

# Na ponta do lápis

*Comparativo entre colhedoras com sistema de trilhas tangenciais e axiais mostra que as máquinas de menor tecnologia podem dar conta do recado e também gerar redução de custos na hora da colheita, sendo mais vantajosas em vários cenários avaliados*

A colheita é uma operação agrícola que deve ser considerada de extrema importância, pois é a última operação realizada no campo no processo de produção agrícola. É através dela que se expressa o resultado econômico da condução

John Deere



A escolha correta do tipo da máquina, quanto a tamanho e capacidade de colheita, é fundamental, pois a colhedora representa uma grande parcela dos custos

e do manejo da lavoura.

O produtor precisa planejar todas as fases, de forma a integrar a colheita ao sistema de produção, buscando assegurar a produtividade da lavoura e a qualidade final do grão. Na maioria das vezes, cuidados simples como manutenções periódicas e treinamentos dos operadores podem reduzir, consideravelmente, o volume de grãos que ficam nas lavouras a cada safra.

A escolha correta do tipo da máquina, quanto a tamanho e capacidade de colheita, é fundamental, pois a colhedora representa uma grande parcela dos custos de mecanização na produção de uma cultura. Quando a escolha é errônea, acarreta perdas consideráveis, diminuindo a produtividade e o lucro dos produtores.

É senso comum que, para áreas extensas de lavoura, compensa a aquisição de colhedoras maiores que, embora inicialmente mais caras, possuem capacidade de colheita maior e, portanto, apresentarão o menor custo de colheita. O mercado de colhedoras oferece máquinas com sistema de trilha por alimentação tangencial e alimentação axial, com capacidades e preços diferentes.

É, portanto, importante conhecer a capacidade operacional

da máquina no campo e suas vantagens econômicas para o produtor, possibilitando a operação de colheita no prazo ótimo e sem maiores prejuízos.

## COLHEDORAS TANGENCIAIS E AXIAIS

No sistema de alimentação tangencial a massa a ser colhida tangencia o cilindro de trilha, que é montado transversalmente na máquina e depois é separada por separadores por gravidade, denominados saca-palhas. Os componentes de debulha e separação são dispostos transversalmente ao corpo da máquina, daí sua classificação como sistema de debulha por alimentação tangencial.

As colhedoras axiais são máquinas nas quais o material a ser debulhado segue um fluxo ao longo de um ou dois rotores dispostos axialmente, ou seja, ao longo do eixo longitudinal da máquina. A entrada do material é feita por um helicóide (rosca) que recebe o material diretamente do elevador de palhas da máquina. Por conta desse arranjo mecânico o sistema de trilha é denominado debulha por alimentação axial.

Segundo estudos, colhedoras com sistema de trilha axial mostraram níveis de danos mecânicos e de grãos quebrados significa-



Fotos Charles Echer

É importante conhecer a capacidade operacional da máquina no campo e suas vantagens econômicas para o produtor

tivamente menores do que nas tangenciais. Na colheita de feijão e sementes estas máquinas são bastante requisitadas.

## CUSTOS DA OPERAÇÃO DE COLHEITA

Os custos da operação de colheita envolvem os custos diretos, relativos às despesas de propriedade e utilização da máquina, e os custos indiretos. As despesas de propriedade, frequentemente denominadas de custos fixos, dependem do uso; ocorrem pela simples posse do equipamento.

Incluem as despesas de depreciação, juros, alojamento e seguro. Já os custos de utilização, também chamados de custos variáveis, decorrem da quantidade de uso da máquina. São contabilizados os gastos com reparo e manutenção, mão de obra do operador, combustível e lubrificantes.

Além dos custos diretos, isto é, que decorrem da posse e utilização da máquina, nos custos de operação podem incluir, ainda, os custos indiretos decorrentes da pontualidade da operação agrícola. Denomina-se pontualidade a con-

**Colhedoras - Custo para colher**  
 outubro 2017 | Ano XV | N 170  
 Colhedoras - Comparativo de custos de colheita entre máquinas tangenciais e axiais

20 Outubro 2017 - www.revistacultivar.com.br



A indagação a respeito do tamanho adequado de máquina para executar uma operação agrícola particular é de difícil resposta

clusão de uma operação agrícola no prazo agronomicamente ótimo (também denominado janela agrônômica), e as perdas que ocorrem pela falta de pontualidade na operação são denominadas custos de pontualidade ou de oportunidade.

A indagação a respeito do tamanho de máquina adequado para executar uma operação agrícola particular é de difícil resposta. Sucede que os custos da maquinaria não dependem de uma só máquina ou operação, mas de um conjunto de máquinas composto por tratores e unidades autopropelidas que executam várias operações, na maioria das vezes em sistemas de produção policulturais. E, ainda, o desempenho de uma máquina pode ser afetado pelo desempenho de outra.

Alguns custos da maquinaria, embora reconhecidos, não podem ser facilmente calculados. É o caso, por exemplo, do custo da pontualidade (de oportunidade) resultante do dimensionamento

inadequado do equipamento para a execução de uma operação no prazo agronomicamente ótimo. Estimativas de rendimento das lavouras, relacionadas aos custos da maquinaria, são ainda dificultadas pelas condições agrônômicas e climáticas, sobretudo que introduzem a incerteza na administração do sistema mecanizado.

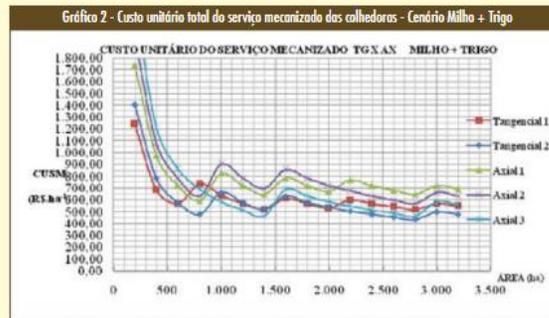
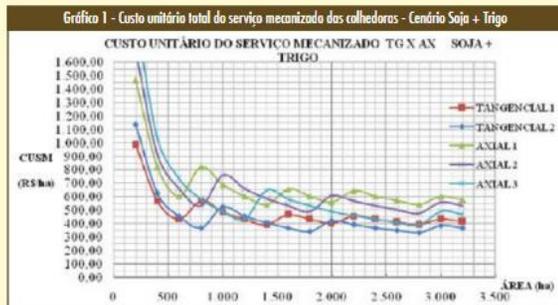
Devido ao risco climático e de quebra de máquinas, no planejamento tradicional a seleção do equipamento objetiva concluir a

operação no menor prazo possível, de modo a evitar perdas por atraso. Todavia, isso pode exigir um grande número de equipamentos, o que resulta na elevação dos custos fixos. Por outro lado, uma quantidade pequena pode ser incapaz de concluir a operação no prazo agronomicamente ótimo, resultando em perdas quantitativas e qualitativas da safra.

Estudos realizados comprovam que áreas cultivadas com variedades tolerantes ao atraso apresentam custo de colheita menor, porque, sendo menores as perdas, a demanda de colhedoras é menor. Por outro lado, áreas cultivadas com variedades pouco tolerantes ao atraso possuem custo de colheita maior, porque para reduzir as perdas potencialmente maiores com atrasos, a demanda de colhedoras aumenta. Em ambos os casos, porém, o custo da operação pode ser reduzido com a colheita escalonada mediante a semeadura em talhões e o uso de cultivares de ciclos diferentes.

### SELEÇÃO DAS COLHEADORAS

Para avaliar estes custos, foi realizado um estudo utilizando duas colhedoras tangenciais e três axiais, variando a potência do motor e as dimensões, que resultam em diferentes capacidades de



campo.

É interessante considerar que as colhedoras tangenciais começaram a ser fabricadas há 20 anos para atender o mercado interno, seu preço é comparativamente menor e sua tecnologia é bem dominada pelos agricultores. As características técnicas e comerciais mais relevantes destas colhedoras se encontram na Tabela 1.

As colhedoras axiais possuem preços comparativamente maiores, e sua tecnologia está em fase de difusão entre os agricultores. As características técnicas e comerciais mais relevantes destas colhedoras se encontram na Tabela 2.

### CENÁRIOS DA COLHEITA MECANIZADA

Foram utilizadas para o trabalho três culturas principais mecanizadas do estado do Paraná: soja, milho e trigo, em duas composições: a) soja e trigo e, b) milho e trigo.

Embora haja pequenas variações nas janelas, dependendo da região agrícola do Estado, a colheita de milho geralmente tem início na primeira quinzena de fevereiro e se prolonga até meados de abril; a colheita da soja se inicia na primeira semana de março e geralmente se encerra na primeira quinzena de abril. Desta

maneira, havendo interferência das épocas de colheita de soja e milho, preferiu-se considerar separadamente, ou seja, a máquina que colhe milho, não colhe soja.

Já a colheita do trigo tem início na primeira semana de outubro e é finalizada na primeira quinzena de novembro para dar lugar à semeadura da soja. Não havendo interferência das épocas, a máquina que colhe soja ou milho também pode colhar trigo.

As áreas para as culturas variaram de 100ha a 1.600ha, com escala de 100ha, totalizando 200ha a 3.200ha para cada composição.



Os custos da maquinaria não dependem de uma só máquina ou operação, mas de um conjunto de máquinas composto por tratores e unidades

### CUSTO UNITÁRIO TOTAL

O custo unitário do serviço expressa o custo por unidade de área colhida de uma cultura com um determinado conjunto de colhedoras, e a base para o seu cálculo é o custo horário de propriedade e utilização da máquina. Este, por sua vez, depende do tempo médio de uso anual das máquinas que compõem a frota. É, pois, o custo direto da operação por unidade de área colhida.

No presente trabalho não foram considerados os custos indiretos, ou seja, aqueles que decorrem da falta de pontualidade na operação, pelo simples fato de não se dispõe de dados relativos às perdas por atraso na operação para as culturas consideradas neste trabalho. Ademais, não fez parte dos objetivos deste trabalho levantar tais informações.

### CUSTO HORÁRIO DE PROPRIEDADE

Para o cálculo dos custos de propriedade e dos custos utilização das máquinas examinadas foram fixados parâmetros econômicos comuns. O tempo de vida útil é de dez anos, ou um horizonte

**Tabela 1 - Caracterização técnica das colhedoras tangenciais**

Modelo	TANGENCIAL 1	TANGENCIAL 2
Classe	IV	V
Potência motora (kW/CV)	161,8/220	196/266
Preço do equipamento com plataforma convencional	RS 473.565,46	RS 580.212,91
Preço do equipamento com plataforma de milho	RS 574.118,77	RS 703.111,40
Valor residual estimado após 10 anos (%)	35,00%	35,00%
Transmissão	Hidro, 3 velocidades	Hidro, 3 velocidades
Largura da plataforma convencional (m)	6,1 (20')	7,6 (25')
Largura da plataforma de milho (m)	4,5 (9 linhas)	5,5 (11 linhas)

**Tabela 2 - Caracterização técnica das colhedoras axiais**

Modelo	AXIAL 1	AXIAL 2	AXIAL 3
Classe	V	VI	VII
Potência motora (kW/CV)	200/271	230/312,7	278/378
Preço do equipamento com a plataforma convencional (20')	RS 736.375,24	RS 869.684,55	RS 1.028.386,12
Preço do equipamento com a plataforma de milho (12 linhas)	RS 870.446,32	RS 1.014.928,22	RS 1.195.974,96
Valor residual estimado após 10 anos (%)	35%	35%	35,00%
Transmissão	Hidro, 3 velocidades	Hidro, 4 velocidades	Hidro, 4 velocidades
Largura da plataforma convencional (m)	6,1 (20')	7,6 (25')	9,1 (30')
Largura da plataforma de milho (m)	6,0 (12 linhas)	6,5 (13 linhas)	7,5 (15 linhas)

**Tabela 3 - Parâmetros econômicos**

PARÂMETRO	UNIDADE	VALOR
Valor residual (V)	% Vi	35
Tempo de vida útil (n)	Anos	10
Taxa de juros (i)	% aa	10
Seguro (ij)	% aa	2,5
Alojamento (lj)	% aa	1,0
Fator de reparos e manutenção (F <sub>re</sub> )	% Vi	40
Salário mensal (SM)	RS	1.500,00
Encargos sobre salário (E)	%	1,98
Preço do Diesel (P <sub>d</sub> )	Litro	2,89
Preço de lubrificantes (P <sub>l</sub> )	Litro	4,5 PD

de três mil horas, conforme preconiza, segundo a Asabe (2003). Para remuneração do capital foi utilizada taxa de juros de 10% ao ano, compatível com o praticado no mercado. A taxa de alojamento utilizada foi de 1% e o prêmio de seguro equivalente a 2,5% ao ano sobre o capital, usualmente utilizado em estimativas dessa natureza.

Para estimar os custos de reparo de manutenção foi utilizado o fator equivalente a 40% do valor inicial do equipamento ao longo da vida útil da máquina, preconizado pela Asabe (2003). O salário

mensal de registro utilizado foi de R\$ 1.500,00, acrescidos de encargos sobre folha da ordem de 98%.

O preço do litro de diesel utilizado foi de R\$ 2,89 e serve de base para o cálculo do custo do consumo de combustível e lubrificantes. A Tabela 3 resume os parâmetros econômicos adotados.

É importante ressaltar que o valor inicial do investimento é diferente para cada colhedora em função das características técnicas e da plataforma que se utiliza, cujos valores apurados se encontram na Tabela 1 e na Tabela 2.



Para o cálculo do custo horário de propriedade da máquina, isto é, o comprometimento de depreciação, juros, alojamento e seguro por hora de operação da máquina, é necessário calcular o tempo médio de uso anual do equipamento, cuja metodologia de cálculo usada foi a estabelecida por Asabe (2003).

É importante observar que a quantidade de máquinas (ou conjuntos mecanizados) varia conforme a cultura, tendo em vista que a capacidade de campo operacional e os prazos respectivos também são diferentes.

Os custos de máquina relativos à utilização envolvem as rubricas de mão de obra, consumo de combustível, lubrificantes e reparo e manutenção, cuja metodologia de cálculo usada foi a estabelecida por Asabe (2003).

Por fim, o custo unitário total é a soma dos custos unitários calculados para cada área de lavoura colhida com determinada máquina. Desta forma, as colhedoras examinadas produzem um custo unitário total do serviço mecanizado específico para cada cenário proposto, de modo que a comparação entre elas permite identificar em que cenários apresentam os menores custos, expressando sua capacidade ótima.

A metodologia proposta foi desenvolvida na Planilha Eletrônica Microsoft Excel, e permite traba-

lhar com cenários envolvendo mais de duas culturas para um modelo de colhedora selecionado.

### QUAL COLHEDORA É A MAIS VANTAJOSA?

É necessário verificar qual colhedora oferece menor custo unitário total do serviço mecanizado, e para quais cenários de colheita.

### CENÁRIO SOJA + TRIGO

A colhedora Tangencial 2 foi a que apresentou menor custo unitário do serviço mecanizado para a maioria das áreas, 800ha, 1.600ha a 1.800ha e 2.200ha a 3.200ha. O modelo Tangencial 1 apresentou menor custo unitário de serviço para as demais áreas, que não foram mais econômicas para a Tangencial 2, ou seja, áreas de 200ha a 600ha, 1.000ha a 1.400ha e 2.000ha, como pode ser observado na Tabela 4.

Portanto, as colhedoras tangenciais apresentaram menor custo unitário do serviço mecanizado do que as colhedoras axiais, que teoricamente possuem maior capacidade operacional, ou seja, sua tendência é de colher mais em menor tempo.

Os resultados observados pelo Gráfico 1 demonstram que apesar da maior capacidade operacional das axiais, e pelo menor número de máquinas necessárias para realizar a colheita, seu custo unitário



Estimativas de rendimento das lavouras, relacionadas aos custos da maquinaria, são ainda dificultadas pelas condições agrônomicas e climáticas

do serviço mecanizado é maior, em nenhuma das áreas o custo destas colhedoras foi o mais vantajoso. Isto é justificado pelo maior preço inicial destas máquinas e porque em áreas próximas de até 3.200ha as colhedoras tangenciais são capazes de concluir a colheita no prazo agrônomico da soja e do trigo, e são de menor preço inicial, tornando o uso das colhedoras axiais desvantajoso.

### CENÁRIO MILHO + TRIGO

Neste caso, a Tangencial 2 tam-

bém foi a que apresentou menor custo unitário do serviço mecanizado para a maioria das áreas, 800ha, 2.200ha a 3.200ha, seguida da Tangencial 1 com menor custo nas áreas de 200ha a 600ha e 1.600ha a 2.000ha. Neste cenário a colhedora Axial 3 apresentou menor custo unitário de serviço mecanizado para as áreas de 1.000ha a 1.400ha, entretanto a diferença de preço foi mínima com relação à Tangencial 2 e à Tangencial 1 nestas áreas, conforme a Tabela 5.

Os resultados demonstrados pelo Gráfico 2 podem ser justifica-



Massey Ferguson

A quantidade de máquinas varia conforme a cultura, tendo em vista que a capacidade de campo operacional e os prazos respectivos também são diferentes

dos pelo fato da Axial 3 apresentar a maior capacidade operacional de todas as máquinas, principalmente para milho e trigo, o que resulta em menor número de máquinas a ser utilizado; nas áreas de 1.000ha a 1.400ha são necessárias apenas duas Axiais 3 e, no caso da Tangencial 1 e da Tangencial 2 se preciso três e quatro máquinas, respectivamente, por isso a Axial 3 se destacou em alguns pontos do gráfico como sendo a máquina economicamente mais vantajosa. Entretanto, como a diferença de custo entre a Axial 3 e a Tangencial 2 e Tangencial 1 é mínima, não haveria problema em utilizar as Tangenciais para realizar a colheita ao invés das Axiais.

Avaliar a capacidade ótima das colhedoras, para diferentes cenários de cultura, é o segundo passo para decidir qual máquina adquirir.

#### CAPACIDADE ÓTIMA DAS MÁQUINAS

##### CENÁRIO SOJA + TRIGO

A colhedora Tangencial 1 demonstrou sua capacidade ótima nas áreas até 600ha, a Tangencial

2 expressou sua capacidade ótima até 800ha. Quanto às colhedoras axiais, a Axial 1 teve sua capacidade ótima até 600ha, a Axial 2 até

800ha e a Axial 3 expressou em 1.200ha a sua capacidade ótima. Sendo assim, para o cenário soja e trigo, as colhedoras Tangencial 1 e Axial 1 possuem a mesma capacidade ótima, e as colhedoras Tangencial 2 e Axial 2 também possuem a mesma capacidade ótima. Embora possuam a mesma capacidade, o custo unitário do serviço mecanizado destas máquinas não é o mesmo, isto é justificado pela diferença no custo inicial de aquisição destas colhedoras. A Axial 3 se destacou com maior capacidade ótima, pois possui o maior tamanho, entretanto o custo unitário desta colhedora é o maior.

##### CENÁRIO MILHO + TRIGO

A capacidade ótima da colhedora Tangencial 1 se demonstrou na área de 600ha. A Tangencial 2 tem sua capacidade ótima na

área de 800ha. A colhedora Axial 3 expressou sua capacidade ótima em 1.400ha. Embora as colhedoras Tangencial 2, Axial 1 e Axial 2 possuam a mesma capacidade ótima, o custo unitário do serviço mecanizado destas máquinas não é o mesmo. Portanto, nas áreas de 1.000ha a 1.400ha é mais barato realizar a colheita com uma Axial 3 do que com duas Tangencial 1 ou duas Tangenciais 2, apesar do alto preço inicial da Axial 3. Da mesma forma, a Tangencial 2 é mais vantajosa que a Tangencial 1 nas áreas de 800ha e de 2.200ha a 3.200ha porque necessita de um menor número de máquinas do que se a colheita fosse realizada com a Tangencial 1.

##### TANGENCIAL OU AXIAL?

Embora algumas colhedoras tenham demonstrado a mesma ca-



Case IH

Tabela 4 - Custo unitário total do serviço mecanizado Cenário Soja + Trigo

ÁREA TOTAL (ha)	CUSTO UNITÁRIO TOTAL (RS./ha <sup>2</sup> )					
	Tangencial 1		Tangencial 2		Axial 3	
	N <sub>m</sub>	(RS./ha <sup>2</sup> )	N <sub>m</sub>	(RS./ha <sup>2</sup> )	N <sub>m</sub>	(RS./ha <sup>2</sup> )
200	1	985,90	1	1.133,88	1	1.466,05
400	1	569,68	1	623,92	1	818,71
600	1	430,93	1	453,94	1	603,15
800	2	569,68	1	368,94	2	818,71
1.000	2	486,44	2	521,93	2	689,40
1.200	2	430,93	2	453,94	2	603,15
1.400	2	391,30	2	405,37	2	541,43
1.600	3	465,62	2	368,94	3	657,00
1.800	3	430,93	2	340,61	3	603,15
2.000	3	403,19	3	419,94	3	559,95
2.200	4	456,17	3	392,12	4	642,36
2.400	4	430,93	3	368,94	4	603,15
2.600	4	409,60	3	349,33	4	569,86
2.800	4	391,30	3	332,52	4	541,43
3.000	5	430,93	4	385,94	5	603,15
3.200	5	413,60	4	368,94	5	576,15

Tabela 5 - Custo unitário total do serviço mecanizado Cenário Milho + Trigo

ÁREA TOTAL (ha)	CUSTO UNITÁRIO TOTAL (RS./ha <sup>2</sup> )					
	Tangencial 1		Tangencial 2		Axial 3	
	N <sub>m</sub>	(RS./ha <sup>2</sup> )	N <sub>m</sub>	(RS./ha <sup>2</sup> )	N <sub>m</sub>	(RS./ha <sup>2</sup> )
200	1	1.241,26	1	1.404,21	1	1.741,96
400	1	686,13	1	786,23	1	977,03
600	1	568,46	1	580,24	1	721,91
800	2	736,67	1	477,23	2	594,37
1.000	2	635,74	2	662,63	2	823,85
1.200	2	568,46	2	580,24	2	721,91
1.400	2	520,39	2	521,37	2	649,07
1.600	3	610,50	2	631,73	3	785,63
1.800	3	568,46	2	580,24	3	721,91
2.000	3	534,82	3	539,04	3	670,93
2.200	4	599,04	3	505,33	4	768,24
2.400	4	568,46	3	477,23	4	721,91
2.600	4	542,57	3	453,47	4	682,69
2.800	4	520,39	3	433,09	4	649,07
3.000	5	568,46	4	497,84	5	721,91
3.200	5	547,44	4	477,23	5	690,04

pacidade ótima, o custo unitário do serviço mecanizado foi diferente entre as máquinas, portanto nem sempre para áreas grandes a maior máquina é a economicamente mais vantajosa.

Portanto, as colhedoras tangenciais mostraram-se máquinas economicamente mais vantajosas para

os cenários soja e trigo, e milho e trigo, nas áreas de 200ha a 3.200ha no estado do Paraná.

*Maira Laskoski, Jackson de Oliveira Borges, Samir Paulo Jasper, Camila Weber Languinotti e Thiago da Silva Xavier, UFPR*