trabalhados, isentos de pedras, tocos, raízes, buracos, sulcos de erosão, etc., enfim, sem obstáculos que impeçam o bom deslocamento do trator, adotam-se os coeficientes de 0,10 para aradura e 0,12 para a gradagem; *regulares*, áreas já

trabalhadas, apresentando, porém, alguns tocos, raízes, poucas pedras, alguns sulcos de erosão, terrenos mais soltos, etc., serão adotados os coeficientes de 0,12 para aradura e de 0,15, para gradagem; *ruins*, em que o trabalho do trator é difícil, com areia, pedras soltas, lamacento, superfície muito irregular e pegajosa, etc. serão considerados os coeficientes de 0,15 para aradura e 0,18 para gradagem.

### F — Eficiência de tração

É a relação entre a potência na barra de tração e a potência disponível no motor. É a avaliação da eficiência com que os elementos de tração transformam o torque do motor (par de torção axial) em um esforço linear resultante na barra de tração. A eficiência de tração refere-se, pois, à conversão da energia.

As perdas por transmissão, que se realizam até que a potência desenvolvida pelo motor no volante, seja utilizada no acionamento das rodas motrizes, bem como as perdas da energia necessária à própria propulsão do trator, são as que determinam a eficiência da tração.

### G — Esforço resistente dos equipamentos

Tôdas as máquinas necessitam de energia motora para serem acionadas; o mesmo ocorre para os equipamentos agrícolas. A potência para que realizem trabalho está em função da largura de serviço, da profundidade de corte e de um fator de resistência específico para cada tipo de solo.

#### 1 — Arado

Para um arado deve-se considerar a largura de corte de cada disco ou aiveca, a profundidade da aradura e o fator de resistência do solo.

A profundidade de trabalho pode variar, dependendo, principalmente, das condições do terreno, da altura da camada superficial e do grau de umidade. A profundidade está também relacionada com o tipo de aradura adotada na região, podendo ser rasa, quando vai até 15 cm; média ou regular, de 15 a 25 cm; e profunda, de 25 a 35 cm. Abaixo dêste último valor considera-se, no Brasil, como subsolagem.

É interessante lembrar que a profundidade é independente da largura no arado de aiveca, enquanto no de disco é relacionada.

A resistência do solo, que interfere no esforço requerido pelo arado é referida em quilos por decímetro quadrado ( $\text{dm}^2$ ), isto é, a resistência que o solo oferece, em quilos, numa área de corte de 1 (um)  $\text{dm}^2$ , ou seja, uma leiva com 1 (um) dm de largura e 1 (um) dm de profundidade. Este fator é variável com a constituição física do solo, com a sua estrutura, com a maior ou menor quantidade de matéria orgânica nêle existente, com o grau de umidade, o tipo de vegetação e se é ou não um terreno já bem mobilizado.

Na prática, a determinação do fator de resistência do solo é medida para uma certa profundidade e largura e, então, depois calculada para 1 (um)  $\text{dm}^2$ . Alguns autores usam êsse coeficiente em  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ; neste caso, a profundidade e a largura são tomadas em cm.

Pode-se adotar, como referência, a tabela abaixo, para resistência dos solos:

TIPO DE SOLO	Quilos de resistência por $\text{dm}^2$
Arenoso.....	20 a 30
Barro arenoso.....	25 a 45
Barro limoso.....	35 a 50
Barro argiloso.....	40 a 60
Argiloso.....	50 a 80
Argiloso-pesado.....	80 a 100
Massapé.....	100 a 120

Seja, por exemplo, calcular a resistência oferecida por um arado de dois discos, de 66 cm de diâmetro, com um corte de 25 cm de largura e 200 cm de profundidade, num terreno cuja resistência do solo é de 60  $\text{kg}/\text{dm}^2$ .

$$R_s = 60 \text{ kg}/\text{dm}^2; P = 2 \text{ dm}; L = 2,5; N = 2$$

$$R_t = 60 \times 2 \times 2,5 \times 2 = 600 \text{ kg}$$

Há, ainda, dois outros fatores que influem no aumento da resistência do arado: a declividade e as condições do terreno. A declividade influi, como no trator, em função do peso do arado, ou seja, há um acréscimo de 1% (um por cento) para cada quilo de peso do arado. Os acréscimos devidos às condições do terreno também são os mesmos, ou seja, 0,10 para condições boas, 0,12 para regulares e 0,15 condições ruins.

Com êstes elementos pode-se calcular o arado que um determinado trator tem capacidade de tracionar; se um tra-

tor tem força suficiente para tracionar um arado, em determinadas condições; ou qual o trator necessário para tracionar, em situação específica, um arado pré-estabelecido para executar um serviço, em certo período.

*Problema:* Calcular se um trator, com motor diesel, de 35 c.v. na barra de tração, tem força suficiente para tracionar, em segunda velocidade — 4,5 km/h, um arado de três discos de 66 cm de diâmetro, numa profundidade de 20 cm, largura de corte de 30 cm, num terreno de condições regulares, situado a uma altitude de 500 m, temperatura média de 30°C, com declividade de 6%, e resistência igual a 70 kg/dm<sup>2</sup>. Pêso do trator: 1.500 kg e do arado, 750 kg. Força desenvolvida pelo trator, na barra:

$$F = 35 \times 75 \times 3.600/4.500 = 2.100 \text{ kgf}$$

Perdas: por altitude, motor diesel 30°C — 7,5% de 2.100 ....	157
condições do terreno — 0,12 × 1.500 .....	180
declividade — 6 × 0,01 × 1.500 .....	90
Total .....	427

Força disponível no trator: 2.100 — 427 = 1.673 kgf.

Resistência oferecida pelo arado:

$$R_t = 70 \times 3 \times 2 \times 3 = 1.260 \text{ kgf}$$

Acréscimos pelas condições de terreno: 0,12 × 750 .....	90
por declividade: 6 × 0,01 × 750 .....	45
Total .....	135

Resistência real do arado: 1.260 + 135 = 1.395 kgf.

O trator tem força suficiente para tracionar o arado. Todavia, nunca se consideram êsses valores estritamente e sim com certa margem de segurança, porque o trator tem que tracionar o pêso do arado, as condições do terreno podem piorar, a resistência do solo, aumentar, etc. Adota-se a margem de segurança de 10 a 20%, conforme os fatores sejam mais ou menos variáveis, ou se o arado é de tração rebocada ou do tipo acoplado, com levantamento hidráulico.

Essa margem pode ser acrescida na resistência oferecida pelo arado ou subtraída da força disponível no trator: a diferença entre uma e outra é bem pequena. Assim, tomando-se 20% sobre a força do trator (1.673 kgf) ter-se-á 334,6 kgf; logo, a força com que se contará, no trator, prevendo a margem de segurança, será de 1.338,4; será, por-

tanto, uma margem muito alta; contudo, a diferença está bem próxima de 15%, ou sejam  $(1.673 \times (100 - 15) = 1423)$ .

Não é recomendável que o trator tenha um grande excesso de força, porque o agricultor estará perdendo potência do trator, que representa gasto de combustível.

## 2. *Grade*

A grade a ser tracionada deve estar, também, de acordo com a força disponível no trator. Nas grades para tratores, os diâmetros dos discos podem variar de 40 a 60 cm (16" a 24") apresentando a largura de corte de 1,50 m a 3,60 m (5 a 12 pés) e tendo, em geral, de 20 a 40 discos, quando em tandem (duas linhas com quatro secções).

Há uma série de fatores que influem na resistência oferecida pela grade à tração, entre eles o tipo, o tamanho e a profundidade de penetração, profundidade esta que, em parte, é função de seu ângulo de travamento, de seu peso e da umidade do solo.

Podem-se adotar como valores médios, para uma grade de discos, em tandem, a resistência de 180 a 240 kgf/m de largura de corte, dependendo das condições do solo e do ângulo de travamento da grade, ou sejam, 60 a 80 kgf/pé de largura de trabalho.

Para o cálculo da força de tração utiliza-se a terceira velocidade, de modo que o esforço tratório é menor.

Conhecidos os esforços oferecidos pelos equipamentos, pode-se, então, calcular a potência necessária ao trator. Este problema surge quando o agricultor dispõe de uma área e deseja saber quais as máquinas que deve adquirir, para poder mobilizar a sua propriedade, dentro dos limites de tempo das condições favoráveis para preparo e semeadura.

## XIV

### CUSTO DE UTILIZAÇÃO

Para apuração do custo das operações agrícolas, o lavrador deve anotar tôdas as despesas efetuadas com combustíveis, lubrificantes, preço dos sobressalentes e da mão-de-obra para reparos, cômputo da amortização do capital, horas de emprêgo do trator, etc., para poder, então, depois de colhido e vendido o produto, saber se obteve ou não lucro compensador com o emprêgo da maquinaria agrícola. Um caderno, caderneta ou fichas para registro de tôdas as observações, despesas e trabalhos efetuados pelo trator e implementos, é importante e necessário.

Algumas vêzes, pode o Técnico ser chamado para opinar se é lucrativo ou não o emprêgo do trator e equipamentos em determinada região, para uma certa cultura. Ou ser solicitado para estimar o valor da maquinaria de uma propriedade, para fins de venda ou penhora. Embora o mais certo seja o método da contabilização das despesas anotadas, para um valor real do custo de operação, habitualmente, contudo, empregam-se fórmulas que estão devidamente comprovadas, na prática.

Sendo o preço do trator mais elevado que o dos equipamentos, é realçado o custo de utilização daquele, em relação às demais máquinas. Porém, o lavrador necessita imbuir-se, seguramente, da idéia de que a agricultura é investimento e, portanto, qualquer empate de capital deve apresentar o lucro correspondente. Efetuando o agricultor uma despesa com a aquisição de implementos, deve preocupar-se em amortizar essa parcela.

Os custos do uso da maquinaria incluem:

- A — Despesas fixas ou de propriedade, que são as seguintes: 1) depreciação; 2) juros; 3) taxas; 4) seguro; e, 5) abrigo ou galpão.
- B — Despesas operacionais: 1) combustível; 2) lubrificantes e lubrificação; 3) reparos; e, 4) salário do operador.

Conhecendo o preço horário do uso do trator e dos equipamentos de trabalho, pode-se calcular, sabendo seus rendimentos, o custo da unidade de área trabalhada ou de produção.

O custo de uso da maquinaria agrícola é função, inicialmente, do preço de aquisição e, posteriormente, do uso e vida de cada máquina. Por conseguinte, far-se-á preliminarmente, uma análise desses dois quesitos.

Convém observar, contudo, que se um agricultor obtiver, por exemplo, um financiamento de quatro anos, para aquisição do trator, a amortização desse capital não será função de tal tempo, mas da vida útil da máquina.

## USO ANUAL DOS TRATORES AGRÍCOLAS

As máquinas agrícolas diferem das industriais por vários fatores, dentre os quais se destaca o de seu uso anual limitado. Em algumas propriedades, contudo, os tratores e carretas são empregados durante, praticamente, todo o ano, devido à diversidade de operações, incluindo transporte de operários.

Na vida útil da máquina — que é o tempo, em horas ou anos, em que a máquina proporciona serviço, dentro de suas características de rendimento — ela será empregada, anualmente, em determinado número de horas.

A duração da máquina em serviço será função dos cuidados dispensados na realização da manutenção, do uso correto, tarefas e condições nas quais são empregadas, e, até certo ponto, das qualidades do material de que é construída.

Pode-se considerar que um trator, com manutenção preventiva realizada corretamente, tem uma vida útil em torno de 8 a 12.000 horas sem a necessidade de uma reforma geral. Estima-se que um trator deve prestar trabalhos de 600 a 1.200 horas anuais; conseqüentemente, terá uma vida útil de 6 a 15 anos. Em média, admite-se um uso anual de 800 a 1.000 horas, com vida útil de 8 a 12 anos.

Os arados e as grades têm a vida de uso média de 2.000 horas, e um uso anual de 200 a 400 horas; as semeadeiras e as adubadeiras, uma vida útil de 1.200 horas, com um uso anual de 100 horas; uma máquina colhedeira, 2.000 a 2.500 horas de vida útil, com uso anual de 200 a 250 horas; uma carreta, 5.000 horas de vida útil.

Como os custos anuais de propriedade são fixos, quanto maior o número de horas em que a máquina fôr usada no período, menor o custo de propriedade por hora, e vice-versa.

O uso anual depende da área agricultável, do tipo de exploração; da intensidade do emprêgo, que está subordinado

ao maior ou menor uso do trator nas várias tarefas agrícolas; do tamanho da propriedade e das condições climáticas locais.

A fórmula que dá o custo, por hora, de trabalho da máquina, em função do seu uso anual, é:

$$C h = \frac{C f}{x} + C_o$$

em que:

$C h$  = custo horário, de trabalho, da máquina;

$C f$  = custo fixo, anual, total;

$x$  = número de horas em que a máquina é usada, no ano;

$C_o$  = custo operacional, horário.

Seja, por exemplo, um trator (médio) de preço inicial de dez milhões de cruzeiros, cujo custo de propriedade anual é de Cr\$ 2.200.000 e operacional horário, de Cr\$ 2.700; se esse trator fôr usado somente 200 horas, por ano, o seu custo de trabalho horário será de:

$$C h = (2.200.000/200) + 2.700 = \text{Cr\$ } 13.700$$

Pode-se estabelecer uma comparação com outro trator (maior) com custo inicial de Cr\$ 15.000.000 e, adotando a mesma proporção do custo fixo (22%), tem-se Cr\$ 3.300.000 anuais; e uma despesa operacional de Cr\$ 3.200, se êle fôr usado apenas 200 horas, o seu custo horário será de  $(3.300.000/200) + 3.200 = \text{Cr\$ } 19.700$ .

USO DE:	CUSTO HORÁRIO	
	Trator médio	Trator maior
200 horas.....	13.700	19.700
250 horas.....	11.500	16.400
300 horas.....	10.033	14.200
400 horas.....	8.200	11.450
500 horas.....	7.100	9.800
600 horas.....	6.366	8.700
750 horas.....	5.633	7.600
800 horas.....	5.450	7.325
900 horas.....	5.144	6.866
1.000 horas.....	4.900	6.500
1.200 horas.....	4.533	5.950

Analisando os custos horários, para os dados obtidos, observa-se que, à medida em que aumenta o número de horas de uso, diminui o preço de custo da hora do trator.

Para uma questão de programação de uso do trator, pode-se verificar que, se o agricultor escolher um trator maior, de preço mais elevado, terá que usar ainda mais esse trator, para que o custo horário seja menor. Assim, observa-se que o custo fixo anual do trator menor de 200 horas, equivale a mais de 300 horas do trator maior; 400 horas, a mais de 600 horas; 500, a mais de 800 horas e, assim sucessivamente. No cômputo total, pode-se adotar a relação de 500 para cêrca de 900 horas. Portanto, o agricultor, ao selecionar um trator, deve observar, criteriosamente, o fator preço do custo horário, tomando em consideração, logicamente, outros itens, além da questão do maior número de horas possíveis, destacadamente a questão relativa à necessidade de operação agrícola, em face da limitação da época oportuna de trabalho.

## DESPESAS FIXAS

## 1. Depreciação

Com o uso da máquina em serviço e com o decorrer do tempo, suas partes vão sofrendo desgaste, além da ação da ferrugem e da corrosão pelos agentes externos, danos acidentais e, mesmo, uma desatualização. Geralmente, êsse desgaste é maior nas peças móveis ou ativas. Porém, todo o conjunto está submetido, com o passar dos anos, a um desgaste, que é refletido na sua depreciação ou desvalorização.

Para a determinação dessa desvalorização são empregados vários métodos; alguns autores consideram essa depreciação constante para cada ano de vida da máquina e, outros, estimam uma desvalorização maior (em porcentagem) nos primeiros anos e menor no período final.

A desvalorização é encarada para efeitos de estimativas de valores de revenda ou de avaliação de patrimônio, bem como para fins taxativos ou de venda da propriedade agrícola e de seus bens.

Para o cálculo do custo horário do uso da máquina considera-se a amortização do capital investido na aquisição, que é a depreciação, mais uma taxa de juros.

No uso dos métodos de desvalorização, para cálculo da depreciação anual, há duas considerações que podem ser feitas, acêrca do valor da máquina, após a sua vida útil; uma, efetuar a sua depreciação até zero, admitindo, portanto, que, após o seu emprêgo integral o valor financeiro é nulo; a segunda, dar um preço de sucata ou comercial de uma determinada porcentagem do custo inicial. Geralmente adota-se o valor de 10%; contudo, podem-se considerar outros valores maiores (20 a 30%), ou menores (7,5 a 5%). Pode-se, ainda, adotando como taxa fixa a vida útil do trator em 10 anos, estabelecer os seguintes valores de sucata ou revenda: para um uso anual de 1.200 a 1.500 h — 7,5% do custo inicial;

de 1.000 a 1.200 h — 10%; para 800 a 1.000 h — 20%; para 600 a 800 horas, 25%; e 500 a 800 horas — 30% do custo inicial.

Os métodos usados para a estimativa da depreciação são vários, porém os mais empregados são: A — Valor estimativo; B — Linha reta; C — Depreciação variável.

Para o cálculo de amortização do capital investido, são empregados: A — Juros simples; B — Juros compostos; e, C — Tabela Price.

#### A — *Valor estimativo*

Como o nome está indicando, êste método é baseado na atribuição, pelo agricultor, de um valor à máquina, objetivando a sua revenda. A estimativa depende da conservação do estado da máquina, do número de anos de vida e de um exame, pelo comprador, das condições de funcionamento da máquina. Contudo, são sugeridas as seguintes porcentagens, médias, do valor sobre o custo inicial: 1.º ano — depreciação de 25 a 20%, ou seja, um valor de 75 a 80% do custo inicial; 2.º ano — 40 a 35%, portanto, 60 a 65% do valor do custo inicial; 3.º ano — 50 a 45%, ou sejam, 50 a 55%; 4.º ano — 60 a 50% de desvalorização, portanto, 40 a 50%; 5.º ano — 70 a 60%, isto é, 30 a 40% do custo inicial; 6.º ano — 80 a 70%, ou seja, 20 a 30%; 8.º ano — 90% de desvalorização, ou seja, 10% do custo inicial.

Observa-se, pois, que, geralmente, a máquina sofre uma depreciação de cerca de 50% entre o 3.º e 4.º ano. Aliás, êsse valor é, também, considerado mesmo para uma vida maior, ou seja, 10 ou 12 anos.

Há dois critérios a seguir, na determinação do valor estimativo: um, calcular o preço em função do custo inicial; outro, referir-se êsse valor em função do preço da época; ou seja, se o preço de um trator novo se elevar, subirá, também, o valor dos tratores usados, em proporção aproximada.

#### B — *Método da linha reta*

Êste método reduz o valor da máquina, de uma quantidade igual, cada ano, durante sua vida útil, ou seja, a depreciação é constante; então, a máquina se desvaloriza na mesma proporção, quer nos primeiros, quer nos anos finais de seu emprêgo.

Na utilização do método da linha reta, deve-se ponderar se o valor de sucata ou residual é nulo, ou se alguma porcentagem sobre o custo inicial é considerada. No primeiro

caso, divide-se os 100% pelo número de anos estimados de vida, obtendo-se, para cada ano de uso, uma porcentagem constante. Admitindo-se um valor comercial ou de sucata de 10%, os restantes 90% são divididos pelo número de anos de uso, para fornecerem a porcentagem de depreciação em cada ano. Para um valor de 20% de sucata, dividem-se os 80% restantes, pelo número de anos de vida, a fim de se obter a taxa de depreciação; e, assim, sucessivamente.

Para um trator com vida estimada de seis (6) anos, com depreciação de 90% do custo inicial, haverá, em cada ano, uma depreciação de 15% ( $90 \div 6 = 15$ ), ou seja, no 1.º ano de uso, seu valor será de 85% do custo inicial; no 2.º ano, de 70%, etc.

### C — Método da depreciação variável

O método pela depreciação variável, ou da porcentagem fixa, desvaloriza a máquina na mesma porcentagem do valor restante, cada ano. Acarreta, pois, uma redução maior do valor, durante os primeiros anos de vida da máquina e um decréscimo da taxa de depreciação nos últimos anos de vida útil.

Esse método pode ser empregado quando se tornar necessário calcular o valor da máquina, para fins de revenda ou avaliação de valor patrimonial.

A fórmula empregada para determinar a taxa ou porcentagem para reduzir o valor de aquisição ao valor de revenda ou residual, no fim da vida estimada de serviço, é a seguinte:

$$r = 1 - (S/C)^{1/a}$$

onde:  $r$  — taxa de porcentagem anual de depreciação;

$S$  — valor de revenda ou de sucata;

$C$  — preço de aquisição;

$a$  — vida total em serviço, em anos.

Assim, para 5 anos, a taxa é de 40%; para 6 anos, de 33,33%; para 8 anos, de 25%; para 10 anos, de 20% e para 12 anos, de 16,66%.

O valor "V" da máquina, ao final de um número qualquer de anos ( $n$ ) durante a sua vida útil de serviço, é calculado pela fórmula:

$$V = C (1 - r)^n$$

Assim, se a máquina custou 100, e a taxa de depreciação é de 20% (10 anos), ao fim do 4.<sup>o</sup> ano o valor da máquina será:

$$100 (1 - 0,2)^4 = 100 (0,4096) = 40,96\%$$

ou seja, no fim do 4.<sup>o</sup> ano a máquina terá um valor de 40,96% do custo inicial.

Com efeito, considerando uma vida de 10 anos, e, portanto, uma taxa de 20%, ter-se-á, no 1.<sup>o</sup> ano, um valor de 80% do custo inicial; no 2.<sup>o</sup> ano, o seu valor será de 64% do custo inicial, isto é, uma depreciação de mais 16% (20% de 80); no 3.<sup>o</sup> ano, um valor de 51,20%, com uma depreciação de mais 12,80% (20% de 64); no 4.<sup>o</sup> ano, um valor de 40,96%, com um acréscimo na depreciação de mais 10,24% (20% de 51,20).

Este método, como o do valor estimativo, também deprecia mais a máquina (maiores porcentagens) nos primeiros anos de vida do que nos últimos.

## 2. Amortização

Os juros do capital inicialmente empregado na aquisição da maquinaria, ou os juros que o agricultor deve pagar, juntamente com o empréstimo para a compra, constituem, como a amortização do capital, despesa fixa e independem, portanto, do maior ou menor uso da máquina.

Essas despesas são levadas em conta na determinação do custo por tempo de trabalho, porém não são computadas para efeito de valor avaliável de revenda ou patrimonial.

Para cálculo dos juros e amortização do capital, pode-se adotar a fórmula: a) juros simples; b) juros compostos; e, c) tabela Price.

### a) *Juros simples*

A fórmula que dá a despesa de juros anual, tomando em consideração a taxa de juros, é o valor médio da máquina, obtido somando ao custo inicial, o valor estimado de sucata e dividindo esta soma por dois (capital médio):

$$J = \frac{(C + S)}{2} \times i$$

em que:

- J* — despesas de juros, anual;
- C* — custo de aquisição;
- S* — valor comercial, de sucata;
- i* — taxa de juros.

Exemplo: Certa máquina custou Cr\$ 5.000.000 e o valor de sucata é de 10% do seu custo inicial, ou sejam, Cr\$ 500.000; o investimento médio será de:  $(5.000.000 + 500.000)/2 = 2.750.000$ . Considerando os juros anuais de 12%, ter-se-á:  $Cr\$ 2.750.000 \times 0,12 = 330.000$ , o que resulta numa taxa média de 6,6% sobre o custo inicial.

Alguns técnicos preferem calcular os juros, em cada ano, em função do valor comercial atual da máquina, ou seja, deduzida a taxa de depreciação; contudo, êsse valor não representa um fator médio, mas, ao contrário, um dado variável, a cada ano.

Adotando o método de depreciação da “Linha Reta” a importância encontrada para o valor dos juros, pela fórmula acima, é a despesa média, como se o agricultor pagasse juros sobre a dívida restante, após cada ano.

As taxas consideradas no País, para os diversos investimentos, variam com o tipo destes e, para a maquinaria agrícola podem-se adotar taxas de juros de 12% a 24% anuais. Tomando a média de 18%, ter-se-á uma taxa de 9,9% do capital inicial.

#### b) *Juros compostos*

O método dos juros compostos prevê uma depreciação de importância igual em amortizações, como se o capital inicial fôsse investido a juros compostos, em outra atividade. Por êste método a despesa de depreciação anual é a soma das importâncias iguais, pagas ao “fundo amortizável” e os juros compostos usufruídos pelo capital nesse fundo.

Nesse “método” a soma das despesas de desvalorização e despesas de juros de investimento são constantes em todos os anos de vida útil da máquina. Por esta razão, o “método dos juros compostos” é indicado para determinar o custo unitário de operação; êle não é adaptável para fins de avaliação comercial, porém dá um valor real, mais aproximado, para o proprietário, do investimento e do preço do emprêgo da máquina no serviço.

Para uso da fórmula para cálculo da soma do capital e dos juros é empregado o logaritmo; portanto, é dada preferência ao uso de tabelas que dão os valores em função do número de anos e das taxas.

#### c) *Tabela Price*

O método de amortização através do emprêgo da “Tabela Price” difere do de “Juros capitalizados” porque, para aquêle

a dívida é paga em prestações, anuais ou mensais, tôdas iguais. Portanto, há uma parte que deve ser deduzida da dívida a cada ano ou mês. No método de "juros capitalizados", o cálculo é feito como se a soma da dívida e juros fôsse resgatada no final do período.

Também para a "Tabela Price" são mais empregadas as tabelas do que os cálculos através de fórmula.

A título de exemplo, pode-se estabelecer o cálculo da amortização e juros com o emprêgo do método da "Linha Reta" com juros simples e o da amortização pela "Tabela Price".

Seja um trator, cujo custo de aquisição foi de Cr\$ 10.000.000, com uma vida útil estimada em 10 anos, atribuindo-lhe um valor de sucata de 10% e juros de 12% ao ano.

1) Método da Linha Reta:

a) Depreciação anual:

$$(10.000.000 - 1.000.000)/10 = \text{Cr\$ } 900.000$$

b) Juros do Investimento:

$$\frac{(10.000.000 + 1.000.000)}{2} \times 0,12 = \text{Cr\$ } 660.000$$

c) Soma da depreciação e juros:

$$900.000 + 660.000 = \text{Cr\$ } 1.560.000.$$

2) Amortização pela Tabela Price:

Fator "a" da Tabela Price: 14,35 (para cada Cr\$ 1.000):

a) Amortização mensal:  $14,35 \times 9.000 = 129.150$ ;

b) Amortização anual:  $129,150 \times 12 = 1.549.800$ .

Como se pode observar, o método de depreciação da "Linha Reta" e a adição posterior dos juros é de emprêgo mais simples, utilizável mesmo por pessoas que não possuam uma certa base técnica.

### 3. Taxa

Se houver pagamento de taxa, em função da propriedade da máquina, ou mesmo impostos em razão da existência desta, deve ser creditado sobre o custo fixo da máquina.

Essa taxa ou imposto é variável para as diversas regiões do país, em torno de 3 a 5% do custo inicial.

#### 4. Seguro

Embora não seja muito comum o hábito do agricultor realizar seguro, essa parcela é, normalmente, incluída no cálculo do uso da máquina, porque a sua adoção é recomendada e obrigatória, quando a máquina é adquirida sob financiamento.

Normalmente, o seguro é realizado contra riscos de incêndio, danos por acidentes e seguro do operador. A taxa é estimada sobre um valor depreciativo da máquina, que varia de 80% do custo inicial, no 1.º ano, até 10% no último ano, dando, portanto, a média em torno de 50 a 45%. Considerando o prêmio de 2% sobre o valor estimativo, pode-se, portanto, adotar a taxa média de 1 a 1,5% sobre o valor do custo de aquisição, como parcela de despesa anual de propriedade.

#### 5. Abrigo ou galpão

Considera-se, neste item, a existência de um galpão construído especialmente para abrigar a maquinaria; conseqüentemente, a despesa realizada com a construção deve ser amortizada e adicionada ao preço de custo do uso do equipamento agrícola. O tempo de duração de um galpão é, normalmente, superior ao da máquina; por isto, é mais distribuída a sua amortização.

Embora o mais correto fôsse o cálculo sobre a despesa de construção do abrigo, normalmente, é usada uma taxa anual, variável, conforme os autores, de 1 a 3% sobre o custo inicial da maquinaria.

#### 6. Porcentagem das despesas fixas

Os custos totais de propriedade de uma máquina podem ser expressos, portanto, como uma porcentagem de seu custo original e neles estão incluídas as parcelas de depreciação, juros do investimento, seguro e abrigo.

Empregando o método da depreciação da "Linha Reta", considerando um valor de sucata de 10% e a vida útil estimada de cada máquina, pode-se, então, estabelecer uma tabela para os diversos equipamentos agrícolas.

Assim, para a máquina com uma vida útil estimada em 10 anos, o valor comercial residual de 10%, a porcentagem dos custos de propriedade sobre o custo inicial seria de:

a) depreciação .....	9 %
b) juros (18% ao ano)	9,9%
c) seguro .....	1,5%
d) abrigo .....	1,6%
Total .....	<u>22 %</u>

Pode-se, adotando as mesmas taxas, e considerando vários períodos de vida útil estimada das máquinas, estabelecer a seguinte tabela:

VIDA PROVÁVEL	Amortização sôbre o custo inicial
4 anos.....	35,5 %
5 anos.....	31 %
6 anos.....	28 %
8 anos.....	24,25%
10 anos.....	22 %
12 anos.....	20 %
15 anos.....	18 %
20 anos.....	17,5 %

## DESPESAS OPERACIONAIS

Os custos de operação ou operacionais são os que aparecem devido ao funcionamento da máquina e incluem as despesas de combustível, óleos, lubrificantes, serviços de manutenção, reparos e salário do operador.

## 1) Gastos de combustível

Para computar essa parcela o agricultor necessita conhecer o gasto de combustível, por hora, da máquina motora, a fim de multiplicando pelo preço da unidade (litro) obter a despesa, por hora, com o seu uso.

O consumo de combustível varia com a potência desenvolvida pela fonte motora e o tipo de combustível com o sistema do motor, se a gasolina ou a óleo diesel.

Embora existam várias tabelas que estabelecem o gasto de combustível, em função da potência desenvolvida pelos motores, o mais recomendado é a determinação local, pelo agricultor, do gasto de combustível. Para tanto, o método mais simples é o enchimento total do tanque com combustível; colocar o motor da máquina em trabalho normal e, depois de um determinado tempo, tornar a completar o tanque. O combustível necessário para restabelecer o nível será o gasto, no tempo estabelecido.

Contudo, sempre é de grande interesse que se tenha uma idéia sobre o consumo provável de combustível pelo motor da máquina em estudo.

A média considerada é de 0,2 a 0,25 l/cv/hora, para os motores diesel e de 0,3 a 0,325 l/cv/hora para os motores a gasolina.

## 2) Lubrificantes e lubrificação

Alguns técnicos separam os gastos com óleos lubrificantes das demais despesas efetuadas com serviços de manu-

tenção, incluindo nestes, então, a troca dos óleos lubrificantes dos compartimentos, lubrificação com graxa e despesas com as demais tarefas de manutenção preventiva, compreendendo aí as pequenas regulagens feitas pelo operador.

Com base em estimativas feitas nos valores computados em diversos tratores, adota-se, como despesas de serviços de manutenção, 20% (0,20) da despesa com combustível.

### 3) Despesas de reparos

A parcela de despesas com reparos é de difícil estimativa, por quanto é variável com uma série de fatores; uns, inerentes à própria máquina, e outros locais.

Dentre os fatores relacionados à máquina ressaltam a qualidade do material empregado na sua construção, os cuidados observados na fabricação, incluindo neste item a precisão no controle e a observância de um projeto de máquina, tecnicamente bem feito.

Podem ser incluídos, nos fatores regionais, a existência, nas proximidades, de oficinas especializadas, devidamente capacitadas ou a necessidade do envio das partes a reparar ou da aquisição de peças em locais distantes. Os custos de reparos incluem o preço das peças novas, despesas com mão-de-obra de mecânicos e ajudantes, e outras de transporte, etc.

Como os custos de reparos aumentam com o tempo de uso da máquina, isto é, são menores nos primeiros anos e maiores na segunda metade da vida útil, não se deve sobrecarregar os últimos anos com as despesas de reparos. Por isto, são adotadas taxas fixas, estimativas, para diversos tipos de máquinas, de modo que, anualmente, são adicionadas parcelas, percentuais, do custo total previsto.

As despesas com substituições e consertos em pneus ou esteiras são incluídas como reparos.

Pode-se adotar, como despesa média de reparos, uma taxa de 75 a 80% do custo de aquisição, durante a vida útil do trator. Assim, se a máquina tiver uma vida, em serviço, estimada em 8 anos, a taxa anual de reparos será da ordem de 9 a 10%; se a vida provável for de 10 anos, então, a taxa anual será de 7,5 a 8%.

Para outros equipamentos, que não os providos de motores, variará com o uso anual e a vida total estimada e, em geral, são adotadas as taxas anuais de 5 a 6% do preço de custo.

#### 4) Salário do Operador

A despesa com a mão-de-obra necessária a operar a máquina é variável com o tipo de equipamento usado e com a região de trabalho. Contudo, pode ser adotado, se não houver um dado positivo, que o operador de trator recebe, em média, duas vezes o salário mínimo da região, trabalhando cerca de 200 horas mensais. Sobre essas despesas adiciona-se mais 20% de contribuições, para instituições assistenciais.

É de importância realçar que, mesmo sendo o próprio agricultor que leva a efeito os trabalhos com a máquina, deve ser computado o custo da mão-de-obra.

#### 5) Relatividade dos dados de custo do uso das máquinas

Para poder realizar uma análise percentual da influência de cada parcela no custo horário de uso da máquina, considere-se um trator, cujo custo de aquisição foi de Cr\$ 10.000.000, com uma vida provável de 10 anos, atribuindo-se-lhe um valor de sucata de 10% e juros sobre o investimento de 18% ao ano, uso anual de 800 horas.

Considerando uma despesa de reparos total de 80% sobre o custo inicial, provido de um motor, sistema diesel de 50 HP de potência máxima ao freio; salário do operador Cr\$ 600 por hora, mais 20% de contribuições assistenciais.

##### a) Custo de propriedade:

	Cr\$	Cr\$
22% do custo inicial .....	2.200.000	
por hora .....		2.750

##### b) Custos operacionais (por hora):

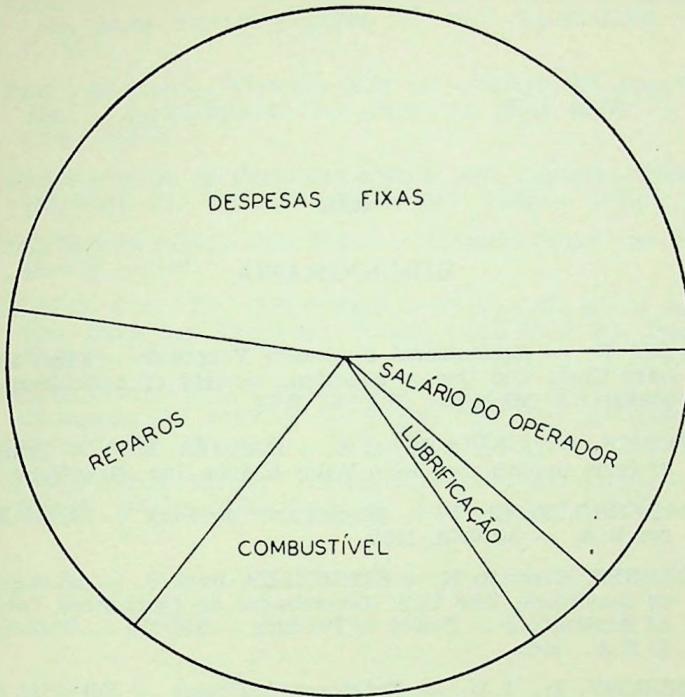
reparos (8% por ano) .....	1.000	
Combustível: (8 litros p/h a Cr\$ 150)	1.200	
lubrificantes (20% do combustível)	240	
salário do operador .....	720	3.160

##### c) Custo de uso (por hora):

$$\text{Cr\$ } 2.750 + 3.160 = \text{Cr\$ } 5.910$$

Portanto, os custos de propriedade representam cerca de 46,5% do custo total e os custos operacionais, aproximadamente, 53,5%.





Preço da grade: Cr\$ 750.000; vida provável, 12 anos; horas de uso, por ano, 300.

	Cr\$	Cr\$
Amortização: por ano — 20% .....	150.000	
por hora .....		500
Reparos: 5% a/a, por hora .....		125
Total, por hora .....		<u>625</u>

Preço da gradeação:  $(\text{Cr\$ } 5.910 + 625) \div 2 = \text{Cr\$ } 3.267$ .

Custo do hectare arado e gradeado:

$$\text{Cr\$ } 16.650 + 3.267 = 19.917$$

## BIBLIOGRAFIA

1. A.S.A.E. — Agricultural Engineers Yearbook — Farm Machinery Costs and Use — American Society of Agricultural Engineers — Michigan, U.S.A., 1964.
2. BAINER, Roy; KEPNER, R.A. e BARGER, E.F. — Principles of farm machinery. John Wiley & Sons, Inc. New York, 1955.
3. BARAÑO, Teófilo V. — Maquinaria Agrícola — Salvat Editores S.A. — Madrid, 1955.
4. BARNES, Kenneth K. e STRICKLER, Paul E. — Management of machines. The U.S. Department of Agriculture Yearbook of Agriculture — Power to Produce — 346:354 — Washington, U.S.A., 1960.
5. BERLIJN, Ir. J.D. — Tractores Agrícolas — Editorial de la Universidad Agrária, La Molina, Peru, 1963.
6. CORRÊA, Altir A.M. — Rendimento dos tratores e máquinas agrícolas e custo da motomecanização das culturas — Revista *Agronomia* XI — (3-4) 227:253 — Rio de Janeiro — 1952..
7. CORRÊA, Altir A. M. — A mecanização no incremento da produção agrícola. Revista *Agronomia* XXII (número único) 99: 114 — Rio de Janeiro — 1964.
8. CORRÊA, Altir A. M. — Manual do operador de tratores agrícolas. Serviço de Informação Agrícola, PLAMAM, Ministério da Agricultura — 1965.
9. CORRÊA, Altir A. M. — Aspectos econômicos da mecanização da agricultura. Revista *A Granja* V-22; 20:28. Pôrto Alegre, 1966.
10. CORRÊA, Altir A. M. — O Ministério da Agricultura e a Moto-mecanização da produção agropecuária. Universidade Rural do Brasil, agosto — 1966.
11. CULPIN, Claude — Farm machinery — Crosby Lockwood & Son Ltd. — London (5.ª edição) — 1957.
12. CULPIN, Claude — Farm mechanization management — Crosby Lockwood & Son Ltd. — London — 1959.
13. DEPARTAMENTO ECONÔMICO — Contribuição ao estudo do preço dos tratores nacionais — Minist. da Agricult. Rio, 1965.

14. HUNT, Donnell — Farm power and machinery management — Iowa State University Press (3.<sup>a</sup> ed.) Ames, Iowa — USA — 1962.
15. HUNT, Donnell — Cálculos para la selección del equipo agrícola — *Agricultura de las Americas*, julio, 49:69 — 146 — USA — 1964.
16. JONES, Fred R. — Farm gas engines and tractors — McGraw-Hill Book Co. Inc. (4.<sup>a</sup> edição) New York — 1963.
17. PAZ, Manuel Arias — Tractores — Editorial Dossat (3.<sup>a</sup> edição) Madrid — 1961.
18. RICHEY, C.B.; JACOBSON, Paul e HALL, Carl W. — Agricultural Engineers' Handbook. McGraw-Hill Book Co. Inc. New York — 1961.
19. ROSTON, Jorge Pesete e TOLAINE, Osiris — Aplicação dos nomogramas nos cálculos de aração. Boletim da Divisão de Mecanização Agrícola — DEMA — 123:131 — S.P. 1952.
20. SMITH, Harris Pearson — Farm machinery and equipment (5.<sup>a</sup> edição) McGraw-Hill Book Co. Inc. — New York — 1964.

Composto e impresso, sob a orientação gráfica do Sr. Nuno Vieira, nas oficinas do Serviço Gráfico do IBGE, Av. Brasil, 15 671 — Lucas-GB.