

Colhedoras

A partir de 1960, com o advento da indústria nacional de tratores, o Brasil começou a trilhar um caminho próprio para a mecanização dos seus campos. Até então nossa mecanização era precária e a procedência das máquinas era tremendamente diversificada. A presença de inúmeras marcas de tratores importados traduzia uma agricultura ainda incipiente e com perfil pouco adaptado aos trópicos. O trigo e o arroz tinham forte expressão nas lavouras de grãos. As colhedoras autopropelidas importadas tinham facilidade de atender as demandas colhendo grãos miúdos.

Ainda naquela década surgiam as colhedoras autopropelidas nacionais e junto com elas veio a soja que já tinha exigido, principalmente nos Estados Unidos, grande trabalho de adaptação e desenvolvimento nas colhedoras para se ajustarem à sua colheita. Porém, juntamente com a soja, o milho foi expandindo a sua presença e o trigo deixou de ser a principal cultura no Sul do país. As máquinas passaram a ser mais polivalentes e hoje é raro o agricultor que não tenha duas plataformas para uma mesma colhedora – uma para milho e a outra para as demais culturas.

Foi nessa época que a indústria nacional passou a denominar essas máquinas de "colheitadeiras", um termo regional gaúcho, justamente a partir da indústria concentrada no Rio Grande do Sul, e assim tem sido denominada em todas as regiões de influência cultural sulista. No interior de São Paulo e de estados vizinhos a mesma máquina é muito conhecida como "colheadeira". Porém, o termo técnico mais correto é colhedora.

Deixando de lado as questões de semântica, a colheita de grãos pode ser em sistema manual, semi-mecanizado e mecanizado. A seleção por um deles depende do grau de mecanização permitido pela cultura, das condições de relevo das lavouras e de fatores econômicos. A colheita manual é praticada em pequena escala e em atividades de subsistência. Já a colheita semi-mecanizada é largamente adotada no Brasil; é o caso do feijão arrancado manualmente e trilhado em máquinas estacionárias ("batedeira"); da mesma forma, o milho "despogado" (quebrado) manualmente é trilhado em máquinas estacionárias. A colheita mecanizada pode ainda ser praticada de forma direta, numa única etapa, ou de forma indireta, normalmente em duas etapas. Os canadenses se destacam nessa prática e utilizam as ceifadoras para cortar e enleirar as culturas. Tal prática teve origem no fato deles, em função da latitude em que se encontram, terem um período muito limitado apropriado para o desenvolvimento das culturas. Algumas delas como canola, linhaça, lentilha e outras têm a maturação e a secagem forçadamente uniformizadas dessa forma. Por fim, a máquina – uma colhedora com plataforma recolhedora, portanto, recolhedora-trilhadora – executa a etapa da trilha, separação e limpeza dos grãos.

Figura 1 – A mecanização da colheita em torno de 400 a.C. com a reconstrução da imagem de um equipamento (QUICK & BUCHELE, 1978)

Um pouco de história

A história da mecanização da colheita tem início no Império Romano, provavelmente em torno de 400 a.C. Um grande pente de dentes de madeira sobre duas rodas era empurrado por um animal sobre a lavoura, arrancando as espigas de trigo que eram depois trilhadas no pátio, com o pisoteio de animais.

Já bem mais recentemente (entre 1750 e 1850) surgiram, por um lado, inúmeros dispositivos de ceifa, invariavelmente de tração animal e, por outro, dispositivos estacionários de trilha. Nessa época a humanidade dependia quase que exclusivamente do trigo, mas logo surgia o milho que havia sido levado das Américas para a Europa. As primeiras máquinas que combinavam ceifa e trilha surgiram nessa época, sempre de tração animal, e passaram a ser denominadas de "combinadas". A partir da década de 1870, o motor a vapor passou a ser utilizado como fonte de potência para as combinadas, aproveitando a palha da própria lavoura para a queima; mas quem fez sucesso foram as grandes trilhadoras estacionárias acionadas por motores a vapor. As primeiras combinadas autopropelidas surgiram a partir de 1930.

A colheita mecanizada de soja

A colheita da soja, em particular, tem uma história bem mais curta. Segundo Quick e Buchele (1978), a cultura foi levada da Ásia para a Europa, via Japão, em 1712 e, na década de 1920 já era utilizada nos EUA como forragem e como adubo verde. Conta a história que a primeira soja colhida com colhedora foi em 1924, em Illinois. As empresas que produziam colhedoras relutavam em vender máquinas para a colheita de soja porque até então não havia nenhum teste com máquinas nessa cultura. Os primeiros testes realizados em 1925, nessa mesma região, relatavam perdas da ordem de 9%, sendo que desses, aproximadamente 84% eram perdas de plataforma. Esse índice de perdas mudou muito pouco até os anos 70, quando surgiram as primeiras plataformas de corte flutuantes e flexíveis.

Até essa época reinavam absolutas as colhedoras com sistema de trilha de fluxo radial, também conhecido como tangencial. Foi em 1977 que foram lançadas, a partir do mercado norte-americano, as primeiras colhedoras com trilha de fluxo axial. Hoje se sabe que essas colhedoras são mais eficientes em termos de perdas e danos aos grãos, além de permitirem maior taxa de alimentação para um mesmo porte de máquina, se comparadas com as colhedoras convencionais, de fluxo radial.

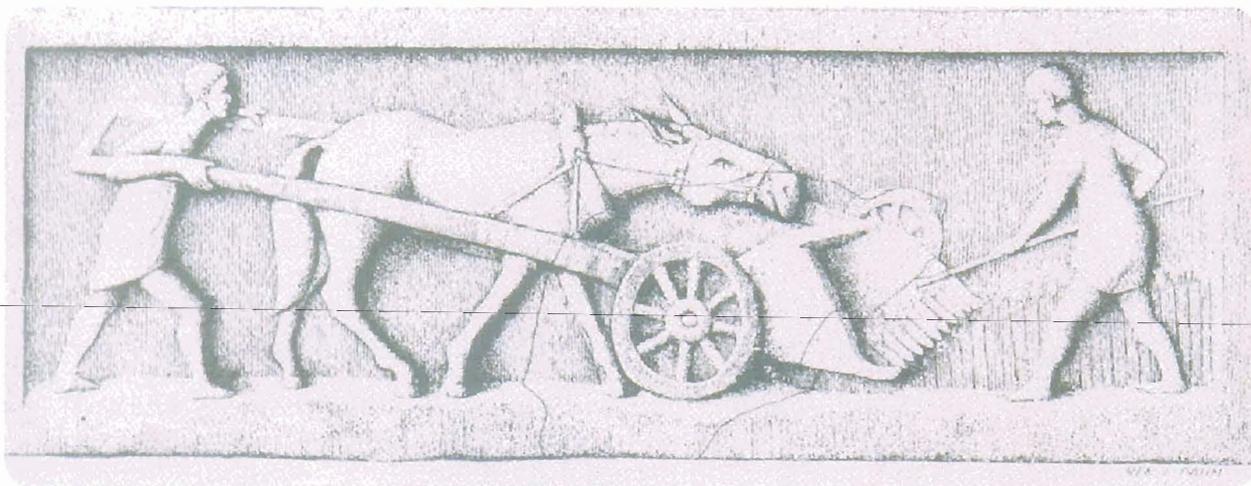




Figura 2 – A reconstrução do equipamento de colheita dos Romanos, em escala real, feita na Alemanha (QUICK & BUCHELE, 1978)

A mecanização da colheita do milho

Ao longo dos últimos anos a cultura do milho no país tem tido uma evolução marcante. Nos anos 70 o país produzia em torno de 15 milhões de toneladas/ano e na safra de 2007 já beiramos 50 milhões de toneladas, em área que passou apenas da ordem de 11 milhões para 13 milhões de hectares. E o milho continua conquistando importância ainda maior na medida em que a prática da "safrinha" se expande; em estados como o Paraná, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Goiás e Mato Grosso, a "safrinha" já não é mais um ciclo secundário e sim uma safra com a qual o agricultor conta por inteiro no seu faturamento.

Abordar a colheita de milho implica em comentar sobre plataformas e é bom lembrar do tempo em que se semeava milho com espaçamento de 1,0 m a 1,1 m. Nos anos 80, se estabeleceu que os bons espaçamentos fossem da ordem de 0,7 m a 0,8 m e mais recentemente se passou aos espaçamentos adensados, da ordem de 0,4 m a 0,5 m. Quando o agricultor decide pela compra de uma plataforma para milho, é forçado a fazer planejamento relativo à semeadora: seu número de linhas e espaçamento. Se tiver que fazer alguma troca, essa é a hora, porque semeadora e plataforma andam juntas e espaçamento em plataforma de milho não é algo que se possa regular à vontade, como se faz na semeadora.

No mercado são encontrados vários fabricantes de plataformas para colheita de milho e que são adaptáveis a praticamente todas as colhedoras, o que não é verdade para as plataformas segadoras. Quanto à adoção dos espaçamentos adensados, o que se observa é a oferta de diversos modelos de vários fabricantes e finalmente os fabricantes de colhedoras passaram a oferecer seus próprios modelos.

Em 1994, um agricultor americano auxiliado por alguns pesquisadores divulgava o que seria a primeira plataforma para milho adensado (15 polegadas). Nada mais era do que uma plataforma convencional remodelada e para cada linha com duas correntes foram feitas duas linhas de apenas uma corrente condutora, além de reconstruir a carenagem que cobre as linhas.

Essas plataformas, hoje no mercado brasileiro, têm uma quantidade de ferragem significativamente maior do que aquelas convencionais de mesma largura. Isso resulta em uma plataforma pesada. Uma solução para minimizar o seu peso tem sido a utilização de perfis de alumínio na estrutura, bem como a substituição da carenagem metálica por plástico. Especialmente o alumínio encarece significativamente a plataforma, porém reduz o peso, igualando-o ao daquelas de espaçamentos maiores.

Há agricultores que tentam fazer a colheita de milho de linhas adensadas utilizando a plataforma já existente na fazen-

da. Por exemplo, se o espaçamento for de 0,5 m, utilizam plataforma de 1,0 m, colhendo duas linhas de milho para cada linha da plataforma. É de se destacar que essa é uma solução muito precária e que aumenta significativamente os riscos de perdas. A chance de desalinhamento aumenta, fazendo com que muitos pés de milho escapem dos rolos despigadores.

A questão dos espaçamentos adensados ainda vai merecer muita discussão e estudos para comprovar a sua vantagem ou desvantagem em termos de produção de grãos. Porém um fato é inegável – muitos agricultores adotam o mesmo espaçamento para o milho e para a soja, justamente para economizar tempo de preparação de semeadoras na troca de cultura. Porém é também oportuno lembrar que o adensamento das linhas de milho implica em custos de investimento, tanto na troca da plataforma como no aumento do número de linhas da semeadora.

É sabido que a colheita de milho é a que mais exige da máquina, que sofre bastante, especialmente no seu sistema de triilha. Naquelas de fluxo radial, cada espiga tem que ser despalhada e debulhada em um espaço de tempo muito pequeno e por isso é uma etapa bastante brusca. Com as produtividades aumentando a cada ano, a largura das plataformas tem que ser ajustada para que a taxa limite de alimentação da máquina não seja ultrapassada. Essa taxa de alimentação é definida pelo limite aceitável de perdas internas de grãos da má-

quina. Outra forma de se ajustar a taxa de alimentação é na velocidade de avanço da colhedora, mas esse é um ajuste local que o operador faz a toda hora e o que se deseja é que ele possa trabalhar com a velocidade sempre a mais alta possível.

As perdas definem a capacidade da colhedora

A colheita de grãos é guiada pelas perdas que podem ser caracterizadas e divididas em vários estágios. São normalmente consideradas as perdas naturais, perdas de plataforma e as perdas internas da máquina. As perdas naturais da lavoura são regidas principalmente pelas intempéries. No entanto podem ser sinônimo de deficiências no planejamento e na gestão do sistema. Hoje se aborda o conceito de pontualidade das operações e, especialmente na colheita da soja, essa pontualidade pode ser traduzida em valor financeiro. O atraso na colheita de uma lavoura representa perdas que são atribuídas a erros de planejamento da lavoura e escolha de cultivares, falta de máquinas, etc.

As perdas de plataforma são causadas pela interface máquina-lavoura e se expressam de várias formas. Na colheita de soja e outras culturas que utilizam plataforma segadora, o molinete mal ajustado (altura e avanço), bem como a inclinação dos dentes causam impacto com as vagens e a conseqüente debulha. A rotação do molinete acima da recomendada pelo manual do fabricante para uma dada velocidade da máquina vai centrifugar plantas que são arremessadas. A altura da plataforma, especialmente para a soja, é um grande causador de perdas. Assim também ocorre com a barra de corte com problemas de folga e danificação de lâminas, que, ao "mastigar" no corte provoca a debulha. A velocidade de avanço da máquina é um desafio, porque o impacto com as plantas faz crescer as perdas.

Especialmente para o milho, independente do tamanho da máquina e do espaçamento entre linhas, uma preocupação que o agricultor tem que ter é com a preparação da máquina para a colheita. A plataforma pode ser uma fonte de perdas significativas, tanto de espigas como de

grãos debulhados. As perdas de espigas são as que causam maior preocupação, uma vez que apresentam efeito significativo sobre a perda total. Podem ter sua origem na regulagem da colhedora, mas também podem estar relacionadas à cultivar e sua relação com a máquina, como por exemplo, a uniformidade da altura da inserção de espigas e a ocorrência de acamamento de plantas. Outra providência prévia é o número de linhas das semeadoras, que deverá ser igual ou múltiplo do número de linhas da plataforma de colheita, bem como com o mesmo espaçamento, para evitar desalinhamentos na colheita. As regulagens de máquina basicamente são: a velocidade de deslocamento, a altura da plataforma e a regulagem das chapas de bloqueio da espiga, acima dos rolos puxadores. Em lavoura sem acamamento procura-se trabalhar com a plataforma o mais alto possível, justamente para diminuir a chance de entrada de colmos na máquina. A plataforma deve arrancar as espigas e não permitir que outras partes da planta entrem na máquina, competindo por espaço dentro dos sistemas de trilha, separação e limpeza. Se a lavoura apresentar muitas plantas acamadas a solução é baixar a plataforma e os maiores cuidados nesse caso são evitar que os bicos toquem no solo e que o mato seja puxado para dentro da máquina.

Ajustes, mais detalhados ainda, podem ser feitos na maioria das plataformas de mercado, fazendo variar a rotação dos cilindros despigadores. A função deles é puxar bruscamente os colmos de milho para baixo e arrancar as espigas quando essas batem na chapa de bloqueio. Se a rotação dos despigadores for muito alta as espigas poderão debulhar ainda na plataforma ou poderão ser arremessadas para fora da plataforma por conta do impacto; e isso é indesejável. Outro fato que ocorre nesse caso é o arraste de colmos para dentro da máquina. Por outro lado, se a rotação dos despigadores for muito baixa, as espigas tenderão a ser arrancadas no final dos rolos, o que pode causar embuchamentos. As espigas devem ser arrancadas nos primeiros dois terços do comprimento dos rolos. Por último, ainda devem ser feitas revisões nas correntes condutoras para que não trabalhem com folga excessiva.

As perdas internas são provocadas pelos componentes internos da máquina e

são decorrentes de má regulagem e deficiências de projeto. As perdas de trilha são caracterizadas por grãos presos na palha e são causadas pela abertura excessiva entre côncavo e cilindro, ou velocidade inadequada do cilindro e da colhedora. Perdas na separação são caracterizadas por grãos soltos na palha e são normalmente causadas também por abertura excessiva entre côncavo e cilindro e baixa velocidade do cilindro, sobrecarregando o saca-palhas nas máquinas convencionais (de fluxo radial). Essa tem sido a maior fonte de perdas internas das colhedoras em geral e indica que as máquinas crescem de tamanho e o saca-palhas não atende toda a quantidade de material que é jogada para dentro. Recentemente, tem sido disponibilizadas máquinas com separadores rotativos e mesmo kits de substituição do saca-palhas das colhedoras, sempre com o argumento de que esse é um dos pontos fracos das colhedoras convencionais do mercado.

Por último há as perdas do sistema de limpeza caracterizadas por grãos soltos no palhicho e causadas por peneiras e ventilador mal ajustados, com velocidade e direção do fluxo de ar incorretos. Em terrenos inclinados há também o problema da inclinação lateral das peneiras causando acúmulo de grãos em pequenas porções das peneiras e sua conseqüente saturação.

Com relação às perdas, no final dos anos 60 já eram disponibilizados os primeiros sensores de perdas nos mercados mais importantes da época. Aqui no Brasil, esses dispositivos só passaram a ser oferecidos como acessórios 20 anos depois e o mercado simplesmente não os assimilava. Hoje, muitos dos modelos de colhedoras já saem de fábrica com monitor de perdas e os usuários estão aprendendo a utilizá-los e a tirar proveito deles. No entanto, é importante não atribuir a essa eletrônica embarcada maiores responsabilidades do que aquelas para as quais foi projetada. Os sensores de perdas estão apenas nas peneiras e no saca-palhas, ou seja, somente auxiliam a detectar os dois componentes de perdas internas da máquina – limpeza e separação. Não deixa de ser um ótimo indicador de ritmo de colheita, taxa de alimentação e, portanto, velocidade da máquina. Devem ser regulados para um nível de perdas aceitável e, a partir daí, sinalizarão quando o operador ultrapassar esse nível.

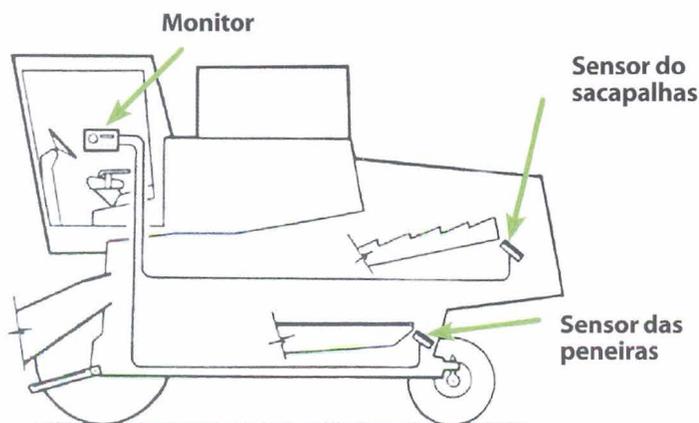


Figura 3 – Sensores do monitor de perda das colhedoras instalados nas peneiras e no saca-palhas

Como se caracteriza a capacidade de uma colhedora

Pouco se sabe de ensaios de colhedoras no Brasil, pois há muitos anos que não são realizados publicamente e, se o são, é por parte dos fabricantes, que não divulgam os resultados. Existe inclusive uma norma da Associação Brasileira de Normas Técnica (ABNT), a NBR 9740, de 1987 (Colhedora

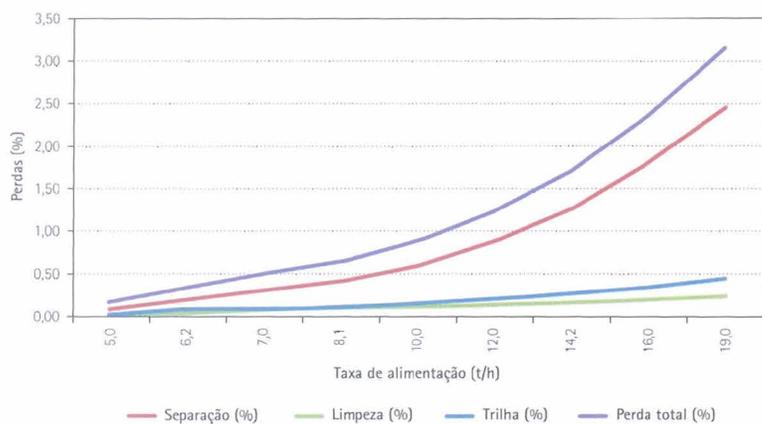
autopropelida de grãos – determinação das características técnicas e de desempenho), que estabelece todo o procedimento para a realização de ensaios e caracterização do desempenho. O que mais importa é o princípio que rege esses testes, dos quais o “Prairie Agricultural Machinery Institute” (PAMI), do Canadá, é o idealizador. Na sua essência, as perdas internas das colhedoras são determinadas pela taxa de alimentação, ou seja, por quanto material é jogado para dentro da máquina para ser processado. Essa taxa de alimentação é função,

basicamente, da largura da plataforma, da produtividade da lavoura e da velocidade da colhedora, e define, em última análise, a capacidade da colhedora em termos de toneladas colhidas por hora. O fator usado para estabelecer essa capacidade é o limite de perdas internas aceito. Na prática, a máquina é submetida a diversas taxas de alimentação em uma mesma lavoura em distâncias conhecidas, como 50 m. De alguma forma, nesse trecho todo o material é recolhido (palha, palhico e grãos). A palha é reprocessada em um saca-palhas estacionário para separar grãos que o saca-palhas da máquina não separou. Depois, essa mesma palha é retrilhada em uma trilhadora estacionária para quantificar o que a colhedora não havia trilhado. Por último, o palhico também é retrilhado para coletar os grãos que foram perdidos com ele. Com isso é produzido um gráfico (Figura 4) de perdas como função da taxa de alimentação. Nesse gráfico é possível estabelecer qual o limite que a máquina aceita, em termos de processamento.

Tais ensaios são executados com a colhedora em sua condição ótima de regulação. Portanto, os acréscimos nas perdas são causados pela sobrecarga de alimentação. As regulagens, que é um longo capítulo, são didática e extensivamente explicadas nos manuais das colhedoras e por isso não são aqui abordadas.

Com relação às perdas, ainda é importante estabelecer qual o nível de perdas com o qual se pode conviver. Nesse caso, se pode fixar o que é tecnicamente recomendado como a meta e, especificamente para a soja, o valor que se apregoa varia de 0,75 saca/ha a 1,0 saca/ha, como perdas totais. Esse valor não é difícil de ser atingido. Historicamente, no Paraná a média estadual gira em torno de 1,0 saca/ha. Já no Mato Grosso, Goiás e Minas Gerais esse valor ultrapassa 2,0 sacas/ha (Mesquita et al., 2002).

Figura 4 – Gráfico de perdas internas da colhedora como função da taxa de alimentação. Um limite de 1,5% para essas perdas definiria a capacidade dessa máquina nessa cultura, em aproximadamente 14,2 t/h de alimentação; essa seria uma especificação técnica para a máquina



O mercado de colhedoras

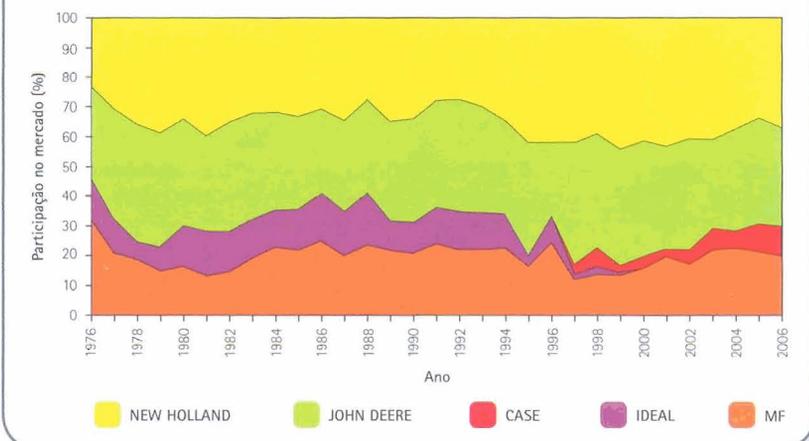
As produtividades cresceram e vão ainda crescer e as máquinas para colhê-las também terão que evoluir. Com defasagem de poucos anos, passamos a produzir aqui

no Brasil as maiores colhedoras do mercado mundial e com a mesma tecnologia que aquelas produzidas lá fora. É claro que houve uma internacionalização completa na indústria e hoje as três grandes fabricantes de tratores e máquinas do mundo também comandam o mercado brasileiro de colhedoras.

O mercado brasileiro de colhedoras é basicamente regido pela economia do setor. Estima-se que a frota de colhedoras no Brasil esteja em torno de 48 mil unidades e dessas, boa parte foi renovada a partir de 1999, com o Programa Moderfrota. No entanto, se analisarmos o comportamento do mercado interno, veremos que sofreu um tremendo efeito da crise dos grãos, a partir de 2005 (Figura 6). Os números do ano de 2007 ainda não foram fechados, mas estima-se que não passarão de duas mil máquinas vendidas, indicando uma recuperação bem mais lenta do que a recuperação do mercado de tratores.

De qualquer forma, com esses números, se tem um índice de mecanização da colheita de aproximadamente 1.100

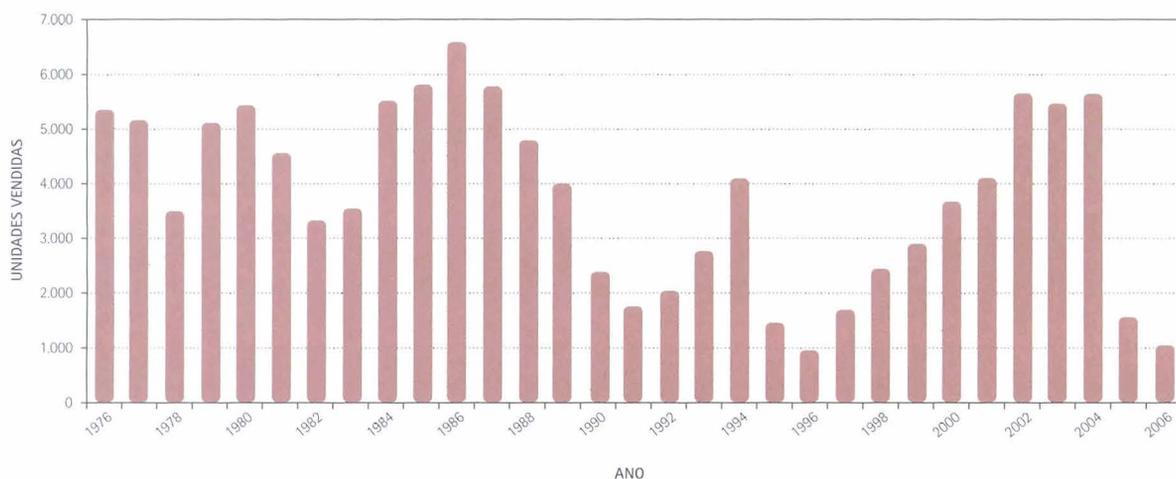
Figura 5 – Fatia do mercado nacional de cada um dos fabricantes de colhedoras (dados ANFAVEA)



ha/colhedora; um número elevado para os padrões mundiais. Mas esse é apenas mais um dos indicadores que demonstram que a agricultura brasileira tem algumas facilidades que os outros não têm. Com

duas safras por ano, o agricultor brasileiro tem uma taxa de utilização das máquinas maior, o que é mais um item que colabora para termos custos de produção tão competitivos internacionalmente.

Figura 6 – Mercado brasileiro de colhedoras (dados ANFAVEA)



REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9740 - Colhedora autopropelida de grãos - determinação das características técnicas e de desempenho, 1987.

ANFAVEA - Associação Nacional dos fabricantes de Veículos Automotores <www.anfavea.com.br>.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.3, p.398-406, 2002.

PAMI - Prairie Agricultural Machinery Institute <www.pami.ca>.

QUICK, G.; BUCHELE, W. *The grain harvesters*. St. Joseph: ASAE, 1978. 269p.