

Monitoramento de bovinos em confinamento com auxílio de drone, vigilância das condições de bem-estar e contagem automatizada

Monitoring of cattle in confinement with the aid of drone, surveillance of welfare conditions and automated counting

Monitoreo de bovinos en confinamiento con ayuda de drones, vigilancia de las condiciones de bienestar y conteo automatizado

Recebido: 19/12/2024 | Revisado: 02/02/2025 | Aceitado: 07/02/2025 | Publicado: 10/02/2025

Roberto Carlos Negreiros de Arruda

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2982-6052>
Superintendência Federal de Agropecuária do Maranhão,
Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Brasil
E-mail: rcnegreiros.arruda@gmail.com

Karlos Yuri Fernandes Pedrosa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9149-6608>
Agência Estadual de Defesa Sanitária Animal, Brasil
E-mail: mucamoyuri@hotmail.com

Marco Antônio Gomes de Freitas Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-3544-8396>
Centro Universitário de Balsas, Brasil
E-mail: marcofreitasantos93@gmail.com

Marianna Rodrigues Negreiros

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8677-528X>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: mamananegreiros@gmail.com

Mylena Andréa Oliveira Torres

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5021-3130>
Universidade Ceuma, Brasil
E-mail: mylena.torres@hotmail.com

Isabella Rodrigues Negreiros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1148-9740>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: sa.bella99rn@gmail.com

Francisco Carneiro Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3871-2359>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: fcarneiro2020.lima@gmail.com

José Wendel Araujo Soares

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5590-8994>
Universidade Estadual do Maranhão, Brasil
E-mail: josewendelsoaresaraujo@gmail.com

Resumo

O estudo teve como objetivo avaliar o uso de drones (*UAS - Unmanned Aerial System*) na vigilância de bovinos confinados, com contagem automatizada de rebanho ou de bovinos individual, focando na detecção de enfermidades e no monitoramento do bem-estar animal. Foram realizados voos com uso de dispositivo aéreo modelo DJI Mini 2, operando a uma altura mínima de 5 metros sobre área de confinamento de bovinos em propriedade particular, localizada no município de Balsas, Maranhão. As observações foram realizadas por períodos de 3 horas. A tecnologia permitiu avaliar os animais individualmente e por lotes, monitorando as praças de alimentação e verificando os possíveis sinais clínicos de enfermidades. O veículo aéreo remoto, não causou incômodo aos bovinos, facilitando a detecção de morbidade e mortalidade, além de reduzir a necessidade de mão de obra. O aplicativo *Count Things from Photos*, integrado ao dispositivo, possibilitou a contagem automatizada dos bovinos, destacando-se como uma alternativa de inovação tecnológica eficaz e de baixo custo para a vigilância sanitária e bem-estar de bovinos em confinamento. O uso de veículo aéreo não tripulado apresentou elevada concordância com inspeções diretas e exame clínico dos animais e também demonstrou potencial para monitorar o bem-estar dos bovinos, desde o local de confinamento até o transporte ao frigorífico, colaborando com o processo de rastreabilidade dos animais e o aplicativo foi eficaz na contagem automatizada individual ou em lotes de animais confinados.

Palavras-chave: Drone; Monitoramento aéreo; Comportamento; Saúde animal.

Abstract

The study aimed to evaluate the use of drones (*UAS - Unmanned Aerial System*) in monitoring confined cattle, with automated herd or individual cattle counting, focusing on disease detection and animal welfare monitoring. Flights were conducted using a DJI Mini 2 aerial device, operating at a minimum height of 5 meters over a cattle confinement area on a private property located in the municipality of Balsas, Maranhão. Observations were made for periods of 3 hours. The technology allowed for individual and group assessments of the animals, monitoring feeding areas, and checking for potential clinical signs of diseases. The unmanned aerial vehicle did not disturb the cattle, facilitating the detection of morbidity and mortality, while also reducing the need for labor. The Count Things from Photos app, integrated with the device, enabled the automated counting of cattle, emerging as an effective and low-cost technological innovation for sanitary surveillance and the welfare of confined cattle. The use of the unmanned aerial vehicle showed a high level of agreement with direct inspections and clinical examination of the animals and also demonstrated potential for monitoring cattle welfare from the confinement area to transport to the slaughterhouse, contributing to the traceability process of the animals. The app was effective in automated counting, whether individually or in groups of confined cattle.

Keywords: Drone; Aerial monitoring; Behavior; Animal health.

Resumen

El estudio tuvo como objetivo evaluar el uso de drones (*UAS - Unmanned Aerial System*) en la vigilancia de bovinos confinados, con conteo automatizado del ganado o de bovinos individuales, centrado en la detección de enfermedades y el monitoreo del bienestar animal. Se realizaron vuelos utilizando un dispositivo aéreo modelo DJI Mini 2, operando a una altura mínima de 5 metros sobre un área de confinamiento de bovinos en una propiedad privada ubicada en el municipio de Balsas, Maranhão. Las observaciones se realizaron durante períodos de 3 horas. La tecnología permitió evaluar a los animales de manera individual y en grupos, monitoreando las áreas de alimentación y verificando los posibles signos clínicos de enfermedades. El vehículo aéreo no tripulado no causó molestias a los bovinos, facilitando la detección de morbilidad y mortalidad, además de reducir la necesidad de mano de obra. La aplicación Count Things from Photos, integrada con el dispositivo, permitió el conteo automatizado de los bovinos, destacándose como una alternativa de innovación tecnológica eficaz y de bajo costo para la vigilancia sanitaria y el bienestar de los bovinos confinados. El uso del vehículo aéreo no tripulado mostró un alto nivel de concordancia con las inspecciones directas y el examen clínico de los animales, además de demostrar su potencial para monitorear el bienestar de los bovinos, desde el lugar de confinamiento hasta el transporte al matadero, colaborando con el proceso de trazabilidad de los animales. La aplicación fue eficaz en el conteo automatizado, ya sea individualmente o en grupos de bovinos confinados.

Palabras clave: Drone; Monitoreo aéreo; Comportamiento; Salud animal.

1. Introdução

O Brasil atingiu o efetivo de 238,6 milhões de cabeças bovinas em 2023, sendo o maior exportador de carne bovina in natura do mundo. As exportações de carne bovina alcançaram 2,01 milhões de toneladas da Secretaria de Comércio Exterior (IBGE, 2023).

De acordo com Fernandes et al. (2022), o confinamento surgiu como estratégia para aumentar a rentabilidade, com a aquisição de animais nos períodos de safra e a revenda nos períodos de entressafra. Segundo o relatório Beefpoint/Abiec (2021), os confinamentos de bovinos representaram cerca de 5,6 milhões de animais no Brasil.

A vigilância das doenças é tradicionalmente realizada nas fazendas seja na forma de investigações e/ou intervenções (Schirdewahn et al., 2021) e na última década, os sistemas aéreos não tripulados pilotadas remotamente (*drone*), têm sido objeto de interesse crescente em várias áreas, estados fisiológicos, agravos ou morbidade e mortalidade, aspectos reprodutivos e sanitários dos animais, bem como da verificação do bem-estar-animal (BEA) (Barcellos et al., 2016).

O uso do drone associado a câmeras termográficas permite o monitoramento do estado sanitário e reprodutivo de rebanho, indicando se algum animal, isolou-se dos demais e apresenta alguma alteração física ou dificuldade na locomoção (Neethirajan, 2017). Segundo Arruda et al. (2024), o uso de drones no reconhecimento espacial e visual permite rápidas avaliações tanto em elevações oblíquas quanto planas, em baixas ou grandes altitudes. As imagens capturadas podem ser armazenadas para verificação posterior ou compartilhadas com avaliadores e especialistas.

O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de veículo aéreo não tripulado (VANT) no monitoramento aéreo de bovinos confinados como ferramenta de vigilância sanitária, verificação das condições do bem-estar animal e contagem automatizada de indivíduos.

2. Metodologia

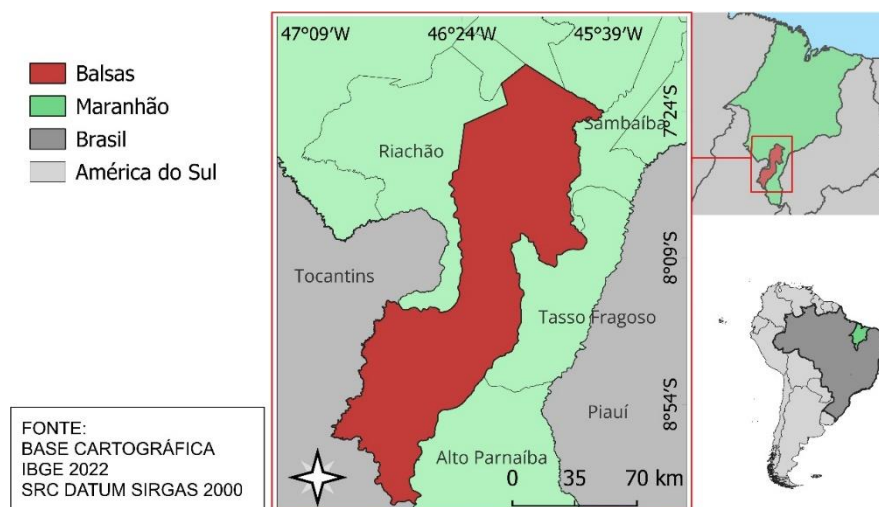
Realizou-se uma pesquisa de campo, de natureza qualitativa e descritiva (Pereira et al., 2018).

2.1 Área de estudo

O estudo foi conduzido no município de Balsas, localizado no sul do Maranhão, com uma área territorial de 13.141 km² (Figura 1) e uma população estimada em 101.767 pessoas (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2024). O município se destaca pela sua importância no setor agropecuário, sendo um dos principais polos de produção agrícola da região. Balsas está inserida na área conhecida como Matopiba (região que inclui os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), uma das novas fronteiras agrícolas do Brasil.

O clima da região é tropical, o que favorece o cultivo de grandes lavouras de grãos, especialmente soja, milho e algodão. Além disso, o município também conta com áreas dedicadas à pecuária, com uma produção economicamente significativa de bovinos e suínos. Em 2023, por exemplo, o município contava com 118 mil cabeças de bovinos e 33 mil suínos (IBGE, 2024).

Figura 1 - Mapas de localização do município de Balsas, Maranhão, Brasil, 2024.



2.2 Monitoramento Aéreo com Drones

O monitoramento foi realizado através de voos de drone, sobre os confinamentos da Fazenda "T", no dia 10 de outubro de 2024. Esta propriedade foi escolhida por ser considerada de maior risco devido à alta movimentação de animais. Foi utilizado um drone DJI Mini 2, que operou em conjunto com o aplicativo *Count Things from Photos*. Este aplicativo, utiliza inteligência artificial para a contagem automatizada de bovinos, destacando-se como uma inovação importante na vigilância e gestão do rebanho.

O drone utilizado é compacto e leve, com peso de 249 gramas, câmera: 12 MP, grava vídeos em 4K a 30 fps, suporta fotos panorâmicas e captura de imagens no formato RAW. Tem autonomia de voo de até 31 minutos em condições ideais. Alcance de até 10 km. Velocidade máxima de até 16 m/s.

As operações ocorreram a uma altura mínima de 5 metros. A avaliação foi feita tanto individualmente quanto por lotes, verificando sinais clínicos compatíveis com doenças e BEA. Os cuidados sanitários observados no confinamento de bovinos incluem o fornecimento de vacinas, água e alimento.

2.3 Avaliação do Bem-Estar Animal

Neste estudo, utilizou-se o protocolo de avaliação de BEA da Welfare Quality Network (2024), que emprega funções específicas para pontuações de bem-estar, ajustadas para rebanhos bovinos. Esse protocolo levou em consideração os principais princípios e critérios descritos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo da qualidade de bem-estar segundo o protocolo de avaliação para bovinos na engorda.

Princípios de bem-estar	Critérios de bem-estar
Boa alimentação	1 Ausência de fome prolongada
	2 Ausência de sede prolongada
Boa habitação	3 Conforto no descanso
	4 Conforto térmico
	5 Facilidade de movimentação
Boa saúde	6 Ausência de lesões
	7 Ausência de doença
	8 Ausência de dor induzida por procedimentos de manejo
Comportamento apropriado	9 Expressão de comportamentos sociais
	10 Expressão de outros comportamentos
	11 Boa relação humana e animal
	12 Estado emocional positivo

Fonte: *Welfare Quality* (2024).

2.4 Condições de Confinamento

O período de confinamento é de aproximadamente 110 dias e ganham 176 kg, considerando-se, o ganho diário de peso ideal na engorda é de 1,69 kg e para iniciar o confinamento, o principal pré-requisito é o animal ter um peso superior a 360 kg. Os anti-helmínticos utilizados na entrada são a ivermectina, abamectina e o levamisol.

Durante esse tempo, foram confinados 6.500 animais, distribuídos em 54 praças de alimentação, que no cocho recebiam silagem de sorgo, Ddgs Inpasa (32% de proteína, de alta digestibilidade), sorgo Reidratado (38% de umidade), torta de algodão e premix. Nos cochos recebiam em média 40 toneladas de alimentos diariamente, sendo os animais alimentados em cinco tratamentos diários.

O complexo das doenças respiratórias de bovinos (CRB) é caracterizado por ser de origem viral, bacteriana ou através da associação de ambos e tem sido identificada como uma das mais importantes causas de morbidade e mortalidade nos confinamentos, principalmente em animais jovens. Uma das principais medidas preventivas é a aplicação de vacinas nos animais na chegada, sem saber se o animal já foi infectado por algum dos agentes (Heidmann et al., 2021).

Observou-se uma preocupação nos manejos dos animais, sendo feita profilaxia das enfermidades respiratórias e reprodutivas mais comuns nos bovinos. Para os bovinos estarem livres de doenças, são utilizadas vacinas contra IBR (Rinotraqueíte Infecciosa Bovina), BVD (Diarreia Viral Bovina), Pausterelose, Vírus Respiratório Sincicial, Parainfluenza, Leptospirose e Raiva. Depois de chegarem na propriedade e repousarem entre 3 a 4 dias, são colocados brincos microchipados, e administrados modificador orgânico e vermífugo. Para um melhor diagnóstico de doenças nos animais, é feito vistoria em cada

curral e caso seja necessário, os animais são tratados. Não encontramos animais mortos, deitados ou com pneumonia e esclarecemos que o estado do Maranhão não faz parte das regras do sistema brasileiro de identificação individual de bovinos e búfalos (SISBOV).

Para garantir o conforto térmico dos animais, cada curral é equipado com aspersores de água, que são acionados cinco vezes ao dia. Esse sistema contribui para reduzir a insolação, proporcionando um ambiente mais adequado para descanso dos animais.

2.5 Animais Confinados

A maioria dos animais confinados para engorda são da raça Nelore e Angus. Os machos não são castrados. A produção é focada em novilhos precoces com menos de 30 meses de idade com peso médio de aproximadamente 550 kg, ou seja, produzem o ‘Boi tipo exportação para a China’ (sem nenhuma evidência de febre aftosa, tuberculose ou brucelose), com menos que 4 dentes permanentes.

Na chegada ao confinamento, os animais passam por um protocolo sanitário que inclui a aplicação de vacinas e a separação por peso. A rotina de manejo inclui uma ronda sanitária realizada nos currais, conduzida por três funcionários montados.

3. Resultados e Discussão

Neste estudo, o drone DJI Mini 2 operou com duas baterias, que foram substituídas a cada 30 minutos de voo. O monitoramento foi realizado dentro da propriedade, próximo ao curral e ao tronco de contenção. O tempo total para a execução dos trabalhos foi de três horas, em uma área de confinamento de 90.000 metros quadrados.

O equipamento possibilitou a verificação da disponibilidade de água e alimento e o conforto dos animais, especialmente em suas áreas e períodos de descanso. Foi possível, também, monitorar o comportamento social dos bovinos, como interações de lutas, lambeduras e a facilidade de movimentação nos piquetes. Não foram observados sinais clínicos de enfermidades, nem animais mortos ou prostrados na área de confinamento, conforme Figura 2.

Figura 2 - Visualização aérea por drone de bovinos confinados. (A) A 5 metros de altura, é possível inspecionar o acesso à água e alimento nos cochos, além de observar a separação e distribuição dos lotes, bem como o comportamento social, sinais de enfermidades ou óbitos. (B) Foi possível verificar o uso de aspersores com imagens a 12 metros de altura.



Fonte: Arquivo dos Autores (2024).

Na fiscalização do estabelecimento de engorda de bovinos em Balsas/MA, verificou-se a ausência de consumos de proteína de origem animal na suplementação no cocho e na fábrica de ração, sendo, uma mitigação de risco para a Encefalopatia

Espongiforme Bovina (EEB), portanto tem o intuito de evitar eventual reciclagem e difusão do agente no estado, conforme a legislação federal.

Todos os parâmetros foram confirmados pela inspeção visual e exame clínico dos animais incluindo a contagem, ocorrendo 100% de correspondência entre o observado pelas imagens do drone e verificação visual. Esta constatação é compatível com observações de Múcher et al. (2022) segundo as quais os *UAS - Unmanned Aerial System* (drones) puderam detectar, identificar e caracterizar posturas de vacas, com precisões de 95% para detecção de vacas e 91% para identificação de vacas individuais em sistemas de produção de pastagens.

O uso do drone possibilitou o monitoramento dos embarques e desembarques. Também foi possível visualizar a distribuição dos lotes nos currais de cada praça de alimentação. Observou-se que os currais e instalações eram adequadas com espaço entre 12 e 14 m² por animal. Esses fatores permitiram a expressão de comportamentos típicos da espécie, como a simulação de brigas e a manutenção da hierarquia dentro dos grupos, especialmente pela liderança no uso do espaço.

Constatou-se que o formato circular do curral contribuiu para a redução do estresse dos animais durante o manejo na entrada e saída do tronco de contenção. As paredes fechadas evitam distrações, permitindo que os bovinos caminhem de forma mais tranquila com o auxílio de bandeirolas, conforme Figura 3.

Figura 3 - Visualização aérea por drone de bovinos confinados. (A) Vista do curral circular a 20 m de altura; (B) Vista a 95 m de altura, destacando a distribuição espacial dos lotes e da praça de alimentação dos 6.500 animais confinados.



Fonte: Arquivo dos Autores (2024).

A ausência de vocalizações de bovinos durante o confinamento sugere baixos níveis de estresse, não se observou fome ou sede, indicando um manejo eficaz do BEA. Esses achados estão de acordo com Taylor et al. (2023), que aplicou um protocolo de avaliação de bem-estar em rebanhos confinados na Austrália. No estudo, comportamentos repetitivos dos bovinos tiveram impacto direto sobre o bem-estar, e o protocolo demonstrou ser eficaz na identificação de indicadores tanto de bem-estar positivo quanto negativo.

Quanto ao bem-estar no confinamento, procuram seguir regras nacionais e internacionais, contudo, os protocolos de ponderação do BEA devem ser utilizados, para obtenção de informações e promover resultados satisfatórios, de forma a evitar preocupações de consumidores de carne e derivados, com melhoria à cadeia produtiva e a indústria.

Principalmente o mercado externo, necessita que o setor da pecuária de corte adote os sistemas de rastreabilidade, que garantam ao consumidor, a qualidade dos produtos, a redução dos riscos alimentares e a certificação de sua origem, entre outros atributos (Harras, 2023).

As pododermatites que ocorrem, estão relacionadas ao transporte nos caminhões sem a utilização de ‘borração’ no piso ou piso boiadeiro de borracha antiderrapante. Segundo Santos et al., (2023), a etapa do transporte é vista como a mais estressante do momento de pré-abate. Com a intenção de diminuir o risco de quedas e escorregões, trazendo mais conforto e segurança, os veículos, assim como o embarcador, precisam de pisos com alguns requisitos, como tapete de borracha e grade de ferro quadriculada. Deste modo, o meio de transporte em Balsas deve ser objeto de monitoramento da saída do confinamento até a chegada no abatedouro frigorífico.

Quanto a liberdade para expressar os comportamentos naturais da espécie, há disponibilidade de espaço suficiente (12 a 14 m²/animal), currais e instalações adequadas e por serem animais inteiro pode ocorrer sodomia, como acontece a campo nas propriedades, simulações de brigas e manutenção da hierárquica no agrupamento, seja pela liderança do espaço, prevalecendo o comportamento natural da espécie.

O manejo é realizado para não causar estresse, dor, ansiedade e medo nos animais. Os currais de apartação dos bovinos, é em formato circular e fechado, diminuindo o estresse até o tronco de contenção, para que os animais não se distraíam e caminhem sem esforço, no tipo os que são exigidos em exportações, pois, evitam claridades e sombras, considerando o campo de visão e ponto cego na cauda.

Usam bandeira ou bandeirolas em todo manejo do processo produtivo, resulta em menos estresse e melhor qualidade de carne como produto final, evitando-se, a carne *dark, firm, dry* (DFD) (escura, dura e seca).

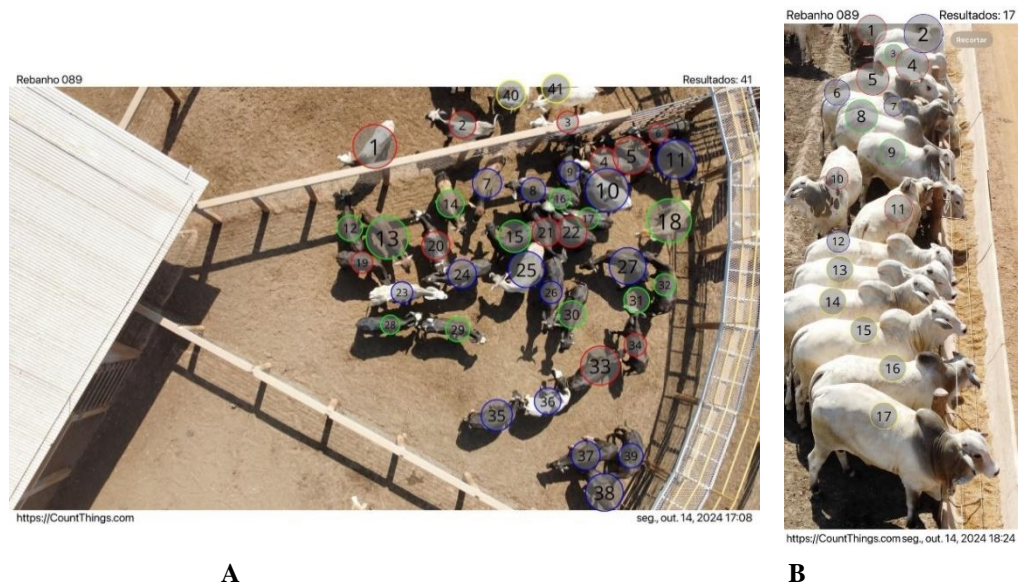
O DFD é um dos principais defeitos de qualidade da carne associados ao estresse prolongado antes do abate, o que resulta no esgotamento das reservas de glicogênio no músculo (Ijaz et al., 2020).

O uso de drones em fazendas, segundo Khanal et al. (2010), aumenta a produtividade, ao reduzir o manejo diário dos rebanhos e o tempo de mão de obra, permitindo que os funcionários se dediquem a tarefas mais urgentes ou em que sua presença seja indispensável.

Nesse contexto, Koger et al. (2023) empregaram métodos como observação direta e bioregistro para coletar dados de comportamento animal em ambientes naturais, permitindo a contagem de indivíduos e a obtenção de informações sobre seus comportamentos sociais e físicos. Eles utilizaram vídeos de drones e técnicas de visão computacional para rastrear automaticamente a localização e a postura de animais em liberdade, com alta resolução espaço-temporal integrada a modelos de paisagem.

Através das imagens geradas pelo drone foi possível realizar a contagem precisa, tanto nos currais de apartação quanto nos cochos como mostra a Figura 4. Nesse contexto Herlin et al. (2022) observaram que drones equipados com câmeras poderiam ser usados para contar animais, determinar sua posição e estudar seu comportamento, além de poderem pastorear e movimentar animais.

Figura 4 - Visualização aérea por drone a indicando numeração e contagem de bovinos no (A) curral de aparação (41 animais) e (B) no cocho (17 animais), utilizando o aplicativo *CountThings from Photos*.



A
B
Fonte: Arquivo dos Autores (2024).

Os drones, voando a alturas superiores a 5 metros sobre os currais, não incomodaram os bovinos, permitindo avaliar o bem-estar animal no confinamento. As imagens captadas pelo equipamento apresentaram 100% de concordância com os resultados de exames clínicos e inspeções diretas.

O Maranhão possui um baixo uso de medidas de biossegurança protetiva, na entrada de animais comercializados nas propriedades rurais, assim, é primordial evitar doenças oriundas de rebanhos aglomerados. A abordagem com drone possibilita estudar melhor o BEA e ter tomada de decisões sobre os bovinos dentro de seus ambientes confinados.

4. Considerações Finais

O uso de drones se mostrou uma ferramenta simples, eficaz e econômica para a vigilância sanitária de grandes rebanhos em confinamento. Essa tecnologia possibilita o monitoramento de bovinos confinados tanto a pequenas quanto a grandes distâncias, reduzindo a necessidade de intervenção humana direta junto aos animais.

Dessa forma, conclui-se que o uso de drones possibilita o acompanhamento simultâneo de diversos animais, assegurando a eficiência da mão de obra e observando condições de bem-estar dos bovinos individualmente e o aplicativo *Count Things from Photos* foi eficaz na contagem automatizada de indivíduos ou lotes.

Referências

- Alocilla, O., & Monti, G. (2022). Network analysis of cattle movements in Chile: Implications for pathogen spread and control. *Preventive Veterinary Medicine*, 204, 105644. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2022.105644>
- Arruda, M. F., Silva, R. G., & Oliveira, A. P. (2024). Vigilância clínica e espacial de bovinos em leilão com auxílio de drone e contagem automatizada por aplicativo. In *Tecnologia e Produção Agropecuária* (Cap. 3, pp. 50-144). <https://doi.org/10.29327/5343106.1-3>
- Barcellos, J. O. J. (2016). Apontamentos estratégicos sobre a bovinocultura de corte brasileira. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24(3), 173-182.
- Barbedo, J., Koenigkan, L., Santos, T., & Santos, P. (2019). A Study on the Detection of Cattle in UAV Images Using Deep Learning. *Sensors* (Basel, Switzerland), 19. <https://doi.org/10.3390/s19245436>.

- Damiaans, B., Renault, V., Sarrazin, S., Berge, A. C., Pardon, B., Saegerman, C., & Dewulf, J. (2020). A risk-based scoring system to quantify biosecurity in cattle production. *Preventive Veterinary Medicine*, 179, 104992. <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2020.104992>
- Harras, Júlia Martins. O impacto da rastreabilidade animal na comercialização da carne bovina. 2023.
- Heidmann, Maycon Junior; Do Nascimento, Cristiano Grisi; De Castro, Bruno Gomes. Complexo respiratório bovino no contexto da sanidade animal. *Scientific Electronic Archives*, v. 14, n. 4, 2021.
- Herlin, A., Brunberg, E., Hultgren, J., Högberg, N., Rydberg, A., & Skarin, A. (2021). Animal Welfare Implications of Digital Tools for Monitoring and Management of Cattle and Sheep on Pasture. *Animals: an Open Access Journal from MDPI*, 11. <https://doi.org/10.3390/ani11030829>.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2023). Trimestrais da pecuária: Em 2023, abate de bovinos cresce e o de frangos e suínos atinge recordes. *Agência de Notícias IBGE*. <https://www.ibge.gov.br/agencia-de-noticias>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2024). Censo Agropecuário, 2023. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>
- Ijaz, M., Batool, A., Babar, M. E., Hayat, Z., & Waheed, U. (2020). Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. *Meat Science*, 161, 107954. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107954>
- Khanal, A. R., Gillespie, J. M., MacDonald, J. M., & Mathews, K. H. (2010). Adoption of technology, management practices, and production systems in US milk production. *Journal of Dairy Science*, 93(6), 6022-6010. <https://doi.org/10.3168/jds.2010-3036>
- Koger, B., Jones, B., Tolkamp, B. J., & Ellwood, S. A. (2023). Quantifying the movement, behaviour and environmental context of group-living animals using drones and computer vision. *Journal of Animal Ecology*, 92(7), 1357-1371. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14023>
- Mücher, C., Los, S., Franke, G., & Kamphuis, C. (2022). Detection, identification and posture recognition of cattle with satellites, aerial photography and UAVs using deep learning techniques. *International Journal of Remote Sensing*, 43, 2377 - 2392. <https://doi.org/10.1080/01431161.2022.2051634>.
- Neethirajan, S. (2017). Recent advances in wearable sensors for animal health management. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.sbsr.2017.03.003>.
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- Schirdewahn, F., Lentz, H. H. K., Colizza, V., Koher, A., Hövel, P., & Vidondo, B. (2021). Early warning of infectious disease outbreaks on cattle-transport networks. *PLoS One*, 16(1), e0244999. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244999>
- Taylor, E., Fisher, A. D., & McCarthy, M. (2024). Application of a welfare assessment protocol for Australian lot-fed cattle: The effect of time and frequency of assessment. *Applied Animal Behaviour Science*, 277, 106349. <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2023.106349>
- Welfare Quality Network. (2024). *Assessment protocols*. <https://www.welfarequalitynetwork.net/en-us/reports/assessment-protocols>