

## ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE DADOS DE MONITORAMENTO DOS ANIMAIS EM UM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

MARCOS NEVES<sup>1</sup>, NAYLOR BASTIANI PEREZ<sup>2</sup>, RODISON NATIVIDADE SISTI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutor em Sensoriamento Remoto, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP, (19) 3311-2658, marcos.neves@embrapa.br

<sup>2</sup>Doutor em Zootecnia, Embrapa Pecuária Sul, Bagé-RS, (53) 3240-4669, naylor.perez@embrapa.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrícola, Embrapa Pecuária Sul, Bagé-RS, (53) 3240-4650, rodison.sisti@embrapa.br

Apresentado no  
Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão - ConBAP 2014  
14 a 17 de setembro de 2014 - São Pedro - SP, Brasil

**RESUMO:** A aplicação dos preceitos da Agricultura de Precisão em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) envolve um grau de dificuldade maior devido ao número de fatores envolvidos e a presença da componente animal. Variáveis como a mobilidade, pisoteio, dejeções dos animais e zonas preferenciais podem impactar o sistema e devem ser consideradas. O objetivo deste trabalho é realizar uma análise exploratória dos dados de monitoramento de animais em um sistema ILP. Os dados foram obtidos por aparelhos GPS afixados em animais do rebanho e complementados por observações de campo. São apresentados mapas derivados da aplicação do estimador de intensidade *Kernel* para situações distintas e levantadas hipóteses sobre os comportamentos dos animais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Agricultura de precisão, integração lavoura-pecuária, estimador de intensidade kernel.

### EXPLORATORY DATA ANALYSIS IN MONITORING OF ANIMALS IN A CROP-LIVESTOCK INTEGRATION SYSTEM

**ABSTRACT:** The application of the Precision Agriculture principles in a crop-livestock integration system involves a higher degree of difficulty due to the greater number of factors involved and the presence of animal component. Variables such as mobility, trampling, defecations of animals and preferential areas may impact the system and should be considered. The objective of this paper is to perform an exploratory analysis of monitoring data from animals in a crop-livestock integration system. Data were obtained by GPS devices affixed in some herd animals and supplemented by field observations. Maps derived from the application of *kernel* intensity estimator are presented and assumptions about the behavior of animals are discussed.

**KEYWORDS:** Precision Agriculture, crop-livestock integration, Kernel intensity estimator

### INTRODUÇÃO

A Agricultura de Precisão se propõe a tratar a variabilidade espacial existente em uma parcela agrícola. Para que isto seja possível, há necessidade de conhecer o comportamento das variáveis relevantes ao sistema produtivo e desenvolver formas viáveis de atuação. Para o sistema Integração Lavoura-Pecuária (ILP) este desafio é ainda maior pela complexidade inerente a integração de duas atividades produtivas em um mesmo espaço. Sua otimização

envolve assim um número maior de variáveis a serem observadas e controladas, como a mobilidade dos animais, o pisoteio e as dejeções e seus impactos no sistema (PEREZ, et al., 2011).

Este trabalho apresenta um estudo exploratório sobre a dinâmica dos animais em uma parcela de um sistema ILP. Os animais foram monitorados e algumas variáveis, como posição e velocidade, foram registradas por equipamentos GPS, complementadas por observações de campo. O objetivo foi verificar a viabilidade deste tipo de monitoramento para identificar áreas mais intensamente pastejadas e locais preferenciais de descanso, para em um segundo momento, relacioná-las com outras variáveis do sistema.

Para melhorar a percepção e compreensão destas informações foram aplicadas ferramentas de visualização e análise exploratória de dados espaciais. Os dados do monitoramento dos animais na parcela foram tratados como *padrões de pontos* ou eventos. Este tipo de representação é comum em áreas específicas de conhecimento como em estudos de epidemiologia (ocorrência de casos doença) e criminologia (ocorrência de crimes (BAILEY, 1995).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados em um sistema ILP, com pastagem de azevém no inverno em sucessão ao cultivo de soja, durante o verão. O sistema ocupa uma parcela de 14,9 h, mostrada na Figura 1, localizada dentro da fazenda experimental da Embrapa Pecuária Sul, em Bagé (RS).

Utilizou-se um conjunto de 6 dispositivos GPS Garmim eTrex Vista Hcx, com pilhas adicionais para aumentar sua capacidade de operação, instalados dentro de um tubo de PVC fechado. Os sistemas foram fixados em seis animais de um rebanho de 62 animais. Detalhes da montagem e fixação do equipamento são mostrados no Figura 2.

Os animais foram acostumados com o peso do equipamento e pastejaram na mesma área por 20 dias antes do registro efetivo dos dados. O monitoramento foi efetuado por pouco mais de 64 horas, entre 16:45 h do dia 31/10/2013 e 9:08 h do dia 03/11/2014, na frequência de 12 registros por hora.

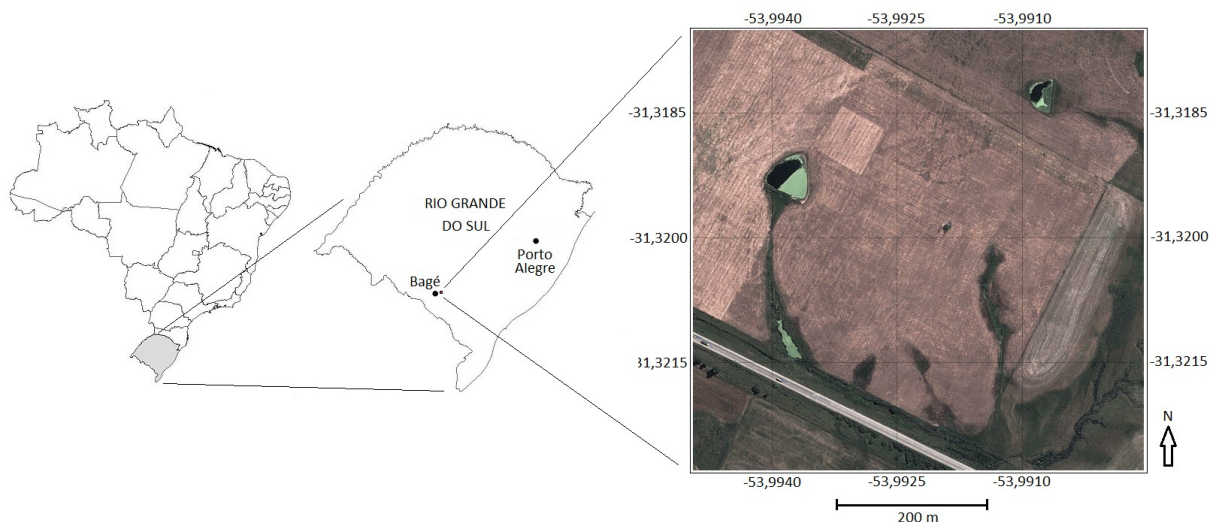


FIGURA 1: Localização do sistema Integração Lavoura-Pecuária, (imagem: Google Earth).

Durante o monitoramento, nos períodos diurnos (de 7:00 às 18:00 h) foi registrado adicionalmente o comportamento dos animais, por dois observadores em campo, com relógios

sincronizados aos dos GPS, quanto a atividade de pastejo e não pastejo, em intervalos de dez minutos. Estas informações foram adicionadas às tabelas de monitoramento geradas pelos equipamentos GPS, nos registros com horários mais próximos às realizações das observações.

Os dados registrados foram: as coordenadas da posição do animal (latitude e longitude); a velocidade (m/s), o ângulo do deslocamento (graus), a elevação (m), a distância percorrida (m), a data e a hora do registro. As posições dos animais registradas na parcela foram representadas como eventos e o conjunto de informações tratado por ferramentas de análise exploratória de dados espaciais aplicáveis a dados do tipo *padrão de pontos*.



FIGURA 2: Detalhes da montagem do equipamento e fixação no animal.

No processamento e visualização dos dados foram utilizadas ferramentas de geoprocessamento do aplicativo *QGis* (<http://qgis.org/en/site/>). Nas análises dos dados foram usados o estimador de intensidade *Kernel* e outras funcionalidades do pacote *Spatstat* (BADDELEY, 2010) do aplicativo estatístico *R* (R CORE TEAM, 2013). Como referência para a análise, são mostrados os valores da *Intensidade Média* ( $I_{média}$ ) nos mapas gerados, valor dado pela relação entre o número de pontos considerados e a extensão da área de estudo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o monitoramento foram armazenados um total de 4.635 registros, em torno de 770 pontos por animal. Algumas posições de animais registradas ficaram fora do limite da parcela devido a erros provocadas pela precisão do GPS e o deslocamento do curral até a parcela. Estes registros foram descartados, resultando em 4.480 pontos, efetivamente considerados na análise.

A Figura 3.a mostra as posições registradas no monitoramento dos animais. Nesta figura já é possível perceber diferentes adensamentos de pontos, mas existem problemas com este tipo de representação. Há períodos em que os animais monitorados permaneceram parados, gerando uma grande quantidade de pontos com as mesmas coordenadas geográficas. Visualmente estes pontos aparecem como únicos no mapa. Outro problema da representação da Figura 3.a é a dificuldade de avaliar a intensidade do adensamento de pontos e comparar agrupamentos diferentes (clusters de pontos). O estimador de intensidade *Kernel* resolve estes dois problemas.

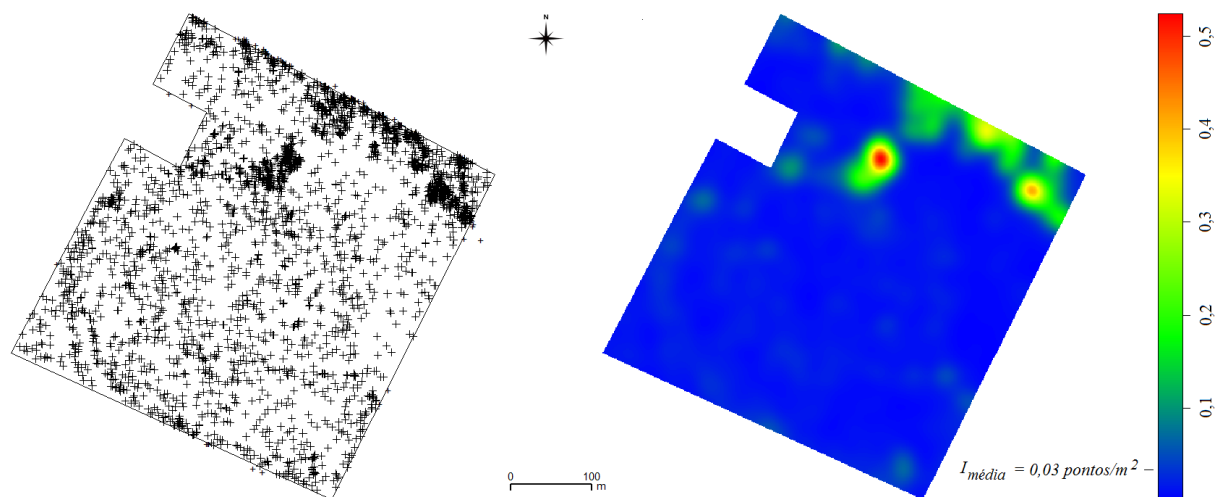


FIGURA 3: a) Posições registradas dos animais durante o monitoramento; b) Resultado da aplicação do estimador de intensidade *Kernel*.

Na Figura 3.b a intensidade de ocorrência de pontos é associada a uma escala graduada e colorida. Também é apresentado como referência, o valor da  $I_{média} = 0,03 \text{ pontos/m}^2$ , que corresponde a intensidade esperada, caso o processo estudado fosse homogêneo. Assim, pode-se perceber a densidade de pastejo e que existem diferentes intensidades de adensamentos e que em alguns agrupamentos, o nível de intensidade é uma ordem de grandeza maior que a  $I_{média}$ . A explicação para estes agrupamentos intensos é o descanso dos animais, nos quais eles permaneciam por horas na mesma posição.

A Figura 4 apresenta os mapas gerados a partir da aplicação do estimador *Kernel* para quatro situações distintas: a) animais pastando; b) animais não pastando; c) animais em movimento; e d) animais parados. A classificação dos registros em animais *pastando* e *não pastando* é resultantes da observação de campo e gerou dois subconjuntos dos registros. Ao todo foram classificados 989 registros, sendo 633 registros como animais *pastando* e 357 registros, *não pastando*. Estes valores permitem estimar que o gado pastou por cerca de 63,9% do tempo no período diurno, durante o monitoramento. Os outros dois subconjuntos dos dados foram gerados usando a informação de velocidade fornecida pelo GPS e resultou em 2.130 registros para a classe *animais em movimento* e 2350 registros para *animais parados*.

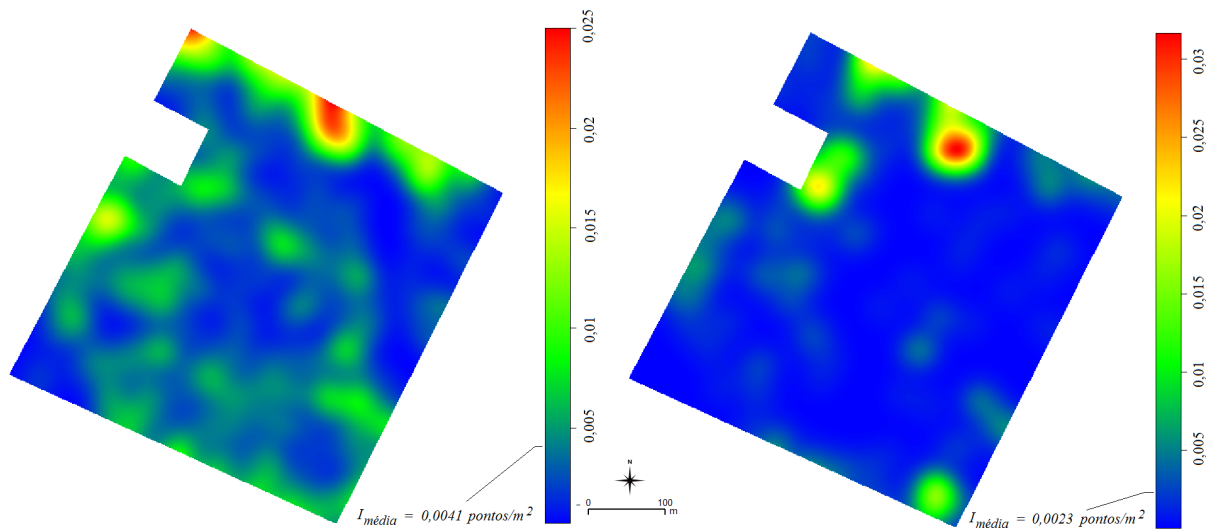
Para a situação a, animais classificados como *pastando*, 76,6% dos registros apresentam velocidade maior que zero. Este valor é coerente em função da necessidade de deslocamento durante o processo de busca e apreensão de forragem para a seleção da dieta. Isto explica algumas semelhanças encontradas entre os mapas de *Kernel* para as situações a e c. De forma oposta, para a situação b, onde animais foram classificados como *não pastando* aparecem clusters intensos, de forma similar à situação *animais-parados* (situação d), explicado pela porcentagem dos registros deste subconjunto com velocidade nula (60,5%).

Tanto nas situações *pastando* e *em movimento*, percebe-se que os animais apresentaram preferência pela fronteira nordeste da parcela. Esta situação pode ser explicada pela existência de um faixa de 30 m que ficou em pousio durante o cultivo da soja, o que permitiu que o azevém e outras forrageiras se desenvolvessem melhor na área. Outras zonas de maior intensidade são explicadas por serem áreas mais úmidas, na linha de drenagem, as quais também são procuradas pelos animais para dessedentação.

A Figura 5 apresenta os pontos registrados para a situação c plotados sobre uma imagem de satélite que abrange a parcela onde pode ser observados, além dos adensamentos

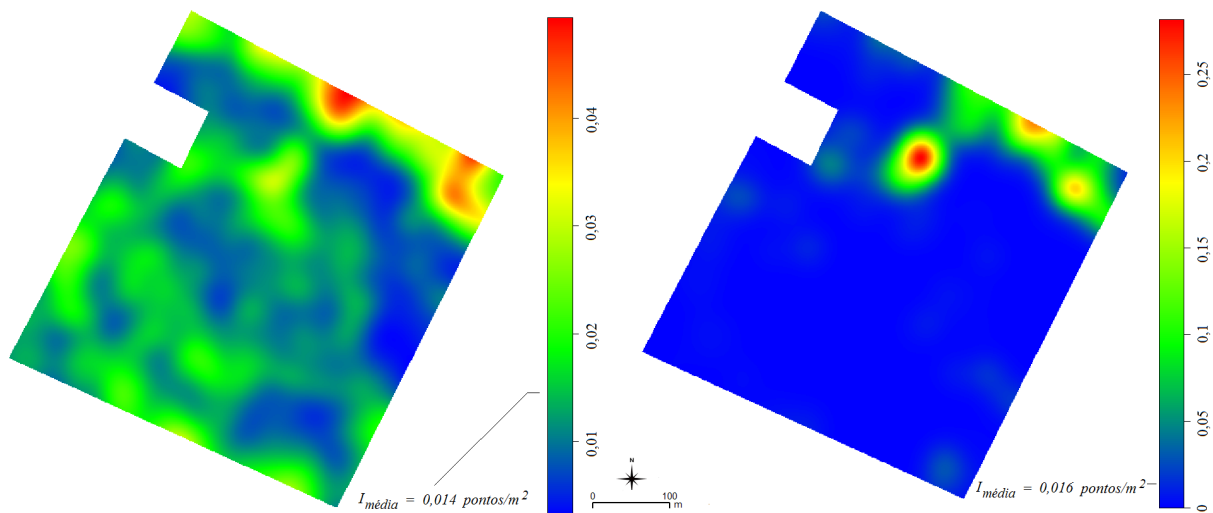


do rebanho, os elementos de paisagem descritos acima (a faixa de 30 m, linhas de drenagem e áreas úmidas).



a) Registros classificados como *animais pastando*, pelo observador em campo

b) Registros classificados como *animais n\u00e3o pastando*, pelo observado em campo.



c) Registros com os *animais em movimento*.

d) Registros com os *animais parados*.

FIGURA 4: Mapas de intensidade para quatro subconjuntos dos registros do monitoramento.

## CONCLUS\u00d5ES

Embora este estudo fosse apenas explorat\u00f3rio e o potencial dos dados n\u00e3o tenha sido totalmente explorado, o conjunto de registros do monitoramento dos animais se mostrou capaz de gerar informa\u00e7\u00f5es valiosas para o entendimento do processo de pastejo e manejo do sistema dentro dos preceitos da Agricultura de Precis\u00e3o a fim de identificar \u00e1reas com diferentes intensidades de pastejo, locais preferenciais para descanso e sua rela\u00e7\u00e3o com atributos de solo e planta.

A separa\u00e7\u00e3o dos dados em diferentes situa\u00e7\u00f5es (*em movimento* e *parado*) foi essencial para a identifica\u00e7\u00e3o das \u00e1reas de maior intensidade de pastejo, pois os clusters provocados pelo descanso dos animais, em alguns casos com 50 pontos para o mesmo animal, deixavam os demais adensamentos sem relev\u00e2ncia. Os locais onde os animais permaneceram im\u00f3veis

por longos períodos são, em si, uma informação importante, pois este comportamento pode gerar impactos no sistema de Integração Lavoura-Pecuária.



obs: imagem do  
Google Earth.

FIGURA 5: Imagem da parcela com os registros para a situação  $\underline{c}$  (*animais em movimento*).

Evidentemente, o monitoramento precisa ser repetido outras vezes, assim como as mensurações no desenvolvimento do pasto e da cultura de grãos em sucessão. Nada indica que os locais seriam escolhidos durante todo o ciclo da pastagem, sobretudo devido às diferenças ocasionadas pelos estágios de desenvolvimento do pasto e pelas variações climáticas.

Estudos complementares também precisam ser realizados para a confirmação das hipóteses levantadas e explicação para alguns clusters mais intensos sem uma razão aparente, bem como a busca de relações com outras variáveis do sistema.

## REFERÊNCIAS

BADDELEY, A. **Analysing spatial point patterns in R**. CSIRO, 2010. Disponível em: <<http://www.csiro.au/Portals/Publications/Research--Reports/Spatial-Point-Patterns-in-R.aspx>> . Acesso em: 2/5/2014.

BAILEY, T. C. **Interactive spatial data analysis**. Harlow Essex, England: New York, NY: Longman Scientific & Technical; J. Wiley, 1995.

R CORE TEAM. **A Language and Environment for Statistical Computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2013.

PEREZ, N. B.; NEVES, M. C.; VOLK, L. B. S.; SISTI, R. N. Variabilidade espaço-temporal em sistemas de integração lavoura-pecuária na Região Sul do Brasil: perspectivas de intervenção com agricultura de precisão. Agricultura de Precisão: um novo olhar. Embrapa; p.249–253, 2011. Disponível em: <<http://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2/>>.'