



Janelas atmosféricas: o uso do sensoriamento remoto e NDVI para gerenciar a produção de Batata-doce no Brasil.

Ana Julia Gonçalves PADUA¹
Alisson Fernando Coelho do CARMO²

RESUMO: A Batata-doce é uma das mais importantes hortaliças da atualidade. Portanto, ela é utilizada em diversas atividades e ocupa o sétimo lugar como alimento mais importante do mundo. Assim, ela contribui tanto economicamente quanto socialmente para o Brasil. Somado a isso, o cultivo desta é desenvolvido principalmente pela agricultura familiar, a qual possui pouco ou nenhum uso da tecnologia para controlar a plantação. Sendo assim, tendo como base o avanço da tecnologia e seus benefícios, o trabalho tem por objetivo utilizar de mecanismos tecnológicos disponíveis para garantir que o pequeno produtor consiga ser competitivo no mercado e possa entregar mais e melhor para seus clientes. Dessa forma, foi utilizado o sensoriamento remoto, através do satélite Sentinel-2, para coletar imagens de uma plantação de Batata-doce localizada no município de Pirapozinho/SP e utilização do software livre QGIS para realizar o cálculo do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada. Por fim, o artigo busca demonstrar os benefícios da implementação da tecnologia para melhor gestão das plantações.

Palavras-chave: Produção agrícola, Batata-doce, Sensoriamento remoto, Sentinel-2 e NDVI.

1 INTRODUÇÃO

A batata-doce é plural, pode ser utilizada tanto como matéria prima para cosméticos, álcool e tecidos como fonte de alimento para seres vivos. Além disso, ela apresenta facilidade no cultivo, possibilidade de colheita prolongada, baixos custos de produção e adaptação a diferentes tipos de clima e solo, desde tropicais como o da Amazônia a desérticos como o da costa do Pacífico, sendo assim uma hortaliça que consegue se desenvolver em diferentes condições edafoclimáticas.

Mormente, insta pontuar que, graças aos seus benefícios produtivos, ela é empregada principalmente na agricultura familiar, sendo no Brasil, segundo a

¹ Discente do 3º ano do curso de Administração do Centro Universitário Antonio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente. anajuliadepadua@gmail.com. Bolsista do Programa de Iniciação Científica.....

² Docente de tecnologia do Centro Universitário Antônio Eufrásio de Toledo de Presidente Prudente. Doutor em Ciências Cartográficas pela Universidade Estadual Paulista (UNESP). alisson.carmo@toledoprudente.edu.br. Orientador do trabalho.

Produção Agrícola Municipal (PAM) divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 2019, produzidas 805.412 mil toneladas em uma área plantada de 57.486 hectares e área colhida de 57.290 hectares. Porém, percebe-se que no país a produtividade da batata doce não alcança níveis elevados como em países como China e Malawi, isso porque, segundo o site da Embrapa, essa atividade agrícola tanto não tem muita orientação profissional quanto utiliza pouco das tecnologias disponíveis.

A falta de aderência às tecnologias tem como consequência a ausência de inovação para o pequeno produtor. Por conseguinte, isso pode ocasionar uma diminuição da produtividade e rentabilidade. Logo, o torna menos competitivo e preparado para o mercado, segundo dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) 2013.

Além disso, percebe-se que hoje, 2021, o avanço da tecnologia em todas as áreas, inclusive na agricultura, foi enorme. O que confirma os dados de 2016 da OCDE ao dizer que, nos próximos 15 anos, a tecnologia teria grande efeito e importância na sociedade, à medida que os problemas se tornam muito mais complexos como, por exemplo, mudanças climáticas e escassez de recursos naturais. Logo, é preciso que os produtores utilizem desde ferramentas de gestão disponibilizadas por softwares especializados a sensoriamento remoto para tomarem decisões mais assertivas.

Sendo assim, este trabalho viabiliza o uso de ferramentas tecnológicas para ajudar o produtor a melhorar seu gerenciamento e desenvolvimento de sua produção. Dessa forma, para o presente estudo utiliza-se o sensoriamento remoto (SR) para extrair informações com facilidade sem estar em contato direto com o cultivo agrícola em análise e sem a necessidade de um investimento inicial em algum veículo aéreo não tripulado (VANT).

Ademais, cabe ressaltar que as informações obtidas pelo SR são imprescindíveis para a análise de biomassa, deficiências nutricionais, área plantada e porcentagem de cobertura de solo. Uma das técnicas aplicadas aos dados de SR é o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) e sua recorrente usabilidade em áreas vegetativas (DE BORATTO, I. M.; GOMIDE, Reinaldo Lúcio).

Dessa forma, este artigo faz uma análise em uma plantação localizada na cidade de Pirapozinho/SP (centro geográfico localizado em 22.3246 S e 51.4563 O) em um intervalo de tempo de cinco meses, iniciado em 02/01/2021 e finalizado

em 02/05/2021. A adesão do satélite Sentinel-2 como fonte de dados de imagens de SR foi devido a sua visitação frequente à plantação, com tempo de revisita de 5 dias (em média). Sendo assim, para cada mês foi possível coletar seis imagens, totalizando ao final vinte e quatro imagens, das quais apenas vinte foram consideradas por apresentarem pouca ou nenhuma interferência atmosférica. Por conseguinte, após a coleta das imagens foi utilizado o software livre QGIS.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo abordar sobre a importância da implementação da tecnologia na agricultura familiar, a qual tem pouca ou nenhuma orientação tecnológica na tomada de decisão.

2 Contextualização e Metodologia

O ano de 2014 é considerado pela ONU como o Ano Internacional da Agricultura Familiar (AIAF), sendo naquela data realizado várias palestras, eventos e debates com o intuito de reforçar a magnitude da agricultura familiar para todas as famílias do mundo e sua contribuição significativa para a erradicação da fome e desenvolvimento sustentável.

Portanto, é indubitável a importância social e econômica desta no Brasil. Sendo sua relevância confirmada pelos dados do IBGE do último Censo Agropecuário (2017) ao revelar que 77% das atividades agropecuárias, florestais e aquícolas são desenvolvidas pela agricultura familiar.

Somado a isso, cabe mencionar que emprega mais de 10 milhões de pessoas, sendo que evolutivamente do Censo anterior (2006) para o atual, foi registrado um aumento de 143% na contratação de mão de obra com intermédio de cooperativas e empresas. Além disso, a agricultura familiar foi responsável por 23% do valor total da produção agrícola no país.

2.1 Batata-doce

A batata-doce (*Ipomoea batatas*) é uma hortaliça que se mantém em crescimento no Brasil e no mundo. Nesse sentido, cabe ressaltar que, segundo o IBGE, entre os anos de 2018 e 2019 a produção nacional aumentou em mais de 8%. Além disso, o aumento não tem relação somente com a sua popularização e

consumo entre atletas e público fitness como também sua utilização em diversos segmentos de mercado.

Outrossim, ela se destaca por sua facilidade tanto de produção quanto de consumo. Sendo uma hortaliça consumida de diversas formas: assada, frita, cozida, no preparo de bolos, purês, pães, biscoitos, coxinhas etc. Dentre outras relevantes aplicações estão seu uso como feno, matéria-prima em indústrias, fonte de energia e como excelente biocombustível.

Sendo assim, é importante destacar que esta hortaliça ocupa o sétimo lugar de alimento básico mais importante do mundo. Logo, sua demanda cresceu e com isso torna-se necessário cada vez mais o uso de tecnologias para aumentar sua produtividade e diminuir os custos de produção.

2.2 Tecnologia na agricultura

Devido a necessidade de produzir em larga escala e ter clientes cada vez mais exigentes, a tecnologia se torna fundamental tanto para produzir mais quanto para gerar mais qualidade e valor ao produto. Ademais, ela não só traz inovações para o pequeno agricultor como também diminuiu os seus custos operacionais e produtivos.

No entanto, percebe-se que alguns fatores impedem os pequenos e médios produtores de aderirem às tecnologias. Como por exemplo, o baixo investimento por parte do governo e os custos de implantação. Logo, a utilização de satélites e índices de vegetação se tornam necessárias devido ao seu fácil acesso e baixo custo de implementação.

2.3 Sensoriamento remoto

Segundo Crepani (1983), o sensoriamento remoto (SR) é a forma de saber informações e coletar dados sobre um objeto, área ou fenômeno sem entrar em contato direto com esses alvos e que segundo o livro "Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto" deve respeitar três critérios exigidos, sendo eles a ausência da matéria no espaço entre o objeto e o sensor, a possibilidade de transportar informações do objeto pelo espaço vazio e por fim ter a radiação eletromagnética (REM) como o elo de comunicação entre o alvo e o sensor,

portanto, se a obtenção de imagens não seguir esses critérios não se classifica como SR.

Diante disso, é importante destacar a dualidade da REM, ou seja, seu comportamento tanto como onda quanto como energia, pois isso é muito importante para o SR na hora de realizar a análise das imagens. De acordo com o modelo de Maxwell, a REM surge inicialmente como uma partícula carregada eletricamente, que se movimenta aleatoriamente quando está acima de zero absoluto ($-273,15^{\circ}\text{C}$ ou zero Kelvin), formando um campo magnético, estes campos são inseparáveis até mesmo em campos elétricos puros e magnéticos puros, vibram entre si e alcançam seus níveis máximos ao mesmo tempo com harmonia, quando essa partícula é acelerada acontece uma perturbação entre os dois campos gerando então as ondas eletromagnéticas.

Portanto, mais importante do que a parte técnica do funcionamento dos sensores para obter imagens, está a qualidade e intensidade da fonte de REM.

2.4 Intervalo espectral da luz visível

Em 1766 foi definido pela primeira vez, pelo cientista Isaac Newton, o conceito de intervalo espectral da luz visível. Ao atravessar a luz branca por um prisma de vidro, Isaac comprovou que o prisma refletia luzes coloridas com comprimentos de ondas específicos, como mostra a figura 1 abaixo.

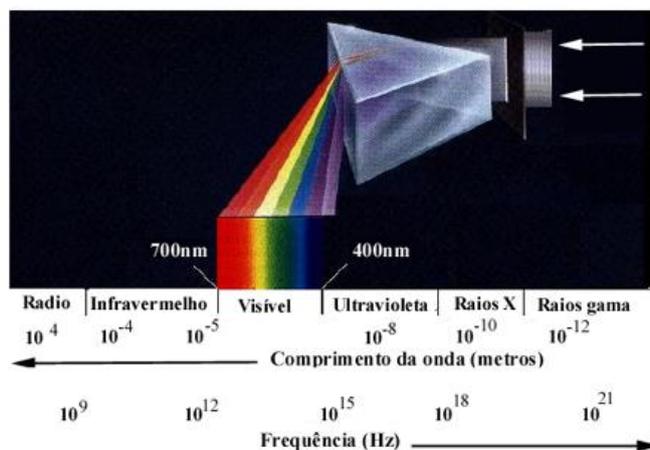


Figura 1. Intervalo espectral da luz visível.

Fonte: Unesp.

Nesse sentido, embora a REM seja considerada um espectro contínuo, para sua melhor aplicação, ela passou a ser dividida em pequenos intervalos de

comprimento de onda com base nos geradores dessa energia e suas formas de detecção, por isso, para o sensoriamento remoto é essencial saber os valores dos comprimentos de onda nos intervalos, ou seja, a banda espectral da imagem em análise.

2.5 Bandas multiespectrais

Dessa forma, agora que foi explicado que a REM é dividida em intervalos e que será utilizado o SR, é importante ressaltar que cada sensor possui suas bandas espectrais específicas para estes intervalos.

Logo, tendo em vista que neste trabalho foi utilizado o satélite Sentinel-2, o quadro abaixo consta com seus respectivos comprimentos de onda das bandas multiespectrais.

Comprimento de onda central das bandas multiespectrais do Sentinel-2.			
Resolução	Nº da Banda	Nome da Banda	Comprimento de onda
10 m	B02	Blue (Azul)	490 nm
	B03	Green (Verde)	560 nm
	B04	Red (Vermelho)	665 nm
	B08	NIR (Infravermelho Próximo)	842 nm

Figura 2. Bandas multiespectrais do Sentinel-2 em nm.

Fonte: USGS (Science for a Changing World) e ESA (European Space Agency).

2.6 Reflectância da vegetação

A reflectância é caracterizada pela interação da REM com a vegetação. Sendo assim, a interação é importante pois parte desta energia é absorvida e a outra parte retorna para o sensor trazendo informações da aparência e saúde da cobertura vegetal.

É igualmente importante destacar o papel que a clorofila, pigmento presente na vegetação, desempenha - esta possui bandas de absorção na região do visível (0,45 a 0,76 μm). Essa região espectral apresenta o maior índice de intensidade da radiação o que permite que, nos intervalos do azul (B) e do vermelho (R), a vegetação faça processos como o de fotossíntese, ou seja, a conversão de água e carbono em carboidratos e transforme energia em calor.

Logo, é no intervalo do verde (G) apenas que a vegetação reflete, quando saudável, a mesma coloração (Figura 3). Somado a isso, para este estudo também é importante a região do infravermelho (IR) próximo (0,76 a 1,2 μm), que recebe um pouco menos de radiação, mas que contém uma banda de absorção representada por IR e isso é importante porque após a coleta das imagens será aplicado o cálculo do NDVI. Por fim, a imagem abaixo ilustra como deve acontecer a curva de reflectância de uma vegetação.

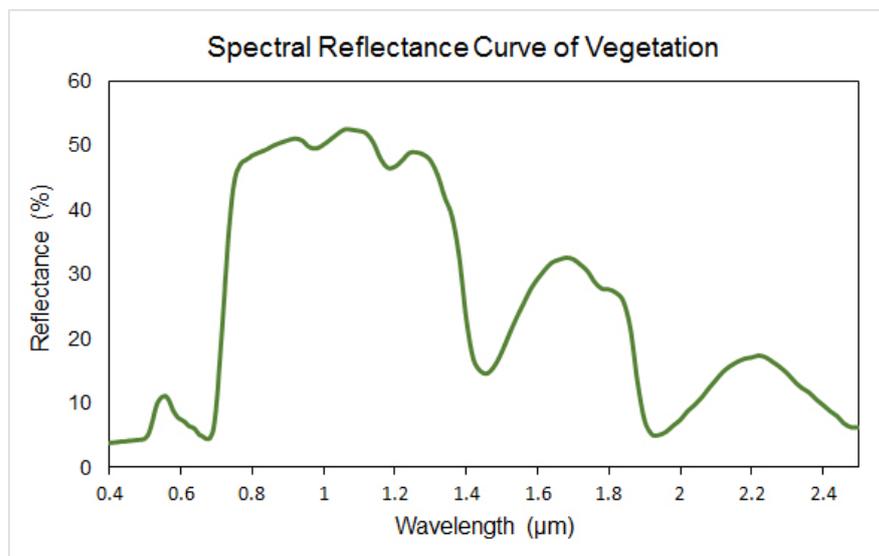


Figura 3. Curva de reflectância de uma vegetação saudável.

Fonte: Humboldt State University.

Ademais, a imagem acima mostra a relação do comprimento de onda com o nível de reflectância e é possível notar alguns picos na área do visível e do infravermelho próximo, eles estão associados ao pigmento, já comentado, encontrado em plantas, algas e algumas bactérias: a clorofila. Como dito anteriormente, está absorve a luz nos comprimentos do B (0,45 a 0,48 μm) e R (0,61 a 0,76 μm) e por isso apresenta uma reflectância na cor G (0,49 a 0,53 μm).

2.7 Índices de vegetação

Segundo Fontana et al. (1998), os índices de vegetação são técnicas muito usadas na área do SR por indicarem a presença e condições da vegetação monitorada. Além disso, o sucesso de sua aplicação se fundamenta no fato de que a produção primária de uma comunidade vegetal tem estreita relação com a energia solar absorvida, o que define o desenvolvimento desta.

Portanto, para este trabalho foi utilizado um dos índices mais importantes da agricultura: o NDVI. Este índice vai de -1 a 1 e quanto mais próximo de 1 maior a cobertura vegetal, então, por estarmos trabalhando com a agricultura, iremos considerar os valores de 0 a 1. Cabe mencionar que a sua utilização se deve por se tratar de um índice que possibilita a análise da mesma plantação a fim de identificar divergências dentro desta e assim traçar melhores estratégias de manejo.

Sendo assim, para obter o NDVI da plantação é muito simples, basta fazer a divisão da diferença da reflectância do infravermelho próximo e vermelho pelo infravermelho próximo somado ao vermelho, como mostra a equação abaixo.

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{NIR} - \text{R})}{(\text{NIR} + \text{R})}$$

Logo, como o NDVI é o cálculo que utiliza o vermelho e o infravermelho, ao analisar sua reflectância conseguimos identificar se a vegetação está ou não saudável, por exemplo, uma planta saudável reflete mais verde (G) do que vermelho (R) na área do visível e reflete muito infravermelho (IR) na área do infravermelho próximo. Já uma planta que não está saudável reflete mais R do que G e baixíssima reflectância de IR, como mostra a figura 4 - alguns exemplos de uma vegetação saudável (a), uma vegetação com alguma deficiência (b) e por fim um solo sem vegetação (c).

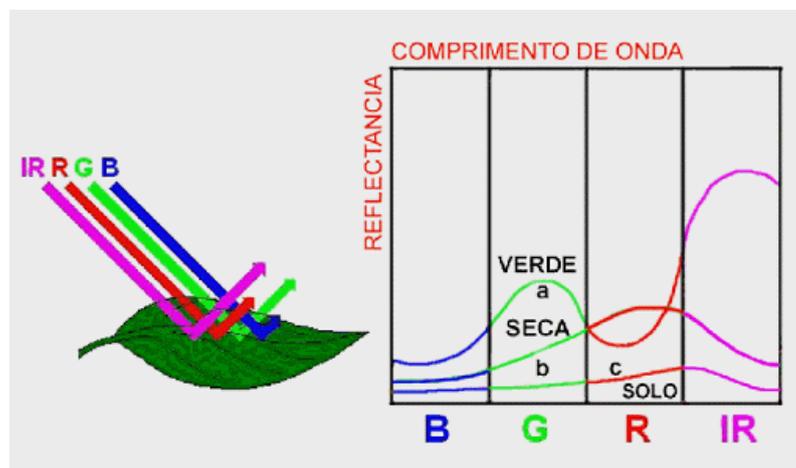


Figura 4. Comprimento de onda e reflectância da vegetação.

Fonte: INPE.

Conforme explicado anteriormente o comportamento da reflectância de uma vegetação que está ou não saudável, percebe-se que a linha denominada como “a” representa uma vegetação saudável pois apresenta G maior que R e muita reflectância no campo do IR. Já na linha “b”, nota-se que o R está maior que o G e baixa reflectância de IR, o que significa que essa vegetação está com algum

problema que precisa ser identificado. Por fim, percebe-se que a linha “c” representa todos os índices muito baixos, o que se justifica por ela representar o solo.

2.8 Método

A coleta das imagens através do satélite Sentinel-2 foi realizada durante os meses entre janeiro e maio de 2021 diretamente do portal da ESA (European Space Agency). Após a obtenção das imagens elas foram adicionadas ao software livre QGIS para serem tratadas pois possuem formato TIF. A escolha do QGIS foi devido ao fato dele possibilitar uma série de pontos dentro da plantação, que geraram dados georreferenciados para serem visualizados, calculados e, por fim, analisados.

Nesse sentido, foi feita a separação das bandas das imagens para a execução do cálculo de NDVI de cada uma das imagens através para aplicação da fórmula de NDVI, citada acima, por meio da calculadora Raster do QGIS. Feito isso, foram geradas as camadas de NDVI das imagens e todas as bandas foram renderizadas para o tipo “Banda simples falsa-cor”.

Para fins de visualização, as bandas possuem configuração interpolar linear, intervalo igual e gradiente de cores “RdYIGn”, sendo o gradiente ideal para a análise pois vai do verde e amarelo para o vermelho. Após essas etapas o resultado foi o mostrado na figura 5.

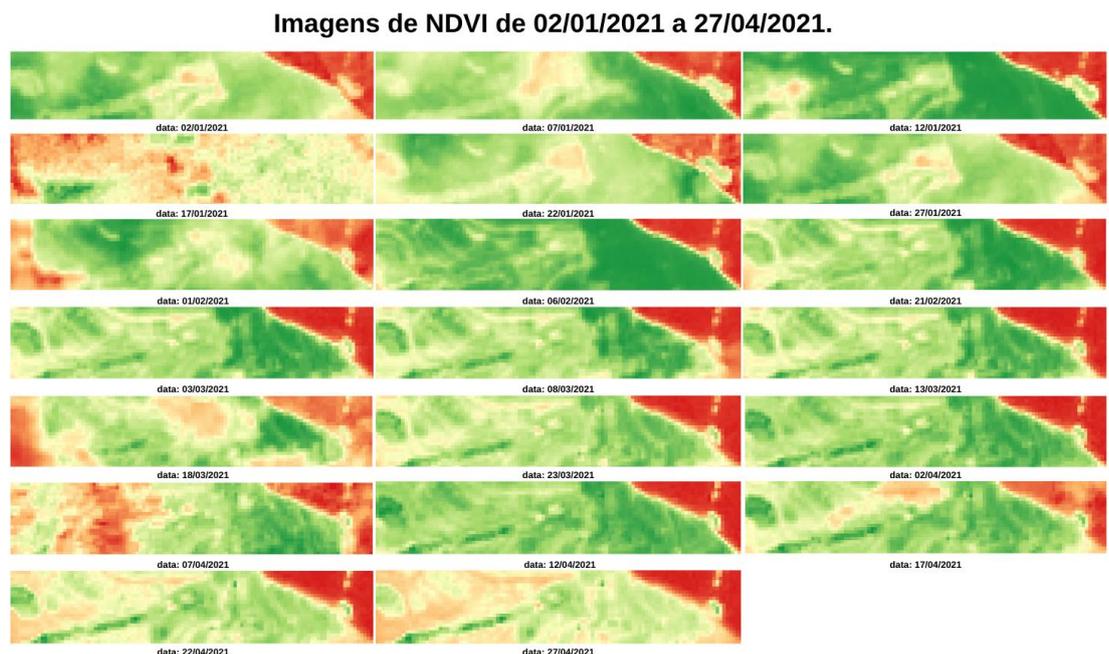


Figura 5. Imagens de NDVI de 02/01/2021 a 27/04/2021.

Fonte: própria.

Nesse aspecto, além das informações geradas, que já servem como base para tomadas de decisão por conseguirem identificar problemas com a semeadura, excesso de água, áreas de alagamento, áreas de crescimento e etc, foi realizado através da função identificar feições do QGIS vários pontos na plantação ao longo do tempo e assim gerado uma tabela no Microsoft Excel contendo diferentes pontos no mesmo dia como mostra a figura abaixo. A variação de valores obtidas em diferentes épocas destaca a eficiência do NDVI aplicado aos dados remotos para configurar os diferentes cenários da plantação ao longo da análise de séries temporais.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Datas	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8	Ponto 9	Ponto 10
2	02/jan	0,52545	0,53763	0,535903	0,509871	0,529315	0,530037	0,523271	0,527103	0,568641	0,436449
3	07/jan	0,502266	0,655149	0,531296	0,648663	0,656261	0,635605	0,504546	0,538763	0,55879	0,444786
4	12/jan	0,652495	0,794697	0,726212	0,771349	0,801403	0,801778	0,59605	0,676787	0,687442	0,568414
5	22/jan	0,490224	0,56461	0,506681	0,562303	0,540277	0,40843	0,511761	0,60536	0,546062	0,463614
6	27/jan	0,52545	0,53763	0,535903	0,509871	0,529315	0,530037	0,523271	0,527103	0,568641	0,436449
7	01/fev	0,429373	0,612919	0,610935	0,676842	0,512465	0,550269	0,420776	0,646442	0,403361	0,493594
8	06/fev	0,707448	0,839424	0,770475	0,825182	0,837807	0,83706	0,621308	0,793205	0,711388	0,61843
9	16/fev	0,415461	0,534051	0,329984	0,46869	0,506385	0,485642	0,412644	0,477221	0,425269	0,381094
10	21/fev	0,64031	0,796789	0,709758	0,771922	0,797964	0,760934	0,546181	0,684332	0,612043	0,593372
11	26/fev	0,253122	0,163034	0,1917	0,15828	0,21886	0,196445	0,178225	0,265439	0,222695	0,192051
12	03/mar	0,677272	0,755742	0,732274	0,7184	0,734064	0,736758	0,603438	0,653445	0,625907	0,590895
13	08/mar	0,665641	0,707927	0,71888	0,69787	0,669873	0,648144	0,57714	0,626384	0,598616	0,588376
14	13/mar	0,62797	0,659774	0,700871	0,679037	0,669561	0,663604	0,57419	0,592563	0,58327	0,588504
15	18/mar	0,168054	0,54236	0,649653	0,366736	0,628803	0,550432	0,388402	0,499811	0,287904	0,302726
16	23/mar	0,616255	0,620595	0,697003	0,657363	0,593179	0,614412	0,528342	0,565479	0,595314	0,591667
17	28/mar	0,181089	0,147244	0,104643	0,207009	0,118367	0,242341	0,090546	0,128418	0,158509	0,156992
18	02/abr	0,634572	0,654715	0,672589	0,655156	0,621287	0,623249	0,510608	0,582155	0,623618	0,596718
19	12/abr	0,628039	0,622409	0,662321	0,60489	0,609054	0,620574	0,528746	0,570192	0,578975	0,580184
20	17/abr	0,596028	0,564664	0,653359	0,530591	0,552291	0,563618	0,490042	0,50859	0,577165	0,555637
21	22/abr	0,571867	0,529319	0,624086	0,503795	0,490707	0,523047	0,494656	0,458677	0,551593	0,578811
22	02/mai	0,404358	0,381504	0,567376	0,360849	0,368149	0,374252	0,37194	0,339613	0,500279	0,450754
23											

Figura 6. Pontos de NDVI de 02/01/2021 a 02/05/2021.

Fonte: própria.

Nesse sentido, com base na tabela de dados de NDVI realizada no Microsoft Excel, foi possível desenvolver um gráfico da situação da plantação como mostrado abaixo (Figura 7). Neste gráfico, é possível notar que alguns pontos de análise nas áreas agrícolas avaliadas pelas imagens apresentam sempre uma tendência de decréscimo e que no geral a plantação é composta de altos e baixos bastante expressivos.

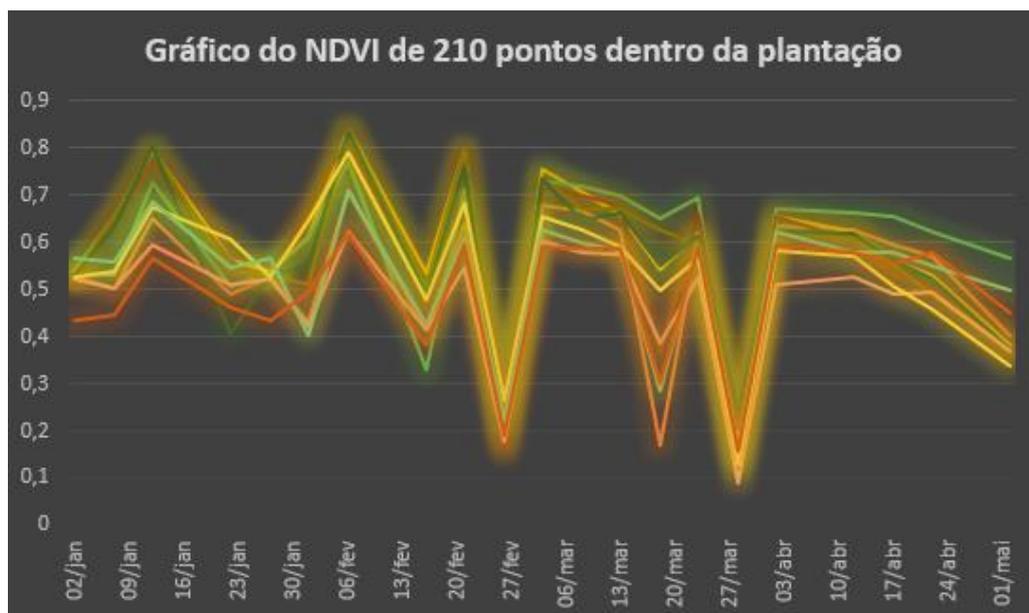


Figura 7. Gráfico do NDVI de 02/01/2021 a 02/05/2021.

Fonte: própria.

Logo, seria interessante utilizar das tecnologias disponíveis para analisar mais a fundo os fatores que levam a ocorrência deste gráfico, pois, identificando os pontos fracos da plantação, eles podem ser melhorados, os produtores podem tomar melhores decisões e com isso garantir uma plantação com um aspecto mais padronizado e constante de alta produtividade.

3 CONCLUSÃO

Infere-se, portanto, que é fundamental o uso das tecnologias disponíveis a fim de garantir melhor gerenciamento, controle e produtividade da agricultura familiar. Em plantações não sadias, é possível administrar melhor os recursos e melhorar as condições de plantio e cultivo, como é o caso da plantação analisada.

Por conseguinte, assim como Steve Jobs afirma que a tecnologia move o mundo, é indubitável que ela pode mover o cultivo de Batata-doce no Brasil a níveis jamais alcançados.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, G. J.; SCHLINDWEIN, M. M. **Agricultura familiar como geração de renda e desenvolvimento local: uma análise para Dourados, MS, Brasil.**

Interações (Campo Grande), v. 18, n. 1, 10 mar. 2017. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/inter/a/rbSvyMDjy8vWQq8KPmwXCMd/?lang=pt&format=pdf>.

CAPANEMA-PR, O. F. **TECNOLOGIA NA AGRICULTURA: CONTRIBUIÇÃO PARA O CRESCIMENTO DE PEQUENOS PRODUTORES VINCULADOS A COOPERATIVAS AGRÍCOLAS DA MICRORREGIÃO DO MUNICÍPIO DE CAPANEMA-PR**. Disponível em:

https://admpg.com.br/2020/anais/arquivos/08302020_120837_5f4bc749b4486.pdf.

DA SILVA, C. A. V.; da Silva, H. A.; de Oliveira, T. H., & Galvncio, J. D. (2009). **Uso do Sensoriamento Remoto através de Índices de Vegetação NDVI, SAVI e IAF na microrregião de Itamaracá-PE**. Disponível em:

<http://martel.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.18.02.18.31/doc/3079-3085.pdf>

DE ANDRADE JÚNIOR, V. C. et al. **Características produtivas e qualitativas de ramos e raízes de batata-doce**. Horticultura brasileira, v. 30, n. 4, p. 584-589, 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/hb/a/GPChXQWQp5twxDLKgbNgVxb/?format=pdf&lang=pt>.

DE BORATTO, I. M.; Gomide, R. L. (2013). **Aplicação dos índices de vegetação NDVI, SAVI e IAF na caracterização da cobertura vegetativa da região Norte de Minas Gerais**. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/956305/1/Aplicacaoindices.pdf>.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Batata-doce (Ipomoea batatas)**. Disponível em:

https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batata-doce_Ipomoea_batatas/introducao.html.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal - PAM 2019**. Disponível em:

<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário 2017**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção de Batata-doce**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata-doce/br>.

MENESES, P. R.; Almeida, T; Rosa, A. N. C.; SANO, E. S.; SOUZA, E. B. BAPTISTA, G. M. M.; BRITES, R. S. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Disponível em:

<http://memoria.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - OCDE. **Perspectivas de la OCDE en Ciencia, Tecnología e Innovación 2016 (Extractos)**. Disponível em: <https://read.oecd-ilibrary.org/science-and->

technology/perspectivas-de-la-ocde-en-ciencia-tecnologia-e-innovacion-2016-extractos_9789264303546-es#page76.

ROCHA, R. R.; INOUE, T. Y.; DIPPLE, F. L. **Batata doce: Consumo em alta.** Campo e Negócio. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br>. Acesso em: 2021.