

TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA A PREDIÇÃO DE SAFRA NA COTONICULTURA

IGOR OLIVEIRA DA SILVA¹, JOAQUIM MAURO DE MOURA NETO², MATEUS LIMA SILVA³, VINICIUS BITENCOURT CAMPOS CALOU⁴, ALEXANDRE REUBER ALMEIDA DA SILVA⁵, CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA⁶

¹ Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Eng. Agrícola, IFCE – Campus Iguatu, igor.oliveira.silva06@aluno.ifce.edu.br

² Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Eng. Agrícola, IFCE – Campus Iguatu

³ Graduando em Eng. Agrícola, Depto. de Eng. Agrícola, IFCE – Campus Iguatu

⁴ Prof. Me., Depto. de Eng. Agrícola, IFCE – Campus Iguatu

⁵ Prof. Dr., Depto. de Eng. Agrícola, IFCE – Campus Iguatu

⁶ Prof. Dr., Depto. de Eng. Agrícola, UFC, Fortaleza, CE

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Objetivou-se, com este trabalho, utilizar-se de técnicas de processamento digital de imagens e de ferramentas de geoprocessamento para a estimativa de safra na cotonicultura em áreas de plantio de algodão no município de Iguatu-CE. Em 2023, um experimento de campo foi realizado no *campus* Iguatu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, utilizando o cultivar de algodão FM 985GLTP da BASF. A colheita manual foi seguida pela medição da produtividade em pontos aleatorizados de 1 m². A produtividade foi também estimada através de um voo com um VANT Phantom 4 da DJI, equipado com câmera RGB e NIR, realizado por ocasião da colheita, aos 178 dias após a semeadura. O processamento das imagens incluiu a construção de uma ortofoto georreferenciada RGB e uma classificação de imagem no software QGIS para realçar os capulhos e fibras da planta. Dos resultados, infere-se que o rendimento do algodão pode ser estimado com precisão usando dados de sensoriamento remoto, associados à modelos matemáticos devidamente calibrados e pode ainda contribuir na identificação de áreas com maior potencial produtivo e na otimização do uso de recursos e de práticas de manejo.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*, modelagem da produção, agricultura de precisão.

DIGITAL IMAGE PROCESSING TECHNIQUES AND GEOPROCESSING TOOLS FOR CROP PREDICTION IN COTTON FARMING

ABSTRACT: The objective of this work was to use digital image processing techniques and geoprocessing tools to estimate harvest in cotton farming in cotton planting areas in the municipality of Iguatu-CE. In 2023, a field experiment was carried out at the Iguatu campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará, using the cotton cultivar FM 985GLTP from BASF. Manual harvesting was followed by measuring productivity in randomized 1 m² points. Productivity was also estimated through a flight with a DJI Phantom 4 UAV, equipped with an RGB and NIR camera, carried out at the time of harvest, 178 days after sowing. Image processing included the construction of an RGB georeferenced orthophoto and image classification in QGIS software to highlight the plant's

bolts and fibers. From the results, it is inferred that cotton yield can be accurately estimated using remote sensing data, associated with properly calibrated mathematical models and can also contribute to identifying areas with greater productive potential and optimizing the use of resources and practices. of management.

KEYWORDS: *Gossypium hirsutum*, production modeling, precision agriculture.

INTRODUÇÃO: A cadeia do algodão está se destacando cada vez mais no setor agrícola do Brasil. Em 2018, o país registrou uma produção de cerca de 5 milhões de toneladas dessa cultura, colocando-o como o quarto maior produtor global, atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos. As exportações de algodão em pluma geraram receitas externas significativas, totalizando R\$ 10,6 bilhões em 2019 (FAOSTAT, 2021). O desequilíbrio da cadeia produtiva no Nordeste gerou o abandono gradual dos cultivos, dando espaço aos cultivos tecnificados e em processo de modernização dos Cerrados. Os poucos produtores que ainda restaram não foram capazes de sustentar por longo tempo a grande concorrência com os centros produtivos no Centro-Oeste do país (ARAÚJO FILHO *et al.*, 2012). Com isso, os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) destaca-se na precisão, qualidade do dado, rapidez e baixo custo de levantamento. Esta tecnologia demanda certo conhecimento e devem seguir algumas etapas para que seja executado com qualidade, sendo elas o planejamento de voo para obtenção das imagens, o georreferenciamento, o processamento para geração de ortomosaico e operações de geoprocessamento para obtenção de produtos que traçam às características de uma determinada cultura. Desse modo, é possível realizar o monitoramento de plantas, identificação de pragas, estimar a produtividade, medir falhas no plantio, entre outros mapeamentos agrícolas (OLIVEIRA, 2020). Neste trabalho, utilizou-se técnicas de processamento digital de imagens e geoprocessamento para a estimativa de safra na cotonicultura em áreas de plantio de algodão no município de Iguatu-CE.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento de campo foi desenvolvido no ano agrícola de 2023, na área experimental do *campus* Iguatu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, município de Iguatu, CE, entre as coordenadas geográficas 6°23'36'' a 6°23'57'' S e 39°15'15'' a 39°15'30'' W, com altitude média de 217,8 m. O VANT utilizado foi do modelo Phantom 4 da DJI, que possui uma câmera RGB de 12 megapixels e um sensor CMOS ½, embarcado com uma câmera Mapir Survey 3W que captura imagens nos comprimentos de onda do Infravermelho Próximo (NIR). No preparo do solo, foi efetuada uma aração e duas gradagens. Na semeadura, a adubação foi efetuada segundo a análise de solo, aplicando-se 10 e 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N) e fósforo (P₂O₅) nas formas de ureia e fosfato monoamônico (MAP), respectivamente. Nessa ocasião, aplicou-se o equivalente a 50 kg ha⁻¹ da formulação comercial de FTE BR12 (11,5 % de ZnO e B₂O₃; 1% CuO; 5,4% de Fe₂O₃; 5,5% de MnO₂; 0,2% de MoO₃), como forma de suprir as eventuais necessidades por micronutrientes da cultura. As adubações foram realizadas em consonância com os resultados das análises de solo e as necessidades da cultura, conforme UFC (1993). Foi utilizado o cultivar de algodão FM 985GLTP da BASF, que apresenta dupla tolerância à herbicidas e tripla resistência às lagartas, alta produtividade e expressiva qualidade de fibra. A colheita foi realizada manualmente. Os capulhos colhidos foram levados para ao laboratório, a fim de se determinarem as variáveis de produção pertinentes aos objetivos do presente projeto. Para estimativa da produtividade foi realizado um voo aos 178 dias após a semeadura, sendo esse o período em que a cultura estava no ponto de colheita. A altitude de voo foi de 90 pés (27,43 metros). Para mensuração da produtividade foram alocados pontos devidamente aleatorizados ao decorrer da área contendo 1 m², nos mesmos foram coletadas as seguintes variáveis: número total de plantas por m² (unidades), número total de capulhos por m² (unidades),

número total de capulhos atrofiados por m² (unidades), massa total de capulhos por m² (g m⁻²), número de caroços por m² (unidades) e massa dos caroços por (gramas m⁻²). O processamento das imagens iniciou-se com a construção da ortofoto georreferenciada RGB através do software Agisoft Metashape Professional 2.0.3, no software Qgis 3.34 foi realizada uma classificação na imagem, que objetivava realçar os capulhos e as fibras da planta. A classificação iniciou-se com a aplicação de um índice criado pelos autores deste trabalho, apresentado na equação 1:

$$IREA = \frac{(R+G+B)}{NTb} \quad (01)$$

Onde: IREA é Índice de Realce de Algodão; R é banda do vermelho; G é banda do verde; B é a banda do azul e NTb refere-se ao Número Total a partir dos bits (8 bits = 255; 16 bits = 65536; 32 = 4294967295). Para a classificação dos valores dos índices considerou-se como fibra e capulho os valores entre 0,75 e 1, aplicando-se à função *r.reclass* presente no Qgis obteve-se uma nova imagem raster que possibilitou através de um relatório mensurar a quantidade (%) de capulhos de algodão por m². A colheita foi realizada manualmente. Os capulhos colhidos foram levados para ao laboratório, a fim de se determinarem as variáveis de produção pertinentes aos objetivos do presente projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Na figura 1, é possível observar o processo de classificação das imagens.

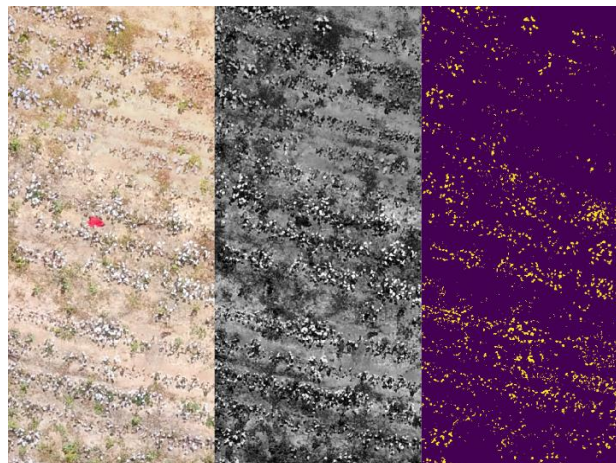


Figura 1. Imagem natural, com índice aplicado e classificada.

Os valores de predição de colheita apresentaram potencialidade de aproximar dos valores reais em campo, resultado visível na Figura 2. As variáveis de número de capulhos, número de caroços e número de plantas não apresentaram correlação confiável. Diante dos resultados observados, recomenda-se, objetivando aumentar o valor de acertabilidade na prática, executar voos que tenham essa finalidade em altitudes menores, em menor velocidade se atentando a qualidade da câmera com que se trabalha, o tamanho do píxel é de suma importância para o processo de classificação e mensuração. Cumpre salientar que capulhos que ficam na parte mais abaixo da planta podem não ser devidamente captados, podendo estes, causar distorções nos valores de predição.

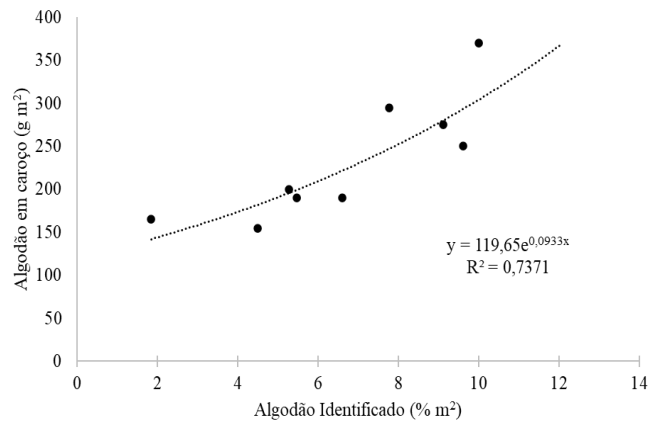


Figura 2. Estimativa da produção de algodão no ponto de colheita através do uso de imagens de VANT.

Extrapolando os valores da equação encontrada pode-se encontrar o peso aproximado do algodão que será colhido, por exemplo, o presente trabalho teve uma área de plantio de 0,25 hectares, aplicando a média dos valores de algodão identificados na fórmula (6,69%) temos uma produção aproximada de 558,37 kg e uma produtividade de 2.233,48 kg ha⁻¹. Resultados que se situam ligeiramente inferior aos previstos pela CONAB para a safra 22/23 para a produtividade média nacional de algodão em caroço cuja a estimativa é da ordem de 2.608 kg ha⁻¹ e superiores aos 684 kg ha⁻¹ para o estado do Ceará.

CONCLUSÕES: O rendimento do algodão pode ser estimado com precisão usando dados de sensoriamento remoto, associados à modelos matemáticos devidamente calibrados e pode ainda contribuir na identificação de áreas com maior potencial produtivo e na otimização do uso de recursos e de práticas de manejo. Isso ajuda na gestão da oferta e demanda, manejo integrado de pragas, na previsão de preços e na implementação de medidas que possam mitigar impactos econômicos adversos.

REFERÊNCIAS:

ARAÚJO FILHO, A. A. et al. **Caracterização da cadeia produtiva do algodão no semiárido nordestino**. Fortaleza, CE: Banco do Nordeste do Brasil, 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos – v.1, n.1 (2013-) – Brasília: Conab, 2013-v. Mensal. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>

FAOSTAT – **Food and Agriculture Organization of United Nations**. Data. Roma, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/TP>. Acesso em: 5 fev. 2021.

DE OLIVEIRA, Altacis Junior et al. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, 2020.

UFC - **Universidade Federal do Ceará**. Recomendações de adubação e calagem para o Estado do Ceará. Fortaleza: Imprensa Universitária, 1993. 247p.