

( ) Graduação (X) Pós-Graduação

**ANÁLISE DAS TECNOLOGIAS NO GERENCIAMENTO DE ESTOQUE DA  
GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS: O CASO DE UMA USINA  
SUCROALCOOLEIRA**

**Gianne Cristina Ribeiro da Encarnação**  
Universidade Federal Fluminense  
giannecristina@id.uff.br

**Aldara Silva Cesar**  
Universidade Federal Fluminense  
aldaracesar@id.uff.br

**Marco Antonio Conejero**  
Universidade Federal Fluminense  
marcoac@id.uff.br

**RESUMO**

O controle de estoque ao longo da cadeia de suprimentos de uma usina sucroalcooleira pode ser aprimorado por meio de diversas tecnologias. Entre elas, destacam-se o uso de RFID (Identificação por Radiofrequência), códigos de barras, QR codes, GPS (Sistema de Posicionamento Global) e sistemas de gerenciamento de estoque baseados em nuvem. Essas tecnologias proporcionam uma visibilidade em tempo real dos produtos, melhoram a precisão do inventário, reduzem custos operacionais e aumentam a eficiência geral da cadeia de suprimentos. A partir da aplicação de um questionário para um grupo de entrevistados selecionados do setor de suprimentos de uma usina no interior do estado de São Paulo, foram analisados os principais insights gerados por eles e suas perspectivas para o futuro no setor. Como resultado, os entrevistados relatam que a tecnologia é essencial para melhoria nos processos de gestão de estoque, e com o avanço das tecnologias espera-se ter máxima eficiência na gestão, bem como melhor aproveitamento do capital humano e diminuição dos erros operacionais. Com isso, investir nessas tecnologias é essencial para otimizar processos e garantir a competitividade no setor sucroalcooleiro.

**Palavras-chave:** Gestão de Estoques; Suprimentos; Tecnologias; Rastreamento.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e exportador mundial de açúcar, com participação superior a 30% nos últimos anos e receita cambial da ordem de 8,7 bilhões de dólares em 2020, mas já chegou a 12 bilhões de dólares em 2017 (EMBRAPA, 2022). Essa competitividade se justifica, em parte, pois o Brasil é o país com menor custo de produção de açúcar e de álcool, pois o país passou por uma revolução tecnológica, com ampliação de práticas sustentáveis, levando em consideração a baixa pegada de carbono e as melhores práticas em toda a cadeia de valor (ÚNICA, 2024). De acordo com CONAB (2024), o levantamento da safra 2023/24 da cultura de cana-de-açúcar chegou a 677,6 milhões de toneladas, estabelecendo um novo recorde na série histórica da estatal.

Diante deste contexto, é crescente as tecnologias que vem surgindo e sendo desenvolvidas em todos os campos. A cadeia de suprimentos é crucial como fonte de vantagem competitiva e para isso diversas ferramentas vêm sendo implementadas ao longo de todo o seu percurso.

e acordo com o SEBRAE (2022), a cadeia de suprimentos, também conhecida como *supplychain*, é definida como um sistema de organizações de pessoas, atividades, informações e recursos, todos envolvidos na atividade de transportar produtos ou serviços dos fornecedores aos clientes. O conceito de cadeia de suprimentos, segundo Swaminathan, Smith e Sadeh (1996) é descrito como uma rede de entidades de negócios autônomos ou semi-autônomos responsáveis coletivamente pelas atividades de compras, produção e distribuição associadas com uma ou mais famílias de produtos.

Para Lambert e Burduroglu (2000), a cadeia de suprimentos não é uma função de negócios, é uma rede de empresas e o gerenciamento da cadeia de suprimentos é a implementação de relacionamentos interfuncionais com os principais clientes e fornecedores dessa rede. É um novo modelo de negócios necessário para o sucesso de uma organização e todas as funções de negócios precisam estar envolvidas.

No crescimento da empresa e na diversificação da pauta de produtos, cada vez é mais importante controlar tudo o que está acontecendo em cada ponta da cadeia, e assim garantir o atendimento dos usuários e manutenção do fluxo de produção agrícola e industrial que irão convergir na entrega dos produtos.

Com o constante crescimento das agroindústrias é fundamental que diversas formas de controle sejam implementadas, e para a gestão da cadeia de suprimentos não seria diferente. Nos últimos anos, diversas fontes de rastreabilidade e automações são implementadas em cada

elo desse sistema, podendo ser tidos como exemplos: o MRP (Planejamento de Necessidades de Material), a IoT (Internet das Coisas), os *QRcodes* e o *blockchain* (Yasar, 2020). Tudo isso, gera mais assertividade, produtividade, agilidade, resiliência e redução de custos dentro da cadeia, assim como, mais sustentabilidade, rastreabilidade e transparência de todo o processo.

No que tange ao setor sucroalcooleiro, um sistema de rastreabilidade usando tecnologia *blockchain*, para produtos e processos agroindustriais da cadeia produtiva da cana-de-açúcar já está sendo desenvolvido pela EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), por exemplo. Será gerada uma ferramenta para armazenar, registrar, organizar e rastrear os processos e produtos agroindustriais dessa cadeia, garantindo maior confiabilidade e segurança das informações fornecidas ao mercado consumidor sobre a origem das matérias-primas e insumos (EMBRAPA, 2022). Dessa forma, será possível disponibilizar todas as informações coletadas, desde a produção no campo até a chegada ao consumidor final, passando pela moagem da cana-de-açúcar, extração na usina, distribuição e comercialização dos produtos.

Nesse sentido, este trabalho visa descrever as tecnologias que permitem o rastreamento de estoque ao longo da cadeia de suprimentos usando como caso uma usina sucroalcooleira.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Cadeia de produção de cana-de-açúcar

O setor da produção de cana-de-açúcar é de suma importância para a economia de diversos países, especialmente para aqueles que têm uma forte indústria sucroalcooleira. A cana-de-açúcar é uma cultura versátil, sendo utilizada tanto para a produção de açúcar quanto para a produção de etanol, além de fornecer subprodutos importantes, como o bagaço, utilizado na geração de energia.

Na Tabela 1, nota-se o Brasil como grande produtor de cana-de-açúcar, porém quando se fala de produtividade, países como Colômbia e Austrália se destacam.

No Brasil a produção é marcada por dois períodos de safra distintos: de setembro a março no Norte-Nordeste e de abril a novembro no Centro-Sul. Segundo a Nova Cana (2024), as destilarias mais eficientes produzem aproximadamente 85 litros de etanol anidro por tonelada de cana. Em média, as usinas produzem cerca de 71 kg de açúcar e 42 litros de etanol por tonelada de cana processada. O estado de São Paulo se destaca como o principal produtor, contribuindo com cerca de 60% da produção nacional de cana, açúcar e etanol. O segundo maior

produtor é o estado do Paraná, responsável por 8% da cana moída no Brasil.

**Tabela 1 - Principais produtores de cana no mundo**

País	Área colhida (10 ha)	Produção (10 t)	% Área colhida	Produtividade (t/ha)
Brasil	6,153	455,3	30,2	74,0
Índia	4,200	281,2	20,6	67,0
China	1,220	100,7	6,0	82,5
México	0,668	50,6	3,3	75,7
Tailândia	0,936	47,7	4,6	51,0
Paquistão	0,907	44,7	4,6	51,0
Colômbia	0,426	39,8	2,1	93,4
Austrália	0,415	38,2	2,0	92,0
Indonésia	0,370	30,2	1,8	81,6
Estados Unidos	0,364	26,8	1,8	73,6
Outros	4,713	276,2	23,1	58,6
Total	20,372	1.391,4	100,0	68,3

Fonte: Nova Cana, 2024

A produção de cana no Brasil cresceu rapidamente após o estabelecimento do Proálcool em 1975, atingindo um novo patamar em torno de 220 milhões de toneladas por ano em 1986/87. Desde então, com exceção do período entre 1998 e 2001, quando houve uma queda devido a uma crise no setor, a produção tem crescido continuamente. O lançamento dos veículos *flexfuel* em 2003 impulsionou ainda mais a produção, atendendo à crescente demanda por álcool hidratado (Nova Cana, 2024).

A pauta de produção da cana-de-açúcar tem se diversificado ao longo dos anos, juntamente com o crescimento da demanda em torno da sustentabilidade. Alguns exemplos citados pela CEPEA (2023) são:

- Bagaço de cana: trata-se de um subproduto da produção de açúcar e etanol, com múltiplas aplicações. Pode ser aproveitado para a geração de energia elétrica, biogás e para a fabricação de outros produtos, como papel, plástico e ração animal.
- Biomassa: consiste na matéria orgânica passível de ser utilizada para a produção de energia. No contexto sucroenergético, a biomassa pode ser obtida a partir do bagaço de cana, da palha da cana ou de outros resíduos agrícolas.
- Açúcar orgânico: é produzido a partir da cana-de-açúcar cultivada sem a utilização de agrotóxicos ou fertilizantes sintéticos. Apesar de ser um produto de nicho, tem ganhado popularidade nos últimos anos.

- Vinhaça na adubação: é um fertilizante rico em nitrogênio, fósforo e potássio, podendo ser empregado na fertilização de plantações de cana-de-açúcar e de outras culturas agrícolas. Além disso, a vinhaça pode ser utilizada para a produção de biogás, um biocombustível que pode ser empregado para a geração de energia elétrica ou térmica.
- Produção de produtos químicos: a vinhaça possui potencial para a produção de uma ampla variedade de produtos químicos, incluindo etanol, ácido sulfúrico e ureia.
- E2G e hidrogênio: representam fontes de energia renováveis e sustentáveis que não emitem gases de efeito estufa. No entanto, é importante ressaltar que a produção de E2G e hidrogênio ainda enfrenta desafios, como o custo de produção e a eficiência do processo. O setor sucroenergético brasileiro está empenhado em superar tais desafios e tornar a produção de E2G e hidrogênio mais competitiva.

Nesse sentido, a produção de cana-de-açúcar envolve uma série de desafios, incluindo questões relacionadas à produtividade, sustentabilidade ambiental, logística e gestão de resíduos. Para enfrentar esses desafios, o setor tem buscado constantemente inovações tecnológicas e práticas agrícolas sustentáveis

## 2.2 Gestão da Cadeia de Suprimentos

A cadeia de suprimentos (CS) compreende os processos necessários para obter materiais, agregar valor de acordo com as necessidades dos clientes e consumidores e disponibilizar os produtos. A gestão eficaz da CS é essencial para atender às necessidades dos clientes e garantir sua fidelização. De acordo Chopra e Meindl (2020), a CS é a rede de organizações que estão envolvidas na produção e entrega de um produto específico, desde os fornecedores de matérias-primas até os fabricantes, distribuidores, varejistas e, finalmente, os consumidores.

Nessa dinâmica da CS, é crucial priorizar a satisfação do cliente, pois são suas opiniões e críticas que fornecem um retorno essencial para os gestores. Através desse *feedback*, os responsáveis pela gestão da cadeia de suprimentos (GCS) podem ajustar suas estratégias, garantindo assim a fidelização do cliente ao atender às suas necessidades de forma eficaz.

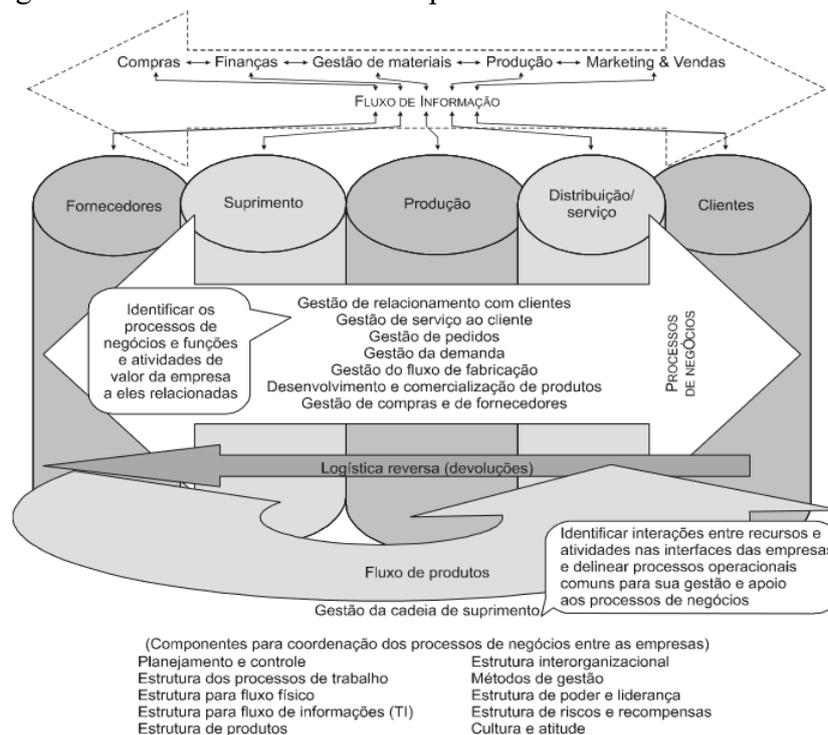
De acordo com a empresa Itransport (2018), o conceito de GCS fundamenta-se em duas ideias principais. A primeira enfatiza as dinâmicas de abastecimento do mercado, evidenciando que praticamente todos os produtos que chegam aos consumidores finais resultam de esforços

colaborativos de diversas organizações. Já a segunda ideia destaca que, apesar das CSs existirem há bastante tempo, a maioria das organizações limitava-se a observar apenas o que ocorria dentro de seus próprios processos de distribuição, fornecimento e produção.

Portogente (2018) complementa que a GCS engloba a integração de todos os elementos envolvidos em uma CS, bem como o conjunto de técnicas utilizadas para promover a excelência na integração entre as diferentes etapas dessa cadeia.

Segundo Lambert e Cooper (2000), a GCS foi primeiramente introduzida por consultores nos anos 1980 e tem desde então atraído uma considerável atenção. A partir dos anos 1990, especialmente, acadêmicos têm se empenhado em desenvolver uma estrutura conceitual para a gestão eficaz da CS. Na Figura 1, verifica-se como acontece o fluxo de informação dentro de todo o processo, que inicia com o setor de compras e passa desde finança, gestão de materiais, produção e marketing e vendas.

Figura 1 - Gestão da Cadeia de Suprimentos



Fonte: Lambert e Cooper (2000)

Para Coelho (2010), a GCS envolve a coordenação estratégica de diversos fluxos, incluindo produtos, serviços, recursos financeiros e informações, além das interações entre empresas, com o intuito de atingir e sustentar os objetivos organizacionais.

Conforme destacado por Chopra e Meindl (2003), a informação desempenha um papel

vital na GCS, pois os gestores dependem de dados precisos para atender às demandas dos clientes, gerenciar o estoque e coordenar a produção e o transporte de forma eficiente. De fato, a informação é o elemento central da CS, sem a qual os outros aspectos não seriam capazes de alcançar um alto desempenho.

Para garantir a consistência das informações e dos processos de negócio, várias ferramentas têm sido desenvolvidas ao longo dos anos. Os gestores precisam de informações objetivas que revelem as necessidades dos clientes, para que a GCS, o controle de estoque e a entrega ágil das mercadorias possam ser eficazes, tornando-se um modelo para enfrentar desafios futuros. Secaf (2019) e Felix e Gomes (2019) também destacam que o controle das atividades relacionadas ao setor de suprimentos é uma tarefa complexa, exigindo o uso de ferramentas auxiliares que promovam uma gestão mais eficiente do planejamento e das negociações. Para o funcionamento adequado da CS, é essencial que todos os participantes estejam comprometidos e engajados, buscando constantemente o crescimento e o aprimoramento dela.

Nesse sentido, a tecnologia da informação desempenha um papel fundamental na integração e gestão eficiente da cadeia de suprimentos, fornecendo informações essenciais para tomar decisões estratégicas. Ferramentas e sistemas de informação são utilizados para garantir a consistência das informações e dos processos de negócio.

### **2.3 Uso da Tecnologia na Gestão da Cadeia de Suprimentos**

A tecnologia da informação tem sido amplamente desenvolvida nas empresas, o que faz com que os administradores precisem entender seu conceito, escopo e aplicações. Devido à enorme dinâmica do campo, certos conceitos devem ser bem absorvidos como forma de criar uma base de conhecimento sólida, de forma que seja mais fácil lidar com o campo do conhecimento em rápida evolução.

O avanço da Tecnologia da Informação (TI) tem promovido uma verdadeira revolução nos processos de coleta, armazenamento, processamento, transmissão e apresentação de informações.

As aplicações de TI têm permeado todos os setores da economia, atendendo a uma variedade de demandas. O constante desenvolvimento de novos sistemas de informação tem sido uma prática essencial para aprimorar a produção, a qualidade e a eficiência das empresas, tanto em suas áreas administrativas quanto nas de manufatura e qualidade, possibilitando

inclusive o controle de máquinas e robôs (Pereira e Laurindo, 2007).

Segundo Porter (2001), a TI representa uma ferramenta poderosa para reforçar uma estratégia empresarial, apoiando-se em três pilares principais: (i) facilita o desenvolvimento de novos produtos e aprimoramento de processos; (ii) promove a rápida disseminação de inovações no mercado; e (iii) contribui para o crescimento da economia de escala, o que favorece a expansão do uso da tecnologia de informação.

Dantas (1992) destaca que todo sistema pode ser considerado um Sistema de Informação (SI), uma vez que ele captura e transmite informações entre os elementos relacionados em uma rede, contribuindo para a organização como um todo.

Por sua vez, Campos Filho (1994), sob uma perspectiva gerencial, define os SI como uma combinação estruturada de informações e práticas de trabalho, organizadas de maneira a facilitar a realização dos objetivos da organização. Nessa visão, o aspecto fundamental dos SI são as práticas de trabalho, e não apenas as tecnologias de informação.

Spinola e Pessôa (1998) definem um SI como um sistema que estabelece um ambiente integrado e consistente, capaz de fornecer as informações necessárias a todos os usuários envolvidos. Ribeiro (2009) complementa essa visão ao destacar que as tecnologias de identificação e os sistemas de rastreabilidade são partes integrantes dos SI.

Algumas tecnologias que podem ser abordadas como termos de rastreabilidade, segurança e eficiência operacional:

- *QR Code (Quick Response Code)* (Martins, 2012): são utilizados para rastrear produtos e ativos ao longo da cadeia de suprimentos de forma eficiente. Eles contêm informações codificadas que podem ser facilmente digitalizadas por dispositivos móveis ou scanners. Os *QR Codes* podem ser usados para fornecer informações detalhadas sobre um produto, incluindo sua origem, histórico de produção, data de validade, entre outros dados relevantes. Eles são úteis para melhorar a visibilidade da cadeia de suprimentos, facilitando o acompanhamento do fluxo de produtos desde a fabricação até o ponto de venda.
- *Blockchain* (IBM, 2024): é usada para criar registros digitais imutáveis e transparentes de transações ao longo da cadeia de suprimentos. Ela permite o compartilhamento seguro de informações entre os participantes da cadeia de suprimentos, incluindo fabricantes, fornecedores, distribuidores e clientes. Pode ser usado para rastrear a proveniência de produtos, garantir a autenticidade e a integridade dos dados, e facilitar processos como auditorias e conformidade

regulatória. Ao proporcionar um registro seguro e descentralizado de todas as transações, o *Blockchain* ajuda a reduzir fraudes, erros e atrasos na cadeia de suprimentos.

- ERP (*Enterprise Resource Planning*) (SAP, 2024): são utilizados para integrar e gerenciar todas as operações e processos de uma empresa, incluindo compras, produção, estoque, vendas e finanças. Na cadeia de suprimentos, os sistemas ERP fornecem uma plataforma centralizada para o planejamento e o controle de todas as atividades relacionadas ao fornecimento e à distribuição de produtos. Eles ajudam a otimizar o fluxo de informações e materiais ao longo da cadeia de suprimentos, melhorando a eficiência, a precisão e a tomada de decisões. Os sistemas ERP também podem ser integrados com outras tecnologias, como *QR Codes* e *Blockchain*, para fornecer uma solução abrangente e totalmente integrada para gerenciar toda a cadeia de suprimentos.
- *Power Platform* (Microsoft, 2024): oferece uma abordagem abrangente e altamente eficaz para a gestão da cadeia de suprimentos, fornecendo ferramentas poderosas para automatizar processos, analisar dados, desenvolver aplicativos personalizados e integrar sistemas e dados de forma integrada e eficiente.

Em resumo, o uso de *QR Code*, *Blockchain*, ERP e a *Power Platform* na cadeia de suprimentos oferece benefícios significativos em termos de rastreabilidade, segurança e eficiência operacional, ajudando as empresas a melhorarem a visibilidade, o controle e o desempenho de suas operações logísticas.

Quando se imagina a cadeia de suprimentos sabe-se que muitos processos estão envolvidos em cada elo. Como forma de mitigar erros, ter mais rastreabilidade, controle e melhorar a performance dessas etapas, a tecnologia é essencial e se torna uma forma de garantir vantagem competitiva perante os demais concorrentes. Porter (2001) enfatiza a importância da eficiência na cadeia de suprimentos para obter vantagem competitiva. Ele argumenta que uma cadeia de suprimentos eficiente pode reduzir custos, melhorar a qualidade, aumentar a velocidade de entrega e proporcionar maior flexibilidade. Além disso, ele destaca a necessidade de alinhar a cadeia de suprimentos com a estratégia geral da empresa para garantir consistência e coesão. As empresas devem buscar constantemente maneiras de melhorar seus processos e agregar valor aos clientes por meio de uma gestão eficaz da cadeia de suprimentos.

A seguir será mostrada as principais tecnologias ligadas ao rastreamento na GCS, seguindo alguns notáveis especialistas que descrevem sobre o assunto na literatura.

Chopra (2017) destaca algumas das principais tecnologias utilizadas nesse contexto:

- Os sistemas ERP (Planejamento de Recursos Empresariais) são fundamentais para integrar e gerenciar todas as operações e processos de uma empresa, desde compras e produção até vendas e finanças. Eles proporcionam uma plataforma centralizada para o planejamento e controle de atividades relacionadas à cadeia de suprimentos.
- RFID (Identificação por Radiofrequência) é amplamente utilizado para rastrear e identificar produtos ao longo da cadeia de suprimentos. Essa tecnologia permite uma melhor visibilidade e controle dos itens, contribuindo para a eficiência operacional e a redução de erros.
- Os sistemas de Gerenciamento de Armazéns (WMS) também desempenham um papel crucial na gestão eficiente dos estoques em armazéns e centros de distribuição. Eles ajudam a otimizar o espaço de armazenamento, o fluxo de produtos e as operações de *picking* e *packing*.
- Sistemas de Planejamento de Demanda e Abastecimento (APS), que são utilizados para prever a demanda futura e planejar o abastecimento de produtos de forma mais eficaz. Eles auxiliam na elaboração de planos de produção e na gestão do estoque para atender às necessidades dos clientes.
- Tecnologias de Rastreamento e Monitoramento de Transporte permitem o acompanhamento em tempo real de veículos e cargas durante o transporte. Elas contribuem para o gerenciamento de rotas, o cumprimento de prazos de entrega e a segurança das operações logísticas.

Lambert, Stock e Ellram (2017) demonstram diversas tecnologias que desempenham papéis fundamentais na gestão moderna da cadeia de suprimentos:

- Gerenciamento de Relacionamento com Fornecedores (SRM), que permitem uma colaboração mais estreita e eficiente com os fornecedores, desde a seleção até o desempenho.
- ERP são destacados como essenciais para integrar as funções de negócios em uma única plataforma, permitindo uma melhor coordenação e comunicação ao longo da cadeia de suprimentos.
- RFID também é enfatizada por sua capacidade de rastrear e identificar produtos de forma precisa e eficiente, melhorando a visibilidade e a precisão dos estoques.

- Sistemas de Gerenciamento de Armazém (WMS) são outra tecnologia importante, uma vez que ajudam a otimizar as operações de armazenagem e movimentação de produtos nos centros de distribuição.
- Planejamento de Demanda e Abastecimento (APS) são fundamentais para prever a demanda futura e planejar o abastecimento de produtos de forma mais precisa e eficiente.
- Tecnologias de Rastreamento e Monitoramento de Transporte para garantir a visibilidade e o controle das operações de transporte ao longo da cadeia de suprimentos. Essas tecnologias permitem o acompanhamento em tempo real de veículos e cargas, facilitando o gerenciamento de rotas, o cumprimento de prazos de entrega e a segurança das operações logísticas.

Essas tecnologias são essenciais para aprimorar a eficiência, a visibilidade e o desempenho da cadeia de suprimentos, contribuindo para o sucesso das organizações no mercado competitivo atual. No Quadro 1 estão as principais tecnologias abordados quando se menciona a GCS, nele estão descritas de acordo com autores renomados da área:

**Quadro 1 – Tecnologias na cadeia de suprimentos**

Tecnologia	Descrição	Autores
Internet das Coisas (IoT)	Conecta dispositivos e sistemas para coletar, compartilhar e analisar dados, permitindo uma gestão mais eficiente da cadeia de suprimentos.	Spinola e Pessoa (1998)
Blockchain	Tecnologia de registro distribuído que permite transações seguras e transparentes ao longo da cadeia de suprimentos, reduzindo riscos e custos.	Chopra (2017)
Identificação por Radiofrequência (RFID)	Utiliza tags de RF para identificar e rastrear produtos ao longo da cadeia de suprimentos, melhorando a visibilidade e eficiência.	Chopra (2017)
Inteligência Artificial (IA)	Aplica algoritmos inteligentes para analisar dados, prever demandas e otimizar processos na cadeia de suprimentos, melhorando a tomada de decisão e a eficiência operacional.	Spinola e Pessoa (1998)
Computação em Nuvem	Fornecer acesso remoto a recursos computacionais, armazenamento e aplicativos, facilitando a colaboração e o compartilhamento de informações.	Spinola e Pessoa (1998)
Sistemas de Gestão Integrada (ERP)	Integra todas as operações de uma empresa, incluindo compras, produção, estoque e vendas, oferecendo uma visão unificada da cadeia de suprimentos e facilitando o planejamento.	Secaf (2019)
Sistemas de Planejamento de Recursos Empresariais (ERP)	Automatiza processos de negócios e otimiza o uso de recursos, permitindo um melhor planejamento e controle na cadeia de suprimentos.	Lambert, Stock e Ellram (2017)

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente estudo adota uma abordagem de método qualitativo, com o tipo de pesquisa descritiva, na qual se busca descrever a realidade, porém sem intervenção.

No primeiro momento foi feita uma revisão bibliográfica, onde destaca-se um grupo de tecnologias utilizadas e sobre o seu impacto na GCS. Logo após, a análise foi mais direcionada ao mercado sucroalcooleiro e suas peculiaridades. A partir da análise da literatura, foram elaborados roteiros para as entrevistas junto aos profissionais-chave da empresa focal desse estudo (Quadro 2), buscando os pontos de vistas desses sobre a mudança no cenário nos últimos anos e o impacto que isso tem feito na equipe, assertividade na tomada de decisão e a confiabilidade na informação e rastreabilidade dos processos.

**Quadro 2 - Apresentação dos profissionais-chave entrevistados na pesquisa**

Profissionais Chave	Cargo	Tempo de Experiência na empresa (anos)	Área	Formação
1	Gerente	30	Suprimentos	Administração
2	Supervisor	20	Almoxarifado e Posto	Administração
3	Coordenador	4	Almoxarifado e Posto	Administração
4	Coordenador	4	Compras	Engenharia de Produção
5	Analista de Planejamento	8	Almoxarifado	Administração
6	Analista de Negócios	13	Almoxarifado	Administração
7	Analista de Negócios	2	Tecnologia da Informação	Tecnologia da Informação

Estes foram os cargos escolhidos a serem entrevistados por apresentarem:

- Experiência com aquisição de novas tecnologias;
- Visão sistêmica sobre os processos;
- Ciência sobre os interesses da organização;
- Conhecimento dos objetivos estratégicos do grupo;
- Ser primeiro nível de aprovação de aquisição de novas tecnologias e equipamentos.

Explorou-se como as tecnologias impactaram as operações de estoque ao longo do tempo e quais mudanças foram observadas nos últimos anos, e assim, investigando as expectativas futuras dos gestores em relação ao uso e desenvolvimento dessas tecnologias na CS.

Para análise dos dados gerados na pesquisa, foram criadas categorias e feita a classificação das respostas. Identificados os padrões, tendências e *insights* relevantes relacionados às características das tecnologias de controle de estoque, seleção de tecnologias de rastreabilidade e perspectivas dos gestores. Sintetizando os resultados em um relatório final que descreveu as principais descobertas, conclusões e recomendações.

A transcrição e organização dos dados é o primeiro passo na análise de dados, é onde são transcritas todas as entrevistas, grupos focais ou outras formas de dados coletados. A análise cuidadosa do contexto e das experiências dos participantes buscou relações entre diferentes temas ou categorias e explorou exceções nas respostas oriundas da pesquisa. Os resultados da análise foram apresentados de forma clara e acessível, utilizando citações dos participantes para ilustrar e apoiar as conclusões. A análise de conteúdo e interpretação do significado de dados textuais, visuais ou auditivos. Ela envolve a identificação de padrões, temas e significados dentro do conteúdo coletado, permitindo a compreensão do assunto estudado.

Os resultados foram discutidos destacando suas principais conclusões e limitações do estudo e identificadas as sugestões para pesquisas futuras são apresentadas.

#### **4 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS DADOS**

Na gestão de estoque de uma usina sucroalcooleira, a integração de tecnologia na cadeia de suprimentos traz uma série de vantagens consideráveis. Em primeiro lugar, a precisão do inventário é aprimorada através do uso de tecnologias como RFID, códigos de barras e GPS, o que minimiza erros de contagem manual e ajuda a evitar perdas de estoque - isso foi destacado na entrevista feita com analista de planejamento (profissional-chave 5) do setor de suprimentos. Além disso, no ponto de vista de um dos coordenadores (profissional-chave 3), a visibilidade em tempo real de todos os itens na cadeia de suprimentos, desde a chegada de matéria-prima até a distribuição do produto acabado, permite uma gestão mais eficaz, identificando áreas de melhoria e otimização de processos. Por outro lado, outro coordenador (profissional-chave 4) destacou a necessidade de cada vez mais buscar por profissionais especializados e qualificados para lidar com essas mudanças tecnológicas tem sido um grande desafio, pois muitos não entendem as peculiaridades do setor sucoenergético.

Em relação à eficiência operacional é um benefício que todos concordaram e acreditam que irá potencializar ganhos. Com a automação de tarefas de rastreamento e monitoramento, há uma redução significativa do tempo gasto em atividades manuais, possibilitando uma alocação

mais estratégica de recursos e aumentando a produtividade geral das operações da usina.

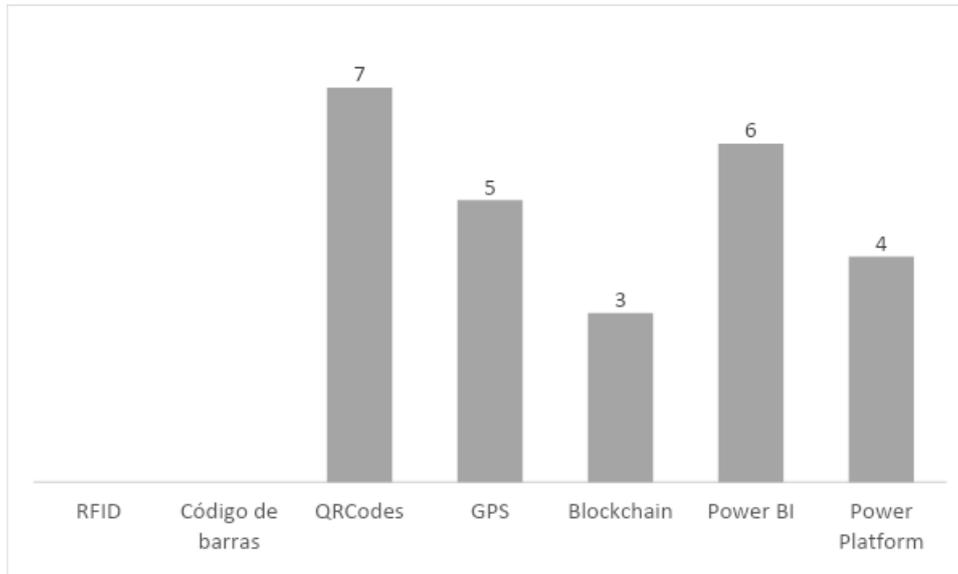
Além disso, o uso de tecnologia na gestão de estoque contribui para a redução de custos, foi novamente destacado pelo coordenador entrevistado (profissional-chave 3). A precisão do inventário e a eficiência operacional resultante ajudam a minimizar custos associados ao estoque desnecessário, à obsolescência de produtos e a erros de pedidos, foi um fator enaltecido pela gerência. A visibilidade aprimorada da cadeia de suprimentos também facilita a negociação com fornecedores e a otimização dos recursos disponíveis. A disponibilidade de dados detalhados sobre o fluxo de produtos na cadeia de suprimentos possibilita uma tomada de decisão mais embasada. Os dados coletados podem ser analisados para identificar padrões, tendências e oportunidades de melhoria, permitindo uma gestão mais estratégica e adaptativa.

A aplicação de questionário a cada um dos entrevistados selecionados da usina sucroenergética estudada mostra algumas informações pertinentes. Dentro do grupo amostral todos tinham conhecimento sobre tecnologias de rastreamento, alguns mais profundamente, via parte sistêmica, e outros na visão gestão. Inclusive enfatizaram que buscam frequentemente contatos com outras usinas, com a finalidade de encontrar novas tecnologias e aprimoramento no processo. Na pesquisa, os entrevistados selecionaram as tecnologias que observavam ser utilizada dentro das unidades da empresa. Foi perguntado se era de conhecimento deles algumas tecnologias descritas no Quadro 1, e alguns deles adicionaram outras, assim como *Power Platform* e *Power BI*. Com isso, o Gráfico 1, mostra quantos dos entrevistados conheciam cada tecnologia. Nenhum deles estava familiarizado com o RFID e códigos de barras também não são usados pelo setor, pois atualmente os desenvolvimentos estão voltados para o *QRCode* e *Power BI*.

Algumas palavras-chave foram frequentemente faladas durante a pesquisa, são elas:

- Segurança;
- Confiabilidade;
- Redução de Perdas;
- Melhoria Contínua;
- Mitigação de Erros operacionais.

Gráfico 1 - Tecnologias de Rastreamento



Isso mostra a compreensão dos benefícios que a tecnologia vem trazendo junto a melhoria de processos. Atualmente muitos gestores (profissionais-chave 2, 3 e 4) destacaram a melhora na condução das atividades essenciais, via *dashboards* que são ligados ao banco de dados dos ERP e assim as criticidades são assertivamente tratadas com maior eficiência e eficácia.

Quando perguntados sobre os desafios e limitações, as respostas foram múltiplas, tais como:

- Integração com sistemas (ERP);
- Segurança da Informação (dados);
- Mudança de *mindset* da equipe;
- Resistência a mudanças;
- Altos custos de investimentos;
- Treinamento da equipe;
- Suporte e manutenção;
- Infraestrutura tecnológica.

Segundo a supervisora entrevistada (profissional-chave 2), espera-se que nos próximos anos as tecnologias de rastreamento desempenhem um papel cada vez mais importante na GCS das usinas, impulsionando avanços significativos e mudanças positivas. Para a analista de negócios (profissional-chave 6) da área de suprimentos, uma das tendências esperadas é uma maior integração entre as diferentes tecnologias de rastreamento e os sistemas de GCS, permitindo uma visão mais holística e coordenada de toda a operação. Além disso, a

entrevistada do setor de T.I. (profissional-chave 7) prevê que novas tecnologias, como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial (IA) e *blockchain*, sejam cada vez mais utilizadas para aprimorar o rastreamento e a visibilidade dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos. Contudo, no geral, o que é observado é a expectativa que a tecnologia venha como facilitador e torne o processo mais eficaz e seguro. Para criação de *dashboards* e utilização da *Power Platform* ela cita o uso de banco de dados ligados diretamente ao *Power BI* que permite que os dados fiquem disponíveis com atualização em tempo real, sendo isso um grande facilitador da gestão. Tanto Supervisora (profissional-chave 2), Gerência (profissional-chave 1) e Coordenações (profissionais-chave 3 e 4) comentaram sobre a maior facilidade de gerir os números a partir dos painéis disponíveis criados com essa ferramenta.

Com o avanço da tecnologia, espera-se uma melhoria na precisão e velocidade do rastreamento, possibilitando uma identificação mais rápida e eficiente de produtos, reduzindo erros e aumentando a eficiência operacional, isso foi citado por diversos entrevistados. Outro ponto importante é a ênfase na sustentabilidade e responsabilidade social, onde as tecnologias de rastreamento podem ser empregadas para promover práticas mais sustentáveis e éticas na cadeia de suprimentos, garantindo transparência e conformidade com normas e regulamentações, essa visão partiu da analista de planejamento, enfatizando a importância de utilizar as tecnologias de rastreamento não apenas para melhorar a eficiência operacional, mas também para promover valores de sustentabilidade e responsabilidade social na cadeia de suprimentos. Atualmente a usina conta com um projeto na cadeia de suprimentos, onde todo o processo desde a chegada do material ao estoque até a entrega do mesmo para o usuário final será feita usando as tecnologias de aplicativos, reconhecimento facial e *QR codes*.

Na visão geral, os entrevistados relatam que a tecnologia é essencial para melhoria nos processos de gestão de estoque, e com o avanço das tecnologias espera-se ter máxima eficiência na gestão, bem como melhor aproveitamento do capital humano e diminuição dos erros operacionais.

Como indicadores da eficiência do uso dessas tecnologias os entrevistados descreveram principalmente a implementação de metas, por parte da gestão, comparadas ao processo realizado anteriormente. Com isso a medição é feita, com tempo, qualidade, confiabilidade, e assim mensurar se a implantação atendeu ao objetivo inicial. Outro indicador que foi citado, em sua maioria pelos analistas (profissionais 3, 6 e 7), foi a taxa de erro na operação (falhas na transmissão de dados), tempo de resposta (intervalo para fornecer informações) e eficiência operacional (redução de tempo, custos, processos). A utilização de tecnologias, a exemplo do

*QRcode* que vem sendo implantado no almoxarifado ou nas tecnologias de banco de dados para implemento em *dashboards*, já é uma realidade, que promete cada vez mais avançar.

## 5 CONCLUSÕES

O uso de tecnologias na gestão de estoque em uma cadeia de suprimentos é fundamental para otimizar processos, aumentar a eficiência e garantir a competitividade das empresas. A análise dos textos estudados e dos dados obtidos por meio dos questionários revela a importância crescente dessas tecnologias no contexto atual.

A partir das respostas dos entrevistados, fica claro que as tecnologias de rastreamento, como, *QR codes* são amplamente utilizadas e reconhecidas pelos profissionais da área como ferramentas essenciais para garantir a precisão do inventário, melhorar a eficiência operacional e reduzir custos na gestão de estoque. Tal como, as tecnologias de análise de dados como *Power BI* e *Power Platform* otimizam a gestão e operação da informação, tornando a tomada de decisão mais rápida e assertiva.

Tanto a usina analisada quanto o grupo de profissionais abordados, mostraram como a busca constante por melhorias dos processos tem a tecnologia como movimentador de projetos e crescimento. Assim como, é importante proporcionar a equipe engajamento para que não vejam a utilização da tecnologia como substituto humano.

Além disso, as tecnologias de rastreamento proporcionam uma visibilidade em tempo real da cadeia de suprimentos, permitindo uma gestão mais estratégica e adaptativa. Os indicadores de desempenho monitorados incluem a precisão do inventário, o tempo de ciclo, a produtividade e a satisfação do cliente, evidenciando o impacto positivo dessas tecnologias na operação geral da empresa.

No entanto, os desafios e limitações também foram identificados, como custos de implementação, integração de sistemas e preocupações com segurança de dados, mudança de *mindset* da equipe. É importante que as empresas estejam atentas a esses desafios e busquem soluções adequadas para mitigá-los.

Diante das tendências emergentes, como a adoção de tecnologias baseadas em inteligência artificial e Internet das Coisas (IoT), é esperado que o papel das tecnologias na gestão de estoque continue a evoluir, proporcionando ainda mais benefícios e oportunidades para as empresas que souberem aproveitá-las adequadamente.

Em suma, o uso de tecnologias na gestão de estoque é essencial para garantir a

eficiência, competitividade e sustentabilidade das empresas em um ambiente de cadeia de suprimentos cada vez mais complexo e dinâmico. Investir nessas tecnologias e acompanhar as tendências do mercado é fundamental para o sucesso a longo prazo das organizações.

## AGRADECIMENTOS

À Escola de Engenharia Industrial Metalúrgica da Universidade Federal Fluminense (UFF), Volta Redonda, RJ, Brasil, pela oportunidade em desenvolver o trabalho de conclusão de curso de pós-graduação *lato sensu* em Gestão de Produtos e Mercados no Agronegócio, oferecido na modalidade de educação à distância (EaD).

## REFERÊNCIAS

CAMPOS FILHO, M. P. DE. Os sistemas de informação e as modernas tendências da tecnologia e dos negócios. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, [S. l.], v. 34, n. 6, p. 33–45, 1994.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. **O açúcar está em alta no mundo!** 2023. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/opinioao-cepea/o-acucar-esta-em-alta-no-mundo.aspx#:~:text=Baga%C3%A7o%20de%20cana%3A%20%C3%A9%20um,papel%2C%20pl%C3%A1stico%20e%20ra%C3%A7%C3%A3o%20animal.&text=Biomassa%3A%20%C3%A9%20a%20mat%C3%A9ria%20org%C3%A2nica,ser%20usada%20para%20gerar%20energia..> Acesso em: 28 fev. 2024.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation**: strategy, planning, and operation. 7. ed. [S. l.]: Pearson Education, 2020.

CHOPRA, Sunil. **Administração da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operação**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2017.

COELHO, Leonardo Callegari. **Gestão da Cadeia de Suprimentos**: conceitos, tendências e ideias para melhoria. conceitos, tendências e ideias para melhoria. 2010. Disponível em: <https://www.logisticadescomplicada.com/gestao-da-cadeia-de-suprimentos-%E2%80%93-conceitos-tendencias-e-ideias-para-melhoria/>. Acesso em: 28 fev. 2024.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Brasil). **Produção de cana-de-açúcar cresce 10,9%, estimada em 677,6 milhões de toneladas na safra 2023/24**. 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5295-producao-de-cana-de-acucar-cresce-10-9-estimada-em-677-6-milhoes-de-toneladas-na-safra-2023-24#:~:text=e%20Promo%C3%A7%C3%A3o%20Institucional-,Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20cana%2Dde%2Da%C3%A7%C3%BAcar%20cresce%2010%2C9%25,toneladas%20na%20safra%202023%2F24&text=As%20condi%C3%A7>

C3%B5es%20clim%C3%A1ticas%20e%20os,%2Dde%2Da%C3%A7%C3%BAcar%20no%20pa%C3%ADs. Acesso em: 10 fev. 2024.

DANTAS, Marcos. Sistemas de informação: a evolução dos enfoques. **Ciência da Informação**, v. 21, n. 3, 1992.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Brasil). **A cana de açúcar**. [2022] Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro/trajetoria-do-agro/desempenho-recente-do-agro/cana-de-acucar>. Acesso em: 10 fev. 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Brasil). **Sistema de rastreabilidade utilizando tecnologia blockchain para produtos e processos agroindustriais da cadeia produtiva sucroalcooleira**. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-projetos/-/projeto/218627/sistema-de-rastreabilidade-utilizando-tecnologia-blockchain-para-produtos-e-processos-agroindustriais-da-cadeia-produtiva-sucroalcooleira>. Acesso em: 10 fev. 2024.

ENSSLIN, L.; VIANNA, W. B. O design na pesquisa quali-quantitativa em engenharia de produção—questões epistemológicas. **Revista Produção Online**, v. 8, n. 1, 2008.

FELIX, Kaliandra dos Santos; GOMES, Ricardo Léo Ramos. (2019): **Negociação e planejamento de suprimentos na construção civil**. Revista Observatorio de laEconomíaLatinoamericana, Vol. 11. noviembre. ISSN: 1696-8352.

FELIX, Kaliandra dos Santos; GOMES, Ricardo Léo Ramos. (2019): **Negociação e planejamento de suprimentos na construção civil**. Revista Observatorio de laEconomíaLatinoamericana, Vol. 11. noviembre. ISSN: 1696-8352.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2007

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Cana-de-açúcar**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/cana-de-acucar/br>. Acesso em: 28 fev. 2024.

IBM. **Blockchain**. [2024]Disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/topics/blockchain>. Acesso em: 29 fev. 2024.

ITRANSPORT. **Entenda o que é gestão da cadeia de suprimentos (SCM)**. 2018. Disponível em: <<https://www.itransport.com.br/o-que-e-gestao-da-cadeia-de-suprimentos/>>. Acesso em 28 de fev. 2024.

KAUARK, Fabiana; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa**: guia prático. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LAMBERT, Douglas M.; BURDUROGLU, Renan. **Measuring and Selling the Value of Logistics**. The International Journal of Logistics Management, Vol. 11, No. 1 (2000), pp. 1-17

LAMBERT, Douglas M.; COOPER, Martha C. Issues in supplychain management. **Industrial Marketing Management**. New York, v.29, n.1, p. 65-83, 2000.

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. **Administração da Cadeia de Suprimentos: Processos, Parcerias, Desempenho**. São Paulo: Cengage Learning, 2017.

MARTINS JUNIOR, Heder Luiz. et al., Estudo da integração da tecnologia QR code com banco de dados do framework rastrograma. In: **Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais**, 8., 2012, Campos Gerais. Anais... p. 2-5. Disponível em: [http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60097\\_vf2.pdf](http://www.aeapg.org.br/8eetcg/anais/60097_vf2.pdf). Acesso em: 29 fev. 2024.

MICROSOFT. **Microsoft anuncia Microsoft Supply Chain Platform: uma nova abordagem de design para agilidade, automação e sustentabilidade da cadeia de suprimentos**. 2022. Disponível em: <<https://news.microsoft.com/pt-br/microsoft-anuncia-microsoft-supply-chain-platform-uma-nova-abordagem-de-design-para-agilidade-automacao-e-sustentabilidade-da-cadeia-de-suprimentos/>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

NOVA CANA (Brasil). **A produção de cana-de-açúcar no Brasil (e no mundo)**. [2009]. Disponível em: <https://www.novacana.com/noticias/producao-cana-de-acucar-brasil-e-mundo>. Acesso em: 28 fev. 2024.

PEREIRA, Newton Narciso; LAURINDO, Fernando José Barbin. **A importância da Tecnologia da Informação na indústria de construção naval: um estudo de caso**. Production, v. 17, n. 2, p. 354-367, 2007

PORTER, Michael Eugene. **Strategy and the internet**. Harvard Business Review, v. 79, n. 1, p.63-78, 2001.

PORTOGENTE. **O que é e como funciona a Gestão da Cadeia de Suprimentos**. Disponível em: <<https://portogente.com.br/portopedia/91207-o-que-e-a-gestao-da-cadeia-de-suprimentos-e-como-funciona>>. Acesso em 28 fev. 2024

SAP. **SAP Supply Chain Management**. [2024]. Disponível em: <<https://www.sap.com/brazil/products/scm.html>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

SEBRAE (Brasil). **Como estruturar uma cadeia de suprimentos para empresas IBT**. 2022. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/como-estruturar-uma-cadeia-de-suprimentos-para-empresas-ibt,e338f4dd79674810VgnVCM100000d701210aRCRD>. Acesso em: 11 fev. 2024.

SECAF, Vera Maria Stuart. O que é cadeia de suprimentos e como promover o gerenciamento adequado para obter o sucesso nos negócios. **Setting Consultoria**, 2019. Disponível em: <<https://setting.com.br/blog/processos/cadeia-suprimentos/>>. Acesso em 25 de fev. 2024.

SPINOLA, Mauro, PESSÔA, Marcelo. Tecnologia da Informação. In: **Gestão de Operações**. 2ª Ed. Professores do Departamento de Engenharia da Escola Politécnica da USP e da Fundação Carlos Alberto Vanzolini. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 1998, p. 97- 104

SWAMINATHAN, Jayashankar M.; SMITH, Stephen F.; SADEH, Norman M. **A Multi Agent Framework for Modeling Supply Chain Dynamics**. Technical Report, The Robotics Institute, Carnegie Mellon University, 1996

UNICA -UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Mapa Vertical da Cana-de-Açúcar no Brasil**. Disponível em: <<https://unica.com.br/wp-content/uploads/2020/10/mapa-vertical-da-cana-de-acucar-no-brasil.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2024.

UNICA - UNIÃO DA INDÚSTRIA DE CANA-DE-AÇÚCAR. **Setor sucroenergético**. Disponível em: <https://unica.com.br/setor-sucroenergetico/>. Acesso em: 10 fev. 2024.

YASAR, Ansar-UI-Haque, PAL, Kamalendu, 2020. **Internet of things and blockchain technology in apparel manufacturing supply chain data management**. Procedia Computer Science, 170, 450-457. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.03.088>.