

EMBRAPA

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

ELEMENTOS BÁSICOS DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA — RENDIMENTO DOS CONJUNTOS E CUSTO DO TRABALHO



Elementos basicos de

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE MILHO E SORGO

SETE LAGOAS - MG



APRESENTAÇÃO

A EMBRATER (Empresa Brasileira de Assistência Técnica e Extensão Rural), objetivando concentrar esforços para execução de um programa de difusão de tecnologia para a cultura do milho, promove o treinamento de seus extensionistas a niveis Estadual e Regional.

Dentro desta sistemática patrocina também, a elaboração de apostilas, procurando iniciar o "Manual Tecnico para a Cultura do Milho", material basico para tecnicos que trabalham com a cultura no pais.

A iniciativa da EMBRATER, sem duvida, alem de promover a transferência de conhecimentos aos extensionistas e tecnicos, incentiva o relacionamento e cooperação com tecnicos e instituições de pesquisas nas mais diversas areas.

RICARDO MAGNAVACA

Chefe do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo

ERRATA

PAG	LINHA	ONDE SE LE	LEIA-SE	
2	5	Verifica-se a maquinaria	Verifica-se que a maquinaria	
6	17	3,2 ha/h	3,2 h/ha	
8	13	afetando a potência	afeta a potência	
11	10	Trator=1930 - 10%	Trator = 1830 - 10%	
14	2	2,50 m e discos	2,50 m e 28 discos	
16	21	$r = 1 - \sqrt[u]{\frac{V_f}{V_i}}$	$r = 1 - \sqrt[n]{\frac{V_f}{V_i}}$	
17	11	no ano M	no ano m	
18	8	em um Cr\$ 1.000,00	em Cr\$ 1.000,00	
19	1	instalação	instalações	

ELEMENTOS BÁSICOS DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA - RENDIMENTO DOS CONJUNTOS E CUSTO DO TRABALHO

Evandro Chartuni Mantovani *

Avelino Mantovani **

I. INTRODUÇÃO

Os problemas de mecanização agricola estão sempre relacionados a fatores inerentes à região e suas possibilidades agro-pastoris - florestais, à performance das maquinas, e a disposições governamentais. Cabe aos técnicos conduzir bem esta tarefa com vista a aumento da produção, melhoria da qualidade do produto, economia de fonte de energia, maior rendimento do trabalho, e bem estar do povo.

Dos diversos ângulos que o problema pode ser observado, destaca mos aqueles diretamente ligados a máquina, que devem ser analisados como determinantes de melhores condições de trabalho, tanto sob o aspecto técnico como sob o econômico e social.

A história da agricultura mostra pontos relevantes em seu desen volvimento tais sejam a invenção do arado em epoca remota, a construção da ceifadeira pelos idos de 1830, ou a utilização do trator com implementos mais adequados após a primeira guerra mundial. Também no Brasil, podemos dizer que a implantação da industria nacional de tratores a partir de 1960 trouxe novo alento aos nossos programas de trabalho no campo, pois o seu desenvolvimento, aliado à natural instalação de fábricas de implementos,

^{* *} Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo- EMBRAPA - Caixa Postal, 151 - CEP 35700 - Sete Lagoas, Minas Gerais.

^{**} Professor do Departamento de Engenharia Agricola (ESA) - Universidade Federal de Viçosa - CEP 36570 - Viçosa, Minas Gerais.

vem contribuindo para diminuir o deficit de maquinas destinadas a agricultura - Uma publicação da época retratou a situação de nossa frota de tratores em relação a outras regiões do mundo, assim estampada:

Tratores/1000 ha de Área Cultivada

País	Ano de Referência	Indice de Tratores
Suiça	1963	156
Nova Zelândia	1963	156
Alemanha Ocidental	1964	132
Inglaterra	1963	52
Suecia	1963	51
EEUU	1963	25
Itālia	1964	25
Israel	1963	23
Argentina	1960	6
URSS	1963	6
Venezuela	1961	5
Brasil	1960	2

Vivemos, atualmente, outra situação; se ainda não escalamos mui to os degraus do quadro acima, sentimos com orgulho que novas áreas de tra balho têm sido abertas, num crescendo entusiasmador da mecanização agríco la de nosso Pais, que está ávido a absorver a produção de nosso parque in dustrial.

O Anuario Estatístico do Brasil, editado em 1972 (Censo de 1970), oferece os dados abaixo que retratam a distribuição de tratores em nosso pais.

Unidades da União	 N	√0 de	tratores	Regiões	Nº de	Tratores
Rondonia			40			
Território do Acre			11			
Amazonas			57			

Unidades de União	Nº de Tratores	Regiões N	de Tratores
continuação			
Roraima	4		
Parā	866		
Amapā	35	Norte	1.013
Maranhão	122		•
Piaui	167		
Ceara	577		
Rio Grande do Norte	488		
Paraiba	687		
Pernambuco	1.328		
Alagoas	924		
Sergipe	374		
Bahia	1.366	Nordeste	6.033
Minas Gerais	9.245		
Espīrito Santo	985		
Rio de Janeiro	3.479		
Guanabara	125		
São Paulo	65.731	Sudeste	79.564
Paranā	17.190		
Santa Catarina	5.026		
Rio Grande do Sul	38.717		
Mato Grosso	3.926		
Goias	5.265		
Distrito Federal	258	Centro-Oeste	9.449
TOTAL			156.592

Apesar de não termos estatística oficial correspondente ao ano em curso (1978), estima-se que o Brasil jã conta com um total de \pm 300.000 tratores agrícolas o que permite a seguinte comparação:

Brasil 1 trator/128 ha
EEUU 1 trator/ 30 ha
França 1 trator/ 13 ha
Inglaterra 1 trator/ 8 ha

Verifica-se a maquinaria agricola tratorizada ou autopropulsora é, ainda, no Brasil, em quantidade insuficiente às possibilidades de nossa agricultura, além de ser um equipamento caro, de manutenção e conserva ção também onerosa. Cabe à Indústria e aos Técnicos desenvolver meios para que sua utilização seja racional, eficiente e rendosa.

O presente trabalho tem em vista discutir alguns dos pontos que são fundamentais ao problema, tais sejam:

- . Capacidade de trabalho dos conjuntos de mecanização.
- . Capacidade de tração disponível e força exigida pelos implementos.
- . Planificação do equipamento em função da área de trabalho e do tempo disponível.
- . Custo do trabalho operacional.

II. CAPACIDADE DE TRABALHO DE CONJUNTOS DE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

As diversas operações de campo realizadas com maquinas agricolas devem ser executadas de maneira racional, a fim de facilitar a utilização, econômica das maquinas. O rendimento das operações vai depender da capacidade trativa da maquina e da capacidade de ataque do implemento tra cionado.

Quando se fala em capacidade de trabalho dos conjuntos de mecanização, tem-se que considerar uma capacidade teórica e outra efetiva de execução de serviço.

A capacidade teórica de trabalho de um equipamento agrícola \bar{e} a area que seria trabalhada se ele operasse continuadamente, no tempo total de serviço, \bar{a} velocidade media de deslocamento e na largura máxima operacional, ou seja C_+ = V.L.

A capacidade efetiva de serviço de campo, ou rendimento de trabalho de um equipamento agricola, é a área média que é realmente mobilizada pelo conjunto no tempo de trabalho. Esse rendimento efetivo e função da largura utilizada pelo 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 as diversas operações destinadas a desembuchar, remover obstáculos, de sobstruir ou reabastecer a máquina e a descarregar produtos de colheitas, além de outros imprevistos.

A diferença entre a capacidade teórica e a efetiva de serviço no campo é que na primeira considera-se o tempo total de serviço como se fosse contínuo e na segunda, ou seja, na capacidade efetiva, leva-se em conta um fator de campo, relacionado com as perdas de tempo ja mencionadas anteriormente.

Portanto, a capacidade efetiva \tilde{e} uma percentagem da capacidade teorica, ou seja, \tilde{e} a capacidade teorica multiplicada por este fator de campo (f) $Ce = Ct \times f$.

Para facilidade de calculo, é comum utilizar-se expressão:

$$Ce = \frac{V.L.f}{10.000}$$

Ce = capacidade efetiva (ha/h)

V = velocidade de trabalho (m/h)

L = largura de trabalho (m)

São comumente usados os seguintes valores (medios) para f:

Arado	70 a 85%
Grade	70 a 90%
Semadora e adubadora	70 a 85%
Cultivador	75 a 90%
Colhedora combinada	60 a 75%
Combinada automotriz	70 a 80%
Colhedoras de forragens	50 a 75%
Espigadoras	55 a 70%
Enfardadoras	65 a 85%
Ceifadoras	75 a 90%
Ancinhos mecânicos	65 a 90%
Colhedoras de algodão	60 a 75%

A programação do uso do equipamento agrícola deve ser criteriosamente estudada a fim de que se possa tirar o máximo proveito, com um mí nimo de deslocamento sem produzir trabalho. A localização do galpão de má quinas mais proximo do local de trabalho, o modo de divisão dos campos, a boa distribuição no terreno, dos insumos a serem aplicados podem proporcionar um maior rendimento.

Para os calculos de capacidade efetiva so devera ser computado o tempo de serviço depois que a maquina ja estiver no campo; o tempo gasto para regulagem da maquina no galpão, acoplamento ao trator, cuidados periodicos, manutenção e deslocamento até o campo não são incluidos: devem, portanto, ser bem rapidos e os deslocamentos restringidos ao minimo necessário, para que a maquina entre na sua fase rentavel.

Exemplo de calculo:

Que area podera ser preparada em 60 horas, por um conjunto trator-arado-grade, trabalhando respectivamente a 5 km/h e 7 km/h.

Trator de rodas de 60 cv

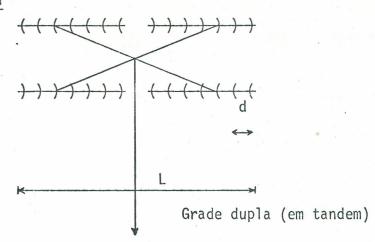
Arado de 3 discos de 70 cm de diâmetro (28") - largura de corte 90 cm

Grade dupla de 28 discos de 46 cm de diâmetro (18").

Aração

Ce =
$$\frac{5.000 \times 0.9 \times 0.7}{10.000}$$
 = 0,315 h /hz..3,2 h /hd..3h e 12min/ha.

Gradagem



$$d = 20 \text{ cm}$$

$$L = (largura de ataque) = 13 x 0,20 = 2,60 cm$$

$$Ce = \frac{7.000 \times 2,60 \times 0,70}{10.000} = 1,274 \text{ ha}$$

Como a grade é passada no minimo 2 vezes:

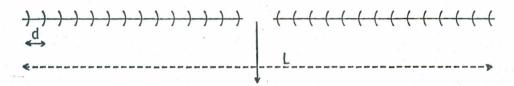
grade

$$\frac{1,274 \text{ ha/h}}{2} = 0,637 \text{ ha/h} \dots 1,6 \text{ h/ha} \dots$$
 The 36 min/ha

Area =
$$\frac{60 \text{ horas}}{3,2 + 1,6} = \boxed{12,5 \text{ ha}} \dots$$

Tempo disponível para aração = 12,5 ha x 3,2 h/ha = 40 horas Tempo disponível para gradagem = 12,5 ha x 1,6 h/ha = 20 horas

Obs.: Para grade simples, fazer o mesmo raciocínio, e considerar que ela deverá passar 4 vezes, ou pelo menos 3 vezes.



Para calculos rapidos, pode-se considerar que os arados fazem, em média, 0,1 ha/h/disco, e que a gradagem pode ser feita em metade do tempo gasto para a aração.

III. CAPACIDADE DE TRAÇÃO DISPONÍVEL E FORÇA EXIGIDA PELOS IMPLEMENTOS

A) A força disponível na barra de tração dos tratores e função sua potência e da velocidade de trabalho.

$$F = \frac{P}{V}$$

$$F = \text{força disponivel na barra de tração (Kgf)}$$

$$P = \text{potência na barra de tração (kgf m/s)}$$

$$(\text{tratores de rodas} = 60 \text{ a } 80\% \text{ da potência}$$

$$\text{no motor)}.$$

$$(\text{tratores de esteira} = 70 \text{ a } 90\% \text{ de potência}$$

$$\text{no motor)}.$$

V = velocidade de trabalho (m/s).

Nem sempre um trator oferece 100% da potência que lhe e atribuída, dadas as condições locais de trabalho, razão porque, ao resultado obtido, devem ser subtraídos valores dependentes dos seguintes fatores:

- a. Altitude
- b. Temperatura do ar
- c. Declividade do terreno
- d. Condições do terreno
- a. Altitude: A medida que se sobe em relação ao nível do mar, o ar torna-se mais rarefeito, consequentemente, menos denso. Essa rarefação do ar influencia diretamente na potência desenvolvida pelo motor, sen do maior nos motores a gasolina, do que nos sistemas a diesel.
- b. <u>Temperatura do ar</u>: O aumento de temperatura ambiente também ocasiona rarefação do ar, e, consequentemente, afeta a potência desenvolvida pelo motor.

O quadro abaixo relaciona as perdas devidas a altitude.

Altitude	Motor a	Motor a óleo diesel				
Artriude	Carburador	0ô C	20ºC	30ôC	40ºC	
300	5%		-	- 4%	9%	
400	8%	1%	2%	6%	11%	
500	10%	1,5%	3,5%	7,5%	12,5%	
600	12%	2,0%	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%	12,25%	18%	
1.000	20%	5%	10%	13,75%	19%	

c. <u>Declividade</u>: Para subir uma rampa, a força necessária ao trator é igual ao seu peso multiplicado pelo seno do ângulo de declividade do terreno. Há portanto, uma perda de força de tração proporcional ao peso do trator e à declividade da encosta. Para cada 1% de declividade, o trator perde 1% do peso em força, ou seja, o trator perde 10 kgf do seu es forço tratório para cada 1 tonelada de seu peso, para cada 1% de declividade:

d. Condições do terreno: Sua influência é também medida com base no peso do trator, e pode ser usada a seguinte tabela:

Condições do Terreno		Perda	3				
ōtimas	£ 5,	0					
regulares		22,5	kgf/ton	-	peso	do	trator
pēssimas		45	kgf/ton	-	pêso	do	trator

B) Esforço resistente oferecido pelos implementos.

1. Arado

A resistência oferecida pelo arado é determinada pela expressão:

$$R = R_S \times P \times L$$

$$R = resistência oferecida pelo arado (kgf)$$

$$R_S = resistência específica do solo (kgf/ / dm^2)$$

$$P = profundidade de trabalho (dm)$$

$$L = largura do corte (dm) do arado)$$

Resistência específica dos solos -

Tipo de Solo	kgf/dm ²
Arenoso Franco arenoso Franco siltoso Franco argiloso Argiloso Argila Argila de alta atividade	20 a 30 25 a 45 35 a 50 40 a 60 50 a 80 80 a 100 100 a 125

Profundidade de aração -

Aração rasa	ate 15 cm
Aração média	15 a 25 cm
Aração profunda	25 a 35 cm
Subsolagem	mais de 35 cm

2. Grade

A resistência oferecida pela grade varia muito com o tipo da grade e a regulagem do ângulo de trabalho, mas em termo médio, podem ser ado tados os seguintes valores por metro de largura de ataque:

Grade d	e disco, simples	60-195	kgf/m
Grade d	e disco dupla	120-240	kgf/m
Grade d	e dente fixo	45- 90	kgf/m
Grade d	e dentes de mola	112-225	kgf/m

Observações:

- a. Aos resultados obtidos para o arado e para a grade, devem ser adicionados aqueles dependentes da declividade e das condições do terreno do mesmo modo como foi indicado para o caso do trator.
- b. Ao resultado total obtido para o cálculo da força disponível na barra de tração do trator deve-se subtrair 10 a 15% desse valor, como medida de segurança. Do mesmo modo, pode-se acres centar 10 a 15% ao esforço solicitado pelo arado ou pela grade. Talvez fosse mais interessante subtrair 10% sobre o trator e acrescentar 10% sobre o arado ou a grade.

Exemplo de calculo -

Seja um conjunto trator-arado-grade (dados abaixo) destinado a uma região situada a 600 m de altitude, com temperatura média de 200 C, cujos solos com resistência de 50 kgf/dm², apresentam declividade de ± 6% e condições regulares.

Trator	Arado	Grade dupla
Motor diesel de 60 cv	3 discos de 75 cm	28 discos de 46 cm
42 cv na barra	largura de corte=105 cm	larg.de corte=260 cm
4	<pre>profundidade = 25 cm</pre>	
2.000 kg	800 kg	500 kg
Velocidades	5,4 km/h	7,2 km/h

$$F = \frac{42 \times 75}{\frac{5400}{3600}} = 2.100 \text{ kgf}$$

Deduções: Altitude = 0,05 x 2100 = 105

Declividade = 10 x 2 x 6 = 120

Condições de terreno = 22,5 x 2 = $\frac{45}{270 \text{ kg}}$

 $F_{disponivel} = 2100 - 270 = 1830 \text{ kgf}$

 $R_{arado} = 50 \times 2,5 \times 10,5 = 1312,5 \text{ kgf}$

Acréscimos: declividade = $10 \times 0.8 \times 6 = 48$ condições do terreno = $22.5 \times 0.8 = \frac{18}{66 \text{kgf}}$

 $R_{\text{total}} = 1312,5 + 66 = 1378,5 \text{ kgf}$

Medida de segurança: Trator = 1930 - 10% de 1830 = 1647 kgf Arado = 1378,5 + 10% de 1378,5 = 1516,35 kgf

Conclusão: A força de tração disponível (1647 kgf) é mais do que suficiente para a exigência do arado (1516,35 kgf), nas condições estabelecidas.

 $F = \frac{42 \times 75}{\frac{7200}{3600}} = 1575 \text{ kgf}$

Deduções: Altitude = 0,05 x 1575 = 78,75

Declividade = 10 x 2 x 6 = 120

Condições do terreno = 22,5 x 2 = $\frac{45}{243,75}$ kgf

 $F_{disponivel} = 1575 - 243,75 = 1331,25 \text{ kgf}$

 $R_{grade} = 240 \times 2,6 = 624 \text{ kgf}$

Acrescimos: declividade = $10 \times 0.5 \times 6 = 30$ condições do terreno = $22.5 \times 0.5 = \frac{11.25}{41.25 \text{ kgf}}$

 $R_{total} = 624 + 41,25 = 665,25 \text{ kgf}$

Medida de segurança: Trator = 1331,25 - 10% de 1331,25 = 1198,125kgf Grade = 665,25 + 10% 665,25 = 731,775 kgf

Conclusão: a força de tração disponível (1198,125 kgf) é mais do que suficiente para a exigência da grade (731,775 kgf), nas condições estabelecidas.

Observação: Quando a tração é suficiente para o arado, não hã problema, também com a grade, e, de modo geral, pode-se considerar como satisfatória uma potência de 8 a 10 cv por disco ou aiveca.

IV. PLANIFICAÇÃO DO EQUIPAMENTO AGRÍCOLA EM FUNÇÃO DA ÁREA DE TRABALHO

A decisão para compra de equipamento agricola tem constituido um problema para o agricultor. Torna-se necessário um planejamento adequa do, para se ter o máximo de aproveitamento durante o período de maior con centração de sua necessidade.

O estabelecimento do tempo necessário para a realização das diversas operações de campo, com os implementos de mobilização do terreno (arado, grade, rolos, pulverizadores, plantadoras, etc.), está intimamente ligado às práticas de manejo e as condições de solo. Embora alguns agricultores adotem métodos diferentes de preparo de solo, o mais indicado é o de uma aradura e uma ou duas gradagens. A primeira gradagem deverá ser feita na ocasião da aração, e a segunda, se necessária, na ocasião da semeadura.

Para se ter uma ideia de tempo disponível para o preparo do solo, pode-se considerar que a aração consome 2/3 ou 3/4 do tempo e a grada gem 1/3 ou 1/4 restante, cuja variação depende das velocidades das operações, potência útil do trator e do tipo do equipamento.

Segundo recomendações de vários autores, podem-se considerar os seguintes limites de velocidade para que as operações de campo sejam realizadas corretamente:

Velocidade(km/h)
4 - 6
6 - 8
4 - 6
2,5 - 5
4 - 6
4 - 6
4 - 8

Exemplo de calculo -

Um agricultor possui uma area de 100 hectares e dispõe de 45 dias uteis (de 10 horas), para o preparo do terreno.

Calcular o equipamento que deve adquirir, considerando 5 km/h a velocidade de aração e 7 km/h para gradagem, cujos coeficientes de rendimento são respectivamente 75% e 80%.

Tempo disponivel

Total = 45 x 10 = 450 h
Para aração = 450 x
$$\frac{2}{3}$$
 = 300 h
Para gradagem = 450 x $\frac{1}{3}$ = 150 h

Escolha do arado -

$$C_e = \frac{100}{300} = 0,33 \text{ ha/h}$$

$$C_e = \frac{V \times L \times 0,75}{10.000} \cdot \cdot \cdot L = \frac{10.000 \text{ Ce}}{v \cdot 0,75} \cdot \cdot \cdot L = \frac{10.000 \times 0,33}{5.000 \times 0,75} = 0,888 \text{ m}$$

Observação:

Observando-se o quadro abaixo, a vista do resultado obtido (L = 0,888), verifica-se que um arado de 3 discos de 70 cm de diâmetro ou, então, um arado com 3 aivecas de 30 cm resolve o problema. Como, durante as operações de campo, podem acontecer imprevistos devido a vários fatores, o que ocasionaria uma diminuição do coeficiente de rendimento, pode-se, para maior segurança escolher um arado de 3 discos de 75 cm de diâmetro ou um arado de 3 aivecas de 35 cm.

Escolha da grade -

Considerando-se duas gradagens com grade em tandem, cada operação deverá ser executada em metade do tempo disponível, isto é, em 75 horas.

Ce =
$$\frac{100}{75}$$
 = 1,33 ha/h
Ce = $\frac{7.000 \times L \times 0.80}{10.000}$ L = $\frac{10.000 \times 1.33}{7.000 \times 0.80}$ = 2,375 m

Comparando-se o resultado obtido (L = $2,375\,\mathrm{m}$) com o quadro abaixo, verifica-se que a grade de $2,50\,\mathrm{m}$ e discos atende ao trabalho com boa margem de segurança.

Di	mensões	е	largur	as	de	corte	de	aivecas
e	discos d	e a	rados	end	cont	crados	no r	nercado:

1. Aiveca:	Largur	^a	10 × 10 × 10 × 10 × 10 × 10 × 10 × 10 ×	Largura	do Corte
	30 cm	(12")	014 DOS DOS DOS DOS DOS DOS DOS DOS DAS	30 cm	(12")
	35 cm	(1418)		35 cm	(14")
	40 cm	(16")	Les and the first day day from the second	40 cm	(16")
2. Disco:	Diâmetr	^ 0		Largura	do Corte
2. Disco:					do Corte (8")
2. Disco:	60 cm	(24")		20 cm	
2. Disco:	60 cm 65 cm	(24") (26")		20 cm 25 cm	(8")

		Exemplo	de Grades	de Dis	cos em Tar	nden	1		
Largu	ra de Corte	N	de Disco)S	Diâmetro	de	Disco	■ Pes	0
,	2,20 m		24		45,7	cm		519	kg
	2,50 m		28		45,7	cm		548	kg
	3,10 m		32		45,7	cm	*	577	kg

V. CUSTO DO TRABALHO DOS CONJUNTOS DE MECANIZAÇÃO

O custo do trabalho dos conjuntos de mecanização agricola inclue os gastos com o trator (ou outro tipo de tração), com o implemento (ou implementos) e com o operador (ou operadores).

As despesas com o <u>trator</u> e os <u>implementos</u> decorrem de

gastos fixos ou de propriedade gastos variáveis ou operacionais.

Os gastos fixos com o trator são aqueles decorrentes da <u>aquisição</u>, da <u>de-preciação</u>, da <u>abrigagem</u>, dos <u>premios de seguro</u>, e das <u>taxas de impostos</u>, e os variáveis são aqueles oriundos da utilização e constam das despesas com combustíveis, lubrificantes e reparos.

Os gastos com os <u>implementos</u> incluem, do mesmo modo, despesas <u>aquisição</u>, <u>depreciação</u>, <u>abrigagem</u>, <u>seguros</u> e <u>taxas de impostos</u> (gastos fi <u>xos</u>), e despesas com <u>lubrificantes</u> e <u>reparos</u> (gastos variaveis).

Os gastos com o(s) operador(es) decorrem de seu <u>salário</u> e das obrigações sociais.

1. <u>Gastos fixos ou de propriedades</u>

A. <u>Gastos de aquisição</u> - A parcela que deve incidir no custo do trabalho, decorrente dos gastos com a aquisição da maquina, representa a amortização do capital empatado. Sua determinação é muito discutida, tanto assim que varios metodos são propostos, em decorrência do modo como é feita a compra do conjunto, isto é, <u>a vista ou facilitada</u>, ou <u>financiada</u> por instituição de crédito oficial ou particular.

Os métodos propostos são os seguintes:

1. Amortização pelo valor estimativo - atribue-se um valor de revenda (V_r) à máquina, que deduzido do seu valor de aquisição ou inicial (V_i), e dividido pela vida útil em anos (V_u), indica a parcela que deve ser creditada durante seu trabalho. Devido ao "preço do dia" para o valor de revenda, em face da desvalorização da moeda, o valor inicial deve ser corrigido (V_{ic}) com base em índices econômicos, para que fique também atualizado. Os números índices, fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Economia e pela Fundação Getúlio Vargas, permitem determinar valores deflacionados.

O fator de amortização deverá ser determinado periodicamente. Assim:

Amortização =
$$\frac{V_{ic} - V_{r}}{V_{u}}$$
; Amortização = $\frac{amortização anual}{horas de trabalho anual}$

2. Amortização pela linha reta - Consiste na amortização do capital empatado em parcelas iguais durante a vida util (v_u) da maquina, to mando o valor de aquisição ou inicial (v_i) e o valor de rejeição ou final (v_i). Assim:

Amortização horária =
$$\frac{V_i - V_f}{V_u}$$

O valor de rejeição (V_f) , para o caso de tratores, ao final de sua vida, varia de 2 a 10% do valor inicial. Pode-se, também, fazer uma amortização completa, isto \bar{e} , considerar $V_f=0$, e neste caso tem-se:

Amortização horária =
$$\frac{V_i}{V_{ij}}$$

3. Amortização por percentagem constante - Do mesmo modo como foram indicados nos métodos anteriores, considera-se os valores inicial (V_i) e final (V_f) da máquina, e amortiza-se pelo valor líquido remanescente. Assim, para "n" anos de vida útil do trator, a taxa de amortização anual será:

$$r = 1 - \sqrt[u]{\frac{V_f}{V_i}}$$

A amortização horária, para o saldo devedor (S_d) e tendo-se em mente uma relação de V_i e V_f variando entre 2 a 10%, serã:

Amortização horária =
$$\frac{S_d \cdot r}{\text{horas de trabalho anual}}$$

4. Amortização variável ou equilibrada - É semelhante ao metodo de percentagem constante, apenas a determinação da taxa anual e pre-esta belecida pelo proprietário, mas com um valor não superior ao dobro da ta-

xa usada naquele. Assim, um valor máximo r = 0,2, isto \tilde{e} , 20%, resolve o problema.

- 5. Amortização pela soma dos digitos Consiste na adição dos números de 1 a 10, no máximo, de tal modo que $(1+2+3+\ldots+10)=55$, isto é, cada parcela da amortização será decrescente desde $\frac{10}{55}$... até $\frac{1}{55}$, ou seja será de 18,18 ...% durante o 1º ano, e decrescerá até 1,818 ...% no último ano. A amortização é integral sobre V_i , pois $V_f=0$. Se a amortização for em 5 anos (vida útil do trator), ter-se (1+2+3+4+5)=15, isto é, a taxa durante o 1º ano $=\frac{5}{15}$; durante o 2º ano $=\frac{4}{15}$; $3º=\frac{3}{15}$; $4º=\frac{2}{15}$; $5º=\frac{1}{15}$. Assim, para amortização em N anos, a parcela no ano M foi obtido pela formula $=\frac{(N-m)+1}{N}$ digitos
- 6. Amortização por juros compostos As parcelas para a amortização crescem gradativamente com o correr da vida util da maquina, visto que os juros de fundos amortizaveis aumentam consideravelmente nos ultimos anos.

A formula de juros compostos $C = c(1+i)^n$, onde

c = capital empregado, i = taxa de juros,

 $n = vida \overline{u}til em anos, c = capital + juros,$

determina o fundo amortizavel, que, dividido pela vida util (n), determinara a parcela anual.

Amortização anual
$$= \frac{C}{n}$$

A amortização horaria sera = $\frac{\text{Amortização anual}}{\text{horas de trabalho anual}}$

7. Amortização por juros capitalizados ou pela tabela ''Price'' - Esse método considera que o capital vai se acumulando gradativamente pela adição dos juros, sobre cujos resultados recairá novamente a taxa de juros. A amortização é feita como se o capital acumulado fosse resgatado ao final do período de vida da máquina.

O parcelamento da amortização total e feito com base num fator (p) determinado pela formula:

$$p = \frac{C_i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$
 ou simplemente, $p = \frac{C_i}{1 - (1+i)^{-n}}$

em que o capital C (ou valor da máquina) está sendo financiado em n anos à taxa de i%.

Para facilidade de cálculo foi organizada a tabela 'Price' com os valores de p para amortização mensal de Cr\$ 1.000,00, durante a vida da ma quina, a determinadas taxas de juros. Assim, multiplicado o fator da tabela pelo capital (ou valor da máquina) em Cr\$ 1.000,00 (c) tem-se a prestação mensal.

A amortização horária pode ser determinada pela relação:

Amortização =
$$\frac{\text{c.p.12}}{\text{horária}}$$
 horário de trabalho anual ... (t_a)

B. Depreciação das máquinas - A quantidade e o tipo das máquinas, constantes da frota de mecanização agrícola de uma Empresa, é uma resultan te da natureza e do volume das atividades a serem desenvolvidas: assim, é natural que haja sempre aquisição de novas unidades, não só para fortalecimento do equipamento básico, como para a substituição gradativa daquelas que se tornarem deficientes por envelhecimento natural ou obsoletismo. Há, portanto, necessidade de se determinar a redução do valor da máquina, ou sua depreciação ocorrida pelo desgaste de seus orgãos, danificação da estrutura, enferrujamento, obseletismo, etc., para que se possa providenciar seu afastamento do grupo e consequente reposição de outra.

O cálculo da depreciação pode ser feito pelos mesmos processos usados para a amortização do capital empatado na aquisição da máquina. Naquele caso a parcela determinada se relaciona com o pagamento da dívida de aquisição, ou com o estabelecimento do custo do trabalho horário, e, neste, servirá para formação de um fundo de reserva para a aquisição de nova máquina que deverá tomar o lugar da que será afastada da frota. Esta a razão porque alguns incluem nos gastos fixos do conjunto a parcela referente a esse item.

C. <u>Gastos com galpão e pátio de máquinas</u> - A amortização com o alojamento das máquinas poderá também ser calculada com base nos processos discutidos, mas apesar de ser norma adotada por alguns, julgamos que tais

instalação representam benfeitoria para a propriedade agrícola, e, como tal, é um elemento de valorização patrimonial. Assim, sua utilização poderá ser taxada como um aluguel à base de 0,5 a 2% ao ano sobre o valor inicial da máquina abrigada.

- D. Gastos com prêmios de seguros Não é comum, no Brasil, assegurar o equipamento agrícola, salvo quando assim o exigir a entidade financiadora da compra do equipamento; caso seja necessário, sua determinação seguiria as normas vigentes na Companhia Segurada, cujo valor gira em torno de 1% ao ano sobre o valor de aquisição.
- E. <u>Gastos com taxas de impostos</u> Também, não é comum no Brasil o pagamento de impostos sobre máquinas agrícolas. Como não temos, ainda, le gislação sobre o problema, a determinação de tal parcela, para gastos fixos, pode variar bastante, tanto assim que se tem exemplos de valores girando entre 0,5 a 4% ao ano sobre o valor da máquina.

2. Gastos variáveis ou operacionais

A. <u>Gastos com combustível</u> - não é possível predizer com precisão os gastos com combustível em um trator, dadas as cargas e condições de trabalho a que é submetido.

O consumo de combustível varia com o sistema do motor (à gasolina ou a óleo diesel) e com a potência desenvolvida na operação. Pode ser medido diretamente, ou avaliado com base nas seguintes relações:

- B. <u>Gastos com lubrificantes</u> Com base em estimativas feitas nos valores computados em diversos tratores, adota-se, para despesas com serviços de lubrificação, certa percentagem das despesas com combustível, valor este que está girando em torno de 20%.
- C. <u>Gastos com reparos</u> Como os reparos aumentam com o tempo de uso da máquina (são menores nos primeiros anos e maiores na segunda metade

da vida útil), e para evitar sobrecarregar os últimos anos com essas despesas, são adotadas taxas fixas, estimadas para diversos tipos de equipamentos, de modo que anualmente são tomadas parcelas percentuais do total previsto.

Pode-se adotar, para trator, 100% de despesas com sobressalentes, durante toda sua vida. Assim, para um tempo de serviço de 8 anos, por exem plo, ter-se-á uma taxa anual de 12,5% sobre o custo inicial.

Para equipamentos não providos de motores, são adotadas as taxas anuais de 5 a 6% do preço de custo.

3. Salário do Operador

O grau de treinamento e o tipo do equipamento a ser operado, são fatores de importância relevante na determinação do salário do condutor de máquinas, além, naturalmente, de condições inerentes à região.

Pode ser determinado por uma parte fixa e outra dependente do período de trabalho efetivo da máquina, como pode, também, já ser pre-estabelecido.

Na falta de melhor informação, pode-se tomar por base, para o ca so do tratorista agrícola, um valor igual a duas vezes o salário mínimo da região, ao que se deve acrescentar 20% para as contribuições a Instituições Assistenciais.

4. Observação

Será feito, a seguir, um exemplo de cálculo simplificado, e que satisfaz plenamente ao objetivo maior, tal seja o de se determinar o custo do trabalho dos conjuntos de mecanização agrícola, para sua respectiva taxação sobre a tarefa agrícola, zootécnica ou florestal que estiver executando.

Assim, deixando de lado quaisquer das formas de pagamento que a Empresa tenha usado ao adquirir seus conjuntos, pois isso não interessa ao trabalho da máquina, a amortização será calculada pelo método da tabela 'Price', pela facilidade que oferece.

Também, pelo mesmo motivo, e pelas razões expostas nos respecti-

tivos itens, não levaremos em conta os problemas de depreciação das maquinas, de galpão, de taxas de impostos, e de prêmios de seguros (salvo se o conjunto, ou respectiva maquina, tiver sido realmente assegurada).

São importantes para esse cálculo rápido ter-se em mãos uma relação da estimativa da vida útil das máquinas e a tabela "Price" nos limites da taxa de juros permitida oficialmente.

Os cálculos deverão ser atualizados periodicamente, em decorrência da variação do valor aquisitivo da moeda, da mudança de salário mínimo, da alteração do preço do material necessário a manutenção, ou outro elemento de relevância para o problema. - As épocas para tais revisões poderão ser anuais, semestrais, trimestrais, ou mensais, isto é, em ocasiões convenientes à Empresa de acordo com seu controle contábil.

<u>Vida útil das máquinas</u> - Vários fatores podem influenciar na vida útil das máquinas, bastando lembrar as diferenças regionais, às condições de trabalho, os cuidados operacionais e de manutenção, além das características que lhes são inerentes conforme sua origem industrial.

Alguns dados esparsos já têm sido obtidos entre nos, mas dada a falta de maior volume de informações, a experiência de outros povos nos tem sido útil para a avaliação da vida útil de serviço dos conjuntos de mecanização agrícola. Assim, os dados abaixo, ou outros de boa fonte, são necessários aos cálculos.

Vida útil de algumas máquinas agrícolas

Maquinas	Vida útil	Horas de tra-
raquinas	em anos	balho anual
Tratores	8 a 10	800 a 1000
Arados	10 a 15	150 a 200
Grades	15 a 20	100 a 150
Semeadoras	15 a 20	60 a 80
Cultivadores	10 a 12	150 a 200
Combinadas	8 a 10	150 a 200
Colhedoras	8 a 10	200 a 250
Ceifadoras	8 a 15	150 a 200
Ancinhos	10 a 12	150 a 200
Enfardadoras	8 a 10	200 a 250
Carreta	8 a 10	300 a 400
*		

TABELA PRICE. Amortização de Cr\$ 1.000,00, incluídos os juros, em prestações mensais

Taxa Anua1	5%	6%	7%	8%	9%	10%	11%	12%
Ano 1	85.6073	86.0664	86.5134	86.9851	87.4515	87.9182	88.3813	88.8488
2	43.8713	44.3206	44.7709	45.2237	45.6847	46.1471	46.6076	47.0735
3	39.9710	30.4219	30.8753	31.3327	31.7997	32.2673	32.7384	33.2143
4	23.0348	23.4850	23.9444	24.4092	24.8850	25.3627	25.8452	26.3338
5	18.8709	19.3328	19.7993	20.2725	20.7584	21.2472	21.7420	22.2445
9 6	16.1046	16.5729	17.0471	17.5293	18.0255	18.5261	19.0337	19.5502
7	14.1335	14.6086	15.0909	15.5822	16.0891	16.6012	17.1220	17.6527
8	12.6596	13.1414	13.6817	14.1326	14.6502	15.1742	15.7080	16.2528
9	11.5169	12.0057	12.5042	13.0145	13.5429	14.0787	14.6054	15.1842
10	10.6062	11.1020	11.6087	12.1285	12.6676	13.2151	13.7745	14.3470
11	9.8645	10.3670	10.8838	11.4155	11.9608	12.5200	13.0924	13.6779
12	9.2489	9.7585	10.2837	10.8244	11.3803	11.9508	12.5355	13.1342
13	8.7306	9.2472	9.7806	10.3307	10.8968	11.4785	12.0752	12.6866
14	8.2887	8.8124	9.3536	9.9131	10.4894	11.0820	11.6905	12.3143
15	7.9080	8.4386	8.9882	9.5567	10.1427	10.7461	11.3660	12.0017
16	7.5768	8.1144	8.6719	9.2492	9.8452	10.4590	11.0900	11.7372
17	7.2866	7.8311	8.3965	8.9825	9.5879	10.2121	10.8538	11.5122
18	7.0304	7.5820	8.1549	8.7496	9.3644	9.9985	10.6505	11.3195
19	6.8028	7.3609	7.9418	8.5450	9.1698	9.8126	10.4746	11.1540
20	6.5996	7.1644	7.7529	8.3643	8.9972	9.6502	10.3217	11.0110

= 22,05

5. Exemplo de cálculo do custo operacional

Seja um conjunto trator-arado-grade (dados abaixo), do qual se deseja saber o custo horário de seu trabalho.

•	3. 347(00 T)		
	Trator	Arado	Grade
Capital empatado - Cr\$	170.000,00	18.000,00	12.000,00
Vida útil prevista-anos	8	8	8
Média de trabalho anual-horas	800	200	150
Taxa de juros anual	12%	12%	12%
Trator	77,87		
Amortização = c.p.1	$2 = 170 \times 16.2528$	x 12	= 44,44
Reparos = C. 100 = 1	170.000 x 100/8		= 26,56
n	800		
Combustivel = 1/h.	Cr\$/1 = 15 x Cr\$	4,00	= 60,00
Lubrificantes= 20%.	gasto com combus	tive1 = 20 x 60	= 12,00
		100	
Tratorista (salário	por hora)		= 15,00
Outros		• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	= 0,00
	TOTAL		=158,00
			9
Arado			
Amortização = 18×10^{-1}	16.2528 x 12 200		= 17,55
Reparos = 180.000 x	5/100		= 4,50
Outros	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • •	= 0,00

Grade

Amortização = $12 \times 16,2528 \times 12$	= 15,60
150	
Reparos = $12.000 \times 5/100$	= 4,00
150	
Outros	= 0,00
TOTAL	. = 19,60
Custo do trabalho = 158,00 + 22,05 Trator + arado	= 180,05
Custo do trabalho = 158,00 + 19,60 Trator + grade	= 177,60
Custo médio horário = 177,87	
ou <u>~</u> Cr\$ 180,00	

LITERATURA CONSULTADA

- BARGER, E.L. et alii Tratores e seus motores. Tradução de V.L. Schilling. Programas de Publicações Didáticas. Agência Norte Americana para o desenvolvimento Internacional USAID Rio de Janeiro. 1966. Editora Edgard Bluicher Ltda. São Paulo Universidade de Purdue. La fayette, Indiana Agosto 1963.
- CORREA, Altir, A.M. Rendimento e Despesas no emprego de tratores e implementos agrícolas - Serviço de Informação Agrícola - Ministério da Agricultura. R.J. Brasil, 1967.
- 3. MANTOVANI, A. Notas de aulas Universidade Federal de Viçosa.
- 4. MIALHE, Luiz G. Manual de Mecanização Agrícola Editora Agronômica Ceres Ltda, São Paulo, 1974.
- 5. SAAD, O. Seleção do equipamento agrícola Livraria Nobel S.A., São Paulo, 1976.