



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**DANIELE BARROZO DO CARMO**

**MAPEAMENTO DA PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO  
EM FUNÇÃO DO TEMPO DE DERRIÇA MANUAL**

**LAVRAS-MG  
2021**

**DANIELE BARROZO DO CARMO**

**MAPEAMENTO DA PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO EM  
FUNÇÃO DO TEMPO DE DERRIÇA MANUAL**

Monografia apresentado ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola para a obtenção do título de Engenheira Agrícola.

Prof. MSc. Lucas Santos Santana

**Orientador**

DSc. Rafael de Oliveira Faria

**Coorientador**

**LAVRAS-MG**

**2021**

**DANIELE BARROZO DO CARMO**

**MAPEAMENTO DA PRODUTIVIDADE DO CAFEIRO  
EM FUNÇÃO DO TEMPO DE DERRIÇA MANUAL**

Monografia apresentado ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do curso de Engenharia Agrícola para a obtenção do título de Engenheira Agrícola.

APROVADA em

Prof. MSc. Lucas Santos Santana

**Orientador**

DSc. Rafael de Oliveira Faria

**Coorientador**

**LAVRAS-MG**

**2021**

*À Deus, por guiar os meus passos e pela sabedoria concedida. À minha mãe Nelma pelo apoio e carinho em todos os passos. Ao meu pai Maurício pelo exemplo de vida e persistência. E à minha irmã Talita por apostar em minhas determinações.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, primeiramente, por sempre guiar os meus passos, aos meus pais, a minha irmã e aos amigos pelo apoio. À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Engenharia Agrícola, à Enagri Júnior e ao grupo GEMMA, que foram os meus alicerces de aprendizado. E por fim a toda equipe da Bunge Alimentos, que me proporcionou uns dos melhores momentos da minha vida profissional e de aprendizagem durante minha trajetória de estágio.

## RESUMO

O objetivo do estudo é realizar a modelagem matemática do tempo de derriça da cultura de acordo com o volume de mapas de produtividade do cafeeiro. Essa pesquisa foi conduzida na fazenda Samambaia, no município de Santo Antônio do Amparo, Sul do Estado de Minas Gerais. O local do experimento possui 54,65 hectares de cafeeiros *Coffea arabica* L. A região é dividida em 4 glebas nomeadas. Com relação às características da planta, foi analisada a produtividade da lavoura em junho de cada ano/safra. Obteve-se a produtividade de café ( $L.planta^{-1}$ ) através da colheita manual sobre panos das quatro plantas supracitadas, admitindo-se o trabalho de quatro colaboradores rurais com experiência na colheita do café conduzidos por um técnico para a navegação e anotação das medições. Os dados projetados de 2017 são de produtividades avaliadas em ano de bienalidade. Portanto, para anos de alta produtividade não se deve considerar boas relações entre tempo de colheita manual e produtividade. O manejo do volume colhido pode interferir no rendimento de tempo. Com os resultados obtidos concluiu-se que os custos da colheita devem ser considerados em relação aos benefícios financeiros oferecidos por maior qualidade ou produtividade.

**Palavras chaves:** Cafeeiro, agricultura de precisão, variabilidade espacial e colheita.

## **ABSTRACT**

This research was conducted on the Samambaia farm, in Santo Antônio do Amparo municipality, in the south of the state of Minas Gerais. The experiment site has 54.65 hectares of *Coffea arabica* L coffee trees. The region is divided into 4 named plots. Regarding the plant characteristics, the crop productivity in June of each year/crop was analyzed. Coffee productivity (L.planta<sup>-1</sup>) was obtained through manual harvesting on cloths of the four plants mentioned above, admitting the work of four rural employees with experience in coffee harvesting, conducted by a technician for navigation and annotation of the measurements. The projected data for 2017 refer to productivities evaluated in a biennial year. Therefore, for years of high productivity, good relationships between manual harvesting time and productivity should not be considered. Volume harvested management can interfere with the yield of time. With the results obtained, it was concluded that the harvest costs must be considered in relation to the financial benefits offered by higher quality or productivity.

**Keywords:** Coffee, precision agriculture, spatial variability and harvesting.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO PONTO EXPERIMENTAL VIA SATÉLITE (A) E VIA MAPA (B).....	12
FIGURA 2 – LEVANTAMENTO DA PRODUTIVIDADE.....	15
FIGURA 3 – TELA DE IMPRESSÃO SMARTPHONE ANDROID DO APLICATIVO CR CAMPEIRO (A) E TELA DO CR CAMPEIRO 7, BUSCAR PONDO COM DISTÂNCIA DO PONTO E O AZIMUTE (B) .....	16
FIGURA 4 – ESBOÇO REFERENTE A COLETA DE FRUTOS CAFEEIRO PELO MÉTODO DE DERRIÇA MANUAL NOS PONTOS GEORREFERENCIADOS .....	18
FIGURA 5– VARIAÇÕES ENCONTRADAS.....	20
FIGURA 6– VARIAÇÕES ENCONTRADAS COM BASE NO TEMPO DE DERRIÇA .....	23



## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - CUSTOS DE PRODUÇÃO .....	76
-------------------------------------	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>06</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>07</b>
2.1 Cafeicultura .....	08
2.2 Cafeicultura de Precisão.....	11
2.3 Mapeamento da colheita.....	12
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 Caracterização da área de ensaios.....	15
3.2 Demarcação da malha amostral.....	16
3.3 Coleta de dados.....	17
3.4 Produtividade do Cafeeiro.....	18
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>20</b>
<b>5 CONCLUSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O café é uma base forte para a economia agrícola no Brasil e, é um dos produtos com o qual o país se destaca como maior produtor e exportador do mundo. Entre os países consumidores da bebida o Brasil ocupa o segundo lugar no ranking, perdendo apenas para os Estados Unidos.

Considerando as etapas de processo do cultivo de café, a colheita é conceituada como de maior custo, exigindo uma demanda de mão-de-obra considerável, e por isso representando cerca de 40% do custo da produção, (Queiroz, 2005). Diante dessa importância e com base na produção brasileira, os cafeicultores estão investindo cada dia mais em práticas eficientes aliadas a tecnologias gerando uma expansão na produtividade, provocando então um desempenho efetivo em suas rendas. A agricultura de precisão vem contribuindo para esta evolução, por explorar a variabilidade da área de cultivo, através de dados georreferenciados, permitindo melhorar a aplicação de insumos no cafeeiro, provocando a baixa nos custos e em impactos ambientais.

Para a compreensão da técnica da variabilidade espacial na lavoura, necessita-se de um enorme banco de informações que podem ser obtidas por meio da amostragem. Como ainda é escasso os padrões que a cafeicultura estabelece, amostragens, principalmente das malhas amostrais, geram questionamentos entre os cientistas, técnicos e produtores. Assim, o uso de malhas amostrais que tenham tamanho insuficiente acaba por refletir na não realidade que se encontra no campo. As consequências desse erro, geram-se recomendações técnicas incorretas, na condição de ocasionar prejuízos aos produtores. Mostra-se então a importância do estudo e aplicação correta das técnicas de malhas amostrais para a adequada interpolação de dados e um eficiente mapa de produtividade.

Desta forma, o tempo oneroso no conjunto de processos na colheita do cafeeiro equivale a um fator dominante no custo final do produto. Por isso, há um interesse nos estudos e aplicação de malhas amostrais para se obter informações consistentes e que com dados de precisão seja possível mapear a distribuir espacialmente a produtividade de forma minuciosa, afim de se obter maior eficiência de colheita.

Supondo-se a importância do tempo da colheita manual e sua relação direta com o volume resultante dessa etapa da produção de café e também, considerando que dentre todas as operações necessárias na colheita, a derriça é mais lenta e exigente de maior mão-de-obra, o objetivo deste trabalho foi realizar a modelagem matemática do tempo de

derrixa da cultura de acordo com o volume de mapas de produtividade do cafeeiro em dois anos de safra agrícola.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 Cafeicultura**

A cafeicultura é considerada uma atividade de grande importância para a economia brasileira (SILVA et al., 2015). O cultivo de café foi inserido durante o século XVIII, dando início a uma jornada de sucesso. A produção cafeeira teve grande importância no período de colonização e desenvolvimento do Brasil, e nos tempos atuais possui um relevante papel econômico e social. Durante várias décadas, a cafeicultura brasileira foi considerada como a atividade econômica fundamental da nação, tornando-se vencida gradativamente por outros setores, como o industrial (FAULIN; MOLIN, 2007).

A inserção de novas tecnologias agrícolas pode ajudar no progresso de produtividade, de qualidade e de eficácia na conservação dos alimentos, ao mesmo tempo em que se procuram a conservação e a preservação de recursos naturais (CRESTANA; FRAGALLE, 2012). Com o surgimento da modernização agrícola, estão ocorrendo melhorias no processo produtivo, gerando melhor adequação da produção às exigências de mercado e elevando a competitividade dos produtores (LANNA; TEIXEIRA; REIS, 2011). Essa necessidade de modernização da produção no meio rural tem incentivado produtores rurais a adotar práticas modernas conhecidas como Agricultura de Precisão (DONG; VURAN; IRMAK, 2012).

### **2.2 Cafeicultura de Precisão**

A Agricultura de Precisão já é utilizada na produção de frutos em geral e tem trago bons resultados para o agricultor e o solo. Os sistemas de automação como, piloto automático, barras de luz, aplicação de corretivos e fertilizantes em taxa variável, a utilização de sensores, a semeadura em taxa variável e o mapeamento de produtividade auxiliam nas tomadas de decisões com o objetivo de melhorar o manejo dos frutos, facilitar a rotina dos processos e elevar a eficiência operacional do campo (RESENDE et al, 2014).

A utilização dela no agronegócio do café é reconhecido como a Cafeicultura de Precisão, definida como um grupo de técnicas e tecnologias apto a ajudar o produtor de café a manejar a sua lavoura, conforme a variabilidade espacial dos atributos do solo e da planta, com o objetivo de elevar a rentabilidade, a maximizar a eficiência no processo de

adubação, pulverização e colheita, alcançando a eficaz produtividade e qualidade final do produto (FERRAZ et al., 2012).

### **2.3 Mapeamento da Colheita**

É importante saber identificar a variabilidade dos atributos que o solo possui, sobretudo, aquelas que controlam a produtividade das culturas, para que assim se obtenha um manejo localizado e seguro (CORÁ et al., 2004). E partir disso, construir os mapas de produtividade, na qual para Molin (2001) e Queiroz, Dias e Mantovani (2000), podem ser úteis na avaliação dos fatores nas variabilidades da produtividade das culturas, e também acompanhar as mudanças no sistema de manejo em pontos específicos. Não se restringindo somente ao solo, a cafeicultura de precisão pode ser aplicada à análise foliar, na avaliação espacial de micronutrientes nas folhas do cafeeiro e com isto, permitir a criação de mapas temáticos com o objetivo de visualizar a distribuição destes no espaço em diferentes épocas (CARVALHO, et al., 2016).

Para otimizar a variabilidade espacial das lavouras a tecnologia da aplicação de mapas de colheita é uma ferramenta bem completa. A criação e a interpretação desses mapas são ramos da agricultura de precisão que vêm sendo atraídas por pesquisadores e fabricantes de maquinários agrícolas por visar maior rentabilidade (CORÁ et al., 2004).

Além das análises de solo georreferenciadas e aplicações de fertilizantes em taxa variável, o mapa de produtividade é de grande importância para o ciclo da cafeicultura de precisão. Principalmente, com intuito de comparar os produtos aplicados com a produtividade localizada do cafeeiro e para se conhecer os padrões de produção de uma lavoura (FAULIN; MOLIN, 2007; FERRAZ et al., 2012b, FIGUEIREDO et al., 2013; MOLIN et al., 2010;; STANISLAVSKI, 2009; SILVA; ALVES, 2013).

Vanessa (2019), aplicou as técnicas de agricultura de precisão, na intenção de identificar a malha amostral que mais caracterizasse a variabilidade espacial da fertilidade do solo juntamente com a produtividade, com pontos amostrais. O experimento foi realizado na Fazenda Três Pontas, município de Presidente Olegário, MG, em três áreas (112 há, 50ha e 26 ha), nos anos de 2014 e 2015. Forram georreferenciados 224, 100 e 50 pontos, respectivamente (média de 2,0 ponto) nas três áreas experimentais; após escolhida a malha 1 foram separadas mais três malhas, sendo a malha 2 (1 ponto/ha), malha 3 (0,7 ponto/ha) e malha 4 (0,5 ponto/ha). Com isso, realizou-se a coleta dos dados de fertilidade de solo e produtividade das lavouras cafeeiras para o desenvolvimento da metodologia em questão. Feito isto, concluiu-se que a malha mais recomendada foi a malha 1, com maior número de pontos amostrados.

Dessa forma, cafeicultura possibilita a utilização de métodos de mapeamentos não somente para a colheita mecanizada, mas também na colheita manual. Segundo Faria et al. 2020, em um ano de pesquisa foi estimado o tempo médio de derriça por planta por trabalhador rural de acordo com a produtividade da planta, possibilitando equacionar as variáveis volume e tempo médio. A importância de um estudo com maior informação é necessária para aprimorar esta técnica com a finalidade de calibrar uma equação de tempo médio por trabalhador rural versus o volume de café no cafeeiro.

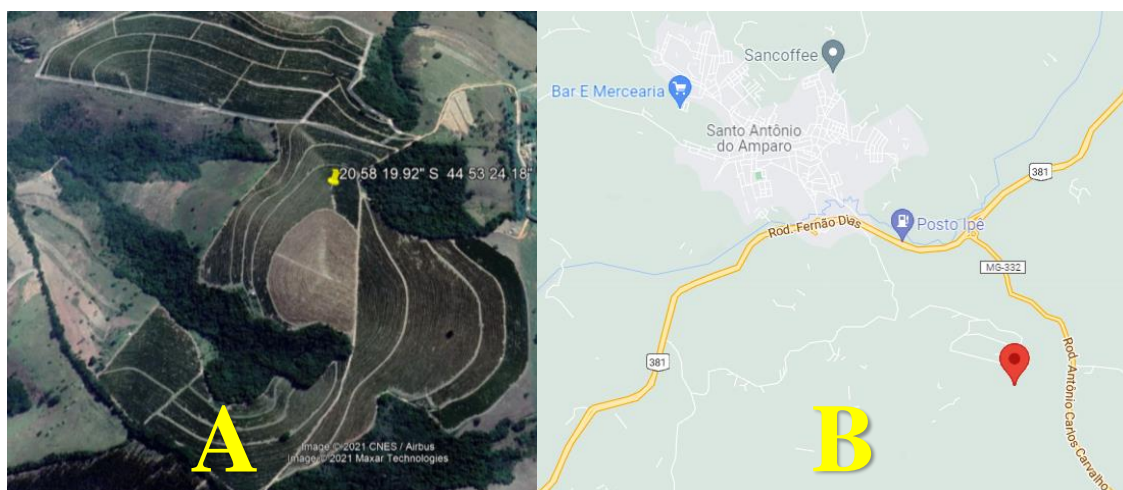
### 3 MATERIAS E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área dos ensaios

O experimento foi realizado na Fazenda Samambaia, no município de Santo Antônio do Amparo, Sul do Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas geográficas 20°8'19.92" latitude Sul' e 44°3'24.18" longitude Oeste.

O local do experimento, como mostrado na Figura 1A e 1B, possui 54,65 hectares de cafeeiros *Arábica arábica* L. cultivar Acaiaí IAC 474-19, implantada no ano 2000 com espaçamento de 3,6 metros entre linhas e 0,8 metros entre plantas. A região foi dividida em 4 glebas nomeadas por ZE02 (5,90 ha), ZE03 (30,25 ha), ZE06 (8,50 ha) e ZE08 (10,00 ha). Foi realizado a última poda (recepta) na área experimental no ano de 2014 para a gleba ZE02 e recepta no ano de 2015 para as demais lavouras.

Figura 1. Localização da área de estudo e ponto experimental via imagem de satélite (A) e via mapa do google (B).



Fonte: Faria (2020)

O solo da região foi identificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com textura argilosa e suave ondulado. Na camada de 0,0-0,20 m, as frações granulométricas médias são: 38% argila; 10% silte; 52% areia, terreno leve ondulado. Caracteriza-se o clima local como ameno, tropical de altitude, com temperaturas moderadas, verão quente e chuvoso, classificado por Köppen como Cwa (Alvares, 2013). Destaca-se que estas lavouras têm o levantamento dos mapas de atributos químicos do solo das últimas três safras (2014, 2015 e 2016), com mapas feitos com malha de um ponto por hectare.

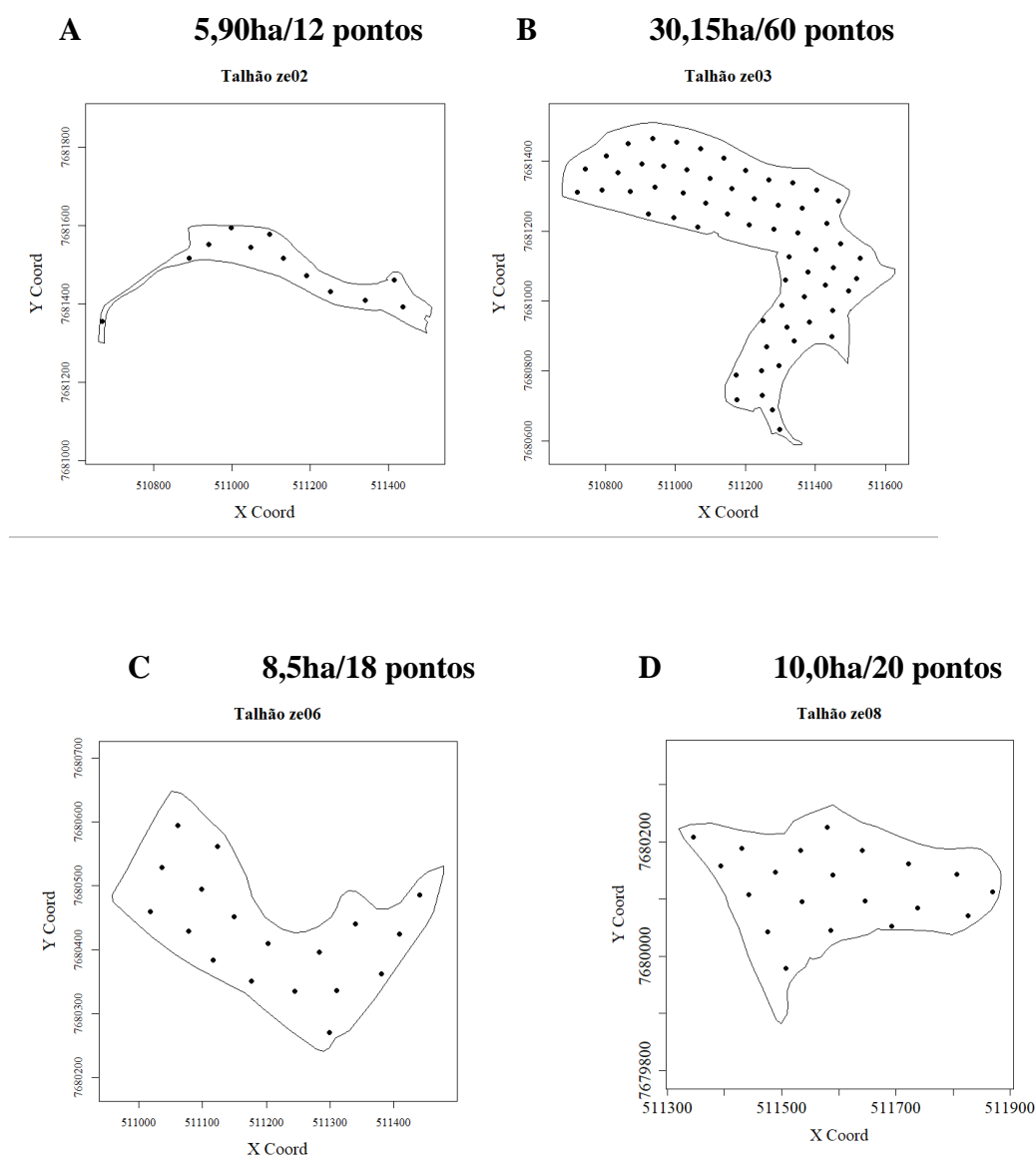
#### 3.2 Demarcação da malha amostral

A lavoura em estudo foi definida utilizando o programa FARMWORKS devidamente licenciado, em malha amostral com metodologia proposta com 2 pontos por

hectare. De acordo com os estudos de índice de malha ótima para cafeicultura de precisão (CARVALHO, 2016; FERRAZ et al., 2017b; FIGUEIREDO et al., 2017) totalizando 111 pontos amostrais georreferenciados, distribuídos na gleba ZE02 (12 pontos), ZE03 (60 pontos), ZE06 (18 pontos) e ZE08 (20 pontos) (Figura 2, A, B, C e D).

A tática para amostragem em grade utilizada foi a amostragem pontual, em que as amostras são recolhidas no ponto central da quadrícula (COLAÇO; MOLIN, 2015; INAMASU; MOLIN, 2013; OLIVEIRA et al., 2011). Portanto, nestes pontos foram retiradas as amostras de solo e os talhões foram utilizados para realizar repetições no experimento e deixa-lo mais confiável. Também foi realizado o levantamento de produtividade das plantas.

Figura 2 Representação dos talhões utilizados no experimento



Fonte: do autor, 2019.

Legenda: o hectare é representado pela sigla (ha) e os pontos do talhão demarcados conforme escala.



### 3.3 Coleta de dados

Utilizando um smartphone SONY Z3 compact Android com Sistema de Navegação Global por Satélite (GNSS) realizou-se a coleta de pontos no campo. Auxiliados pelos aplicativos C7 GPS Malha, desenvolvido pelo Laboratório de Geomática da Universidade Federal de Santa Maria e navegação das rotas de caminhamento pelo aplicativo MAPinr (UFSM, 2017; XYLEM, 2019).

Para utilização do C7 GPS Malha, foi preciso transformar as coordenadas geográficas do FARMWORKS, que possui informações de pontos, latitude e longitude em um arquivo com extensão texto (\*.txt). Em seguida, após transferido o arquivo para o smartphone, já na plataforma do aplicativo, selecionar “Malha de Amostragem”, “Ler malha”, e o talhão desejado (Figura 3 A e 3 B). O próximo passo foi determinar qual o ponto desejado, e então o aplicativo gera o azimuth, distância e uma linha vermelha na direção do ponto a ser navegado, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 3 – Tela de impressão no Smartphone Android do aplicativo CR campeiro (A) e Tela do CR Campeiro 7, buscar ponto com distância do ponto e o azimuth (B).

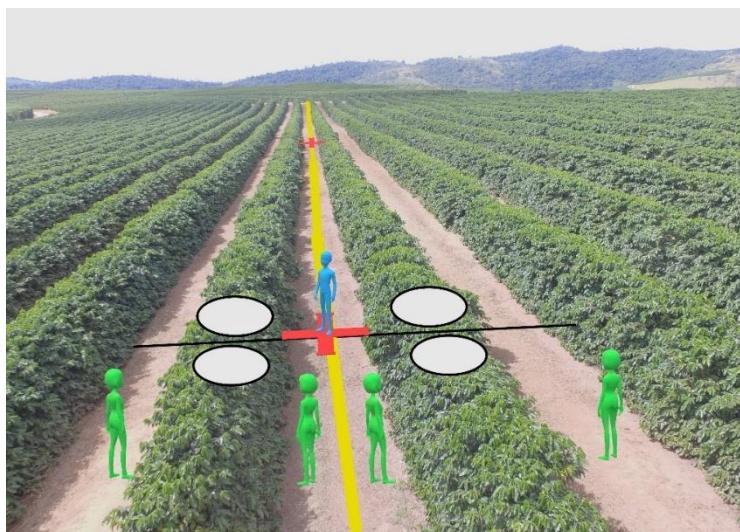


Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crcampeiro>

### 3.4 Produtividade do cafeeiro

Com relação às características da planta, foi analisada a produtividade da lavoura em junho de cada ano/safra. A amostragem de produtividade de ponto amostral equivaleu a quatro plantas: duas plantas localizadas a direita do ponto georreferenciado e as outras duas plantas localizadas à esquerda do ponto (Figura 4).

Figura 4– Esboço referente a coleta dos frutos do cafeeiro pelo método de derriça manual nos pontos georreferenciados.



Fonte: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.crcampeiro>

Obteve-se a produtividade de café ( $L.planta^{-1}$ ) por meio da colheita manual sobre panos das quatro plantas supracitadas, admitindo-se o trabalho de quatro colaboradores rurais com experiência na colheita do café conduzidos por um técnico para a navegação e anotação das medições. Cada trabalhador rural derriçou um dos lados de duas plantas (Figura 15), desta maneira a colheita do ponto amostral foi eficiente por não apresentar necessidade de atravessar a linha de plantio para colher o outro lado da planta.

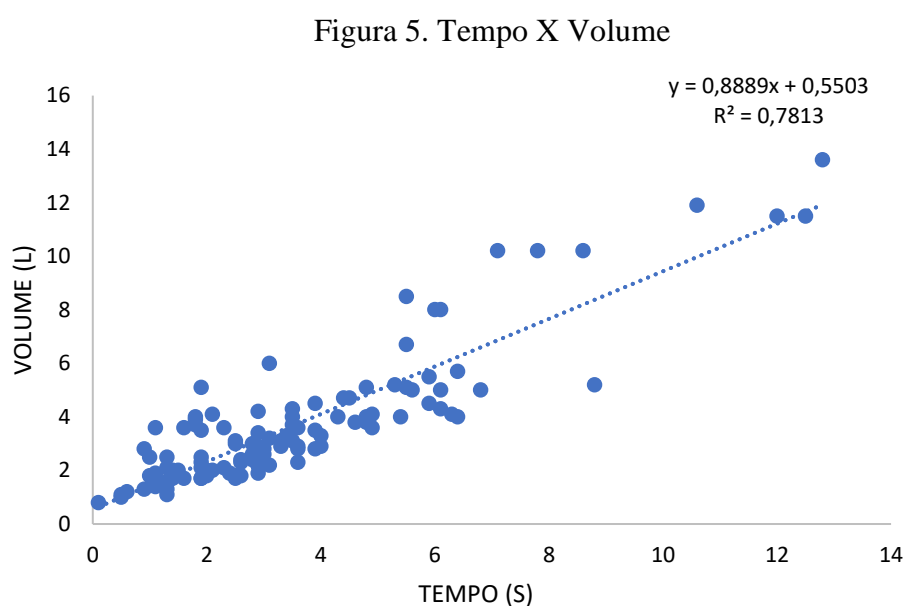
O método empregado por Santinato et al. (2015) e Silva et al. (2010) para a derriça manual foi realizado de acordo com a prática de cada trabalhador e seus devidos equipamentos de proteção individual (EPI) e o pano e posterior a abanação manual utilizando peneiras. Após isso, o volume colhido foi medido por um recipiente graduado em litros ( $L.planta^{-1}$ ) e os tempos foram coletados por meio do cronômetro digital do próprio smartphone.

Obteve-se o tempo quando os trabalhadores iniciavam a colocação dos panos sob as plantas, até o momento após a abanação e o despejo dos cafés colhidos dentro do balde graduado. O volume total foi dividido pelo número de plantas derriçadas gerando a média da carga pendente na planta no ponto amostral e a média de volume para cada trabalhador. O tempo médio de caminhar dos apanhadores de um ponto amostral ao outro foi encontrado utilizando o cronômetro digital.

Os dados foram lançados no Excel, e submetidos a gráficos de dispersão e posterior adicionado uma linha de tendência linear, desta forma, foi criado também as equações da curva de tendência e juntamente o valor do R-quadrado.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do tempo demandado para colheita de um ponto amostral é de suma importância para cafeicultura de precisão, pois a viabilidade técnica e financeira está diretamente ligada a este fator. Desta forma, o acompanhamento da colheita manual nos anos de 2017 e 2018 são apresentados em gráficos de dispersão, em seguida traçada a reta de tendência. A relação entre volume e tempo de derriça manual para o ano de 2017 é apresentada na Figura 5.



Legenda: O volume representado pela letra maiúscula “L” e o tempo representado pela letra minúscula “s”. Representa a colheita manual referente ao ano de 2017.  $R^2$  é a medida de ajuste de um modelo estatístico linear simples ou múltipla de valores observados aleatoriamente.

Conforme observado na figura 5, os dados de tempo de colheita manual seguem uma tendência característica até 6 s e 6 litros de frutos de café. Essa ocorrência pode ter relação direta com o nível alcançado de  $R^2$ : 0.78. Assim diante das características do experimento pode iniciar boas relações entre produtividade e tempo de colheita.

Além disso a variabilidade de cada ponto (vide figura 5) é diretamente relacionada ao rendimento e habilidade do trabalhador no momento da colheita. Por isso a relação entre tempo e volume é definida com base no desempenho do trabalhador durante a colheita do fruto.

Os dados apresentados na figura 5 são produtividades avaliadas em ano de bienalidade, essa característica também deve ser levada em consideração, pois anos biênios apresentam baixas produtividades. Em se tratando de bienalidade, é fato que as plantas de café sofrem com isto, ou seja, em determinada safra ela possui uma

produtividade alta e na seguinte, por consequência da demanda de recomposição vegetal, a produção apresentará queda.

No ano de 2017, a rentabilidade do produtor foi diretamente impactada, pois no ano anterior (2016) a planta, provavelmente, foi exigida para a produção, e com isso ocorreu redução da quantidade de folhas e ramos secos. Dessa forma o cafeeiro aproveitou para recompor na safra seguinte toda a sua parte vegetativa, além das suas estruturas internas de reserva. Geralmente as plantas muito produtivas ficam desgastadas em função da quantidade nutrientes retiradas pelas folhas e frutos em anos de alta produtividade, provocando distúrbios fisiológicos na planta resultando em queda de folhas, redução da fotossíntese e baixa produtividade no ano seguinte (BARROS 1997).

A colheita manual em época de bienalidade pode ser um problema para o agricultor, visto o expressivo tempo que eleva custos e baixa. Um experimento conduzido por Souza 2008 (kg)

1) demonstra um comparativo entre a produtividade e custos da beinalidade e produção durante os anos de 2014 a 2018.

Tabela 1 - Custos de Produção

<b>Período</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
<b>Produção Anual (sacas 60 kg)</b>	4250	15.000	6.100	12.409	6.187
<b>Custo da saca produzida (Reais)</b>	288,71	130,67	234,7	163,2	345,4
<b>Ano de: Alta e Baixa produtividade</b>	Baixa	Alta	Baixa	Alta	Baixa

Fonte: Souza,2018.

As pesquisas de Souza (2018) demonstram que os custos com a produção são extremamente altos na safra baixa e reduzidos em anos de safra alta. Observa-se que após 2016 ocorre uma estabilidade devido a atenuação da bienalidade conseguida por meio do manejo das podas. Realizar a poda do cafeeiro pode aumentar a produtividade, pois através dela os galhos enfraquecidos pela idade são renovados, os danos causados pelo clima, por doenças e pragas são retirados, fazendo com que tenha menos contaminação por pragas, há contribuição para uma maior luminosidade e entrada

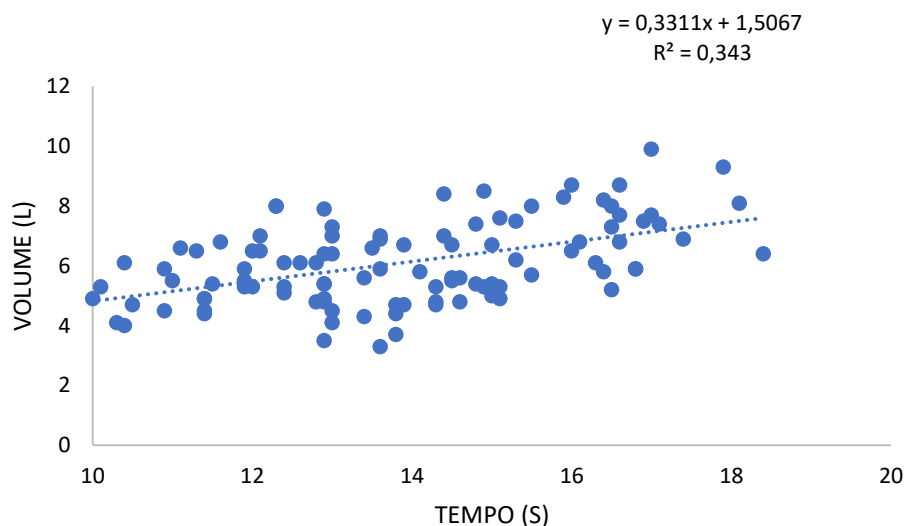
O tempo gasto na colheita do cafeeiro constitui fator influente no custo final do produto e as danificações sofridas pela arquitetura do arbusto do cafeeiro decorrentes da derrça afetam as produções futuras SILVA et al. (2017). Além disso, o tempo da colheita influencia a qualidade dos frutos, a maturação, a precibilidade dos frutos. Dessa forma,

para diminuir essa ocorrência e pela quantidade menor de frutos remanescentes a serem colhidos, ocorre o aumento no pagamento para os colhedores.

Ou seja, o aumento na quantidade de frutos por saca ocorreu com um aumento no índice de mecanização, levando à diminuição no custo da mão de obra, e maior quantidade de frutos por saca ocorreu em talhões que foram colhidos no início da colheita, no qual o valor pago por colhedor é menor, resultando uma redução no Custo da Mão de Obra por Saca.

A relação entre volume e tempo de derriça manual para o ano de 2018 é apresentada na Figura 6. Verifica-se que as relações entre tempo de derriça e volume colhido apresentaram baixas relações, como visto o  $R^2$  foi de 0.34.

Figura 6 - Tempo X Volume

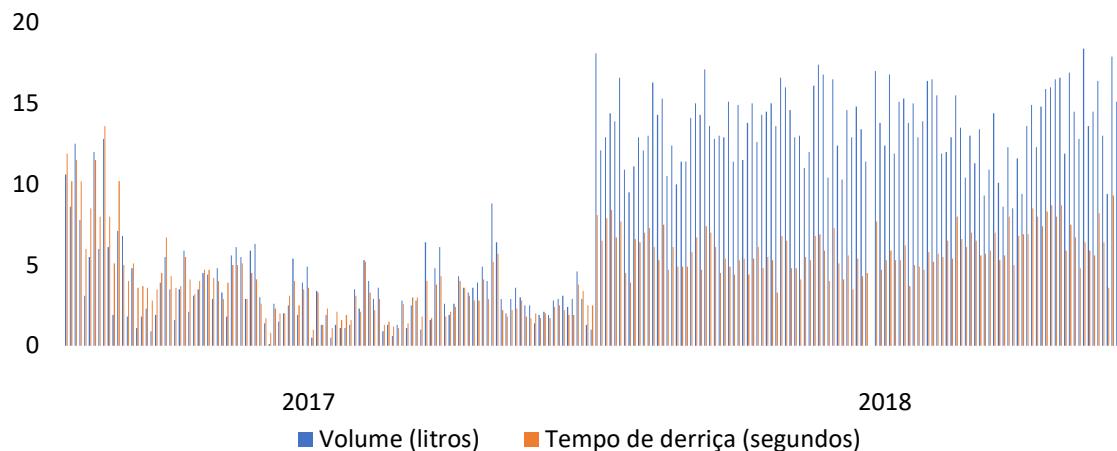


Legenda: O volume representado pela letra maiúscula “L” e o tempo representado pela letra minúscula “s”. Representa a colheita manual referente ao ano de 2018.  $R^2$  é a medida de ajuste de um modelo estatístico linear simples ou múltipla de valores observados aleatoriamente.

Conforme observado na figura 6 as maiores correlações foram encontradas nos pontos colhidos acima de 4 litros. Essas características quando comparadas ao ano anterior podem explicar o fato de a alta produtividade interferir nas variações de tempo. Portanto, para anos de alta produtividade não se deve considerar boas relações entre tempo de colheita manual e produtividade. O manejo do volume colhido pode interferir no rendimento de tempo.

Na figura 7 são apresentadas a comparação entre os anos 2017 e 2018, indicando o volume colhido e o tempo gasto. Verifica-se que no ano de 2018 obteve-se a maior produção embora não apresente boas relações entre tempo e produtividade. Observa-se que a derriça no ano de 2018 foi maior que a de 2017 e também o volume em litros de produção.

Figura 7 – Variações encontradas com base no tempo de derriça



Conforme observado na figura 7 o ano de safra alta pode ser favorável para colheita manual, apesar de baixa relação entre tempo e produtividade, no ano de 2018 a eficiência de colheita manual foi mais expressiva. O ano de 2017, safra de baixa produtividade, pode ser influenciado pelas mudanças de panos de colheita e maior caminamento no campo.

A operação de colheita mecanizada pode contribuir com o entendimento da colheita manual. Na colheita mecanizada, a haste da derriçadora passa por toda planta, independente da maior ou menor carga pendente (Santinato et al. 2015). A derriça manual, apesar de seletiva, em casos de safra com produtividade elevada o colhedor para não perder tempo não seleciona os ramos. Nesse sentido a derriça manual passa por toda a planta, tornando-a mais demorada em safra alta.

Os produtores também podem colher os frutos manualmente ou mecanizar sua colheita, e sua escolha terá impacto na qualidade do café, custo de produção, impacto ambiental, social e muito mais. De forma geral para a utilização de colheita manual em lavouras cafeeiras o produtor deve considerar, entre diversos fatores, o ano de safra e tempo gasto pra colheita. Visto o elevado custo dessa operação e seus impactos, principalmente sociais e ambientais.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível realizar a modelagem matemática disso conclui-se que do tempo de derriça da cultura de acordo com o volume de mapas de produtividade do cafeeiro são variáveis mediante o desempenho de cada trabalhador e sua habilidade durante a colheita. Além disso o tempo médio de caminamento dos apanhadores foi encontrado utilizando o cronômetro digital e dados projetados de 2017 relativos à produtividade foram avaliadas em ano de bienalidade.

Nesse sentido uma vez a cada dois anos a planta será afetada por isso, ou seja, em uma determinada safra sua produtividade é alta, e na safra seguinte, devido à demanda de reorganização da planta, o rendimento será diminuir.

Em comparação com o ano anterior, as características dos dados de 2018 podem explicar o fato de a alta produtividade interferir nas variações do tempo. Portanto alta produtividade, a boa relação entre época de colheita artificial e produtividade não deve ser considerada. O gerenciamento do rendimento vai interferir no rendimento da época. Com base nos resultados obtidos, conclui-se que o custo da colheita deve estar atrelado aos benefícios econômicos proporcionados por uma maior qualidade ou produtividade.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, E. A.; QUEIROZ, D. M. DE; PINTO, F. DE A. DE C. Cafeicultura de Precisão. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Boas Práticas Agrícolas na Produção de Café**. Viçosa MG: UFV, p. 234, 2007
- BARROS, I. **Produção das variedades Caturra e Mundo Novo de café em função do espaçamento, número de plantas por cova e condução das plantas**. Piracicaba, 1997. 82 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- CORÁ, J. E. et al. **Variabilidade espacial de atributos do solo para adoção do sistema de agricultura de precisão na cultura de cana-de-açúcar**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 1013-1021, nov./dez.2004.
- CRESTANA, S.; FRAGALLE, E. P. **A trilha da quinta potência: um primeiro ensaio sobre ciência e inovação, agricultura e instrumentação agropecuária brasileiras**. Revista Eixo, Brasília, v. 1, n. 1, p. 6-27, 2012.
- FAULIN, G. D. C.; MOLIN, J. P. Utilização dos conceitos da agricultura de precisão na cultura do café ( *Coffea arabica* L .). **5 simposio de pesquisas dos cafes do Brasil**, n. 1998, p. 70–75, 2007.
- FERRAZ, G. A. S. Cafeicultura De Precisão : **Malhas Amostrais Para O Mapeamento De Atributos Do Solo, Da Planta E Recomendações**. 2012.
- FERRAZ, G. A. S. et al. Agricultura de precisao no estudo de atributos químicos do solo e da produtividade de lavoura cafeeira. **Coffee Science**, v. 7, n. 1, p. 59–67, 2012b.
- FIGUEIREDO, V. C. **Estudo de Malhas Amostrais em Cafeicultura de Precisão**. Tese de Doutorado na Universidade Federal de Lavras, Lavras, p.56, 2016.
- FIGUEIREDO, V. C. et al. Levantamento da fertilidade do solo de lavouras cafeeiras em produção, no sul de minas gerais. **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p. 306–313, 2013.
- LANNA, G. B. M.; TEIXEIRA, E. C.; REIS, R. P. Determinantes da adoção da tecnologia de despulpamento na cafeicultura: estudo de uma região produtora da Zona da Mata de Minas Gerais. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 13, n. 3, p. 352-362, 2011.



MOLIN, J. P.; FAULIN, G. D. C.; STANISLAVSKI, W. M. Yield mapping and variable rate of fertilizers for coffee in brazil. **Acta Horticulturae**, n. 824, p. 261–266, abr. 2009.

RESENDE, A.V. et al. **Grades amostrais para fins de mapeamento da fertilidade do solo em área de cerrado**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGRICULTURA DE PRECISÃO, 2., 2006, São Pedro. Anais... Piracicaba: ESALQ, 2006. 1 CD-ROM.

SILVA, F. M. DA; ALVES, M. DE C. **Cafeicultura de Precisão**. Lavras: Editora UFLA, 2013.

SILVA, F. M. DA; ALVES, M. DE C. **Cafeicultura de Precisão**. Lavras: Editora UFLA, 2013.

SANTINATO, F., Ruas, R. A. A., Silva, R. P. D., Carvalho, A., & Santinato, R. (2015). **Número de operações mecanizadas na colheita do café**. *Ciência Rural*, 45, 1809-1814.