

INFLUÊNCIA DA PECUÁRIA NA DISPERSÃO ESPACIAL DO DESFLORESTAMENTO NO MUNICÍPIO DE SILVES NA AMAZÔNIA CENTRAL

LIVESTOCK INFLUENCE IN SPACE DISPERSION OF DEFORESTATION IN SILVES
MUNICIPALITY IN CENTRAL AMAZON

Julio Ferreira Falcão¹
Willison Pinto da Silva²
Caio Oliveira Di Migueli³
Emilia Souza Arrua⁴
Tacilene Campos Pereira⁵
Rodrigo Soares Maués⁶

RESUMO: A geotecnologia veio mudar a forma de se fazer pesquisa na área florestal, a sua utilização básica vem sendo difundida em todo mundo, ajudando e auxiliando perante os problemas, como nesse caso o desflorestamento. O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da pecuária sobre a dispersão espacial do desflorestamento na Região Central da Amazônia, no município de Silves, Amazonas. Empregando imagens cenas orbitais Landsat 5, sensor TM do ano de 2014, fornecidos pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), usando o método de análise supervisionada de imagens para caracterização da cobertura do solo, utilizando sete repetições, três nas áreas das bacias hidrográficas, quatro repetições na área da rodovias de acesso ao município e seis tratamentos correspondendo aos buffers (área de influência) de largura (0,5 km a 3,0 km) variando em 0,5 km, sendo realizada a correlação de Pearson, utilizando coordenadas geográficas das propriedades com exploração da pecuária e as áreas com a classe de desflorestamento, juntamente com observações de campo. O resultado da análise supervisionada das imagens evidenciou uma taxa de 7 % da cobertura do solo desflorestada. Cerca de 92% do desflorestamento localiza-se até 2,0 km em torno repetições nas bacias hidrográficas. Indicando que as áreas próximas as bacias hidrográficas com atividades voltadas à pecuária devem ser as áreas prioritárias para intervenções pelo poder público para mitigar o desflorestamento na região.

Palavras-chave: Bacias hidrográficas. Imagens digitais. Floresta nativa. Geotecnologia.

¹ Mestre em Ciências florestais e Ambientais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Parintins- UFAM.

² Especialista em Inteligência Artificial e Ciências de Dados, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Parintins.

³ Mestrado em Ecologia (Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea

⁴ Licenciada em Letras Habilitação Português e Inglês, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Lábrea.

⁵ Mestrado Profissional em Matemática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Parintins.

⁶ Especialista em Metodologia do Superior, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Parintins.

ABSTRACT: Geotechnology has seen a change in the way research is done in the forest area, its basic use being spread throughout the world, helping and assisting in the face of problems, such as this case or deforestation. The objective of this work is to analyze the influence of livestock on the spatial dispersion of deforestation in the Central Amazon Region, in the municipality of Silves, Amazonas. Using images of Landsat 5 orbital scenes, TM sensor from the year 2014, provided by INPE (National Institute for Space Research), using the supervised image analysis method for characterization of the coverage of only one, using seven repetitions, three in the areas of the hydrographic basins, four repetitions in the area of highways of access to the municipality and six treatments corresponding to the buffers (area of influence) of length (0.5 km to 3.0 km) varying in 0.5 km, being carried out with Pearson correlation, using geographical coordinates of the properties with livestock exploration and the areas with a class of deforestation, together with field observations. The result of the supervised analysis of the images evidenced a taxa of 7% with coverage of only deforestation. About 92% of the deforestation is located within 2.0 km around repetitions in the hydrographic basins. Indicating that the areas close to hydrographic basins with livestock-oriented activities should be priority areas for interventions by public authorities to mitigate deforestation in the region.

Keywords: Watersheds. Digital images. Geotechnology. Native forest.

INTRODUÇÃO

O estado do Amazonas apresenta atualmente uma das maiores áreas de florestas tropicais conservadas do mundo. Sendo que o percentual de desflorestamento vem diminuindo, mas ainda ultrapassa uma área de 20.000 km² ano⁻¹. (Arraes, 2012).

1924

O desmatamento na Amazônia brasileira tem como principais causas diretas a pecuária, a agricultura de larga escala e a agricultura itinerante, as observações sobre a pecuária como sendo a principal atividade responsável pelo desmatamento é um consenso na literatura (Alves, 2004).

A elevada expansão da pecuária pode ser influenciada pelo crescimento da malha rodoviária, porém a abertura ou a pavimentação de rodovias não gera o desmatamento, apenas facilita o acesso as áreas até então isolada (Brandão, 2007).

O município de Silves no estado do Amazonas detém 51% do seu PIB provenientes das atividades agropecuárias, com maior parte das propriedades com atividades voltadas à pecuária que se localizam em áreas de bacias hidrográficas, além de apresentar um dos maiores projetos de planos de manejo florestal privados no estado do Amazonas na área da rodovia AM-363 que liga a cidade de Silves a Manaus (IBGE, 2012).

Considerando a importância da vegetação nativa, no cenário estratégico, ambiental, social e econômico do país e as restrições ambientais sobre o uso das áreas de proteção permanentes, conhecer a dispersão espacial do desflorestamento facilitará a identificação das

áreas prioritárias para a formulação de medidas de mitigação do desflorestamento pelo poder público. Neste contexto, no presente trabalho, objetivou-se avaliar a influência da pecuária na dispersão espacial do desflorestamento no município de Silves, Amazonas, Brasil.

MÉTODOS

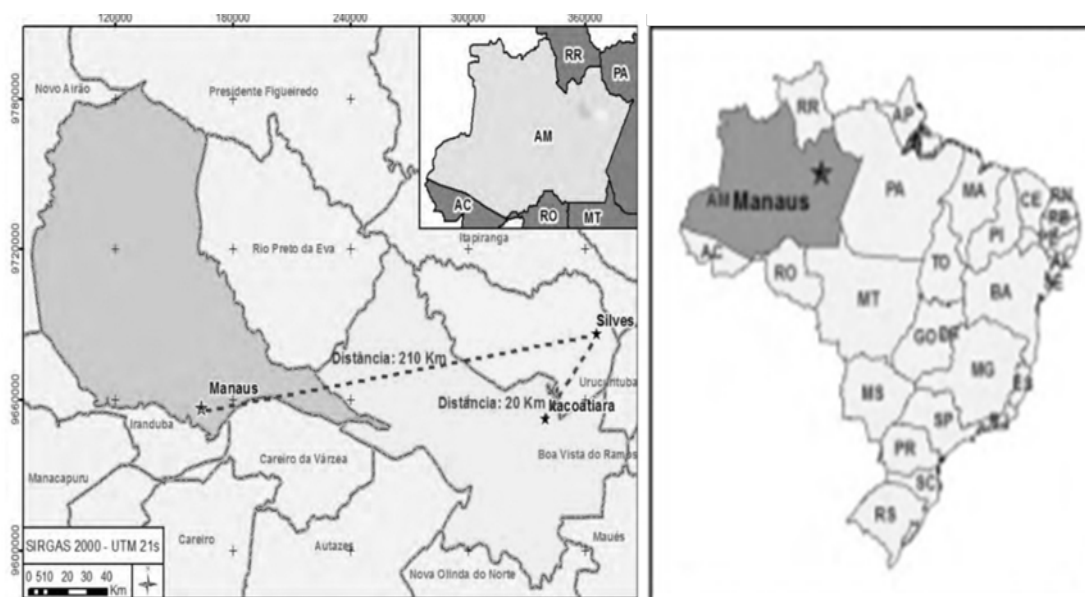
O município de Silves ($2^{\circ} 50' 29.9''\text{S}$ e $58^{\circ} 12' 21.6''\text{W}$) localiza-se na Microrregião de Itacoatiara no Nordeste do Estado do Amazonas, com a área de 3.749 km^2 . Inserido no Bioma Amazônia. O município de Silves caracterizada pelas fisionomias de cobertura vegetal nativas de Floresta Ombrófila Densa Submontana, de Terras Baixas com dossel emergente. (IBGE, 2012)

Koppen (1846-1940) classifica a região de Silves como grupo climático A (Clima Tropical Chuvoso), abrangendo o tipo e variedade climática Amw. A precipitação pluviométrica anual é de cerca de 2.200 mm . A umidade relativa do ar é de 80% e a temperatura média é de 26°C (IBGE, 2010).

O município de estudo, localiza-se próximo a dois importantes polos consumidores de produtos agropecuários, fazendo divisa com os municípios de Itacoatiara ao sul, Itapiranga ao norte e Urucurituba a leste, conectando-se através da hidrografia do Rio Urubu, Lago do Canaçari e Rio Amazonas. Figura 01.

1925

Figura 1. Localização do Município de Silves, Amazonas.



Fonte: Falcão, 2025

Coleta e Análise de dados

Foi utilizada a plataforma ArcGis 10.2 (Sistema para processamento de informações georreferenciadas) com licença de 90 dias disponibilizada pela ESRI® para estudante do curso de Extensão da UFRJ, departamento de Geografia LabGis/Extensão. Utilizou-se o software para a criação e gerenciamento do banco de dados Geográficos, assim como em todos os arquivos *shapes* (camada) e *rates*, na classificação das imagens LANDSAT 5, no sensor TM de composição de bandas e georreferenciamento, na construção de mosaicos, em recortes de imagens e nas análises da regressão geográfica ponderada.

Origem dos dados utilizados

Banco de Dados espectrais, vetoriais e matriciais disponibilizado no site do INPE:

- a) Imagens do satélite Landsat 5 sensor TM cenas (órbitas/pontos) TM_230/62 e TM_229/62 adquiridas 09/06/2014.
- b) MacroZeeAM.mbd do Macro Zoneamento Ecológico Econômico da Amazônia 2010.
- c) TERRA-CLASSE - Zoneamento do uso da Terra da Amazônia do ano de 2010, cenas 230/62 e cena 229/62, no formato .gbd;

- Banco de Dados espectrais, vetoriais e matriciais disponibilizado no site do IBGE:

- a) Divisão política de 203 no formato .gbd.
- b) Bacias hidrográficas de 2010 no formato .gbd.

- Banco de dados quantitativo das propriedades com exploração agropecuária georreferenciadas cedido pela ADAF (Agencia de Defesa Agropecuária e Florestal do Estado no Amazonas).

Análise supervisionada do desflorestamento no município de Silves

Utilizando as imagens do satélite Landsat5 sensor TM cenas (órbitas/pontos) TM_230/62 e TM_229/62 adquiridas do banco de dados do INPE com 95% de pureza. Realizou-se a determinação do número de classe, para a análise de cobertura vegetal através do método da máxima verossimilhança (algoritmo de MAXVER Tso *et al*, 2009), com *shapes* base utilizado o TERRA-CLASSE 2010 que é a classificação do uso do solo em toda região Amazônica realizado pelo Inpe no ano de 2010.

A coleta das amostras de treinamento do algoritmo foi realizada através do treinamento automático da plataforma ArcGis 10.2, o algoritmo automaticamente detecta e corrige os erros.

Tabela 1. Determinação de número de amostras para análise supervisionada.

CLASSE NOME	Nº DE AMOSTRAS	Nº DE PIXELS
DESFLORESTAMENTO	23	1422
FLORESTA	26	321076
NUVEM	21	415
ÁGUA	30	31683

Onde: ID. = Identificação; CLASSE NOME = Nome da Classe; Nº DE AMOSTRA = Número de Amostras; Nº DE PIXEL= Número de Pixel.

Determinação dos tratamentos

Para realização da análise entre as áreas com o desflorestamento, avaliando a influência das proximidades das propriedades com atividades voltadas à pecuária, dividiu-se as áreas sob influência das rodovias e a área sob influência das bacias hidrográficas.

Nas áreas das rodovias utilizou-se a seguinte divisão das repetições. A Rodovia AM-363 fora dividida em 3 seções com 30 km e Rodovia AM- 330 em uma seção com 14 km. Já nas áreas das Bacias Hidrográficas foi dividida em três principais sub-bacias: a Bacia do Rio Urubu, Bacia do Rio Canaçari e Bacia de Rio Amazonas. Tabela 2.

1927

Tabela 2. Repetições das principais bacias Hidrográficas e Rodovias do município de Silves

REPETIÇÕES	ÁREA	LOCALIZAÇÃO DA REPETIÇÃO
R1	0 Km a 30 km	Rodovia AM- 363
R2	30 Km a 60 km	Rodovia AM- 363
R3	60 Km a 90 km	Rodovia AM- 363
R4	0 km a 14 km	Rodovia AM- 303
B1	Rio Amazonas	Bacia hidrográfica
B2	Lago Canaçari	Bacia hidrográfica
B3	Rio Urubu	Bacia hidrográfica

Fonte: Falcão, 2025

Para a realização dos tratamentos foram utilizados os bancos de dados do IBGE.gbd, em seguida realizada a criação dos *buffs*, em torno dos *shapes* das Bacias hidrográficas de Silves e de Rodovias de Silves. Realizado seis tratamentos a partir das coordenadas periféricas de cada área, assim foram criados *buffs* de largura com seis áreas diferentes aplicados sobre todas as repetições, podendo ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. *Bufs* dos tratamentos utilizados para a determinação da dispersão espacial do desflorestamento no município de Silves.

TRATAMENTOS	Bufs (km)
T ₁	0,5
T ₂	1,0
T ₃	1,5
T ₄	2,0
T ₅	2,5
T ₆	3,0

Cálculo de área através da contagem de *pixel*

A resolução das imagens Ladsat - 5 TM são de 30 metros de lado para cada *pixel* configurando uma área de 900 m², desta forma, para o cálculo da área de cada classe, na análise supervisionada, utilizou-se a fórmula abaixo, obtendo os resultados em hectares.

$$\text{Area (ha)} = \frac{\text{Pixel} * 900^2}{10000}$$

Onde: *Pixel* = É a menor unidade da imagem Ladsat - 5 TM; *Área (ha)* = É calculada pelo $\frac{1928}{\text{somatório da quantidade de pixel em classe da análise.}}$

Determinação das análises

Para a análise da porcentagem da classe Desflorestamento dentro de um tratamento foi utilizada a fórmula:

$$\text{Area Desfl / Tratamento (\%)} = \frac{\frac{\text{Area da Classe Desfl. no Tratamento}_n}{\text{Area total da Classe do tratamento}} * 100$$

Onde: *Área Desfl / Tratamento (%)* = Área do desflorestamento identificada dentro do tratamento dividida pelo total da área do desflorestamento dentro das repetições; *Área da Classe Desfl. no Tratamento* = Área do desflorestamento identificada dentro do tratamento; *Área total da Classe do tratamento* = Área total do desflorestamento identificada pela análise supervisionada.

Contagem das propriedades com exploração de pecuária dentro dos tratamentos

Com a determinação dos tratamentos e de suas repetições nas áreas da rodovia e das bacias hidrográficas, foi realizada a contagem das propriedades dentro de cada tratamento e em todas as repetições para posterior realizar correlação de Pearson entre as quantidades de propriedades e aumento das classes desflorestamento.

RESULTADO E DISCUSSÕES

Resultado da análise supervisionada

Após a Análise Supervisionada, verificou-se que 7% do total da área do município de Silves foi classificada na classe desflorestada, correspondendo a um total de 23,353 mil hectares, configurando o município de Silves como pouco desflorestado.

Análise do desflorestamento nas rodovias e propriedades com pecuária

A somatória desflorestamento de todos os tratamentos na área das rodovias apresentou apenas 7 % do total da classe desflorestamento no município de silves, resultado muito diferente encontrado por Bermann(2010) que encontrou a dispersão espacial do desmatamento no sul do Estado de Roraima com percentual 58% de média do desflorestamento próximo as rodovias.

1929

Das quatro repetições da rodovia, a primeira repetição R₁ não apresentou propriedades com atividades voltadas à pecuária em nenhum dos tratamentos, podendo ser explicada por estar localizada dentro da área do plano de manejo florestal sustentável da empresa Mil Madeiras da Amazônia, assim a repetição R₁ apresentou o menor índice na classe desflorestamento com apenas 0,034% total da área do município. As repetições R₂, R₃ e R₄ não apresentaram discrepância entre si com relação a porcentagem do total da classe desflorestamento, somando apenas com 7 % da área total da classe.

O tratamento T₁ foi que apresentou a maior área da classe desflorestamento com porcentagem superior aos demais tratamentos em todas as repetições da área das rodovias.

Resultados Desflorestamento nas bacias hidrográficas e propriedades com pecuária

Durante a análise das bacias hidrográficas observou-se resultados diferentes dos encontrados nas repetições das rodovias, superando em 12 vezes os 7% da classe desflorestamento total. Tabela 5

O tratamento T₁ obteve a maior área da classe desflorestamento. Das três repetições das bacias hidrográficas, a B₂ foi a que obteve uma taxa média aproximada a 13% de

desflorestamento total em todos os tratamentos em relação às demais repetições de bacias hidrográficas, com exatamente 31 propriedades dentro dos tratamentos.

O T₁ demonstrou a maior porcentagem da classe desflorestamento entre todas as repetições com uma área total de 12.073 hectares, correspondendo a 33,93 % do total da classe desflorestamento na análise supervisionada do município de Silves.

A soma das repetições nas áreas das bacias hidrográficas com até dois quilômetros dos pontos de origem dos tratamentos tem 84% de todas as áreas da classe desflorestamento do município de Silves, correspondendo a 23.000 hectares, contendo 318 propriedades com atividades voltadas à pecuária, ou seja mais de 91% das propriedades.

Correlação de Pearson e Correlação espacial entre a classe do desflorestamento e propriedades com pecuária

A correlação de Pearson entre as áreas da classe desflorestamento e as quantidades de propriedades com atividades voltadas à pecuária, contadas dentro das áreas, teve um índice de $p = 0,9204$, no qual, indica uma correlação muito forte. Rivero (2009) em análises que inclui apenas a pecuária bovina na Amazônia Legal brasileira (área desmatada de floresta) com 782 municípios encontrou um coeficiente de correlação de 0,7345 entre o número de propriedades com pecuária e o desflorestamento, o resultado confirmando a afirmativa de que a pecuária bovina é a atividade mais fortemente correlacionada com desmatamento para os municípios da Amazônia. (RIVEIRO, 2009)

1930

Utilizando as repetições das áreas das rodovias (R₁, R₂, R₃, R₄) e as propriedades localizadas dentro dos tratamentos, obteve-se um índice de correlação de $p = 0,7234$, quando retirado as áreas que não continham propriedades com atividades voltadas à pecuária o índice de correlação aumentou para $p = 0,7654$, a maior correlação com $p = 0,9543$ foi quando considerado as repetições na área das bacias hidrográficas (B₁, B₂, B₃) com propriedades com exploração da pecuária, fica evidente a relação entre as propriedades com atividades voltadas à pecuária com o aumento das áreas com desflorestamento no município de Silves próximos a bacias hidrográficas.

Sendo necessário mais estudos utilizando a metodologia da autocorrelação geográfica para estimar equações de regressão confiáveis a tal situação do estudo e sendo necessário a aquisição de imagens com melhores resoluções para que o estudo seja validado em outras áreas da Amazônia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os índices de desflorestamento tendem a diminuir com o aumento da dispersão espacial da área estuda possibilitando a análise espacial das correlações entre as propriedades com exploração de pecuária do município de Silves.

A dispersão espacial da classe desflorestamento está localizada até dois quilômetros de largura dos pontos de origem dos tratamentos dentro de todas as repetições. Sendo que 84% da classe desflorestamento está localizado nas áreas até dois quilômetros das bacias hidrográficas que possuem propriedades com atividades voltadas à pecuária, portanto estas áreas foram caracterizadas como as áreas prioritária para indicação ao poder municipal para mitigar o desflorestamento no Município de Silves, Amazonas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S. Quantificar e compreender o desmatamento na Amazônia. LBA, p. 23-30, 2004.
- ARRAES, R. D. A. E. Causas do desflorestamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. RESR, p. 119-140, 2012.
- B BERMANN, M. S. D. C. O arco desflorestamento na Amazônia da pecuária a soja. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. XV, p. 1-22, maio 2010.
- ERMANN, M. S. D. C..O arco desflorestamento na Amazônia da pecuária a soja. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. XV, p. 1-22, 2010
- BRANDÃO, A. D. O. Desmatamento e estradas não-oficiais da Amazônia. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Londrina, p 2357-2364, 2007
- DANLLIS, J. V. Determinantes de desmatamento em polos de produção agropecuária no estado do acre, Amazônia brasileira. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Alegre, 223-2236, 2008
- CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - Serviço Geológico do Brasil. Projeto Rede Integrada de Monitoramento das Águas subterrâneas. Relatório Diagnóstico Aquífero Alter do Chão no estado do Amazonas. Bacia sedimentar do Amazonas. Vol 6. 30p, 2012
- DINIZ, M. B. Causas do desmatamento da Amazônia: uma aplicação do teste de causalidade de Granger acerca das principais fontes de desmatamento nos municípios da Amazônia legal brasileira. Belo Horizonte: Nova Economia, 2009.
- FERREIRA, L. V.O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. Estudos Avançados, Manaus, v. I, p. 89, 2004
- FUNDAÇÃO IBGE. Uso atual da Terra na Amazônia, projeto Técnico TerraClass, 2010.

FUNDAÇÃO IBGE. Cartas Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia, 2010.

FUNDAÇÃO IBGE. Esquema de Classificação da Vegetação Brasileira Manual Técnico da vegetação brasileira, Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão, 2012.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite. 2014. INPE, São José dos Campos, Brasil, Disponível em: Acessado em: www.inpe.com.br.

KÖPPEN, W.; Geiger, R. 1928. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes.

MARGULIS, S. Causas do desmatamento na Amazônia Brasileira. Brasília: Estação Grafica, 2003.

MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS. Descrição, fundamentos e aplicações Editora da UNESP, 2000.

MOREIRA, M. A. 2005. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação. 3^o Edição. Ed. UFV.

PERAZZONI, F. 2010. Geointeligência no combate ao desmatamento ilegal na Amazonia. *Acta Amazônia*, Manaus, v. I, n. 1, p. 2569-2575, Novembro.

RIBEIRO, G. P. 2005. Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço-temporal em ambiente costeiro, Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFF.

1932

RIBEIRO, G. P. 2010. Sistema de Informação Geografica (SIG) aplicado a análise espacial integrada e destinado ao desenvolvimento territorial: Zona Oeste. *GeoAmbiente*, Niterio -RJ, p. 2654-2665.

RIVEIRO, S. 2009. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. *Nova Economia*, Belo Horizonte, p. 41-66.

ROSENBERG, M. S. 2001. PASSAGE. Pattern Analysis, Spatial Statistics, and Geographic Exegesis. Version 1.0.3.8 Department of Biology, Arizona State University

SAITO, E. A. 2011. Análise de padrões de desmatamento e trajetória de padrões de ocupação humana na Amazônia usando técnicas de mineração de dados. *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 30 abril. 2833.