

## **USO DE UM SISTEMA AÉREO NÃO TRIPULADO PARA MONITORAMENTO DE BOVINOS EM PASTAGENS**

**RUBENS ANDRE TABILE<sup>1</sup>, RAFAEL VIEIRA DE SOUSA<sup>2</sup>, ARTHUR JOSE VIEIRA PORTO<sup>3</sup>, RICARDO YASSUSHI INAMASU<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Eng. Agrícola, Prof. Doutor, Depto. Engenharia de Biossistemas, FZEA, USP, Pirassununga – SP, tabile@usp.br

<sup>2</sup> Eng. Eletricista, Prof. Doutor, Depto. Engenharia de Biossistemas, FZEA, USP, Pirassununga – SP, rafael.sousa@usp.br

<sup>3</sup> Eng. Mecânico, Prof. Titular, Depto. Engenharia Mecânica, EESC, USP, São Carlos – SP, ajvporto@sc.usp.br

<sup>4</sup> Eng. Mecânico, Pesquisador, Embrapa Instrumentação, São Carlos-SP, ricardo.inamsu@embrapa.br

*Apresentado no*

**Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2016**

Goiânia, Goiás, 4 a 6 de outubro de 2016

**RESUMO:** O setor agropecuário está cada vez mais multidisciplinar e diversas técnicas e procedimentos migram de uma área para a outra. O bem-estar animal é um tópico que cada gradativamente ganha atenção, tanto de membros da sociedade civil, como de empresas e produtores. Bem-estar animal é um termo que gera uma grande discussão na comunidade científica, pois o conceito pode ser definido de maneiras distintas. Geralmente está relacionado a três questões éticas. Primeira: animais não devem sentir medo e dor e podem ter experiências prazerosas. Segunda: devem ter suas necessidades fisiológicas e de comportamento atendidas. Terceira: podem viver e se desenvolver da maneira para a qual estão adaptados. Nesse sentido o objetivo desse trabalho é utilizar as informações do ambiente agropecuário obtidas por um sistema aéreo não tripulado, para melhorar as técnicas de manejo do gado no pasto. Os dados obtidos foram usados para contar os animais no pasto, sem a necessidade de realoca-los ou manipula-los. Foram utilizadas duas técnicas, a de imagem única e a de múltiplas imagens obtidas com diferentes configurações de vôo. Com a técnica de imagem única foi possível identificar os animais, mesmo quando esses estavam agrupados. Já com a utilização da técnica de múltiplas imagens, o processamento gerou imagens borradadas, impossibilitando a identificação dos animais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Bovinocultura, geoprocessamento, zootecnia de precisão.

## **USE OF AN UNMANNED AERIAL SYSTEM FOR CATTLE MONITORING IN PASTURES**

**ABSTRACT:** Agricultural sector is increasingly multidisciplinary, and diverse techniques and procedures migrate from one area to another. Animal welfare is a topic that has been raising attention from both civil society and companies and producers. Animal welfare is a term that generates a discussion in the scientific community due to a multiplicity of definitions. This concept is usually related to three ethical issues. First, animals should not feel fear and pain and should be able to have pleasurable experiences. Second, they should have their physiological and behavioral needs met. Third, they can live and develop in the way they are adapted. Therefore, the aim of this research is to use informations of the agricultural environment, obtained by an UAS (unmanned aerial system), to improve livestock management techniques. The obtained data were used to count animals on pasture, without relocating or handling them. Two techniques were employed: the single-image and multiple-images, obtained with different flight configurations. The single-imaging technique enabled animals identification, even when they were grouped. On the other hand, when using the multiple –images processing method, blurred images were generated, making it impossible to identify the animals.

**KEYWORDS:** Cattle-raising, geoprocessing, precision animal husbandry.

**INTRODUÇÃO:** Cada vez mais setor agropecuário precisa avançar no uso de tecnologia e no uso de métodos de produção mais coerentes com a tecnologia disponível. Parte desse setor ainda usa técnicas tradicionais, que se baseiam mais em cultura popular do que em um método propriamente dito. É desejável que se busque a modernização do manejo, desde que feito de forma homogênea e não somente em pontos isolados. Este processo

passa pelo cuidado com bem-estar dos animais, onde parâmetros fisiológicos e de comportamento passam a ser considerados. Considerando a intercambialidade da tecnologia dentro das mais diversas áreas de produção, o UAS (Unmanned Aerial System – Sistema aéreo não tripulado) é um exemplo de técnica que passa ser usado no setor agropecuário.

Pesquisadores têm mostrado interesse crescente na utilização de UAS para diversos fins não militares. Eles são usados em aplicações florestais e agrícolas (SAARI *et al.*, 2011; RANGO *et al.*, 2006; YANG *et al.*, 2006; YE *et al.*, 2008; VIÑA *et al.*, 2011) tanto em culturas anuais como perenes, todos usando câmeras miniaturizadas embarcadas em plataformas UAS de baixo peso.

No que tange ao proposto por esse trabalho, o monitoramento de pastagens como o de animais a pasto é um possível uso para UAS. Trabalhos como o de GROOM *et al.*, 2013 usam imagens aérea para monitorar aves marinhas são um exemplo de aplicações de UAS para monitoramento de animais. Com relação ao manejo de rebanhos de gado de corte, uma preocupação que produtores enfrentam, e que abre a oportunidade para uso de UAS, é o desaparecimento dos animais, seja este causado por diversos motivos. Para monitorar o rebanho, periodicamente os animais são manejados no pasto até as instalações para que possa ser feita a contagem do rebanho, o que pode causar estresse. Além disso, dependendo da forma como o animal é manejado e da estrutura das instalações, esse manejo pode promover estresse ou injúrias nos animais, promovendo efeitos negativos sobre as questões relativas ao bem-estar animal ou qualidade da carcaça, no caso de bovinos de corte.

O presente trabalho tem como objetivo o uso de UAS para coletar imagens de uma área de pastejo que auxiliem no manejo dos sistemas de produção de bovinos à pasto. Os dados coletados, após processados, serão utilizados para mensurar manualmente o número de animais existentes na área. Serão avaliados vários parâmetros como: altitude de voo, resolução espacial, condição atmosférica, tamanho do piquete, taxa de ocupação, e método de geração de mapas. O projeto vai de encontro com uma necessidade desse setor e pretende-se verificar em que condições é possível obter dados confiáveis para contagem do número de animais em determinado rebanho.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O presente trabalho foi realizado nas dependências da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA - USP), situada na cidade de Pirassununga - SP. Foram utilizadas duas áreas com pastejo rotacionado cobertas com variedades braquiária (Brachiária brizantha). A área 1, possui aproximadamente 9,5 ha e fica localizada nas coordenadas geográficas latitude -21,9813 e longitude -47,4335. A área 2 possui aproximadamente 8,6 ha e fica localizada nas coordenadas geográficas latitude -21,9515 e longitude -47,4745. O gado é criado a pasto é da raça Nelore predominantemente, onde são divididos em lote de no máximo 200 animais jovens e adultos, sendo a manutenção dos animais e das áreas de pastejo de responsabilidade da prefeitura do campus da FZEA - USP. Nenhuma alteração no plano de manejo dos animais foi solicitada para realização dos ensaios.

Para a coleta de dados utilizou-se um UAS do tipo multirotor com diâmetro de 450 mm, propelido por quatro motores, gerando *payload* (capacidade de carga) de 300 gramas, alimentado por uma bateria LiPo 14,8V - 8 Ah que possibilita um tempo de voo de aproximadamente 15 minutos. O planejamento da missão é feito por um conjunto de softwares/hardware e estão diretamente relacionados com sua FCU (*Flight Control Unit* - Unidade de Controle de Voo). Esse sistema é comumente chamado de *Ground Station* (Estação de Solo) e é composto por subsistemas de telemetria e registro, planejamento de missão, manobras automáticas, entre outros.

Os dados coletados são imagens no espectro visível, utilizou-se uma câmera compacta modelo GoPro Hero 3 Black. A câmera possui sensor de imagem visível tamanho 1/2,3", com abertura óptica de f/2.8, e resolução de até 4000 x 3000 pixels (12 MP), lente fixa com distância focal de 3 mm, o que possibilita um campo de visão horizontal de 118 graus. A câmera foi fixada em um sistema de amortecimento e correção de orientação (*Gimbal*) e orientada perpendicularmente ao solo.

Dois modos de mapas foram avaliados, a diferença entre eles é o método como foram confeccionados, *imagem única* e *múltiplas imagens*. No primeiro método é utilizada somente uma imagem, com uma vista aérea vertical, obtida de tal forma que toda a área de interesse esteja visível. No segundo método são utilizadas múltiplas imagens de tal forma que somente parte da área a ser representada esteja visível em cada quadro. A vista total da área é feita pelo processamento e união dessas imagens por software.

Os parâmetros de voo foram definidos com base na resolução espacial ou GSD (*Ground Sample Distance*). O GSD representa o tamanho real, em unidade do terreno, que um determinado pixel representa em função da resolução da imagem. Por sua vez, o GSD depende da aplicação que será feita. Para este trabalho foram avaliados diferentes GSD's a fim de verificar sua influência nos resultados. No método *imagem única* a resolução espacial estará limitada a resolução da câmera e o tamanho do piquete, no método *múltiplas imagens*

houve uma diferença temporal entre cada uma das imagens, proporcional a velocidade com que o UAS se desloca sobre a área de pastagem. Pretende-se avaliar no primeiro cenário qual a resolução espacial mínima para que seja possível identificar os animais, no segundo caso pretende-se avaliar se o movimento dos animais durante o voo pode fazer com que unidades sejam contadas múltiplas vezes, ou não sejam contadas, e como o software vai processar essa movimentação. A velocidade de deslocamento horizontal foi de 3 m/s, definida por testes preliminares.

O processamento dos dados para a restituição fotogramétrica (área 2) foi realizado pelo software *Pix4Dmapper* ([www.pix4d.com](http://www.pix4d.com)). O software identifica pontos homólogos nas imagens e as organizam de modo a construir uma região contínua. Para contagem dos bovinos foi utilizado o software *ImageJ* ([imagej.nih.gov/ij/](http://imagej.nih.gov/ij/)).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A coleta de dados foi realizada em diferentes alturas de voo a fim de verificar a influência dessa variável nos dados obtidos. Na área 1, foram coletadas imagens com GCP's de 1,0; 1,5; 3,0; 4,0; 5,0 e 6,0 cm/pixel, o que resultou, respectivamente, voos com altura em relação ao solo de 19; 29; 58; 78; 97 e 117 metros. Antes de descolar, a câmera foi programada no modo *time lapse* com intervalos de 0,5s. O disparo é feito de forma manual momentos antes da aeronave alçar voo. Após decolar, a aeronave foi posicionada sobre os animais na altura desejada, quando a altura era atingida a aeronave permanecia nesse ponto por 10 segundos posteriormente, era posicionada na altura seguinte, sucessivamente até todos os tetos de voo serem alçados. Na figura 1 são apresentados as imagens coletadas para cada altura de voo, em destaque são apresentados um recorde de 100 x 100 pixels a fim de se analisar a resolução da imagem. Em todos os casos foi possível identificar os animais, sendo contatados 99 bovinos. Entretanto, quando o GCP for superior a 4 cm/pixel, dependendo do agrupamento e tamanho dos animais, condições de luminosidade e foco da imagem, pode ocorrer confusões. Na imagem onde o GCP foi de 4 cm/pixel a área visível (desconta-se as bordas da imagem pois essas sofrem grande distorção) possui aproximadamente 2,1 ha. Na área 2 utilizou-se a técnica de mosaicamento para gerar uma imagem única da área. Baseado nos resultados obtidos na área 1, foram coletadas imagens com GCP's de 1,0; 1,5; 3,0 e 4,0cm/pixel, respectivamente 19; 29; 58; 78 metros do solo. Porém, a movimentação dos animais prejudicou a análise das imagens. O que se observou foi o surgimento de linhas desfocadas e fantasmas, isso impossibilita a identificação dos animais. Isso é devido ao movimentos dos animais entre a coleta de uma imagem e outra.



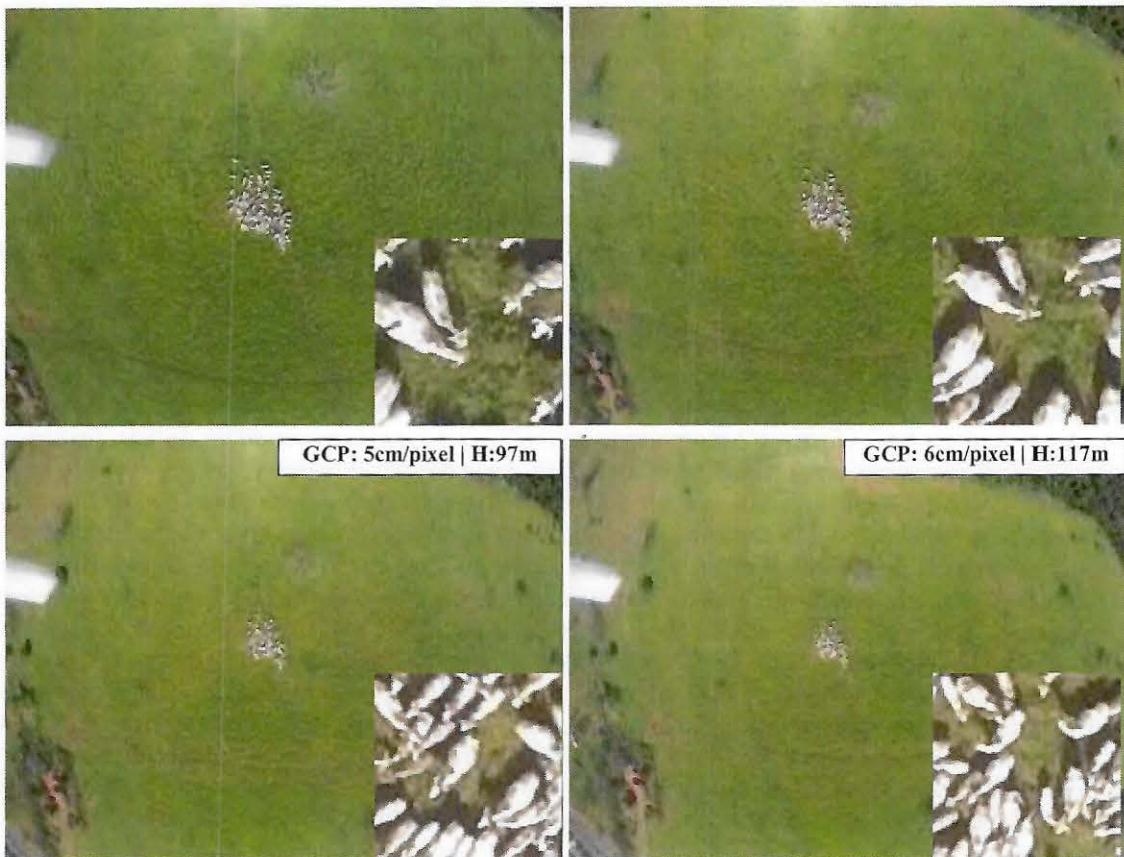


Figura 1. Imagens coletadas da área 1

Percebe-se que a movimentação dos animais, assim como já se previa, inviabiliza o uso de mosaicamento para identificação de objetos moveis, seja ele qual for. Para esses casos a solução é optar por uma imagem única assim como mostrado na figura 1 dessa maneira os animais são de fácil identificação, o que reduz a possibilidade de erro no sistema, possibilitando trabalhar com um GCP de até 4 cm/pixel, se os animais estiverem adensados e, 6 cm/pixel caso estejam espalhados. Recomenda-se coletar imagens próximo ao meio dia para evitar sombras no solo, o que dificulta a identificação de objetos. Além disso garante-se uma boa luminosidade o que influencia na nitidez e nas cores das imagens.

**CONCLUSÃO:** A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que o UAS é alternativa eficiente para identificação de bovinos no pasto, entretanto o uso de técnicas de mosaicamento para esse fim não gerou resultados satisfatórios. A movimentação dos animais impede que o sistema os identifique de forma nítida e acabam ficando marcados por borrões. O ideal é a utilização de uma imagem única, com GCP de até 4 cm/pixel. Recomenda-se coletar imagens próximo ao meio dia para evitar sombras e garantir uma boa luminosidade o que influencia na nitidez das cores das imagens. Uma possível aplicação futura é o processamento autônomo na imagem, onde a contagem seja feita de forma automática.

#### REFERÊNCIAS:

GROOM, G.; STJERNHOLM, M.; NIELSEN, R.D.; FLEETWOOD, A.; PETERSEN, I.K. Remote sensing image data and automated analysis to describe marine bird distributions and abundances. *Ecological Informatics*, v.14, n.0, 3//, p.2-8. 2013.

RANGO, A.; LALIBERTE, A.; STEELE, C.; HERRICK, J.E.; BESTELMEYER, B.; SCHMUGGE, T.; ROANHORSE, A.; JENKINS, V. Using unmanned aerial vehicles for rangelands: current applications and future potentials. *Environ. Pract.*, v.8, n.3, p.159-168. 2006.

SAARI, H.; ANTILA, T.; HOLMLUND, C.; MÄKYNEN, J.; K. OJALA, H.T.; PELLIKKA, I.; TUOMINEN, S.; PESONEN, L.; HEIKKILÄ, J. **Unmanned Aerial Vehicle (UAV) operated spectral camera system for forest and agriculture applications.** Proc. SPIE 8174, 2011. p.

VIÑA, A.; GITELSON, A.A.; NGUY-ROBERTSON, A.L.; PENG, Y. Comparison of different vegetation indices for the remote assessment of green leaf area index of crops. **Remote Sensing of Environment**, v.Article in Press, n.0. 2011.

YANG, C.H.; EVERITT, J.H.; BRADFORD, J.M. Comparison of QuickBird satellite imagery and airborne imagery for mapping grain sorghum yield patterns. **Precision Agriculture**, v.7, n.1, Mar, p.33-44. 2006.

YE, X.; SAKAI, K.; SASAO, A.; ASADA, S.-I. Potential of airborne hyperspectral imagery to estimate fruit yield in citrus. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v.90, n.2, p.132-144. 2008.