

TRAÇÃO ANIMAL NA PEQUENA PROPRIEDADE AGRO-PECUÁRIA; Opção ou Obsolescência?

RONALDO GONÇALVES LINS

Prof. Adjunto do Dep. de Tecnologia Rural da UFRPE.

Uma apreciação da tração animal, como fonte de potência para aplicações agrícolas no campo, tais como, preparo de solo, plantio, cultura, etc., a ser usada em pequenas propriedades rurais de tamanho até 25 hectares em o Nordeste Brasileiro. Paralelamente à consideração sobre a contribuição dessas propriedades agrícolas à produção agrícola do Nordeste Brasileiro, uma revisão da capacidade diária de trabalho animal, da adequação animal para tração ou velocidade, do rendimento termo-mecânico do trabalho animal e dos fatores influenciadores sobre a capacidade de trabalho animal é efetivada. Através de dados obtidos pela American Society of Agricultural Engineering, sobre demanda de tração de máquinas agrícolas, resultados são obtidos concernentes à demanda de potência por área trabalhada e tempo de execução para o preparo de solo e plantio, através do uso da maioria dos implementos agrícolas convencionais.

INTRODUÇÃO

A maquinaria agrícola existente num determinado momento e, segundo GEGO citado por MIALHE⁴ uma resultante de três níveis: a tecnologia anterior ou tradicional, a mais difundida no momento em foco ou tecnologia convencional e a em estágio pré-introdutório ou tecnologia inovada. Esse fato admite a coexistência de vários estágios de tecnologia de execução de operações agrícolas, conforme expresso na figura 1.

O uso da tração animal, segundo MIALHE⁴, pode parecer, nos dias atuais, uma nostálgica reminiscência do passado, sendo tal conceito decorrente da rápida evolução da Agricultura em certas regiões do Brasil, o crescimento veloz da indústria nacional de motores, tratores e máquinas agrícolas, a queda da mão-de-obra disponível na zona rural e a adoção do índice de tratorização como aferição de desenvolvimento agrícola.

As estatísticas do Censo de 1970 informam que 30 a 35 por cento das propriedades agrícolas, que utilizam exclusivamente potência animal no Brasil, possuem respectivamente uma área total de 5 a 20 hectares. Essas propriedades são caracterizadas por pequenas dimensões e reduzidas receitas de sua produção agrícola comercializável, resultando em agricultores de baixos poderes crédito e aquisitivo.

Por outro lado, na Grande Região Nordeste, segundo o Recadastramento 1972 do INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA²,

as propriedades de 5 a 25 hectares de área total são responsáveis por 20.1% da produção total de algodão, 29.2% da produção total de feijão, 8.9% da produção total de arroz, 24.3% da produção total de milho e 21.6% da produção total de mandioca. Ainda, na Grande Região Nordeste, as propriedades de 5 a 25 hectares de área total representam 36% dos imóveis rurais de produção agrícola básica para alimentação, 38% dos imóveis rurais de produção agrícola de transformação industrial, 35.8% dos imóveis rurais de produção agrícola em hortifruticultura e 28.3% dos imóveis rurais de produção extrativa vegetal e/ou florestal (INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA²). Os dados acima dão uma medida precisa da importância sócio-econômica do segmento das propriedades rurais cuja área total respectiva está situada entre 5 e 25 hectares, na Grande Região Nordeste.

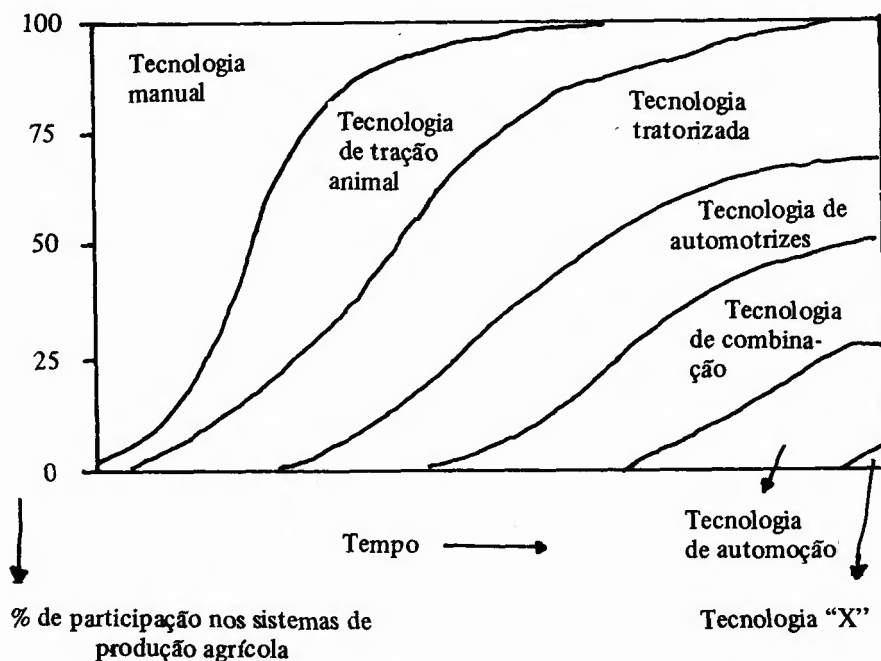


Figura 1 – Evolução da participação nos sistemas de produção, das várias tecnologias de execução mecanizada das operações agrícolas (MIALHE⁴)

O ANIMAL COMO MOTOR NA AGRICULTURA

É usado, na Agricultura, no preparo do solo, sementeira e colheita, nos transportes e acionamento de máquinas para provisão d'água e beneficiamento de produtos agrícolas. De um modo geral, o cavalo é empregado para trabalhos que requerem mais velocidades ou grandes percursos, o boi, para tarefas que exigem maiores esforços; as

mulas se caracterizam pela rusticidade e os asnos são usados para o transporte. O cavalo, no entanto, tem sido o animal mais pesquisado como motor-animal, razão pela qual nele basear-se-ão todas as considerações a seguir.

CAPACIDADE DE TRABALHO DIÁRIO

Convenciona-se que um cavalo pode realizar, num dia de serviço, um trabalho mecânico equivalente a 3200 - 3600 vezes seu peso vivo. COURTOIS citado por CONTI & HERMANN¹ estabeleceu o rendimento em quilogrametros diários de um cavalo de 500 kg de peso, trabalhando a uma velocidade de 1.1 metros por segundo, durante diferente número de horas.

Horas de trabalho	Esforço médio (kg)	Trabalho por segundo (kg.m)	Trabalho total (kg.m)
4	113	124	1 790 000
6	94	103	2 225 000
8	75	82	2 362 000
10	56	62	2 232 000
12	38	42	1 810 000

De acordo com a convenção estabelecida acima, é recomendável que esse animal exerça um trabalho mecânico de $3500 \times 500 = 1\,750\,000$ kg.m por dia, que corresponde aproximadamente ao trabalho total realizado em quatro horas. Portanto, se se exigir um maior número de horas que quatro, desenvolvendo o mesmo esforço de 113 kg, o animal não se recusará a atender a demanda adicional, porém às custas de um desgaste orgânico que poderá conduzi-lo a um lamentável estado de saúde.

A uma velocidade de 0.8 a 1.0 metro por segundo (equivalente a 2.9 a 3.6 km/hora), equinos e muares desenvolvem a máxima capacidade de trabalho diário, exercendo um esforço tratório equivalente a um oitavo a um décimo de seu peso vivo.

Trabalhos realizados pelo INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS citado por MIALHE⁴ indicam a disponibilidade de muares e bovinos, para o trabalho durante o ano, foi de respectivamente 155 e 223 dias, representando uma eficiência de tempo respectiva de 51.3 e 73.7%; a indisponibilidade foi causada por doenças, acidentes, etc.

A jornada dos animais varia de 6 a 8 horas, para esforços convencionais (1/10 do peso vivo, a velocidade de 2.9 a 3.6 km/hora) e um compatível regime alimentar. Essa jornada se reduz a 3 a 4 horas por dia, sob condições de trabalho que excedam os valores acima. A vida útil média, sob regime normal de trabalho, é de dez anos, para bovinos e doze a quinze anos, para muares.

ÍNDICE ANAMORFÓSIKO OU DE BARON (I)

É a relação entre o quadrado do perímetro torácico (C^2) e a altura da cernelha (A), (figura 2)

$$I = \frac{C^2}{A}$$

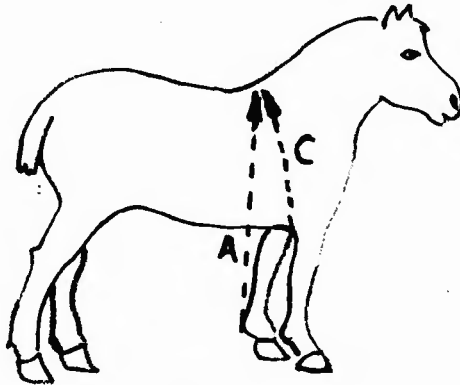


Figura 2 – Medidas para determinação do índice anamorfósico (CONTI & HERMANN¹)

Quando I é maior que 2,116, o animal tem aptidão para tração; quando menor, para velocidade.

O comprimento do passo de um animal é cerca de $\frac{3}{4}$ da altura da cernelha, quando desenvolve um esforço de tração médio igual a 30 vezes o índice anamorfósico. Logo, o trabalho mecânico (T) desenvolvido pelo animal, em cada passo, é:

$$T = 30.I. \frac{3}{4} . A \quad (1)$$

Exemplo: Para um cavalo de 720 kg de peso (Percherron), com altura de cernelha (A) de 1.7 m e perímetro torácico (C) de 2.1 m, o índice anamorfósico indica uma aptidão para tração, pois I é maior que 2.116, conforme explicitado em seguida:

$$I = \frac{C^2}{A} = \frac{2.1^2}{1.7} = 2.58$$

O trabalho diário capaz de oferecer é de 3 600 vezes seu peso vivo, logo:

$$3\ 600 \times 720 = 2\ 692\ 000 \text{ kg.m}$$

O trabalho desenvolvido num passo será, conforme a equação (1):

$$T = 30 \times 2.58 \times \frac{3}{4} \times 1.7 = 98.6 \text{ kg.m}$$

A distância (D), percorrida durante um dia de trabalho será:

$$D = \frac{2\,592\,000}{98.6} \times \frac{3}{4} \times 1.7 = 33\,517 \text{ m}$$

Admitindo que cada passo do animal se efetive num segundo, sua velocidade (V) de deslocamento será:

$$V = \frac{3}{4} \times 1.7 \times 3\,600 = 4\,590 \text{ metros por hora.}$$

O tempo (t) para percorrer a distância (D) acima será:

$$t = \frac{33\,517}{4\,590} = 7.3 \text{ horas ou } 7 \text{ horas e } 18 \text{ minutos.}$$

Esses são elementos fundamentais para o cálculo de produção horária de trabalhos agrícolas, com aração, gradagem, semeadura, cultivação, etc.

RINGELMANN citado por CONTI & HERMANN¹ assevera que, na França, o cavalo ideal para Agricultura deve ter um peso ao redor de 500 kg e uma altura de cernelha de 1.55 m.

Raça	Altura da cernelha (m)	Peso (kg)
Belga Brabantino	1.65 – 1.71	600 – 900
Belga Ardenês	1.60 – 1.65	600 – 700
Francesa Boulonês	1.70 – 1.80	850 – 900
Francesa Percheron Pequeno	1.50 – 1.60	500 – 550
Francesa Percheron Grande	1.65 – 1.70	700 – 800
Francesa Bretão	1.54 – 1.57	500 – 550

RENDIMENTO TERMOMECÂNICO DO MOTOR ANIMAL

A energia que o animal adquire dos alimentos é medida em calorias por quilo-grama de alimento. Essa energia é convertida em trabalho útil, à maneira dos motores térmicos. As calorias das substâncias básicas dos alimentos são:

	K.Cal/Kg
Para os hidratos de carbono	3 600 - 3 800
Para as proteínas	4 500
Para as matérias graxas	900

O rendimento termomecânico do animal (R_{tm}) é a relação entre o trabalho teórico ou motor (T_m), representado pela conversão total das calorias contidas nos alimentos consumidos, e o trabalho útil (T_u), desenvolvido pelo animal, na tração ou no acionamento de máquinas e implementos.

Exemplo: Suponhamos um cavalo de tração, com 500 kg de peso vivo, que se alimenta diariamente de 16 kg constituídos de 12 kg de alfafa e 4 kg de milho e cuja capacidade de trabalho diário é equivalente em kg.m a 3 400 vezes seu peso vivo (MIALHE⁴).

Componentes	Teor (g/kg) nos componentes da ração	
	Alfafa	Milho
Hidrato de carbono	320	460
Proteínas	160	80
Matérias graxas	27	32

Cálculo da quantidade de componentes da ração

a) Hidrato de carbono.	
Alfafa (13 x 320 g)	3 840 g
Milho (4 x 460 g)	1 840 g
Total de hidrato de carbono	5 680 g
b) Proteínas	
Alfafa (12 x 160 g)	1 920 g
Milho (4 x 80 g)	320 g
Total de proteínas	2 240 g
c) Matéria graxa	
Alfafa (12 x 27 g)	324 g
Milho (4 x 32 g)	128 g
Total de matéria graxa	452 g

Cálculo do valor da ração em KCal

Hidratos de carbono	= 3 800 KCal x 5.68 kg	= 21 584 KCal
Proteínas	= 4 500 KCal x 2.24 kg	= 10 080 KCal
Matéria graxa	= 900 KCal x 0.452kg	= 407 KCal
Total geral		32 071 KCal

Cálculo de rendimento termomecânico (R_{tm})

$$\begin{aligned} \text{Trabalho motor } T_m &= 427 \text{ kg.m/KCal} \times 32\,071 \text{ KCal} = 13\,694\,317 \text{ kg.m} \\ \text{Trabalho útil } T_u &= 500 \times 3\,400 = 1\,700\,000 \text{ kg.m} \end{aligned}$$

$$\text{Rendimento termomecânico } R_{tm} = \frac{1\,700\,000}{13\,694\,317} = 0.1241$$

Portanto, o rendimento termomecânico do animal é de 12.41%.

FATORES INFLUENCIADORES DA CAPACIDADE DE TRABALHO

São condições ambientais, alimentação, compleição física, velocidade de trabalho e forma de atrelamento.

Condições ambientais. A altitude, pressão atmosférica e temperamento influem diretamente. As duas primeiras condicionam a taxa de oxigênio no ar, elemento imprescindível na combustão dos alimentos, fator que determina a eficiência da conversão da energia dos alimentos em trabalho. A terceira influencia no índice de desconforto que, quanto maior, mais negativamente influe na eficiência do trabalho.

Alimentação. O cálculo do valor da ração em KCal demonstrou a essencialidade de uma alimentação compatível com o trabalho, até mesmo às custas de suplementos balanceados e minerais.

Compleição física. Já foi demonstrada anteriormente, nesse trabalho, a correlação entre as características ponderais e dimensionais com o trabalho desenvolvido pelo animal.

Velocidade de trabalho. Segundo CONTI & HERMANN¹, a variação do rendimento do trabalho útil de equinos, em função da velocidade média de trabalho, é:

Velocidade de trabalho		Rendimento de trabalho útil
(km/h)	(m/s)	
2.0	0.56	0.69
3.2	0.89	1.00
4.0	1.11	0.99
6.0	1.67	0.94
8.0	2.22	0.83
10.0	2.78	0.68
12.0	3.33	0.51
14.0	3.89	0.33
16.0	4.44	0.18

Forma de atrelamento. Segundo CONTI & HERMANN¹, são os seguintes os rendimentos de trabalho útil em função do número e da posição dos animais em atrelamento.

Atrelamento	Eficiência relativa*
1 só animal atrelado	100%
2 animais em linha	98%
3 animais em linha	85%
4 animais em linha	78%
4 animais atrelados por parselhas em tandem	82%
6 animais em linha	60%
6 animais atrelados 3 a 3 em tandem	72%

(*) Eficiência por animal em relação ao trabalho mecânico desenvolvido por 1 só animal.

DEMANDA DE POTÊNCIA DE IMPLEMENTOS AGRÍCOLAS

Utilizando dados da AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERING citado por SMITH⁵, relativos aos esforços médios para alguns trabalhos agrícolas, podemos deduzir as respectivas potências correspondentes a 3 km/h, como segue:

Implementos	Esforço necessário p/cm de largura operacional	Potência a 3 km/h por metro de largura operacional
Arado de aivecas a 15cm de profundidade.	5.25 – 12.75 kg/cm	5.83 – 14.16 CV.H/m
Arado de discos.	2.25 – 5.3 kg/cm	2.5 – 5.9 CV.H/m
Sulcador	180 – 340 kg p/sulco	2.0 – 3.8 CV.H/km
Grade de discos de uma secção.	0.6 – 2.0 kg/cm	0.67 – 2.2 CV.H/m
Grade de discos conjugada de 22" diâmetro (em tandem)	2.5 – 3.4 kg/cm	2.8 – 3.8 CV.H/m
Cultivador c/enxadinhas tipo pé-de-pato	1.30 – 2.50 kg/cm	1.45 – 2.78 CV.H/m
Semeadeira de grãos finos	0.45 – 1.2 kg/cm	0.5 – 1.3 CV.H/m
Semeadeira de milho	1.2 – 1.8 kg/cm	1.3 – 2.0 CV.H/m

POTÊNCIA DO MOTOR ANIMAL

Adotar-se-á, aqui como paradigma, um animal crioulo, do tipo mais encontrado no Nordeste, que pode pesar em média 300 kg e trabalhar a uma velocidade de 3.0km/h, com uma eficiência de trabalho da ordem de 75% do trabalho útil.

Convencionalmente, o trabalho diário desse cavalo será:

$$300 \times 3500 = 1\ 050\ 000 \text{ kg.m}$$

Mas, levando em consideração a eficiência de 75%

$$0.75 \times 1\ 050\ 000 = 787\ 500 \text{ kg.m/dia} = 2.9 \text{ CV/dia}$$

Se distribuímos essa potência disponível equitativamente durante oito horas por dia, teremos

$$\frac{2.9}{8} = 0.36 \text{ CV.H}$$

O que demonstra a conveniência de ser tentada a utilização de raça especializada para tração (Percheron pequeno, etc.), adaptada às condições nordestinas, que desenvolva 0.6 CV.H.

DEMANDA DE POTÊNCIA POR ÁREA PARA EXECUÇÃO DE TRABALHOS AGRÍCOLAS DE TRAÇÃO

De conformidade com os dados contidos no item (Demanda de Potência de Implementos Agrícolas) desse trabalho, podemos calcular a quantidade de CV.H necessária para a realização das diversas operações (aração, gradagem, sulcagem, cultivação, sementeira, etc.) por hectare, considerando-se uma eficiência de campo de 75%.

	CV.H/HA
Aração com aivecas a 15 cm de profundidade	25.9 – 62.9
Arado de discos	11.1 – 26.2
Sulcador	2.0 – 3.8CV.H/KM
Grade de discos de uma secção	2.9 – 9.8
Grade de discos conjugada de 22" diâmetro	12.4 – 16.8
Cultivador com enxadinhas tipo pé-de-pato	6.4 – 12.3
Semeadeira de grãos finos	2.2 – 5.7
Semeadeira de milho	5.7 – 8.8

TEMPO DE EXECUÇÃO DE TRABALHO AGRÍCOLA DE TRAÇÃO ANIMAL

De acordo com os padrões estabelecidos para o uso racional da potência animal, sem desgaste ou deterioração orgânica, podemos, com os dados desenvolvidos até o momento, estabelecer o que deverá ser o tempo necessário para o preenchimento da demanda de potência na execução dos diversos trabalhos agrícolas de tração, considerando-se o que se pode esperar de um animal crioulo e de um animal de raça especializada para tração.

Capacidade em CV.H admitida para 8 horas por dia:

Cavalo crioulo	0.36 CV.H
Cavalo Percheron pequeno ou Bretão	0.6 CV.H

Trabalho agrícola de tração animal	Horas por hectare por animal	
	Cavalo crioulo	Percheron/Bretão
Aração com aivecas a 15cm de profundidade	72 – 175	43 – 105
Arado de discos	30 – 73	18 – 44
Sulcador	5 – 10 H/KM	3 – 6 H/KM

Grade de discos de uma secção	8 - 27	5 - 16
Grade de discos conjugadas de 22" diâmetro	34 - 46	20 - 28
Cultivador c/enxadinha tipo pé-de-pato	17 - 34	10 - 20
Semeadeira de grãos finos	6 - 15	4 - 10
Semeadeira de milho	16 - 24	10 - 14

A maior demanda de tempo por hectare induz ao uso de maior potência que a fornecida por um só animal, daí resultar a utilização de parrelhas ou ternos de animais atrelados conjuntamente nas operações em que a quantidade de CV por hectare é maior.

CONCLUSÃO

A tração animal, na pequena propriedade agropecuária, é uma opção válida e atualizada. As vantagens da potência animal são, segundo JONES³, as seguintes:

- a) grande reserva de potência para emergências e sobrecargas temporárias. Ensaio de tração em Iowa, E.U.A., demonstram que, no espaço de 7.6m, a raça Clydesdale conseguiu desenvolver 9.8 CV por animal e a Percheron 10.6 CV;
- b) Uso de alimento (combustível) que é produzido largamente nas fazendas. Gramíneas, leguminosas, milho, sorgo, caroço de algodão, etc.;
- c) flexibilidade de amplitude de unidade motora. Cavalos de 300 a 800 kg com diferentes capacidades geradoras de potência;
- d) adaptação à praticamente todo tipo de tração. Tração em linha reta, circular, etc.;
- e) aderência ao solo em condições seca ou úmida. Possibilidade de derrapagem minimizada e disponibilidade para trabalho maximizada;
- f) a indisponibilidade de uma unidade motora (um animal) não suprime uma maior fonte produtora de energia (como num trator) e pode ser facilmente compensada por uma segunda unidade motora (outro animal) devido ao seu baixo custo de aquisição (quando comparado com o de um trator);
- g) pode ser reproduzido na fazenda. Um casal de animais gerando novos animais;
- h) tipo de potência de relativamente baixo custo operacional em áreas onde existe suprimento de cereais e pastos.

Ao que acrescentáramos, dentro da atual conjuntura dos preços e da dependência de suprimentos estrangeiros de petróleo para satisfazer as necessidades nacionais de consumo:

- a) baixo custo de aquisição. Um cavalo custa cerca de um quinto a um décimo do preço de um trator de pneus de 50-60 cv nominais;
- b) baixo custo de propriedade ou custo fixo, parcela que, nos tratores, pode representar 50 a 70% do custo operacional horário; e
- c) combustível, que são os alimentos, gerado dentro do país, independento

de oscilações cambiais e especuladoras, por parte dos países produtores de petróleo, assim como de endividamento externo e ensejando, por outro lado, a circulação de riqueza interna, representada pela produção de insumos básicos de alimentação (produção, industrialização de soja, algodão, mamona, amendoim, etc. e comercialização de subprodutos farelos de soja, de algodão, de mamona, de amendoim, farinha de ossos, etc.), formação regional de suprimento alimentar (pastagens, forrageiras, ensilagem, fenação, etc.) e aproveitando maior contingente de mão-de-obra rural.

Para termos uma idéia do que pode representar a economia de divisas, proveniente da substituição do uso de petróleo em trabalhos agrícolas, limitar-nos-emos a citar: "Consome-se maior energia em agricultura para arar as terras que em todos os estabelecimentos industriais" (Henry Ford, "Minha Vida e Minha Obra").

ABSTRACT

An appreciation of animal traction as source of power for agricultural field application such as seed bed preparation, planting, cultivation, etc. to be used in small farms whose size may vary up to 25 hectares in North East Brazil. Along with considerations on these farms' contribution to the agricultural production in North East Brazil, a review of animal daily work capacity, animal adequacy for traction or speed, thermo-mechanic efficiency rate and factors influencing animal work capacity is accomplished. By means of data obtained through American Society of Agricultural Engineering for draft requirements of Crop Machines, some figures are inferred concerning power demand per area and performance time for most tillage and planting equipments.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 – CONTI, Marcelo & HERMANN, Roberto E. *Las maquinas en la agricultura moderna. Tratado de mecanica agricola.* Buenos Aires, B. U. Chiesino, 1942. part 1.
- 2 – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. Departamento de Cadastro e Tributação. *Sistema Nacional de Cadastro Rural. Cadastro de Imóveis Rurais – 1972. Estatísticas Cadastrais/2 Base: Recadastramento 1972.* Brasília, 1976 v.2.
- 3 – JONES, Fred R. *Farm gas engines and tractors.* New York, McGraw-Hill Book, 1952.
- 4 – MIALHE, Luiz Geraldo. *Máquinas motoras na agricultura.* São Paulo, Ed. Pedagógica e Universitária, 1980. v.1.
- 5 – SMITH, Harris Pearson. *Farm machinery and equipment.* New York, McGraw-Hill Book, 1955.