

PROTÓTIPO DE SISTEMA PARA COLETA DE IMAGENS DE POMARES PARA PREVISÃO DE COLHEITA

Darlan Alaor Selzlein¹; Carlos Moyses Abrahão Auzi Ribeiro²; Luciano Gebler³; Pedro Luiz de Paula Filho⁴

¹Cientista da Computação, Graduando - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR. darlan.s@alunos.utfpr.edu.br / (45) 9 9817-8069; ²Cientista da Computação, Graduando - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR; ³Eng° Agrônomo, Pesquisador - Embrapa Uva e Vinho, Vacaria, RS; ⁴Doutor em Ciência da Computação, Professor - Depto. Acadêmico de Computação, DACOM, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, PR

Apresentado no
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão- ConBAP 2022
Campinas, SP, 09 a 11 de agosto de 2022

RESUMO: A coleta de dados é a base para o ciclo da agricultura de precisão. Na fruticultura, a metodologia de coleta de dados ainda está fortemente embasada na ação empírica de monitoramento visual por parte de técnicos e produtores. O desenvolvimento de sistemas de coleta de dados automatizado tem sido visto como um apoio importante ao processo de AP em fruticultura, logo a coleta de imagens através do sensoriamento proximal em solo, devido aos sistemas de cultivo cobertos, tem apresentado uma evolução constante. Algumas dificuldades foram detectadas que precisam ser ajustadas, mas as técnicas de ajuste de imagem disponíveis atualmente permitem dar solução a este problema. O uso do *stitching* na coleta de imagens em pomares pode ajudar na adoção de métodos de predição e estimação, necessários para avaliar a efetividade das ações corretivas dos efeitos da variabilidade espacial e temporal em pomares de frutas.

PALAVRAS-CHAVE: *Stitching*; Fruticultura de Precisão; Maçã

SYSTEM PROTOTYPE FOR COLLECTION OF ORCHARD IMAGE FOR HARVEST FORECAST

ABSTRACT: Data collection is the foundation for the precision agriculture cycle. In fruit growing, data collection methodology is still strongly based on the empirical action of visual monitoring by technicians and producers. Development of automated data collection systems has been seen as an important support to the PA process in fruit growing, so the collection of images through proximal sensing in soil due to covered cropping systems, has presented a constant evolution. Some difficulties were detected that need to be fixed, but the image adjustment techniques currently available allow solving this problem. The use of stitching in the collection of images in orchards can help in the adoption of prediction and estimation methods, necessary to evaluate the effectiveness of corrective actions for the effects of spatial and temporal variability in fruit orchards.

KEYWORDS: Stitching; Precision Fruit Growing; Apple

INTRODUÇÃO: Diante da crescente necessidade de alimentos, o desenvolvimento tecnológico vem transformando a agricultura com o objetivo de possibilitar o aumento do potencial produtivo do sistema agrícola (SANTOS & NASCIMENTO, 2009).

A captura de imagens é útil na agricultura de precisão e costuma ficar a cargo de veículos aéreos, tripulados ou não, permitindo trabalhos como os de Feng *et al.* (2020), que utiliza imagens aéreas para analisar a qualidade da emergência de plantas de algodão. Após a coleta, as imagens podem ser utilizadas na estimação de produção ou previsão de cenários, segundo os efeitos da variabilidade espacial e temporal, bastando seu tratamento por modelos apropriados (SANTOS & GEBLER, 2021). Porém, na cultura da macieira, e em outras frutíferas, é comum o uso permanente de telas de cobertura para proteção contra granizo, aves, chuvas, etc, inviabilizando a visão aérea. Por conta disso, a opção de coleta de imagens a partir de veículos de solo, tripulados ou não, passa a ser viável ou mesmo necessária.

Além disso, áreas agrícolas costumam ser grandes, sendo difíceis de serem fotografadas em uma única imagem com detalhamento necessário para trabalhos que demandam dessa precisão. Dessa forma, a área de Processamento de Imagens (PDI) pode auxiliar com tratamentos e manipulações de mosaicos de imagens de alta resolução obtidas nas lavouras que facilitem a extração de informações na escala centimétrica ou milimétrica.

Um exemplo de técnica útil é o uso do *stitching*, que consiste na colagem de fotos que tenham regiões em comum através da sobreposição e alinhamento dessas regiões, formando uma imagem panorâmica resultante da união das imagens originais (WANG & YANG, 2020).

O uso de técnicas de *stitching* pode ser visto em trabalhos como o de Tarallo *et al.* (2014), no qual imagens aéreas foram coladas para facilitar o diagnóstico de queimadas e controle de pragas de diversas culturas.

Sendo assim, buscou-se a opção de criar um sistema que coleta as imagens de qualidade de pomares de maçãs, para seu posterior uso na previsão de colheitas com base em veículos de solo (tripulados ou não), uma vez que o trânsito de maquinário agrícola na fruticultura é intenso ao longo de toda a safra, permitindo a entrada de câmeras sob a tela de proteção sem interferir na planilha de custos da atividade agrícola.

A partir das imagens coletadas, foram aplicadas técnicas de *stitching* para produzir imagens panorâmicas do pomar para possibilitar a realização da previsão da colheita das maçãs, dando continuidade ao trabalho realizado por Anzolin *et al.* (2021), aplicando em pomares reais as técnicas testadas em ambiente controlado.

MATERIAIS E MÉTODOS: Esta pesquisa foi desenvolvida em parceria com a Embrapa Uva e Vinho (Vacaria/RS), fazendo uso de seus campos experimentais de maçãs para testes de protótipo.

De acordo com Anzolin *et al.* (2021), os pomares de maçãs são organizados em fileiras de árvores, separados por uma distância, por entre as quais um trator faz o manejo da cultura, variando de 1,8 a 3,4 metros, e a altura das árvores podendo alcançar 4 metros. Logo, a distância entre o centro de um trator até o início da árvore varia de 0,9 a 1,7 metros, o que não permite que uma única câmera simples capture a árvore como um todo, devido a sua abertura focal. Diante disso, são necessárias mais de uma câmera dispostas em alturas diferentes, cada uma responsável por fotografar um segmento diferente da árvore. Além disso, para aumentar a distância entre as câmeras e a fileira a ser fotografada, foi estabelecido que as câmeras responsáveis por fotografar as árvores à direita do corredor deveriam estar mais próximas das árvores à esquerda dele e vice-versa, montadas de forma a criar um ângulo de coleta de imagens à frente do trator, impedindo a coleta de imagens da estrutura.

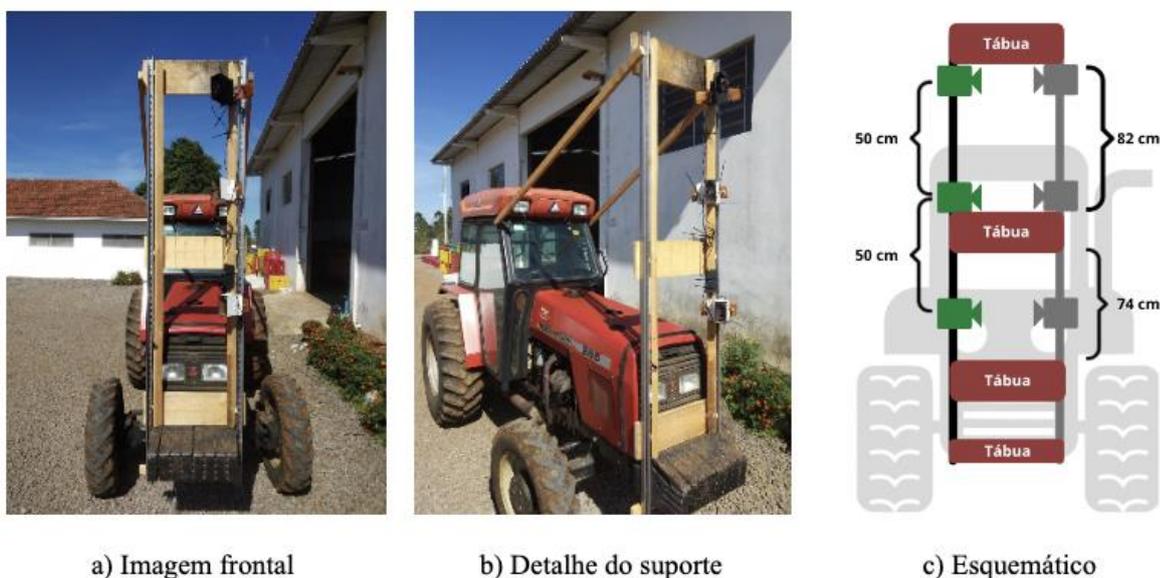


FIGURA 1. Estrutura montada em trator da Embrapa Uva e Vinho, Vacaria - RS.

Para a realização do experimento deste artigo foram utilizadas três câmeras fixadas em uma estrutura embarcada em um trator. A razão para isso é possibilitar que as fotos sejam obtidas durante atividades já

comuns no manejo da cultura, como durante a aplicação de agroquímicos. Esta abordagem pode ser observada na Figura 1.

A estrutura em questão possui uma altura de 2,5 metros, com o objetivo de permitir que as câmeras pudessem ser posicionadas e testadas em diferentes alturas e distâncias entre si, e foi fixada na frente do trator, utilizando o contrapeso dele como suporte. O esqueleto principal da estrutura é composto por duas barras de alumínio de perfil “U” perfuradas, fixadas entre si e no contrapeso do trator por quatro segmentos de tábua de pinus. Para melhorar a estabilidade da estrutura enquanto o trator se movimenta, foi feito um suporte de madeira ligando o topo da estrutura à cabine do trator (Figuras 1a e 1b).

Por fim, para facilitar a fixação das câmeras, foram elaborados dois suportes de madeira paralelos às barras de alumínio e verticalmente inclinadas em 45° para evitar que as câmeras fotografassem a própria estrutura, o que fez com que elas ficassem apontadas diagonalmente para as fileiras do pomar. A distância vertical utilizada entre as câmeras foi de 0,5 metros, sendo uma distância que garantiu que houvesse uma área de sobreposição considerável entre a foto de cada uma das câmeras, possibilitando a realização do *stitching* entre elas (Figura 1c).

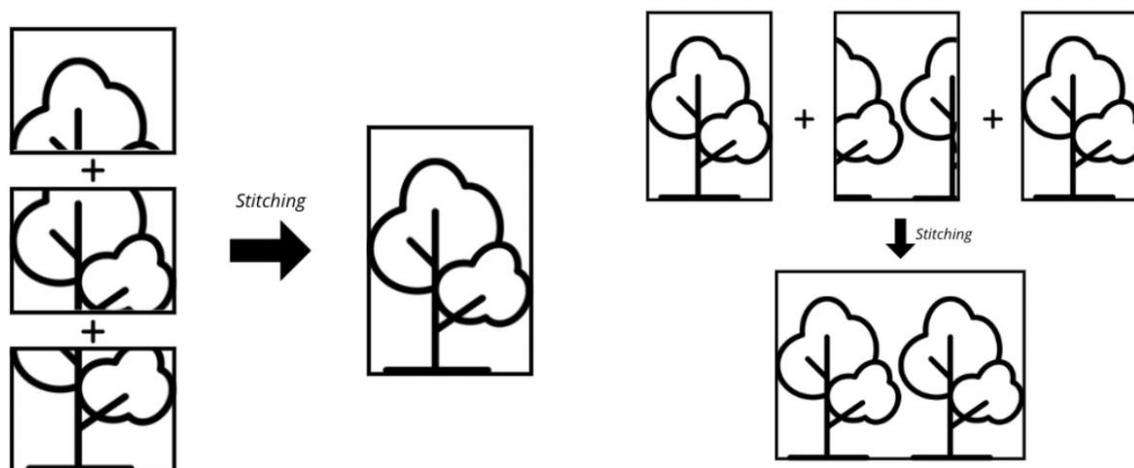
Embora o experimento realizado tenha utilizado apenas um lado da estrutura, ela foi construída de maneira a suportar câmeras de ambos os lados, permitindo fotografar as duas laterais dos corredores dos pomares ao mesmo tempo.

Além das câmeras, a estrutura dá suporte a um microcomputador Raspberry Pi, fixado na região central da estrutura e responsável por controlar todas as câmeras, e um carregador portátil, responsável por alimentar tanto o microcomputador quanto as câmeras.

Para coletar as fotos, um algoritmo conectou todas as câmeras e coletou fotos simultâneas em intervalo de tempo pré-determinado. O tempo entre fotos foi de meio segundo para garantir que houvesse a sobreposição entre as fotos tiradas horizontalmente.

Além disso, para simular um ambiente real durante a coleta de fotos, o trator se movimentou por entre as fileiras de macieiras com o giro de motor à 1700 RPM, alcançando uma velocidade normal de serviço (entre 3,5 a 5 km/h).

Para esse trabalho específico, o processo de *stitching* foi separado em duas etapas: o *stitching* vertical, realizando a colagem das 3 fotos obtidas pelas câmeras em cada intervalo de tempo; e o *stitching* horizontal, fazendo a colagem das imagens obtidas no *stitching* vertical. Após a união de todas as imagens de uma fileira, é possível uma única imagem panorâmica dela. Ambas etapas estão ilustradas na Figura 2.



a) *Stitching* vertical

a) *Stitching* horizontal

FIGURA 2. *Stitching* vertical (a) e *stitching* horizontal (b).

A finalidade de criar uma imagem desse tipo é permitir, futuramente, a contagem de frutos ou eventualmente, flores, gerando uma previsão de colheita, garantindo um resultado confiável, evitando que uma mesma fruta que apareça em diferentes fotos seja contada várias vezes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Uma das preocupações antes da montagem era a respeito da estabilidade do equipamento, pois a vibração do trator em serviço poderia impedir a obtenção de imagens de qualidade, o que não se tornou um problema, pois a estrutura ficou bastante estável e uma das principais razões para isso, foi o suporte de madeira fixado no topo da estrutura até a cabine do trator.

A coleta das imagens foi realizada com sucesso, como pode ser visto na Figura 3a, porém há obstáculos a serem levados em conta que foram detectados durante a coleta de imagens no campo: reflexo do sol (Figura 3b) e borramento das imagens (Figura 3c).



a) Imagem adequada



b) Problema reflexo



c) Imagem borrada

FIGURA 3. Exemplos de imagens capturadas.

No processamento das imagens, foi possível realizar o *stitching* vertical e horizontal. Para isso, no entanto, foram usadas as imagens de apenas duas câmeras, pois elas foram suficientes para fotografar as árvores inteiras com boa taxa de sobreposição entre elas devido à altura das árvores ser de apenas aproximadamente 2,5 metros.

Para o *stitching* vertical, foram selecionadas fotos de dois tempos seguidos: tempo i e tempo $i+1$. O *stitching* para o tempo i (Figura 4c) se deu pela junção das fotos das câmeras 1 e 2 no tempo i (Figuras 4a e 4b). O *stitching* no tempo $i+1$ (Figura 4f) ocorreu da mesma maneira para as fotos do tempo $i+1$. Por fim, para o *stitching* horizontal (Figura 4g), foi feita a união dos dois *stitchings* verticais.

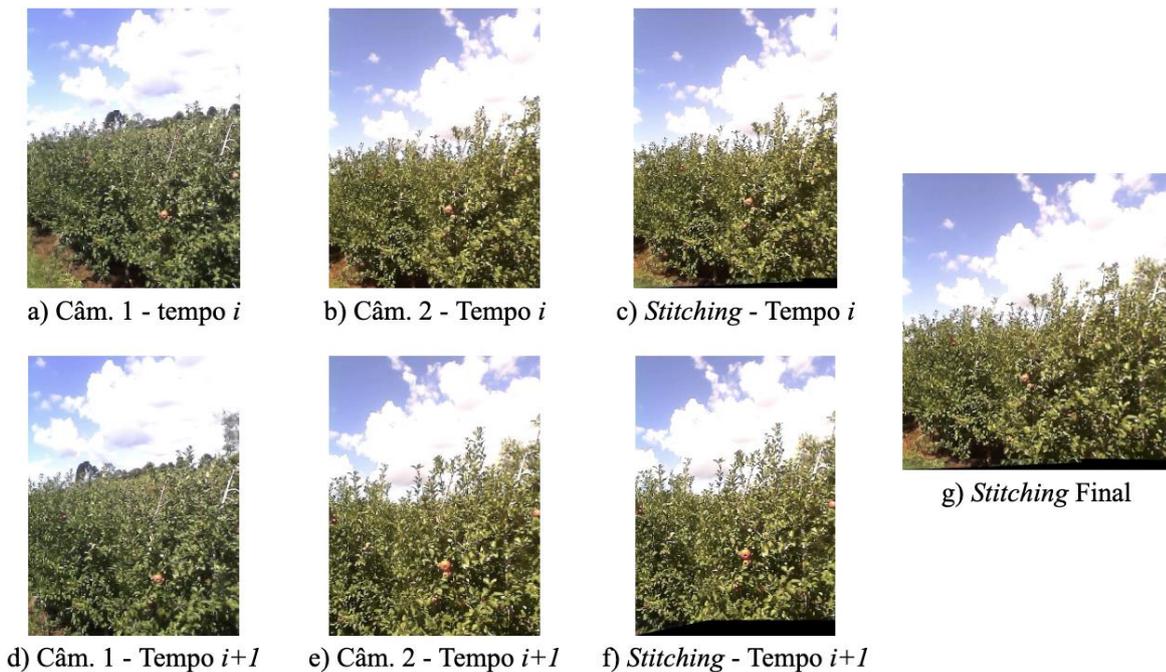


FIGURA 4. As imagens (a, b) e (d, e) foram processadas no stitching vertical com os respectivos resultados em (c) e (f), enquanto a imagem (g) e o resultado do processo do stitching horizontal.

Durante os procedimentos e testes ocorreram alguns problemas, devido à qualidade das imagens, como demonstrado nas Figuras 3b e 3c, não permitindo uma única imagem panorâmica de toda uma fileira árvores, entretanto, apesar dos problemas, foram coletadas mais de 4000 imagens aptas para o estudo e processamento. Isso demonstra a necessidade de maiores testes de campo e possivelmente variar os horários de coletas a fim de verificar os possíveis efeitos deletérios para as imagens durante todo o dia. Além disso, espera-se que sob a tela antigranizo, os efeitos referentes a ação direta do sol não venha a ser problema, diferente de novas questões como sombreamento excessivo ou escurecimento, condições que devem ser testadas e avaliadas.

CONCLUSÃO: Dados as atividades realizadas e os resultados obtidos, é possível perceber a aplicabilidade da ideia para a obtenção desse tipo de dado. Apesar dos desafios encontrados, as imagens coletadas pela estrutura puderam ser utilizadas na realização do *stitching*, restando agora, para trabalhos futuros, ajustar parâmetros para minimizar problemas de captura e realizar a contagem das maçãs para a previsão da produtividade através de técnicas de Inteligência Artificial.

Além disso, outros estudos e melhorias podem ser feitos a partir desta pesquisa, como a utilização da bateria do trator para alimentar o sistema no lugar do carregador portátil e o uso de seis câmeras simultâneas.

REFERÊNCIAS

SANTOS, Thiago. T.; GEBLER, Luciano. A methodology for detection and localization of fruits in apples orchards from aerial images. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 13., p. 1-9, Anais [...]. Bagé: Unipampa, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228160/1/PL-Methodology-detection-localization-SBIAgro-2021.pdf>

ANZOLIN, Tassiane Barbara Perico. Desenvolvimento de mosaico de imagens para automatização de processos na fruticultura de precisão. In: 18º Congresso Latino-americano de Software Livre e Tecnologias Abertas. Foz do Iguaçu: [s.n.], 2021

SANTOS, Aline; NASCIMENTO, Fábio. Transformações ocorridas ao longo da evolução da atividade agrícola: algumas considerações. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, v. 5, n. 08, 2009.

TARALLO, A. de S. et al. Uso de mosaico de imagens aéreas como ferramenta de auxílio ao diagnóstico de diversas culturas. Embrapa Instrumentação-Capítulo em livro científico (ALICE), 2014.

WANG, Zhaobin; YANG, Zekun. Review on image-stitching techniques. *Multimedia Systems*, Springer, v. 26, p. 413–430, 8 2020. ISSN 0942-4962. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00530-020-00651-y>.

FENG, Aijing; ZHOU, Jianfeng; VORIES, Earl; SUDDUTH, Kenneth A. Evaluation of cotton emergence using uav-based narrow-band spectral imagery with customized image alignment and stitching algorithms. *Remote Sensing*, MDPI AG, v. 12, p. 1764, 5 2020. ISSN 2072-4292. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-4292/12/11/1764>.