

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

**SUINOCULTURA 5.0: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A SAÚDE E BEM-
ESTAR ANIMAL**

Acadêmica: Claudihorrany Gonçalves dos Santos
Orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano

Goiânia-GO
2025



CLAUDIHORRANY GONÇALVES DOS SANTOS



SUINOCULTURA 5.0: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL

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

Orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano

Goiânia-GO

2025

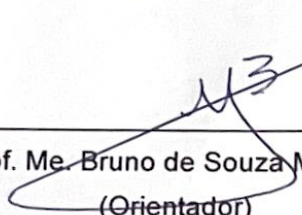


CLAUDIHORRANY GONÇALVES DOS SANTOS



SUINOCULTURA 5.0: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADA A SAÚDE E BEM-ESTAR ANIMAL

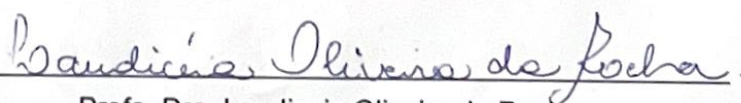
Monografia apresentada à banca avaliadora em 03/06/2025 para conclusão da disciplina de TCC, no curso de Zootecnia, junto à Escola de Ciências Médicas e da Vida da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sendo parte integrante para o título de Bacharel em Zootecnia.



Prof. Me. Bruno de Souza Mariano
(Orientador)



Prof. Dr. João Darós Malaquias Júnior
PUC Goiás



Profa. Dra. Laudiceia Oliveira da Rocha
PUC Goiás

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, elevo meus sinceros agradecimentos a Deus, fonte de toda sabedoria e força. Como diz em Jeremias 29:11: "Porque eu sei os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos para prosperá-los e não para prejudicá-los, planos para dar-lhes esperança e um futuro." Cada passo desta jornada acadêmica foi guiado pela Sua mão, nos momentos de dúvida, Ele me deu clareza; nos momentos de cansaço, renovou minhas forças. Esta conquista não é apenas minha, mas fruto da graça divina que me sustentou em todos os dias.

À minha mãe, Silvanir Ferreira dos Santos, não há palavras que possam expressar toda a minha gratidão. Você é meu alicerce, meu porto seguro e minha maior inspiração. Lembro de cada madrugada que você acordou para trabalhar, cada sacrifício escondido atrás de um sorriso, cada palavra de incentivo nos momentos em que eu duvidava de mim mesmo. Você não apenas me ensinou a lutar, mas lutou ao meu lado em cada batalha. Mãe, esta conquista é tão sua quanto é minha porque sem você, eu não seria capaz.

À minha avó, Maria Lucineide Moura dos Santos (Dida), minha segunda mãe, minha raiz e meu exemplo de resistência. Suas histórias de vida, sua fé inabalável e seu amor incondicional me mostraram que nenhum sonho é grande demais quando se tem Deus e família. Você e minha mãe construíram, com suas próprias mãos, a escada que me permitiu alcançar este momento. Cada "você consegue" dito por vocês ecoou em mim como um combustível para continuar.

Aos meus professores e orientadores, que compartilharam conhecimento, paciência e orientação.

Aos colegas que se tornaram amigos, pelas risadas, pelos trabalhos em grupo e pelo apoio mútuo.

Aos familiares e amigos que torceram por mim, mesmo à distância.

Às pessoas que acreditam que a educação transforma vidas. Aos meus pés, hoje, não há apenas um diploma, mas a realização de um sonho construído por muitas mãos e, acima de tudo, abençoado por Deus.

Dedico este trabalho, a Deus, meu alicerce e razão de todas as coisas, pois sem Sua misericórdia e força, nenhum desses passos teria sido possível.

	SUMÁRIO	Pág.
	LISTA DE TABELAS.....	vii
	LISTA DE FIGURAS.....	viii
	RESUMO.....	ix
1	INTRODUÇÃO.....	01
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	03
2.1	Inteligência Artificial: Definição e conceitos.....	03
2.2	Suinocultura 5.0.....	06
2.3	Sistemas inteligentes da granja de suínos.....	11
2.4	Automação dos equipamentos de ambientação.....	14
2.5	Automação no uso da Alimentação Inteligente.....	15
2.6	Aplicações na suinocultura tecnificada.....	17
2.7	Inteligência Artificial da Saúde e do bem-estar em suínos.....	20
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	24
4	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

	LISTA DE TABELA	Pág.
Tabela 1	Tecnologias empregadas na Suinocultura 5.0 e suas aplicações...	6
Tabela 2	Indicadores de desempenho antes e após a implementação de tecnologias 5.0.....	7

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Áreas Relacionadas com a Inteligência Artificial.....	04
Figura 2 Aplicação de IA na Suinocultura.....	05
Figura 3 Gráfico Balanço anual de carne suína brasileira de 2015 a 2023: abate de suínos em toneladas de carcaças, exportação de carne suína in natura e consumo per capita ano.....	09
Figura 4 Crescimento estimado do consumo de carne suína na América Latina até 2030, números em milhões de toneladas.....	10
Figura 5 Reconhecimento facial com uso do RFID na suinocultura.....	12
Figura 6 Robô trabalha com câmeras e sensores para monitorar engorda e saúde dos suínos, imagem sendo transmitida para tablet.....	13
Figura 7 Resfriamento Evaporativo por nebulização.....	15
Figura 8 Abastecimento de ração por automação.	16
Figura 9 Robô PIG STAR de avaliação de ganho de peso individual, sanidade e bem-estar.....	18
Figura 10 Sistema de automação para suínos.....	19
Figura 11 Exemplo de monitoração contínua de tosses em uma terminação com episódios clínicos de influenza e Mico plasma.....	21
Figura 12 Imagem por câmara térmica.....	22

RESUMO

A suinocultura moderna passa por uma verdadeira revolução com a chegada de tecnologias avançadas como Inteligência Artificial, automação e robótica. O Brasil, possui quarto maior rebanho de suínos do mundo, com cerca de 2,4 milhões de matrizes. Em razão da expressão dessa atividade os desafios atuais são quanto a necessidade de produzir de forma mais eficiente, garantir que os animais estejam bem cuidados e diminuir os impactos no meio ambiente. A Inteligência Artificial é um conceito real, atual e aplicável na suinocultura tecnificada, sendo, portanto, uma realidade que está moldando nosso presente e definindo nosso futuro. O uso de sensores, câmeras térmicas e algoritmos de machine learning, se tem a possibilidade de acompanhar a saúde dos suínos em tempo real. Sistemas de reconhecimento facial que permitem identificar cada animal, além disso é possível ajustar as dietas de forma personalizada, melhorando a alimentação e evitando desperdícios. Essas tecnologias são realidades nos sistemas de produção em tempo real no Brasil, com sistemas de alimentação inteligente, podendo aumentar a produtividade, reduzir custos. A robótica completa o ecossistema tecnológico, com robôs que distribuem ração, realizem limpeza automatizada e monitorar o crescimento dos animais. Essas inovações contribuem para uma suinocultura com tecnologias como visão computacional e análise de vocalizações, é possível identificar sinais de estresse ou dor antes que se tornem problemas maiores. Intervenções rápidas podem ser feitas, melhorando a vida dos suínos. Sistemas automatizados ajudam a usar água, ração e outros recursos de forma mais eficiente. A Suinocultura 5.0 se apresenta pela união de tecnologias digitais avançadas, promove produção suinícola mais precisa, eficiente e sustentável. A combinação de tecnologias com a intervenção do humano tem definido o novo caminho.

Palavras Chaves: Sustentabilidade; Monitoramento em tempo real; Eficiência produtiva, Tecnologias digitais

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura brasileira é uma atividade bem consolidada possuindo um rebanho estimado em 2,4 milhões de matrizes, e é atualmente o quarto maior produtor e exportador de carne suína do mundo, com uma cadeia produtiva que reúne mais de 50 mil produtores (CPT, 2025).

O consumo de carne suína tem aumentado nos últimos anos, especialmente a partir do ano de 2021, quando rompeu a barreira dos 20 quilos per capita. De toda a carne suína produzida no Brasil, mais de 75% alimentam o mercado interno. O restante, aproximadamente 25%, é exportado para aproximadamente 85 países (ABCS, 2025).

A China é o maior, produtor e consumidor mundial de carne suína, além de possuir maior rebanho. A China produziu 57,06 milhões de toneladas de carne suína em 2024, respondendo por aproximadamente 48% do total mundial. No final de 2024, o estoque nacional de suínos era de 427,4 milhões de cabeças, das quais o estoque de matrizes atingiu 40,78 milhões, uma redução de 640.000 cabeças ano a ano (USDA, 2025).

O consumo mundial de carne suína caiu 7,8% em 2024 para 28,1 kg per capita devido em parte à peste suína africana (PSA), que aumentou os preços. Além disso, a demanda reduzida contínua após a pandemia de COVID-19 impactou ainda mais o consumo geral de carne suína (USDA, 2025).

A suinocultura tecnificada é um modelo de produção que se baseia no uso intensivo de tecnologias e manejos modernos para garantir maior eficiência, produtividade e bem-estar animal na criação de suínos. Diferente da suinocultura tradicional, essa abordagem envolve o uso de instalações planejadas, nutrição balanceada, controle sanitário rigoroso, genética aprimorada e, cada vez mais, sistemas automatizados de monitoramento e manejo.

A suinocultura tecnificada contribui não apenas para o aumento da produção de carne suína com qualidade, mas também para a sustentabilidade do setor, uma vez que promove o uso racional dos recursos naturais e o controle dos impactos ambientais. Além disso, favorece a rastreabilidade dos processos e a adoção de práticas que atendem às exigências de bem-estar animal, segurança alimentar e responsabilidade socioambiental, utilizando-se de tecnologias disponíveis.

A indústria agropecuária tem sido constantemente impulsionada pela inovação tecnológica, e um dos mais promissores avanços recentes é a aplicação da inteligência artificial (IA) na suinocultura. A utilização inteligente de algoritmos, análise de dados e automação está ligada à maneira como os suinocultores operam, oferecendo um futuro brilhante para o setor, e aponta para uma produção mais eficiente e sustentável (O PRESENTE RURAL, 2023).

A Inteligência Artificial (IA) tem se consolidado como uma ferramenta estratégica na suinocultura moderna, promovendo maior eficiência, bem-estar animal e tomada de decisões mais precisas. Por meio de sensores, câmeras e softwares inteligentes, é possível monitorar em tempo real o comportamento dos suínos, identificar sinais precoces de doenças, ajustar a alimentação de forma personalizada e otimizar o manejo reprodutivo. Esses sistemas aprendem com os dados gerados dentro das granjas, oferecendo recomendações automatizadas que reduzem perdas e aumentam a produtividade.

Identificar doenças através dos sons emitidos pelos animais, pode otimizar a produção e melhorar a gestão de suínos. Já existem sistemas que identificam tosses dentro do rebanho. O suíno é um animal que vocaliza muito e esses sistemas conseguem identificar tosses e através dos algoritmos, predizer se algum problema sanitário, está se estabelecendo no plantel e se espalhando (IUSPA, 2025).

A IA também tem sido utilizada para prever tendências de mercado, controlar estoques de insumos, e realizar análises econômicas complexas que ajudam o produtor na gestão do negócio. À medida que a tecnologia avança e se torna mais acessível, espera-se uma adoção ainda mais ampla nas granjas, transformando o modo como se produz carne suína no Brasil e no mundo.

Objetiva-se com o Trabalho de conclusão de curso por meio da revisão de literatura sobre a Suinocultura 5.0: inteligência artificial aplicada a saúde e bem-estar animal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Inteligência Artificial: Definição e conceitos

Quando se fala de Inteligência Artificial, é difícil defini-la, mas ao longo do tempo ela seguiu quatro linhas de pensamento: I. Sistemas que pensam como seres humanos: O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem máquinas com mentes, no sentido total e literal (HAUGELAND, 1985). II. Sistemas que atuam como seres humanos: A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas (KURZWEIL, 1990). III. Sistemas que pensam racionalmente: O estudo das faculdades mentais pelo seu uso de modelos computacionais (CHARNIAK; MCDERMOTT, 1985). IV. Sistemas que atuam racionalmente: A Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes (POOLE et al., 1998).

A IA pode ser classificada de acordo com diferentes abordagens: sistemas que pensam como humanos, que agem como humanos, que pensam racionalmente ou que agem racionalmente (RUSSELL; NORVIG (2021).

A Inteligência Artificial não é mais um conceito futurista; é uma realidade que está moldando nosso presente e definindo nosso futuro. Desde assistentes virtuais em nossos smartphones até sistemas complexos que revolucionam indústrias inteiras, a IA está se tornando onipresente em nossas vidas (MILAGRE, 2024). IA também está relacionada com psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras áreas científicas (Figura 1) (GOMES, 2010).

A Inteligência Artificial (IA) pode ser definida como o campo da ciência da computação que busca o desenvolvimento de sistemas capazes de simular aspectos da inteligência humana, como raciocínio, aprendizado, percepção, tomada de decisão e linguagem. Esses sistemas são projetados para interpretar dados, aprender com eles e aplicar esse conhecimento para realizar tarefas com um grau de autonomia crescente. A IA se subdivide em áreas como aprendizado de máquina (machine learning), redes neurais artificiais, processamento de linguagem natural e visão computacional, sendo aplicada em diversos setores como agricultura, saúde, indústria e educação (RUSSELL; NORVIG, 2022).

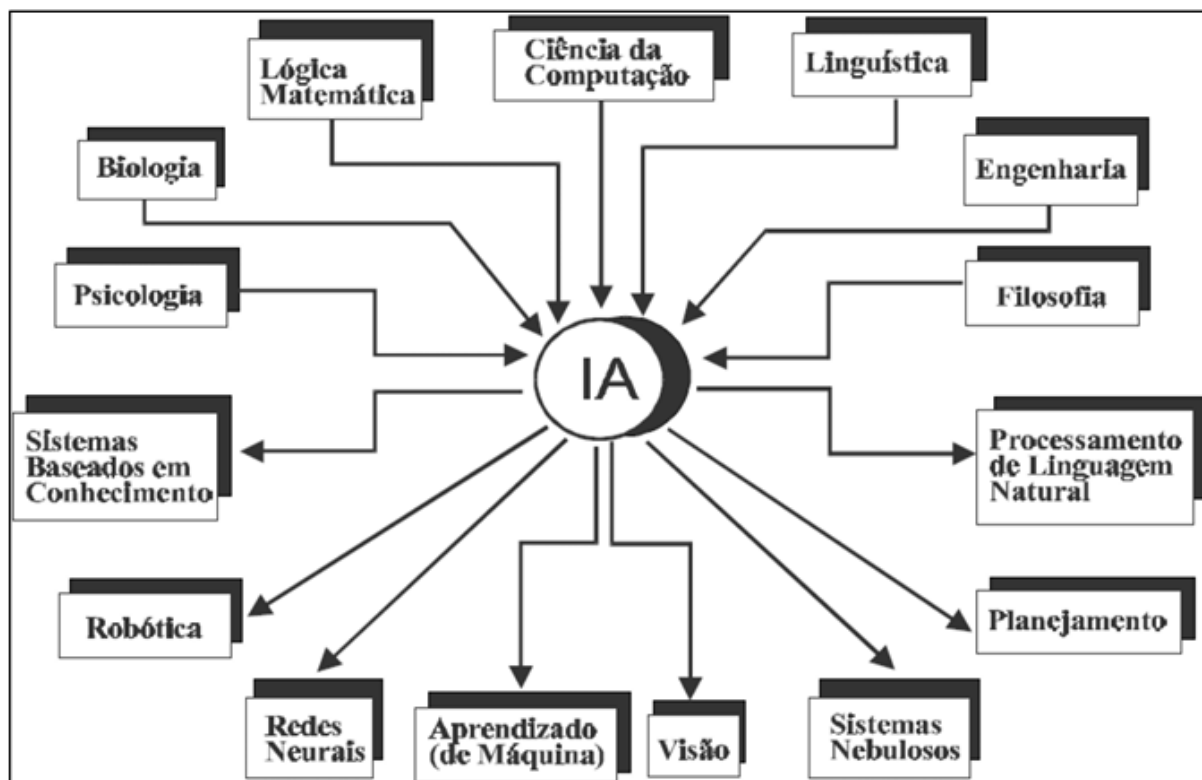


Figura 1: Áreas Relacionadas com a Inteligência Artificial

Fonte: MONARD; BARANAUKAS, (2000).

Como mostra a figura, a IA está relacionada a áreas como a ciência da computação, lógica matemática, linguística, engenharia e filosofia, que fornecem as bases teóricas e tecnológicas para sua estruturação. Além disso, disciplinas como biologia e psicologia contribuem com modelos cognitivos e comportamentais, fundamentais para simular a inteligência humana. A aplicação prática da IA envolve campos como robótica, redes neurais, sistemas baseados em conhecimento, processamento de linguagem natural, aprendizado de máquina, visão computacional, sistemas nebulosos e planejamento, demonstrando como a convergência entre diferentes saberes torna a inteligência artificial uma ferramenta poderosa e multifuncional. Essa integração multidisciplinar é o que permite que a IA avance continuamente, oferecendo soluções inovadoras em diversas áreas da sociedade.

A inteligência artificial (IA) é a ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes. Segundo a publicação, o desenvolvimento de máquinas inteligentes está relacionado com a tarefa de usar computadores para entender a inteligência humana e reproduzi-la. Isso quer dizer que a IA é a capacidade de um computador digital ou robô controlado por

computador de executar tarefas comumente associadas a seres inteligentes (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2023).

A Inteligência Artificial (IA) é um ramo da ciência da computação que se dedica ao desenvolvimento de sistemas capazes de simular a inteligência humana. Isso inclui a habilidade de aprender com experiências, reconhecer padrões, resolver problemas, tomar decisões e até mesmo se comunicar em linguagem natural. A IA é construída com base em algoritmos que permitem que as máquinas “aprendam” a partir de dados, o que a diferencia de sistemas tradicionais com respostas programadas manualmente (RUSSELL; NORVIG, 2021).

Dentro da IA, existem subcampos como o aprendizado de máquina (machine learning), aprendizado profundo (deep learning), redes neurais artificiais, processamento de linguagem natural e visão computacional. Cada um desses campos trabalha com diferentes aspectos da capacidade de simulação da cognição humana. A aplicação da Inteligência Artificial vem crescendo em diversas áreas, como saúde, finanças, transportes, agropecuária e na suinocultura (Figura 2) (GOODFELLOW et al., 2016).

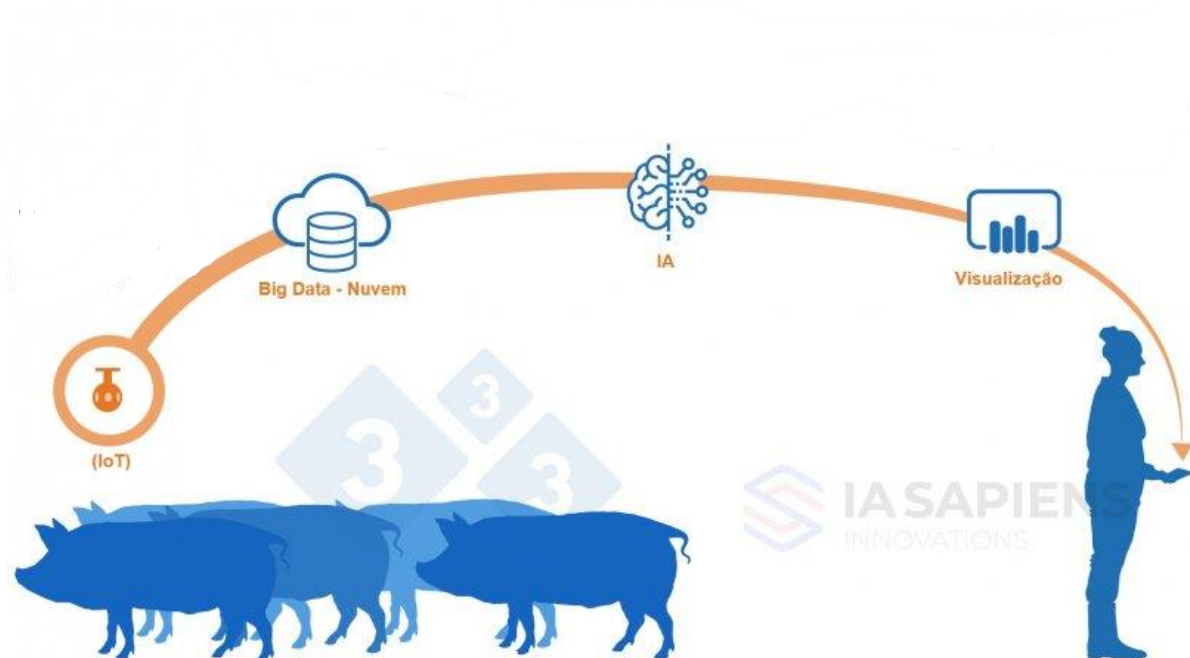


Figura 2: Aplicação de IA na Suinocultura

Fonte: MORTE, (2023).

É importante destacar que a IA não busca necessariamente replicar a inteligência humana em sua totalidade, mas sim desenvolver sistemas que sejam eficazes em tarefas específicas. A definição de IA, portanto, está mais relacionada à capacidade das máquinas de agir de maneira “inteligente” em contextos determinados (RUSSELL, NORVIG, 2021).

2.2 Suinocultura 5.0

A Suinocultura 5.0 é caracterizada pela integração de tecnologias digitais avançadas como inteligência artificial (IA), Internet das Coisas (IoT), sensores inteligentes, análise de big data, blockchain e automação para promover uma produção suinícola mais precisa, eficiente e sustentável. Essa abordagem transcende a mera mecanização da produção, focando na tomada de decisões baseada em dados em tempo real, promovendo maior controle zootécnico e sanitário. Por exemplo, sensores instalados em comedouros e bebedouros permitem o monitoramento contínuo do comportamento alimentar dos animais, o que facilita a detecção precoce de enfermidades ou estresse térmico (SILVA et al., 2023).

Tabela 01 – Tecnologias empregadas na Suinocultura 5.0 e suas aplicações

Tecnologia	Aplicação Principal	Benefícios Diretos
IoT (Internet das Coisas)	Monitoramento de ambiente e comportamento	Deteção precoce de doenças, conforto térmico
Inteligência Artificial	Análise preditiva de desempenho	Formulação de dietas, tomada de decisão
Big Data	Integração e análise de grandes volumes de dados	Otimização do manejo
Blockchain	Rastreabilidade de produção	Transparência e segurança alimentar
Automação	Alimentação e climatização automáticas	Redução de mão de obra, aumento de precisão

Fonte: SILVA et al., (2023).

A tabela 1 apresenta como diferentes tecnologias convergem para aumentar a eficiência e a rastreabilidade no sistema produtivo. A interconexão entre sensores

(IoT) e IA permite uma tomada de decisão mais refinada, enquanto o blockchain garante confiança na cadeia produtiva, fator importante para exportações e certificações

O uso das tecnologias da Suinocultura 5.0 impacta diretamente nos índices zootécnicos, com melhora na conversão alimentar, ganho médio diário (GMD) e redução na taxa de mortalidade. Além disso, o uso de ferramentas de análise preditiva auxilia na prevenção de surtos sanitários, reduzindo o uso de antibióticos e promovendo um sistema mais alinhado com as exigências do bem-estar animal e da segurança alimentar. Do ponto de vista ambiental, a automação dos sistemas de gestão de resíduos, aliada ao uso de sensores para controle de temperatura e umidade, resulta em menor emissão de gases de efeito estufa (GHG) e melhor aproveitamento de efluentes para bioenergia. Assim, a Suinocultura 5.0 promove um modelo produtivo mais resiliente, traçando um novo caminho para a sustentabilidade na suinocultura moderna (OLIVEIRA et al., 2022).

Tabela 02– Indicadores de desempenho antes e após a implementação de tecnologias 5.0

Indicador Zootécnico	Sistema Convencional	Suinocultura 5.0	Variação (%)
Conversão Alimentar (CA)	2,80	2,45	-12,5%
GMD (g/dia)	680	740	+8,8%
Mortalidade (%)	4,2	2,7	-35,7%
Uso de antibióticos (mg/kg)	85	48	-43,5%

Fonte: OLIVEIRA et al., (2022).

A tabela 2 encontra-se dados quanto a adoção das tecnologias 5.0 contribui significativamente para o desempenho dos lotes. Além de maior eficiência alimentar, observa-se redução expressiva na mortalidade e no uso de antibióticos, o que reforça o papel dessas tecnologias tanto na produtividade quanto no atendimento a padrões de bem-estar e biossegurança.

Entre as tecnologias que causarão mais mudanças no modo de se fazer pecuária destacam-se: a Internet das Coisas (IoT), o 5G, o Blockchain, a Realidade

Aumentada (RA) e a Inteligência Artificial (IA). Em suinocultura essas novas tecnologias trazem para o setor mais sensores, com maior velocidade e mais inteligência artificial, possibilitando que as próprias tecnologias reajam aos dados coletados e tomem decisões sem necessitar da interferência humana/manual. Essa é a suinocultura 5.0: a soma dos sensores digitais, da robótica, da inteligência artificial e do 5G, na qual a tomada de decisão fica também a cargo das máquinas (SUÍNOBRASIL, 2021).

A tecnologia de emancipação dos sensores começa a ter uma ampliação notável em 2021, pois exatamente nesse ano estão sendo lançadas duas tecnologias importantes, que são o Edge Analytics (análise na ponta) e o Deep Learning (aprendizado profundo). Essas tecnologias configuram a análise dos dados coletados e a consequente resposta para serem feitas no próprio sensor que os coletou, sem a necessidade de envio para uma central de processamento ou nuvem. Os sensores, atualmente em uso na suinocultura, captam e transmite para o smartphone (ou computador) uma série de informações, tais como: temperatura corporal e do ambiente, umidade, concentração de gás carbônico, amônia, luminosidade, fluxo de ar, reconhecimento facial (por brinco ou colar), movimentos dos animais, sons (tosse, estresse), peso corporal, consumo de água e ração. A ação imediata sobre qualquer anormalidade informada, melhora a eficiência e o bem-estar dos animais (ROPPIA, 2021).

Importante também é a interpretação humana do comportamento animal, sim, a experiência conta muito. Observar as nuances e sinais dos suínos, algo que a IA ainda não abrange completamente, enriquece as análises e leva a um manejo mais preciso e focado no bem-estar. A combinação da capacidade analítica da IA com a sensibilidade da inteligência humana garante uma gestão completa e eficiente das granjas (SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2025).

Com o desenvolvimento de tecnologias relacionadas, como sensores inteligentes e IA, a suinocultura de precisão continua a se desenvolver na direção da pecuária inteligente baseada em conhecimento, baseada em tecnologia e moderna. (XIA X., SHI X., CHAI X., 2021).

A população humana em 2050 é estimada em 9,15 bilhões, com uma faixa de 7,96 a 10,46 bilhões, A maior parte do aumento está projetada para ocorrer em países em desenvolvimento. (UNPD 2008).

À medida que a economia global cresce e as pessoas se tornam mais conscientes de alimentos saudáveis, há uma preocupação maior com a saúde e o bem-estar dos suínos (LI D., et al, 2019; QIAO Y., et al, 2021). Especificamente, a influência do COVID-19 nos últimos dois anos fez com que a saúde animal, o bem-estar, a qualidade dos produtos pecuários e a pecuária inteligente se tornassem um tópico central entre consumidores e agricultores (Figura 12) (MARCHANT-FORDE J.N., BOYLE L.A., 2020; GRANDIN T., 2021).

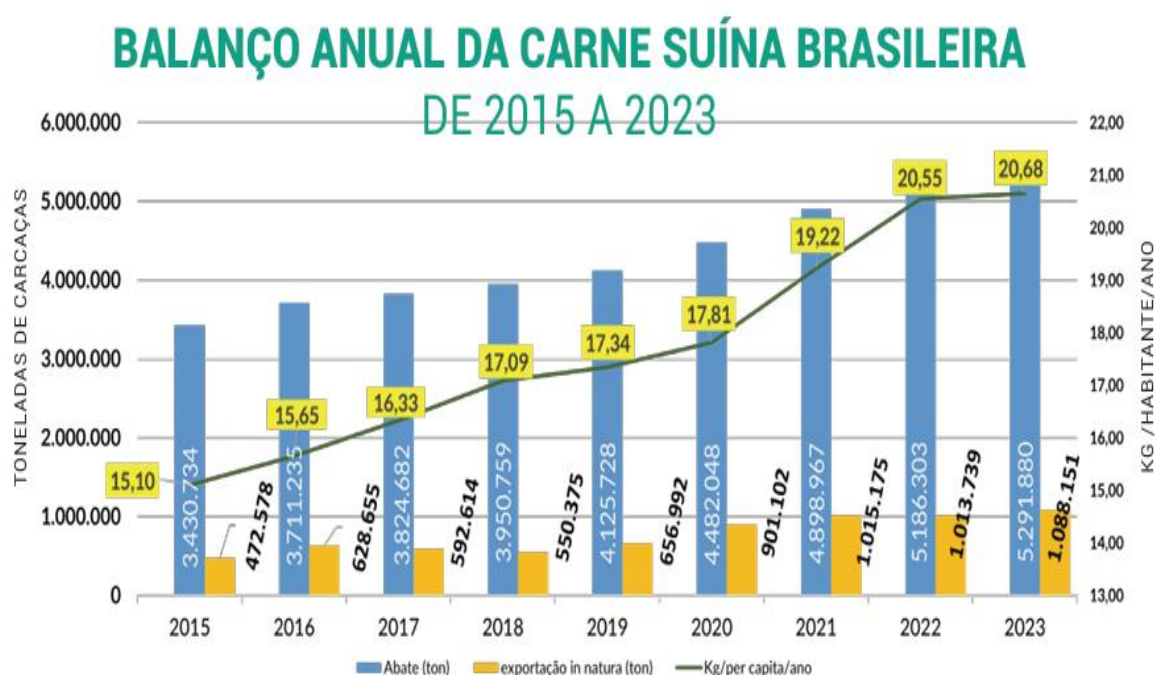


Figura 3: Gráfico Balanço anual de carne suína brasileira de 2015 a 2023: abate de suínos em toneladas de carcaças, exportação de carne suína *in natura* e consumo per capita ano

Fonte: IBGE (2024).

A pecuária fornece aproximadamente um terço da proteína consumida na dieta humana (SURYAWANSHI et al, 2017). As inovações tecnológicas na agricultura abriram uma gama de recursos que ajudam a aumentar a produção e a eficiência nos processos diários por meio da observação de máquinas e registro de dados. Prevê-se que o uso de tecnologias de agricultura de precisão aumente mais de 13% até 2025, alcançando um mercado global de mais de 10 bilhões de dólares americanos (XINHUANET, 2018).

O mercado da suinocultura brasileira vem se desenvolvendo cada vez mais, além dos avanços tecnológicos, o melhoramento genético, manejo sanitário e produção integrada, constituem importantes ferramentas para alcançar um melhor patamar nacional. A produção de carne suína sofreu uma forte transformação nos últimos anos, o melhoramento genético foi o carro chefe do alavancamento. Atualmente os animais são mais precoces e produtivos do que a vinte anos atrás (Figura 13) (CORREIA et al., 2016).

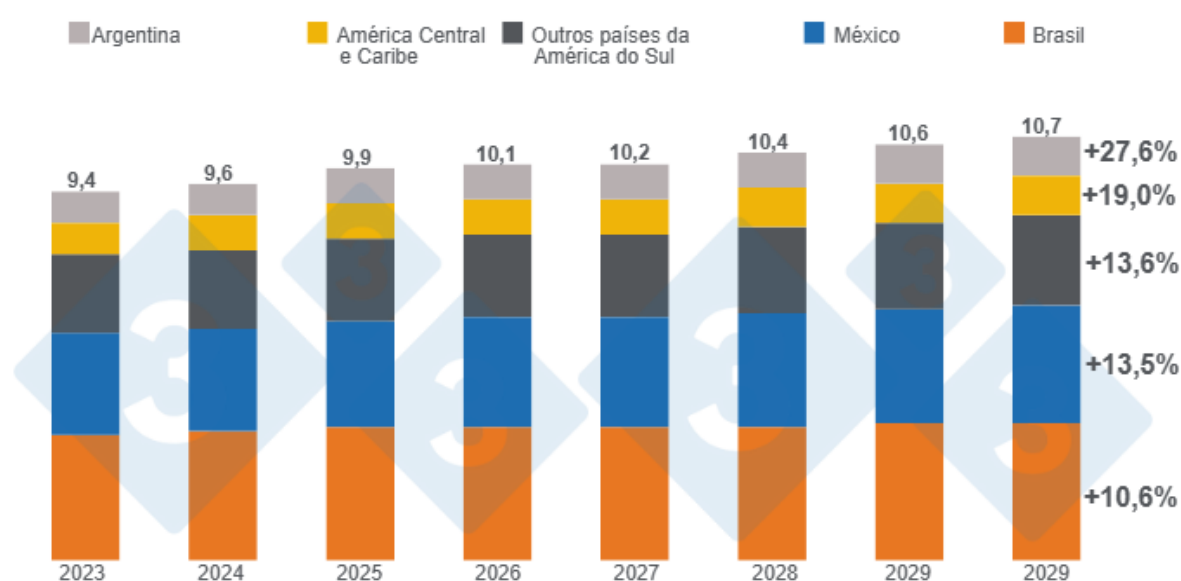


Figura 4: Crescimento estimado do consumo de carne suína na América Latina até 2030, números em milhões de toneladas.

Fonte: USDA, (2023).

Os problemas que precisam ser resolvidos em breve incluem, entre outros, questões técnicas e científicas relacionadas à definição de bem-estar. Além disso, é necessário estabelecer indicadores de bem-estar eficazes, melhorar a confiabilidade dos dados coletados usando novas tecnologias de observação, desenvolver tecnologia de automação de bem-estar dedicada à agricultura extensiva, regular questões relacionadas à propriedade dos dados gerados pelas tecnologias na pecuária de precisão para gerenciar efetivamente esses dados e promover a possibilidade de troca dessas informações entre os participantes da cadeia alimentar.

Até o momento, no entanto, esse potencial é subdesenvolvido e pouco estudado (BULLER. et al, 2020).

2.3 Sistemas inteligentes da granja de suínos

A automação nas granjas de suínos evolui a passos rápidos e é um caminho sem volta. Agilizar tarefas, facilitar o trabalho da equipe, gerir em tempo real diferentes atividades, reduzir desperdícios, exercer maior controle sobre as tarefas do dia a dia da granja, estão entre as principais vantagens da automatização, que não apenas otimiza a mão de obra, como eleva os resultados zootécnicos (ROCHA, 2025).

A automação das granjas de suínos envolve o uso de tecnologias avançadas para otimizar a produção e garantir o bem-estar dos animais. Com a introdução de sistemas automatizados, como alimentação controlada por sensores, monitoramento de temperatura e umidade, e sistemas de ventilação automatizada, os produtores conseguem reduzir custos operacionais e melhorar a eficiência do manejo. A automação permite que tarefas repetitivas e que demandam tempo, como a alimentação dos suínos e a coleta de dados de saúde dos animais, sejam realizadas de forma mais precisa e com menor intervenção humana (KEMP et al., 2020).

A adoção de tecnologias na suinocultura brasileira tem transformado significativamente a eficiência e a produtividade do setor. Nas granjas tecnificadas, 68% já utilizam sistemas de alimentação automática, resultando em uma redução de 10% no desperdício de ração. Além disso, 52% das propriedades investem em controle climático (ventilação e umidade), o que proporciona um aumento de 12% na taxa de crescimento dos animais. Outro avanço importante é a implementação de sensores de bem-estar, como monitoramento de CO₂, amônia e temperatura, presentes em 35% das granjas, contribuindo para uma queda de 6% na mortalidade. Por fim, os sistemas de IoT (monitoramento remoto), ainda em expansão (22% das propriedades), já demonstram impacto na redução de 15% na mão de obra, otimizando processos e reduzindo custos. Essas inovações reforçam como a tecnologia está impulsionando a avicultura nacional, tornando-a mais sustentável e competitiva (ABCS, 2023; EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2022; AGROPECUÁRIA MODERNA, 2023).

A automação nas granjas de suínos atua na melhoria do bem-estar animal. Sistemas automatizados de manejo ajudam a criar um ambiente controlado e

adequado para os suínos, minimizando fatores estressantes, como variações extremas de temperatura e umidade, e garantindo que os animais tenham acesso contínuo a alimentação e água de qualidade. A automação também facilita o controle sobre o ciclo reprodutivo, otimizando o processo de inseminação artificial e acompanhamento da gestação das fêmeas, o que resulta em melhores índices de reprodução (KEMP et al., 2020).



Figura 5: Reconhecimento facial com uso do RFID na suinocultura.

Fonte: HANSEN et al., (2018)

Identificação rápida dos animais é essencial para a coleta e análise adequadas dos dados e para o atendimento individual. Essa identificação é essencial para muitos processos, como distinção de dieta, estabelecimento de linhagem, rastreabilidade de dose em centros de IA, rastreabilidade de animais medicados e muitos outros. Podemos falar sobre: RFID (identificação por rádio frequência). Os conhecidos "chips" que permitem a identificação nas máquinas de alimentação eletrônica, fazem também o reconhecimento facial em suínos, aproveitando o forte desenvolvimento dessa tecnologia para humanos (Figura 5) (SMART FARMING, 2020).

Claudicação é um problema produtivo e de bem-estar do animal. A tecnologia propõe diferentes abordagens para monitorar esta condição. Avaliar a pressão que cada pata exerce sobre uma superfície a qual podem ser adicionados outros elementos, como tempo de suporte, comprimento da passada ou padrão de mudança de peso de um membro para outro (SMART FARMING, 2020).

Embora a automação traga muitos benefícios para a suinocultura, sua adoção

ainda é um desafio para muitos produtores, especialmente os de pequeno porte. O custo inicial de implementação de tecnologias automatizadas pode ser alto, e a necessidade de capacitação dos profissionais que operam os sistemas pode ser um obstáculo (BORGES et al., 2019).

A tecnologia e a inovação têm desempenhado um papel crucial na transformação da indústria suinícola, impulsionando a eficiência, o bem-estar animal e a sustentabilidade. O uso de sensores inteligentes, câmeras, a automatização, a gestão da cadeia de suprimentos, a robótica (Robô) e as práticas de rastreabilidade têm permitido aos criadores tomarem decisões mais informadas e melhorarem o desempenho geral da produção (Figura 6) (SUIN, 2023)

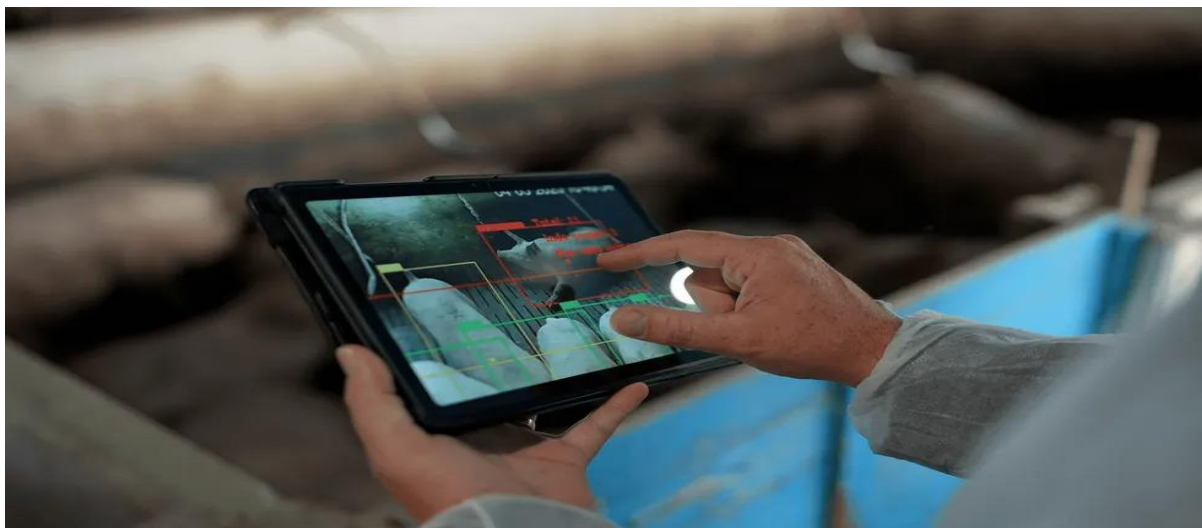


Figura 6: Robô trabalha com câmeras e sensores para monitorar engorda e saúde dos suínos, imagem sendo transmitida para tablet.

Fonte: GLOBO RURAL, (2025).

Softwares de sistemas integrados de gestão digital permitem o monitoramento em tempo real de todas as operações, desde o nascimento dos leitões até o abate, possibilitando um controle preciso sobre o uso de insumos, como ração, água e medicamentos, além de otimizar a mão de obra (DALTON, 2024). Com o avanço das tecnologias e a redução dos custos, espera-se que a automação se torne cada vez mais acessível, tornando-se uma ferramenta indispensável para aumentar a competitividade da suinocultura (BORGES et al., 2019).

2.4 Automação dos equipamentos de ambientação

Quando as modificações primárias não são suficientes para garantir o conforto térmico dos animais no galpão, é necessário implementar medidas secundárias. Estas incluem a instalação de ventiladores, exaustores, aspersores, nebulizadores e sistemas de resfriamento. Essas modificações secundárias são especialmente importantes para granjas em regiões com climas extremos, como locais muito quentes ou frios, ou com ventilação inadequada. Durante o verão, mesmo em regiões mais amenas do Brasil, as temperaturas podem ultrapassar a faixa de conforto térmico para suínos em diversas fases de crescimento. Portanto, essas adaptações não são luxos, mas sim necessidades para garantir a produtividade e o bem-estar animal (FERREIRA, 2025).

São dois tipos de ventilações: ventilação de pressão positiva e ventilação de pressão negativa. No sistema de ventilação de pressão positiva, os ventiladores forçam o ar externo para o interior da instalação, esses ventiladores podem ser posicionados de forma transversal ou longitudinal. Os sistemas de ventilação de pressão negativa forçam a saída do ar, por meio de exaustores (BRIDI, 2006).

Quanto ao tipo de resfriamento existe o Sistema Resfriamento Adiabático Evaporativo e o Sistema de Resfriamento Evaporativo por nebulização. O resfriamento adiabático evaporativo consiste na passagem do ar pelos alvéolos da placa, os quais úmidos evaporam adiabaticamente uma parcela desta água. A eficiência do sistema está relacionada diretamente com a temperatura e umidade relativa do ar. Quanto maior os valores da umidade relativa do ar, menor volume de água poderá ser inserido, afetando o resfriamento da temperatura. O sistema de nebulização consiste na formação de gotículas pequenas, que aumenta muito a superfície de uma gota d'água exposta ao ar, que assegura evaporação rápida (Figura 7) (CAMPOS et al., 2002).



Figura 7: Resfriamento Evaporativo por nebulização

Fonte: COPYRIGHT, 2025.

A automação de cortinas em granjas de suínos é uma das inovações mais impactantes na suinocultura moderna, proporcionando controle climático preciso, redução de custos e melhoria no bem-estar animal. Com o uso de sensores, atuadores e sistemas de gestão integrada, os produtores podem otimizar o ambiente das instalações, garantindo condições ideais para o crescimento e saúde dos animais (FANCOM, 2025).

2.5 Automação no uso da Alimentação Inteligente

A evolução mais importante para o setor suinícola é uma evolução digital que começou com a automação de sistemas de alimentação em currais, o que forneceu alguns dados agrupados aos criadores de porcos. Cada vez mais criadores estão optando por monitorar seus animais individualmente. Isso é possível utilizando uma etiqueta de orelha com um chip Radio Frequency Identification (RFID). A etiqueta de orelha contém um número de identificação exclusivo para o porco. Uma antena posicionada estrategicamente, como no local de alimentação, separação ou transporte, coleta dados quando um porco está dentro de um determinado raio. Isso é registrado e o sistema executa uma ação específica, por exemplo, fornece uma ração especial, abrir uma porta ou contar os porcos. Dessa maneira, o RFID permite utilizar aplicações inteligentes (ROXELL, 2020).

Um robô que distribui ração é um dos benefícios da automação na suinocultura brasileira, cujos impactos positivos já podem ser fortemente sentidos na realidade atual das propriedades rurais. Além de possibilitar uma economia superior a 37 toneladas de ração por ano, a novidade digital poupa tempo e esforço físico dos criadores, possibilitando que se dediquem à gestão das granjas. O robô distribuidor de ração aumenta a eficácia de um dos pontos mais críticos da criação de suínos, permitindo que possa ser controlada e medida diariamente (EMBRAPA, 2025).

O sistema permite a alimentação dos suínos nas baias em horários pré-determinados, com a possibilidade de ajuste em tempo real, conforme o consumo dos animais, e o mínimo de interferência humana. O controle é feito mediante uso de aplicativo e de um software, que facilita a análise individual de cada distribuição, aumentando os resultados para o produtor. O equipamento ainda permite a melhoria da competitividade e ganhos para toda a integração, produtores e agroindústrias, que podem usar ferramentas de gestão e inteligência artificial para corrigir eventuais gargalos de produção (Figura 9) (REVISTA NEWS, 2023).

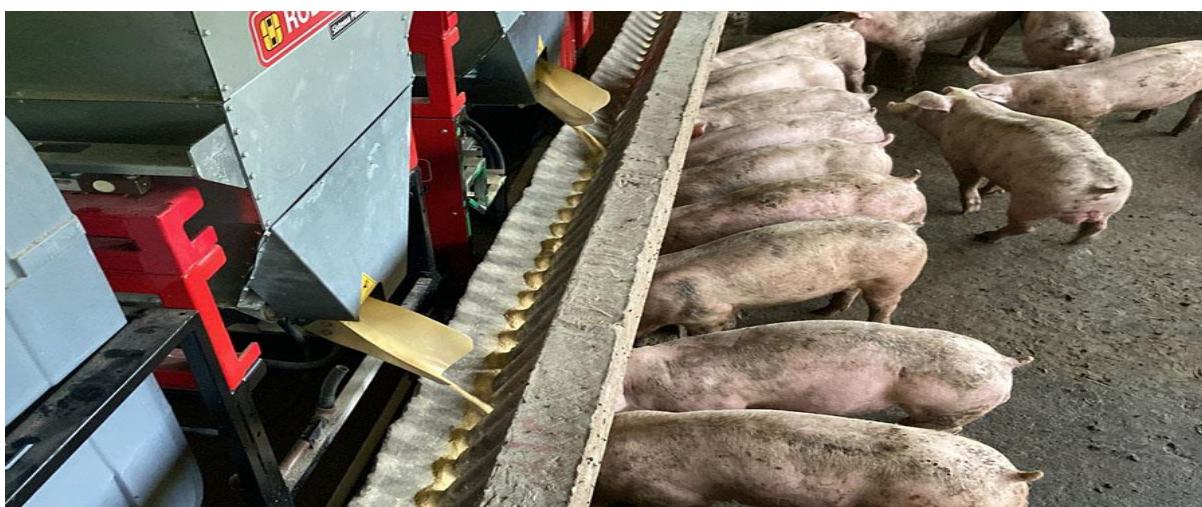


Figura 8: Abastecimento de ração por automação

Fonte: EMBRAPA, (2024).

Os bebedouros automatizados para suínos são equipados com sensores de consumo de água que monitoram o uso em tempo real, garantindo acesso contínuo a água limpa e fresca, além de detectar rapidamente problemas como vazamentos ou entupimentos. Esses sistemas também podem incluir filtragem e tratamento para assegurar a qualidade da água, e alguns modelos mais avançados oferecem controle

de temperatura, melhorando o conforto e o bem-estar dos animais. Dessa forma, a tecnologia otimiza a hidratação dos suínos, previne desperdícios e contribui para uma produção mais eficiente e sustentável (BIOSSEGURIDADE, 2025).

O conceito de dieta líquida pode ser sintetizado como uma tecnologia capaz de fornecer aos animais a ração na forma líquida, com água ou ingredientes alimentícios líquidos, geralmente coprodutos da cadeia de alimentos, que reduz o custo da nutrição e a mão de obra, além de melhorar a conversão alimentar (FARIAS, 2010).

Em termos de produção, a imersão em líquido melhora significativamente a mistura dos componentes, podendo alcançar uma formulação mais precisa e distribuída, desde que auxiliada por um bom sistema de automação. Outros agentes de custo como mão de obra, custo operacional, transporte, manutenção e energia são otimizados com a operação por alimentação líquida. É importante salientar que a alimentação líquida, quando corretamente implementada, atua como agente integrador na gestão de todas essas variáveis de processo por acomodá-las todas em uma única grande operação, mas a contínua observância de cada variável e a compreensão das melhores práticas em cada aspecto continuam essenciais, assim como a máxima eficiência da gestão e das operações, visando a melhoria contínua (I92L, 2016).

2.6 Aplicações na suinocultura tecnificada

A suinocultura moderna vem passando por um processo contínuo de intensificação e tecnificação, impulsionado pela demanda por maior produtividade, bem-estar animal e sustentabilidade. Nesse contexto, a robótica surge como uma ferramenta promissora para transformar a forma como o manejo e o monitoramento dos suínos são realizados. A incorporação de tecnologias automatizadas nas granjas possibilita maior precisão na coleta de dados, redução da mão de obra e tomadas de decisão mais assertivas, promovendo ganhos tanto zootécnicos quanto econômicos (WANG et al., 2020).

Dentre as principais aplicações da robótica na suinocultura tecnificada, destacam-se os sistemas de monitoramento comportamental por meio de sensores e câmeras, robôs móveis para inspeção das instalações, além de mecanismos automatizados de alimentação e controle ambiental. Essas inovações contribuem para a detecção precoce de alterações no comportamento dos animais, indicativas de

estresse, doenças ou desconforto, permitindo intervenções mais rápidas e eficazes. Assim, a robótica não apenas otimiza os processos produtivos, mas também reforça práticas alinhadas ao bem-estar animal e à produção sustentável (WANG et al., 2020).

Aplicação da Instrução Normativa nº 113 (IN 113) do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), publicada em dezembro de 2020, condicionou a modernização da suinocultura no Brasil. A adoção de técnicas e ambientes, que priorizam a sustentabilidade e permitem ao suíno demonstrar o comportamento típico da espécie cedeu maior espaço à tecnologia. Como consequência, granjas mais bem estruturadas e a robotização passaram a ser vistas com maior frequência nas propriedades rurais (Figura 10) (PORTAL REVISTA NEWS, 2023).



Figura 9: Robô PIG STAR de avaliação de ganho de peso individual, sanidade e bem-estar

Fonte: ROBÔAGRO, (2023).

A suinocultura está se modernizando com o uso de sensores inteligentes que monitoram temperatura, umidade, qualidade do ar e comportamento dos animais em tempo real. Esses sistemas detectam problemas antes mesmo de surgirem sintomas visíveis, permitindo ações rápidas. Além disso, ajustam automaticamente a ventilação e a climatização, garantindo o conforto dos suínos. Com isso, os produtores

conseguem melhorar o bem-estar animal, reduzir perdas e aumentar a produtividade, tornando a criação mais eficiente e sustentável (LIMA et al., 2020).

O uso de robôs móveis, que circulam pelos galpões realizando tarefas de inspeção visual, sanitização e até mesmo acompanhamento individual dos suínos com auxílio de inteligência artificial. Esses dispositivos não apenas reduzem a necessidade de intervenção humana direta, mas também minimizam o estresse dos animais, pois operam de forma silenciosa e padronizada. Em granjas de maior escala, o uso de tais tecnologias representa uma vantagem competitiva, ao permitir um gerenciamento mais eficaz dos lotes e um controle zootécnico mais preciso (SILVA et al., 2018).

A automação também é beneficiada pela robótica, com sistemas capazes de identificar e fornecer a quantidade ideal de ração para cada fase do ciclo produtivo dos suínos. Isso evita o desperdício e garante um crescimento mais uniforme dos animais, respeitando suas necessidades nutricionais individuais (Figura 11) (AGROCERES MULTIMIX, 2024)

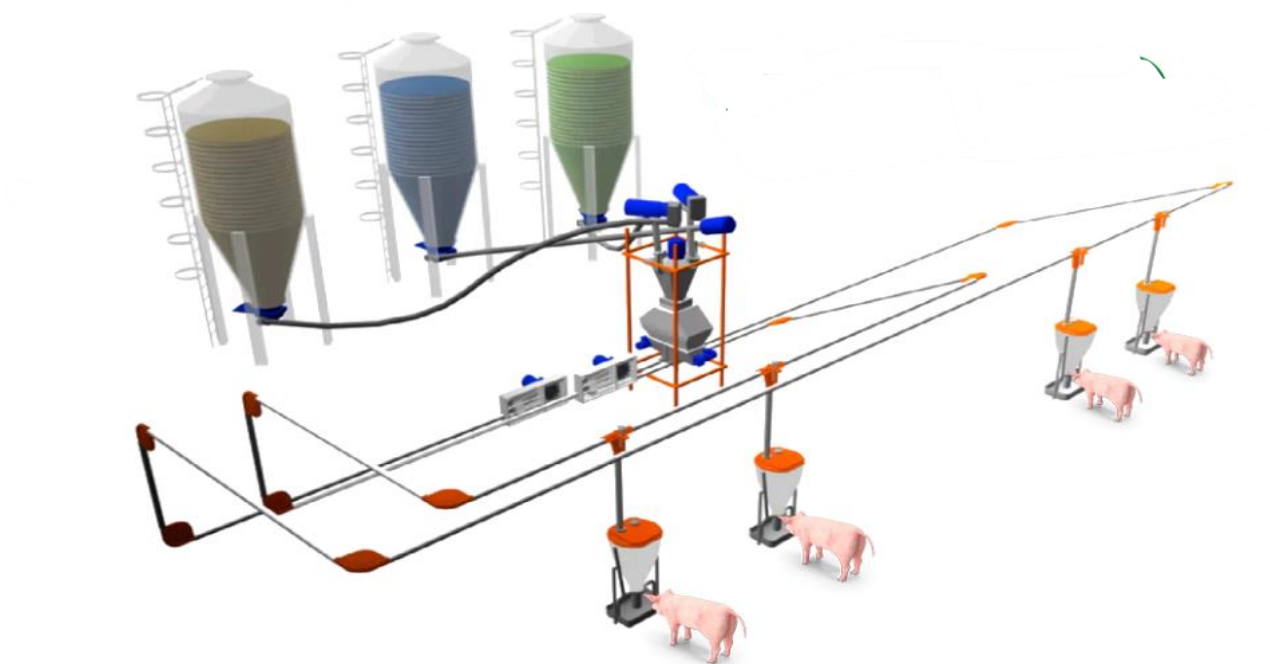


Figura 10: Sistema de automação para suínos

Fonte: AGROCERES MULTIMIX, (2024).

A imagem ilustra um robô controlador de ração para suínos, tecnologia que está transformando a nutrição animal na suinocultura moderna. Este sistema automatizado

opera com precisão, liberando quantidades programadas de ração para evitar desperdícios e garantir alimentação adequada em todas as fases de desenvolvimento dos animais. Equipado com sensores inteligentes, o robô monitora em tempo real o consumo dos suínos e ajusta automaticamente a distribuição conforme a demanda, podendo ser programado para horários específicos ou operação contínua. A tecnologia permite ainda a integração com sistemas IoT, possibilitando o monitoramento remoto via aplicativos e a coleta de dados para gestão eficiente da produção. Entre seus principais benefícios estão a melhoria na conversão alimentar, com ganhos significativos no peso dos animais, o aumento do bem-estar ao fornecer alimento fresco na medida certa, e a redução de custos com mão de obra e perdas de ração. Essa solução representa um avanço crucial para uma suinocultura mais produtiva, sustentável e alinhada com as inovações tecnológicas do agronegócio moderno.

Tecnologias baseadas em agricultura e pecuária de precisão contribuem significativamente para a sustentabilidade do sistema produtivo, ao reduzir impactos ambientais e melhorar indicadores de desempenho produtivo e sanitário. Dessa forma, a robótica na suinocultura não deve ser vista apenas como uma tendência, mas como uma aliada estratégica na modernização e na eficiência da produção (EMBRAPA, 2023).

2.7 Inteligência Artificial da Saúde e do bem-estar em suínos

Ao estabelecer políticas de bem-estar animal, juntamente com programas específicos, para direcionar o cuidado, a saúde e o manejo dos animais, as empresas do setor enfrentarão grandes desafios para priorizar a prevenção em detrimento do tratamento. Dispositivos como microfones e câmeras para monitoramento e reconhecimento automáticos oferecem uma abordagem promissora para encontrar soluções para a indústria pecuária e seu compromisso com o bem-estar dos suínos (GREZ, 2025).

Ao implementar a robotização, é possível observar uma redução nos custos com mão de obra. No entanto, a presença do suinocultor continua sendo fundamental na granja, especialmente para promover o bem-estar dos suínos e atingir a excelência operacional. As pessoas são indispensáveis para verificar e aprimorar os resultados do lote. O olhar humano pode garantir aspectos vitais da produção, como a ambiência

e a sanitização. A robotização é uma aliada quando se fala em aumento da eficiência operacional. Em termos práticos, a utilização de robôs na suinocultura permite realizar tarefas repetitivas de maneira mais rápida e precisa. Dessa forma, os produtores podem focar em tarefas de maior valor agregado, isto é, tarefas que realmente podem elevar o padrão de qualidade do lote (ROBOAGRO, 2024).

Explorando ainda mais o campo da saúde suína, estudos adicionais voltaram seu foco para aspectos como a detecção oportuna de distúrbios respiratórios e problemas locomotores em animais. Por exemplo, FINGER desenvolveu um sistema capaz de identificar sinais de doenças respiratórias com base na detecção da presença de “tosse”, que está associada a patologias respiratórias vivenciadas por suínos (FINGER, 2014). Por sua vez, pesquisas têm focado sua atenção no aumento da temperatura corporal como um indicador relevante da saúde e bem-estar dos suínos (Figura 3) (GÓMEZ, 2021).

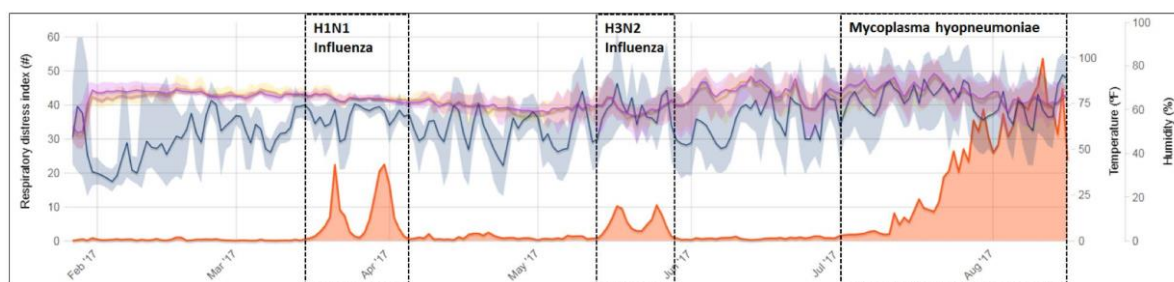


Figura 11: Exemplo de monitoração contínua de tosse em uma terminação com episódios clínicos de influenza e Mico plasma

Fonte: POLSON et al., (2018).

O uso da IA permite a identificação de sinais como lesões de pele, mordeduras de flanco, claudicação, secreção nasal, lesões de ouvido, lesões de cauda, sinais respiratórios, diarreia e comportamentos anormais. Os autores desses estudos concordaram em destacar a importância de usar critérios objetivos e medições precisas para avaliar e gerenciar o bem-estar animal na indústria suína. Aproveitar tecnologias e abordagens inovadoras como as mencionadas acima demonstra um compromisso contínuo com o bem-estar e a qualidade de vida dos suínos, contribuindo assim para o avanço contínuo deste setor (SMARTPIG HEALTH, 2025).

A incorporação da Inteligência Artificial (IA) posiciona-se como um recurso fundamental para: Detecção precoce de doenças, Detecção de mudanças no

comportamento animal, Quantificação de lesões em carcaças no matadouro. Essas descobertas não apenas apontam áreas para melhorias, mas também identificam oportunidades para atingir metas pré-estabelecidas, que são essenciais tanto para o sucesso produtivo quanto para o bem-estar dos suínos (GREZ, 2025).

O uso de ferramentas tecnológicas para a gestão dos sistemas de produção tornou a suinocultura mais competitiva, sendo adequadas às exigências dos mercados consumidores por produtos sustentáveis e com qualidade sanitária garantida por rastreabilidade. Cuidados voltados à garantia de saúde têm diferenciado a suinocultura praticada em Santa Catarina, estado maior produtor de carne suína e segundo maior produtor de carne de frango do Brasil (PORTAL REVISTA NEWS, 2023).

A inteligência artificial (IA) tem se mostrado uma ferramenta poderosa na promoção do bem-estar animal, especialmente na suinocultura tecnificada, sendo possível processar dados em tempo real captados por sensores e câmeras instalados nas instalações, permitindo identificar padrões comportamentais associados ao estresse, agressividade ou desconforto térmico. Essa capacidade do uso de câmeras de análise contínua e automatizada torna o monitoramento mais preciso e menos dependente da observação humana, reduzindo falhas e possibilitando intervenções rápidas e eficientes (Figura 4) (WANG et al., 2020).

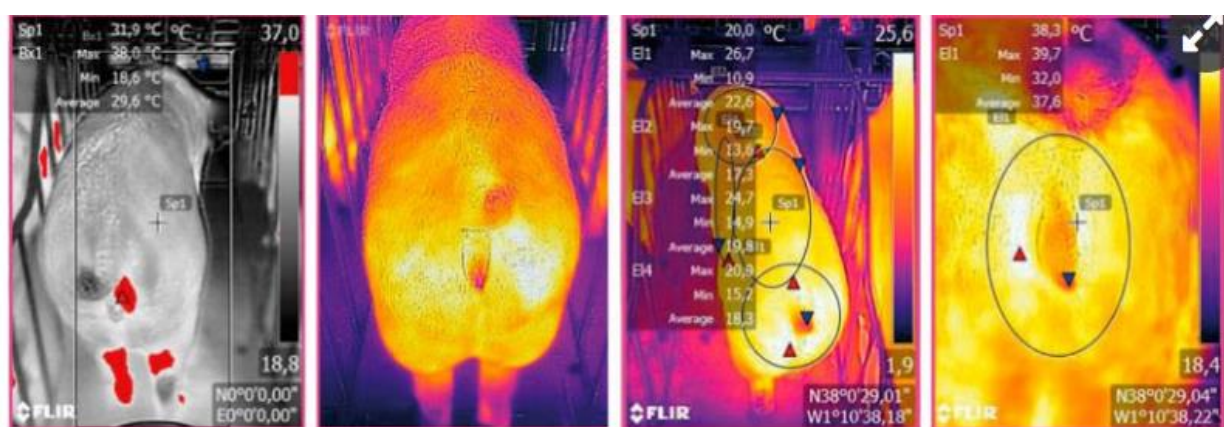


Figura 12: Imagem por câmara térmica

Fonte: RAMIS et al., (2017).

Sistemas baseados em IA também têm sido utilizados para avaliar os níveis de vocalização e a movimentação dos suínos. Softwares de visão computacional, integrados a redes neurais, podem identificar alterações sutis nos hábitos dos animais,

que muitas vezes indicam dor, enfermidades ou disputas hierárquicas dentro dos grupos. Além disso, esses sistemas aprendem com os dados ao longo do tempo, tornando-se mais eficientes na detecção de desvios e contribuindo para uma gestão mais humanizada e preventiva do bem-estar animal (BRUGNOLI et al., 2021).

A EMBRAPA (2023) destacou que a adoção de tecnologias, exige integração com plataformas de manejo e treinamento dos profissionais envolvidos. A IA aplicada à suinocultura deve ser encarada como parte de um sistema de produção inteligente, no qual sensores, atuadores e softwares trabalham de forma interligada. Essa abordagem permite não apenas melhorias diretas no bem-estar dos animais, mas também avanços em produtividade, biossegurança e sustentabilidade. Assim, a IA se consolida como uma aliada estratégica no avanço da suinocultura de precisão e no atendimento às exigências do mercado consumidor por práticas mais éticas e responsáveis.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inteligência artificial e a robótica já estão fazendo parte de fazendas mais modernas. Hoje em dia, temos sistemas que monitoram a saúde dos porcos em tempo real, ajustam as dietas individualmente e até conseguem prever possíveis surtos de doenças só ao analisar sons e comportamentos deles. Essas inovações são realmente incríveis e mostram como a tecnologia pode ser uma grande aliada para usar melhor os recursos e evitar perdas. A tecnologia deve ser uma ferramenta que ajuda a gente a cuidar melhor, e não uma substituta da atenção e da experiência prática do criador de suínos.

Os desafios são inegáveis. A desigualdade no acesso a essas tecnologias é um obstáculo real, especialmente para pequenos e médios produtores. Os custos de implementação ainda são altos, e a falta de capacitação técnica pode limitar a adoção em larga escala.

A sustentabilidade, a automação e a inteligência artificial podem ajudar a economizar água, comida e energia, deixando tudo mais limpo e eficiente. A tecnologia deve caminhar junto com boas políticas ambientais e uma preocupação genuína dos produtores. Afinal, não adianta ter robôs distribuindo ração com precisão se os resíduos da produção ainda estão poluindo rios e terras. Como profissional, acredito que é importante promover práticas que deem um equilíbrio entre inovação tecnológica e responsabilidade ambiental.

A Suinocultura 5.0 é uma verdadeira mudança. Ela mistura inteligência artificial, automação e robótica pra criar sistemas que são mais eficientes, mais sustentáveis e que fazem o bem-estar dos animais uma prioridade. Os exemplos e os dados do estudo deixam claro que isso não é só uma moda passageira, mas algo que tá mudando de verdade os padrões da suinocultura moderna. É um potencial enorme pra inovação, juntando produtividade, sustentabilidade e respeito pelos animais.

O futuro da suinocultura não é só sobre sensores e algoritmos é sobre como humanos e máquinas podem trabalhar juntos pra fazer uma produção mais justa, eficiente e consciente. Com reconhecimento facial, câmeras térmicas e sensores que detectam movimento, entendo que é possível perceber sinais de estresse, dor ou desconforto antes que eles se tornem problemas maiores.

4.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3TRES3. **Indústria suína da China: produção, tendências e desafios.** Disponível em: https://www.3tres3.com.br/noticias-sector-suicola/industria-suina-da-china-produc%C3%A3o-tendencias-e-desafios_5270. Acesso em 08 de abril de 2025.

(XIA X., SHI X., CHAI X., 2021). Pensamento e Prática da Criação Inteligente de Vacas Impulsionada pela Inteligência Artificial. Laticínios da China; Hong Kong, China: 2021. pág. 5-9. [Google Acadêmico].

AGRIMIDIA. **Suinocultura Industrial em Foco: Automação e Digitalização das granjas.** Disponível em: <https://www.agrimidia.com.br/tecnologia/suinocultura-industrial-em-foco-automacao-e-digitalizacao-das-granjas/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

AGROCERES. **Tecnologias para reduzir custos e otimizar resultados nas unidades de produção.** Disponível em: <https://agrocerespic.com.br/pt/noticias/tecnologias-para-reduzir-custos-e-otimizar-os-resultados-produtivos-nas-granjas-de-suinos/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

AGROGES. **produção de carne de porco deverá aumentar 10% a 15% até 2030.** Disponível em: <https://agriculturaemar.com/agroges-producao-de-carne-de-porco-devera-aumentar-10-a-15-ate-2030>. Acesso em 07 de abril de 2025.

ASSESSORIA SUÍNOBRASIL, 2021. **Suinocultura 5.0.** Disponível em: <https://porcinews.com/pt-br/suinocultura-5-0-autonomia-de-analise-e-tomada-de-decisao-para-as-tecnologias-inteligentes/>. Acesso em 09 de maio de 2025.

BIOSSEGURIDADE, 2025. **Automação na Suinocultura: A Revolução dos Sistemas de Alimentação e Bebedouros.** Disponível em: <https://biosseguridade.com/automacao-na-suinocultura-a-revolucao-dos-sistemas-de-alimentacao-e-bebedouros/>. Acesso em 11 de abril de 2025.

BORGES, D., SILVA, J., SANTOS, L. **Technological innovations in swine farming: A review of automation and animal health monitoring.** Journal of Animal Science, 97(12), 4678-4688. 2019.

BRIDI, A. M. 2006.**Instalações e ambiência em produção animal.**2006. In: II Curso sobre qualidade da carne suína. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Anais... Londrina, 2006.

BRUGNOLI, M. C.; MOREIRA, J. A.; SOUZA, S. R. **Aplicações da visão**

computacional no monitoramento do comportamento animal. Revista Ciência Animal, v. 31, n. 1, p. 45–52, 2021.

CAMPOS, A.T., KLOSOWSKI, E.S., GASPARINO, E., CAMPOS, A.T. 2002. **Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio de sistema de resfriamento adiabático evaporativo** na região de Maringá, Estado do Paraná. Acta Scientiarum. n.5, 24:1575-1581.

CNN BRASIL. **Tecnologias podem identificar doenças pelo som dos animais.** Disponível em: <https://interligados.canalrural.com.br/suinocultura/tecnologias-podem-identificar-doencas-pelo-som-dos-animais/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

Consumo mundial de carne suína pode crescer 7,2% até 2030. https://www.3tres3.com.br/noticias-sector-suicola/consumo-mundial-de-carne-suina-pode-crescer-7-2-ate-2030_4177/.

CPT. **Como melhorar o conforto térmico dos suínos nos galpões.** Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-criacaodesuinos/artigos/como-melhorar-o-conforto-termico-dos-suinos-nos-galpoes-eu-te-explico>. Acesso em 08 de abril de 2025.

Disponível em: <https://milagredigital.com/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

EMBRAPA. **Robô gera economia de 37 toneladas de ração por ano na suinocultura brasileira.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/88808627/robo-gera-economia-de-37-toneladas-de-racao-por-ano-na-suinocultura-brasileira>. Acesso em 08 de abril de 2025.

EMBRAPA. **Tecnologias digitais para o bem-estar na suinocultura.** Embrapa Suínos e Aves. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>. Acesso em: 04 maio 2025.

EMBRAPA. **Tecnologias para a suinocultura de precisão.** Embrapa Suínos e Aves. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves> . Acesso em: 04 maio 2025.

FANCOM, 2025. **Sistemas de Gestão para Suinocultura.** Disponível em: <https://www.fancom.com/pigs>. Acesso em 08 de abril de 2025.

FARIAS, 2010. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS ESCOLA DE VETERINÁRIA E ZOOTECNIA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL.** Disponível em: <https://1library.org/article/dieta-liquida-para-su%C3%ADnos-revis%C3%A3o-da-literatura.zlgokmll>. Acesso em 12 de abril de 2025.

FINGER, 2014. **Estado de saúde dos animais nos sistemas produtivos.** Disponível em: <https://porcinews.com/>. Acesso em 18 de abril de 2025.

- GÓMEZ, 2021. **Estado de saúde dos animais nos sistemas produtivos**. Disponível em: <https://porcinews.com/>. Acesso em 18 de abril de 2025.
- GOODFELLOW, I., BENGIO, Y., COURVILLE, A. **Deep Learning**. MIT Press. 2016.
- GRANDIN T. Métodos para prevenir futuros problemas graves de bem-estar animal causados pelo COVID-19 na indústria de suínos. *Animais*. 2021;11:830. DOI: 10.3390/ani11030830. [DOI] [Artigo gratuito do PMC] [PubMed] [Google Acadêmico].
- GRANTER. **Tecnologia na suinocultura: fique de olho nos principais avanços**. Disponível em: <https://granter.com.br/tecnologia-na-suinocultura-fique-de-olho-nos-principais-avancos/>. Acesso em 08 de abril de 2025.
- GREZ, 2025. **O potencial inexplorado da Inteligência Artificial na produção suína**. Disponível em: Revista suínoBrasil 1º Trimestre 2025 18 março. Acesso em 18 de abril de 2025.
- I92L, 2016. **A alimentação Líquida para Suínos e seu Impacto no Custo Total de Produção**. Disponível em: <https://i92l.com.br/2024/02/a-alimentacao-liquida-para-suinocultura-e-seu-impacto-no-custo-total-de-producao/>. Acesso em 13 de abril de 2025.
- Inteligência Artificial: conceitos e aplicações**. Disponível em: https://www.professores.uff.br/screspo/wpcontent/uploads/sites/127/2017/09/ia_intro.pdf. Acesso em 08 de abril de 2025.
- KEMP, R., BECKER, D., PASINI, G. **Automated systems in pig farming: benefits and challenges**. *Journal of Agricultural Engineering*, 51(3), 109-120. 2020.
- LI D., CHEN Y., LI X., PU D. Avanço da pesquisa em visão computacional na análise comportamental de porcos. *J. Agric. Sci. Technol*. 2019; 21:59–69. [Google Acadêmico].
- LIMA, G. J. M. M.; SILVA, F. A. M.; SOUSA, D. O. **Agricultura e Pecuária de Precisão: Tecnologias para o Campo Sustentável**. Brasília: Embrapa, 2020.
- LUCIANO ROPPA, 2021. **Suinocultura 5.0: autonomia de análise e tomada de decisão para as tecnologias inteligentes**. Disponível em: <https://sucessonocampo.com.br/suinocultura-5-0/>. Acesso em: 09 de maio de 2025.
- MARCHANT-FORDE J.N., BOYLE L.A. Efeitos do COVID-19 na produção pecuária: uma questão de bem-estar único. *Frente. Vet. Sci*. 2020;7:585787. DOI: 10.3389/fvets.2020.585787. [DOI] [Artigo gratuito do PMC] [PubMed] [Google Acadêmico].
- MILAGREDIGITAL. **Inteligência Artificial: Conceitos Fundamentais Explicados**

MOLIN, 2023. **Diretor da Roboagro, empresa de Caxias do Sul (RS), que desenvolveu o Robô Alimentador de Suínos.** Disponível em: <https://www.roboagro.com.br/implementos/robomedimplementa%C3%A7%C3%A3o>.

Acesso em 11 de abril de 2025.

O PRESENTE RURAL. **A revolução da inteligência artificial na suinocultura.** Disponível em: <https://opresenterural.com.br/a-revolucao-da-inteligencia-artificial-na-suinocultura/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

OLIVEIRA, J. P., CARDOSO, V. T., MEIRA, A. P. **Sistemas inteligentes na suinocultura: Impactos ambientais e produtivos.** Ciência Animal Brasileira, 23, e78462. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v23e-78462> 2022.

PORTAL REVISTA NEWS, 2023. **Tecnologia de automação eleva produtividade na suinocultura de precisão.** Disponível em: <https://revistanews.com.br/2021/08/27/tecnologia-de-automacao-eleva-produtividade-na-suinocultura-de-precisao/>. Acesso em 28 de abril de 2025.

PORTAL REVISTA NEWS. **Tecnologia de automação eleva produtividade na suinocultura de precisão.** Disponível em: <https://revistanews.com.br/2021/08/27/tecnologia-de-automacao-eleva-produtividade-na-suinocultura-de-precisao/>. Acesso em 11 de abril de 2025.

QIAO Y., KONG H., CLARK C., LOMAX S., SU D., EIFFERT S., SUKKARIEH S. Percepção inteligente para monitoramento de gado: uma revisão para identificação de gado, avaliação de escore de condição corporal e estimativa de peso. Computar. Elétron. Agric. 2021;185:106143. DOI: 10.1016/j.compag.2021.106143. [DOI] [Google Acadêmico].

REDAÇÃO NATIONAL GEOGRAPHIC: **O que é a inteligência artificial?** Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2023/02/o-que-e-a-inteligencia-artificial>. Acesso em 08 de abril de 2025.

REVISTA AGROPECUÁRIA. **A suinocultura no Brasil.** Disponível em: <https://www.revistaagropecuaria.com.br/2013/01/08/a-suinocultura-no-brasil/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

ROBOAGRO, 2024. **Robotização na suinocultura e o papel dos produtores.** Disponível em: <https://www.roboagro.com.br/noticias/novidades/robotizacao-produtores>. Acesso em 18 de abril de 2025.

ROXELL, 2020. **Tendência de mercado: O chip RFID revoluciona o setor de suínos.** Disponível em: <https://www.roxell.com/pt-br/noticias/tendencia-de-mercado-o-chip-rfid-revoluciona-o-setor-de-suinos>. Acesso em 08 de abril de 2025.

RUSSELL, S., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach** (4th ed.). Pearson, 2021.

SILVA, R. A. M.; CAMPOS, A. T.; OLIVEIRA, L. F. M. **Tecnologias aplicadas ao manejo automatizado na suinocultura moderna.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 47, 2018.

SILVA, R. A., GOMES, L. F., ANDRADE, M. C. **Avanços em tecnologias digitais na suinocultura brasileira.** Revista Brasileira de Zootecnia, 52, e20230025. <https://doi.org/10.1590/rbz.v52.20230025> 2023.

SMART FARMING: A TECNOLOGIA QUE NOS CHEGA, 2020. Disponível em: https://www.3tres3.com.br/artigos/smart-farming-a-tecnologia-que-nos-chega_242/. Acesso em 09 de maio de 2025.

SmartPigHealth, 2025. **Estado de saúde dos animais nos sistemas produtivos.** Disponível em: <https://porcinews.com/>. Acesso em 18 de abril de 2025.

SUIN. **Tecnologia e Inovação na Criação de Suínos.** Disponível em: <https://suin.com.br/tecnologia-e-inovacao-na-criacao-de-suinos/>. Acesso em 08 de abril de 2025.

SUINOCULTURA INDUSTRIAL, 2025. **Está no ar a Suinocultura Industrial nº 323 - Da América Latina para o mundo.** Disponível em: <https://www.agrimidia.com.br/suinocultura-industrial/esta-no-ar-a-suinocultura-industrial-no-323-da-america-latina-para-o-mundo/>.

WANG, K., ZHANG, Y., WANG, Y., LI, D. **Application of robotics and artificial intelligence technologies in precision pig farming: A review.** Computers and Electronics in Agriculture, 170, .2020.

RUSSELL, S. J., NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach** (4th ed.). Pearson. 2022.

K. SURYAWANSHI, S. CAMINHO VERMELHO, Y. BHATNAGAR, U. RAMAKRISHNAN, V. CHATURVEDI, S. SMOUT, C. Mishra. **Impacto da disponibilidade de presas selvagens na predação de animais por leopardos-das-neves.** Royal Society Open Science, 4 (2017), artigo 170026.

XINHUANET, 2020. **Mercado global de agricultura de precisão atingirá 10,55 bilhões de dólares até 2025**. Página visitada em 15 de julhoésimo 2021 de https://www.xinhuanet.com/english/2018-08/22/c_137410419.htm.

BULLER, H.; SILVA, H.; LOKHORST, K.; SILBERBERG, M.; VEISSIER, I. **Gestão do Bem-Estar Animal em um Mundo Digital**. *Animais* 2020, 10, 1779. [Google Acadêmico] [Referência cruzada] [PubMed].

PNUD (Divisão de População das Nações Unidas). 2008 A revisão de 2006 e as perspectivas de urbanização mundial: a revisão de 2005. Divisão de População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais do Secretariado das Nações Unidas, Perspectivas da População Mundial. Veja <http://esa.un.org/unpp>. Google Acadêmico.



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE DESENVOLVIMENTO INSTITUCIONAL
Av. Universitária, 1069 | Setor Universitário
Caixa Postal 86 | CEP 74605-010
Goiânia | Goiás | Brasil
Fone: (62) 3946.3081 ou 3089 | Fax: (62) 3946.3080
www.pucgoias.edu.br | prodin@pucgoias.edu.br

RESOLUÇÃO nº038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

O(A) estudante: Claudihorrany Gonçalves dos Santos do Curso de Zootecnia, matrícula 20201002700166, telefone: 62.99109.69.69 e-mail: claudihorranygoncalves1130@gmail.com, 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 SUINOCULTURA 5.0: UTILIZAÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) DA AUTOMAÇÃO E ROBÓTICA EM SUINOCULTURA TECNIFICADA CONSIDERANDO A SAÚDE E O BEM-ESTAR ANIMAL, 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, 02/06/2025.

Assinatura do(a)(s) autor(a)(es):

Nome completo do autor(a): Claudihorrany Gonçalves dos Santos

Assinatura do professor-orientador

Nome completo do professor-orientador: Prof. Me. Bruno de Souza Mariano