

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE CIÊNCIAS MÉDICAS E DA VIDA  
CURSO DE ZOOTECNIA

**UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA BOVINOCULTURA DE CORTE**

Acadêmico: Danilo Cândido Rodrigues  
Orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano

Goiânia-GO  
2023



**DANILO CÂNDIDO RODRIGUES**



## **UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA BOVINOCULTURA DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do grau de Zootecnista, junto Escola de Ciências Médicas e da Vida, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano

Goiânia-GO

2023



**DANILO CÂNDIDO RODRIGUES**



## **UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA BOVINOCULTURA DE CORTE**

Monografia apresentada à banca avaliadora em 15.06.2023 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto a Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.

---

Prof. Me. Bruno de Souza Mariano  
(Orientador)  
PUC-GO

---

Prof. Dr. Otavio Cordeiro de Almeida  
(Membro)  
PUC-GO

---

Prof. Dr. Verner Eichler  
(Membro)  
PUC-GO

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais por me dar toda estrutura necessária, tanto emocional quanto física para a realização não só deste trabalho, mas como de todas as disciplinas do curso, possibilitando a realização de um sonho.

Aos professores do curso de zootecnia que através dos seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje concluir este trabalho e dar mais um passo rumo ao tão esperado diploma.

A todos meus amigos da turma 2017/1 os quais iniciaram essa jornada juntos comigo e que ainda torcem por mim mesmo que distantes.

A todos amigos que fiz durante o regresso as atividades acadêmicas em 2022/1 que me ajudaram bastante e continuam me dando forças para continuar.

Agradeço especialmente ao meu orientador, Prof. Bruno de Souza Mariano, por toda paciência, positividade e excelentes conselhos ao longo da realização deste trabalho.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabalho aos pecuaristas visionários, que abraçam a inovação e exploram o potencial da inteligência artificial na bovinocultura de corte. Que esta pesquisa inspire a busca por soluções tecnológicas que impulsionem a eficiência, a sustentabilidade e o progresso desta importante indústria. Que a utilização da IA seja um caminho promissor para o desenvolvimento e aprimoramento contínuo da bovinocultura, contribuindo para o bem-estar animal, a produtividade e a qualidade dos produtos de origem bovina.

## EPÍGRAFE

*“É divertido fazer o impossível, pois lá a concorrência é menor.”*

Walt Disney

**SUMÁRIO****Pag.**

	LISTA DE TABELAS .....	VIII
	LISTA DE FIGURAS.....	IV
	LISTA DE ABREVIATURAS.....	X
	RESUMO.....	XI
1	INTRODUÇÃO .....	01
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1	O uso da inteligência artificial em aspectos gerais.....	03
2.2	Desenvolvimento no uso da inteligência artificial na bovinocultura de corte.....	08
2.3	A inteligência artificial disponível para a aplicação na bovinocultura de corte.....	14
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	23
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24

## LISTA DE TABELAS

Pag.

Tabela 01	Valores médios de produção de grãos obtidos a campo e no treinamento da rede neural de arquitetura 4→3→1, para a cultura do milho (A). Comparação dos valores de produção de grãos obtidos na validação da respectiva RNA e no experimento de campo para a cultivar de milho (B). Valores do coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), índice de concordância (c) e índice de desempenho (id), obtidos na comparação entre a produção de grãos, adquiridos em experimento de campo e pela RNA (C).....	06
Tabela 02	Regras para produtividade maior ou igual a 2 t/ha com 100% de confiança, obtidas por Árvore de Decisão.....	07
Tabela 03	Regras obtidas por Algoritmos Genéticos, com 100% de confiabilidade, para produtividade entre 2 t/ha e 5 t/há.....	07
Tabela 04	Especificações do conjunto de dados de ambientes de pastagem e confinamento.....	17
Tabela 05	Contagem de resultados das três detecções do MASK R-CNN.....	18
Tabela 06	Desempenho dos modelos VGG16 e Inception ResNet V2 com vários números e tipos de cortes usados na fase de teste, juntamente com os correspondentes	19

**LISTA DE FIGURAS****Pag.**

Figura 01	Funções alcançáveis por uma IA.....	04
Figura 02	Máscara gerada pela rede apresentando tecidos não selecionados (músculo e conectivo) na máscara original. A imagem predita está à esquerda. No centro, está a imagem de referência e, à direita, está a imagem original com os contornos das feições.....	12
Figura 03	Menu principal plataforma Smartbov.....	13
Figura 04	Drone MAVIC PRO.....	17
Figura 05	Equipamento de captura de dados sob medida. Esquerda: durante uma captura de dados de amostra real em condições de laboratório. Direita: de baixo sem fonte de alimentação e laptop.....	21
Figura 06	Imagens 2D (topo) e normais de superfície 3D (abaixo) das amostras com menor pontuação (esquerda) e maior pontuação (direita).....	21

## LISTA DE ABREVIATURAS

IA	Inteligência Artificial
ABIEC	Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne
TEC	Toneladas Carcaça Equivalente
DL	Deep Learning
RNA	Rede Neural Artificial
IoT	Internet of Things
VGG	Visual Geometry Group

## RESUMO

O desenvolvimento e a aplicação da Inteligência Artificial (IA) na bovinocultura de corte, melhora a eficiência, produtividade e sustentabilidade desse setor. A IA tem sido utilizada de diversas maneiras, como no monitoramento inteligente do gado, por meio de sensores que coletam informações sobre o comportamento, saúde e bem-estar dos animais. Esses dados são analisados por sistemas de IA, que identificam padrões e fornecem aos produtores insights valiosos para a tomada de decisões relacionadas à nutrição e saúde dos animais. A utilização de IA na bovinocultura de corte tem se tornado cada vez mais explorada, tecnologias como a de redes neurais artificiais (RNA) e Internet of Things (IoT) se provaram boas ferramentas funcionais no auxílio do gerenciamento e análise de dados, sendo essas ferramentas capazes de gerar novos dados por si só e então fornecer resultados muitas vezes sem intervenção humana. Funcionalidades como a predição de gênero de bezerros, avaliações de animais a pasto, avaliações de carcaças, monitoramento animal a pasto, monitoramento de comportamento e até mesmo identificação de cortes de carne a partir da imagem, são capazes de promover o desenvolvimento dessas áreas de forma autônoma. A utilização da IA na bovinocultura de corte tem demonstrado um potencial significativo para impulsionar a eficiência e a sustentabilidade desse setor. No entanto, é necessário considerar desafios como a infraestrutura tecnológica e a disponibilidade de dados confiáveis. A combinação do conhecimento humano e das capacidades da IA na bovinocultura de corte pode trazer avanços significativos, promovendo a sustentabilidade econômica e ambiental, bem como o bem-estar dos animais. Mais pesquisas e investimentos nessa área são necessários para explorar plenamente o potencial da IA e maximizar seus benefícios para os produtores e toda a cadeia de valor da bovinocultura de corte.

Palavras-Chave: Pecuária 4.0, Inovação Tecnológica, Zootecnia 4.0, Aprimoramento; Precisão.

## 1.INTRODUÇÃO

O Brasil possui um dos maiores rebanhos comerciais de bovinos do mundo e segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes (ABIEC) no Beef Report 2022, possui cerca 196,47 milhões de cabeças e registrou em 2021 um abate de 39,14 milhões de cabeças. O volume de carne produzida foi de 9,71 milhões de toneladas carcaça equivalente (TEC). Desse total, 25,51% ou 2,48 milhões TEC foram exportadas, enquanto 7,24 milhões TEC, o equivalente a 74,49% ficou no mercado interno (ABIEC, 2022).

De acordo com CARVALHO e ZEN (2017), no Brasil coexistem dois subsistemas de produção bastante distintos. O primeiro é de alta qualidade, caracterizado pela adoção de tecnologia avançada e padrões eficientes de gestão e de comercialização. O segundo, de baixa qualidade, baseia-se na produção extensiva, pequena intensidade tecnológica e padrões precários de gestão e de comercialização do gado bovino.

Para que a bovinocultura de corte possa atender à demanda crescente por carne de qualidade, é necessário que os produtores utilizem técnicas avançadas de manejo e gestão. Ao se observar por esse escopo procuram-se novas tecnologias como as inteligências artificiais, que podem ser utilizadas para coletar e analisar uma grande quantidade de dados e gerar informações precisas e úteis para a tomada de decisões (SILVA, 2022).

A utilização da IA (Inteligência Artificial) na bovinocultura de corte tem sido uma abordagem cada vez mais comum entre produtores e pesquisadores. Isso ocorre porque a IA pode ser uma ferramenta valiosa para ajudar a melhorar a eficiência do processo produtivo e garantir a qualidade do produto (TOMAZ, 2022).

Entre as principais aplicações da IA na bovinocultura de corte estão a seleção de animais com características desejadas, a identificação de doenças e a otimização da alimentação. Por meio da análise de dados de saúde e desempenho dos animais, a IA pode ajudar a identificar os indivíduos que apresentam maior potencial para o abate e melhorar a eficiência alimentar (NASCIMENTO e PINHEIRO 2022).

Para RUSSEL (2019) uso da IA tem sido cada vez mais frequente, a primeira introdução dessas tecnologias vem com o auxílio do ser humano para o melhor funcionamento, porém já existem IA's que são completamente autônomas em suas tarefas e com o passar do tempo a tendência é que esse tipo de tecnologia seja mais comum, melhorando a precisão e otimizando o tempo gasto.

A IA também pode ser utilizada para monitorar as condições ambientais em que os animais vivem, o que pode ajudar a prevenir doenças e reduzir a mortalidade. Com a análise de dados de clima e temperatura, é possível identificar os momentos mais críticos para a saúde dos animais e tomar medidas preventivas (NASCIMENTO e PINHEIRO, 2022).

Nesse contexto, este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo descrever a utilização de inteligência artificial na bovinocultura de corte.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O uso da inteligência artificial em aspectos gerais

A IA é um campo do conhecimento atualmente bastante explorado pelo cinema e pela literatura, mas ainda pouco conhecido no que se refere à sua gênese. Ele se vincula à Ciência da Computação e associa-se a questões como: linguagem, inteligência, raciocínio, aprendizagem e resolução de problemas, que por sua vez perpassam os vários domínios das ciências, desde a linguística e a psicologia até a filosofia e a epistemologia (BARBOSA e BEZERRA, 2020).

Para se contextualizar o que é IA, a descrição de RUSSEL e NORVIG (2010), é a mais clara e objetiva, que a definem como o estudo de agentes inteligentes, qualquer dispositivo que percebe seu ambiente e toma medidas que maximizam suas chances de sucesso em alcançar seus objetivos. Dessa forma, pode-se entender que a IA tem como objetivo principal a criação de sistemas inteligentes que sejam capazes de aprender, adaptar-se e realizar atividades de forma autônoma, sem a necessidade de intervenção do ser humano. A IA pode ser classificada em duas categorias principais: aprendizado supervisionado e aprendizado não supervisionado. O aprendizado supervisionado é aquele em que o algoritmo é treinado com exemplos rotulados para aprender a classificar novos dados, enquanto o aprendizado não supervisionado é aquele em que o algoritmo é capaz de identificar padrões nos dados sem ter exemplos rotulados.

De acordo com NILSSON (2014), a IA pode ser dividida em cinco categorias principais: sistemas especialistas, sistemas de raciocínio baseado em casos, sistemas baseados em lógica, redes neurais e algoritmos genéticos. Cada uma dessas categorias se concentra em diferentes tipos de problemas e utiliza diferentes técnicas para resolvê-los.

A IA é baseada em seu grau de autonomia. Conforme definido por RUSSEL (2019), a IA pode ser classificada em três categorias: IA fraca, IA forte e superinteligência. A IA fraca é aquela que se limita a realizar tarefas específicas para as quais foi programada, enquanto a IA forte é aquela que tem a capacidade de realizar qualquer tarefa que um ser humano possa fazer. A superinteligência é

uma IA que ultrapassa a inteligência humana em todos os aspectos e é capaz de criar soluções para problemas que estão além da compreensão humana.

Um dos principais fatores que compõem uma IA é o aprendizado de máquina (machine learning), que envolve o treinamento de algoritmos em grandes conjuntos de dados para que possam aprender e melhorar seu desempenho ao longo do tempo. Esse tipo de IA tem sido amplamente utilizado em diversas áreas, incluindo medicina, finanças e comércio, para análise de dados, previsão de tendências e tomada de decisões (ZHOU, 2021).

O Deep Learning (DL) é um subcampo da IA e utiliza algoritmos semelhante a estrutura de um neurônio humano, submetendo os dados a vários processamentos e permitindo que o software treine a si mesmo para desempenhar determinadas tarefas utilizando até mesmo dados não-estruturados em seu processo de aprendizagem, ou seja, identifica dados abstratos que a máquina não possuía e a partir de seu aprendizado automático consegue concluir informações de nível complexo utilizando informações de nível simples, construindo dados que não haviam sido programados na máquina (PACHECO e PEREIRA, 2018).

HAMMOND (2017), dividiu as funções de IA na disposição de uma tabela periódica, onde subdividem-se primeiramente em três grupos: acessar, inferir e responder, sendo possível uma IA ter várias interações entre as características de grupos diferentes. A IA pode ser definida de várias formas, mas as suas utilidades são mais diversas do que uma simples divisão (Figura 01).

ASSESS		INFER		RESPOND				
<b>Sr</b> Speech Recognition	<b>Si</b> Speech Identification							
<b>Ar</b> Audio Recognition	<b>Ai</b> Audio Identification	<b>Pi</b> Predictive Inference	<b>Pl</b> Planning					
<b>Fr</b> Face Recognition	<b>Fi</b> Face Identification	<b>Ei</b> Explanatory Inference	<b>Ps</b> Problem Solving		<b>Lr</b> Relationship Learning			
<b>Ir</b> Image Recognition	<b>Ii</b> Image Identification	<b>Sy</b> Synthetic Reasoning	<b>Dm</b> Decision Making	<b>Lg</b> Language Generation	<b>Lc</b> Category Learning	<b>Ml</b> Mobility Large		<b>Cm</b> Communication
<b>Gr</b> General Recognition	<b>Gi</b> General Identification	<b>Da</b> Data Analytics	<b>Te</b> Text Extraction	<b>Lu</b> Language Understanding	<b>Lt</b> Knowledge Refinement	<b>Ms</b> Mobility Small	<b>Ma</b> Manipulation	<b>Cn</b> Control

Figura 01: Funções alcançáveis por uma IA.

Fonte: HAMMOND (2017).

Um estudo de TOPOL (2019), citou exemplos de como a IA tem ajudado a melhorar a precisão e eficiência do diagnóstico em diversas especialidades médicas, como oftalmologia, radiologia e dermatologia. Na área da saúde, a IA tem sido utilizada para auxiliar na tomada de decisões clínicas, como diagnóstico de doenças e prescrição de medicamentos.

Na área financeira, a IA tem sido utilizada para análise de risco de crédito, previsão de mercado financeiro e detecção de fraudes. Um exemplo disso é o uso de algoritmos de aprendizado de máquina para análise de padrões de transações bancárias, que podem ajudar a detectar atividades suspeitas e prevenir fraudes (KSHETRI, 2018).

Existe um cenário de vulnerabilidade do setor agrícola causado pela instabilidade dos ambientes naturais, pressões de mercado por segurança alimentar e produções com menos impacto ambiental, além da grande dispersão geoespacial, porém é um cenário de desvantagem que pode ser mitigado pelo uso da tecnologia, logo são realizados novos estudos, pesquisas, técnicas e procedimentos em prol do atendimento das demandas atuais (MORETI et al, 2021).

MICHELON (2016), evidenciou uma RNA do tipo Perceptron Multicamadas pode ser eficiente na obtenção da previsão de produtividade da soja, utilizando os nutrientes das folhas, concluindo que este modelo possibilita correções de fatores que podem afetar a produtividade com antecedência, contribuindo assim com uma agricultura ligeiramente mais segura quanto a fatores externos. As RNA's são estruturas complexas de processamento de dados que simulam um cérebro humano para análise e criação de dados mais complexos a partir de dados simples, sendo utilizada majoritariamente no setor agropecuário para a previsão de produções.

Mediante as adversidades contemporâneas, procura-se prever fatores como produtividade, utilizando-se da interpretação de dados de forma a fornecer as informações de forma precoce, tornando-se uma ferramenta para avaliações futuras como transporte, armazenamento e dados financeiros de produtos agrícolas, acarretando um melhor planejamento e gestão dos resultados. A Tabela 01 indica, os resultados da análise utilizando a rede neural artificial (RNA) "Neural Network Toolbox do software Matlab (versão 7.12.0.635)" foram correlações positivas entre a produção de grãos e a produção de matéria verde total, altura de

plantas e número de plantas. As redes neurais artificiais podem ser perfeitamente viáveis para a predição de produtividade de grãos do milho, tornando-se uma excelente ferramenta (SOARES et al. 2015).

Tabela 01: Valores médios de produção de grãos obtidos a campo e no treinamento da rede neural de arquitetura 4→3→1, para a cultura do milho (A). Comparação dos valores de produção de grãos obtidos na validação da respectiva RNA e no experimento de campo para a cultivar de milho (B). Valores do coeficiente linear (a), coeficiente angular (b), coeficiente de determinação ( $r^2$ ), índice de concordância (c) e índice de desempenho (id), obtidos na comparação entre a produção de grãos, adquiridos em experimento de campo e pela RNA (C).

Produção de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )					
Experimento	RNA		▲%		
-----Treinamento da rede neural artificial (A)-----					
10.671,79	11.312,40		-5,70		
-----Validação da rede neural artificial (B)-----					
8.025,70	8.025,70		0,00		
(C)					
a	b	r <sup>2</sup>	C	id	
-0,0692	1,00	1,00	1,00	1,00	Desempenho ótimo

Fonte: SOARES et al, (2015).

VRIESMANN et al, (2004), realizaram um estudo comparando diferentes técnicas de para a análise de solos, chegando-se à conclusão de que um método de análise se sobressai a outro nos aspectos considerados mais importantes selecionados individualmente por cada modelo conforme indicado nas Tabelas 02 e 03.

Tabela 02: Regras para produtividade maior ou igual a 2 t/ha com 100% de confiança, obtidas por Árvore de Decisão.

Id	SE	E	E	E	E
1	Argila<19,815				
2	pH>=5,97	P>=38,265	Cu>=0,7476	Bo<0,1596	
3	pH>=5,97	P>=38,265	M.O.<19,705	Zn<1,221	
4	pH<5,97	V>=70,86	K<1,542	Zn>=1,221	Silte>=4,354
5	P>=38,26	Ctc<62,94	Zn<1,221	Bo>=0,1596	
6	P>=38,26	K>=1,542	Zn<1,221	Bo>=0,1596	
7	P>=38,265	K>=1,542	Zn<1,221	Bo<0,1596	Areia>=80,725
8	Ctc>=62,94	Mn>-9,5045	Zn>=1,221		

Fonte: VRIESMANN et al, (2004).

Tabela 03: Regras obtidas por Algoritmos Genéticos, com 100% de confiabilidade, para produtividade entre 2 t/ha e 5 t/ha.

Id	SE	E	E	E	E
1	V <=67,45	Areia<=82,7561	M.O <=23,55		
2	V <=67,45	Fe>22,4995			
3	V <=67,45	Fe>23,1457			
4	K= 1,275	8,26>=Silte>=19,99			
5	V <=67,45	MN=2,9	Fe>22,4995	pH=5,79	Silte<= 8,26
6	Mg=13,85	Mn= 2,9			
7	V<=67,45	8,11>=Silte>=5,039	pH5,79		
8	Mg=13,85	8,11>=Silte>=5,039	Fe=24,55	Mn=2,9	

Fonte: VRIESMANN et al, (2004).

As tabelas 02 e 03, foram criadas para lidar com casos em que o índice de produtividade é superior a 2 t/ha, uma vez que não foram encontrados registros na base de dados com valores acima de 5 t/ha de produtividade. A primeira coluna em ambas as tabelas é composta por números que identificam cada regra, enquanto as colunas subsequentes mostram os atributos preditos juntamente com seus

respectivos valores. VRIESMANN et al. (2004), constatou que o Algoritmo Genético gerou regras com ênfase em determinados atributos, variando seus valores, enquanto a Árvore de Decisão combinou múltiplos atributos. Essa divergência ocorreu devido à capacidade do Algoritmo Genético de evoluir e preservar os melhores elementos, ou seja, os atributos preditivos que exercem maior influência no atributo alvo.

SILVA, (2022) realizou o manejo de irrigação via inteligência artificial utilizando micro estação meteorológica, mas nas variáveis de produção e qualidade de frutos de pimentão vermelho (*Capsicum annum L.*) utilizadas não se encontrou nenhuma diferença quanto a métodos tradicionais. Entretanto apresentou um custo total menor se comparado anualmente, tornando-se uma opção que embora os resultados produtivos não se alteram, ainda é economicamente mais viável, diminuindo o custo de manejo através da redução do custo de mão de obra. A utilização de recursos hídricos no agronegócio é cada vez mais discutida atualmente se procurando cada vez mais a redução do custo para irrigações e a otimização da quantidade de água gasta por área, visando maior precisão.

## 2.2 Desenvolvimento no uso da inteligência artificial na bovinocultura de corte

A criação de bovinos é uma cultura antiga no Brasil tendo seu início junto a colonização do país pelos portugueses por volta de 1500. Através das grandes navegações, animais de raças europeias (*Bos taurus*) e animais de raças zebuínas (*Bos indicus*) foram inseridos como fonte de alimento e utilizados também em serviços diversos como produção de leite, força motor nos “carros de boi” e fornecimento de couro para roupas, atividades que foram sendo desenvolvidas com o passar dos anos (SILVA et al., 2012).

A bovinocultura de corte teve sua grande evolução quando começou a ser tratada como um campo da ciência, começando a ser estudada como uma cultura que possuía grande potencial de crescimento tecnológico além da aprimoração de técnicas que então não eram tão desenvolvidas e só teve uma boa resposta junto a revolução verde, que contava com a importação de diversos produtos chamado de “pacote tecnológico”, fornecendo insumos e materiais que foram utilizados para a grande expansão da pesquisa em bovinos de corte pelo final de 1950,

possibilitando até a realização de simpósios e congressos nas mais diversas áreas que a bovinocultura possui como nutrição e saúde animal (LEMOS e NAKANO 2010).

CÓCARO e LOPES (2004), relacionaram que o avanço da tecnologia e o desenvolvimento de softwares especializados, a aplicação dos computadores na bovinocultura de corte ampliou-se consideravelmente. A evolução da utilização de computadores na bovinocultura de corte tem proporcionado benefícios significativos, tais como o aumento da produtividade, a redução dos custos operacionais e o aprimoramento do bem-estar animal. No entanto, é importante ressaltar a necessidade de contínuo desenvolvimento e adaptação dessas tecnologias às particularidades e demandas da atividade, visando à otimização do desempenho e à sustentabilidade do setor. A utilização de recursos hídricos no agronegócio é cada vez mais discutida atualmente se procurando cada vez mais a redução do custo para irrigações e a otimização da quantidade de água gasta por área, visando maior precisão.

A fase de cria é o estágio inicial, em que os bezerros recém-nascidos são criados. Durante esse período, os bezerros são alimentados com o leite materno ou com substitutos do leite e são monitorados quanto à saúde e ao crescimento. A criação adequada na fase de cria é crucial para garantir um bom desenvolvimento e saúde dos bezerros. Em relação aos jovens animais, NASCIMENTO E PINHEIRO (2022) reforçam que existem IA's capazes de prever a possibilidade de os animais ficarem doentes de acordo com as mudanças em seus comportamentos, progredindo em relação ao bem-estar animal e auxiliando a produção eficiente.

KECELI et al. (2020), afirmaram que a previsão precisa e automatizada do momento do parto de bovinos em fazendas traz consigo diversas vantagens, como a redução das tarefas diárias dos agricultores, a mitigação dos resultados negativos de partos difíceis e o aumento da fertilidade potencial na propriedade. Em vez de realizar observações manuais em cada animal, é possível desenvolver sistemas de previsão automatizados que utilizam diferentes sensores capazes de identificar os comportamentos dos bovinos.

Posteriormente a fase de cria, um dos caminhos que produtores rurais seguem na pecuária a fase de recria, que pode apresentar modelos diferentes de produção, mas é caracterizada por se tratar de animais no período entre a

desmama e o início da fase de terminação, estimando um tempo de aproximadamente 24 meses e uma média de 370kg, sendo a fase que representa a maior parte do ciclo produtivo e necessitando de uma nutrição adequada (BATISTELLI et al. 2022).

A fase de recria é importante pois os animais serão condicionados a formarem uma boa carcaça e em alguns mercados, a terminação de bovinos mais novos é cada vez mais preferida, logo DÍEZ et al., (2003), verificaram a utilização de técnicas de IA para classificar as carcaças de bovinos mais novos, permitindo a análise da condição dos animais as diferenças entre os animais do rebanho, sendo possível a escolha de um melhor caminho a partir dos dados obtidos.

DANG et al. (2022), realizaram uma estimativa baseada em machine learning para estimar a o peso e a condição corporal de bovinos, onde os animais Hanwuo de 6,12,18 e 24 meses foram avaliados, tendo valores métricos o peso corporal e a medida corporal. Na pesquisa os resultados obtidos na experiência revelaram que o desempenho da estimativa de peso é influenciado pelo uso de conjuntos de recursos distintos.

A utilização de todas as características em conjunto demonstrou ser a abordagem mais eficaz em todos os modelos de estimativa. Além disso, a inclusão da idade como uma característica adicional para a estimativa do peso corporal frequentemente resultou em melhorias moderadas na maioria dos casos. O ganho de peso na fase de recria se dá mais pelo desenvolvimento muscular do que pelo acúmulo de gordura na carcaça, logo o crescimento corporal e as medidas apresentadas pelos animais serão únicas e esses índices devem ser avaliados de maneiras também únicas. (DANG et al., 2022).

A terminação de bovinos refere-se ao estágio final do processo de engorda desses animais, no qual são preparados para o abate e obtenção de carne de qualidade. Durante a terminação, os bovinos são submetidos a uma dieta especial, rica em energia e nutrientes, visando promover o ganho de peso e o desenvolvimento adequado da musculatura e gorduras. Além disso, são fornecidos cuidados específicos, como manejo adequado, controle de parasitas e acompanhamento veterinário, para garantir a saúde e o bem-estar dos animais. A terminação de bovinos é uma etapa crucial para obter carne com marmoreio

adequado, maciez e sabor, atendendo às demandas dos consumidores e da indústria alimentícia (FERREIRA, 2021).

A tecnologia desempenha papel fundamental na fase de terminação de bovinos, permitindo a maior precisão das atividades e a melhor eficiência do processo. Ao desenvolver um software utilizando de base inteligência artificial NETO e MOACYR (2016), tornaram claro os benefícios que a otimização do processamento dos dados podem trazer, criando relatórios precisos de acompanhamento de um confinamento bovino, cruzando os dados automaticamente e gerando diversos indicadores. Além disso, a pesquisa nessa área possibilitou que novas análises pouco exploradas fossem realizadas.

Blockchain é uma tecnologia descentralizada que cria registros digitais imutáveis e transparentes. Funciona através de uma rede de computadores interligados, onde as transações são registradas em blocos sequenciais. Oferece segurança e confiabilidade, sendo aplicada em criptomoedas, contratos inteligentes e registros de transações. A utilização do blockchain através de mecanismos de rastreabilidade na cadeia produtiva da carne traz benefícios e deve receber investimento em pesquisa e desenvolvimento. Essa tecnologia descentralizada permite compartilhar informações, garantindo segurança e rastreabilidade. Além disso, o blockchain possibilita transações seguras, transferência de valores e análise de dados para otimizar a produção de alimentos (YANO et al., 2018).

ASSIS (2022), apresentou um método de segmentação de tecidos na superfície da carcaça, visando automatizar a avaliação de carcaças em frigoríficos (Figura 02) e demonstrando a eficácia e robustez do modelo proposto, que foi capaz de extrair com sucesso a segmentação das carcaças e dos diferentes tecidos. Isso pode melhorar as etapas subsequentes do processo de avaliação. A análise de imagens na terminação bovina emprega técnicas avançadas de visão computacional e IA para monitorar o peso, gordura e musculatura dos animais. Essa abordagem otimiza a alimentação, manejo e programação de abates, proporcionando melhores resultados econômicos e uma qualidade de carne aprimorada. Ao utilizar essas tecnologias, os produtores podem tomar decisões mais informadas e estratégicas, maximizando a eficiência e reduzindo custos.

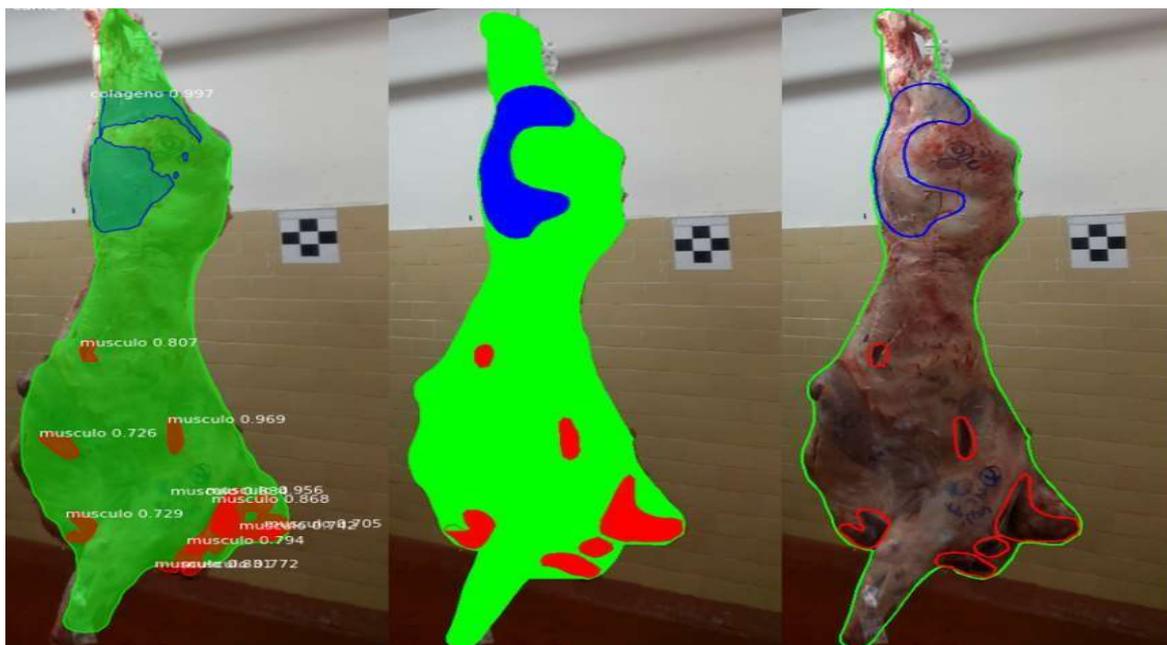


Figura 02: Máscara gerada pela rede apresentando tecidos não selecionados (músculo e conectivo) na máscara original. A imagem predita está à esquerda. No centro, está a imagem de referência e, à direita, está a imagem original com os contornos das feições.

Fonte: ASSIS, (2022).

O transporte adequado do gado para o abate é essencial para evitar contusões e perdas financeiras. Animais contundidos durante o transporte resultam em menor aproveitamento da carcaça e questões éticas. Melhorias nas condições de embarque, transporte e espera pós-desembarque beneficiam os animais e a qualidade da carne, além de atender às demandas dos consumidores conscientes sobre bem-estar animal. Pode-se utilizar RNA's para obter dados sobre as predições de gravidades de contusões em bovinos durante o seu transporte, permitindo que o produtor possa rastrear os danos causados ao seu produto mesmo quando ele já deixar as dependências na fazenda (ANTUNES, 2019).

SILVA (2022), verificou a necessidade de conexão entre as tecnologias de informação e a zootecnia de precisão, realizando uma interface para a conexão dos meios (Figura 03) e ressaltando a importância do profissional Zootecnista como o comunicador. A pecuária 4.0 é uma abordagem inovadora que combina tecnologia e automação para impulsionar a eficiência e a sustentabilidade na produção animal. Utilizando ferramentas como Internet of Things (IoT) inteligência artificial e big data,

a pecuária 4.0, visa melhorar a gestão e o monitoramento dos animais, otimizar a produção de alimentos, garantir o bem-estar animal e reduzir o impacto ambiental.

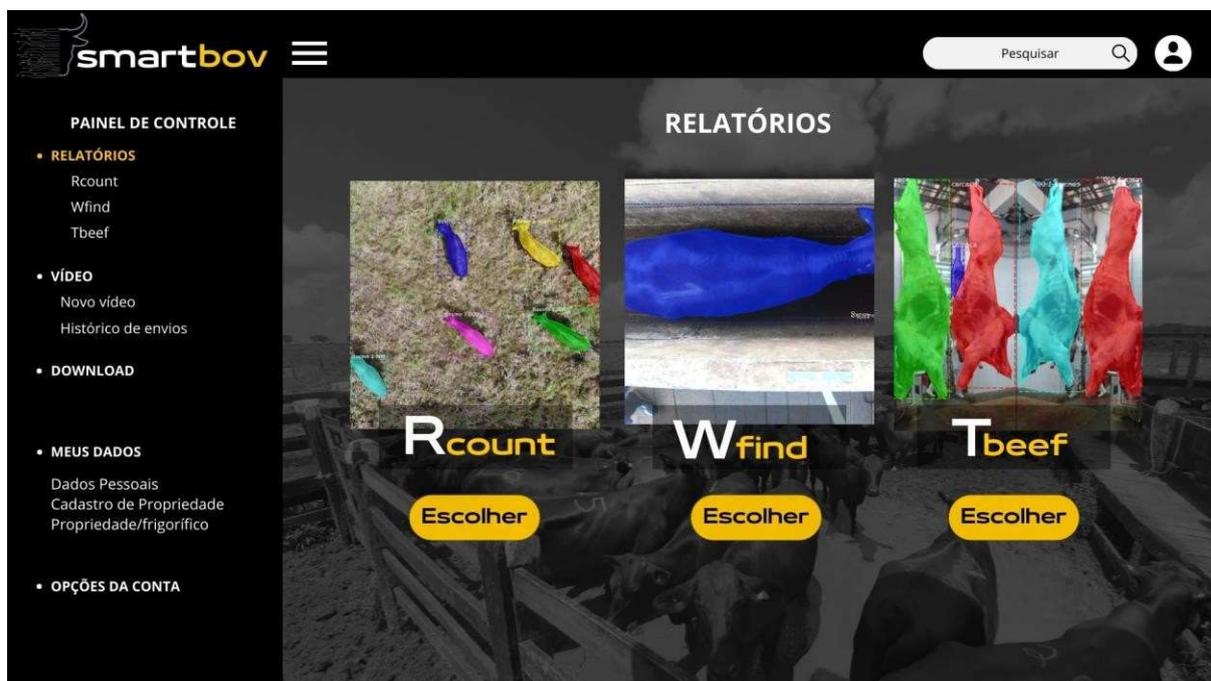


Figura 03 – Menu principal plataforma Smartbov.

Fonte: SILVA, (2022).

COSTA (2016), buscou utilizar técnicas de RNA's na previsão do rendimento de bovinos, fazendo uso de variáveis como peso de fazenda e bonificação, visando auxiliar a gestão das propriedades rurais e consequentemente os produtores, gerando um possível aumento do capital financeiro. Bonificações por carcaças são incentivos financeiros oferecidos por frigoríficos aos produtores de gado que atendem critérios de qualidade estabelecidos, como peso, marmoreio e espessura de gordura. Essas bonificações valorizam a produção de carne de melhor qualidade e estimulam os produtores a alcançar esses padrões.

De acordo com o ROCHA et al. (2017), um novo método robusto de análise de embriões bovinos foi desenvolvido, utilizando algoritmos genéticos e RNA's. Através da extração automática de características das imagens dos embriões, o sistema obteve uma precisão de 76,4% em classificar os embriões de acordo com a qualidade. Em comparação com a análise morfológica padrão realizada por embriologistas, a RNA apresentou uma concordância de 87,5% com os valores modais obtidos pelos avaliadores. A embriologia e a tecnologia revolucionam a bovinocultura de corte, impulsionando a reprodução, aprimoramento genético e eficiência do rebanho. Com embriões in vitro e transferência, multiplicam-se

animais de elite e eleva-se a taxa de reprodução. Equipamentos modernos e técnicas avançadas otimizam a reprodução, elevando qualidade e produtividade da indústria bovina.

ÖZTÜRK et al. (2020), utilizaram informações sobre a velocidade, magnitude e densidade do sêmen do touro para determinar o gênero dos bezerros e os resultados mostraram que a aplicação dessas técnicas de IA para prever o gênero dos animais pode ser útil como uma ferramenta de suporte para criadores de sêmen. Isso sugere que esses métodos podem fornecer informações valiosas nesse aspecto da reprodução bovina. Identificar o sexo em bovinos é uma prática crucial para os produtores, permitindo a seleção e o manejo adequado dos animais. Ao determinar o sexo desde as fases iniciais do desenvolvimento, os produtores podem planejar a reprodução de forma estratégica, selecionando animais de acordo com suas necessidades e objetivos específicos.

A compreensão das emoções ou estados afetivos de bovinos de corte é uma área de pesquisa ainda pouco explorada. Embora haja avanços significativos na investigação do bem-estar animal, a criação e aplicação de dispositivos e plataformas capazes de reconhecer, interpretar e processar as emoções dos bovinos de corte ainda estão em estágios iniciais. A utilização de tecnologias de sensores biométricos oferece a possibilidade de analisar e medir características comportamentais, físicas e biológicas distintas, permitindo a identificação individual de animais dentro de um rebanho de corte. Por meio do aproveitamento desse potencial e da aplicação de métodos avançados de análise de dados, baseados em inteligência artificial, é possível promover avanços significativos nos padrões de bem-estar animal na bovinocultura de corte, atendendo às necessidades dos produtores na busca pelo cuidado e bem-estar dos animais (NEETHIRAJAN, 2022).

### 2.3 A inteligência artificial disponível para a aplicação na bovinocultura de corte

Torna-se evidente que a produção animal se evoluiu de técnicas baseadas na experiência, detecção de sinais físicos e conhecimentos empíricos, sendo esses meios menos avançados e mais demorados de evolução. Com o avanço da tecnologia digital e da computação, permitiu-se a aplicação de novas tecnologias na produção animal, tornando o potencial de evolução maior e potencialmente

aumentando a produção eficiente em larga escala e tornando a pecuária uma atividade fácil manejo e maior precisão (NEETHIRAJAN, 2020).

A pecuária de corte tem enfrentado desafios na adoção de avanços tecnológicos em comparação com outras áreas de avaliação animal. Isso se deve, em parte, aos métodos tradicionais de avaliação, que envolvem contato direto entre humanos e animais, podendo gerar estresse. Essas avaliações individuais são essenciais, mas se tornam mais desafiadoras em sistemas extensivos, nos quais os bovinos tendem a apresentar comportamento arisco e agressivo. Portanto, a implementação de técnicas avançadas de avaliação animal na pecuária de corte requer abordagens adaptadas a esse contexto específico (TOMAZ, 2022).

NASCIMENTO e PINHEIRO (2022), realizaram uma revisão de escopo com a finalidade de avaliar trabalhos já existentes relacionados a tecnologias com IA's e refletiram sobre as áreas que atualmente são desenvolvidas e que são parte da realidade da pecuária bovina, possibilitando entender que existem diversas maneiras de aplicabilidade destas tecnologias mediante os cenários contemporâneos.

LOPES et al. (2017), ao se utilizar da RNA Perceptron Multicamadas e de regressão linear múltipla realizou a previsão do ganho de massa e escore de condição corporal de bovinos com três tratamentos nutricionais diferentes e os comparou com valores reais de ganho. Através da RNA os dados foram processados por várias camadas e chegaram a um erro médio de 0,1 a 1,4% e cerca de 0,04% a 0,09% da regressão linear, mostrando que as duas técnicas distintas podem ser aplicadas nesta mesma finalidade, apesar de um modelo se sobressair, ambos apresentam níveis aceitáveis de precisão.

As RNAs têm sido amplamente aplicadas na identificação de grupos de abate em animais, como vacas Nelore. Essas redes são treinadas utilizando dados que representam características físicas e de crescimento dos animais, como massa corporal e altura. Uma abordagem amplamente estudada na aplicação de RNAs para a identificação de grupos de abate em vacas Nelore. Nesse estudo, os autores utilizaram como variáveis de entrada da RNA Perceptron a massa corporal e altura dos animais, e o índice de massa corporal como variável de saída. Foram observadas 147 vacas Nelore, sendo 100 na fase de treinamento e 47 vacas na fase de diagnóstico. Os resultados obtidos demonstraram um excelente

desempenho da RNA na fase de treinamento, com um erro quadrado médio em torno de  $10^{-5}$ . Na fase de diagnóstico, ao submeter a RNA às amostras não utilizadas no treinamento, a rede apresentou um erro médio de aproximadamente 0,6% em relação à saída desejada, evidenciando sua eficácia na identificação dos grupos de abate, sendo o erro de 1 amostra em 47 que foram avaliadas, resultados com semelhança de aproximadamente 99% (BONINI NETO et al, 2019).

Na realização de um trabalho LOMBA et al. (2015), objetivaram utilizar técnicas de reconhecimento de padrões para identificar comportamentos bovinos, com base em dados de posição, movimentação do animal e luz do ambiente. Através de sensores localizados em um colar preso ao pescoço do animal e algoritmos de árvore de decisão, busca-se identificar seis comportamentos primários (Andando, Pastando, Parado em Pé, Parado Deitado, Ruminando em Pé e Ruminando Deitado) e relacioná-los com dados do ambiente.

No primeiro experimento, LOMBA et al. (2015), utilizando apenas dados de posicionamento, o algoritmo chamado END obteve o melhor desempenho na identificação dos comportamentos primários, mas os comportamentos Em Pé e Deitado não foram diferenciados com acurácia. O comportamento animal na bovinocultura de corte refere-se aos padrões de comportamento exibidos pelos bovinos criados para a produção de carne. Esses animais têm características comportamentais específicas, influenciadas por fatores genéticos, ambientais e de manejo. Eles podem apresentar comportamentos de interação social, como o estabelecimento de hierarquias, lambedura e busca por contato físico com outros animais além de possuírem comportamentos relacionados à alimentação, como o pastejo e a busca por recursos alimentares.

A precisão e confiabilidade na contagem de animais através de imagens capturadas por quadricópteros programados com inteligência artificial representam uma área de grande potencial e promessa. Em um estudo XU et al. (2020) aplicaram o avançado framework de segmentação de instâncias, Mask R-CNN, um algoritmo para contar bovinos em diferentes cenários, como pastagens extensivas e confinamentos. Para a realização do monitoramento de bovinos, utilizaram um

drone MAVIC PRO (Figura 04) programado com o algoritmo, que faz o voo sobre os animais e detecta suas imagens.



Figura 04: Drone MAVIC PRO

Fonte: XU et al., (2020).

A programação dos drones os permitem coletar dados de forma offline através de imagens em formatos pré-estabelecidos (Tabela 04) nos animais em pastejo e confinados, sendo os de pastejo analisados pelo corpo inteiro e apenas a cabeça enquanto os animais confinados analisados apenas pelo corpo inteiro. Após a apuração dos dados, os resultados foram dispostos na Tabela 05.

Tabela 04: Especificações do conjunto de dados de ambientes de pastagem e confinamento.

Sistema	Descrição	Treinamentos	Testes	Pixel das imagens
Pastejo	Corpo inteiro	500	250	512*512
Pastejo	Cabeça	500	250	512*512
Confinamento	Corpo inteiro	500	250	1280*1280

Fonte: XU et al., (2020).

Tabela 05 - Contagem de resultados das três detecções do MASK R-CNN

Sistema	Contagem real	Detectada	Erro	Acurácia
Pastejo Corpo inteiro	857	912	0,06	0,94
Pastejo Cabeça	857	952	0,10	0,90
Confinamento	1064	1156	0,08	0,92

Fonte: XU et al. (2020).

Os resultados de XU et al. (2020), mostraram que o Mask R-CNN apresentou um desempenho confiável, alcançando uma precisão de 94% na contagem em pastagens e 92% em confinamentos. Além disso, o Mask R-CNN superou outros algoritmos concorrentes, especialmente em situações com oclusão e sobreposição de animais. Essa pesquisa representa um avanço promissor no uso de inteligência artificial e quadricópteros para aprimorar a gestão de animais na indústria pecuária.

Os resultados de SUNIL et al. (2021), demonstraram que o modelo VGG16 mostrou um desempenho superior ao modelo Inception ResNet V2, atingindo uma precisão de 98,6% em 116 imagens de teste em comparação, enquanto o Inception ResNet V2 alcançou uma precisão máxima de 95,7% nas mesmas imagens. Com base nas métricas de desempenho, fica claro que a tecnologia de aprendizado profundo oferece resultados promissores no reconhecimento de cortes de carne na indústria de ciência da carne.

SUNIL et al. (2021), buscaram avaliar a eficácia das redes neurais de aprendizado profundo na rápida classificação de diferentes cortes de carne bovina usando RNA's. Imagens coloridas das amostras de carne foram obtidas de um sistema de visão computacional e também coletadas de plataformas online. Um conjunto de 1.113 imagens de cortes de carne foi utilizado para treinar, validar e testar o modelo desenvolvido com RNA. Dois modelos RNA's convolucionais pré-treinadas, a Visual Geometry Group (VGG)16 e Inception ResNet V2. Além disso, técnicas de aumento de imagens foram empregadas para melhorar o desempenho do modelo classificador. Por meio de tecnologias avançadas, como redes neurais de aprendizado profundo, a IA permite a identificação rápida e precisa dos diferentes cortes de carne, garantindo a qualidade, padronização e eficiência dos processos de produção. A tabela 06 ilustra os resultados obtidos.

Tabela 06: Desempenho dos modelos VGG16 e Inception ResNet V2 com vários números e tipos de cortes usados na fase de teste, juntamente com os correspondentes

Corte	Treinamento	Validação	Teste	Acurácia	Acurácia
				VGG16 (%)	Inception ResNet V2(%)
Bife de costela c/ osso	56	7	7	100	100
Bife de costela s/ osso	283	36	36	100	100
Chuck eye roll steak	89	11	12	100	100
Fraldinha	83	10	11	100	90
New York strip	154	19	20	100	90
Short ribs	110	13	15	90	90
Filé mignon	112	14	15	100	100

Fonte: SUNIL et al (2021).

A tuberculose bovina é uma doença infecciosa causada pela bactéria *Mycobacterium bovis*, que afeta o gado bovino. Essa doença representa um desafio significativo para a indústria pecuária, resultando em perdas econômicas substanciais e impactando a saúde animal e humana. O controle efetivo da tuberculose bovina envolve medidas de prevenção, detecção precoce e erradicação da doença, incluindo testes diagnósticos precisos, vigilância epidemiológica e implementação de programas de vacinação e controle do rebanho (STAŃSKI et al. 2021).

STAŃSKI et al. (2021) utilizaram machine learning objetivando uma melhora nas sensibilidades diagnósticas, na tentativa de prever surtos de tuberculose bovina em rebanhos da Grã-Bretanha. Foram utilizados quatro métodos de aprendizado de máquina que foram treinados de forma independente com dados coletados entre os anos de 2012 e 2014. Esses dados abrangiam uma amostra anual de cerca de 4700 resultados positivos de testes realizados em nível de rebanho. O melhor modelo demonstrou um aumento na sensibilidade em nível de rebanho de 61,3% para 67,6% e na especificidade em nível de rebanho de 90,5% para 92,3% em comparação com os resultados observados nos testes de 2015. Essa abordagem

tem o potencial de aprimorar a capacidade preditiva da tuberculose bovina em rebanhos, oferecendo suporte ao controle eficaz da doença.

A integração de dispositivos e sensores na gestão pecuária é fundamental para o sucesso do setor agrícola. MICLE et al. (2021), objetivaram analisar as vantagens de investir em métodos inteligentes de criação de gado na Romênia, utilizando tecnologias como IA, Automação de Processos Robóticos e IoT. Os resultados mostram que essas tecnologias podem aumentar a lucratividade em 19%, a produtividade em 21% e reduzir o impacto ambiental em 22%. Além disso, a automação e o trabalho remoto podem aliviar a carga de trabalho dos funcionários, proporcionando maior acessibilidade aos painéis de controle, arquivos de tomada de decisão e análise de dados. É essencial promover a conscientização dos agricultores sobre esses benefícios e promover a colaboração entre os produtores e os provedores de soluções de tecnologia, por meio de treinamentos contínuos, visando uma adoção mais ampla dessas tecnologias inovadoras.

Garantir a saúde digestiva dos bovinos de corte é essencial para o bem-estar e desempenho desses animais. No entanto, em fazendas de grande porte, monitorar a saúde digestiva pode ser um desafio. Uma solução acessível para superar essa dificuldade é o uso de dispositivos de imagem baseados em visão computacional. Essa abordagem permite um monitoramento eficaz e preciso, auxiliando os produtores na detecção de problemas digestivos e na tomada de medidas preventivas para garantir a saúde e o desempenho ideal do rebanho. Considerando essa perspectiva ATKINSON et al. (2020), pesquisam um método inovador de monitorar a saúde digestiva, utilizando um dispositivo de imagem acessível e de fácil utilização, com base em visão computacional.

ATKINSON et al. (2020), selecionaram o método de fotometria estéreo como base para a coleta de dados. Essa técnica consiste em capturar no mínimo três imagens 2D de um objeto com diferentes direções de iluminação. A partir dessas imagens, é possível determinar a orientação da superfície da amostra em cada pixel do objeto/amostra-alvo, representada por vetores normais da superfície. Para o projeto, foi construído um suporte personalizado com base em trabalhos anteriores realizados pelos autores para outras aplicações (Figura 05) o qual possui um algoritmo com princípios de IA que capta as imagens, as analisa de forma 2D e 3D (Figura 06) e então o algoritmo retorna um score para a amostra.

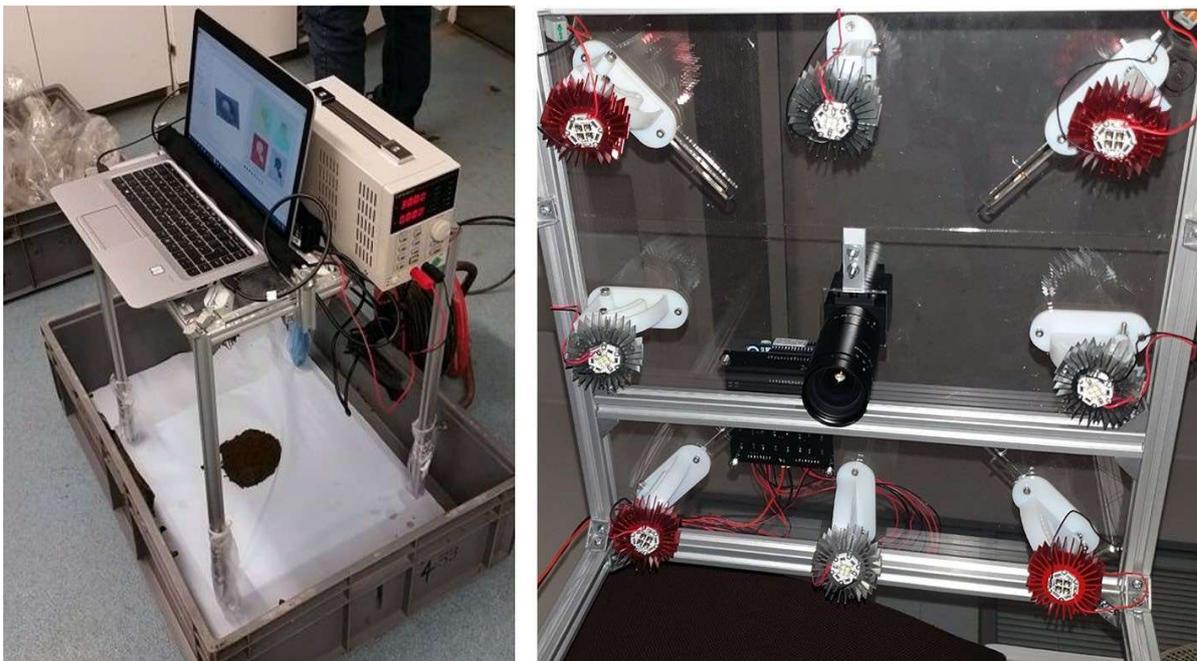


Figura 05: Equipamento de captura de dados sob medida. Esquerda: durante uma captura de dados de amostra real em condições de laboratório. Direita: de baixo sem fonte de alimentação e laptop.

Fonte: ATKINSON et al., (2020).

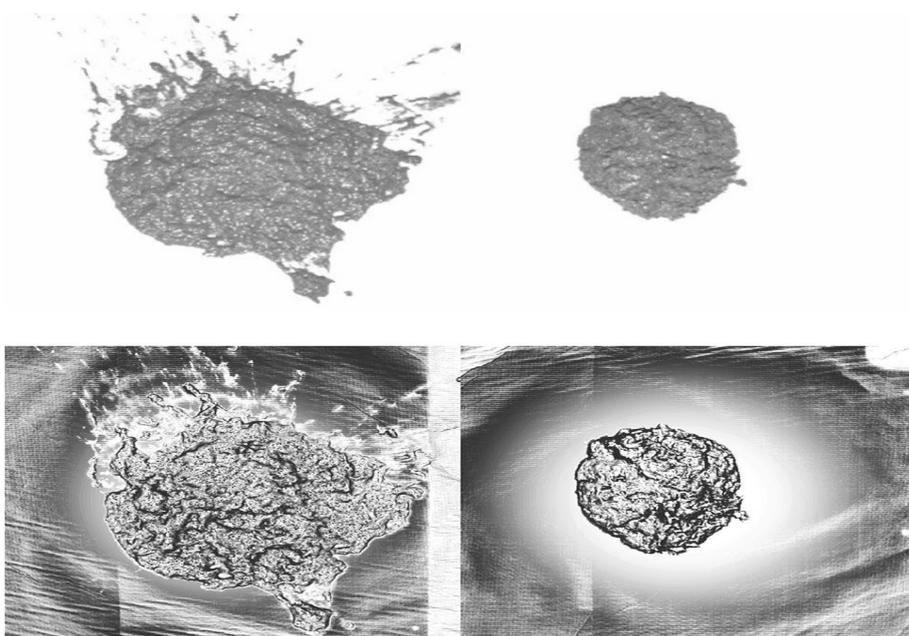


Figura 06: Imagens 2D (topo) e normais de superfície 3D (abaixo) das amostras com menor pontuação (esquerda) e maior pontuação (direita).

Fonte: ATKINSON et al., (2020).

Embora não exista um padrão universal para comparar os resultados, os escores obtidos correspondem de perto às previsões qualitativas feitas por humanos. Além disso, o algoritmo é capaz de detectar a presença de fibras não digeridas e grãos de milho utilizando técnicas avançadas de aprendizado. As detecções em percentagem para milho e fibras em regiões da imagem foram em torno de 90%. Os dados obtidos indicam o potencial de desenvolver um sistema para monitorar em tempo real a saúde digestiva de animais individuais na própria fazenda, permitindo intervenções precoces e ajustes eficazes na estratégia de alimentação (ATKINSON et al., 2020).

A pesagem de bovinos de corte é uma prática crucial e indispensável para garantir o sucesso da produção pecuária. Através da pesagem regular e precisa dos animais, é possível obter informações essenciais sobre seu ganho de peso, saúde, nutrição e desempenho individual. Esses dados permitem que os pecuaristas tomem decisões informadas sobre o manejo do rebanho, como o momento ideal para o abate, a seleção de animais com melhor desempenho e a implementação de estratégias nutricionais adequadas (NASCIMENTO e PINHEIRO, 2022).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da IA no contexto de desenvolvimento da bovinocultura de corte, tem como um grande objetivo investigar as contribuições e as aplicações dessa tecnologia no desenvolvimento da produção pecuária.

A utilização de novas tecnologias permite que novos estudos sejam realizados, estabelecendo novos parâmetros e tendo a possibilidade de atingir novos patamares e índices. A IoT, DL e RNA's são as abordagens que tem ganhado cada vez mais destaque principalmente na análise de imagens, que tem grande importância visto que a atividade rural necessita de análises visuais muitas vezes realizadas por seres humanos.

A aplicação da IA na bovinocultura de corte é uma solução promissora para otimizar a produção e o manejo dos rebanhos. Com técnicas avançadas de visão computacional e análise de dados, a IA monitora características como peso, saúde digestiva e qualidade da carne, permitindo decisões mais informadas. Isso resulta em melhores resultados econômicos, bem-estar animal e eficiência produtiva. A IA também permite a detecção precoce de doenças e controle da alimentação, contribuindo para um futuro sustentável na bovinocultura de corte.

Com o aumento de pesquisas sobre IA na bovinocultura de corte novas tecnologias começam a surgir, assim como novas soluções para problemas já existentes. Apesar de muito pesquisada, a IA ainda está muito no campo experimental e ainda é pouco inserida no mercado comercial, porém com os avanços e excelentes resultados dos testes e experimentos, é questão de tempo até essas tecnologias emergentes começarem a se expandir e ganharem mais espaço no mercado, gerando produções cada vez mais eficientes e precisas, tanto nos produtos quanto nos dados trabalhados.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, F. M. **Abordagem neural para a determinação de dependências entre variáveis do processo de transporte e índice de contusões em bovinos.** 2019.

ASSIS, G. J. DE F. **Análise de imagens na caracterização biométrica e avaliação da carcaça de bovinos.** [s.l.] Pro-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - UFV, 2022.

ATKINSON, G. A. et al. A computer vision approach to improving cattle digestive health by the monitoring of faecal samples. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 17557, 2020.

BARBOSA, X.C; BEZERRA, R.F. **Breve introdução à história da inteligência artificial.** Jamaxi, UFAC. ISSN 2594-5173, v. 4, n. 2, 2020.

BATISTELLI, I. J. C. et al. **Recria intensiva em confinamento como estratégia de manejo em bovinos de corte** - revisão de literatura. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 2, p. e1611225179, 2022.

**Beef Report 2022.** Disponível em: <<https://www.abiec.com.br/publicacoes/beef-report-2022/>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

BONINI NETO, A. et al. **Modelo automático de classificação de bovinos para o abate via redes neurais artificiais.** *Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas*, v. 13, n. 1, p. 1–11, 2019.

CARVALHO, T.B; ZEN, S. **A cadeia de Pecuária de Corte no Brasil: Evolução e tendências.** *Revista iPecege* 3(1), p. 85-99, 2017.

CÓCARO, H; LOPES, M.A. **Nota técnica o uso de softwares para a bovinocultura de corte: uma revisão da literatura.** *Revista Brasileira de Agroinformática*, v. 6, n. 1, p. 64-78, 2004.

COSTA, C. L. **Utilização de características zootécnicas e de manejo na pecuária para previsão do peso final e bonificação de bovinos empregando redes neurais artificiais.** Disponível em: <<http://dspace.unipampa.edu.br:8080/jspui/handle/rii/2675>>. Acesso em: 6 jun. 2023.

DANG, C. et al. **Machine Learning-based live weight estimation for Hanwoo cow**. Sustainability, v. 14, n. 19, p. 12661, 2022.

DÍEZ, J. et al. **Artificial intelligence techniques point out differences in classification performance between light and standard bovine carcasses**. Meat science, v. 64, n. 3, p. 249–258, 2003.

FERREIRA, H. A. M. **Terminação de bovinos de corte: Desempenho produtivo e econômico com o uso da terminação intensiva a pasto**. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Contábeis) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Cacoal, 2021.

HAMMOND, K. **The Periodic Table Of AI**. 2017 Disponível em:

<<https://www.datasciencecentral.com/the-periodic-table-of-ai/>>. Acesso em: 5 de mai. 2023.

KECELI, A. S. et al. **Development of a recurrent neural networks-based calving prediction model using activity and behavioral data**. Computers and electronics in agriculture, v. 170, n. 105285, 2020

KSHETRI, N. (2018). **Blockchain's Roles in Meeting Key Supply Chain Management Objectives**, International Journal of Information Management 39, 80–89, 2018.

LEMOS, F. K., e NAKANO, D. N. **Aprendizado e Gestão do Conhecimento na Agropecuária**. In XXX ENEGEP - Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, 2010. XXX Enegep - Maturidade e desafios da Engenharia de Produção. Rio de Janeiro: ABEPRO/UFSCar, 2010.

LOMBA, L. F. D., et. al. **O uso de inteligência artificial na identificação do comportamento bovino**. X Congresso Brasileiro de Agroinformática, Ponta Grossa: UFM, 2015.

LOPES, M. L. M.; CHAVARETTE, F. R.; COSSI, A. M. **AVALIAÇÃO DO MODELO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA E REDES NEURAIS ARTIFICIAIS NA PREVISÃO DO GANHO DE MASSA EM ANIMAIS**. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 11, n. 1, p. 01–17, 2017.

MICHELON, G.K. **Aplicação de técnicas de inteligência artificial na agricultura de precisão para estimar a produtividade da soja**. 2016. 99 f. Trabalhos de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016.

MICLE, D. E. et al. **Research on innovative business plan. Smart cattle farming using artificial intelligent Robotic Process Automation.** *Agriculture*, v. 11, n. 5, p. 430, 2021

MORETI, M. P. et al. **Inteligência Artificial no Agronegócio e os Desafios para a Proteção da Propriedade Intelectual.** *Cadernos de Prospecção*, v. 14, n. 1, p. 60, 2021.

NASCIMENTO, V. S.O; PINHEIRO, G.O. Application of artificial intelligence in cattle farming: A scope review. **Revista Electronica de Veterinaria**, p. 30–40, 2022.

NEETHIRAJAN S. **The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming.** *Sensing and Bio-Sensing Research*, v. 29. 2020.

NEETHIRAJAN, S. **Affective state recognition** in livestock-artificial intelligence approaches. *Animals: an open access journal from MDPI*, v. 12, n. 6, p. 759, 2022.

NETO, B.; MOACYR, P. **Sistema de Apoio a Decisão para a fase de Terminação de Bovino de Corte.** 2016.

NILSSON, N. J. **Artificial intelligence: a new synthesis.** 1ª ed. San Francisco: Morgan Kaufmann, 2014.

ÖZTÜRK, A.; ALLAHVERDI, N.; SADAY, F. **Application of artificial intelligence methods for bovine gender prediction.** *Turkish journal of engineering*, v. 6, n. 1, p. 54–62, 2020.

PACHECO, C. A. R.; PEREIRA, N. S. **Deep Learning Conceitos e Utilização nas Diversas Áreas do Conhecimento.** *Revista Ada Lovelace, [S. l.]*, v. 2, p. 34–49,

ROCHA, J. C. et al. A method based on artificial intelligence to fully automatize the evaluation of bovine blastocyst images. **Scientific reports**, v. 7, n. 1, p. 7659, 2017.

RUSSELL, S. J. **Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control.** 1ª ed. New York: Penguin Random House, 2019. *Sci Rep*, 7 (2017), p. 7659

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial intelligence: A modern approach** third edition. Pearson Education Inc, 2010.

SILVA, B. C. P. DA. **Manejo da irrigação via inteligência artificial na cultura do pimentão vermelho.** Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2022.

SILVA, M. C.; BOAVENTURA, V. M.; FIORAVANTI, M. C. **História do povoamento bovino no Brasil Central.** *Revista UFG*, v. 13, n. 13, 2012.

SILVA, M.L.F da. **Plataforma Smartbov(beta)**: Front-end intuitivo e comercial. Orientadora: Luciara Celi Chaves Daher. 2022. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Belém, PA, 2022.

SOARES, F. C. et al. **Predição da produtividade da cultura do milho utilizando rede neural artificial**. *Ciencia rural*, v. 45, n. 11, p. 1987–1993, 2015.

STAŃSKI, K. et al. Using machine learning improves predictions of herd-level bovine tuberculosis breakdowns in Great Britain. **Scientific reports**, v. 11, n. 1, p. 2208, 2021.

SUNIL, G.C. et al. Using deep learning neural network in artificial intelligence technology to classify beef cuts. **Frontiers in Sensors**, v. 2, 2021.

TOMAZ, R. S.; (UNESP), U. E. P. Uso de métodos de inteligência artificial na avaliação animal. 2022.

TOPOL, E. J. **High-performance medicine**: the convergence of human and artificial intelligence. *Nature Medicine*, n. 25, p. 44-56, January 2019.

VRIESMANN, L. M.; et al. Análise de resultados obtidos por técnicas de inteligência artificial na mineração de dados de produtividade de solo. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v. 2, p. 11-18, 2004.

XU, B. et al. Automated cattle counting using Mask R-CNN in quadcopter vision system. **Computers and electronics in agriculture**, v. 171, n. 105300, p. 105300, 2020.

YANO, I. H. et. al. **Modelo de rastreamento bovino via Smart Contracts com tecnologia Blockchain**. Comunicado técnico 130 EMBRAPA, 2018.

ZHOU. H. Machine learning. **Springer Nature**, 2021.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
 PRÓ-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO  
 INSTITUCIONAL  
 Av. Universitária, 1052 | Setor Universitário  
 Caixa Postal 851 | CEP: 74505-910  
 Goiânia | Goiás | Brasil  
 Fone: (62) 3245 3081 ou 3053 | Fax: (62) 3245 3959  
 www.pucgoias.edu.br | prodi@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO n° 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante: **DANILO CANDIDO RODRIGUES** do Curso de Zootecnia, matrícula 20171002700101, telefone: 62. 98292.27.57 e-mail [Danilofj@novomundo.com.br](mailto:Danilofj@novomundo.com.br), na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **UTILIZAÇÃO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA BOVINOCULTURA DE CORTE**, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto (PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 15/06/2023.

Assinatura do(s) autor(es):

*Daniilo Cândido Rodrigues.*

Nome completo do autor: **DANILO CANDIDO RODRIGUES**

Assinatura do professor-orientador:

*Bruno de Souza Mariano*

Nome completo do professor-orientador: **BRUNO DE SOUZA MARIANO**