

**Revista de Administração e Contabilidade**

*Volume 16, Ano 2024*

*Feira de Santana, ID edição: 10.29327/2402066.15.1*

*ISSN: 2177-8426*

**Gestão da inteligência artificial na agroindústria do setor lácteo: propostas,  
desafios e perspectivas**

**Matheus Cláudio Silva Arantes**

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Email: matheusclaudio.arantes@ufu.br

**Edson Arlindo Silva**

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Email: edsonasilva@ufu.br

**Alessandro Carlos da Silva Júnior**

Universidade Federal de Viçosa (UFV)

Email: alessandro.ufvadm@gmail.com

**Resumo**

A Inteligência Artificial (IA) tem se destacado como uma das áreas mais cobiçadas no cenário de investimentos em tecnologia (Aghion et al. 2019). Na indústria de laticínios, a IA tem sido predominantemente empregada na otimização de processos e automação. Este estudo teve como propósito uma investigação abrangente sobre como a IA pode proporcionar novas perspectivas para a indústria de lácteos. O objetivo geral foi analisar as potencialidades para a implementação de ferramentas de Inteligência Artificial e suas contribuições na melhoria dos processos e no controle de qualidade em uma Indústria de Laticínios. Metodologicamente, a pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e descritiva, utilizando o método de estudo de caso único. Esse procedimento foi conduzido por meio da aplicação de um roteiro de entrevista semiestruturada com um gerente do setor de Tecnologia e Informação (TI) de uma empresa de laticínios localizada no município de Ituiutaba, Estado de Minas Gerais. Os resultados indicam que a implementação da inteligência artificial no caso estudado está em estágio inicial, mas revela uma tendência promissora de aplicação e adaptação dessas tecnologias, especialmente para aprimorar a análise de qualidade e otimizar o processo produtivo. Como contribuições, este estudo visa evidenciar possibilidades para a implementação da IA em Indústrias de Laticínios e destacar para teóricos e profissionais aspectos empíricos que necessitam de uma discussão mais aprofundada em futuras pesquisas no contexto analisado.

**Palavras-Chave:** Inteligência Artificial. Automação. Otimização. Laticínios.

## 1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é um campo da ciência que busca por métodos tecnológicos criar modelos que sejam capazes de se assemelhar a inteligência humana, podendo ser utilizada tanto para a resolução de problemas ou a criação de soluções. A Inteligência Artificial, em poucas palavras, é a possibilidade de uma máquina, que através de algoritmos, possa ter uma capacidade cognitiva que se assemelhe à de um ser humano (Silva; Mairink, 2019).

Algo que está influenciando bastante o uso e desenvolvimento da IA é a chamada Indústria 4.0 cujo seu fundamento principal é a conexão entre máquinas, tendo as suas características baseadas em aprendizagem automática e a Inteligência Artificial (Silveira, 2015). Para Santos *et al.*, (2018) a Indústria 4.0 representa a mudança nos processos de produção e de modelos de negócios que eleva o patamar de desenvolvimento e gestão.

Uma das tecnologias essenciais para a indústria 4.0, é a *Internet of Things* (IOT), sendo uma das responsáveis por possibilitar que a transformação digital nas indústrias e empresas aconteça. A IOT é uma estrutura composta por uma variedade de dispositivos físicos, instrumentos e softwares inteligentes que estão interligados entre eles por uma rede, e este tipo de conectividade acaba proporcionando uma gestão remota, que possibilita uma maior integração entre o mundo físico e o digital, fazendo com que informações sejam compartilhadas de maneira simples e rápida (Fachini *et al.*, 2017).

Diante destes aspectos apresentados, acredita-se que a IA surge como uma opção promissora para as empresas do segmento de laticínios, já que com suas ferramentas se faz possível chegar a um aumento de produtividade em sua escala e viabilizar uma expansão para o seu processo produtivo (Aghion *et al.* 2019). Ante um mercado competitivo, investir em novas tecnologias pode ser considerado como algo vital, e para Babina *et al.* (2020) a mudança tecnológica é um fator chave para o crescimento, podendo levar a um melhor conhecimento sobre o fluxo de produção e favorecer novas estratégias referentes a inovação, possibilitando criar ou aperfeiçoar produtos ou serviços.

Um dos fatores que contribuíram para o crescimento do segmento de laticínios foi a reestruturação produtiva e regulamentação da cadeia produtiva do leite a partir da década de 1990. Durante este período foram realizadas mudanças significativas nos processos de produção, como o controle de importações por meio da intervenção pontual do Estado Brasileiro, para garantir o suprimento de leite ao mercado doméstico e intervindo diretamente nos preços por meio de tabelamentos. Tais mudanças acabaram por impulsionar uma crescente necessidade de se aumentar a produtividade em um mercado que estava se tornando cada vez mais competitivo (Marion Filho; Matte, 2006).

Outra condição determinante para a expansão do segmento foi a criação no ano de 1991 do MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) e a inserção do Brasil ao bloco, isso fez com que a estabilidade e o crescimento da demanda de lácteos no mercado nacional se expandisse. As tarifas alfandegárias foram reduzidas e o Brasil passou a importar leite do Uruguai e da Argentina, conseqüentemente tal ato acabou sendo responsável pelo aumento da competitividade do mercado interno devido ao baixo preço do leite importado (Clemente; Hespanhol, 2009).

Muito do desenvolvimento das indústrias brasileiras de laticínios e da cadeia produtiva de leite bovino no geral é devido à chamada concentração industrial, em que grandes investimentos foram realizados na última década e novas empresas foram

apresentadas ao mercado, sendo que este processo de concentração industrial está em andamento por fusões ou aquisições de empresas maiores. Os mais afetados diante desta condição foram os pequenos laticínios, que não conseguiram manter um bom nível de competitividade com grandes corporações, além de não terem recursos para conseguir negociar com grandes redes varejistas (Carvalho, 2010; Führ; Lins, 2023).

A cadeia produtiva do leite e os seus derivados é de suma importância, o que pode ser comprovado a partir de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que evidenciam que a produção de leite no território brasileiro está presente em cerca de 98% dos quase 5.600 municípios atuais, conforme dados obtidos do ano de 2022 pela FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*), que apontam que o Brasil é atualmente o sexto maior produtor de leite bovino do mundo, chegando a uma marca anual de 34 bilhões de litros de leite produzidos (Fao, 2022).

Existem algumas divergências encontradas na produção do leite, algo que pode ser justificado pelo fato do produto ser uma matéria-prima essencial para o processo de produção de diversos outros alimentos. No ano de 2022, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) estimou que a produção formal de leite alcançaria a marca expressiva de 24 bilhões de litros, mesmo com um cenário desfavorável com cerca de recuo produtivo de 4,4% (Embrapa, 2022).

O segmento também exerce um papel fundamental para que a economia do país possa se movimentar, em um levantamento feito pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) foi constatado que atualmente o segmento emprega cerca de 4 milhões de pessoas, incluindo de produtores rurais à trabalhadores de empresas relacionadas ao setor de lácteos (MAPA, 2022). Já no âmbito mundial segundo estimativa da FAO, existem cerca de 150 milhões de famílias que estão envolvidas em atividades relacionadas à produção do leite (Hemme; Otte, 2010).

A indústria de alimentos e laticínios no geral é uma das principais a utilizarem a automação de processos, em que se consiste em construir um sistema voltado para trabalhar com mais eficiência melhorando o processo de produção com menos custos, menor tempo e uma maior qualidade (Santos; Menezes; Queiroz, 2021). Com o avanço tecnológico essas ferramentas automatizadas acabam sendo algo essencial para o setor visto que elas acabam sendo responsáveis por melhorar o controle de qualidade e eficiência das empresas. De acordo com Sing (2018), a automação também proporciona para os trabalhadores melhores condições de trabalho reduzindo o risco de acidentes e lesões que podem ocorrer durante o processo produtivo.

Para Campos (2022) as indústrias de laticínios entendem que investir em soluções de IA não passa a ser um custo e sim um investimento, visto que essas tecnologias vêm para aperfeiçoar toda a cadeia do leite, já que com a utilização da IA todos os processos são impactados fazendo com que a gestão seja mais produtiva e eficiente para que possa atender melhor o mercado de lácteos. Diante do histórico apresentado, o problema de pesquisa que norteou este estudo surge diante do seguinte questionamento, a saber: Como a Inteligência Artificial poderia colaborar com a melhoria dos processos e do controle da qualidade em uma Indústria de Laticínios? Sendo assim, o estudo realizado teve por objetivo geral de analisar as potencialidades para a implementação de ferramentas de Inteligência Artificial e suas contribuições na melhoria dos processos e do controle de qualidade em uma Indústria de Laticínios.

Como justificativa tem-se que Brasil hoje é o sexto maior produtor de leite do mundo (Fao, 2022) e atualmente cresce a uma taxa de 4% ao ano, e correspondem a cerca de 66% do total de leite produzido pelos países que compõe o MERCOSUL. Outro fator é a sua importância socioeconômica que desempenha para a economia do país, sendo que a cadeia produtiva e as agroindústrias do leite são atualmente consideradas principais setores responsáveis pela geração de emprego, renda e arrecadação tributária no território brasileiro, além de significativa contribuição ao Produto Interno Bruto (PIB) Brasileiro. A produção do leite envolve direta e indiretamente mais de um milhão de produtores e gera outros milhões de empregos nos demais segmentos envolvidos com sua cadeia de produção. Além disso, a produção do leite no Brasil está presente em quase todos os municípios brasileiros (Rocha; Carvalho; Resende, 2020).

A agroindústria de lácteos no Brasil é um dos segmentos mais importantes da indústria de alimentos do país, já que o leite é um insumo utilizado de maneira extensa na culinária industrial e doméstica em sua forma original ou em versões derivadas, isso faz com que a produção esteja sempre em processo de melhoria contínua. Com isso a eficiência produtiva acaba sendo o processo que ganha uma maior ênfase e conta com mais desafios já que há sempre a premissa de equilíbrio entre uma produção em larga escala e a excelência dos produtos (Henrique; Oliveira; Nunes, 2020). Além de beneficiar as empresas e setores diversos, a Inteligência Artificial (IA) surge como uma ferramenta poderosa de gestão já que suas funcionalidades podem ser utilizadas para se obter aumento de vantagem competitiva perante aos concorrentes, sendo que um dos pontos-chaves para que isso ocorra deverá passar também pela mentalidade dos gestores, visto que muitos ainda possuem certa desconfiança em novas tecnologias, cabendo a eles se conscientizarem sobre o uso da IA e como ela pode ser útil no mundo empresarial (Alves, 2022).

Já em relação à escolha do Laticínio Canto de Minas como unidade de investigação, ele foi escolhido pelo fato de ser a empresa de laticínios referência da cidade de Ituiutaba-MG, e por já estar consolidada no mercado há anos, sendo que esta empresa foi fundada no ano de 1994, com inspiração de “empresa familiar”, durante o período histórico brasileiro que pode ser chamado de “pleno desenvolvimento da cadeia produtiva brasileira do leite”. Adicionalmente, alguns dos fatores determinantes para a escolha da empresa como objeto de estudo é o fato de ela estar presente em 14 estados brasileiros e possuir mais de 16.000 pontos de vendas em diferentes regiões brasileiras, além da empresa se mostrar interessada em expandir seus negócios (Canto de Minas, 2023).

O estudo é relevante por buscar contribuir com reflexões teóricas e empíricas sobre o uso da Inteligência Artificial (IA) em agroindústrias do setor lácteo, destacando-se a importância da IA no setor de laticínios do Brasil, visto que apesar do tema estar em evidência devido ao entusiasmo de sua natureza, ainda existem poucas publicações em língua portuguesa sobre tal temática. Desse modo, compreende-se como fundamental que haja iniciativas de pesquisas relacionadas a IA no segmento de laticínios brasileiro e que as mesmas possam ser compartilhadas e divulgadas como uma forma de incentivo a adoção de novas práticas e tecnologias em prol do desenvolvimento sustentado do segmento.

Diante disso, o estudo está estruturado da seguinte maneira: além desta introdução, na próxima seção são discutidos os elementos teóricos que embasaram o estudo. Posteriormente, são apresentados os procedimentos metodológicos adotados; seguido dos

principais resultados da pesquisa. Por fim, são abordadas as considerações finais e principais conclusões da pesquisa, bem como os potenciais aplicações da IA em laticínios.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A Inteligência Artificial na Agricultura

Bem antes da IA estar presente no mundo agrícola, na década de 1950 surgiu um novo movimento denominado como “Revolução Verde”. Segundo Lazzari e Souza (2017) este movimento agrícola foi responsável por levar propostas de novas tecnologias para o campo consistindo no desenvolvimento de técnicas de produção, com a sua adoção foi possível utilizar sementes melhoradas, defensivos e fertilizantes no intuito de obter um aumento na produtividade e atender a demanda gradativa da época. A Revolução Verde aparece para o mundo como uma promessa de modernização do campo, trazendo a proposta de aumentar exponencialmente a produção dos alimentos, um dos seus princípios era a de diminuir certas deficiências dos alimentos por meio da aplicação massiva de inovações tecnológicas (Lazzari; Souza, 2017).

Em um quesito geral os sistemas de manejo para a agricultura foram apresentados pela primeira vez na década de 1980 em um artigo intitulado de “*Expert Systems for Agriculture*” de Mckinion e Lemmon, em que os autores viam na época que todos os sistemas de produção eram grandes candidatos para o uso dos Sistemas Especialistas (SE), e que estes no futuro assumiriam uma parte na tomada de decisão, contemplando opções de manejo, irrigação, fertilização e no controle de pragas e ervas daninhas (Bannerjee *et al.*, 2018). Nesse contexto, tem-se que as doenças são as principais dificuldades enfrentadas por agricultores no geral, juntamente com o uso de produtos químicos realizados de maneira inapropriada, infestações de pragas e uma drenagem e irrigação realizadas de uma maneira inadequada. Para Bannerjee *et al.* (2018) a agricultura se mostra um ambiente dinâmico em que suas circunstâncias não podem ser generalizadas para prescrever uma solução, e técnicas de IA vem permitindo que estes problemas sejam identificados de uma forma mais rápida e com suas tecnologias fornecem a melhor resolução para o problema em específico.

A agricultura nos últimos anos vem enfrentando alguns desafios como a escassez dos recursos naturais juntamente com o aumento da demanda e normas regulatórias. Para Dharmaj e Vijayanand (2018) o futuro de uma agricultura mais avançada nos próximos anos depende muito da adaptação por meio dos agricultores para as novas soluções tecnológicas. Após viver um ano conturbado com problemas climáticos, custos elevados e a instabilidade de mercado causado pela guerra da Ucrânia em 2022, o agronegócio no ano de 2023 deve bater um novo recorde de safras. De acordo com informações emitidas pela Confederação Nacional da Agricultura (CNA) estima-se que a safra de grãos de 2022/2023 seja 15% maior que a dos anos de 2021/2022 chegando a um número expressivo de 313 milhões de toneladas de grãos. Já para projeções do FGV-IBRE (Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas) o PIB (Produto Interno Bruto) deve chegar a um crescimento de até 8% após uma redução de 2% no ano de 2022 (FGV-IBRE, 2023).

Na agricultura as aplicações de IA vêm sendo utilizada na chamada Agricultura 4.0, como a indústria agrícola apresenta um rápido crescimento ano após ano a implantação de novas tecnologias se faz como parte essencial para o seu crescimento, hoje o segmento pode aproveitar dos benefícios tecnológicos existentes e da disponibilidade de equipamentos com tecnologias avançadas, como, por exemplo, sistemas capazes de monitoramento e fazer mapeamento inteligente utilizando robôs e drones. O monitoramento de imagens por meio

dos drones com o uso da *Internet of Things* pode ocasionar rigorosa análise dos campos, sendo que as informações coletadas através das imagens podem ser transmitidas aos agricultores em tempo real, emitindo alertas precisos que ajudaria a acelerar ainda mais a agricultura de precisão (Dharmaj; Vijayanand, 2018).

Um dos tipos de gestão que está em crescimento no setor agrícola é a da agricultura de precisão, sendo uma abordagem que permite o monitoramento e o gerenciamento de riscos mais detalhado dos cultivos, permitindo que haja uma maior produtividade no campo com o uso mais eficiente dos recursos disponíveis, sendo assim a agricultura de precisão é uma ferramenta que vem auxiliando os produtores a tomarem melhores decisões no manejo das culturas (Basso *et al.*, 2019). Na agricultura de precisão que tem os seus princípios voltados para oferecer aos agricultores uma compreensão maior de suas atividades e viabilizar escolhas mais conscientes e precisas, uma das tecnologias que estão sendo mais utilizadas para suprir este quesito é o sensoriamento remoto proporcionado por drones (Khandelwal; Chavhan, 2019). O uso de drones para monitoramento pode trazer uma maior eficiência na gestão da fazenda, eles estão entre as principais ferramentas da agricultura de precisão e fornecem um aumento da produtividade, reduzem custos e auxiliam na sustentabilidade ambiental por meio de seus programas de suporte que auxiliam no reconhecimento visual e de imagem em tempo real (Khandelwal; Chavhan, 2019).

Para Khandelwal e Chavhan (2019) a combinação entre tecnologia e campo através de drones tem tido um sucesso significativo, os dados proporcionados por drones podem gerar alertas em tempo real para os agricultores fazendo com que eles possam tomar decisões mais rápidas, além de contribuir para o aperfeiçoamento da agricultura de precisão. Em um passado não tão distante as atividades agrícolas contemplavam-se apenas para a alimentação e a produção rural, porém nas últimas duas décadas se teve um grande avanço na sua atuação, em que sua produção e distribuição para o comércio foram amplamente desenvolvidos e hoje as atividades agropecuárias é uma das principais atividades responsáveis pela subsistência e funcionamento do comércio global no geral, fornecendo empregos e proporcionando matéria-prima para outros setores poderem atuar (Eli-Chukwu, 2019).

Para Eli-Chukwu (2019) a IA vai poder exercer impacto positivo nos ecossistemas, já que sua aplicabilidade garantirá que os alimentos sejam produzidos de forma adequada e eficiente, fazendo com que a segurança do trabalhador do campo aumente, já que a sua produção poderá acompanhar a demanda do mercado. Sendo assim a IA pode ser utilizada para analisar o solo e identificar como está sua temperatura e umidade, além de poder fornecer informações preditivas sobre qual a melhor cultura para se plantar em determinada área, algo que visa melhorar o rendimento da plantação e evitar o desperdício de água e o uso consciente de fertilizantes e pesticidas.

Fernandez (2020) conclui que a modernização do setor agropecuário visa potencializar as ferramentas já conhecidas, como por exemplo, adequar o maquinário para se ter um maior controle de informações, sendo possível controlar toda a colheita de uma forma mais eficaz, sem que se tenha desperdícios mediante aos insumos. O avanço do setor juntamente com a questão tecnológica também pode ser um dos destaques para novos agricultores, especialmente jovens e adolescentes que esperam fazer parte do setor, as novas ferramentas disponíveis podem fornecer a eles um maior controle sobre a produção, além de permitir a adequação dos antigos modos de trabalho que eram considerados exaustivos.

A tecnologia pode ser considerada uma das grandes aliadas atualmente na agricultura, visto que os recursos tecnológicos podem fornecer vantagens competitivas para os produtores. De acordo com Talaviya *et al.* (2020) o setor do agronegócio vem se tornando mais digital e o uso de ferramentas de IA vem ganhando cada vez mais espaço e começando a desempenhar um papel importante para o produtor rural que se adapta as mudanças. Essa constante modernização da agricultura vem com potencial de assegurar a sustentabilidade e a máxima produtividade de maneira segura. Para Benos *et al.* (2021) é necessário o estabelecimento de quatro pilares para lidar com as necessidades crescentes, sendo eles: 1º) Uma gestão otimizada dos recursos naturais; 2º) Uma maior conservação do ecossistema; 3º) Aprimorar adequadamente os serviços atuais e; 4º) Utilizar as tecnologias modernas.

Porém, um ponto a se considerar é que muitos agricultores ainda não têm tanto acesso assim para soluções tecnológicas tão avançadas, sendo que o fator de desconfiança ou receio também é um dos fatores que podem acabar atrasando que muitas fazendas não utilizem essas tecnologias, visto que muitos agricultores podem temer como isso pode afetar os seus negócios e a sua maneira já tradicional de trabalho (Talaviya *et al.*, 2019). Ainda que a IA possa oferecer inúmeras oportunidades para o avanço do setor agrícola ainda existe déficit de familiaridade com as altas soluções tecnológicas para o campo, os sistemas baseados em IA também exigem muitos dados para o seu perfeito funcionamento, muitas vezes apenas terras agrícolas que possuem uma área muito grande conseguem coletar estes dados de maneira mais eficiente (Talaviya *et al.*, 2019).

### **2.3 A Inteligência Artificial na Pecuária Leiteira**

Um dos pontos de partida para a Inteligência Artificial entrar na pecuária leiteira foi a criação dos Sistemas Especialistas (SEs). Os SEs utilizados inicialmente na pecuária leiteira consistiam em fazer uma interpretação dos dados coletados por meio de sensores nos animais, com estes dados era possível saber como estava a saúde do rebanho, realizar diagnósticos sobre doenças encontradas e recomendar uma melhor alimentação de acordo com as informações recebidas. Apesar da IA estar presente nessa época, ela ainda era considerada mais uma promessa do que uma realidade, pois os softwares ainda eram muito limitados e o seu desempenho era simples (Chimakurthi, 2019).

A concepção da IA é proporcionar serviços mais abrangentes para os fazendeiros e produtores rurais, acabando por ser um bom parceiro para monitorar e proteger a saúde do gado e aumentar a qualidade de seu leite produzido, além de ter aberto novas possibilidades para o setor de laticínios. Hoje os softwares estão mais avançados e capazes de realizar novas tarefas, a automação por meio da coleta de dados e o uso de sensores e *lasers* vêm ajudando muito a proprietários de fazendas a manejar o trabalho pesado para cuidar dos animais. Segundo Chimakurthi (2019) um dos pontos positivos para essa automação é que os animais estão se adaptando gradualmente e se acostumando com essas novas tecnologias. Uma das opções de monitoramento mais utilizadas hoje por fazendeiros e produtores rurais é o uso de sensores nas orelhas, pescoço ou caudas dos animais. Com estes sensores é possível realizar uma supervisão maior da saúde do animal, podendo ser possível identificar a temperatura, ciclo do cio e possíveis dificuldades na sua locomoção (Chimakurthi, 2019).

Outra forma de monitoramento mais popular consiste na tecnologia baseada em drones, sendo uma das opções mais eficientes e comuns para serem utilizadas tanto no setor agrícola e leiteiro, os drones estão sendo utilizados para vigiar rebanhos com o intuito de conduzir o gado para os locais corretos, e monitorar se as cercas necessitam de manutenção,

evitando assim que o gado acabe fugindo para outro local não monitorado. Diferentes algoritmos ajudam os drones a serem capazes de identificar os animais por meio de vínculo de fotos aumentando significativamente a chance de encontrá-los caso se percam, além disso as imagens fornecidas pelos drones permitem que seja realizada uma análise complexa do solo onde é analisado o crescimento do pasto, permitindo assim que o gado fique sempre em um local onde há abundância de alimento (Chimakurthi, 2019).

Ainda segundo Chimakurthi (2019), o aumento cada vez maior na produção global de leite se faz necessário que o setor se adeque e se transforme da melhor forma para os futuros desafios que ditarão a sustentabilidade da indústria de lácteos global, sendo um dos pontos mais importantes levantados de como é possível reduzir os custos de produção por litro de leite sem que seja necessário decrescer a qualidade do leite ou a saúde do animal. Para que seja possível se aproximar dessa ideia praticamente todas as características do ciclo de produção devem ser devidamente monitoradas, isso ajudaria a ter um ajuste maior sobre eventos adversos na fazenda e como eles podem ser contornados para que não se efetue problemas na produção e lucratividade.

Um dos métodos que estão sendo utilizados para melhorar a eficiência da produção vem do desenvolvimento e utilização de robôs para um sistema automático de ordenha, as vacas acabam sendo equipadas com etiquetas que permitem que os robôs as identifiquem e iniciem o processo de ordenha, quando terminado o leite é separado em copos e os animais saem da sala de ordenha automática (Kaab et al, 2019). Este processo, para os autores, envolve um nível mais baixo de interação humana levando a redução de gastos com mão de obra, ocasionando em uma qualidade superior do leite visto que o manejo é realizado de forma direta sem ocasionar estresse nos animais.

Com a utilização da IA é possível obter informações mais precisas sobre o rebanho em geral e no desempenho individual de cada animal, além de que com os dados coletados sempre se tem a possibilidade de melhorar o gerenciamento da produção, acabando por resultar em tomada de decisão mais concisa. Em função destas características existem as chamadas “Fazendas Robóticas” que consistem em utilizar ferramentas tecnológicas para ter um ganho de produção por meio de métodos eficientes, em muitas destas fazendas já se utiliza a IA para fornecer um ambiente de clima controlado e isso ajuda a ter resultados mais satisfatórios no processo de produção e coleta do leite (Kaab *et al.*, 2019).

Cockburn (2020) afirma que junto das vacas leiteiras de alto rendimento há certa pressão econômica que acabou exigindo maior eficiência na produção leiteira, já que esse aumento produtivo acaba exigindo mais da saúde dos animais. Para muitos produtores a melhorarem a qualidade de vida das vacas se tornou algo essencial, o monitoramento mais detalhado dos animais além de garantir o seu bem-estar também reduz custos relacionados a problemas inesperados de saúde. Outro problema muito enfrentado por produtores de leite é o estresse térmico em vacas leiteiras. Segundo Daltro *et al* (2020), o estresse térmico ocorre quando os animais recebem uma taxa de calor maior do que a taxa de perda, entre os malefícios proporcionados estão a redução na produção de leite, redução da porcentagem de gordura no leite e redução no consumo de alimentos. Em países considerados quentes este é um dos maiores problemas que gera efeitos econômicos negativos para os produtores.

Nas Fazendas Robóticas o fator climático pode facilmente ser alterado e monitorado evitando que o estresse térmico não aconteça, quando um animal está nessas condições se faz necessários ajustes em seu comportamento e fisiologia para adaptá-lo às adversidades

ambientais, já que o processo de estresse térmico acaba afetando os processos vitais dos animais (De Vries *et al.* 2023). Sendo assim, em muitos aspectos a pecuária leiteira pode ser beneficiada pela IA, existe uma grande oportunidade para que análises possam ser feitas de maneira mais eficiente, a possibilidade de se automatizar algo antes feito por humanos e reduzir os erros que normalmente ocorrem no segmento é um dos pontos mais positivos acerca das tecnologias envolvidas com a Inteligência Artificial. Exemplos desta natureza se encontram nas análises que podem variar desde o monitoramento de produção até o treinamento de novos funcionários (De Vries *et al.*, 2023).

#### 2.4 A Inteligência Artificial na Indústria de Látceos

Para Caprioli (2022) um dos pontos que a IA pode atuar para o segmento de laticínios é com o uso de algoritmos para padronizar a umidade da produção de queijos, para que isso seja feito é necessário que se faça análises dinâmicas dos processos de produção, os dados são coletados de cada equipamento utilizado e são analisados fatores como temperatura, ingredientes, tempo para cozimento, dentre outros fatores relevantes. No segmento de laticínios, o exemplo mais comum a ser encontrado é o uso de *dashboards* digitais que são sustentados pela IA, esses *dashboards* possibilitam um gerenciamento mais estratégico e decisivo para as empresas através da sua tecnologia de dados. Entre as suas funções é permitido acompanhar como esta os ingredientes utilizados na fabricação dos laticínios, e com as informações coletadas é possível partir para uma análise de dados, sendo possível planejar os custos utilizados para a fabricação dos produtos, tornando possível trabalhar com menos e produzir mais (Chutia; Raquib, 2023).

Os autores acrescentam que outra ferramenta útil para obter resultados esperados é a utilização da Rede Neural Artificial (RNA) que consiste em simular a forma como o cérebro humano analisa e processa as informações. As RNAs estão sendo utilizadas atualmente na indústria de laticínios para realizar previsões de prazos de validade, incluindo também a previsão da vida útil dos produtos lácteos em que se leva em consideração algumas perspectivas como teor de gordura, composição de ácidos e variações sazonais.

O uso da IA pode acabar realizando uma revolução na indústria de laticínios, com o uso desta tecnologia grande parte do trabalho envolvido na indústria desde o processamento até a separação dos produtos pode ser automatizada, economizando tempo e dinheiro. Para Chutia e Raquib (2023) a indústria de laticínios é um dos segmentos em que a mais mão de obra intensiva, algo que a leva a ter custos elevados com os trabalhadores além de ser também um dos segmentos em que há mais repetições de tarefas tornando a jornada de trabalho algo repetitivo e monótono, em consequência disto os trabalhadores acabam por ficar menos motivados e acabam por não realizar os seus trabalhos de forma mais eficiente. O uso da IA na indústria de laticínios tem um grande impacto positivo na redução da mão de obra, estipula-se que houve a redução de 0.5% em custos na utilização de um robô para cada mil trabalhadores. Foi possível notar também que se tem ganho de eficiência produtiva de 25% e é possível reduzir os custos em até 50% (Chutia; Raquib, 2023).

É necessário destacar que o uso de robôs para a indústria de laticínios se encontra com certa limitação de uso, os produtos lácteos acabam por ser delicados e terem alta variação de forma e tamanho, em função disso a utilização de robôs acaba por ser mais utilizada nas linhas finais de produção e são utilizados principalmente nas embalagens e separação dos produtos. Neste sentido, a adoção de sensores também se faz muito presente e entre as tecnologias que utilizam a IA estes é um dos que estão mais avançados, dentro de

empresas de laticínios a IA pode ser integrada de algumas maneiras, um dos modelos mais utilizados é o uso de sensores em tanques de armazenamento em que são medidos o teor de gordura, temperatura e a acidez do leite coletado. Com estas informações é possível, a partir de uma análise de *Machine Learning* (ML), se sabe como está a qualidade do leite produzido, além de ser possível agilizar o processo de identificação de problemas, anomalias ou possíveis impurezas que possam interferir na qualidade do produto (Chutia; Raquib, 2023).

A tecnologia *Blockchain* é uma grande base de dados compartilhados, sendo descentralizada e criptografada e permite que informações sejam transmitidas de maneira segura e transparente, o processo envolvido em cada etapa da cadeia de suprimentos da indústria de laticínios apresenta sérios cuidados e preocupações com a qualidade dos produtos, já que um pequeno deslize pode acabar comprometendo a saúde dos consumidores, por isso acaba sendo essencial que a cadeia de suprimentos seja gerenciada de forma mais transparente, para isso se faz necessário que medidas sejam colocadas em prática para que o consumidor possa verificar a qualidade e segurança dos produtos (Chutia; Raquib, 2023).

Complementarmente, os autores acrescentam que a introdução da tecnologia *Blockchain*, possibilitará que os consumidores podem se conectar com todos os aspectos da cadeia de suprimentos, ajudando na rastreabilidade dos produtos, contribuindo assim para as questões de segurança alimentar, dessa forma mais transparente se faz possível aumentar a confiança dos consumidores de laticínios. Com base nos elementos teóricos apresentados, no Quadro 1 a seguir são apresentadas as principais contribuições que a Inteligência Artificial pode trazer para os setores e o segmento de laticínios.

**Quadro 1.** Principais contribuições da inteligência artificial para os setores e organizações

Abrangência	Contribuições/Potencialidades	Descrição
Agricultura	Agricultura 4.0	Uso de sistemas de IA para analisar como está o solo.
	Agricultura de precisão	Imagens e dados recebidos através do monitoramento por drones.
	Modernização do setor	Adaptação de maquinário.
Pecuária Leiteira	Monitoramento por drones	Utilizados para monitorar gado, possuindo algoritmos de IA que permitem identificar os animais por fotos.
	Robôs em sistemas de ordenha	Ocasionam em uma ordenha mais eficiente e que não ocasiona estresse nos animais.
	Ambientes controlados.	Controlados e monitorados totalmente por IA.
Indústria de Lácteos	Dashboards	Possibilitam um gerenciamento mais estratégico e decisivo.
	Redes Neurais Artificiais	Utilizadas para realizar previsões e estimativas de vida útil dos produtos.
	Sensores em tanques de armazenamento.	Permitem medir teor de gordura, temperatura e acidez.

Fonte: Elaborado pelos autores.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

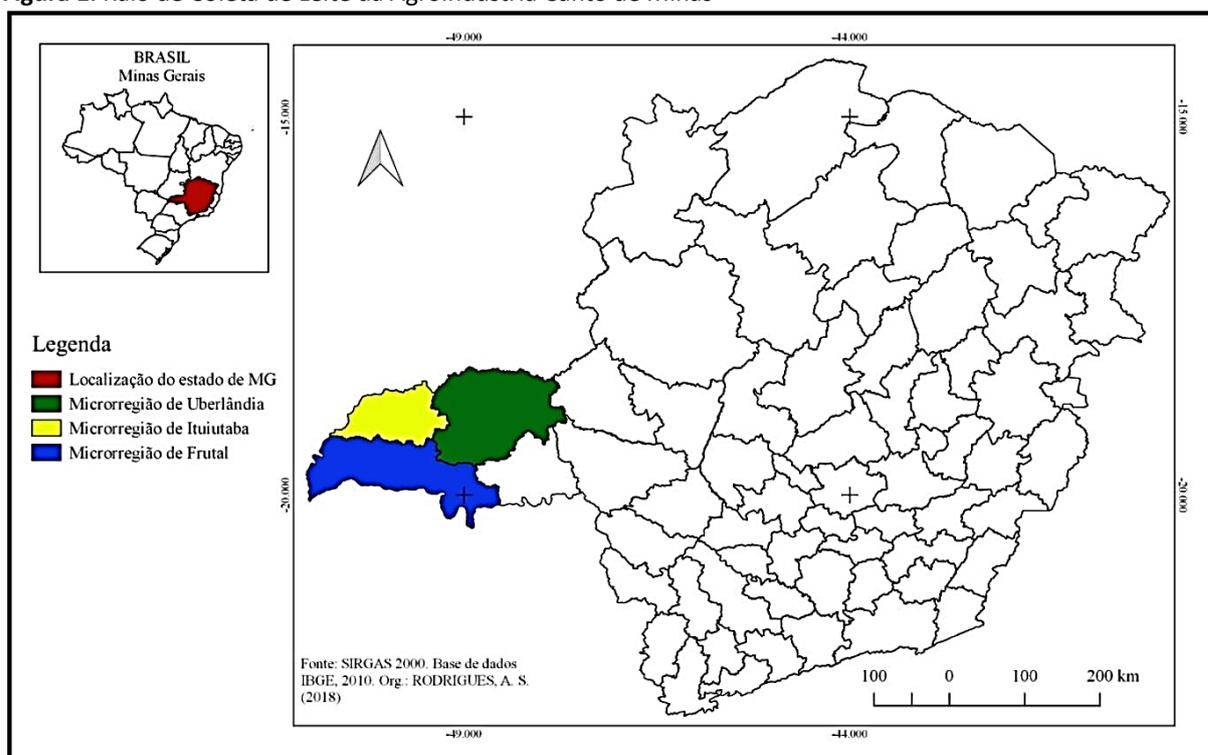
A natureza desta pesquisa se classifica como qualitativa. Na concepção de Denzin e Lincoln (2006), a pesquisa qualitativa é uma abordagem interpretativa do mundo, o que significa que os pesquisadores estudam os fenômenos nos cenários naturais e buscam compreendê-los, a partir dos significados que os indivíduos a eles conferem. Quanto aos objetivos, o estudo é descritivo, ocorre quando o pesquisador registra e descreve os fatos

observados, sem interferir neles, evidenciando as características de determinada população ou fenômeno, assumindo uma forma de levantamento (Prodanov; Freitas, 2013).

Já como estratégia de investigação foi realizado um Estudo de caso único, permitindo o aprofundamento do tema sobre uma unidade de pesquisa escolhida. De acordo com Yin (2015), o estudo de caso se faz importante quando se deseja responder questões que podem solucionar outros tipos de processos da empresa. As etapas da pesquisa estão relacionadas às seguintes ações e estratégias: realização de revisão bibliográfica, tomando-se como referência tanto a literatura nacional quanto a internacional sobre o tema Inteligência Artificial; pesquisa documental e pesquisa por meio de informações secundárias presentes no site oficial da empresa Canto de Minas.

O Laticínio Canto de Minas, com origem na cidade de Ituiutaba-MG, iniciou suas atividades no ano de 1994 com o perfil de “empresa familiar”, sua inauguração aconteceu em pleno desenvolvimento da cadeia produtiva brasileira do leite. No início de suas atividades comerciais a empresa se propôs a juntar as raízes mineiras e a vontade de fazer o negócio crescer, além de levar aos clientes os produtos tradicionais já conhecidos com a junção de novos produtos (Canto de Minas, 2023). Para atender sua demanda de produção, a agroindústria Canto de Minas conta com frota própria para a coleta de leite em estabelecimentos rurais localizados tanto no município de Ituiutaba quanto em outros municípios da região do Pontal do Triângulo Mineiro, conforme a Figura 1. Atualmente, a quantidade captada é, em média, 80 mil litros de leite diários de aproximadamente 150 fornecedores.

**Figura 1.** Raio de Coleta de Leite da Agroindústria Canto de Minas



Fonte: Canto de Minas (2023).

Em relação à coleta de dados e informações primárias foi utilizado um roteiro para uma entrevista semiestruturada, com um gerente de Tecnologia e Informação (TI) da empresa Laticínio Canto de Minas. Já para a coleta de dados secundários, eles foram obtidos

por informações disponibilizadas no site oficial da Empresa Canto de Minas, levando em consideração as etapas de análise propostas por Bardin (2016). Enquanto categorias, tomou-se como base as potencialidades apresentadas no Quadro 1. Como técnica de análise dos dados e de informações coletadas, optou-se pela técnica de análise de conteúdo qualitativa, que visa analisar informações e dados que não se mensuram de forma quantitativamente, de acordo com Creswell (2021) a pesquisa qualitativa é mais apropriada quando um fenômeno é novo, complexo ou dinâmico.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De forma inicial é importante ressaltar que o Laticínio Canto de Minas conhece a importância de se adaptar as tecnologias inovadoras emergentes, a empresa também se vê disposta a implementação de ferramentas de Inteligência Artificial para uma maior eficiência e eficácia em seus processos. O Laticínio Canto de Minas contempla que a IA atualmente é algo necessário se for utilizada da maneira correta, com parâmetros e informações assertivas. A empresa reconhece que a IA pode trazer uma série de benefícios em suas operações, como um aumento na escala de vendas, na produção de seus produtos lácteos, no processo produtivo da empresa, na margem de lucro e na eficiência como já mencionado anteriormente por Alves (2022).

A empresa também concebe a IA como um investimento estratégico e com o avanço tecnológico que virá nos próximos anos, visto que o uso da IA se mostrara como uma parte ativa para o funcionamento do segmento à medida que os programas que possuem integração com a IA avancem e se desenvolvem o segmento de lácteos também vai poder aprimorar suas atividades como defendido nos estudos de Campos (2022). Como os *dashboards* são as tecnologias de IA que estão mais avançadas no segmento de lácteos (Chutia; Raquib, 2023), foi perguntado se a empresa os utiliza em suas operações e a resposta foi positiva.

Atualmente a empresa possui *dashboards* voltados para o gerenciamento da produção na primeira fábrica com equipamentos mais simples, já na segunda fábrica os *dashboards* utilizados são mais avançados tecnologicamente e seguem alguns dos fundamentos da Indústria 4.0, eles estão presentes por meio de *tablets* próprios espalhados nas operações e trabalham coletando informações e produzindo relatórios, após a coleta dos relatórios é realizada uma análise dos dados coletados, fazendo com que seja possível verificar como estão os custos de fabricação dos produtos e permite se for necessário que mudanças sejam feitas visando o aumento da produção (PP1).

No que diz respeito aos sistemas, a empresa atualmente utiliza o sistema *Proteus* que compreende *softwares* de integração de sistemas como o ERP (*Enterprise Resource Planning*) e CRM (*Custom Relationship Management*), este sistema engloba os principais processos operacionais da empresa, com isto a gestão passa a ser mais centralizada em todos os departamentos que possam ser administrados. Para o seu sistema empresarial a Canto de Minas utiliza o ERP que é conhecido por oferecer suporte à automação de seus processos de finanças, produção, recursos humanos e cadeia de suprimentos. Quando perguntado se a IA poderia ser integrada futuramente ao seu sistema empresarial a resposta foi positiva.

A empresa tem pretensão de integrar o *ChatGPT 4.0*, principalmente para o quesito de atendimento ao consumidor, essa integração vai possibilitar que as perguntas frequentes realizadas pelos consumidores possam ser respondidas de forma uma mais rápida, com o auxílio do *ChatGPT 4.0* vai ser possível realizar um suporte 24

horas por dia já que os clientes podem obter assistência a qualquer momento do dia mesmo fora do horário comercial da empresa (PP1).

Além disso, a empresa também tem pretensão de trazer uma RNA para as suas atividades com o intuito de aperfeiçoar o seu pós-venda.

O objetivo de implantar uma RNA tem como foco principal o quesito de previsão de demanda da empresa, com base no histórico de vendas e no armazenamento dos produtos, essa vinda da RNA ajudaria a evitar possíveis desperdícios e perdas. Também o uso de uma RNA ajudaria a empresa no controle de qualidade, podendo ser usada com o intuito de buscar o mais rápido possível defeitos ou irregularidades nos produtos (PP1).

Como os sensores são a tecnologia ligada a IA mais utilizada pelas indústrias de laticínios (Chutia; Raquib, 2023), foi perguntado se a Canto de Minas faz o seu uso para detectar possíveis impurezas em seu leite coletado, sendo que a resposta foi negativa. Porém, a empresa conta com procedimentos de análise laboratorial.

A análise laboratorial é realizada no leite coletado dos produtores parceiros, essa análise ela é feita tanto por um laboratório externo e um laboratório interno próprio, o interno conta com todas as vidrarias necessárias para se realizar as análises, por meio das amostras são feitas análises de gordura, proteína, água, temperatura, qualidade do leite, da contagem bacteriana total (CBT) do leite coletado e se o leite tem algum nível de adulteração por meio de água. A vinda de uma RNA agilizaria este processo de detecção de impurezas sendo realizado de uma forma mais ágil, já que a RNA viria para identificar automaticamente as possíveis impurezas contidas no leite (PP1).

No quesito de desperdícios e perdas a empresa tem pretensões para colocar em funcionamento uma máquina de análise preditiva, foi perguntado se esta máquina poderia ter integração com a Inteligência Artificial e a resposta foi positiva.

Nesse quesito de desperdícios e perdas a empresa tem como expectativa o funcionamento da máquina de análise preditiva para o final do ano de 2023. Neste caso a máquina vai contar com técnicas de *Machine Learning* que possibilitarão fazer projeções de negócios, visando um melhor sistema de trocas entre empresa e consumidor, essas projeções vão funcionar indicando a quantidade ideal de compra por parte dos consumidores para que eles não tenham perdas de validade com seus produtos e venham a solicitar a troca destes para a empresa, já que esse atualmente é um dos problemas que mais geram prejuízos para a empresa. A empresa também estuda uma possível e provável integração da máquina com sistemas baseados em Inteligência Artificial, já que por conta dos seus *APIs* (*Application Programming Interface*) é possível realizar esta junção e conectar os sistemas.

Já em seu sistema de armazenamento a empresa utiliza desde 2015 o sistema *WMS* (*Warehouse Management System*) que é um software voltado a agilidade e aprimoramento no fluxo de armazenagem como um todo para otimizar o estoque da empresa, atualmente a IA tem todo o potencial para otimizar os níveis de estoque, reduzir desperdícios e otimizar as rotas de coleta (Kazmi, 2023). Foi perguntado sobre a possível integração da IA para o sistema *WMS* utilizado pela empresa, também foi informado que por meio de seus *APIs* essa integração poderia ser realizada.

Na entrevista também foi perguntado sobre as possíveis barreiras para a implementação da IA nas atividades da empresa.

A empresa enxerga algumas barreiras para implementar a Inteligência Artificial, um dos principais é o funcionamento correto dessas tecnologias, pois não é somente trazer a Inteligência Artificial de uma forma repentina, vai ser necessário repensar em alguns

pontos a forma como a empresa funciona, e hoje o foco do laticínio é ter um time capaz para poder futuramente fazer com que a IA funcione da maneira certa. Outra preocupação da empresa é a necessidade do desenvolvimento interno de capacidades dos funcionários, principalmente os voltados para a área de TI para que eles façam o gerenciamento correto da IA, de maneira que os dados utilizados sejam confiáveis e seguros para garantir no futuro o funcionamento adequado desses sistemas de IA, visto que um mínimo erro pode ocasionar em um grande prejuízo para a empresa (PP1).

Com base nos resultados e discussões que foram apresentados, no Quadro 2 a seguir são apresentadas as tecnologias atuais utilizadas pela empresa e as tecnologias futuras pretendidas.

**Quadro 2.** Tecnologias atuais e pretendidas

Abrangência	Tecnologias	Descrição
Atuais	<i>Dashboards</i>	Voltados para o gerenciamento da produção, trabalhando coletando informações e gerando relatórios.
	Sistema ERP	É integrado juntamente com o software <i>Proteus</i> . Oferece suporte à automação dos processos de finanças, produção, recursos humanos e cadeia de suprimentos.
	Sistema WMS	Voltado para a agilidade e aprimoramento do fluxo de armazenagem.
	Análises laboratoriais	Feitas em laboratórios externos e interno. São feitas análises de gordura, proteína, água, temperatura, qualidade do leite, contagem bacteriana total (CBT) e níveis de adulteração.
Pretendidas	Redes Neurais Artificiais	Sua vinda seria com o intuito de realizar previsões de demanda através do histórico de vendas.
	Máquina de Análise preditiva	Voltada para indicar a quantidade ideal de compra dos consumidores.

Fonte: Dados da pesquisa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral do trabalho foi analisar as potencialidades para a implementação de ferramentas de Inteligência Artificial e suas contribuições na melhoria dos processos e do controle de qualidade em uma Indústria de Laticínios. Conclui-se que o processo de implementação da IA no laticínio Canto de Minas é emergente, pois poucas tecnologias foram implementadas, mas os gestores reconhecem a importância e a necessidade de se implementar outros equipamentos que envolvem a IA para a melhoria da eficiência dos processos e da tomada de decisão.

Referente a desafios e oportunidades a Canto de Minas tem uma boa visão sobre o que a Inteligência Artificial pode oferecer futuramente, a empresa hoje vê que o seu maior desafio referente a IA é do uso incorreto de suas funções visto que um mínimo deslize pode resultar em consequências negativas para suas operações. Quanto às oportunidades, a empresa reconhece que a IA pode otimizar seus processos internos, melhorar sua eficiência operacional e possibilitar análises sobre os dados coletados, a empresa também tem consciência de que para aproveitar as oportunidades possibilitadas pela IA é necessário que ela seja implementada de maneira responsável.

Já na parte de ampliação e agilização, a Canto de Minas reconhece que a Inteligência Artificial pode desempenhar papel crucial em seus processos produtivos, que vão desde o controle de qualidade do seu mix de produtos à cadeia de suprimentos. Com as ferramentas de IA espera-se agilizar a produção e aumentar a sua capacidade de atender a demanda requerida pelo mercado, esta que nos últimos anos vem aumentando de forma gradativa. A empresa também compreende que para a implementação e funcionamento da IA na área do processo produtivo envolve uma preparação mais cuidadosa, e o primeiro passo envolve a escolha da tecnologia adequada para que se tenha uma integração precisa com os sistemas existentes na empresa Canto de Minas, como é o caso da adoção recente do Sistema Proteus.

Enquanto contribuições da pesquisa, espera-se que as necessidades apontadas para o caso do laticínio Canto de Minas possam inspirar outras empresas do ramo quanto a importância e as potencialidades do uso da IA na produção e tomada de decisão. Além disso, destaca-se que a IA pode também contribuir em outros aspectos, como o atendimento ao cliente, que é algo importante para empresas do ramo alimentício, visto que a concorrência e o grande número de produtos substitutos podem influenciar na competitividade das empresas.

A grande limitação da pesquisa deste estudo foi justamente a falta de programas ou sistemas que tenham integração com a Inteligência Artificial no Laticínio Canto de Minas, a empresa até o atual momento da conclusão deste estudo ainda não utiliza a IA em suas operações, embora tenha pretensão de implementá-la futuramente. A ausência de informações concretas sobre o já funcionamento da IA dentro da empresa colocou uma barreira no estudo referente a comparar teoria com prática, como a Inteligência Artificial ainda não está de fato inserida na empresa acaba existindo uma certa dificuldade em investigar na prática as oportunidades proporcionadas pela IA e como ela poderia ser utilizada para melhorar as operações da empresa.

Já na parte de recomendações, visando subsidiar pesquisas futuras, seria interessante que fossem realizadas pesquisas no Laticínio Canto de Minas com a Inteligência Artificial já em funcionamento, em que novos estudos poderiam ser direcionados para fazer os seguintes estudos: Analisar como foi o processo de implementação da IA e como ele ocorreu; Como a IA se integrou em suas operações e qual foi o impacto percebido nas diferentes áreas da empresa após o seu funcionamento; Analisar como o tempo de produção e os custos operacionais se comportaram após a implementação de ferramentas de IA e investigar se a análise de dados proporcionados pela IA acabou influenciando ou não a tomada de decisão pelos superiores, gerentes e executivos da empresa.

#### REFERÊNCIAS

- AGHION, P. *et al.* **A theory of falling growth and rising rents**. National Bureau of Economic Research, 2019.
- ALVES, A. **O potencial da inteligência artificial na gestão**. Dissertação (Gestão com Especialização em Gestão de Serviços). Universidade Católica Portuguesa, Porto, 2022.
- BABINA, T. *et al.* Artificial intelligence, firm growth, and industry concentration. **Firm Growth, and Industry Concentration November**, v. 22, p. 2020.
- BANNERJEE, G. *et al.* Artificial intelligence in agriculture: a literature survey. **International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies**, v. 7, n. 3, p. 1-6, 2018.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 3ª Reimpressão da 1. ed. São Paulo: Edições 70, 2016.

- BASSOI, L. H. *et al.* Agricultura de precisão e agricultura digital. **TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n. 20, 2019.
- BENOS, L. *et al.* Machine learning in agriculture: a comprehensive updated review. **Sensors**, v. 21, n. 11, p. 3758, 2021.
- CAPRIOLI, F. **Inteligência Artificial incrementa produtividade da indústria de queijos**. Food Connection, 2022. Disponível em: <https://www.foodconnection.com.br/especialistas/inteligencia-artificial-incrementa-produtividade-da-industria-de-queijos>. Acesso em: 18 abr. 2023.
- CARVALHO, G. **A indústria de laticínios no Brasil: passado, presente e futuro**. 2010.
- CHIMAKURTHI, V. Implementation of artificial intelligence policy in the field of livestock and dairy farm. **American Journal of Trade and Policy**, v. 6, n. 3, p. 113-118, 2019.
- CHUTIA, M.; RAQUIB, M. Application of artificial intelligence (AI) in Dairy Industry. **E-zine of Biological Sciences. Citisystems**, v. 18, n. 29, 2016.
- CLEMENTE, E.; HESPANHOL, A. Reestruturação da cadeia produtiva do leite: a especialização do produtor é a solução? **Campo-Território: revista de geografia agrária**, v. 4, n. 8, p. 180-211, 2009.
- COCKBURN, M. Review: application and prospective discussion of machine learning for the management of dairy farms. **Animals (Basel)**, v. 10, n. 1690. 2020.
- CRESWELL, J.; CRESWELL, D. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Penso Editora, 2021.
- DALTRO, A. M. *et al.* Efeito do estresse térmico por calor na produção de vacas leiteiras. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 288-311, 2020.
- DE VRIES, A.; BLIZNYUK, N.; PINEDO, P. Invited review: examples and opportunities for artificial intelligence (AI) in dairy farms. **Applied Animal Science**, v. 39, n. 1, p. 14-22, 2023.
- DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. Introdução: a disciplina e a prática da pesquisa qualitativa. *In*: DENZIN, N. K.; LINCOLN, Y. S. (Orgs.). **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e abordagens**. 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, p. 15-41, 2006.
- ELI-CHUKWU, N. **Applications of artificial intelligence in agriculture: A review**. Engineering, Technology & Applied Science Research, v. 9, n. 4, p. 4377-4383, 2019.
- FACHINI, M. P. *et al.* Internet das coisas: uma breve revisão bibliográfica. **Conexões: Ciência e Tecnologia**, v.11, n. 6, p. 85-90. 2017.
- FÜHR, J.; LINS, H. N. Reflexões territoriais de mudanças em setores agroindustriais: estudo sobre a realidade gaúcha de produção láctea. **Revista de Economia**, v. 44, n. 83, 2023.
- GAEA. **Afinal, o que é Deep Learning?** Gaea, 2022. Disponível em: <https://gaea.com.br/afinal-o-que-e-deep-learning/>. Acesso em: 08 ago. 2023.
- HEMME, T.; OTTE, J. Status and prospects for smallholder milk production: a global perspective. **Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)**, 2010.
- HENRIQUE, J.; OLIVEIRA, L.; NUNES, E. Análise da cadeia agroindustrial do leite. **Revista Brasileira de Pesquisas Agrícolas**, v. 1, n. 02, p. 2, 2020.
- KAAB, A. *et al.* Combined life cycle assessment and artificial intelligence for prediction of output energy and environmental impacts of sugarcane production. **Science of the Total Environment**, v. 664, p. 1005-1019, 2019.
- KHANDELWAL, P.; CHAVHAN, H. **Artificial intelligence in agriculture: An emerging era of research**. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Paras-Khandelwal/publication/335582861\\_Artificial\\_Intelligence\\_in\\_Agriculture\\_An\\_Emerging\\_Era](https://www.researchgate.net/profile/Paras-Khandelwal/publication/335582861_Artificial_Intelligence_in_Agriculture_An_Emerging_Era)

[\\_of Research/links/5d6e6e7b45851542789f2239/Artificial-Intelligence-in-Agriculture-An-Emerging-Era-of-Research.pdf](https://www.researchgate.net/publication/3545851542789f2239/Artificial-Intelligence-in-Agriculture-An-Emerging-Era-of-Research.pdf)

LAZZARI, F.; SOUZA, A. **Revolução verde: impactos sobre os conhecimentos tradicionais**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, 2017.

MARION FILHO, P.; MATTE, V. A. Mudanças institucionais e reestruturação na indústria brasileira de laticínios (1990-2000). **Economia e Desenvolvimento**, n. 18, 2006.

ORACLE. **O que é Deep Learning?** Oracle, 2022. Disponível em: <https://www.oracle.com/br/artificial-intelligence/machine-learning/what-is-deep-learning/>.

Acesso em: 08 ago. 2023.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª Ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. **Cadeia produtiva do leite no Brasil: produção primária**. Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 123. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2020.

SANTOS, A.; MENEZES, I.; QUEIROZ, T. Proposta de automação da produção de massa de queijo com controle de nível e de temperatura. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.3, p.458-468, 2021.

SANTOS, B. P. *et al.* Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SILVA, J.; MAIRINK, C. Inteligência artificial: aliada ou inimiga. **Libertas: Revista de Ciências Sociais Aplicadas**, v. 9, n. 2, p. 64-85, 2019.

SILVEIRA, C. B.; LOPES, G. C. **O que é a Indústria 4.0 e como ela vai impactar o mundo**. Fundação Muraki, v. 89, 2017.

SOUZA, J. V.; BONETTE, L. Impactos da indústria 4.0 e sua autonomia operacional em processos de automação, através da internet das coisas. **Revista Gestão Industrial**, v. 15, n. 4, 2019.

TALAVIYA, T. *et al.* Implementation of artificial intelligence in agriculture for optimisation of irrigation and application of pesticides and herbicides. **Artificial Intelligence in Agriculture**, v. 4, p. 58-73, 2020.

YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.