ANAIS

TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE DAS ATIVIDADES DE CCT NA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA: UM ESTUDO DE CASO

CAIO CÉSAR DA SILVA MIGANO
caio_cesar_migano@hotmail.com
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

ANDREIA MARIZE RODRIGUES
andreiamarize@fcav.unesp.br
FAAV-UNESP

MARCELO GIROTTO REBELATO
mgiroto@fcav.unesp.br
FCAV-UNESP

RESUMO: O processo de produção da indústria mundial está passando por uma nova fase de transformação com o surgimento do conceito de Indústria 4.0, onde as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) têm apresentado participação fundamental para a implementação e efetivação deste processo dentro das empresas. O conceito de Indústria 4.0 expandiu-se para a agropecuária, incluindo o setor sucroenergético, no qual o Brasil vem apresentando-se, nos últimos anos, como o maior produtor mundial de açúcar e etanol. Um dos grandes desafios da indústria sucroenergética está na necessidade de manter uma alimentação contínua das moendas de cana-de-açúcar com a matéria-prima proveniente do campo, portanto o bom gerenciamento das operações logísticas de Corte, Carregamento e Transporte (CCT), atividades responsáveis pela entrega da cana-de-açúcar do campo para a indústria, torna-se essencial para as atividades das empresas sucroenergéticas. Com o avanço da Indústria 4.0 e das TIC no setor sucroenergético, este trabalho concentrou-se na constatação e análise, através de um estudo de caso na maior processadora de cana-de-açúcar do mundo, de como a implantação de TIC provenientes da Indústria 4.0 nas atividades logísticas de CCT podem proporcionar melhora no gerenciamento e tomada de decisões neste processo agrícola. Com as constatações e análises foi possível identificar a importância e contribuições provenientes do uso das TIC no gerenciamento e tomada de decisões no processo de CCT, além da verificação da existência de oportunidades de melhorias, principalmente no processo industrial, uma vez que a implantação das TIC da empresa estudada limitou-se somente à área agrícola.

PALAVRAS CHAVE: Indústria sucroenergética; Corte Carregamento e Transporte; Tecnologias da Informação e Comunicação; Indústria 4.0; Cana-de-açúcar

ABSTRACT: The production process of world industry is undergoing a new phase of transformation with the emergence of the concept of Industry 4.0, where Information and Communication Technologies (ICT) have been playing a fundamental role in the implementation and effectiveness of this process within companies. The concept of Industry 4.0 has expanded to agriculture and cattle raising, including the sugar-energy sector, in which Brazil has been presenting itself as the world's largest producer of sugar and ethanol in recent years. One of the major challenges of the sugar-energy industry is the need to sustain a continuous supply of sugarcane mills with raw materials from the cropped field, so the proper management of logistic operations of Cutting, Loading and Transport (CLT) activities responsible for delivering sugar cane from the field to the industry becomes essential for the activities of sugar-energy companies. With the advancement of Industry 4.0 and ICT in the sugar-energy sector, this work has focused on finding and analyzing, through a case study on the world's largest sugarcane processor, how the implementation ICT from Industry 4.0 in CLT logistics activities can provide improved management and decision making in this agricultural process. With the findings and analysis conducted it was possible to identify the importance and contributions from the use of ICT in the management and decision making in the CLT process, as well as checking for opportunities for improvement, especially in the industrial process, since the implementation of ICT of the company studied was limited only to the agricultural sector.

KEY WORDS: Sugar Industry; Cutting, Loading and Transportation; Information and Communication

Technologies; Industry 4.0; sugarcane

1 INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento da tecnologia e, sobretudo, da internet, originou um novo conceito de produção industrial, conhecido como Indústria 4.0, o qual se pode ser definido como um processo computadorizado, onde os mundos físico e digital estão unidos, configurando, assim, um cenário em que as máquinas interagem e comunicam-se entre si sem a interferência humana (SILVEIRA; LOPES, 2016).

Os impactos proporcionados pelas Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) são aparentes e já foram captados tanto pela sociedade civil quanto pelas organizações. No entanto, estes impactos muitas vezes podem ser pouco perceptíveis nas atividades agropecuárias, mesmo que a aplicação das TIC na agropecuária seja uma realidade importante a partir da utilização da agricultura de precisão, de máquinas que interagem com satélites e de sistemas de monitoramento das condições de solo (MENDES; BUAINAIN; FASIABEN, 2014).

Desta maneira, o desenvolvimento e a aplicação da tecnologia no setor agropecuário tornou-se um dos elementos essenciais na inserção ou manutenção da competitividade comercial no mercado globalizado de países que possuem fortes tendências para o agronegócio, como é o caso do Brasil, que a despeito de sua posição como expoente global do setor, possui ainda grande potencial para desenvolvimento do agronegócio (FAO, 2009).

A cana-de-açúcar no Brasil é uma das atividades econômicas mais antigas, sendo cultivada desde o século XVI e, atualmente, configura-se como a terceira cultura em termos de área cultivada, ficando atrás somente da soja e do milho. Além disso, esta cultura conta com sua maior área de produção na região Centro-Sul do país, a qual representa mais de 90% da produção brasileira (NOGUEIRA; CAPAZ, 2015). O setor sucroenergético brasileiro, produtor de açúcar, etanol e energia a partir da cana-de-açúcar, constitui-se como o maior produtor e exportador mundial de açúcar (responsável por 20% da produção e 40% da exportação global), além de ser o maior produtor mundial de etanol (ÚNICA, 2016). Estas informações demonstram a importância e representatividade do setor na esfera econômica nacional e mundial.

Esta posição de destaque teve seu estímulo durante as décadas de 1960 e 1980, período no qual o governo brasileiro subsidiou a produção e exportação de açúcar e etanol através da criação do Instituto de Açúcar e Álcool (IAA) e do Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL). No entanto, este cenário sofreu uma mudança no início da década de 1990, devido à desregulamentação do setor e a abertura comercial brasileira (COSTA, 2007).

De acordo com Costa (2007), a desregulamentação do setor obrigou as empresas nacionais a criarem novas estratégias logísticas para lidar e desenvolver a competitividade com o mercado internacional. Nesse novo panorama, a logística adquire um aspecto estratégico no gerenciamento de uma empresa visto que as atividades logísticas, quando bem estruturadas, permitem a entrega de valores ao mercado, já que o gerenciamento do processo das atividades logísticas impacta diretamente no grande potencial de obtenção de vantagem competitiva, sendo este o real interesse das empresas através da utilização da competência logística (PETRAGLIA et al., 2014; VASCONCELLOS et al., 2008).

Para as usinas produtoras de açúcar e álcool, Meurer e Lobo (2015) destacam a grande importância do contexto logístico dos meios de transportes nas atividades agrícolas, sobretudo as de corte, carregamento e transporte (CCT), processo responsável pelo deslocamento da cana-de-açúcar do campo para a usina, objetivando garantir o abastecimento da matéria-prima para a indústria. Desta maneira, a logística ganha destaque na função de manter a indústria em

constante operação, trabalhando sob uma condição de baixa ociosidade e estoque praticamente zero. Neste sentido, as usinas sucroenergéticas estão buscando novas tecnologias para realizarem investimentos tanto nas unidades industriais como nas atividades de CCT da cana-de-açúcar (VEIGA; VIEIRA; MORGADO, 2006).

Mediante o exposto, levando-se em consideração a importância das TIC na agricultura, a magnitude do setor sucroenergético brasileiro e a grande relevância do transporte no CCT dentro deste contexto, o objetivo deste trabalho consiste na constatação e análise das TIC utilizadas na logística de transporte das atividades de CCT de uma empresa do setor sucroenergético.

Assim, este trabalho encontra-se estruturado em quatro seções, a contar com esta introdução, que, após a contextualização e definição do objetivo, apresenta os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa.

A segunda seção apresenta a revisão teórica dividida em duas partes principais: a) Tecnologias da Informação e Comunicação na Indústria e Agroindústria 4.0; e b) as atividades logísticas do corte, carregamento e transporte (CCT).

Na terceira sessão, é apresentada a análise das informações obtidas pelo estudo de caso seguindo-se a seguinte estrutura: a) análise das Tecnologias da Informação e Comunicação no Corte, Carregamento e Transporte; b) análise da logística do Corte, Carregamento e Transporte.

Por fim, a sessão quatro traz as considerações finais pertinentes à pesquisa realizada.

1.1 Aspectos metodológicos

Identificando a necessidade de entender os fatores que envolvem os assuntos do presente estudo, foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre os assuntos pertinentes ao tema estudado, o que possibilitou reunir informações conceituais importantes.

O método utilizado neste trabalho é o estudo de caso, o qual, de acordo com Yin (2001), contribui de forma única para a compreensão dos complexos fenômenos individuais, organizacionais e sociais, permitindo assim, a preservação das características holísticas de situações reais, como de processos organizacionais e administrativos, maturação de setores, entre outros.

A empresa selecionada para este estudo, doravante chamada de Empresa X, teve sua escolha baseada nos seguintes critérios: i) conveniência, pois a empresa se mostrou aberta em contribuir com o estudo através do fornecimento de informações; ii) localização geográfica de fácil acesso; iii) constituir-se como, de acordo com o Globo Rural (2018), a maior unidade processadora de cana-de-açúcar do mundo, indicando a possibilidade de se constituir em uma empresa modelo dentro de seu setor; iv) possuir, segundo a Associação Brasileira de Telecomunicações (2017), o maior projeto agrícola brasileiro de Internet das Coisas (IoT) visando ao controle de suas operações agrícolas em tempo real; e v) possuir uma frota agrícola que percorre a média diária de 87.200 quilômetros, distância equivalente a duas voltas em torno do planeta Terra (GLOBO RURAL, 2018).

Para a coleta de dados foi construído um roteiro semiestruturado como instrumento para o levantamento das informações pertinentes ao estudo. Este roteiro teve por base o levantamento bibliográfico previamente realizado. Este roteiro foi aplicado em três entrevistas com profissionais da empresa selecionados com base no critério das posições estratégicas que ocupavam com relação às atividades de CCT da empresa, sendo eles: a) Assessor de Tecnologia Agrícola; b) Chefe de Suporte Técnico de Automação Agrícola; e c) Líder de Controle de

Tráfego Agrícola. As entrevistas foram realizadas durante a segunda quinzena do mês de julho de 2019.

2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E LOGÍSTICA DE CCT NO SETOR SUCROENERGÉTICO

Nesta seção são percorridas as abordagens teóricas relacionadas ao tema central desse estudo. Primeiramente, realiza-se uma revisão de teorias a respeito das TIC na indústria e na agricultura; uma revisão sobre logística; panorama e importância do setor sucroenergético, procedido de uma revisão sobre as atividades logísticas de CCT.

2.1 A tecnologia da informação e comunicação na indústria 4.0

O conceito de Indústria 4.0 surgiu na Alemanha em 2011 com a proposta de inserir um novo modelo de produção destinado à indústria, o qual foi possível devido ao acelerado avanço tecnológico ocorridos nas últimas décadas, essencialmente na área da internet e das TIC, contribuindo para a existência de linhas de produção mais eficientes com menores custos (GOMES, 2016).

A concepção de 4.0 deriva-se do crescimento das TIC nos meios produtivos, onde se encontra uma crescente integração entre as estruturas físicas com as redes de informações, tendo como consequência um grande número de sistemas integrados em todos os níveis produtivos, o que possibilitou a obtenção de soluções através de um menor número de operações nas atividades (MASLARIĆ; NIKOLIČIĆ; MIRČETIĆ, 2016).

Segundo Blanchet (2014), o objetivo da Indústria 4.0 configura-se em implantar uma produção dinâmica e inteligente, na qual as máquinas utilizam uma rede de dados, como a internet, para interpretar informações em tempo real sem a intervenção do homem.

De acordo com Silveira e Lopes (2016), a Indústria 4.0 apresenta como elemento essencial básico a conexão de máquinas, sistemas e ativos, possibilitando a criação, por parte das empresas, de redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor, oportunizando ter-se o controle dos módulos de todo o processo produtivo de maneira autônoma.

Os componentes-chave da Indústria 4.0 são descritos por Hermann, Pentek & Otto (2015) como sendo:

I. Sistemas Cyber-Físicos (Cyber Physical Systems – CPS)

Sistemas que possibilitam que haja conexão de operações reais com as infraestruturas de computação embarcada e comunicação automatizada, ou seja, esses sistemas propiciam a fusão dos mundos físico e virtual, por meio de computadores e redes, onde ocorre o controle dos processos físicos acarretando respostas instantâneas.

Os componentes do CPS são: uma unidade de controle, responsável pelo comando dos sensores e atuadores (responsáveis pela interação com o mundo físico), tecnologias de identificação e mecanismos de armazenamento e análise de dados.

II. Internet das Coisas (Internet of Things – IoT)

Trata-se de uma rede que contempla objetos físicos, sistemas, plataformas e aplicativos que possuem tecnologia embarcada responsáveis pela comunicação e interação com os ambientes internos e externos, possibilitando que todos os componentes do processo interajam

entre si, além de oportunizar que tomadas de decisões sejam feitas. A internet das coisas apresenta-se como a base da Indústria 4.0

III. Internet dos Serviços (Internet of Services - IoS)

É semelhante à IoT e trata-se de a capacidade dos serviços serem disponibilizados através da internet. Através do funcionamento da rede da IoT, são gerados dados que são processados e analisados em conjunto, contribuindo para o atingimento de um novo patamar de agregação de valor. A partir disso, os serviços já existentes tornam-se passiveis de melhorias, além de que novos poderão ser introduzidos. Este tipo de tecnologia está cada vez mais comum no cotidiano da população, podendo ser exemplificado pelos aplicativos iFood e Uber.

IV. Fábricas Inteligentes (Smart Factories)

Dentro das fábricas inteligentes, os CPS possuem importante função, pois são incorporados junto aos sistemas produtivos, contribuindo assim, significativamente na melhoria da eficiência, do tempo, dos recursos e dos custos, quando se compara às fábricas tradicionais. Nas fabricas inteligentes há a comunicação entre os produtos, máquinas e as linhas de montagem, que trabalham em conjunto, além de monitorar-se umas às outras de maneira instantânea, porém para que este processo aconteça, torna-se necessário um alto nível de automação.

Além dos componentes-chave, Hermann, Pentek & Otto (2015) identificaram seis requisitos necessários para a implementação da Indústria 4.0, sendo estes:

a) Interoperabilidade: requisito este que permite com que todos os CPS existentes em uma fábrica ou ambiente industrial, mesmo que sejam de diversos fornecedores, consigam se comunicar através das redes;

b) Virtualização: possibilitar que os dados obtidos dos equipamentos e produtos físicos através dos CPS consigam ser conduzidos aos modelos virtuais e em simulações, espelhando comportamentos reais no ambiente virtual;

c) Descentralização dos controles dos processos produtivos: para que os computadores embarcados, em conjunto com a Internet das Coisas, gerem produtos capazes de tomarem decisões na manufatura e nos processos de produção em tempo real;

d) Adaptação da produção em tempo real: através da análise imediata e instantânea dos dados é necessário possuir um sistema produtivo que permita que haja alteração ou transferência para outras áreas, em caso de falhas ou na produção de bens personalizados;

e) Orientação a serviços: uma vez que os dados e serviços serão disponibilizados em uma rede aberta, o que torna a Internet dos Serviços ainda mais robusta, possibilitando assim melhoria na flexibilidade de adaptação dos produtos personalizados com base nas especificações dos clientes;

f) Sistemas modulares dos equipamentos e linhas de produção: possibilitam maior flexibilidade nas alterações necessárias por parte das fábricas.

A Indústria 4.0 (o número quatro se refere à quarta revolução industrial), merece destaque devido à importância com que a informatização e a digitalização aparecem nos meios de produção, uma vez que estes apresentam-se cada vez mais integrados com as redes de

informação digital, contribuindo para a existência de monitoramento em tempo real de todo o processo produtivo (MASLARIĆ; NIKOLIČIĆ; MIRČETIĆ, 2016).

De acordo com Rossi (2017), a necessidade e a possibilidade do acompanhamento em tempo real são devido a uma enorme quantidade de dados que contemplam os produtos e serviços presentes na cadeia de suprimentos, gerando novas possibilidades para a gestão logística processar e tomar decisões com base nas informações obtidas.

2.2 A tecnologia da informação e comunicação e a agricultura 4.0

A utilização das TIC na agropecuária pode acarretar benefícios agrícolas e econômicos, além de proporcionar melhoria na gestão da produção e da propriedade rural, difundir informações relevantes do setor, melhoria no planejamento, monitoramento e acompanhamento do processo produtivo integrado e o acesso aos mais recentes resultados de pesquisa na área (GELB; VOET, 2009).

O grande destaque da Agro 4.0, segundo Massruhá e Leite (2017), dá-se pela utilização de métodos computacionais de alto desempenho, rede de sensores, comunicação máquina para máquina (M2M), conectividade entre os dispositivos móveis, computação em nuvem, mecanismos e soluções analíticas capazes de processar grandes volumes de dados e desenvolvimento de sistemas que fornecem suporte à tomada de decisões.

De acordo com Peets *et* al. (2012), algumas tecnologias configuram-se como o estado da arte na automação de máquinas e implementos agrícolas, onde ganha-se destaque o uso de sensores que permitem verificar variáveis agronômicas em campo através de sensoriamento local ou remoto; os sistemas destinados a aplicação de insumos em taxa variável e outros sistemas dedicados a realizarem o sensoriamento, processamento, oportunizando uma tomada de decisão, e agir durante o movimento da máquina (PEETS et al., 2012).

Essas tecnologias, segundo Sousa, Lopes e Inamasu (2014), têm em comum o uso da eletrônica embarcada, o que em outras palavras, é um conjunto de sistemas eletrônicos que contemplam processadores (hardware) e programas dedicados (software ou firmware) para aquisição, processamento, armazenamento e comunicação de dados.

Dentre as distintas tarefas, pode-se citar: o controle da comunicação direta com o operador, motor e transmissão, além de leituras e registros do posicionamento, das atividades em formato de mapas, previsões meteorológicas, rastreamento e manejo de frota de veículos e de produtos agrícolas entre outros (SOUSA, LOPES E INAMASU, 2014).

O processo de tomada de decisões é beneficiado através da criação de aplicações de mapeamento sofisticadas, as quais podem ser adaptadas às máquinas agrícolas, Veículos Aéreos Não Tripulados e aos nanorobôs, para que sejam executadas em conformidade com as necessidades da cultura de produção para ações de irrigação, aplicação de fertilizantes e pesticidas, além da realização de colheita de forma inteligente (MASSRUHÁ; LEITE; MOURA, 2014).

Massruhá e Leite (2017) destacam sobre a dificuldade que ainda possa existir para acessar a Internet no meio rural, além da questão da segurança digital das informações, destacado por Venturelli (2017), uma vez que todo o sistema produtivo está integrado, ficando mais exposto a ataques cibernéticos.

Outro ponto em destaque é levantado por Sousa, Lopes e Inamasu (2014) sobre a importância de haver uma padronização nas TIC para que se viabilize a instalação eletrônica embarcada em máquinas e implementos agrícolas, além de evitar duplicidade de instalação,

pois possibilita intercambiabilidade entre diferentes marcas e fabricantes, os quais conseguem se comunicar.

Esta comunicação proporciona redução com custo de manutenção e liberação do agricultor de ter fornecedores exclusivos de sistemas comerciais, além de permitir que haja integração das informações com sistemas computacionais externos às máquinas (SOUSA, LOPES E INAMASU 2014).

Contudo, é perceptível que o uso das TIC e das novas tecnologias digitais já se tornaram um caminho sem volta no mundo rural, uma vez que na era da Agro 4.0, as TIC configura-se como uma mola propulsora e integradora de toda inovação dentro e fora da cadeia produtiva, pois é empregada em toda a cadeia, contemplando aplicações em melhoramento genético e bioinformática, pré e pós-produção dos produtos; agricultura de precisão e equipamentos diversos da produção; melhorias logísticas e de transporte, abrangendo e conectando todas estas tecnologias que contribuem para a tomada de decisões na gestão rural (MASSRUHÁ E LEITE, 2017).

2.3 O sistema logístico do Corte, Carregamento e Transporte (CCT)

Segundo Gualda (1995), um sistema pode ser definido como uma coleção de componentes que estejam interligados, tornando possível uma resposta a estímulos ou demandas, a fim de realizar algum propósito ou função. Considerando este contexto, é possível dividir o sistema de CCT da cana-de-açúcar em três partes, das quais: corte, carregamento e transporte, atividades estas que podem variar entre os modos de execução e parâmetros, tanto no tipo de corte, quanto ao tipo de equipamento (MUNDIM, 2009).

De acordo com Mundim (2009), o sistema de CCT é realizado da seguinte maneira: o corte da cana-de-açúcar pode ser manual ou mecânico, sem queimadas (cana crua) ou com queimadas; o carregamento pode ser realizado de maneira manual ou mecanizado (com colhedoras ou com carregadoras de cana); o transporte é feito quase em sua totalidade por caminhões.

Atualmente, existem ferramentas que objetivam auxiliar e facilitar as operações logísticas do transporte da cana-de-açúcar, suprindo de informações uma central de controle desta logística, além de vários programas de computador que simulam o andamento das atividades e apoiam na programação do encaminhamento da safra (IANNONI E MORABITO, 2002).

2.3.1 O corte da cana-de-açúcar

A atividade de corte da cana-de-açúcar sofreu modificações devido à implantação da legislação ambiental, através da lei n. 11.241, de 19 de setembro de 2002, a qual previa a extinção da queima da cana-de-açúcar de maneira progressiva em um prazo de 20 anos (RANGEL *et al*., 2009). Através destas mudanças ocorridas na atividade do corte, houve a intensificação da colheita mecanizada nas usinas produtoras de cana-de-açúcar (MARQUES; ALVES; BORGES, 2006).

Segundo Silva (2006), independentemente da classificação do tipo de corte feita pelos autores, genericamente, os sistemas são identificados pela maneira com que a cana-de-açúcar é recebida na indústria: cana inteira ou cana picada.

Segundo Silva, Alves e Costa (2011), a colheita mecânica de cana inteira vem sendo pouco utilizada devido ao risco de promover a compactação do solo com a entrada do

semirreboque e reboque na área de colheita, portanto ao ser identificado uma frente como sendo de cana inteira, entende-se que o sistema adotado seja o corte semi-mecanizado (SILVA, 2012).

Braunbeck e Magalhães (2010) destacam que o processo de colheita mecanizado é mais vantajoso em comparação com a colheita manual, seja pela perspectiva ergonômica, seja pelo viés econômico e ambiental, uma vez que com o corte mecanizado não há necessidade de realizar queimadas nos canaviais, acarretando em produção nula de poluição e evitando que a cana-de-açúcar perca biomassa.

De acordo com Macedo (2005), no corte manual, realiza-se a queima da cana antes da sua colheita, objetivando-se a eliminação da palha, pois esta dificulta o manejamento de corte, e também, ocasionar a fuga de animais que estejam presentes nos canaviais, como cobras, insetos e lagartos e o corte é realizado por um trabalhador de maneira braçal por meio de um facão.

2.3.2 Carregamento

A etapa de carregamento pode ser realizada de acordo com o tipo de corte na colheita (manual ou mecanizado). No caso do corte manual, é necessário que haja carregadoras para transportar a cana-de-açúcar para o caminhão, enquanto que no corte mecanizado, é necessário o auxílio de duas maquinas para a conclusão da atividade, sendo estas uma colhedora de cana-de-açúcar, a qual realiza o corte e a trituração, e um trator transbordo, responsável por andar em uma velocidade paralela à colhedora, para que a mesma possa despejar a cana-de-açúcar picada no transbordo e, posteriormente, este possa realizar o carregamento do caminhão (GONÇALVES, 2012).

O sistema de carregamento com transbordos é geralmente mais utilizado devido à agilidade no processo, enquanto que o sistema com carregadoras é mais indicado quando se tem variações naturais no terreno (CORREIA, 2009; RIPOLI E RIPOLI, 2007).

2.3.3 Transporte

Algumas características compõem a logística do transporte da cana-de-açúcar, como ser considerado como o trajeto da cana somente o realizado entre a unidade agrícola (campo) para a unidade de processamento (usina), sendo que essas distâncias geralmente são curtas, com utilização de estradas de terra, quando as áreas a serem colhidas localizam-se próximas às usinas, e pode ocorrer, para distâncias mais longas, que geralmente não ultrapassam 30 km, a necessidade de utilização de alguma rodovia pavimentada (MEURER E LOBO, 2015).

O transporte da cana é realizado essencialmente no modal rodoviário, por caminhões do tipo “Romeu e Julieta” (caminhão plataforma acoplado a um reboque – julieta), treminhão (caminhão plataforma acoplado a duas julietas simples ou dois eixos, capacidade de 35 toneladas) ou rodotrem (composto por um cavalo mecânico, um semirreboque e um reboque, conjunto este com capacidade para transportar 50 toneladas de cana-de-açúcar) (CAIXETA-FILHO; GAMEIRO, 2001).

2.3.4 Descarregamento na área industrial

O processo de descarregamento da cana-de-açúcar ganha destaque no aspecto gerencial, uma vez que há a importância de haver agilidade e sincronização na recepção, descarregamento e liberação dos veículos de transporte para retornarem às frentes de colheita e evitar a formação de filas nos pátios de descarregamento (MARQUES; ALVES; BORGES, 2006).

De acordo com Silva (2006) e Lopes (2011), há diversas formas pela qual é realizada a descarga dos caminhões que podem ser definidas de acordo com o tipo da cana e o tipo de carroceria do veículo. Apesar da existência de diversas maneiras para a realização da atividade, nas usinas brasileiras destacam-se basicamente o descarregamento por guindaste tombador lateral (hilo) e utilização de pontes rolantes (LOPES, 2011).

Silva (2006), Silva (2012) e Nunes (2010) destacam a existência de uma operação conhecida como "bate e volta", onde é possível dispor de semirreboques e/ou reboques reservas a fim de otimizar e agilizar o retorno dos caminhões para a usina, além de diminuir o custo do transporte e o desgaste dos equipamentos, visando garantir o funcionamento ininterrupto das colhedoras.

Segundo Nunes (2010), no sistema "Bate-volta" ocorre a substituição da carreta vazia pela carregada sem que o cavalo mecânico tenha que permanecer esperando o carregamento, uma vez que o conjunto chega vazio ao campo, a carreta vazia é desconectada e outra, previamente carregada, é conectada. A utilização deste sistema diminui o tempo ocioso do conjunto, e resulta em um possível aumento de viagens por período (NUNES, 2010).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esta sessão aborda a apresentação e a análise das informações coletadas no estudo de caso realizado sendo inicialmente apresentada a análise das Tecnologias da Informação e Comunicação no Corte, Carregamento e Transporte e, a seguir, a análise da logística do Corte, Carregamento e Transporte.

3.1 Aspectos sobre as tecnologias da informação e comunicação

Assim como Meurer e Lobo (2015) destacam sobre a importância do processo logístico dentro do CCT, verificou-se que a empresa X tem esta consciência e está investindo em um projeto de monitoramento em tempo real de sua frota agrícola que trará melhores informações e contribuirá para uma tomada de decisão mais precisa e efetiva no momento do movimento da máquina, importância esta destacada por Peets et al. (2012) e Rossi (2017).

Com este investimento a empresa X passa a dispor de tomada de decisões beneficiadas pelo uso de sensores que captam dados passíveis de serem desenvolvidos e aplicados em todo o processo agrícola, como na irrigação, aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas e realização da colheita de maneira inteligente, conforme destacado por Massruhá, Leite e Moura (2014).

O monitoramento *online* da frota agrícola introduzido pela empresa X enquadra-se dentro do conceito de Indústria 4,0, assim como destacado por Blanchet *et al*. (2014) e Silveira e Lopes (2016), pois a empresa utiliza uma frequência de rede própria de internet para transmitir e interpretar dados coletados através das conexões entre as máquinas e os sistemas em tempo real e de maneira autônoma, ou seja, sem intervenção antrópica.

Há relação também com o conceito da Agricultura 4.0, uma vez que foram instalados diversos recursos de TIC nas máquinas e implementos agrícolas, como sensores, computadores de bordo, GPS, e uma central eletrônica embarcada que permite o processamento, o envio e a interpretação de dados.

Considerando-se os componentes-chave da Indústria 4.0 destacados por Hermann, Pentek & Otto (2015), constata-se que a empresa X contempla Sistema Cyber-Físico (CPS), uma vez que a infraestrutura de computação embarcada permite uma conexão entre as

operações realizadas na área agrícola com a central de operações agrícolas onde ocorre o controle das atividades e permite a tomada de decisões instantâneas.

Identificou-se também a presença do componente-chave de Internet das Coisas (IoT), pois é através desta rede que se torna possível existir a interação entre os objetos físicos, sistemas e a tecnologia embarcada nos equipamentos, oportunizando a tomada de decisões.

No que se refere à Internet dos Serviços (IoS) observa-se que há potencial para desenvolver dentro da empresa X, como a interação entre maquinário agrícola e industrial, através da IoT, que poderia realocar as frentes de colheita para outras áreas de acordo com a disponibilidade das moendas, ou mesmo disponibilizar outros tipos de serviços dentro da própria área industrial, uma vez que, como já foi mencionado, a implantação da rede IoT restringiu-se a área agrícola.

Dentre os seis requisitos necessários para a implantação da Indústria 4.0 destacados por Hermann, Pentek & Otto (2015) nota-se que o requisito de Interoperabilidade, é presente na cultura de automação agrícola da empresa, fator de importância também destacado por Sousa, Lopes e Inamasu (2014).

O requisito Virtualização mostrou-se presente na empresa X, pois através dos dados provenientes dos equipamentos em campo é possível prever falhas e necessidade de manutenções com antecedência. O requisito de Descentralização dos controles dos processos produtivos foi identificado como sendo um potencial a ser desenvolvido, uma vez que a tecnologia embarcada nos equipamentos, aliadas à IoT, não tomam decisões independentes, mas sim disponibilizam informações para a tomada de decisão dos gestores, gerência e controladores, ou seja, da interação humana.

O requisito de orientação a serviços não foi identificado na empresa X no momento, porém há potencial para desenvolvimento futuro de disponibilidade de serviços que possam auxiliar o processo produtivo como um todo e gerar valor para a empresa.

O último requisito encontrado na empresa X, porém, com ressalva, trata-se da adaptação da produção em tempo real, uma vez que a empresa ainda estuda e busca um meio de transferir automaticamente a responsabilidade de alocação dos veículos agrícolas para o campo de acordo com a situação das moendas e do processo industrial, como já mencionado. Portanto, não existe atualmente grande flexibilidade de alterações do processo produtivo, destacado no requisito Sistemas modulares dos equipamentos e linhas de produção, ausente na empresa X.

Ainda considerando os pontos destacados por Hermann, Pentek & Otto (2015), salienta-se que o monitoramento *online* da frota agrícola da empresa X tem potencial futuro para enquadrar-se como Internet dos Serviços (IoS), pois através dos dados obtidos pelos equipamentos em campo é possível desenvolver sistemas capazes de interagir com os computadores embarcados nos equipamentos e tomar decisões independentes de ação humana, conforme requisito destacado pelos mesmos autores na descentralização dos controles dos processos produtivos.

Entretanto, de momento, observa-se que os dados dos equipamentos serão utilizados para dar suporte à tomada de decisões por parte de gerência, gestores e controladores, ou seja, através da ação humana, que busca atingir melhores índices de produtividade e eficiência no processo agrícola por meio dos benefícios obtidos pela conectividade e processamento de informações entre os equipamentos, conforme salienta Massruhá e Leite (2017).

Levando-se em consideração o envio de dados realizado pela eletrônica embarcada e salientando-se o fator da segurança de armazenamento de informações destacado por Venturelli

(2017), a empresa X conta com várias camadas de segurança individuais nos equipamentos e também nos servidores em nuvem, local onde todas as informações são armazenadas.

Observou-se que na empresa X há um direcionamento para haver intercambiabilidade entre equipamentos de diferentes marcas e fornecedores, fator este levantado por Sousa, Lopes e Inamasu (2014), para que assim a empresa consiga manter a perenidade das suas soluções.

No tocante à possível dificuldade que possa existir para acessar a internet no meio rural destacada por Massruhá e Leite (2017), a empresa X implantou uma rede de internet programada para cobrir a maior parcela possível de área agrícola, porém há existência de áreas de sombra, ou seja, sem acesso ao sinal da rede, as quais são economicamente inviáveis de serem cobertas por sinal. Porém, ressalta-se que a cobertura nas áreas agrícolas da empresa X chega próxima a 100%.

3.2 Aspectos sobre a logística do sistema de Corte, Carregamento e Transporte (CCT)

No processo logístico do CCT, o monitoramento da frota online traz benefícios à tomada de decisões por proporcionar informações confiáveis e em tempo real sobre mudanças de rotas e desvios de operações dos rodotrens, além de alocação direta dos transbordos para as colhedoras que antes ficavam ociosas por falta de transbordo, e maior confiabilidade nos dados provenientes de apontamentos automáticos nas colhedoras.

Conforme destacado por Mundim (2009) sobre a forma de realização do sistema CCT, constatou-se que a empresa X utiliza corte mecânico da cana crua, a qual é carregada nos transbordos pela própria colhedora e o transporte realizado totalmente por caminhões do tipo rodotrem. Vale ressaltar que há utilização do corte manual da cana crua somente em áreas de risco para utilização de maquinário agrícola e existência de cana do tipo inteira e picada, correspondendo a 0,01 e 99,9% respectivamente.

O processo de colheita da cana inteira ocorre sem a queima do canavial e somente em áreas de risco para utilização de maquinário agrícola. Após o corte da cana pela equipe de trabalhadores rurais, utilizam-se de carregadeiras para transferir a cana inteira para os transbordos, que posteriormente transferem a carga para os rodotrens.

A colheita da cana picada envolve três equipamentos: colhedora, trator que traciona os transbordos e um caminhão para transporte até a indústria.

Após a transferência da cana para o caminhão de transporte, o qual é 100% do tipo rodotrem na empresa X, o mesmo direciona-se para a indústria para despejar nas moendas a matéria-prima colhida no campo. O deslocamento do pátio de transferência para a indústria é realizado tanto por estrada de terra batida quanto por rodovias pavimentadas.

Conforme salientam Meurer e Lobo (2015), o abastecimento de cana-de-açúcar nas moendas é o desafio primordial para as atividades logísticas de CCT nas usinas sucroenergéticas, e para que o processo seja alimentado constantemente na empresa X é necessária a chegada de 42 veículos por hora, todos carregados com média de 50 toneladas de cana por veículo.

Ao chegar à indústria os veículos são pesados e um a cada cinco é direcionado para retirada de amostra para análise da matéria-prima, enquanto os outros seguem para o pátio de descarregamento. Quando há veículos carregados com cana inteira, estes aguardam para descarregar essencialmente na única moenda que suporta cana inteira, e os outros veículos podem direcionar-se para as três moendas, de acordo com o destacado por Silva (2006).

Nesta etapa do processo foi verificado o uso intensivo do sistema “bate e volta” destacado por Silva (2006), Silva (2012) e Nunes (2010), como uma estratégia de economia

logística de tempo utilizada pela empresa X. Todos os caminhões desacoplam o semirreboque e reboque carregado, engatam outro vazio e retornam para o campo, enquanto os cavalos-mecânicos dedicados à logística de movimentação interna no pátio de descarregamento realizam o descarregamento do semirreboque e reboque carregados nas esteiras das moendas.

Conforme as maneiras de descarregamento destacadas por Silva (2006), verificou-se que na empresa X é realizado o descarregamento por báscula superior, independentemente do tipo de corte da cana (inteira ou picada).

É importante ressaltar que na empresa X não ocorre a prática de queima dos canaviais para realização da colheita, tanto pela existência de leis regulamentadoras, quanto pelo maior índice de produtividade da colheita mecânica. Os incêndios registrados nas áreas agrícolas da empresa X são de origem criminosa ou acidental.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de já ser a maior processadora de cana-de-açúcar do mundo, o investimento pioneiro no setor sucroenergético em monitoramento em tempo real da frota agrícola proporcionado pelas TIC agrícolas evidencia o comprometimento da empresa X em melhorar suas atividades agrícolas, inclusive as de CCT, possibilitando o alcance de um melhor desempenho em suas operações e gerando um novo patamar de gestão no setor.

Monitorar a frota em tempo real traz a possibilidade de realizar análises preditivas dos equipamentos, uma vez que se tinha conhecimento dos problemas somente 72 horas depois do ocorrido, e contribui também no aumento da produtividade em todas as fases agrícolas da empresa X, através de uma análise mais completa e eficiente, resultando em um potencial aumento da competitividade da empresa no mercado.

Este potencial aumento da competitividade empresarial só foi possível devido à utilização das TIC agrícolas implantadas pela empresa X, evidenciando assim, que as TIC agrícolas e suas inovações tornaram-se indispensáveis no auxílio a tomadas de decisões empresariais e no futuro do agronegócio.

Atualmente, a empresa X contempla parcialmente os componentes-chave e requisitos de implantação da Indústria 4.0, como Sistemas Cyber-físicos (CPS) e Internet das Coisas (IoT), além do direcionamento à interoperabilidade e virtualização. Entretanto, a empresa possui potencial para desenvolver e aprimorar outros componentes-chave e requisitos, como o desenvolvimento da Internet dos Serviços (IoS) que já está em estudo, além da orientação a serviços e flexibilidade nas linhas produtivas e equipamentos.

A implantação dos componentes-chave e dos requisitos da Indústria 4.0 altera a maneira que a empresa X administra e gerencia suas operações agrícolas, uma vez que passa a dispor de informações mais completas e detalhadas ou até mesmo antes inexistentes, além de diminuir a ocorrência de possíveis erros humanos, evidenciando assim a importância das TIC na automação agrícola.

No entanto, vale destacar novamente que a implantação das TIC pertencentes à Indústria 4.0 limitou-se somente à área agrícola na empresa X, caracterizando assim um grande potencial ainda a ser explorado na área industrial, uma vez que ao aliar os benefícios destacados provenientes das TIC agrícolas com contribuições advindas da implantação de TIC na área fabril a empresa X pode atingir um novo patamar de gestão empresarial no agronegócio, agregando valor aos seus produtos e à sua imagem no mercado.

Os resultados obtidos sobre a maneira pela qual a empresa X administra suas operações agrícolas de CCT, investindo em mecanização, automação inteligente, visão preditiva,

direcionamento à intercâmbiabilidade e ferramentas que auxiliam no controle e gestão, aliados a uma estrutura consolidada e imagem forte no mercado evidenciam a razão pela qual se tornou a maior processadora de cana do mundo, uma vez que a empresa X busca maneiras para manter-se competitiva e pode até ser considerada como um modelo no mercado sucroenergético.

Salienta-se que, por se tratar de um estudo de caso, os resultados apontados neste estudo não podem ser generalizados para todas as empresas do setor analisado. No entanto, espera-se que as informações levantadas nesta pesquisa possam servir de embasamento para estudos mais amplos, que visem traçar um panorama mais abrangente do setor, a partir de pesquisas com um número representativo de empresas sucroenergéticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLANCHET, M.. **Industry 4.0:** the new industrial revolution. How Europe will succeed. 2014. Disponível em: <http://www.iberglobal.com/files/Roland_Berger_Industry.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

BRAUNBECK, O. A.; MAGALHÃES P. S. G. **Avaliação tecnológica da mecanização da cana-de-açúcar**. In: Cortez, L. A. B. (Org.). *Bioetanol de Cana-de-Açúcar, P&D para Produtividade e Sustentabilidade*. São Paulo: Blucher, p. 451-464, 2010.

CAIXETA-FILHO, J. V.; GAMEIRO, A. H. **Transporte e logística em sistemas agroindustriais.** *In*: CAIXETA-FILHO, J.; GAMEIRO, A. H. (Orgs.). São Paulo: Atlas, 2001.

CORREIA, A. N. **Monitoramento da expansão da cultura de cana-de-açúcar na região sul de Mato Grosso do Sul**. Monografia (Licenciatura em Física) - Curso de Física, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2009.

COSTA, B. P. C. **Aspectos logísticos do escoamento do açúcar paulista: trecho usina – porto de Santos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: UFSCar, 2007.

FAO. **How to feed the world in 2050**. (Mendes, Buainain, & Fasiaben, 2014). Rome, 2009. Disponível em: <http://www.fao.org/wsfs/forum2050/wsfsbackground-documents/issues-briefs/en/>. Acesso em: 15 fev. 2019.

GELB, E.; VOET, H. **ICT adoption trends in agriculture**: a summary of the EFITA ICT adoption questionnaires (1999-2009). [2009]. Disponível em: <http://departments.agri.huji.ac.il/economics/voet-gelb.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

GLOBO RURAL. **Frota da maior usina de cana do mundo dá duas voltas na terra por dia**, 2018. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Cana/noticia/2018/09/frota-da-maior-usina-de-cana-do-mundo-da-duas-voltas-na-terra-por-dia.html>. Acesso em: 20 jan, 2019.

GOMES, Bruno. **Indústria 4.0.** 2016. Disponível em: <http://www.firjan.com.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=2C908A8A555B47FF01557D8802C639A4&inline=1>. Acesso em: 14 fev. 2019.

GONÇALVES, D. A. **Análise Logística e Ambiental no Sistema de Corte, Carregamento e Transporte da Cana-de- Açúcar**. 2012. p. 67. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2012.

GUALDA, N. D. F. **Terminais de transporte: Contribuição ao Planejamento e ao Dimensionamento Operacional**. Tese apresentada para a Escola Politécnica da USP para o concurso de Livre Docência, São Paulo, 1995.

HERMANN, M; PENTEK, T; OTTO, B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**. 2015. Disponível em: <http://www.iim.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2019.

IANNONI, A. P.; MORABITO, R. Análise do sistema logístico de Recepção de cana-de-açúcar: um Estudo de caso utilizando Simulação discreta. **Gestão & Educação**. v. 9, n.2, 2002.

LOPES, C. H. Tecnologia de produção de açúcar de cana. São Carlos**: EdUFSCAR (Coleção UAB-UFSCar)**, 183p. 2011.

MACEDO, I. de C. **A Energia da Cana-de-Açúcar: Doze estudos sobre a agroindústria da cana-de-açúcar no Brasil e sua sustentabilidade.** São Paulo, 2005.

MARQUES, K. M.; ALVES K. C. M.; BORGES R. M**. Logística de Transporte da cana-de-açúcar como uma especificidade da logística geral aplicada ao setor sucroalcooleiro.** Monografia (Bacharel em Administração) - Curso de Graduação em Administração de Empresas, Faculdades Integradas "Antônio Eufrásio de Toledo", Presidente Prudente, 2006.

MASLARIĆ, M.; NIKOLIČIĆ, S.; MIRČETIĆ, D.. Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet. **Gruyter.** Novi Sad, Servia, p. 511-517. ago. 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A; MOURA, M. F. **Os novos desafios e oportunidades das tecnologias da informação e da comunicação na agricultura (AgroTIC)**. In: S. M. Massruhá, *Tecnologias da Informação e Comunicação e suas relações com a agricultura* (p. 23-38), Brasiília: Embrapa. 2014.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. **Agro 4.0 – rumo à agricultura digital**. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1073150/agro-40---rumo-a-agricultura-digital>. Acesso em: 14 fev. 2019**.**

MENDES, C. I., BUAINAIN, A. M., & FASIABEN, M. C. **Uso de computador e Internet nos estabelecimentos agropecuários brasileiros**. In: S. M. Massruhá, *Tecnologias da Informação e Comunicação e suas relações com a agricultura* (p. 39-52). Brasília: Embrapa. 2014.

MEURER, A. P. S.; LOBO, D. S. Caracterização da logística do sistema agroindustrial (sag) da cana-de-açúcar no centro-oeste do Brasil. **E&G Economia e Gestão**. v. 15, n. 39, 2015.

MUNDIM, J. U. C. **Uso de Simulação de Eventos discretos para o dimensionamento de frota para colheita e transporte de cana-de-açúcar**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

NOGUEIRA, L. A. H.; CAPAZ, R. S. **Ethanol from sugarcane in Brazil: Economic perspectives**. In: PANDEY, A.; HÖFER, R.; LARROCHE, C.; TAHERZADEH, M.; NAMPOOTHIRI, K. M. Industrial Biorefineries & White Biotechnology (p. 237-246). Amsterdam, Netherlands, 2015.

PEETS, S; MOUAZEN, A. M.; BLACKBURN, K.; KUANG, B.; WIEBENSOHN, J. Methods and procedures for automatic collection and management of data acquired from on-the-go sensors with application to on-the-go soil sensors. **Computers and Electronics in Agriculture**, New York, v. 81, n. 1, p. 104-112, Feb. 2012.

PETRAGLIA, J. et al. Análise do processo decisório na ampliação da armazenagem de Etanol no porto de santos: um estudo de caso. **REGE**. v. 21, n. 3, 2014.

RANGEL, J. J. A. Modelo de simulação para o Sistema de Corte, Carregamento e Transporte de cana-de-açúcar: um estudo de caso no Estado do Rio de Janeiro. **VÉRTICES**, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 11, n. 1/3, p. 43-54, jan./dez. 2009.

ROSSI, M. C. Logística 4.0: Tecnologia e operações mais unidas do que nunca. **Mundo Logística**. n. 58, p. 24-30, 2017.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. G**. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente**. 310 p 2ª Edição. Piracicaba. Editora Barros & Marques Editoração Eletrônica, 2007.

SILVA, J. E. A. R. **Desenvolvimento de um modelo de simulação para auxiliar o gerenciamento de sistemas de corte, carregamento e transporte de cana-de-açúcar**. São Paulo, Dissertação (Mestrado), Universidade de São Carlos, 2006.

SILVA, J. E. A. R.; ALVES, M. R. P. A.; COSTA, M. A. B. Planejamento de turnos de trabalho: uma abordagem no setor sucroalcooleiro com uso de simulação discreta. **Gestão & Produção**. v. 18, n.1, 2011.

SILVA, A. T. B. Modelagem e simulação de processos (corte, carregamento e transporte) na produção agrícola de açúcar e álcool. Uberlândia, Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Uberlândia, 2012.

SILVEIRA, C. B.; LOPES, G. C. **O que é Indústria 4.0 e como ela vai Impactar o mundo.** 2016. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>. Acesso em: 14 fev. 2019.

SOUSA, R. V. de; LOPES, W. C.; INAMASU, R. Y. **Automação de máquinas e implementos agrícolas: eletrônica embarcada, robótica e sistema de gestão de informação**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.

ÚNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR**. Setor sucroenergético no brasil uma visão para 2030**, 2016. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/documents/10584/7948692/UNICA-CEISE_Setor+Sucroenerg%C3%A9tico+no+Brasil_Uma+Vis%C3%A3o+para+2030.pdf/80da9580-60c7-4f53-afaf-030ad01f3ebf;jsessionid=AC802B166C93389BED1AB445EAB7CD10.srv155>. Acesso em: 18 jan, 2019.

VASCONCELLOS, T. C.; MARINS, F. A. S.; MUNIZ JUNIOR, J. Implantação do método activity based costing na logística interna de uma empresa química. **Revista Gestão & Produção**, v. 15, n. 2, 2008.

VEIGA, C.F.M.; VIEIRA, J.R.; MORGADO, I. F. Diagnóstico da cadeia produtiva de cana-de-açúcar do estado do Rio de Janeiro, 2006. Monografia - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

VENTURELLI, M. **A segurança de dados na Indústria 4.0.** 2017. Disponível em: <https://www.automacaoindustrial.info/seguranca-de-dados-na-industria-4-0/>. Acesso em: 14 fev. 2019.

YIN, R. K. **Estudo de casos: planejamento e métodos**. Tradução de Daniel Grassi. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.