

UNIVERSIDADE UNICESUMAR – CAMPUS MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA 4.0 NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Reginaldo Perez de Oliveira

MARINGÁ – PR
2021

Reginaldo Perez de Oliveira

**ESTUDO DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA 4.0 NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-
AÇÚCAR**

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade UNICESUMAR - Campus Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob a orientação do Prof. Dr. André Ribeiro da Costa.

MARINGÁ – PR

2021

FOLHA DE APROVAÇÃO

Reginaldo Perez de Oliveira

ESTUDO DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA 4.0 NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade UNICESUMAR – Campus Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob a orientação do Prof. Dr. André Ribeiro da Costa.

Aprovado em: 10 de Novembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Dr. André Ribeiro da Costa

Dr^a. Edneia Aparecida de Souza Paccola

Engenheiro Agrônomo. Luis Felipe Magri de Angelo

ESTUDO DA APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA 4.0 NA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Reginaldo Perez de Oliveira

RESUMO

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e as plantas industriais que atuam no processamento tem como fonte maior de receita a produção de açúcar ou etanol. Por haver uma crescente evolução na cogeração de energia elétrica produzida através do bagaço da cana, os avanços tecnológicos tem trazido grandes benefícios para o setor sucroenergético. Com a utilização de modernos equipamentos na lavoura canavieira, houve um aumento na produção da planta, além de reduções relacionadas a custos, mão-de-obra e melhor preservação ambiental. Deste modo, este trabalho se faz necessário para estudar a implementação da agricultura 4.0 no cultivo da cana-de-açúcar. Neste trabalho, foi analisado dados de canaviais da região noroeste do Paraná. A usina de experimento conta com aproximadamente 30.000 ha cultivados com cana-de-açúcar nesta região, que apresenta um clima subtropical e solos de baixo e médio teor de argila originados no arenito Caiuá. A utilização de imagens de satélites foi demonstrada através da plataforma Landviewer que fornece imagens de satélites diárias, contendo índice NDVI dentre outros, que quando cruzados com informações da usina, possibilitam diversos tipos de análises agrônômicas. Os principais resultados encontrados foram através do monitoramento do campo, que permitiu identificar efeitos da geada sobre o canavieiro, pelo índice de biomassa de RGB e NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), além do monitoramento de atividades, como pulverização e horas gastas por atividade na propriedade. Através deste trabalho, conclui-se que as tecnologias de imageamento de satélite, como o Landviewer e sistemas como o Solinftec, contribuem para o setor da cana-de-açúcar bem como em outras atividades agrícolas, pois, através destas tecnologias, os produtores podem otimizar o uso de equipamentos e mão-de-obra, reduzir os custos e promover maior competitividade.

Palavras-chave: Imagens de Satélite; Produção Tecnológica; Telemetria.

STUDY OF THE APPLICATION OF TECHNOLOGY 4.0 IN SUGAR CANE PRODUCTION

ABSTRACT

Brazil is the world's largest producer of sugarcane, the industrial plants which work in processing have as their biggest source of revenue the production of sugar or ethanol. Due to the growing evolution in the cogeneration of electricity produced from sugarcane bagasse, technological advances have brought great benefits to the sugar-energy sector. With the use of modern equipment in the sugarcane plantation, there was an increase in the plant's production, in addition to reduction of costs, labor and better environmental preservation. Thus, this work is necessary to study the implementation of 4.0 agriculture in the cultivation of sugarcane. In this work, data from sugarcane fields in the northwestern region of Paraná were analyzed. The

experiment plant has around 30,000 hectares cultivated with sugarcane in this region, in a subtropical climate and soils with low and medium clay content, originated in the Caiuá sandstone. The images were collected through the Landviewer platform, which provides daily satellite images, NDVI indices among others that, when crossed with information from the plant, enable different types of agronomic analysis. The main results found were through field monitoring, which allowed the identification of frost effects on sugarcane by the RGB and NDVI biomass index, in addition to monitoring activities such as spraying and hours spent per activity on the property. Through this work, it is concluded that satellite imaging technologies, such as Landviewer, and systems, such as Solinftec, contribute to the sugarcane sector as well as any other agricultural activities, so that producers can optimize the use of equipment and labor, reduce costs and promote greater competitiveness.

Keywords: Satellite Images; Technological Production; Telemetry.

1 INTRODUÇÃO

O cenário atual da cana-de-açúcar que se tem hoje no Brasil se deve, entre outras coisas, a projetos de incentivo do governo brasileiro como o Proálcool, e também a organização dos produtores do setor em entidades, vindo de encontro a uma crescente demanda por fontes de combustíveis alternativas ao petróleo. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e as plantas industriais que atuam no processamento tem sua maior fonte de receita na produção de açúcar ou etanol, além de uma crescente evolução na cogeração de energia elétrica produzida através do bagaço da cana (INVESTSP, 2017). As lavouras brasileiras têm demonstrado uma alta produtividade por hectare devido à qualidade do solo e às condições climáticas favoráveis (INVESTSP, 2017).

No Brasil, a evolução no processo do cultivo da cana-de-açúcar tem proporcionado grandes melhorias aos trabalhadores, pois cada vez mais as empresas têm disponibilizado treinamentos para os funcionários, capacitando-os a manusearem as máquinas mais modernas do mercado (ABREU et al., 2009).

Os avanços tecnológicos têm trazido grandes benefícios para o setor sucroenergético que tem como matéria-prima principal a cana-de-açúcar, e para o setor agrícola em geral. Com a utilização de modernos equipamentos na lavoura canavieira, houve um aumento na produção da planta, além de redução de custos, mão de obra e maior preservação ambiental gerada por menor tráfego de maquinários e redução da realização de queimadas nos canavieiros (BACARRIN, 2016).

Diante destes avanços, vem aumentando a adesão de produtores que percebem a importância de se fazer investimentos em tecnologia em suas lavouras, tendo em vista que a tecnologia é uma evolução positiva, expande novos mercados, e traz consigo, oportunidades para investidores e colaboradores (DE OLIVEIRA, 2020).

Com o advento das tecnologias agrícolas, tem surgido novas ferramentas para auxiliar a produção agrícola, contribuindo para redução de custos e aumento da produtividade. Entre elas, se destaca a Agricultura 4.0 que consiste em um conjunto de tecnologias digitais integradas e conectadas por meio de softwares, sistemas e equipamentos (FRAGA et al., 2016), de modo que a integração entre estas tecnologias contribua para melhoria da cadeia produtiva como um todo.

Entre os benefícios da Agricultura 4.0, Santos et al.,(2019) destacam o monitoramento, gestão mais eficaz, controle mais assertivo da produção agrícola, menos desperdícios e redução de custos.

Um dos grandes desafios encontrados pela Agricultura 4.0 diz respeito às informações geradas e utilidade das mesmas, pois de nada adianta identificar oportunidades de melhoria e não tomar nenhuma ação de atuação sobre o problema identificado. Surge então a necessidade de analistas de informações, para que seja feita uma compilação destes dados e elaborado um plano

de ação.

Diante da importância da utilização de novas tecnologias no meio agrícola e levando em conta a recém descoberta da agricultura 4.0, softwares como Solinftec e Landviewer têm se tornado cada vez mais comuns na cultura do canavieiro, a fim de monitorar as condições de campo e otimizar as tomadas de decisões por parte do produtor.

O sistema Solinftec consiste em instalar nos equipamentos agrícolas uma tela monitora e um receptor Mag que possui 03 antenas de comunicação de GPS e GPRS e uma comunicação interna entre máquinas. Cada equipamento agrícola possui uma rede CAN que é uma espécie de “caixa-preta” do equipamento, possibilitando extrair diversas informações como, velocidade de operação, rpm de trabalho, torque de operação, dentre outras. Na tela do computador de bordo, o operador pode fazer apontamentos já pré-definidos, mostrando o motivo do equipamento estar parado ou apontar como a operação está sendo executada (SOLINFTEC, 2012).

O Sistema Solinftec disponibiliza uma plataforma on-line, o SGPA (Sistema Gerenciado de Processos Automatizados), onde são recebidos estes dados e organizados, possibilitando a geração de relatórios, monitoramento dos equipamentos e auxílio na tomada de decisões, vindo a reduzir a ociosidade, diminuir tempo de manutenção, conseqüentemente aumentando a produtividade de cada equipamento e proporcionando redução de custos (SOLINFTEC, 2012).

Por outro lado, a plataforma Landviewer, disponibiliza imagens de satélite com frequência diária, obtendo índices NDVI, dentre outros, o que possibilita acompanhar a evolução do canavial, mensurar possíveis áreas de danos, e auxiliar na tomada de decisão (KOLODIY & PIDLYPNA, 2020)

2 JUSTIFICATIVA

Levando em consideração a crescente competitividade entre as culturas agrícolas que tem dificultado a expansão de novas áreas para o cultivo de cana-de-açúcar, sendo necessário a verticalização da produção nas áreas existentes e a equalização de custos, o emprego das tecnologias no cultivo da cana-de-açúcar se torna vital para o setor. Deste modo, este trabalho se faz necessário para estudar a implementação, execução e logística da agricultura 4.0 no cultivo da cana-de-açúcar.

3 OBJETIVOS (Gerais e Específicos)

OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem por objetivo apresentar as ferramentas disponíveis da Agricultura 4.0 utilizadas na cultura da cana-de-açúcar e demonstrar como eles têm contribuído na produção e sustentabilidade do setor.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar como o uso de imagens de satélite geradas pela plataforma Landviewer pode contribuir com o manejo e tomada de decisão nos processos das lavouras de cana-de-açúcar.

Avaliar o uso da ferramenta de telemetria Solinftec de equipamentos agrícolas e sua contribuição no seguimento da cana-de-açúcar, e como o sistema influencia na redução de custos e otimização de recursos, tanto de equipamento quanto de mão-de-obra.

4 METODOLOGIA

Neste trabalho foram analisados dados de um canavial da região Noroeste do Paraná, observando uma área de aproximadamente 219 hectares cultivados com cana-de-açúcar, tratando-se de um clima subtropical úmido (KOPPEN, 1948) e solos de baixo e médio teor de argila, originados do Arenito Caiuá e com a variedade de cana CVSP07 7870.

A utilização de imagens de satélites foi demonstrada através da plataforma Landviewer que apresenta imagens de satélite diárias, fornecendo índices NDVI, dentre outros, que quando cruzados com as informações da usina, possibilitam diversos tipos de análises agronômicas. O termo NDVI vem da expressão em inglês *Normalized Difference Vegetation Index*, ou seja, Índice de Vegetação por Diferença Normalizada.

Em uma planta saudável, a clorofila absorve a luz visível, enquanto a estrutura celular das folhas tende a refletir a luz do infravermelho próximo (NIR), e, quando a planta está doente, ela absorve mais desta luz infravermelha. A refletividade pode ser expressa por uma equação que considera a refletividade do infravermelho próximo (NIR) menos a refletividade vermelha (VIS), dividido pelo NIR e somado ao VIS, conforme demonstrado na figura 01.

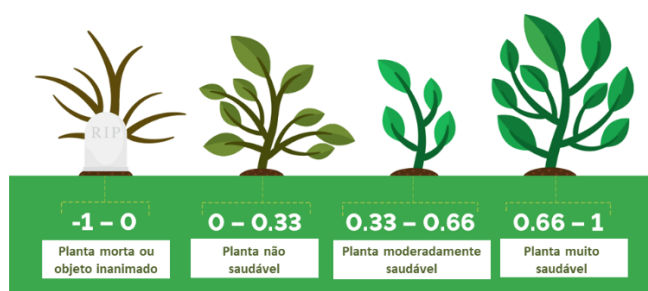
Figura 01: Imagem demonstrativa para ilustrar o cálculo de índice NDVI.

Fórmula NDVI

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS}$$

(Fonte: Sentera)

A partir dessa equação temos valores de NDVI que variam entre -1 e 1, os quais significam:



Fonte: Sentera (2021).

São estes índices que o Landviewer apresenta servindo de auxílio nas tomadas de decisão e também propicia um direcionamento mais eficaz no local do problema, o que é muito importante por se tratar de uma área de atuação muito extensa.

Na parte de telemetria agrícola, foram demonstradas as principais ferramentas disponíveis no mercado através da plataforma Solinftec e análise dos dados gerados pelo sistema SGPA. Esta plataforma é um sistema completo de gerenciamento das atividades e de comunicação direta com todos os equipamentos que possuem o computador de bordo da Solinftec. No monitoramento, existem várias funções, como por exemplo, estatísticas das informações (técnicas e operacionais) dos 53 equipamentos, alarmes informativos de problemas ou avisos definidos por regra; podem-se gerar rastros dos trajetos feitos pelos equipamentos e enviar mensagens e comandos online para aos computadores de bordo a fim de que se possa expedir uma informação ao condutor e ter melhores resultados ao gerir o sistema de trabalho da empresa. O sistema tem a característica de ser web, ou seja, pode ser acessado de qualquer terminal que possua uma comunicação com a internet, e por qualquer navegador de internet (BÉRGAMO, 2020).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

LANDVIEWER

O LandViewer é uma plataforma em nuvem desenvolvido pela empresa EOS Data Analytics, sediado nos EUA, que fornece acesso a dados de satélites e dados analíticos para consultas, de qualquer local do planeta. No fim de 2018, dados aéreos e espaciais disponíveis para navegação, análise e download por meio do LandViewer fizeram a inclusão de imagens de outros satélites como o Sentinel-2 and Sentinel-1 da ESA, Landsat 8 da NASA-USGS e missões anteriores, MODIS, CBERS-4 e NAIP. O LandViewer concentra imagens de satélite de diversas fontes em um única plataforma, onde, além de dados de fontes abertas, também podemos explorar livremente o potencial de dados comerciais com cobertura global, períodos curtos de revisitação dos satélites e resolução espacial de até 40 centímetros (BÉRGAMO, 2020).

Uma das principais vantagens de se utilizar o Landviewer se deve ao fato que pode ser feito análise em série de imagens de longo prazo com abundância de dados disponíveis, como as imagens atualizadas semanalmente do Sentinel-2 e os dados históricos do Landsat. O próximo passo é selecionar uma área de interesse (AOI), selecionar o conjunto de dados de satélite e um período de tempo que pode se entre um mês e dez anos dependendo da região e disponibilidade de imagens. Após a seleção das imagens de interesse, o algoritmo pode pegar todas as imagens com nebulosidade mínima e calcular o NDVI, NDWI ou NDSI em apenas alguns momentos (BÉRGAMO, 2020).

Os resultados obtidos podem ser baixados como imagem (.png) ou como um arquivo .csv para Excel. Na sequência de imagens abaixo, a área de cana-de-açúcar deste estudo pode ser

observada, (figura 02), tem-se a imagem natural RGB mostrando a palhada da cana e na figura 03 o índice NDVI, nesta imagem de 27/09/2021, temos a imagem do satélite Sentinel-2 L2A (figura 03), onde pode-se observar que 90,2% estava com vegetação escassa.

Figura 02: Imagem de satélite RGB fornecida pelo Landviewer, mostrando área de cana-de-açúcar colhida na palha.



Fonte:Landviewer(2021).

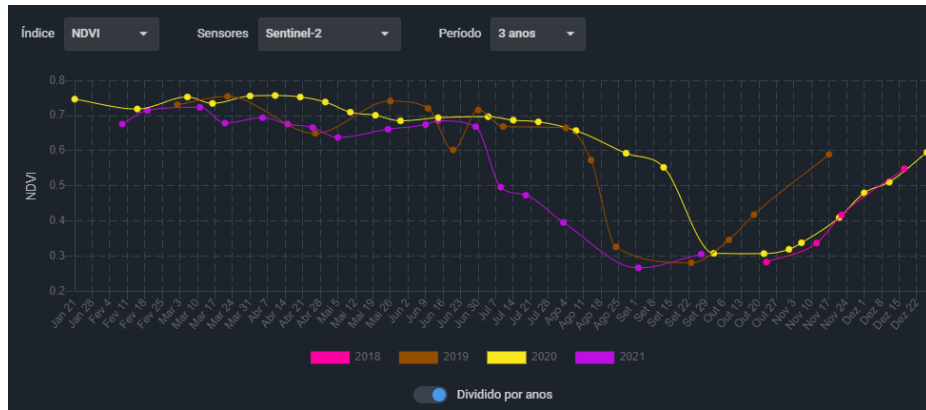
Figura 03: Imagem de satélite NDVI fornecida pelo Landviewer, área de cana-de-açúcar colhida na palha, mostrando a ausência de vegetação.



Fonte: Landviewer(2021).

Análises de séries de imagens temporais são determinadas pelos tipos de superfícies que são gravadas no campo de visão de sensor de satélite e os valores de pico dependem de parâmetros meteorológicos (temperatura, umidade, nebulosidade, etc). O gráfico de série temporal podem mostrar os dados com base nos valores de índice espectral das imagens de satélite desconsiderando imagens que contenham nuvens que impeçam a visualização. Os gráficos podem ser divididos por ano proporcionando uma análise do histórico de evolução de densidade de vegetação da área escolhida como mostra a figura 04, dispõe-se do gráfico de índice NDVI no período de 03 anos.

Figura 04: Gráfico NDVI fornecido pelo Landviewer, área de cana-de-açúcar, mostrando o histórico de índice de vegetação de um período de 03 anos



Fonte: Landviewer (2021).

Com o Landviewer é possível fazer comparativos de imagens NDVI em períodos diferentes, possibilitando acompanhar e mensurar a evolução da vegetação. Este acompanhamento é importante por permitir ao produtor rural identificar possíveis problemas na área resultando, por exemplo, em uma queda na produção de biomassa em um intervalo de tempo.

Através do monitoramento do índice de biomassa em NDVI, o produtor consegue também monitorar o efeito das condições climáticas sobre o desenvolvimento das plantas, conforme pode ser observado na Figura 05.

Figura 05: Imagem RGB fornecida pelo Landviewer, área de cana-de-açúcar, afetada pela geada.

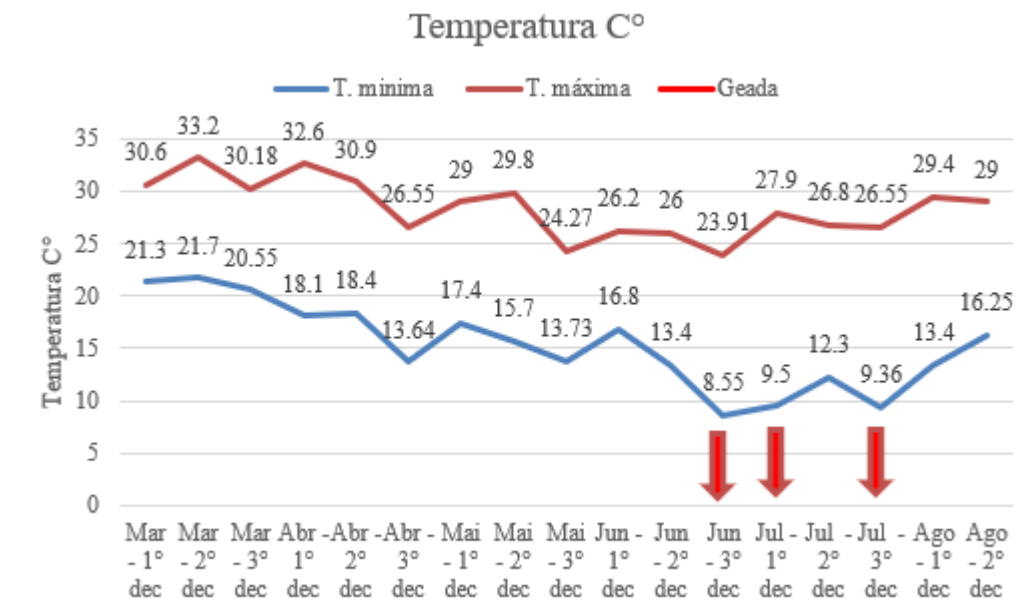


Fonte: Landviewer(2021).

Na figura 05, tem-se uma imagem com data de 09/07/2021 Satélite Sentinel-2 L2A, em que é possível observar a área afetada pela geada e, na figura 06, a tabela com a distribuição da

densidade vegetal em NDVI. Os danos na cana são causados pela ruptura das células dos tecidos das partes afetadas, como resultado do congelamento do suco celular. Os problemas dependem basicamente da intensidade da geada, das condições ambientais após a geada e do comportamento das variedades cultivadas. Na figura 6, é possível observar as variações de temperaturas que ocorreram entre os meses de março a julho que caracterizaram a presença da geada.

Figura 06. Valores de temperatura ocorridos durante o cultivo da cana indicando ocorrência de geadas.

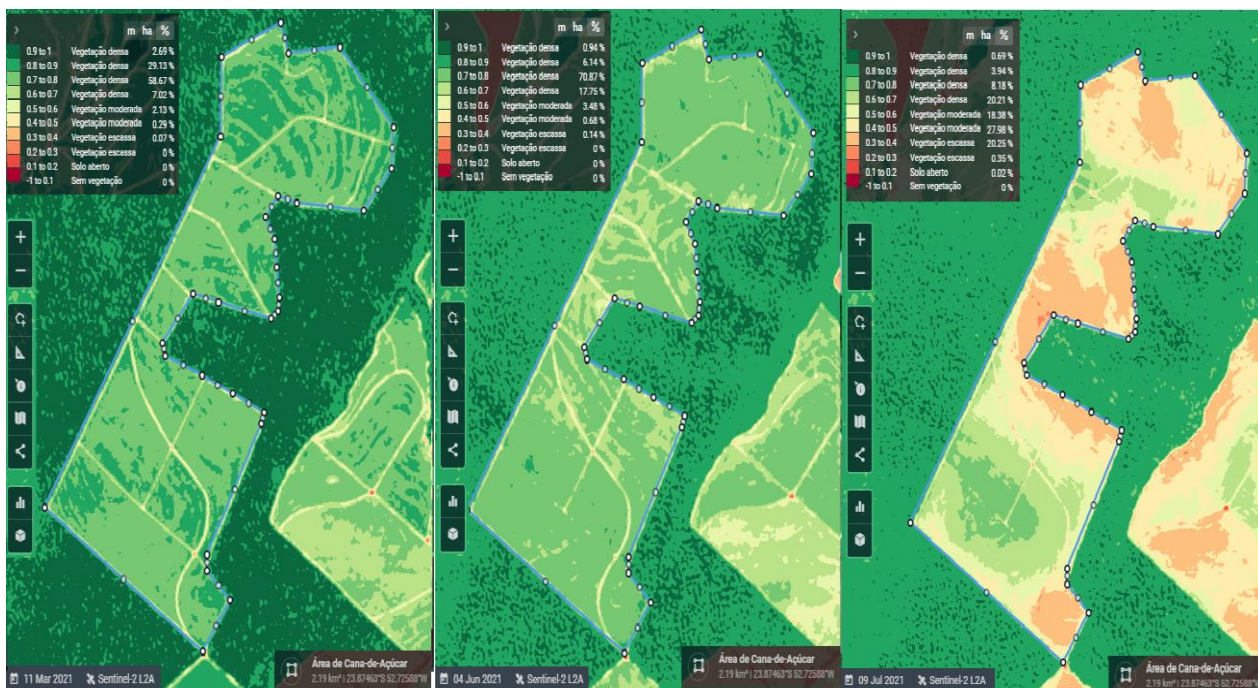


Fonte: Cocamar Cooperativa Agroindustrial (2021)

Justamente em junho e julho, pudemos observar períodos distintos no qual temperaturas mínimas chegaram a atingir entre -3 a -2 C°. A intensidade da geada depende do tempo que a temperatura permanecer abaixo de zero, e no caso acompanhado tivemos temperaturas de -3 C° por mais de 03 horas, período suficiente para injúrias que vão desde uma simples queima de folha, até à morte da gema apical e das gemas laterais superiores e até mesmo, a morte de todas as gemas laterais. As partes afetadas mostraram, de início, uma aparência aquosa e, em pouco tempo, tornaram-se focos de infecções por fungos e bactérias. Após a morte da gema apical, as gemas que não foram danificadas brotam e ocasionam uma cana com pontas múltiplas ou "envassouradas" (NOGUEIRA et al., 2015).

Para o produtor rural estas informações são muito importantes, pois com base nestes dados é possível observar se a produtividade está aumentando ou reduzindo e tomar decisões mais assertivas de manejo. Assim na figura 7, em NDVI, é possível observar a redução de mata densa e biomassa no canavieiro após o impacto das geadas.

Figura 07: Imagem NDVI fornecida pelo Landviewer, área de cana-de-açúcar, onde é possível observar o impacto das geadas.



Fonte: Landviewer(2021).

Através da figura 07 evidenciamos a redução da biomassa da planta após as sucessivas geadas que o canavieiro foi submetido, sendo que o comportamento da vegetação pode ser observado com mais detalhes na Tabela 1.

Tabela 1. Índice de vegetação da área de canavieiro sobre efeito da geada.

Escala em NDVI do índice de biomassa	Intepretação	Área em 11 de Março de 2021	Área em 04 de Junho de 2021	Área em 9 de Julho de 2021
0.9 – 1.0	Vegetação Densa	2,69%	0,94%	0,69%
0.8 – 0.9	Vegetação Densa	29,13%	6,14%	3,94%
0.7 – 0.8	Vegetação Densa	58,67%	70,87%	8,18%
0.6 – 0.7	Vegetação Densa	7,02%	17,75%	20,21%
0.5 – 0.6	Vegetação Moderada	2,13%	3,48%	18,38%
0.4 – 0.5	Vegetação Moderada	0,29%	0,68%	27,98%
0.3 – 0.4	Vegetação Escassa	0,07%	0,14%	20,25%
0.2 – 0.3	Vegetação Escassa	0%	0%	0,35%
0.1 – 0.2	Solo Aberto	0%	0%	0,02%
-1 – 0.1	Sem Vegetação	0%	0%	0%

Fonte: Elaboração própria

Pode ser observado, na Tabela 1, que ocorreu uma redução significativa no índice de biomassa do canavieiro quando exposto a condições de baixas temperaturas de maneira que a vegetação passou de densa para moderada ou escassa, em sua maioria, quando considerado os meses de março a agosto.

O Landviewer pode ser utilizado em qualquer cultura agrícola, podendo ser aplicado para análise de avanços de áreas que sofrem com desmatamento ilegal, mensuração e acompanhamento de áreas com erosão, análises de desempenho de blocos de áreas de pastagem, identificação e mensuração de áreas afetadas por incêndios, identificação e mensuração de áreas afetadas por geadas, identificação de reboleiras e desuniformidades diversas nos talhões, entre outras utilidades que surgem de acordo com a necessidade do usuário.

SOLINFTEC

Das atuais tecnologias de monitoramento e automação de processos na agricultura, a gestão era feita basicamente via rádio ou via telefone celular. O principal problema é que as informações que chegavam aos gestores já estavam defasadas, e muitas destas eram feitas através de relatórios impressos, com 1, 2 ou mais dias de atraso, ocasionando uma tomada de decisão tardia em relação às atividades e aos fatos ocorridos. Além disto as informações recebidas não eram confiáveis, pois eram preenchidas de forma manual por diversos colaboradores.

Com o advento das tecnologias e a melhoria da conectividade agrícola, surgiram novas ferramentas para auxiliar no processo de gestão agrícola, dentre elas os equipamentos de telemetria como a da Solinftec, o qual foi abordado neste trabalho.

Tudo começa com a instalação nos maquinários agrícolas (Tratores, colhedoras, caminhões e máquinas de linha amarela) de um computador de bordo (figura 8), que vai acoplado à rede CAN, uma espécie de caixa-preta do maquinário, onde ficam armazenados seus principais dados de funcionamento, como velocidade, torque, rpm, temperatura, dentre outros. Este computador de bordo consiste em uma tela touch, um mag (CPU) e as antenas de comunicação, GPS, GPRS e Zigbee. A tela touch é onde o operador vai digitar sua matrícula para sua identificação, e também onde vai ter as opções para digitar os motivos de parada e as operações que estão sendo executadas, não sendo mais necessário o uso de boletins via papel.

O Mag é uma espécie de CPU onde fica o hardware e o cartão de memória e o chip de dados que é ligado por indução na rede CAN. Por fim, tem-se as antenas, de GPS que são responsáveis pelas informações de geolocalização do equipamento, a antena GPRS tem o papel de enviar as informações para a nuvem através do chip de dados e a antena Zigbee responsável pela comunicação entre máquinas (BÉRGAMO, 2020).

Figura 8: Sistema de bordo Solinftec e plataforma SGPA, demonstrando a interface entre escritório e campo.



Fonte: Bérغامo (2020).

Após o sistema estar devidamente instalado nos equipamentos, entra a parte de treinamento com a operação que é de extrema importância para que o sistema funcione de forma correta.

Diante deste novo cenário onde tem-se equipamentos monitorados via sistema, surge uma nova necessidade que é de ter uma central de monitoramento, chamada de C.O.A (Centro de Operações Agrícolas) ou C.I.A (Centro de Inteligência Agrícola), onde esses equipamentos serão acompanhados em tempo real. Nesta central de monitoramento, existem telas conectadas ao sistema, conforme figura 9, que exibem em tempo real o que está acontecendo em cada frente de serviço das fazendas.

Figura 9: Exemplos de centrais de monitoramento COA.



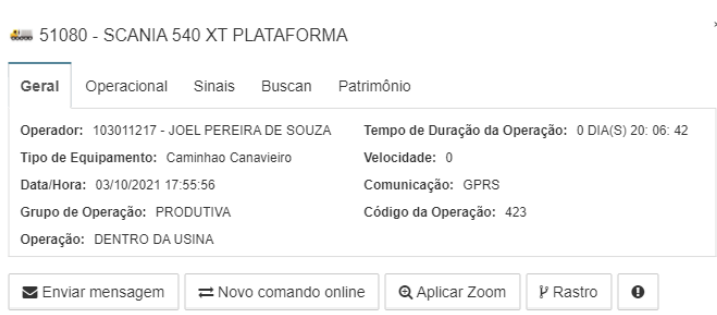
Fonte: Bérghamo (2020).

Quem está por trás das telas de monitoramento tem um importante papel no processo, este colaborador deve ser capacitado e ter entendimento de como a operação funciona, para assim, poder tomar decisões mais assertivas. Em sistemas agrícolas integrados como a da Solinftec, é possível se obter diversas informações em tempo real, como posicionamento do equipamento, a operação que ele está trabalhando, quem é o operador responsável, como exibido na figura 10, a que velocidade se está trabalhando, qual o RPM que o equipamentos está e se está sendo utilizado o piloto automático.

Os equipamentos também transmitem as informações de estado ou o que chamamos de EFETIVO, ou seja, se ele está “PARADO, TRABALHANDO, MANOBRA”. De forma automática, o sistema entende se o equipamento está em atividade produtiva, são configuradas previamente as recomendações ideais de condução, recomendações estas que visam a melhor performance do equipamento aumentando a disponibilidade do equipamento e proporcionando redução de consumo. Além do computador de bordo, o sistema ainda consta com sensores indutivos, que são instalados em alavancas e locais estratégicos dos equipamentos, desta forma qualquer atividade fica registrada no sistema.

Na figura 10 é possível observar uma funcionalidade do sistema que consiste em consultar o atual estado de preservação e uso da máquina.

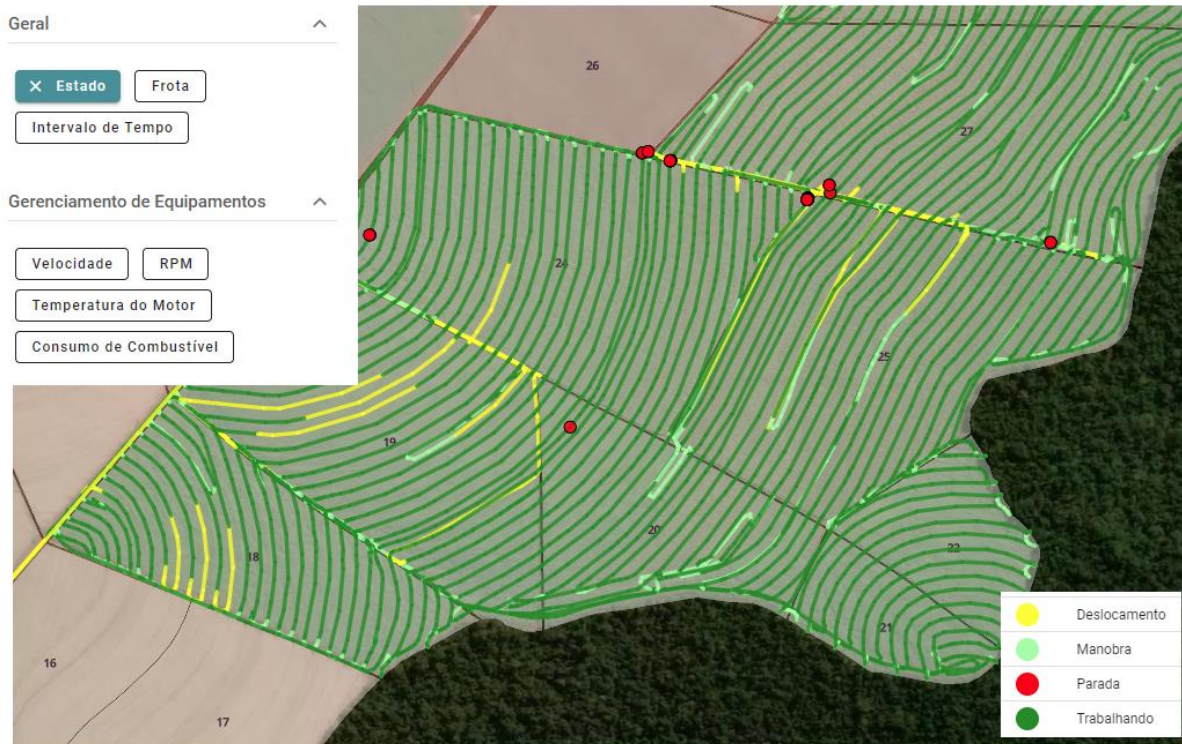
Figura 10: Monitoramento da condição atual do caminhão da propriedade



Fonte: Solinftec (2021).

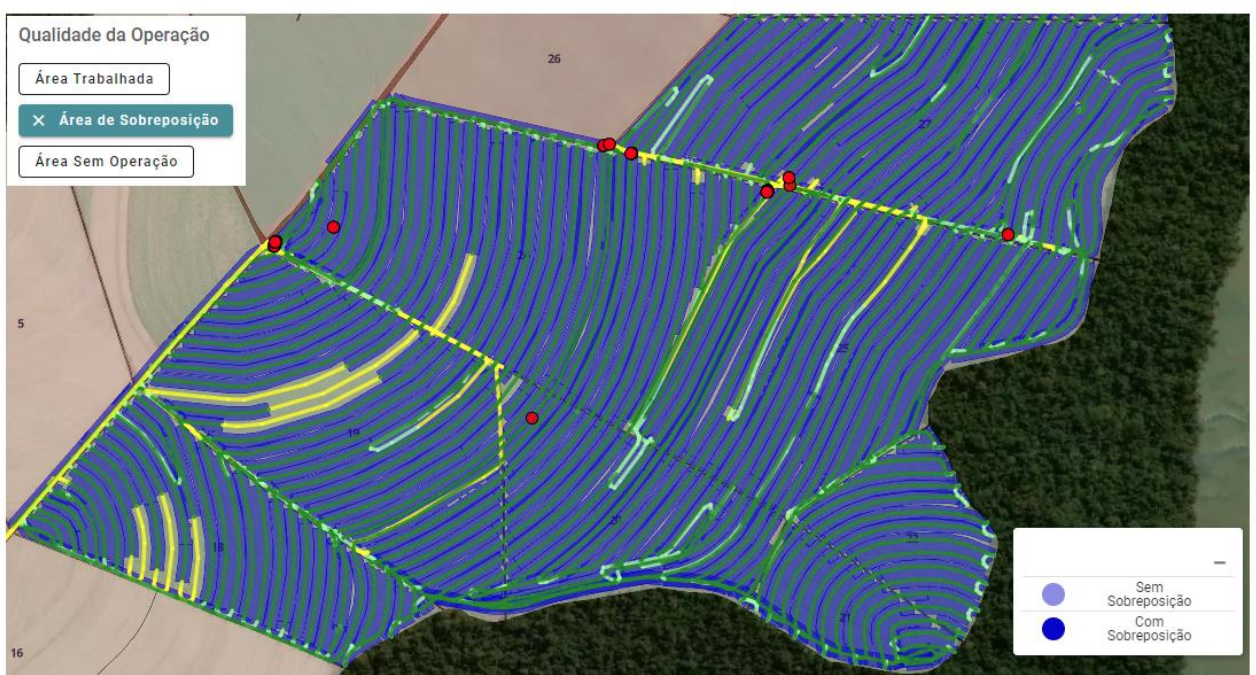
Já nas figuras 11, 12 e 13, é possível observar o monitoramento das aplicações que ocorrem no campo a fim de acompanhar e aumentar a eficiência da aplicação garantindo que o produto seja passado de maneira uniforme e sem desperdício.

Figura 11: Monitoramento da pulverização demonstrando as operações desenvolvidas pelos tratores na área.



Fonte: Solinftec (2021).

Figura 12: Monitoramento da pulverização observando a sobreposição de aplicações na área



Fonte: Solinftec (2021).

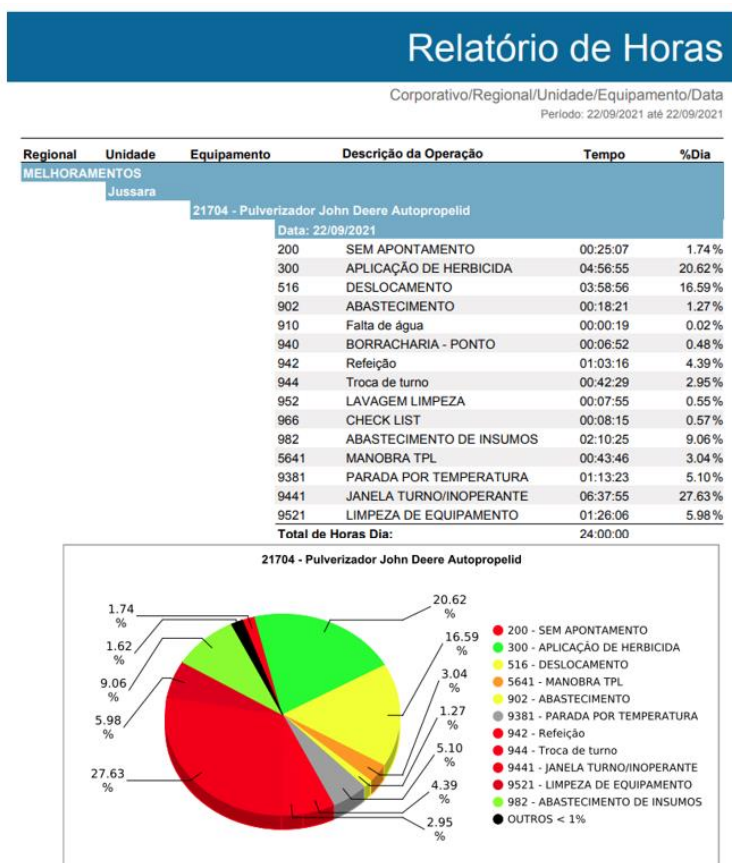
Figura 13: Monitoramento da pulverização sobre a área canvieira



Fonte: Solinftec (2021).

Com ferramentas como a Solinftec, é possível ter uma visualização da distribuição das 24 horas do equipamento, podendo ser identificado de forma assertiva os motivos de parada e a tomada de decisão se torna muito mais coesa como consequência disto a eficiência do equipamento aumenta e seu custo operacional diminui. Na figura 14, temos um exemplo de um relatório de um equipamento, onde pode-se observar a distribuição de suas atividades e qual foi o aproveitamento de sua disponibilidade.

Figura 14: Monitoramento da quantidade de tempo gasta para o desenvolvimento das atividades na propriedade.



Fonte: Solinftec (2021)

A utilização de sistemas e equipamentos de telemetria agrícola são tecnologias que vieram para ficar e a tendência é serem cada vez mais acessíveis inclusive para produtores menores. Contudo, o que se observa é que nas grandes empresas do ramo agrícola isto já uma realidade. Pois são essenciais para se manter competitivos no mercado e para realizar uma gestão assertiva, necessita-se de informações rápidas e confiáveis para tomada de decisão.

6 CONCLUSÃO

Através desse trabalho, conclui-se que as tecnologias de imageamento de satélite, como o Landviewer, e sistemas, como o Solinftec, contribuem para o setor da cana-de-açúcar, bem como em qualquer outras atividades agrícolas, de modo que, através destas tecnologias, os produtores podem otimizar o uso de equipamentos e mão-de-obra, reduzir os custos e promover maior competitividade. Um dos grandes desafios que os produtores rurais enfrentam é ter que produzir cada vez mais de forma vertical em suas áreas, sem aumentar as áreas exploradas, e, com o uso inteligente de tecnologias aplicadas, isto tem se tornado realidade.

REFERÊNCIAS

ABREU, D.; MORAES, L.A.; NASCIMENTO, E.N.; OLIVEIRA, R. A. Impacto social da mecanização da colheita de cana-de-açúcar. **Revista Medicina do Trabalho**. 15 jul 2009.

BACCARIN, J. G. (Coordenador). A Adoção do Paradigma Agroambiental: as Mudanças Tecnológicas na Lavoura Canavieira e seus Impactos na Ocupação Sucroalcooleira e Agropecuária no Estado de São Paulo, entre 2007 e 2014. Projeto de Pesquisa financiado pela **FAPESP**, 2014-2016.

BÉRGAMO, L. R. A tecnologia na gestão de operações e processos agrícolas na cultura da cana-de-açúcar. Araçatuba-SP, 1 ed, 2020.

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.

FRAGA, M. A. F.; FREITAS, M. M. B. C.; SOUZA, G. P. L. Logística 4.0: Conceitos e aplicabilidade – uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico, 2016.

INVESTSP, Agencia Paulista de Promoção de Investimentos e Competitividade. Setores do Agronegócio: Cana-de-açúcar, 2017. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/setores-de-negocios/agronegocios/cana-de-acucar/#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20maior,da%20%C3%A1rea%20plantada%20no%20pa%C3%ADs.&text=A%20variedade%20SP81%2D3250%20desenvolvida,mais%20plantada%20no%20pa%C3%ADs%20atualmente>. Acesso em 04 de abril de 2021.

KOLOGY, P.; PIDLYPNA, M. The Improvement of the Agricultural Yields Forecasting Model Using the Software Product “Land Viewer”. **Geomatics and environmental engineering**, Volume 14, Number 1, 2020.

KOPPEN, W. Climatologia. Com um estúdio de los climas de la tierra. In IAPAR. Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná, Londrina, 1948, 41 p.

NOGUEIRA, H. M. C. M.; NOGUEIRA, C. U.; FANTINEL, A. L.; MULLER, I.; HOFFMANN, R.; PADRON, R. A. R. Avaliação da produção e resistência à geada de cultivares de cana-de-açúcar. **Espacios**. Vol. 36 (Nº 24) Año 2015. Pág. 15.

SANTOS, A. S.; SANTOS, C. A.; SILVA, C.; PINHO, L. S.; Industria 4.0: O setor da agricultura em crescimento tecnológico. X FATECLOG LOGÍSTICA 4.0 & A SOCIEDADE DO CONHECIMENTO FATEC GUARULHOS – GUARULHOS/SP - BRASIL 31 DE MAIO E 01 DE JUNHO DE 2019, ISSN 2357-9684.

SOLINFTEC - Automação Industrial. Introdução aos processos da Usina E Monitoramento veicular. Araçatuba SP. 2012

SENTERA: <https://sentera.com>. Acesso em 04 de abril de 2021.