

TECNOLOGIA NO SETOR SUCROENERGÉTICO: REVISÃO SOBRE AUTOMAÇÃO, IOT, INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E IMPLANTAÇÃO DE CENTROS DE OPERAÇÕES AGRÍCOLAS

TECHNOLOGY IN THE SUGAR-ENERGY SECTOR: A REVIEW OF AUTOMATION, IOT, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, AND THE IMPLEMENTATION OF AGRICULTURAL OPERATIONS CENTERS

**WELLINGTON GIOVANNI DA SILVA TEIXEIRA
GIOVANA ANGÉLICA ROS MIOLA**

RESUMO

Foi realizado um levantamento bibliográfico das principais fontes do agronegócio brasileiro, este artigo tem como objetivo destacar a importância, benefícios e desafios da adoção de tecnologias como automação, IoT e inteligência artificial nas empresas do ramo sucroenergético. A automação desempenha um papel fundamental no controle e monitoramento de todo o processo produtivo, garantindo a qualidade da matéria-prima, a qual possibilita otimizar as operações e reduzir desperdícios, aumentando a eficiência e a competitividade das empresas do setor. A IoT (Internet das Coisas) permite a coleta de dados em tempo real da lavoura e equipamentos agrícolas, possibilitando uma visão mais completa e precisa das condições do campo. Com informações atualizadas constantemente, os gestores podem tomar decisões mais embasadas, antecipar problemas e ajustar estratégias para obter maior produtividade e melhor aproveitamento dos recursos disponíveis. Já a inteligência artificial atua no processamento dos dados obtidos pelas tecnologias mencionadas anteriormente. Essa análise possibilita a geração de indicadores e *insights* valiosos para os profissionais dos Centros de Operações Agrícolas (COA). Esses dados, impulsionam a tomada de decisões, auxiliando na gestão agrícola de forma mais assertiva e eficiente. Contudo, para implementar essas tecnologias, é necessário considerar os desafios inerentes. Os investimentos requeridos, muitas vezes significativos, podem ser um obstáculo para algumas empresas. Além disso, é essencial capacitar e treinar os profissionais para que eles possam interagir adequadamente com essas tecnologias, aproveitando ao máximo seus benefícios e identificando possíveis melhorias nos softwares e equipamentos utilizados. Em resumo, a aplicação dessas tecnologias no ramo sucroenergético representa um salto significativo em termos de eficiência, produtividade e sustentabilidade. Com a automação, a IoT e a inteligência artificial trabalhando em conjunto, as empresas podem alcançar maior competitividade, reduzir impactos ambientais e impulsionar o crescimento de todo o setor. O investimento em tecnologias modernas e a

formação de profissionais qualificados são peças-chave para o sucesso dessa transformação no agronegócio brasileiro.

Palavras-chave: Agronegócio brasileiro: Tecnologias e Inovação; Automação e Eficiência no setor sucroenergético; IoT e Monitoramento em Tempo Real na lavoura; Inteligência Artificial para Gestão Agrícola

ABSTRACT

A bibliographic survey of the main sources of Brazilian agribusiness was carried out, this article aims to highlight the importance, benefits and challenges of adopting technologies such as automation, IoT and artificial intelligence in companies in the sugarcane industry. Automation plays a key role in controlling and monitoring the entire production process, ensuring the quality of the raw material, which makes it possible to optimize operations and reduce waste, increasing the efficiency and competitiveness of companies in the sector. The IoT (Internet of Things) allows the collection of real-time data from crops and agricultural equipment, enabling a more complete and accurate view of field conditions. With constantly updated information, managers can make more informed decisions, anticipate problems and adjust strategies to achieve greater productivity and better use of available resources. Artificial intelligence, on the other hand, operates in the processing of data obtained by the technologies mentioned above. This analysis enables the generation of valuable indicators and insights for professionals at Agricultural Operations Centers (COA). These data drive decision-making, assisting in agricultural management in a more assertive and efficient way. However, to implement these technologies, it is necessary to consider the inherent challenges. The required investments, often significant, can be an obstacle for some companies. Furthermore, it is essential to empower and train professionals so that they can properly interact with these technologies, making the most of their benefits and identifying possible improvements in the software and equipment used. In summary, the application of these technologies in the sugar-energy sector represents a significant leap forward in terms of efficiency, productivity and sustainability. With automation, IoT, and artificial intelligence working together, companies can achieve greater competitiveness, reduce environmental impacts, and drive industry-wide growth. Investment in modern technologies and the training of qualified professionals are key elements for the success of this transformation in Brazilian agribusiness.

Keywords: Brazilian Agribusiness, Technologies and Innovation; Automation and Efficiency in the sugar-energy sector; IoT and Real-Time Monitoring in the fields; Artificial Intelligence for Agricultural Management.

1 INTRODUÇÃO

O agronegócio tem sido uma das principais atividades econômicas do Brasil, contribuindo significativamente para o crescimento do país. O setor sucroenergético é um dos destaques do agronegócio brasileiro, responsável por 25% do PIB em 2022, o Agro do país investe em tecnologia para se manter entre os maiores exportadores mundiais de alimentos e fibras através da modernização da produção agrícola. A competitividade nesse mercado é cada vez mais acirrada, o que faz com que as empresas do setor busquem formas de se diferenciarem e se manterem à frente da concorrência. Nesse sentido, o uso de tecnologias tem se mostrado um diferencial importante para as empresas do setor sucroenergético.

A automação ganha espaço no setor sucroenergético, permitindo o controle e monitoramento de todo o processo produtivo, desde o plantio até a colheita e produção do etanol e açúcar. Ela traz redução de custos, aumento da produtividade, melhoria na qualidade dos produtos e contribui para a segurança dos trabalhadores, ao minimizar exposição a riscos.

Outra tecnologia utilizada no setor sucroenergético é a Internet das Coisas (IoT). A IoT permite a coleta e análise de dados em tempo real, o que possibilita a identificação de problemas e a tomada de decisões mais rápidas e assertivas. No setor sucroenergético, a IoT tem sido utilizada para o monitoramento das plantações e controle do maquinário, além de contribuir para a redução de desperdícios e aumento da eficiência energética.

Figura 1 – IoT na gestão e aprimoramento de processos agrícolas.



Fonte: Blog Field View (2023)

A inteligência artificial (IA) também tem sido utilizada no setor sucroenergético. Ela permite a análise de grandes quantidades de dados e a identificação de padrões e tendências. Com isso, é possível aprimorar os processos produtivos e reduzir custos. Além disso, a IA tem sido utilizada para prever problemas e identificar oportunidades de mercado.

Diante do exposto, é possível perceber que o uso de tecnologias tem se mostrado um diferencial importante para as empresas do setor sucroenergético. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo analisar o impacto do uso de tecnologias, como automação, IoT e inteligência artificial, na competitividade das empresas do setor sucroenergético. Para isso, será realizada uma revisão, seguida de uma análise dos dados obtidos por meio de pesquisa bibliográfica. Com isso, espera-se contribuir para o desenvolvimento de estratégias que permitam às empresas do setor sucroenergético se manterem competitivas em um mercado cada vez mais acirrado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Automação

A automação é um dos principais pilares da indústria 4.0, e tem se tornado cada vez mais presente no setor do agronegócio, permitindo melhorias significativas na eficiência e produtividade das operações agrícolas. A utilização de sistemas de automação tem sido aplicada em diversas etapas do processo produtivo, desde a semeadura até a colheita, como forma de aumentar a precisão e reduzir custos operacionais (SOLUTEM, 2020).

Mostrado por Mais Soja (2023), um exemplo de automação aplicada ao agronegócio é a utilização de tratores autônomos para o preparo do solo e plantio, que tem sido cada vez mais comum em grandes fazendas. Esses tratores são equipados com sensores e sistemas de GPS, permitindo que sejam programados para realizar as tarefas necessárias com alta precisão e sem a necessidade de intervenção humana.

Além disso, sistemas de irrigação automatizados têm sido amplamente utilizados no setor sucroenergético, permitindo uma maior eficiência no uso da água e reduzindo os custos com mão de obra e energia elétrica. Esses sistemas são capazes de monitorar a umidade do solo e ajustar automaticamente o volume de água necessário para cada área, evitando desperdícios e reduzindo o impacto ambiental (REVISTA CULTIVAR, 2020).

Apresentado por Field View (2022), outro exemplo de automação no agronegócio é a utilização de drones para mapeamento e monitoramento de áreas de plantio. Esses equipamentos são capazes de capturar imagens de alta resolução, permitindo que os produtores visualizem detalhes da plantação que antes eram impossíveis de se obter, como o nível de maturação das plantas e a presença de pragas e doenças. Com essas informações em mãos, é possível tomar decisões mais precisas e efetivas para garantir uma colheita mais produtiva.

Portanto, percebe-se a importância da automação como ferramenta para aprimoramento e aumento da eficiência e produtividade, contribuindo para a redução de custos e a melhoria da qualidade dos produtos.

3.2 Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas (IoT) têm sido uma das tecnologias mais promissoras para o setor sucroenergético. É uma rede de dispositivos conectados que podem trocar informações e executar tarefas de forma autônoma, sem a necessidade de intervenção humana direta. Com a IoT, o setor sucroenergético pode melhorar a eficiência, a produtividade e a qualidade do produto, além de reduzir os custos de operação (VALENTE; NETO, 2017).

A aplicação da IoT no setor sucroenergético pode ocorrer no monitoramento remoto de equipamentos e processos. Computadores de bordo são instalados nos equipamentos agrícolas, como caminhão, tratores transbordos e colhedoras de cana-de-açúcar, a fim de através de telemetria, extrair dados como rastreamento de localização dos equipamentos, área trabalhada,

consumo de combustível, velocidade de deslocamento e mapa de apontamentos e operações realizadas em tempo real.

Figura 2 - Computador de Bordo Solinftec



Fonte: Blog Plant Project (2020)

Outra aplicação da IoT no setor sucroenergético é a gestão inteligente da produção, através dos computadores de bordo dos equipamentos, e dispositivos IoT instalados em área de vivência, é possível criar uma enorme rede de comunicação e transmissão de dados entre estes equipamentos, e destes equipamentos para os COA em tempo real, possibilitando o monitoramento e apoio nas tomadas de decisões como; sequencia de colheita e rendimento de colheita de matéria prima, gerando assim *insights* e previsibilidade de entrega de matéria prima, possibilitando decisões estratégicas do ritmo de moagem.

Além disso, a IoT também pode ser usada para monitorar as condições climáticas e a umidade do solo, ajudando os produtores a otimizar o uso da água e dos fertilizantes. Isso pode levar a uma redução do desperdício e ao aumento da produtividade (VALENTE; NETO, 2017).

Em resumo, a IoT tem o potencial de revolucionar o setor sucroenergético, melhorando a eficiência, a produtividade e a qualidade do produto. Ao permitir o monitoramento remoto de equipamentos e processos, a gestão inteligente da produção e a otimização do uso de recursos, a IoT pode ajudar as usinas a se tornarem mais competitivas no mercado global.

3.3 Inteligência Artificial (IA)

A indústria sucroenergética é uma relevante fonte de energia renovável global. A crescente demanda por biocombustíveis nas últimas décadas impulsionou a competitividade do setor. Para se manterem competitivas, as usinas de cana-de-açúcar estão constantemente buscando novas tecnologias visando melhorar seus processos e aumentar a eficiência de produção.

A utilização de inteligência artificial, possibilita a análise de dados coletados por drones, para a verificação da presença de ervas daninhas na plantação, possibilitando definir qual a espécie e insumo a ser utilizados para o seu combate (CARVALHO, 2023).

A inteligência artificial (IA) tem sido uma das tecnologias mais promissoras nesse sentido. A IA permite que as usinas de cana-de-açúcar automatizem processos, analisem grandes quantidades de dados em tempo real e tomem decisões mais precisas e rápidas. Além disso, a IA pode ser utilizada para melhorar a qualidade do produto e otimizar a logística de transporte.

Um exemplo de como a IA tem sido aplicada no setor sucroenergético é o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para prever a produção de cana-de-açúcar por hectare (TCH), esses algoritmos são capazes de analisar dados como clima, solo e histórico de produção para prever com precisão a quantidade de cana-de-açúcar que será produzida em um determinado local de produção.

A IA pode ser utilizada para otimizar a logística de transporte de cana-de-açúcar. Algoritmos de roteirização podem ser usados para determinar a melhor rota para os caminhões canavieiros que transportam a cana-de-açúcar, levando em consideração fatores como distância, tempo de viagem e condições da estrada. Isso ajuda as usinas a economizarem tempo e dinheiro, além de reduzir o impacto ambiental do transporte, possibilitando previsibilidade da entrega tonelada hora, fator que determina o ritmo de moagem (MAGALHÃES, 2019).

Pode ser utilizada também, para a gestão interna das equipes de colheita de cana-de-açúcar, através da ferramenta de logística de tratores transbordos, é possível, através de padrões definidos com base na rotina de trabalho, definir para quais colhedoras de cana-de-açúcar os tratores transbordos deverão ser enviados, a fim de otimizar o processo de carregamento e deslocamento até os pátios de carregamento de caminhões canavieiros.

Em resumo, a inteligência artificial tem se mostrado uma tecnologia promissora para o setor sucroenergético. Com o uso de algoritmos de aprendizado de máquina, visão computacional e roteirização, as usinas de cana-de-açúcar podem automatizar processos, analisar grandes quantidades de dados e tomar decisões mais precisas e rápidas. Isso não apenas aumenta a eficiência de produção, mas também ajuda a reduzir o impacto ambiental da indústria sucroenergética.

3.4 Centros de Operações Agrícolas

Os Centros de Operações Agrícolas (COA) são ferramentas de soluções integradas que permitem o monitoramento e aprimoramento de todas as etapas da produção agrícola, desde o pré-plantio até a pós-colheita.

Figura 3 - COA Usina São Martinho



Fonte: Revista Opiniões (2018)

A geração de base de dados através das tecnologias de automação e IoT, possibilitam ao COA, oferecer informações precisas em *real time* que ajudam a gestão agrícola a tomar decisões estratégicas assertivas como: ritmo de moagem, alocação de equipamentos, utilização de insumos e dados para análise das sequencias de colheita, baseados no calendário de safra.

Uma economia potencial de R\$ 25 milhões por safra. Essa é a estimativa da Tereos Açúcar & Energia Brasil, uma das maiores produtoras de açúcar e etanol do país, com a criação do Centro de Operações Agroindustriais (COA) para integrar as áreas agrícola e industrial do grupo (GLOBO RURAL, 2023)

Entre as atividades e papéis desempenhados pelo COA, o monitoramento é uma das etapas mais críticas para o sucesso da produção agrícola. Nessa fase, é possível coletar informações sobre o desempenho dos equipamentos, tais como caminhões canavieiros, tratores transbordos e colhedoras de cana-de-açúcar. Esses dados são essenciais para previsibilidade de custos, manutenções e alocação destes equipamentos nas frentes de colheita, possibilitando análises estratégicas que visam aprimorar a eficiência dos processos e reduzir custos operacionais (LOGICALIS BRASIL, 2018).

O monitoramento dos equipamentos de colheita permite que o produtor saiba o momento exato de realizar a manutenção preventiva, evitando assim quebras e paradas não planejadas. Além disso, as informações coletadas ajudam a identificar possíveis falhas ou problemas de desempenho nos equipamentos, permitindo a correção rápida desses problemas antes que eles afetem significativamente a colheita e transporte de matéria prima (LOGICALIS BRASIL, 2018).

O consumo de combustível por tonelada de cana colhida no primeiro ano de implantação do COA foi 11% menor e a safra foi reduzida em nove dias. Após a implantação de todas as fases do projeto, o que deve ocorrer até 2027, a economia projetada é de R\$ 25 milhões por safra (GLOBO RURAL, 2023).

A telemetria é uma das tecnologias utilizadas pelo COA para o monitoramento dos equipamentos de colheita. Por meio de computadores de bordo e sensores instalados nos equipamentos, é possível obter informações sobre o desempenho, consumo de combustível, tempo de atividade, velocidade

média e mapa de operações realizados em tempo real. Essas informações são enviadas em tempo real para a plataforma de análises utilizada pelo COA, onde são analisadas e transformadas em *insights* para a tomada de decisão da gestão agrícola (LOGICALIS BRASIL, 2018).

Em 2020, a Usina Lins decidiu centralizar toda a atividade agrícola em um Centro de Operações Agrícolas (COA) e, desde então, expandiu o gerenciamento e monitoramento dos processos. Para isso, a Usina Lins conta com um sistema de telemetria que coleta e compartilha dados de equipamentos, máquinas e veículos remotamente e os transfere para a sala de controle por meio de sinais captados por antenas de celular (RPA NEWS, 2023).

Com a utilização de tecnologias avançadas como IoT, automação e inteligência artificial, a expectativa é que o COA continue evoluindo e proporcionando avanços significativos na produção de cana-de-açúcar. A análise de grandes volumes de dados, conhecida como big data, através de inteligência artificial, permitirá ao COA atuar junto a operação de colheita e transporte de cana-de-açúcar, possibilitando em futuro não tão distante, realizar toda a gestão da cadeia produtiva, a partir da tela de um computador, controlando as operações e status de todos os equipamentos envolvidos nos processos, obtendo previsibilidade de entrega de matéria prima para a gestão do ritmo de moagem, identificando e mitigando os principais gargalos ou ofensores de produtividade, monitorando e controlando a alocação de frentes de colheita.

Figura 4 - Monitoramento de equipamentos agrícolas



Fonte: SGPA Solinftec (2023)

Através da implementação destas tecnologias, o conceito de centro de controle de logístico é substituído pelo conceito de centro de inteligência e controle operacional, fazendo com que o COA se torne uma ferramenta de apoio de decisão estratégica a gestão agrícola e governança da organização num todo.

4 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo consistiu em uma pesquisa exploratória e descritiva com abordagem qualitativa. O objetivo foi identificar e compreender as principais tecnologias utilizadas no setor sucroenergético, suas aplicações e benefícios, bem como avaliar o impacto de sua adoção na obtenção de vantagens competitivas para as empresas do ramo.

A pesquisa exploratória permitiu a busca por informações e conhecimentos prévios acerca das tecnologias relevantes ao setor. Por meio de revisão bibliográfica, foram consultadas fontes acadêmicas, artigos científicos, relatórios setoriais e publicações especializadas para compreender o estado da arte das tecnologias utilizadas no setor sucroenergético.

Já a pesquisa descritiva buscou analisar e descrever detalhadamente as tecnologias identificadas, suas aplicações específicas em diferentes etapas do processo produtivo sucroenergético e os benefícios potenciais para as empresas. Também foram investigadas as vantagens competitivas que essas tecnologias podem proporcionar às empresas em relação aos seus concorrentes.

Quanto aos instrumentos utilizados para coletar os dados, a principal fonte de informação foi a pesquisa bibliográfica, que envolveu a consulta a bases de dados acadêmicos e científicos, periódicos especializados e documentos técnicos. Essa abordagem permitiu reunir informações atualizadas e embasadas sobre as tecnologias, suas aplicações e os resultados alcançados em diferentes contextos.

Em resumo, este estudo utilizou uma metodologia de pesquisa exploratória e descritiva com abordagem qualitativa, empregando a revisão bibliográfica como principal instrumento de coleta de dados para compreender as tecnologias, suas aplicações e benefícios, e avaliar seu papel na obtenção de vantagens competitivas para as empresas do setor sucroenergético.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das pesquisas apresentadas, mostram que o uso de tecnologias no setor sucroenergético tem se tornado cada vez mais importante para manter a competitividade no mercado. A automação, por exemplo, permite o controle e o monitoramento de todo o processo produtivo, o que pode levar à redução de custos, ganhos de produtividade e produtos de melhor qualidade. A IoT possibilita a coleta e análise de dados em tempo real, possibilitando identificar problemas e tomar decisões mais rápidas e assertivas. Por fim, a IA permite a análise de grandes quantidades de dados, o que pode ajudar a melhorar os processos de produção e reduzir custos, além de prever problemas e identificar oportunidades de mercado.

No entanto, é importante destacar que a adoção de tecnologias no setor sucroenergético enfrenta alguns desafios. Um dos principais é a necessidade

de investimentos em infraestrutura e capacitação de profissionais, o que pode representar um custo inicial elevado para as empresas. Além disso, a implementação de tecnologias pode demandar mudanças nos processos produtivos e organizacionais, o que pode gerar resistência por parte dos colaboradores.

Diante desses desafios, as discussões apresentadas no texto apontam para a importância de se considerar os benefícios a longo prazo diante do enorme custo de implantação de tecnologias no setor sucroenergético. Além de trazer vantagens competitivas para as empresas, o uso de tecnologias pode contribuir para a redução de impactos ambientais e para a melhoria da sustentabilidade do setor.

Outro ponto observado, é a importância de se estabelecer parcerias entre empresas, universidades e centros de pesquisa para o desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias no setor sucroenergético. Essas parcerias podem permitir o compartilhamento de conhecimento e recursos, além de possibilitar o desenvolvimento de soluções inovadoras que atendam às demandas do setor.

6 CONCLUSÃO

Após a análise dos dados e discussões apresentadas, pode-se concluir que a adoção de tecnologias no setor sucroenergético é fundamental para a competitividade das empresas e para o desenvolvimento sustentável do setor. A automação, a IoT e a IA são exemplos de tecnologias que têm contribuído para a otimização dos processos produtivos, redução de custos e melhoria da qualidade dos produtos.

Além disso, através das pesquisas, foi possível identificar que não há formação específica para profissionais da área, vista. A capacitação de profissionais para atuarem em Centros de Operações Agrícolas é importante para que as empresas possam aproveitar ao máximo os benefícios das tecnologias e para que possam continuar competitivas no mercado.

Nesse sentido, as instituições de ensino superior podem desempenhar um papel fundamental na capacitação desses profissionais, por meio da criação de cursos que abordem a aplicação e análise de dados, diante as tecnologias no setor sucroenergético. Esses cursos podem englobar temas como automação, IoT, IA, gestão de dados, entre outros, e podem ser oferecidos tanto na modalidade presencial quanto à distância.

A adoção de tecnologias no setor sucroenergético é fundamental para a competitividade das empresas e para o desenvolvimento sustentável do setor. A capacitação de profissionais de COA e o desenvolvimento de projetos de pesquisa e inovação são estratégias importantes para garantir que as empresas do setor sucroenergético possam aproveitar ao máximo os benefícios das tecnologias e continuar competitivas no mercado.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. C. Inteligência Artificial beneficia plantio da Cana-de-Açúcar. **Blog Folha de Pernambuco**. 26 abr. 2023. Disponível em: <https://www.folhape.com.br/economia/inteligencia-artificial-beneficia-plantio-da-cana-de-acucar/267992/>. Acesso em: 01 maio. 2023.

FIELD VIEW. Conheça 12 funções dos drones na agricultura. **Blog Field View**. 10 jun. 2022. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/drones-agricultura>. Acesso em: 05 mar. 2023.

GLOBO RURAL. Tereos estima economia de R\$ 25 milhões ao ano com centro de operações. **Blog Nova Cana**. São Paulo 14 mar. 2023. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/tereos-estima-economia-r-25-milhoes-ano-centro-operacoes-140323>. Acesso em: 15 abr. 2023.

LOGICALIS BRASIL. Conheça o COA - Centro de Operações Agrícolas. **YouTube**, 24 de agosto de 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ODIOVFNeY2A>. Acesso em: 20 de março de 2023.

MAGALHÃES, C. Solinftec reforça posição no Brasil e expande atuação nos USA e América Latina. **Blog Revista Cultivar**. 04 dez. 2019. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/solinftec-reforca-posicao-no-brasil-e-expande-atuacao-nos-usa-e-america-latina>. Acesso em: 01 maio. 2023.

MAIS SOJA. Tratores Autônomos: Saiba como funciona essa tecnologia. **Blog Mais Soja**. 22 fev. 2023. Disponível em: <https://maissoja.com.br/tratores-autonomos-saiba-como-funciona-essa-tecnologia/>. Acesso em: 05 mar. 2023.

REVISTA CULTIVAR. Sistema de irrigação automatizada. **Blog Revista Cultivar**. 29 out. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/sistema-de-irrigacao-automatizada>. Acesso em: 05 mar. 2023.

RPA NEWS. Usina Lins evolui na gestão do campo com investimento em conectividade. **Blog Nova Cana**. São Paulo 19 jan. 2023. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/usina-lins-evolui-na-gestao-do-campo-com-investimento-em-conectividade>. Acesso em: 15 abr. 2023.

SOLUTEM. Como a Indústria 4.0 impacta o agronegócio? Venha descobrir! **Blog Solutem**. Minas Gerais 18 dez. 2020. Disponível em: <https://solutem.com.br/como-a-industria-4-0-impacta-o-agronegocio-venha-descobrir/>. Acesso em: 15 mar. 2023.

VALENTE, F. J; NETO, A. C. Internet das coisas na manufatura avançada: caso da produção de mudas de cana de açúcar. XXXVII encontro nacional de engenharia de produção. **ENEGEP**. 13 out 2017. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_379_32741.pdf. Acesso em: 10 mar 2023.