

### **A colheita do café 100% mecanizada, planta e chão:**

Engenheiro Agrônomo Felipe Santinato, Pesquisador autônomo e mestrando em Produção Vegetal, UFV, Rio Paranaíba, MG.

Engenheiro Agrícola Rouverson Pereira da Silva, Professor Doutor UNEP Jaboticabal.

Engenheiro Agrônomo Roberto Santinato, Pesquisador e consultor Procafé.

A colheita mecanizada do café é a principal opção para a redução de custo das propriedades cafeeiras, visto que a colheita manual consome 40% dos investimentos realizados em cada ano produtivo. Nota-se em trabalhos de pesquisa desde 1998 a 2013 reduções de custo da ordem de 45 a 67%, utilizando a colheita mecanizada. Para que a redução de custo seja maior é necessário se proceder a colheita da maneira mais eficiente possível, alinhando a isso a colheita mecanizada de café do chão.

A colheita eficiente exige o conhecimento do momento ideal de seu início na planta, no chão e as corretas regulagens que se deve realizar principalmente quanto a velocidade operacional e vibração das hastes. A tomada de decisão é influenciada por vários fatores, dentre os quais estão a cultivar, altura e idade das plantas, região em que se produz e direcionamento de plantio.

#### **Fatores que interferem na qualidade da operação da colheita:**

As cultivares apresentam maturação diferenciada (precoce ou tardia), arquiteturas e resistência de desprendimento dos frutos diferentes. Plantas mais novas exigem vibrações menores, caso o contrário serão muito danificadas. Cada região cafeeira sofre influência de temperaturas e pluviosidades que irão interferir na maturação dos frutos. Em regiões mais quentes, como o Oeste da Bahia, maturação dos frutos se dá muito rapidamente, em questão de 15 dias a avaliação de maturação que se tinha da área é completamente alterada de forma que muitas vezes quando se decide colher o café grande parte já está seco e caiu no chão. Essas regiões também condicionam crescimento e produtividade das plantas cerca de 40% maiores do que em outras regiões mais frias nas duas primeiras safras. O direcionamento de plantio, principalmente em pivô central, dependendo de qual for e da região que se produz apresentará variabilidade de maturação e produção entre os dois lados da linha do café, exigindo maior atenção na hora da recomendação de como deve ser a colheita.

Com relação ao terreno, a maioria das máquinas pode colher em declividades de até 20%, no entanto máquinas com sistemas de suspensão individual e tração 4x4, e/ou máquinas de menor porte podem colher em declividades maiores. Outro fator técnico é a posição do motor; máquinas que apresentam o motor em sua parte superior ficam com o centro de gravidade mais elevado, sendo mais susceptíveis a tombamentos.

A qualidade da operação vai depender da qualidade do plantio e da condução da lavoura: plantios realizados com “pressa”, em morros, solos rasos, cascalhos, espaçamento muito curtos entre plantas irão apresentar no futuro plantas tombadas, e esse tombamento irá interferir na passagem da máquina. Nessa situação, as placas justapostas que envolvem as plantas (“boca da máquina”) ficam abertas irregularmente, deixando que uma maior quantidade de café caia no chão.

A carga de café presente nas plantas influi diretamente na eficiência da colheita, pois cargas maiores exigem vibrações maiores e velocidades menores para que os frutos sejam derrubados e recolhidos pelo sistema de recolhimento com eficiência, no entanto vibrações muito excessivas e o aumento da exposição dessa vibração nas plantas, aumentam consideravelmente a desfolha.

Outro fator muito importante é o estágio de maturação dos frutos, pois a pesquisa mostra que frutos no estágio verde demandam mais energia (vibração maior e velocidade menor) para serem derriçados do que frutos cereja e secos.

### **Viabilidade da colheita seletiva do café:**

Esse tipo de colheita consiste na passagem de duas ou três vezes da colhedora, sendo que cada uma dessas passadas apresentam variações quanto a velocidades operacionais, vibrações das hastes e número de varetas no cilindro conforme a recomendação que se faz para colher a maior quantidade de cafés cerejas possível. Esse tipo de colheita é realizado normalmente em lavouras mais velhas e/ou com grande desuniformidade de maturação.

Primeiramente a avaliação das plantas é feita de maneira diferente, ao invés de avaliar a maturação da planta como um todo, avalia-se somente o terço superior. O terço superior por receber maior incidência de raios solares madura mais rapidamente que os demais terços. Recomenda-se iniciar a colheita quando 50% do terço superior apresentar frutos maduros. Essa primeira passada seletiva, por ser realizada antes da passada de uma colheita convencional, colhe os frutos antes que estes iniciem a queda natural, ou seja colhem 2 a 5% dos frutos que antes eram “perdidos” por fermentarem no chão durante todo o período de colheita. Na primeira passada da colheita seletiva retira-se as varetas da parte inferior até o limite da altura média que se tenha frutos cereja. Essa passada geralmente é realizada em velocidades maiores ~1.600m/h ou mais, e vibrações de ~850 rpm.

Na segunda e se necessário (dependendo da carga) terceira passada coloca-se as varetas de baixo e retira-se as varetas de cima, já que não se justifica vibrar a parte da planta que não apresenta mais carga. A velocidade dessas passadas vai variar conforme a quantidade de carga que se tem na planta. O intervalo entre uma passada e outra varia conforme a região produtora, sendo de 15 dias para regiões quentes e de 25 dias para regiões mais frias.

A seguir encontram-se dados de eficiência de colheita de uma colheita NÃO seletiva mostrando o aumento de eficiência que a utilização de mais passadas promove. Vale ressaltar que em uma colheita seletiva a eficiência é ainda maior pois se adequa a máquina em cada uma das passadas, e no caso deste trabalho utilizou-se em todas as passadas velocidade de 1.000m/h e vibração de 850 rpm.

**Tabela 1.** Valores de café inicial, caído, remanescente, colhido e suas respectivas porcentagens em função do número de passadas da colhedora, na lavoura de 121,6 sacas de café ben/ha. Adaptado de Santinato, F et al. (2013).

Nº de passadas	Café inicial	Café caído	Café remanescente	Café colhido	Café caído	Café Remanescente	Café colhido
	Sacas de café ben/ha				%		
1	121,6	10,6	45,3	65,6	8,7 a	37,3 c	54,0 c
2		18,5	7,4	91,3	15,2 b	6,1 b	75,1 b
3		18,5	1,0	96,1	15,2 b	0,8 a	79,0 a
4		18,5	0,6	96,4	15,2 b	0,5 a	79,3 a
5		18,5	0,0	96,5	15,2 b	0,0 a	79,4 a
6		18,5	0,0	96,5	15,2 b	0,0 a	79,4 a

\*Valores seguidos das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Valores de café inicial, caído, remanescente, colhido e suas respectivas porcentagens em função do número de passadas da colhedora, na lavoura de carga de 49,0 sacas ben/ha. Adaptado de Santinato, F et al. (2013).

Nº de passadas	Café inicial	Café caído	Café remanescente	Café colhido	Café caído	Café Remanescente	Café colhido
	Sacas de café ben/ha				%		
1	49,0	4,9	11,0	33,0	10,1 a	22,4 d	67,4 c
2		5,5	3,8	37,8	11,2 a	7,8 c	77,1 b
3		5,8	1,4	40,5	11,7 a	2,9 b	82,7 a
4		5,8	0,0	40,8	11,8 a	0,0 a	83,3 a
5		5,8	0,0	40,8	11,8 a	0,0 a	83,3 a
6		5,8	0,0	40,8	11,8 a	0,0 a	83,3 a

\*Valores seguidos das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade.

Alguns produtores temem utilizar mais de uma passada da colhedora na lavoura por acreditarem que ocorrerá muita desfolha. No entanto os trabalhos de pesquisa mostram o contrário.

**Tabela 3.** Desfolha operacional (g/planta) em função do número de passadas e da colheita manual. Adaptado de Santinato, F et al. (2013).

Tratamento	Lavoura de carga alta (121,6 sacas de café ben/ha)	Lavoura de carga intermediária (49,0 sacas de café ben/ha)
	Desfolha operacional (g/planta)	
Manual	985,0 d	1082,0 e
1 Passada	572,5 e	680,0 f
2 Passadas	1155,0 d	1025,0 e

3 Passadas	1430,0 c	1375,0 d
4 Passadas	1652,5 bc	1670,0 c
5 Passadas	1820,0 ab	1942,5 b
6 Passadas	1947,5 a	2165,0 a
CV(%)	7,17	6,2

\*Valores seguidos das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade

Com relação ao custo da colheita seletiva, este é mais econômico que a colheita manual independentemente da carga que se têm na planta, como pode se ver nas tabelas abaixo:

**Tabela 4.** Custos entre tipos de colheita para a lavoura de carga de 121,6 sacas de café ben./ha. Adaptado de Santinato, F et al. (2013).

Tratamento	Colheita manual	Colheita mecanizada	Custo repasse manual	Custo varrição manual	Custo total	R%
	R\$/ha					
<b>Manual</b>	<b>6.505,54</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>321,00</b>	<b>6.926,54</b>	<b>100%</b>
1 Passada	0,00	390,00	2.536,80	932,80	3.859,60	- 44%
2 Passadas	0,00	780,00	414,40	1.628,00	2.822,40	- 59%
3 Passadas	0,00	1170,00	56,00	1.628,00	2.854,00	-59%
4 Passadas	0,00	1560,00	33,60	1.628,00	3.221,60	- 53%
5 Passadas	0,00	1950,00	0,00	1.628,00	3.578,00	- 48%
6 Passadas	0,00	2340,00	0,00	1.628,00	3.968,00	-43%

**Tabela 5.** Custos entre tipos de colheita para a lavoura de carga de 49,0 sacas de café ben./ha. Adaptado de Santinato, F et al. (2013).

Tratamento	Colheita manual	Colheita mecanizada	Custo repasse manual	Custo varrição manual	Custo total	R%
	R\$/ha					
<b>Manual</b>	<b>3.041,92</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>129,36</b>	<b>3.171,28</b>	<b>100%</b>
1 Passada	0,00	390,00	704,00	431,20	1.525,20	- 52%
2 Passadas	0,00	780,00	243,20	484,00	1.507,20	- 52%
3 Passadas	0,00	1170,00	89,60	510,40	1.770,00	- 44%
4 Passadas	0,00	1560,00	0,00	510,40	2.070,40	- 35%
5 Passadas	0,00	1950,00	0,00	510,40	2.460,40	- 22%
6 Passadas	0,00	2340,00	0,00	510,40	2.850,40	- 10%

### Colheita de café do chão, a complementação da eficiência:

Por mais que se aumente a eficiência da colheita mecanizada do café, esta nunca será de 100%, sempre haverá uma quantidade de café que cai no chão. Nos padrões de colheita mecanizada de hoje em dia, têm se de 10 a 15% de café caído. Esse café deve ser colhido o mais rápido possível para que não perca qualidade e possa ser misturado com o café da planta, de forma a atingir a colheita 100%. A colheita 100% só é possível com a utilização do sistema de recolhimento mecanizado. Esse sistema consiste duas

etapas. A primeira é a passagem de um soprador/enleirador, que sopra os cafés e detritos presentes embaixo dos pés para as ruas paralelas e utilizando um “helicóptero” formam “leiras”. Essa operação é rápida e demanda entorno de 2h/ha, custando ~R\$80,80/ha. A segunda etapa é a passagem da recolhedora, que demanda ~R\$ 4h/ha e custa entorno de R\$224,00/ha. Juntas as operações custam ~R\$305,00/ha, como já citado.

### **Avanços: Modificações nas colhedoras.**

Nos últimos anos o avanço das pesquisas (Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras), a extensão desse conhecimento para o campo e os novos insumos lançados pelas empresas elevaram a produtividade dos cafeeiros por todo Brasil, com destaque para a região do Cerrado de Minas Gerais, Bahia e Goiás. As plantas mais carregadas exigem que o sistema de colheita mecanizado seja mais eficiente, sugerindo várias adaptações nas máquinas.

Algumas empresas-fábricas e empresas de locação de colhedoras promoveram transformações nas colhedoras com base na pesquisa, observações no campo, e opiniões de operadores e produtores.

Uma das primeiras modificações foi elevar o comprimento dos cilindros e a altura da máquina para que cafeeiros de maior porte fossem colhidos. Hoje em dia algumas máquinas podem colher plantas de até 3,2 m de altura.

Outra mudança foi substituir a descarga dos frutos que era feita na parte posterior da máquina exigindo funcionários que enchessem as sacas e as distribuíssem ao longo da rua do café, por um sistema de descarga á granel em caçamba arrastada por trator na rua ao lado. Mais eficiente que isso é o sistema de reservatório de café na própria máquina que varia de 1.800 a 2.000 L. O reservatório dispensa o trator que percorre na rua ao lado, exigindo apenas uma caçamba de maior porte que fica estacionada no carreador e que só é utilizada quando estiver completamente cheia, reduzindo o tempo gasto com transporte e espera.

Algumas observações notaram a necessidade de reduzir a altura entre a “boca” da máquina e o solo, propiciando que os ramos mais baixos, da “saia”, também fossem colhidos. Outra vantagem deste ajuste é a possibilidade de colher cafeeiros de primeira safra e principalmente cafeeiros de menor porte, pois a reduzida altura do tronco desse tipo de café antes não permitia o contato das hastes com os ramos. Antes boa parte desses ramos não era colhido e também arrancado pela máquina.

Outra modificação que algumas empresas fazem é aumentar a largura das esteiras de recolhimento ou “cochos” da máquina. A esteira com largura maior permite carregar maior quantidade de material derriçado (folhas, frutos etc.) levando mais café para o sistema de elevador e reduzindo o “embuchamento” pelas folhas. Para impedir o “embuchamento” também adaptou-se em algumas colhedoras um sistema que reverte o sentido de deslocamento da esteira que em caso de entupimento é acionado.

Uma adaptação muito importante é a possibilidade de ajuste dos cilindros derriçadores, os colocando mais próximos uns dos outros para a colheita dos cafeeiros mais novos (menor porte). Para aumentar a eficiência também opta-se por varetas de menor comprimento. Os cilindros também podem ser ajustados quanto a sua inclinação de forma a criar um ângulo menor que 90° entre o cilindro e a planta. Observações de campo mostram que a eficiência da operação se eleva com esse ajuste.

A prática da colheita seletiva exige a retirada de grande quantidade de varetas da colhedora, deixando apenas as do terço superior até onde se encontram os cafés maduros. Essa prática demanda muito tempo, pois a remoção e posterior colocação das varetas é feita individualmente. Algumas empresas adaptaram um conjunto de varetas em um espécie de “cinta” de fácil remoção, substituindo todas as varetas por conjuntos de varetas dispostas em “cintas”, facilitando o serviço.

De maneira geral novas máquinas foram criadas e várias adaptações foram feitas de forma que existem máquinas mais e menos eficazes para cada tipo de lavoura. Fato este que deve ser levado em consideração na hora da compra e na locação da colhedora.

### **Tecnologia moderna nas colhedoras:**

Recentemente alguns modelos ganharam câmeras para visualizar a colheita no interior da máquina facilitando correções de curso do operador, principalmente em plantios desnivelados e/ou com plantas tombadas.

Outro sistema moderno implementado nas colhedoras mais novas é o sensor de colheita que gera mapas no computador possibilitando conhecer a quantidade de café que é colhido em determinado espaço georreferenciado por agricultura de precisão. Esses mapas auxiliam em tomadas de decisão e gerenciamento nas fazendas cafeeiras.

Também com base na agricultura de precisão foi instalado um experimento inicial em Patos de Minas-MG, com a finalidade de modificar a velocidade operacional e a vibração das hastes ao longo da colheita conforme a variabilidade espacial da produtividade de cada talhão. O que seria isso? O método convencional é a amostragem padrão de um talhão uniforme para se determinar a produtividade e o estágio de maturação dos frutos, e com base nessas informações se determina o momento de início da colheita e as regulagens que serão utilizadas para colher o café. No entanto alguns trabalhos mostram que a produtividade do café varia muito de planta para planta em curtas distâncias. Isso, pois fatores de fertilidade de solo, intensidade de pragas e doenças, umidade, etc. interferem na produtividade e também na maturação dos frutos. Dessa forma, utilizar a mesma vibração e velocidade para colher todo o talhão, colhe de forma ineficiente algumas áreas, aumentando a necessidade de repasse. Por esse motivo propôs-se o experimento da seguinte forma:

Inicialmente demarcou-se uma área localizada em um pivô central de café e definiu-se utilizar um gride de amostragem de 0,5 ha, ou seja, um ponto amostral para cada 0,5 ha dessa área ao invés da amostragem padrão de 20 pontos em zigue-zague.

Em cada ponto, derriçou-se dez plantas para fazer a estimativa de produtividade e maturação dos frutos. Para que o método ficasse prático para ser utilizado nas propriedades, comparou-se o resultado da avaliação da derriça com uma visual obtendo diferença de apenas 10,7% entre os valores. As informações de cada ponto foram levadas para o computador para a geração dos mapas de produtividade (Figura 1). Neles podemos notar três manchas de produtividade bem distintas, de 40,0 a 60,0 (mancha amarela), 60,0 a 80,0 (verde) e de mais de 80,0 sacas de café ben./ha (azul). Em cada uma dessas manchas ajustou-se a colhedora da seguinte forma: mancha amarela, colheu-se a 1.500 m/h e com a vibração de 750 rpm; verde, 1.000 m/h e vibração de 850 rpm, e azul, 1.000 m/h e vibração de 950 rpm. Essas regulagens variam de lavoura para lavoura dependendo de suas condições, para sua determinação é necessária a recomendação de um especialista. A tabela 6 apresenta os valores de porcentagem de café caído, remanescente, colhido (eficiência) e desfolha referentes a utilização desse método em comparação a colheita normal que utilizou o padrão da fazenda de 1.000 m/h e 850 rpm.

Podemos observar que a utilização da colheita de precisão aumentou em 10% a eficiência da colheita mecanizada do café. Esses 10% são 10% a menos de café que caíram no chão, e como vimos anteriormente o custo da colheita do chão manual é de ~ R\$500,00 para carga intermediária, superior a R\$1.000,00 em cargas elevadíssimas, e de forma mecanizada R\$ 305,00.

**Tabela 6.** Porcentagem de café caído, remanescente e colhido, desfolha operacional em função dos tipos de condução da colheita mecanizada do café. Adaptado de Santinato, F et al. (2013).

Tratamento	Café caído	Café remanescente	Café colhido	Desfolha
		%		g/pl
Colheita de precisão	11,58 b	8,17 a	79,09 a	598,4 a
Colheita padrão	20,98 a	8,44 a	69,57 b	526,8 a
Precisão somente na velocidade	11,98 b	9,32 a	78,07 a	528,76 a
Precisão somente na vibração	12,39 b	9,94 a	79,43 a	544,16 a
CV (%)	30,17	48,44	11,24	18,85

\*Valores seguidos das mesmas letras não diferem estatisticamente entre si pelo teste Tukey à 5% de probabilidade

As trocas de marcha para alteração da velocidade e as alterações da vibração foram feitas fora da máquina, avisando os operadores (nível de experimento). Para que essa tecnologia seja utilizada a nível de propriedades, basta adaptar na colhedora um monitor que mostrará ao operador em que mancha de produtividade ele esta colhendo. Quando a máquina atravessar de uma mancha a outra um “bip” informado pelo computador será emitido e o operador fará as alterações devidas. Outra possibilidade é que a máquina faça as alterações automaticamente. Esse tipo de monitor e computador de bordo já são utilizados em colhedoras modernas e em colhedoras de grãos, por isso a viabilidade desse método pode ser conseguida em pouco tempo. Esse trabalho será repetido na safra seguinte em uma área maior e com alguns ajustes.

