

Análise exploratória de dados de monitoramento da dinâmica do gado em uma pastagem natural invadida pelo capim-annoni

Marcos Corrêa Neves ¹
Naylor Bastiani Perez ²
Rodison Natividade Sisti ²

¹ Embrapa Meio Ambiente
Caixa Postal 69 – 13820-000 - Jaguariúna - SP, Brasil
marcos.neves@embrapa.br

² Embrapa Pecuária Sul
Caixa Postal 242 – 96401-970 - Bagé - RS, Brasil
{naylor.perez, rodison.sisti}@embrapa.br

Abstract. The Precision Agriculture considers spatial variability in the agricultural parcel to increase the efficiency in production process. For this it is necessary to know the behavior of the relevant variables and develop viable strategies for action in system. The application of the Precision Agriculture principles in a livestock 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 data from monitoring of animals in an experimental plot of a livestock system, evaluating the behavior of animals in different situations, and in future relate this behavior with other factors present in the system. The monitoring of the animals was performed with a set of GPS devices, fixed in six animals from a herd. GPS data (position, velocity, etc.) were complemented by field observations. Data were analyzed with the *Kernel* intensity estimator in different situations: moving animals; without movement, grazing animals, and non-grazing. Maps resulting from the analysis are presented for the situations investigated. The data analysis allowed us to identify the areas used for the rest of the animals and areas with different grazing intensities.

Palavras-chave: precision agriculture, kernel intensity estimation, agricultura de precisão, estimador de intensidade kernel.

1. Introdução

A Agricultura de Precisão busca melhorar a eficiência do processo produtivo considerando a variabilidade espacial existente nas parcelas agrícolas. Para isto, é necessário conhecer o comportamento das variáveis relevantes e desenvolver formas viáveis de atuação no sistema. Para a aplicação dos conceitos de Agricultura de Precisão na pecuária é necessário conhecer, além dos aspectos relacionados às condições ambientais, também as variáveis diretamente relacionadas aos animais, como a mobilidade, o pisoteio e as dejeções na parcela e seus impactos no sistema (Perez et al, 2011).

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise exploratória em dados de monitoramento dos animais, em uma parcela experimental de um sistema de pecuária de corte, avaliando o comportamento dos animais em diferentes situações para, posteriormente, relacionar este comportamento com outros fatores presentes no sistema, como: infestação pelo capim-annoni, disponibilidade de água e sombra. Os dados utilizados neste trabalho correspondem à primeira etapa deste tipo de monitoramento que vem sendo realizado pela Embrapa Pecuária Sul (Neves et al. 2014). Neste contexto, este trabalho visa também analisar o potencial deste tipo de monitoramento, experimentar ferramentas de análise dos dados e indicações para ajustes metodológicos nas próximas etapas do trabalho.

As ferramentas de visualização e exploração de dados espaciais são úteis para enxergar e avaliar padrões nos dados, gerar hipóteses e avaliar ajuste em modelos propostos (Bailey e Gatrell, 1995). Neste trabalho, os dados de posição dos animais registrados durante o monitoramento são tratados como dados do tipo *padrão de pontos* (ou *eventos*) e analisados

com o estimador de intensidade *Kernel* de modo a descobrir padrões na distribuição dos animais na parcela em diferentes situações.

2. Metodologia do trabalho

O monitoramento dos animais foi realizado em uma parcela de 10,1 ha localizada dentro da fazenda experimental da Embrapa Pecuária Sul, em Bagé (RS), mostrada na Figura 1, entre os dias 18 e 21 de novembro de 2013. Esta parcela constitui-se de uma pastagem natural da Região da Campanha do RS, em relevo suavemente ondulado, infestada pela gramínea invasora *Eragrostis plana* Nees, comumente conhecida como capim-annoni. Dentro da parcela foram classificadas diferentes zonas, de acordo com o nível de infestação pelo capim-annoni. Além da vegetação campestre, existe no sistema um açude com 2.120 m² e uma área florestada com eucalipto com mais de vinte anos, com densidade não uniforme, que ocupa 2,4 ha.



Figura 1. Localização da área de estudo. Limites da parcela em amarelo (imagem: Google Earth).

A identificação da variabilidade da infestação da pastagem em diferentes classes foi feita por observação visual e o nível de infestação em cada área foi avaliado mensalmente, pelo método de dupla amostragem, através de cortes, e uso de gaiolas de exclusão do pasto. A proporção do capim-annoni foi calculada pela razão entre a massa seca da forragem verde do capim-annoni em relação ao total da massa seca verde disponível para os animais, amostradas em seis gaiolas de exclusão de pasto, uma em cada zona de infestação.

Para o monitoramento dos animais utilizou-se um conjunto de seis 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 23 animais.

Os animais foram acostumados ao uso do colar, afixado um bloco de madeira com peso aproximado ao do equipamento de localização, por 15 dias. Após o período de adaptação, o bloco de madeira foi substituído pelo GPS, sendo procedido o registro efetivo dos dados. O monitoramento foi efetuado por cerca de 61 horas, entre 15:31 h do dia 18 e 4:41 h do dia 21, com uma frequência de 12 registros por hora.

Durante o monitoramento, nos períodos entre 6:00 e 20:00h, foi registrado o comportamento ingestivo 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 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* ou *eventos*.

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.

3. Resultados e Discussão

Foram armazenados 3.424 registros no monitoramento. Dois aparelhos de GPS apresentaram problemas e registraram as posições dos animais correspondentes em parte do tempo do período previsto. A Figura 2 mostra todas as posições dos animais registradas durante o monitoramento, representadas por cruzes, sobre a parcela. Algumas posições caíram fora da parcela por problemas de precisão do sistema GPS. Nesta figura é possível perceber agrupamentos de registros de posição e que existe um número considerável de registros dentro da área com eucalipto.

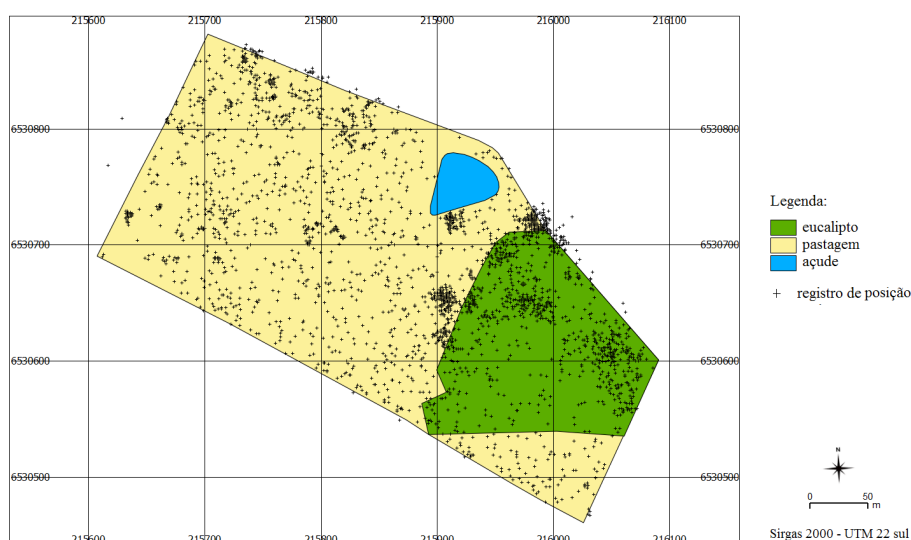


Figura 2. Posicionamento dos animais na parcela durante o monitoramento.

A representação da posição dos animais apresentada na Figura 2 não permite, porém, distinguir a intensidade dos agrupamentos, já que o acúmulo de posições próximas cria sobreposição de símbolos e posições com coordenadas idênticas (animais parados) são mostradas com apenas um símbolo. Uma melhor representação para esta situação é através da aplicação da função *Kernel*, que dá uma estimativa da intensidade ou densidade dos eventos para a área (Figura 3). Nesta representação, uma escala graduada colorida indica a intensidade em cada ponto da área analisada. Desta forma, destacam-se os clusters mais significativos. O cluster mais intenso apresenta intensidade maiores que oito vezes a intensidade média (0,0315 registros/m²).

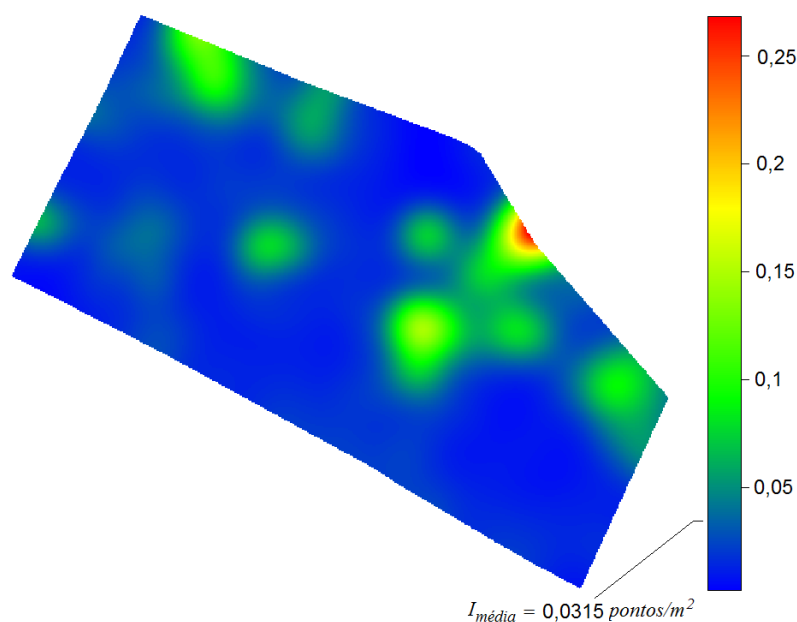


Figura 3. Mapeamento da intensidade considerando todos os registros do monitoramento.

Os clusters mostrados na Figura 3 são quase totalmente provocados pelo descanso dos animais, que podem permanecer imóveis durante horas. Assim, para isolarmos este efeito e identificarmos outros comportamentos dos animais, os registros foram separados em subconjuntos para quatro situações: a) animais em movimento; b) animais parados; c) animais pastando; e d) animais não pastando.

Para a situação *animais parados* foram considerados 1.321 registros. O mapa de densidade é mostrado na Figura 4.a. Ele possui um padrão muito semelhante ao mapa da Figura 3 que considerou todos os registros do monitoramento, mas com alguns clusters mais pronunciados. Isto confirma a influência do descanso dos animais no resultado global. A situação *animais em movimento* considerou 2.103 registros. O padrão do mapa de densidade é bem distinto dos anteriores (Figura 4.b). Nesta situação, o gradiente de intensidade é mais suave, com menor tendências a agrupamentos. É interessante observar que a área com eucalipto, situada à leste da parcela, mostrou-se atrativa para os animais, apresentando adensamentos nas suas bordas e interior.

A terceira situação investigada, animais *não-pastando*, utilizou o subconjunto de 323 registros selecionados pelo comportamento ingestivo dos animais, classificados a partir da observação em campo. Este número menor de registros se deve aos intervalos maiores (a cada 10 minutos) das observações de campo, feito em dois dias, entre as 6:00 e as 20:00h. O padrão observado no mapa de densidade (Figura 4.c) é um número pequeno de clusters e agrupamentos mais intensos, padrão similar à situação “animais parados”. Esta semelhança é esperada, pois o principal motivo do movimento dos animais na parcela é no processo de busca por alimento. Se ele não está se alimentando, é esperado que ele esteja poupando energia. Foi verificado pelos dados de GPS que dos 323 registros da situação não pastando, 78,3% os animais permaneceram parados no intervalo de cinco minutos.

Por fim, para a situação animais *pastando*, também utilizando as observações de campo, foram identificados 461 registros, que correspondem a 58,8% do total das observações. O padrão do mapa de densidade não é muito similar a nenhuma das situações anteriores (Figura 4.d). Os clusters são menos intensos, como os obtidos na situação animais em movimento, como esperado, pelos motivos expostos anteriormente. Neste caso, 84,8% dos registros para *animais pastando* apresentam registros indicando animais em movimentação. Porém, de

forma diferente da situação *animais em movimento*, as áreas com maior intensidade não ocorrem sob o eucalipto

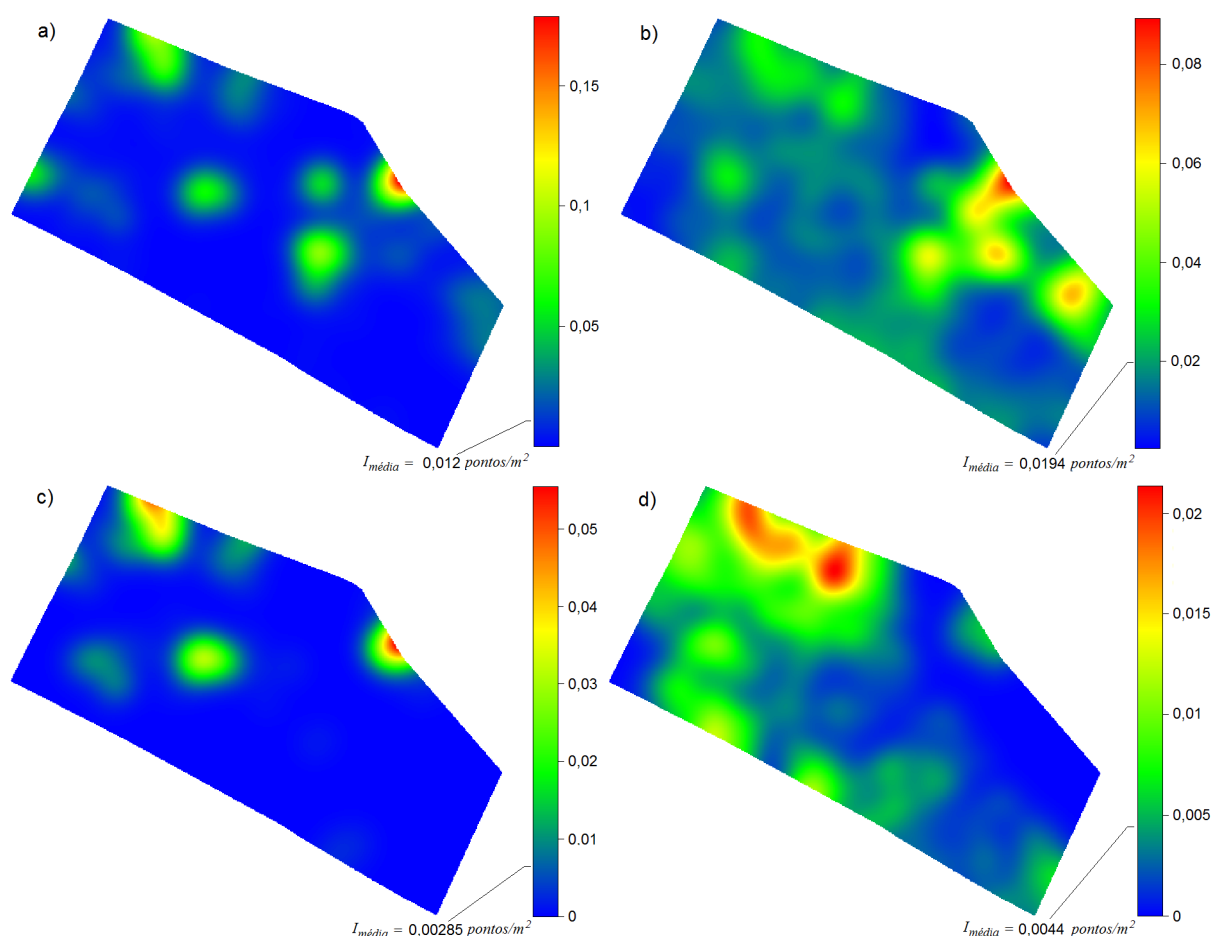


Figura 4. Situações: a) animais parados; b) animais em movimento; c) animais não-pastando; e d) animais pastando.

Se considerarmos apenas as áreas sem presença de árvores, há uma diferença expressiva na intensidade de pastejo de determinadas zonas, que em uma situação ideal, não deveria acontecer. Por outro lado, a classificação visual das áreas quanto à infestação da pastagem pelo capim-annoni também apresentou variabilidade, conforme mostra a Figura 5. Comparando-se esta figura com o mapa de densidade para a situação *animais pastando* (Figura 4.d) percebe-se que as áreas com maior intensidade coincidem com as áreas de menor infestação e a de menor, com a área de maior infestação. Tendo em vista que, atualmente, o ajuste da taxa de lotação de animais é feito com base na média de massa de forragem disponível em toda a área útil da pastagem, podem haver distorções no controle da intensidade da desfolha e do pisoteio em determinadas zonas. Esta situação, ao longo do tempo, pode comprometer a conservação do solo e, também, reforçar a rejeição dos animais por determinadas zonas da pastagem devido “engrossamento” da vegetação

4. Conclusões

O conjunto de dados obtido com o levantamento se mostrou muito rico em informação, podendo ser criados subconjuntos para a distinção e avaliação de comportamentos específicos, sobretudo quando combinados com técnicas de visualização e análise de dados espaciais. A precisão do sistema GPS aliada ao posicionamento frequente dos animais junto à

cerca da parcela, posicionaram certa quantidade de registros fora dos limites da parcela, sem contudo, comprometer os resultados da análise.

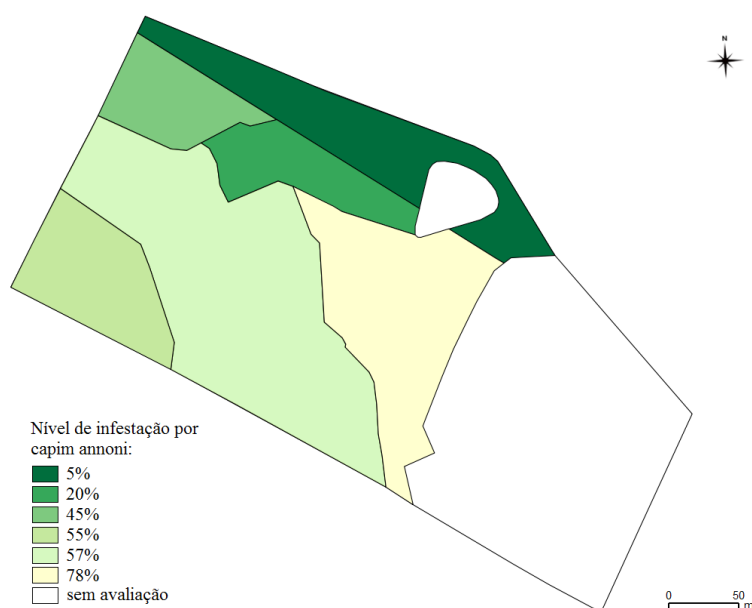


Figura 5. Classificação da pastagem em função do nível de infestação do capim-annoni.

A técnica de visualização e exploração de dados espaciais baseada no estimador de intensidade *Kernel* se mostrou adequada para o tipo de dados obtidos pelo monitoramento, pois permitiu identificar e avaliar os clusters de registros, distinguir diferentes intensidades de pastejo e locais evitados pelos animais.

Os agrupamentos intensos de registros estão associados ao descanso dos animais, que podem permanecer estáticos por horas, nesta condição. No entanto, é necessário repetir o monitoramento, em diferentes épocas do ano e situações de clima para verificar a frequência dos locais escolhidos e sua associação com outros elementos do sistema. As diferentes intensidades de pastejo parecem estar associadas ao nível de infestação pelo capim-annoni. As áreas pouco pastejadas identificadas podem receber estratégias de manejo sítio-específicas de modo a equilibrar a distribuição do pastejo na parcela e, assim, aumentar a eficiência do sistema.

A movimentação do gado pela área coberta com eucalipto precisa ser avaliada à luz de outros parâmetros, pois aparentemente, não existem evidências lógicas para este comportamento dentro da metodologia empregada.

Em relação às próximas etapas do trabalho, reforçamos a necessidade de repetição do monitoramento em diferentes épocas e condições de clima e a condução de estudos complementares para investigar, confirmar e explicar alguns comportamentos identificados. Pretende-se ainda melhorar a estimativa de infestação do capim-annoni usando técnicas de sensoriamento remoto para buscar uma relação mais direta com a intensidade de pastejo.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe do setor de campos experimentais da Embrapa Pecuária Sul pelo inestimável apoio à realização do monitoramento.

Referências Bibliográficas

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.; Gatrell, A. C. **Interactive spatial data analysis**. Harlow Essex, England: Longman Scientific & Technical; J. Wiley, 1995.

NEVES, M. C.; PEREZZ, N. B.; SISTI, R. N. Análise exploratória de dados de monitoramento dos animais em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária. *In: Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão*. São Pedro: SBEA, 2014. Disponível em: <http://www.sbea.org.br/conbap/crbst_4.html>. Acesso em: 9 nov. 2014.

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/>>.

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