

AGRICULTURA 4.0: estudo de caso sobre a eficiência da indústria 4.0 aplicada ao agronegócio**AGRICULTURE 4.0: case study on the efficiency of industry 4.0 applied to agribusiness**Érika Aparecida Garefa dos Santos^IGilmar Barros Ferreira^{II}Mariela Zebian Bassetti Ferreira^{III}**Área:** Engenharia, Tecnologia e Gestão**RESUMO**

A agricultura 4.0 é a utilização da tecnologia na otimização dos processos produtivos, visando um melhor aproveitamento na produtividade, reduzindo tempo e custos. A constante evolução da tecnologia vem possibilitando melhorias nos processos de inúmeros setores e no agronegócio não poderia ser diferente. Por este motivo, este artigo baseado em um estudo de caso, tem como objetivo relatar as vantagens da implantação destas novas ferramentas e tecnologias no cotidiano da agricultura dentro da usina São Martinho em Pradópolis – SP, vivenciando na prática, essa utilização, observando a evolução nas tarefas do dia a dia, por exemplo: análises de solo à distância, otimização do tempo, redução de custos, melhor organização e logística, prevenções contra incêndios etc. e, apontando que houve ganhos para a usina na utilização destes novos recursos e técnicas. Para tanto, utilizou-se de pesquisa bibliográfica e relato dos processos por um de seus autores, que na ocasião trabalhou na Usina foco da pesquisa.

Palavras-chave: Indústria 4.0. Big Data. Internet das Coisas.**ABSTRACT**

Agriculture 4.0 is the use of technology to optimize production processes, aiming at better productivity, reducing time and costs. The constant evolution of technology has enabled improvements in the processes of numerous sectors and in agribusiness it could not be different. For this reason, this work, based on a case study, aims to report the advantages of implementing these new tools and technologies in the daily life of agriculture at São Martinho plant in Pradópolis - SP, experiencing in practice this use, observing the evolution in day-to-day tasks, for example: remote soil analysis, time optimization, cost reduction, better organization and logistics, fire prevention, etc. and, pointing out that there were gains for the plant in the use of these new resources and techniques. For this purpose, bibliographical

^I Graduanda do Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo - Fatec Sertãozinho. E-mail: erika.santos26@fatec.sp.gov.br

^{II} Graduando do Curso de Tecnologia em Mecatrônica Industrial da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo - Fatec Sertãozinho. E-mail: gilmarbarros@hotmai.com

^{III} Professora Mestre da Faculdade de Tecnologia Deputado Waldyr Alceu Trigo - Fatec Sertãozinho. E-mail: (mariela.ferreira@fatec.sp.gov.br).

research, and a report of the processes by one of its authors, who at the time worked at the plant that was the focus of the research, were used.

Keywords: Industry 4.0. Big Data. Internet of Things.

Data de submissão do artigo: 30/03/2023.

Data de aprovação do artigo: 24/08/2023

DOI: 10.52138/citec.v15i1.274

1 INTRODUÇÃO

A agricultura 4.0 é a utilização da tecnologia na otimização dos processos produtivos, visando um melhor aproveitamento na produtividade, reduzindo tempo e custos. A constante evolução da tecnologia vem possibilitando melhorias nos processos de inúmeros setores e no agronegócio não poderia ser diferente, a inteligência artificial, em combinação com o uso de satélite, pode ser usada para realizar análise de solo à distância e identificar as deficiências de cada metro quadrado deste. Com isso, é desenhada uma fórmula específica de adubo para realizar a correção e, depois que a mistura é feita, a máquina vai à lavoura realizar a fertilização, programada para a aplicação na medida certa de acordo com a necessidade daquela área específica.

Além disso, prevenções contra incêndios também podem ser feitas por inteligência artificial e indústria 4.0, portanto uma gama de utilizações pode ser obtida. A indústria 4.0 atua ainda no agronegócio, aperfeiçoando e modernizando o sistema de monitoramento, colheita, transporte e processamento de matérias-primas, estuda as funcionalidades desses equipamentos, analisando suas vantagens, os resultados obtidos e as expectativas do setor. Um dos exemplos referência em tecnologia na nossa região é a Usina São Martinho em Pradópolis – SP com a implantação da ferramenta Hexagon (Hexagon – empresa que desenvolve e fornece tecnologias agrícolas e florestais) (HEXAGON AGRICULTURE, 2019).

Com o objetivo de observar como a indústria 4.0 no mercado usineiro moderniza os sistemas utilizados na cana de açúcar, este estudo de caso pretende relatar a evolução dos processos com a implantação da ferramenta Hexagon, explorando seus recursos, por meio de uma pesquisa de relatos de pessoas envolvidas neste processo dentro da Usina São Martinho e de bibliografia apresentada pela Hexagon na internet, além de pesquisa bibliográfica acerca da própria indústria 4.0 e seus desdobramentos.

O uso de tal ferramenta pela usina São Martinho justifica-se pois tem buscado meios para uma transformação digital em sua produção, a fim de aumentar a eficiência operacional, reduzir custos, sistematizar a captura e armazenamento dos dados gerados no campo, tratar as informações com tecnologias digitais e desenvolver ferramentas de apoio às operações agrícolas, assim, minimizando a falta de sincronização entre equipamentos, atividades e recursos, buscando melhorar a lucratividade e centralizar todo o monitoramento de suas operações (HEXAGON AGRICULTURE, 2019).

Com a necessidade de coletar dados das máquinas e equipamentos usados em campo, das pessoas e sensores, além de transmitir tais informações em tempo real por meio de outras tecnologias, como Inteligência Artificial, Machine Learning e Análise Preditiva e, objetivando a otimização das operações agrícolas, o Grupo São Martinho, em abril de 2019, em sua unidade localizada em Pradópolis, SP, passou a operar em modo 4.0. Em seus canaviais, todas as máquinas e equipamentos não apenas geram dados como estão conectadas a um

sistema de troca de informações em tempo real por meio de sua rede própria de internet. A rede gera um grande Big Data que permite com que as máquinas saibam como operar no campo. É a inteligência artificial entrando em ação (HEXAGON AGRICULTURE, 2019). É o uso da rede de internet permitindo a conexão das máquinas entre si, potencializando a velocidade das informações e autonomia dos equipamentos.

O projeto contou com a ajuda do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD), que conseguiu desenvolver uma rede própria de internet 4G. O investimento foi de R\$ 60 milhões e será expandido para outras três unidades do grupo nos próximos anos.

A rede própria de internet possui antenas repetidoras nas seis torres de monitoramento da empresa em seus canaviais. As antenas transmitem dados com base na tecnologia 4G, e em uma frequência distinta da usada em outras redes, de 250 MHz, para evitar interferência.

Com isso, de acordo com Luís Teixeira (HEXAGON AGRICULTURE, 2019), gerente agrícola da Usina São Martinho e responsável pelo Centro de Operações Agrícolas (COA), é possível antecipar os problemas e prever quando uma máquina sofrerá desgaste e qual o melhor momento para uma manutenção preventiva. Foi possível prever com 26 horas de antecedência quando uma máquina ia parar.

A companhia tem um algoritmo em elaboração que aloca as colhedoras de cana conforme o ritmo da indústria. Além disso, está desenvolvendo um algoritmo que detecta fumaça, o que pode acionar as equipes de combate a fogo mais próximas ao local. Atualmente, as câmeras de vigilância instaladas nas torres fazem esse monitoramento, e o cruzamento de seus dados podem gerar com precisão longitude e latitude do foco de incêndio.

Sobre isso, Cherubin, um dos sócios-diretores da Sucrotec destaca:

Na minha opinião os grandes avanços em termos de novas tecnologias capazes de revolucionar a indústria já estão em desenvolvimento, mas ainda levarão alguns anos para se consolidarem. Eu vejo um futuro com as variedades transgênicas de cana-de-açúcar, cuja tecnologia tem o potencial de mudar os paradigmas de rendimento agrícola – toneladas de cana produzidas por hectare, para níveis muito mais altos que os atuais, reduzindo o custo unitário de produção para toda a cadeia de forma substancial (CHERUBIM, 2019).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho aponta a utilização da tecnologia da indústria 4.0 e seus desdobramentos aplicados no processo de logística dentro da Usina São Martinho, observado por um dos autores deste.

2.1 Como funciona a indústria 4.0 no agronegócio

A indústria 4.0 incorpora tecnologias de informação ao ambiente de produção, com ganhos de produtividade e flexibilidade. Baseia-se na inclusão de tecnologias como os sistemas ciberfísicos e a internet das coisas nos processos produtivos, com transparência na relação homem-máquina, possibilitando assim, autonomia na tomada de decisão, isto é, máquinas interligadas e ligadas a internet que tomam decisões baseadas em algoritmos.

Em uma planta operando com a Indústria 4.0, a linha de produção pode ser acionada e controlada remotamente, e, um modelo virtual é criado de modo que a otimização de tal produção possa ser ensaiada (SACOMANO et. al., 2018).

O sistema HxGN AgrOn utilizado pela Usina São Martinho e apresentado neste trabalho como o precursor do uso destas novas tecnologias, é um sistema de gerenciamento de informações de máquinas e frotas que estão em campo, e que registra a posição da máquina e a atividade que está realizando, fornecendo relatórios de rendimento, produtividade, velocidade, RPM, distância percorrida, área trabalhada (HEXAGON AGRICULTURE, 2019).

Com ele, são definidos os processos a serem implantados e programados, e após captar e interpretar as informações que tendem a aumentar a produtividade, a aplicação de tais tecnologias faz com que essas informações se comuniquem entre si para agirem em conjunto e melhorar a tomada de decisões nos negócios.

As informações fundamentais para tanto são:

- Internet das Coisas;
- Computação em Nuvem;
- Aprendizado de Máquinas.

2.2 Internet das coisas

O conceito ‘Internet das Coisas (IoT ou Internet of Things)’ inserido na área de Tecnologia da Informação, traz a integração de objetos que não são “tecnológicos” com sensores e conexão à internet. A tendência é que todos os objetos do dia a dia passem a ser conectados à rede, de forma inteligente e sensorial, como:

- sensores em máquinas para mensurar produtividade;
- sensores no setor fabril, que indicam o momento de reposição de insumos;
- uso da Internet das Coisas para controle de estoques;
- uso de lâmpadas inteligentes como modo de economizar energia elétrica, entre outros.

“Os especialistas sugerem que, no futuro, cada produto (físico) poderá ser conectado a uma infraestrutura de comunicação ubíqua, e os sensores ligados a tudo permitirão que as pessoas os percebam em seu ambiente de forma integral” (SCHWAB, 2016, p 131).

2.3 Computação em nuvens

Denominada desta forma por não sabermos onde estão localizados os servidores que armazenam e processam os dados, onde passam esses dados, onde são replicados, podendo os servidores estarem em países diferentes, processando em conjunto dados gerados por uma empresa localizada nesses países, que, no entanto, as informações e dados possam ser acessados em qualquer parte do mundo que haja internet (SACOMANO et. al., 2018).

Com a disseminação da computação em nuvem, conceitos apresentados se tornaram mais acessíveis às pequenas e médias empresas, os custos foram reduzidos, e os softwares de gestão de estoque e ERP puderam migrar para a nuvem e ser utilizados com mais facilidade.

Também passaram a utilizar sistemas ERP “Planejamento dos Recursos da Empresa”, um software de gestão empresarial que serve para automatizar processos manuais, armazenar dados, unificar a visualização de resultados, gerar seus relatórios e executar tarefas rotineiras. É um centralizador do fluxo de trabalho, alinhando a comunicação de todas as áreas e facilitando a tomada de decisão, concentra todas as informações de forma integrada e inteligente, dando autonomia na execução de tarefas rotineiras e tornando a comunicação interligada.

O uso de sistemas de informação centralizados, permite a análise dos dados de modo a antecipar futuras demandas ou inconsistências nos processos, dando permissão a empresa para se adaptar a um aumento ou diminuição no fluxo de entregas, ou ainda corrigir falhas que ocasionem prejuízos (SACOMANO et. al., 2018).

2.4 Aprendizagem de máquinas

A assim chamada “aprendizagem de máquinas” se faz pelo fato de os sistemas produtivos altamente automatizados e comandados por sistemas ciberfísicos serem programados para transmitir dados e informações para fora do ambiente de produção e serem programados também para compartilhar tais dados e informações com o restante dos equipamentos em comunicação, denominados M2M, (comunicação entre duas máquinas). Isso pode ser realizado por meio de rede com ou sem fio, por meio de bluetooth ou cabos de rede de telefonia celular ou internet.

Tais conceitos acima descritos são evidentes e se fazem presentes na indústria 4.0 no agronegócio, sendo basicamente utilizados em: tratores autônomos, biotecnologia e drones (MALAJOVICH, 2016).

a) Automação: Tratores Autônomos

Os tratores autônomos, podem operar em horários alternativos, algo que nenhum ser humano deveria fazer, ou até mesmo em locais de risco. Através de comunicação, monitoramento e mapeamento, é possível tomar melhores decisões para aumentar a produtividade agrícola, reduzir custos e desenvolver (e aplicar) melhores parâmetros.

Tratores guiados por drones podem ajudar na precisão de manobras e tarefas com detalhes que o GPS não conseguiria.

b) Indústria 4.0 na produtividade: biotecnologia

A Biotecnologia abrange uma área ampla do conhecimento que decorre da ciência básica (biologia molecular, microbiologia, biologia celular, genética etc.), da ciência aplicada (técnicas imunológicas e bioquímicas, assim como técnicas decorrentes da física e da eletrônica), e de outras tecnologias (fermentações, separações, purificações, informática, robótica e controle de processos). Trata-se de uma rede complexa de conhecimentos na qual ciência e tecnologia se entrelaçam e se complementam (MALAJOVICH, 2016).

A maior preocupação atual é utilizar os recursos naturais o mínimo possível, sem comprometer a produção, e com o mapeamento da produtividade, é possível ver resultados com soluções para reduzir desperdícios e controlar melhor a produção, seguindo práticas agrícolas precisas, utilizando novos sensores, materiais e biotecnologia. Há, dessa forma, uma configuração ideal da indústria 4.0 contribuindo para melhorar a produtividade (SANTOS, 2018).

c) Rastreamento em tempo real: drones

Com o surgimento dos Drones, houve uma significativa redução dos custos com a Aerofotogrametria, tornando possível obter medidas precisas do mapeamento da superfície terrestre.

Os drones, para o levantamento aerofotogramétrico, utilizam recursos de navegação e posicionamento de forma precisa para alta performance e redução dos custos operacionais. O drone percorre o território fotografando com precisão e qualidade. O operador pode planejar todo o voo pelo computador com a utilização de softwares específicos. Os dados coletados são utilizados na produção de mapas, que permite uma série de análises como as características de um terreno, medida da área, divisão dos talhões, planejamento do escoamento da água da chuva, entre outros (AEROENGENHARIA, 2021).

São utilizados também na rastreabilidade de entregas, um dos principais recursos para impactar o consumidor em saber sobre sua procedência e armazenamento.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia da pesquisa utilizada neste trabalho conta com uma parte de levantamento bibliográfico e uma parte de observação, como estudo de campo, apresentando um relato do processo de implantação da ferramenta Hexagon, até chegar no formato que se encontra atualmente.

Para tanto define-se a pesquisa bibliográfica, a consiste na consulta de diferentes tipos de materiais bibliográficos, buscando reunir conhecimento sobre a temática de interesse e assim, atribuir a eles uma nova leitura (GIL, 2008). A pesquisa bibliográfica usualmente faz parte de todas as pesquisas, mas algumas são exclusivamente conduzidas dessa forma (Gil, 2008); ela não pode ser aleatória, e deve ser conduzida a partir de um conjunto de procedimentos atentos ao assunto abordado.

Na execução deste, foram buscados materiais de bibliografia acerca do assunto vinculado à indústria em revistas, periódicos de organizações brasileiras, livros e sites da internet. Porém utilizou-se, não apenas a pesquisa bibliográfica, mas também a experiência na prática dentro da própria usina como observação dos dados levantados acerca do assunto.

Desta forma, utilizou-se também do estudo de campo no qual, segundo Gil (2002, p.53), “o pesquisador pode ter tido ele mesmo uma experiência direta com a situação de estudo”.

Neste trabalho, a observação da rotina de utilização dos recursos disponíveis pelo Hexagon, implantados na usina na logística do carregamento da cana de açúcar, foi realizada por Gilmar Barros Ferreira, que no período de estudo, fez parte do quadro de funcionários do grupo, utilizando o Hexagon na rotina do transporte da cana de açúcar.

Em 2013 como motorista observou a existência de uma tecnologia simples para o controle dos funcionamentos dos caminhões e máquinas como: rotação, embreagem. Não tendo controle da rotina da frente de trabalho, das disponibilidades dos caminhões e máquinas, rotinas de manutenção das máquinas, desperdiçando horas de recursos e mão de obras remanejando as frotas após constatação da situação do local de trabalho, pois a comunicação entre a fábrica e o campo era via rádio, sendo sete frentes de trabalho no campo com 14 tratores cada. As informações sobre as frentes de trabalho pendiam da comunicação do frentista, resultando em horas paradas maiores que as horas trabalhadas. Vendo essa dificuldade, começaram a procurar uma tecnologia que atendesse tal demanda.

Em 2015 começaram os testes com o Hexagon para melhor aproveitamento de tempo, recursos e integrando a rotina da fábrica (“usina”) com o campo, permitindo visualizar se a máquina estava trabalhando, se estava parada, em manutenção, quantas horas havia ficado no efetivo serviço, quantas horas em manutenção, o por que havia ficado parada, Já nos primeiros testes, obtiveram um rendimento maior em horas trabalhadas, economia de combustível por aproveitamento das máquinas, e maior produtividade dos caminhões e de tais

máquinas. Porém a conectividade para a circulação de forma correta das informações precisava melhorar.

Em 2017 a tecnologia 3G foi implantada aperfeiçoando o tráfego das informações e ampliando o controle dos operadores também sobre a produção, implementando tecnologias que transmitissem informações em tempo real sobre os operadores, a logística do trabalho realizado, a produtividade das máquinas, assim como seu funcionamento, visualizando em mapas, e batendo recordes de produtividade.

Em 2020, foram implantados sensores de fadiga, câmeras dentro dos caminhões e EPI'S, visando a prevenção de acidentes e o bem-estar dos operadores.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Antes a falta de conectividade entre os equipamentos dificultava a construção de um ambiente, no qual os recursos fossem utilizados de maneira eficiente e sustentável.

Em situações como por exemplo: quando uma colhedora enche um transbordo, e este se encaminha para ser esvaziado, mas não há nenhum caminhão disponível, a máquina precisa interromper sua operação e aguardar a chegada do transporte da matéria-prima, resultando em ociosidade, atrasos e desperdício de tempo e recursos. Problemas deste tipo, podem ser solucionados com o apoio de tecnologias que garantam a sincronização das operações, melhorando o desempenho e os resultados de todos os envolvidos na cadeia de produção ((HEXAGON AGRICULTURE, 2019).

Com o sistema HxGN AgrOn Alocação Dinâmica de Transbordo, tem-se a prevenção de quando o transbordo em uso atingirá seu limite, chamando, então, de forma automática e otimizada um novo trator. O transbordo cheio, descarrega a matéria-prima no caminhão de transporte e retoma à fila para atender as colhedoras em ação. A sincronização é feita por meio de comunicação máquina a máquina.

Segundo Bernardo de Castro (HEXAGON AGRICULTURE, 2022), esse tipo de tecnologia impede que a colhedora interrompa o corte da cana-de-açúcar e reduza o tempo de espera por um novo transbordo para a continuidade da operação. Com isso, há registros de redução de até 20% no número de transbordos necessários em uma safra.

Ao coletar dados, estes podem ser transformados em informações inteligentes, essenciais para a assertividade das atividades de planejamento das operações, gerenciamento de frotas, automação de processos e monitoramento centralizado.

“As operações agrícolas envolvem uma rotina de atividades e de comunicação bastante complexa. Quando não há padronização e automatização dos processos, é muito difícil conseguir manter a sincronia entre as etapas de trabalho”, explica Bernardo de Castro presidente da divisão de Agricultura da Hexagon. Além disso, menciona que adotar inovações tecnológicas possibilitam a otimização dos processos agrícolas, gerando melhor rentabilidade e proporcionando o crescimento desejado (HEXAGON AGRICULTURE, 2022).

Gerenciar as informações dos equipamentos que estão em campo, auxilia a tomada de decisões e direciona os processos de controle para os operadores. Otimiza o despacho entre caminhões, o monitoramento de deslocamentos, o suporte à navegação, publicação de status e controles, rastreabilidade de matéria-prima e integração com os sistemas de apoio de forma sincronizada, executando o planejamento, com relatórios e alertas para que ações sejam realizadas imediatamente. Isso proporciona ganho de agilidade, eficiência operacional, redução de custos, desperdício de tempo, diminuição do impacto ambiental das atividades agrícolas, redução do gasto com combustível e diminuição do número de máquinas e/ou caminhões necessários para a realização da logística da operação.

Um algoritmo inteligente, analisando dados e despachando os caminhões nas melhores rotas para que cheguem na frente de trabalho na hora ideal. Isto é: nem atrasado, pois isso faria com que as colhedoras precisassem parar o corte para aguardar o esvaziamento dos transbordos, e nem antes da matéria-prima estar disponível para ser carregada, pois isso significaria ficar parado esperando por ela”, explica Bernardo (HEXAGON AGRICULTURE, 2022).

O uso da tecnologia que sincroniza as colhedoras e os transbordos, também reduz o risco de acidentes por colisões entre os veículos por falhas de comunicação.

a) Como funciona a utilização da nova tecnologia no campo:

Um display instalado na cabine da máquina ou caminhão apresenta informações como: velocidade de operação, alarmes, apontamentos de atividades suspensas e área trabalhada, dando suporte ao funcionário na orientação das atividades e ao mesmo tempo informando o centro de operações sobre o andamento e execução das atividades, que podem ser executadas automaticamente pelo sistema. Este, ainda possui um módulo adicional de Acesso Remoto.

Figura 1 – display instalado na cabine



Fonte: fotografada pelos autores durante a pesquisa (2023)

Com base na utilização de tal tecnologia da indústria 4.0 (Hexagon), e acompanhando a jornada de um motorista de um caminhão da Usina São Martinho, pode-se avaliar como a logística se torna eficiente. O motorista possui um cadastro na empresa, o qual gera um login e senha a ser utilizado no equipamento do Hexagon, assim que ele assume a direção do caminhão, o centro de operações agrícolas da usina identifica e registra seus dados, sendo disponibilizado o itinerário, o horário de início e de retorno do caminhão, o número da fazenda onde o caminhão irá carregar, o trajeto em tempo real e a frente, ou seja, o local de carregamento. Abrindo o mapa, um sinal de GPS é gerado, começando o trajeto ao ligar o caminhão. O motorista possui um cartão de telemetria que

fornece todos os dados da operação desde o controle de média de consumo de combustível até a rotação do motor.

Na cabine, o motorista é monitorado 24 horas, com três câmeras e sensores: de fadiga e movimento e, uma tela exibe tudo o que acontece: se o motorista tirar a visão da frente do caminhão, atender ou mexer no celular, não utilizar o cinto de segurança etc., um sinal de atenção é emitido aparecendo também no centro de monitoramento (COA), acarretando uma advertência para o motorista ou uma suspensão. Caso o sensor de fadiga seja acionado automaticamente, este emite um alarme sonoro dentro da cabine e instantaneamente fixa um alarme no monitoramento, o funcionário responsável pelo mesmo faz contato via rádio, averiguando as condições do motorista e, caso essas não sejam adequadas, o caminhão é enviado para um lugar apropriado e outro motorista assume o trabalho.

Na cabine, há um sinal de Wi-Fi 24 horas alimentado por uma tomada do caminhão. As carretas conversam com o caminhão. Na roça o motorista é enviado ao ponto onde a máquina está carregando, o trator vem transbordar no caminhão, este apresenta um sinal de GPS e Wi-Fi, que é captado pelo caminhão, comunicando-se com todas as informações do trator, (qual colhedeira, operador, fazenda, lote), assim como as informações do caminhão são transferidas ao trator, liberando o trajeto de retorno. Ao chegar à usina, passa pela balança, automaticamente descarrega todas as informações da viagem e recebe a informação da moenda na qual irá descarregar.

Todo processo é monitorado. Nos intervalos de almoço há a substituição de motorista, o qual deve inserir seus dados com o cartão de telemetria no sistema. Após cada retorno de intervalos, assumirá o caminhão que estiver disponível, havendo um rodízio. Dados inseridos, um novo trajeto é iniciado, se houver alguma intercorrência como o estouro de um pneu, o motorista informa o código de manutenção definido para esta situação, enviando uma mensagem ao monitoramento (de aguardo ao borracheiro), informando a localização e automaticamente recebe uma mensagem com o tempo estimado para socorro, quando tal manutenção levar um grande tempo de espera, o motorista é direcionado para outro caminhão para terminar seu turno, assim como o motorista do próximo turno será realocado de acordo com o tempo de manutenção etc.

Este novo formato de trabalho exige mais atenção por parte dos envolvidos, no entanto apresenta uma dinâmica melhor e mais moderna no processo de trabalho, mostrando as vantagens de se aplicar a indústria 4.0 também na agricultura.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Indústria 4.0 por meio de tecnologias empregadas nos processos produtivos que possibilitarão a personalização da produção através de sensores, internet e inteligência artificial fará com que as empresas repensem seus modelos de negócios. No entanto, ainda existem desafios ao capacitarem seus trabalhadores para operar estas novas tecnologias, o que levará um tempo para ser solucionado.

Esta questão faz com que este artigo atinja seu objetivo de observar e analisar os benefícios da utilização da Indústria 4.0 aplicados na logística da agricultura, proporcionando melhor compreensão sobre essa revolução conhecida como manufatura avançada, através de publicações e do estudo de caso que explanam os ganhos obtidos nos resultados dos processos.

A Indústria 4.0 promove transformação nas formas de produção, com um novo cenário produtivo empregando tecnologias que transformam os processos e a entrega dos bens

produzidos, utilizando inteligência artificial, automação industrial, integração fabril com internet das coisas, manufatura aditiva, big data. Os impactos da indústria 4.0 são positivos, notáveis e tendem a mudar profundamente a sociedade, alavancando o processo produtivo com as novas tecnologias.

Este trabalho, portanto, representa como através do uso de tais tecnologias houve ganho de agilidade e eficiência operacional e redução de custos para a Usina São Martinho com a utilização dos pilares da indústria 4.0 aliando tecnologias da informação e automatização, tecnologia de ponta nos processos logísticos e operacionais nas usinas do grupo, através de plataformas modernas, de alta performance e escalabilidade, com sistemas de transmissão e sensoriamento, software com elementos de planejamento, otimização, integração de dados e interfaces, monitoramento, operações em tempo real, auxiliando a tomada de decisões e direcionando os processos de controle para os operadores, despacho, deslocamentos, suporte à navegação, rastreabilidade de matéria-prima e integração com os sistemas de apoio de forma sincronizada, planejada, com relatórios e alertas.

Portanto, este estudo de caso, aponta que há ganhos para a usina na utilização destes novos recursos e aprimoramento de suas técnicas, mostrando que a tecnologia atual inova as ações na indústria e no campo, aumentando lucros, despertando interesse na área e prezando por evitar desperdícios e aumentar a segurança de seus funcionários.

REFERÊNCIAS

AEROENGENHARIA, **Agricultura de precisão com o uso de Drones**, *aeroengadmin*, jul. 2021. Disponível em : <https://aeroengenharia.com/agricultura-de-precisao-com-o-uso-de-drones/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

CHERUBIM, N. **Chegamos à usina 4.0?** *rpanews*, agos. 2019. Disponível em: <https://revistarpanews.com.br/chegamos-a-usina-4-0/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

HEXAGON AGRICULTURE, **Usina São Martinho e Hexagon, Histórias de Sucesso**, 2019. Disponível em: <https://hexagonagriculture.com/pt-br/news/success-stories/sao-martinho/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

_____. **Três motivos para apostar na sincronia de operações no agronegócio**, jan. 2022. Disponível em: <https://hexagonagriculture.com/pt-br/news/articles/three-reasons-to-wager-on-the-synchronism-of-operations-in-agribusiness/>. Acesso em: 26 mai. 2022.

_____. **HxGN AgrOn Monitoramento de Máquinas**, jan. 2022. Disponível em: <https://hexagon.com/pt/products/hxgn-agron-machine-monitoring>>. Acesso em: 11 out. 2022.

MALAJOVICH, M.A. **Biotecnologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: copyright@2016.

SACOMANO, J.B.; GONÇALVES, R.F.; SILVA, M.T.; BONILLA, S.H.; SATYRO, W.C. **Indústria 4.0 conceitos e fundamentos**. São Paulo: Editora Edgard Bluncher Ltda, 2008.

SANTIAGO e CINTRA. **O que é aerofotogrametria?** 2022. Disponível em: <https://santiagoecintra.com.br/blog/a-aerofotogrametria-no-mapeamento-com-drones/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

SANTOS, S. **Introdução à Indústria 4.0: saiba tudo sobre a revolução das máquinas**. São Paulo: Editores independentes, 2018.

SCHWAB, K. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2016.