

Aula 4 – Introdução ao estudo do trator

Prof. Jose Paulo Molin

O trator, além de ser um veículo, é uma máquina dedicada e composta de mecanismos complexos, que transforma a energia química do combustível em energia útil para a realização de operações com máquinas e implementos agrícolas e florestais. A ASABE (American Society of Agricultural and Biological Engineers) conceitua o trator como uma máquina de tração projetada e inicialmente recomendada para proporcionar potência às máquinas e implementos agrícolas.

Constituiu-se na principal fonte de potência da agricultura, mas somente se consolidou em torno de 100 anos atrás. Até então havia o predomínio absoluto da tração animal, também desafiada pelas máquinas a vapor no final do século XIX. Sem dúvidas, o trator hoje representa a base da mecanização agrícola e para tanto ele evoluiu e atingiu um elevado padrão de versatilidade e funcionalidade, permitindo o acoplamento e acionamento dos mais variados tipos de máquinas e implementos. Nos últimos 20 anos, especialmente no Brasil, também evoluiu nos quesitos relacionados ao conforto do operador e visibilidade (lateral, frontal, traseira). Globalmente é sensível a sua evolução em aspectos como transmissão, motor e mesmo formato. Mas o item que mais repercutiu é a evolução tecnológica nos sistemas de rodagem, permitindo que o trator continue crescendo em potência, sem crescimento exagerado em suas dimensões externas e mantendo a versatilidade e manobrabilidade.

Os objetivos deste texto são:

- contextualizar a evolução histórica do trator como fonte de potência na agricultura;
- focar a constituição básica dos tratores existentes no mercado e suas variações;
- abordar aspectos do mercado de tratores no Brasil.

Breve histórico

A força humana foi a fonte de potência para a realização de operações agrícolas desde que o homem passou a produzir alimentos. Em algum momento os animais passaram a exercer parte dessa tarefa e a tração animal chegou ao seu auge tecnológico no final do século XIX.

Em 1776 James Watt patenteou o motor a vapor e se iniciou aí uma longa história de grandes impactos nas civilizações, culminando com a Revolução Industrial. Essa, por sua vez, causou a necessidade de expansão da produção comercial de alimentos, pois o operariado não mais os produzia para a sua subsistência. Em 1784 William Murdock construiu um primeiro modelo de motor a vapor em alta pressão e já no início do Século XIX há relatos de tentativas de utilizar um motor a vapor para mover um arado.

Em torno de 1850 já eram comercializados motores a vapor estacionários e portáteis e na sequência passaram à configuração de veículos, inicialmente dedicados à tração de carretas. Mas não tardou para que fossem direcionados para a aração (tracionando um arado), que sempre foi a operação mais demandante de potência na atividade agrícola. No final do Século XIX esse veículo a vapor disputava os espaços no mercado com a tração animal.

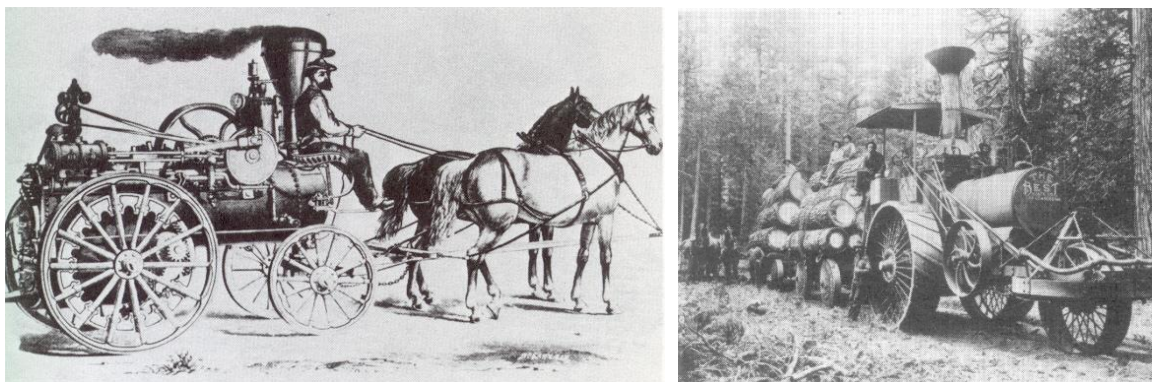


Figura 1. A máquina a vapor portátil utilizada para acionamento de máquinas estacionárias e sua evolução como veículo de tração (Gray, 1975)



Figura 2. O trator com motor a vapor perdeu por muitos anos competindo com aquele de motor de combustão interna

Em 1876, foi registrada a patente de um motor de combustão interna por Otto e essa evolução chegou na agricultura em torno de 1890, com o surgimento dos primeiros concorrentes daqueles veículos a vapor. Até então o termo trator ainda não existia e foi em 1906 que um fabricante desses veículos, já com motor de combustão interna, anunciou em um folheto de divulgação o seu novo modelo de *tractor machine* ou máquina de tracionar, que acabou se consolidando como *tractor*. Portanto, o nome é suficientemente auto explicativo - trata-se de uma máquina de tracionar, fundamentalmente de exercer força de tração.

As primeiras evoluções

Aquela máquina de tracionar evoluiu rapidamente e passou a incorporar recursos que permitem ao trator exercer outras funções que não apenas a de tracionar. A mais impactante delas, em 1919, foi a adição de uma extensão da árvore de manivelas do motor, que passou a ser denominada de tomada de potência (TDP). Assim passou a ser possível também o acionamento, além da tração de

máquinas. Mas as máquinas ainda eram arrastadas, acopladas à barra de tração. Uma solução mais prática, especialmente para a manobrabilidade e portabilidade das máquinas, surgiu com o desenvolvimento de um sistema de levante hidráulico juntamente com o conjunto de engate de três pontos, em 1935. Mas tudo isso ainda carecia de padronização de localização e dimensões, que foi acontecendo gradativamente nas décadas de 1940 e 1950.

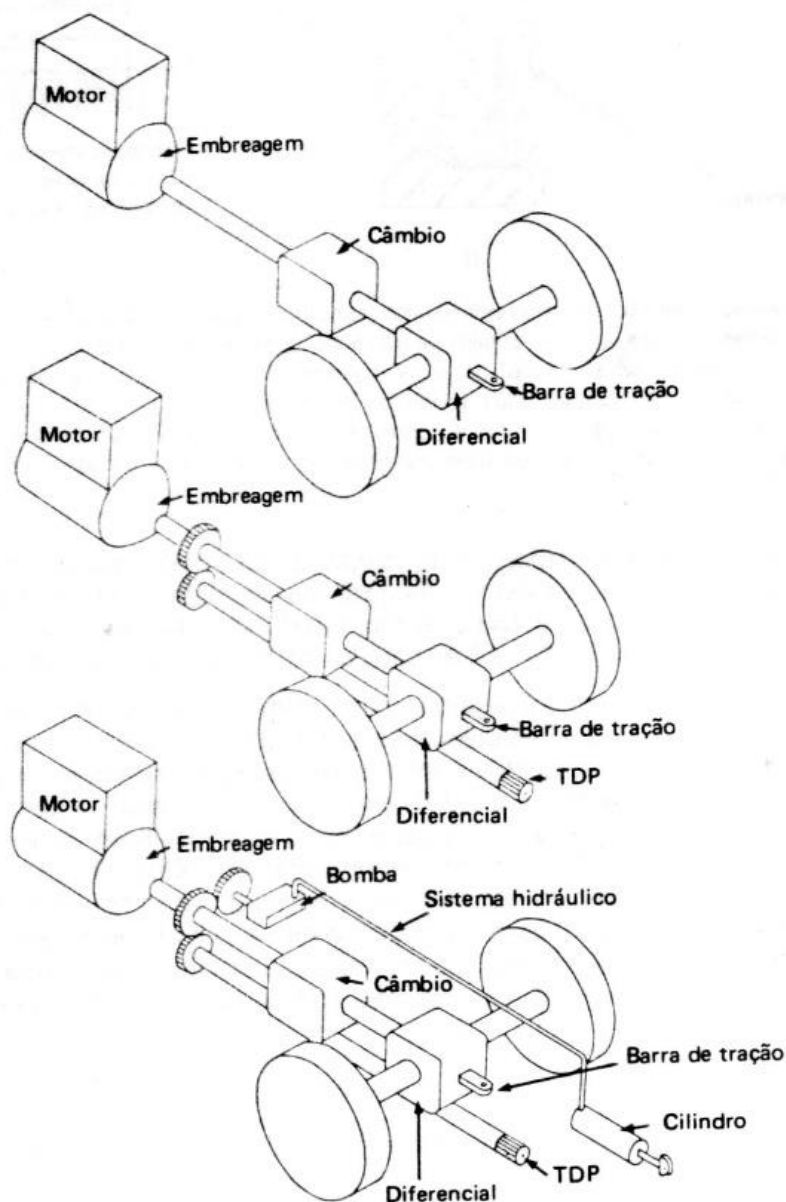


Figura 3. A evolução histórica do trator nos seus primeiros 50 anos (Mialhe, 1980)

Nesta evolução o trator se distanciou do automóvel como veículo, embora tenham surgido praticamente iguais. Até o final dos anos 1920 os motores dos tratores eram somente de combustão por centelha (ciclo Otto). A partir de então surgiram os motores de combustão por compressão (ciclo Diesel). Em 1933 foi introduzida a substituição dos rodados de ferro por pneus de borracha.

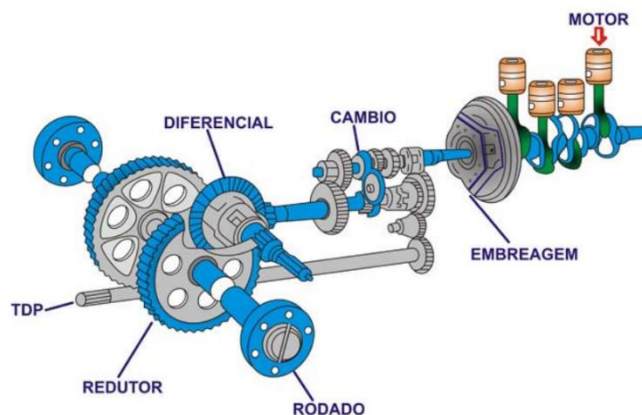


Figura 4. A constituição mecânica básica de um trator 4 x 2 (SENAR-SP, 2010)

A partir dessa constituição e das demandas que o trator deve atender, pode-se fixar uma definição mais detalhada, estabelecendo que o trator deve permitir tracionar máquinas e implementos de arrasto através da barra de tração, tracionar e carregar máquinas e implementos montados através do engate de três pontos com levante hidráulico, bem como acionar máquinas estacionárias, rebocadas ou montadas no seu engate de três pontos através da árvore de tomada de potência (TDP). Assim, é evidente que um trator para cumprir tais tarefas deve ser aquele que dispõem de barra de tração, TDP e engate de três pontos com levante hidráulico.

Os tipos de trator

No início haviam variações de formato, que com o passar dos anos permitiram a consolidação de alguns tipos básicos de tratores. Até pouco tempo o tipo mais comum era o trator 4 x 2, caracterizado por ter rodado de quatro pneus, sendo os dois traseiros maiores e responsáveis pela tração, com garras. Os pneus dianteiros são menores e servem para apoio e esterçamento (dirigir). Esses tratores historicamente possuem uma distribuição de peso em torno de 70% no rodado traseiro e 30% no rodado dianteiro. Eles permitem ajustes de distância entre pneus em cada eixo (bitola) para adequarem-se aos espaçamentos em culturas em linhas. Os tratores 4 x 2 recentemente se tornaram raros.



Figura 5. Exemplos de tratores 4x2

Na década de 1970, pela demanda por tratores maiores e mais potentes, se proliferou o conceito do trator 4 x 4, que tem um desenho diferente daquele que até então dominava o mercado. Este se caracteriza por ter rodado de pneus, sendo o traseiro e dianteiro iguais e com tração permanente nas quatro rodas. O peso é uniformemente distribuído entre os dois eixos e normalmente a direção é dada pela articulação do chassi. Por serem tratores maiores, foram concebidos para desempenhar operações de maior demanda de tração, especialmente preparo de solo; apresentam poucas ou nenhuma opção de ajuste de bitolas. Isso os caracteriza como tratores menos versáteis. Esses tratores chegaram a ser produzidos no Brasil na década de 1980. Hoje são oferecidos alguns modelos de grande potência e importados.

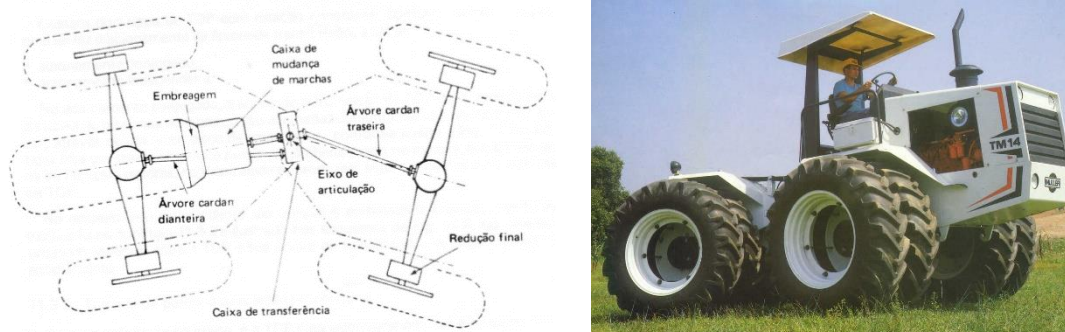


Figura 6. Esquema construtivo de um trator 4 x 4 e exemplo de um trator 4 x 4 produzido no Brasil no final do século passado

Na década de 1980 foi introduzido o conceito do trator 4 x 2 adicionado de uma tração dianteira auxiliar (4 x 2 TDA). Nada mais é do que o trator 4 x 2 com um rodado de tração também na dianteira, mas mantendo as proporções de pneus grandes na traseira e menores na dianteira. Essa tração auxiliar é de acoplamento opcional, normalmente acionada apenas em operações de maior demanda de tração. Os rodados dianteiro e traseiro, portanto, têm garras. A distribuição de peso é de aproximadamente 60% no rodado traseiro e 40% no rodado dianteiro.

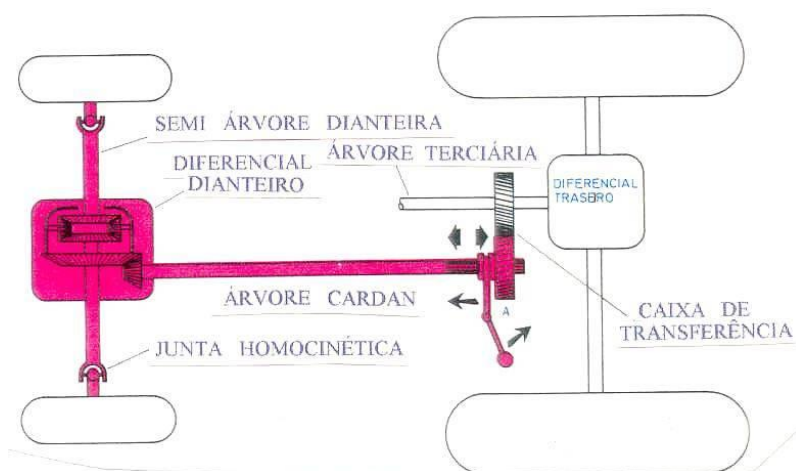


Figura 7. Esquema construtivo de um trator 4 x 2 TDA



Figura 8. Exemplos de tratores 4 x 2 TDA de mercado, com baixa potência (50 hp) e elevada potência (340 hp)

O trator 4 x 2 TDA praticamente monopoliza o mercado brasileiro nos últimos anos e não é muito diferente no resto do mundo. Na década de 1990 os especialistas afirmavam que este tipo de trator não teria como ter potência muito maior do que 200 hp (147 kW) e, no entanto, no ano de 2015, na Alemanha, foi anunciado um modelo de trator 4 x 2 TDA com 500 hp (368 kW). Isso só é possível graças a um grande avanço na tecnologia de pneus, permitindo grande área de contato dos pneus com o solo para garantir a tração produzida por tamanha potência concentrada.

É um tipo de trator que consegue oferecer grandes potências e manter a sua versatilidade, com ajuste de bitolas, disponibilidade de engate de três pontos com levante hidráulico para grandes cargas e TDP. Além disso é compacto e de boa manobrabilidade.



Figura 9. Trator 4 x 2 TDA de 500 hp (368 kW) de potência lançado em 2015 na Alemanha (www.fendt.com)

O trator de esteiras representa outro grupo e surgiu ainda nos primórdios da história do trator. Para ser considerado agrícola ele deve ter os componentes básicos: barra de tração, TDP e engate de três pontos com levante hidráulico. Isso o difere do trator de esteiras para a construção civil.



Figura 10. O trator de esteiras de aço que teve seu auge e praticamente já desapareceu do mercado

As esteiras

Há registros da concepção de esteiras na década de 1860, justamente para equipar veículos a vapor, que eram desproporcionalmente pesados.

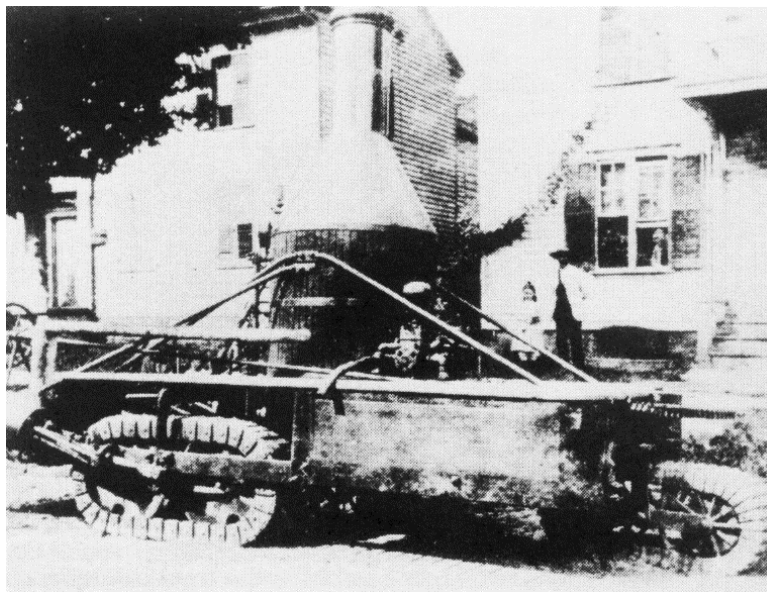


Figura 11. Veículo com motor a vapor e esteiras com placas de madeira, no ano de 1867 (Gray, 1975)

Porém, os tratores com motor de combustão interna e de esteiras são do início da década de 1900. A sua primeira fase coincidiu com o período da Primeira Guerra Mundial. A tecnologia das esteiras foi implantada nos veículos militares e surgiram então os tanques de guerra que passaram a ser tratados por uma indústria com maior aporte financeiro que aquela dos tratores agrícolas. Isso fez com que a tecnologia das esteiras daqueles veículos evoluíssem mais e os tratores agrícolas continuaram com esteiras de aço.

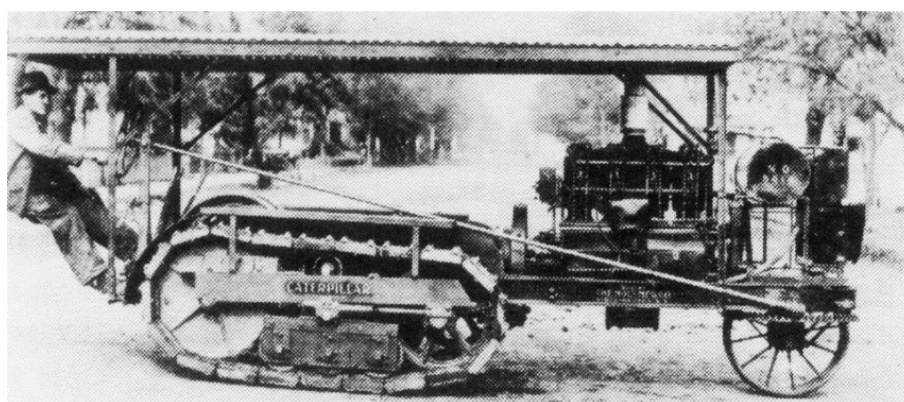


Figura 12. Trator de esteiras de 1912, com 30 hp e roda dianteira de apoio e esterçamento (Gray, 1975)

As esteiras representavam um sistema de rodado apropriado para a época e o trator agrícola de esteiras evoluiu sua participação no mercado até a chegada dos tratores 4 x 4, que surgiram como alternativa para tratores com maior potência. Desde então seu mercado decaiu e praticamente não é

mais produzido. No entanto, teve presença e importância no cenário agrícola e florestal porque as esteiras oferecem vantagens técnicas como a maior área de contato com o solo, garantindo assim maior eficiência na tração e menor pressão sobre o solo se comparadas com os pneus, o que resulta em maior aproveitamento da potência gerada no motor e menos compactação do solo. Porém, a velocidade de trabalho das esteiras é limitada, o trator não pode trafegar em estradas pavimentadas e também não é recomendável transitar a longas distâncias de deslocamento por causar desgastes excessivos ao sistema rodante. Além disso, o trator de esteiras não apresenta opção de regulagem de bitola. Tais fatos o faziam e o fazem menos versátil que o trator 4 x 4, embora ambos não se adequem a operações em culturas dispostas em linhas.

As esteiras de borracha

A maior parte da indústria de tratores de esteiras aceitou o fato de que a tecnologia estava ultrapassada, mas uma empresa reagiu produzindo uma solução inovadora, que deu origem às esteiras de borracha. Trata-se de uma solução que praticamente contempla as grandes vantagens técnicas das esteiras de aço e contempla solução para as limitações que estas apresentavam. Assim, em 1984 surgiu a versão moderna do trator de esteiras, não mais metálicas e sim de borracha.



Figura 13. Um dos primeiros exemplares de trator com esteiras de borracha a operar no Brasil

Se comparadas com as esteiras metálicas, as esteiras de borracha oferecem ao trator maior manobrabilidade, facilidade para o deslocamento, possibilidade de operar em maiores velocidades e maior conforto para o operador. Quando comparadas com os rodados de pneus resultam em menor compactação do solo, maior eficiência tratória, o que resulta em menor consumo de combustível por unidade de área trabalhada.

As esteiras de borracha evoluíram e hoje equipam diferentes tipos de tratores, incluindo os tipos 4 x 4 e 4 x 2 TDA e outros veículos agrícolas como colhedoras, pulverizadores autopropelidos e mesmo carretas com rodados sem tração. No entanto, seu uso no Brasil ainda é muito limitado.



Figura 14. Exemplos de sistemas de rodados com esteiras de borracha em distintas aplicações

Tipos especiais de tratores

Existe um sem número de modelos especiais de tratores para aplicações específicas, bem como de tratores conceito, não obrigatoriamente em produção. No Brasil, o destaque é para o microtrator de rabiças, popular em algumas regiões, especialmente na produção de hortigranjeiros e de arroz irrigado em pequena escala.



Figura 15. Microtrator de rabiças na versão equipado com enxada rotativa para preparo do solo e com carreta para transporte (Google Imagens)

Trata-se de uma categoria realmente diferente de fonte de potência e que não tem os requisitos para se enquadrar como um trator. No entanto, é versátil e permite ser convertido de uma fonte de potência operada externamente (pelas rabiças) acionando complementos como enxada rotativa e roçadora e se transforma em um veículo quando acoplado a uma carreta.

Há também tratores tipo plataforma porta máquinas, de uso genérico como trator, mas também capazes de servir como fonte de potência e de acoplamento para máquinas especiais

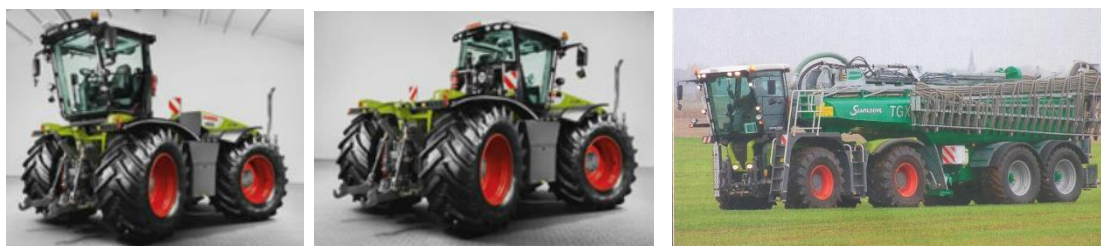


Figura 16. Exemplo de um trator tipo plataforma porta máquinas com diferentes arranjos de posição de cabine (frontal e central) e transportando um tanque distribuidor de esterco líquido de grande porte (Google Imagens)

Esses tratores são completos em sua configuração como trator (com barra de tração, TDP, engate de três pontos) e ainda permitem configurações específicas como a montagem da cabine em diferentes posições do chassi.

Também existem propostas de tratores com desenhos inovadores, como é o caso de tratores 6 x 6 ou até mesmo 8 x 8. Como são recorrentes nas feiras e nas revistas especializadas, é de se considerar que haja alguma demanda para tais concepções.



Figura 17. Exemplos de conceitos modernos de tratores tipo 6 x 6 e 8 x 8

Mercado de tratores

No Brasil, o início da fabricação de tratores ocorre no ano de 1960, a partir da instituição do Plano Nacional da Indústria de Tratores Agrícolas, em 1959, pelo governo federal. Até então os tratores aqui utilizados eram importados da América do Norte e da Europa.

A frota brasileira de tratores, antes dessa época, era de em torno de 60 mil tratores. Com medidas de incentivo, o número de tratores no campo, cresceu para algo como 800 mil tratores na década de 1990 e a partir de então observa-se a tendência de redução desse número, especialmente em função do advento da semeadura direta, que exige aproximadamente 30% da potência que era demandada numa mesma lavoura em que havia preparo periódico do solo. Outra razão está no aumento do tamanho dos tratores, com elevação expressiva da potência individual nos últimos anos.

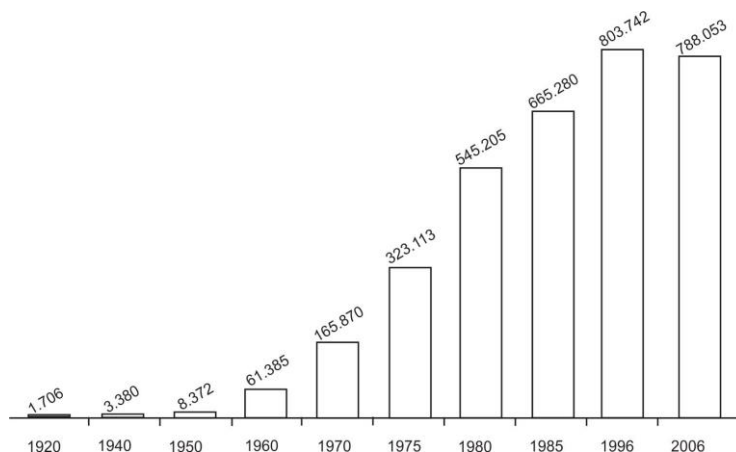


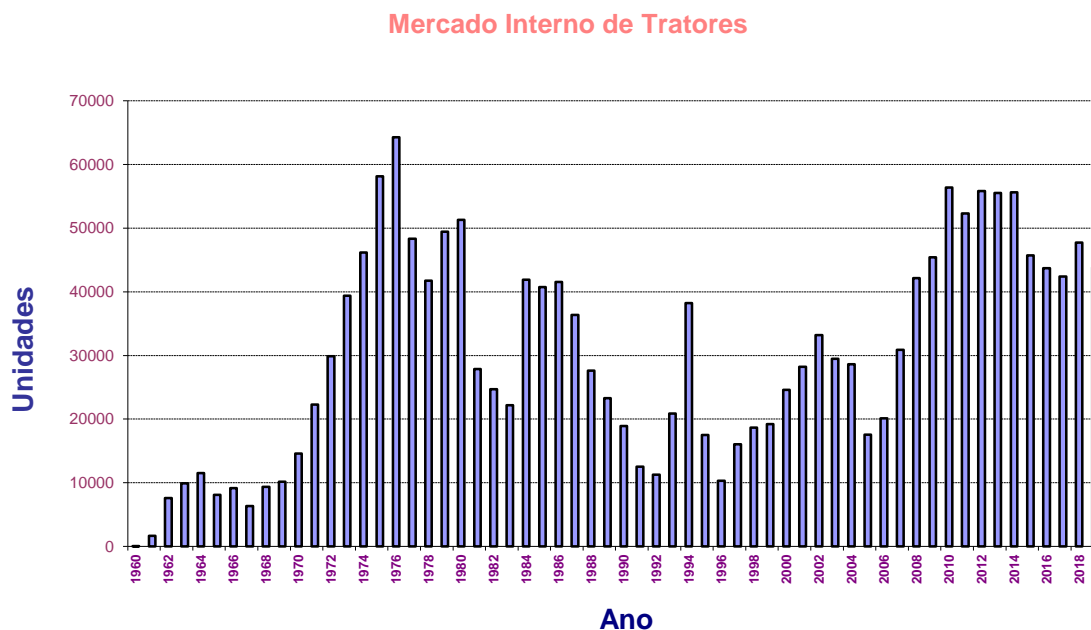
Figura 18. Número de tratores levantados pelos censos agropecuários (IBGE, 2010)



Figura 19. Frota e idade dos tratores brasileiros (Celeres, 2014)

Durante a década de 1980 a indústria nacional de tratores passou por períodos de longas crises em função de expressivas quedas de vendas. Grandes mudanças marcaram a década de 1990, com a

globalização da indústria e a consequente aquisições da maioria das empresas locais. Passada aquela fase observa-se que o mercado anual tem demonstrado ser da ordem de 50 a 60 mil tratores.



Mercado interno de tratores (ANFAVEA)

Figura 21. Mercado interno anual de tratores de pneu (ANFAVEA)

A Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA) congrega os fabricantes de tratores e divulga os números de mercado. Os fabricantes associados, por ordem alfabética, com suas respectivas marcas e localização das fábricas, são:

- AGCO
 - Massey Ferguson – Canoas, RS
 - Valtra – Mogi das Cruzes, SP
- Agrale
 - Agrale - Caxias do Sul, RS
- CNH
 - Case – Curitiba, PR
 - New Holland – Curitiba, PR
- John Deere
 - John Deere – Monte Negro, RS

Outros fabricantes são:

Agritech Yanmar (Indaiatuba, SP)

LS Mtron (Garuva, SC)

Mahindra (Dois Irmãos, RS)

Stara (Não-Me-Toque, RS)

Landini (Belo Horizonte, MG)

Montana (São José dos Pinhais, PR)

Tramontini (Venâncio Aires, RS)

Budny (Içara, SC)

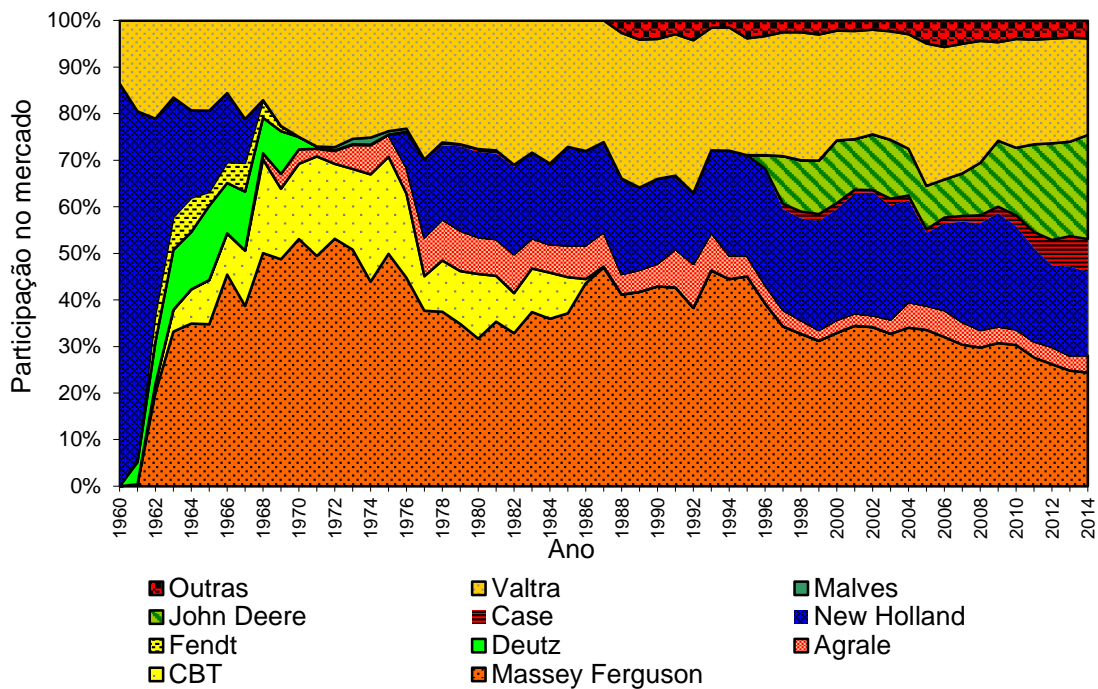


Figura 22. Participação percentual de mercado de cada marca, ao longo da história da indústria nacional de tratores (ANFAVEA)

É importante observar que algumas marcas aqui estiveram apenas por algum período da história. Outras foram adquiridas e mudaram de nome. É o caso dos tratores Ford que passaram para a marca New Holland.

Questões para estudo:

1. Quando o trator, de fato, passou a dominar as opções de fontes de potência na agricultura?
2. De onde surgiu o termo 'trator'?
3. Quais os tipos fundamentais de tratores?
4. Como se caracteriza o trator 4 x 2 TDA?
5. Quais as vantagens e desvantagens da esteira de aço em relação ao pneu de borracha como rodado em tratores?
6. Porque o trator de esteiras de aço praticamente não é mais disponível no mercado?
7. Caracterize um trator 4 x 4.
8. Quais as empresas e marcas fabricantes de tratores agrícolas no Brasil associadas à ANFAVEA?
9. Quais as vantagens das esteiras de borracha como sistema rodante de tratores se comparadas com as demais opções disponíveis?
10. Qual o tamanho do mercado brasileiro de tratores?
11. Defina o que é o trator agrícola.

Respostas:

- 1) No final do Século XIX, portanto referindo-nos à agricultura da Europa e da América do Norte, havia a opção histórica da tração animal com elevados padrões tecnológicos e dos motores a vapor já como veículos e dedicados às operações de maior demanda de potência. Nessa época surgem os motores de combustão interna e rapidamente são adotados em veículos para uso agrícola, que passaram a ser denominados de tratores. No entanto, o predomínio do trator sobre os demais somente aconteceu a partir da década de 1920.
- 2) O termo 'trator' (*tractor*, do Inglês) veio da expressão *tractor machine* ou a máquina de tracionar. Até então essa era a única missão do trator, via barra de tração, que hoje realiza outras atividades, não menos nobres, como acoplar máquinas e implementos no seu engate de três pontos e acionar máquinas via TDP.
- 3) Como tratores com suas funções fundamentais, considera-se basicamente o trator tipo 4 x 2, 4 x 2 TDA, 4 x 4 e o trator de esteiras.
- 4) É o trator rodado de tração principal traseiro e rodado de tração dianteira auxiliar e mantém as proporções de pneus grandes na traseira e menores na dianteira, como o trator 4 x 2. A tração auxiliar é de acoplamento opcional, normalmente acionada apenas em operações de maior demanda de tração. Os rodados dianteiro e traseiro possuem garras e a distribuição de peso é de aproximadamente 60% no rodado traseiro e 40% no rodado dianteiro.
- 5) As esteiras de aço oferecem vantagens técnicas como a maior área de contato com o solo, garantindo assim maior eficiência na tração e menor pressão sobre o solo, o que resulta em maior aproveitamento da potência gerada no motor e menor compactação do solo. Porém, a velocidade de trabalho das esteiras é limitada, o trator não pode trafegar em estradas pavimentadas e também não é recomendável transitar a longas distâncias de deslocamento por causar desgastes excessivos ao sistema rodante e não apresentam opção de regulagem de bitola.
- 6) O trator de esteiras de aço executava operações com maior demanda de potência, associadas predominantemente ao preparo do solo. Com o surgimento dos tratores 4 x 4 ele perdeu espaço no mercado, embora ambos não se adequem a operações em culturas dispostas em linhas.
- 7) O trator 4 x 4 tem rodado de pneus, sendo o traseiro e dianteiro iguais e com tração permanente nas quatro rodas. O peso é uniformemente distribuído entre os dois eixos e normalmente a direção é dada pela articulação do chassi. Por serem tratores maiores, foram concebidos para desempenhar operações de maior demanda de tração, especialmente preparo de solo; apresentam poucas ou nenhuma opção de ajuste de bitolas e por isso são pouco versáteis.
- 8) AGCO, fabricante das marcas Massey Ferguson (Canoas, RS) e Valtra (Mogi das Cruzes, SP); Agrale, fabricante da marca Agrale (Caxias do Sul, RS); CNH, fabricante das marcas Case (Curitiba, PR) e New Holland (Curitiba, PR); John Deere, fabricante da marca John Deere (Monte Negro, RS).
- 9) As esteiras de borracha oferecem ao trator maior manobrabilidade, facilidade para o deslocamento, possibilidade de operar em maiores velocidades e maior conforto para o operador quando comparadas com as esteiras metálicas. Quando comparadas com os rodados de pneus resultam em menor compactação do solo, maior eficiência

tratória e por consequência, menor consumo de combustível por unidade de área trabalhada.

- 10) Observando-se o comportamento das vendas e as tendências de expansão da agricultura e das florestas implantadas, bem como as práticas de uso e manejo do solo, não há indicação de mudanças expressivas naquelas registradas nos últimos anos, da ordem de 50 a 60 mil tratores por ano.
- 11) O trator deve permitir tracionar máquinas e implementos de arrasto através da barra de tração, tracionar e carregar máquinas e implementos montados através do engate de três pontos com levante hidráulico, bem como acionar máquinas estacionárias, rebocadas ou montadas no seu engate de três pontos através da árvore de tomada de potência (TDP). Assim, para se caracterizar como um trator deve dispor de barra de tração, TDP e engate de três pontos com levante hidráulico.

Referências

MIALHE, L.G. Máquinas motoras na agricultura, São Paulo, EDUSP, 1980, v.1, cap. 6.

www.anfavea.com.br