
ANÁLISE MULTIVARIADA PARA ESTABELECIMENTO DE RELAÇÕES DE USO E COBERTURA DA TERRA E DOS TIPOS DE SOLOS NOS MUNICÍPIOS DA BACIA DO RIO DO SANGUE - MT/BRASIL

MULTIVARIATE ANALYSIS FOR THE ESTABLISHMENT OF RELATIONS OF LAND USE/LAND COVER AND SOIL TYPES IN THE MUNICIPALITIES OF THE RIO DO SANGUE BASIN - MT/BRAZIL

ANÁLISIS MULTIVARIADO PARA ESTABLECER RELACIONES DE USO Y COBERTURA DE LA TIERRA Y TIPOS LOS TIPOS DE SUELO EN LOS MUNICIPIOS DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DE RIO DO SANGUE - MT/BRASIL

Edineia Aparecida dos Santos Galvanin¹

Jéssica Cocco²

Diego de Lima Nascimento³

RESUMO: Este trabalho tem como objetivo verificar como se estabelecem as relações de uso e cobertura da terra e dos tipos de solo nos municípios da bacia hidrográfica do Rio do Sangue utilizando a análise de agrupamento. Foram utilizadas imagens do Landsat-5, de 1990 e 2010, processadas nos *softwares* Spring e Arcgis. Foram mapeadas cinco classes de uso e cobertura da terra e quantificados os tipos de solos presentes nos municípios da bacia, bem como se realizaram análises de agrupamento utilizando a distância euclidiana como método de dissimilaridade. A pastagem e a agricultura são os principais tipos de uso nos municípios localizados na bacia hidrográfica do Rio do Sangue, que vêm suprimindo a vegetação natural e acelerando o processo de desmatamento na Amazônia Legal brasileira. A análise de agrupamento revela a relação entre as características pedológicas e de uso da terra nos municípios da bacia hidrográfica do Rio do Sangue.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto. Geotecnologias. Desmatamento. Análise de agrupamento. Bacia hidrográfica.

ABSTRACT: This study was performed in order to verify how to establish the relationships of land use/land cover and soil types are established in the municipalities of the Rio do Sangue (Blood

1 Professora do curso de Geografia da Unesp/Ourinhos e do Mestrado Profissional em Geografia da Unesp/Pres. Prudente e do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola da Universidade do Estado de Mato Grosso. E-mail: edineia.galvanin@unesp.br.

2 Doutora em Zoologia pela Universidade Federal do Paraná. Bióloga na empresa Amigo da terra. E-mail: jessica.cocco@hotmail.com.

3 Doutorando em Ciência da Computação pelo Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP). E-mail: diego-tecn@hotmail.com.

Agradecimento:

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio em forma de bolsa de mestrado.

Artigo recebido em outubro de 2019 e aceito para publicação em agosto de 2020.

River) basin, using cluster analysis. Images of Landsat-5 from 1990 and 2010, were processed using Spring and ArcGis software. Five classes of land use/land cover were mapped and soil types were quantified. Cluster analyses were performed using Euclidean distance as a dissimilarity method. The pasture and agriculture are the main types of land use in the Rio do Sangue basin, which have been suppressing the natural vegetation and accelerating the process of deforestation in the Brazilian Legal Amazon. The cluster analysis demonstrates the relationship between the pedological characteristics and the land use in the municipalities of the Rio do Sangue basin.

Keywords: Remote sensing. Geotechnologies. Deforestations. Cluster analysis. Hydrographic basin.

RESUMEN: Este trabajo tiene como objetivo verificar cómo se establecen las relaciones de uso de la tierra y la cobertura y los tipos de suelo en los municipios de la cuenca hidrográfica de Rio do Sangue mediante el análisis de conglomerados. Se utilizaron imágenes de Landsat-5, de 1990 y 2010, procesadas en el software Spring y Arcgis. Se mapearon cinco clases de uso de la tierra y cobertura y se cuantificaron los tipos de suelos presentes en los municipios de la cuenca. Por otra parte, se realizó el análisis de conglomerados utilizando la distancia euclidiana como método de disimilitud. Los pastos y la agricultura son los principales tipos de uso en los municipios de la cuenca del Río do Sangue. Su avance significó un retroceso de la vegetación natural acelerando el proceso de deforestación en la Amazonía Legal brasileña. El análisis de conglomerados revela la relación entre las características pedológicas y el uso del suelo en los municipios de la cuenca del Río do Sangue.

Palabras clave: Teledetección. Geotecnologías Deforestación. Análisis de conglomerados. Cuenca hidrográfica.

INTRODUÇÃO

As relações do homem com o ambiente ocorrem desde o início da existência da espécie humana. No entanto, ao longo do tempo, houve uma significativa mudança na forma como o homem relaciona-se com aquele, resultando em um modelo de ocupação, muitas vezes, desordenado, o que vem causando diversos problemas ambientais (GONÇALVES, 2008), como a destruição das florestas, da biodiversidade genética, a erosão dos solos e a contaminação dos recursos hídricos, entre outros (BALSAN, 2006).

A integração das inovações tecnológicas, as técnicas de sensoriamento remoto e a análise de uso da terra possibilitaram o monitoramento e a avaliação das intervenções de natureza humana, com isso, contribuindo para conhecimento e discussões relacionadas ao modelo de desenvolvimento utilizado no país (IBGE, 2006).

Além do sensoriamento remoto, diversos modelos estatísticos têm sido utilizados nos estudos de uso da terra (IBGE, 2006), desde o processamento dos dados nos *softwares* dedicados a construções de mapas de uso até a análise após o processamento, a fim de contribuir com as discussões dos resultados das análises (SCHERER-WARREN, 2004). A análise de agrupamento é um tipo de análise multivariada cujo objetivo é o agrupamento das observações de acordo com as suas semelhanças (MORRISON, 1976; JOHNSON; WICHERN, 1982).

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo verificar como se estabelecem as relações de uso da terra e dos tipos de solo nos municípios da bacia hidrográfica do Rio do

Sangue (BHRS). O Rio do Sangue pertence à bacia hidrográfica Amazônica e é considerado um dos principais afluentes da sub-bacia do Rio Juruena (MATO GROSSO, 2010). Além de ser um importante afluente da bacia Amazônica, o Rio do Sangue destaca-se na geração de energia elétrica e presença de outras obras de engenharia, como as duas pequenas centrais hidrelétricas (PCH), a Garganta da Jararaca e a Baruíto, em operação, uma PCH em construção, a Inxú, e uma usina hidrelétrica, a Paiaguá, com projeto de viabilidade com aceite (SINDENERGIA, 2014). Logo, este estudo pode auxiliar na tomada de decisão pelo poder público e viabilizar o desenvolvimento de planos de conservação para cada município da bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

A BHRS situa-se na região noroeste do estado de Mato Grosso, ocupando uma área de aproximadamente 2.890.412,65 ha (Figura 1), e compreendendo os municípios de Tangará da Serra, Campo Novo do Parecis, Diamantino, Nova Marilândia, Nova Maringá, Brasnorte e Juara.

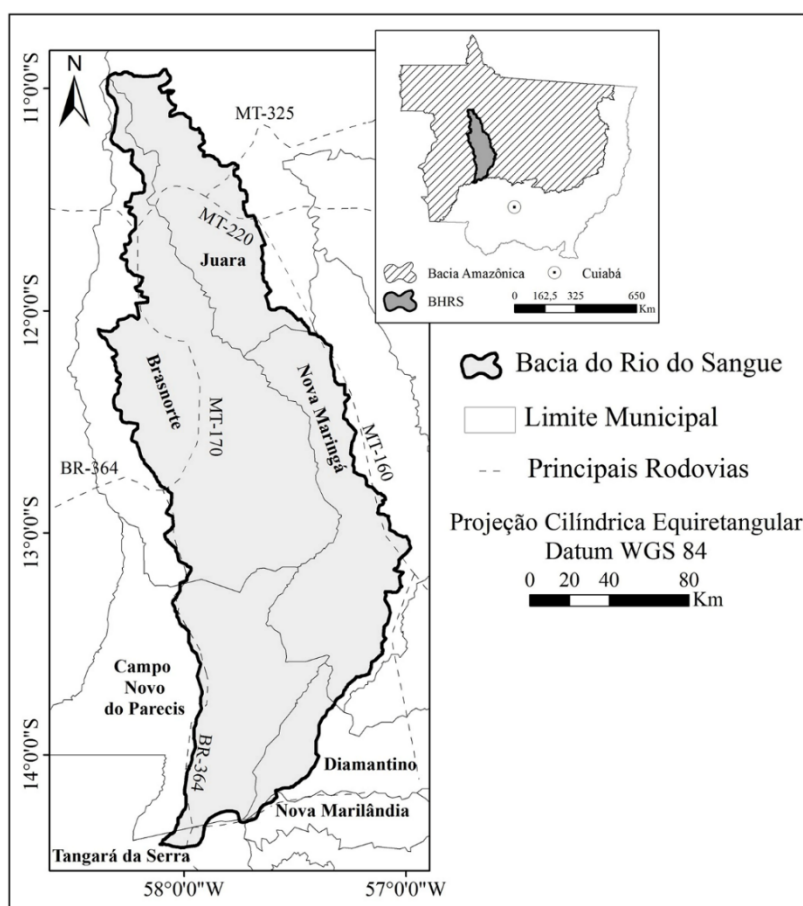


Figura 1. Mapa de localização da BHRS, Mato Grosso – Brasil.

ABHRS apresenta dois tipos de fitofisionomias principais, floresta e cerrado (BRASIL, 2004). O clima da região é tropical com regime pluviométrico composto por uma estação chuvosa, de outubro a março, e outra seca, de abril a setembro (DALLACORT *et al.*, 2010).

Inicialmente, realizou-se uma visita à área de estudo para registros fotográficos das várias feições existentes na região com o intuito de subsidiar a classificação das imagens de satélite. A análise

de uso da terra circunscreveu-se aos municípios que se encontram dentro dos limites da BHRS; nesse sentido, fez-se o recorte do *shapefile* dos municípios do estado de Mato Grosso, adquiridos do *site* da Agência Nacional de Águas (ANA), por meio do *shapefile* da BHRS, delimitado pelo modelo digital de elevação (MDE), utilizando o *software* ArcGis, versão 9.2 (ESRI, 2007).

Para a análise temporal de uso da terra foram adquiridas imagens de resolução espacial de 30 m do sensor Thematic Mapper (TM) a bordo do satélite Landsat 5 do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) das órbitas/pontos 227/69 e 70, 228/68, 69 e 70. As imagens são datadas de julho e novembro de 1990 e de junho de 2010.

As imagens foram processadas e analisadas no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (Spring), versão 4.1.8. (CAMARA *et al.*, 1996), utilizando o sistema de coordenadas UTM, *datum* WGS 84. Na sequência, fez-se o registro das imagens Landsat usando as imagens Geocover em formato GeoTiff, utilizando as bandas 3, 4 e 5 com resolução espacial de 28,5 m, de 2001, no modo tela a tela.

Posteriormente, foi realizado o mosaico das cenas para cada ano e o recorte da área de estudo. Em seguida, fez-se a segmentação da imagem através do algoritmo de crescimento de regiões, utilizando os valores de similaridade 8 e área 16 (MAURANO *et al.*, 2013).

A classificação, para o ano de 2010, foi estabelecida a partir das séries temporais, disponibilizadas pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto em Agricultura e Floresta (LAF/INPE), que possibilitam distinguir os diferentes tipos de vegetações presentes em determinada região (FREITAS *et al.*, 2011).

No entanto, visto que não existem séries temporais anteriores a 2000 (FREITAS *et al.*, 2011), para realizar a classificação do ano de 1990, foi necessário analisar, além das cenas do período seco, as cenas do período chuvoso, visto que, na época da seca, a vegetação perde as folhas e dificulta a distinção desta vegetação com outros usos (FELFILI; CARVALHO; HAIDAR, 2005).

Seguiu-se com a classificação usando o classificador de regiões *Bhattacharrya* (XAUD; EPIPHANIO, 2014). As classes de uso da terra foram definidas por meio da metodologia proposta por Silva *et al.* (2011). Desse modo, foram consideradas cinco classes, sendo elas: vegetação natural (florestas e savanas), agricultura (agricultura perene, temporária e sistema agrossilvipastoril), massas d'água (lagos, rios e lagos artificiais), pastagem (todos os tipos de pastagem, sendo pecuária ou área abandonada) e outros usos antrópicos (manchas urbanas, sedes rurais e obras de engenharia civil).

Ao final do processo de classificação, avaliou-se sua exatidão por meio do índice Kappa (COHEN, 1960). Os mapas gerados foram exportados como arquivo *shapefile* ao *software* ArcGis para realizar a edição do mapa temático e quantificação das classes temáticas.

A análise dos tipos de solos em cada município da BHRS, foi realizado no *software* ArcGis, utilizado como referência o mapa de solo do Mato Grosso na escala de 1:250.000, elaborado pela Secretaria de Estado de Planejamento (SEPLAN, 2001), seguindo a classificação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006).

Por fim, realizou-se a análise de agrupamento (AA) com o intuito de investigar como os municípios, que compreendem a BHRS, relacionam-se quanto às diferentes formas de uso da terra em relação aos diferentes tipos de solos.

As análises foram realizadas por meio do pacote “*vegan*” (OKSANEN *et al.*, 2011) no *software* livre “R”, versão 2.12.2 (R CORE TEAM, 2011), utilizando a distância euclidiana como método de dissimilaridade, que é dada pela equação (1):

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^p (Y_{ik} - Y_{jk})^2} \quad (1)$$

onde d_{ij} é a distância do elemento i ao j ; com $i, j = 1, 2, \dots, n$; Y_{ik} e Y_{jk} são os valores observados da variável k , $k = 1, 2, \dots, p$, para os indivíduos i e j .

Os resultados foram apresentados em forma gráfica, a partir do dendrograma, utilizando o método hierárquico aglomerativo de ligação, o “average” *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic* (UPGMA) (EVERITT *et al.*, 2011). E foi realizado o Coeficiente de Correlação Cofenética (2) proposto por Sokal e Rohlf (1962), que verifica a relação entre os valores da matriz inicial de similaridade e a matriz resultante da simplificação (LINDEN, 2009).

$$r_{cof} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - \bar{c})(s_{ij} - \bar{s})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} - \bar{c})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (s_{ij} - \bar{s})^2}}, \quad (2)$$

em que c_{ij} é o valor de similaridade entre os indivíduos i e j , obtidos a partir da matriz cofenética; s_{ij} é o valor de similaridade entre os indivíduos i e j , obtidos a partir da matriz de similaridade.

Segundo Rohlf (1970), quanto maior o coeficiente de correlação cofenética, melhor o agrupamento; sendo que um coeficiente menor que 0,7 indica inadequação do método de agrupamento, por conseguinte, tornando necessária uma reavaliação do conjunto de dados para a identificação do método adequado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os mapas apresentados na figura 2 tiveram sua acurácia verificada através da matriz de erros, utilizando a estimativa do índice Kappa. No ano de 1990, o índice foi de 99,99%, em 2010, de 99,70%, sendo a exatidão global de 99,99%, em 1990, e de 99,95%, em 2010, resultados considerados excelentes de acordo com a classificação do Índice dada por Fonseca (2000) e Manel, Williams e Ormerod (2001).

A partir da classificação foi possível verificar que em todos os municípios a vegetação natural é a classe de maior área entre as classes de uso da terra, nos anos 1990 e 2010 (Figura 2 e Tabela 1). De modo geral houve um decréscimo da área ocupada com vegetação natural em 2010. Essa classe compõe principalmente as Áreas de Preservação Permanentes (APPs) ao longo dos rios e na parte norte e nordeste, nos municípios de Brasnorte, Nova Maringá e Juara. Por sua vez, as classes de agricultura e pastagem sofreram aumento de área nos anos analisados. Sendo que a agricultura se encontra localizada na parte sul da BHRS, no município de Campo Novo do Parecis, e a pastagem na parte norte da BRHS, no município de Brasnorte.

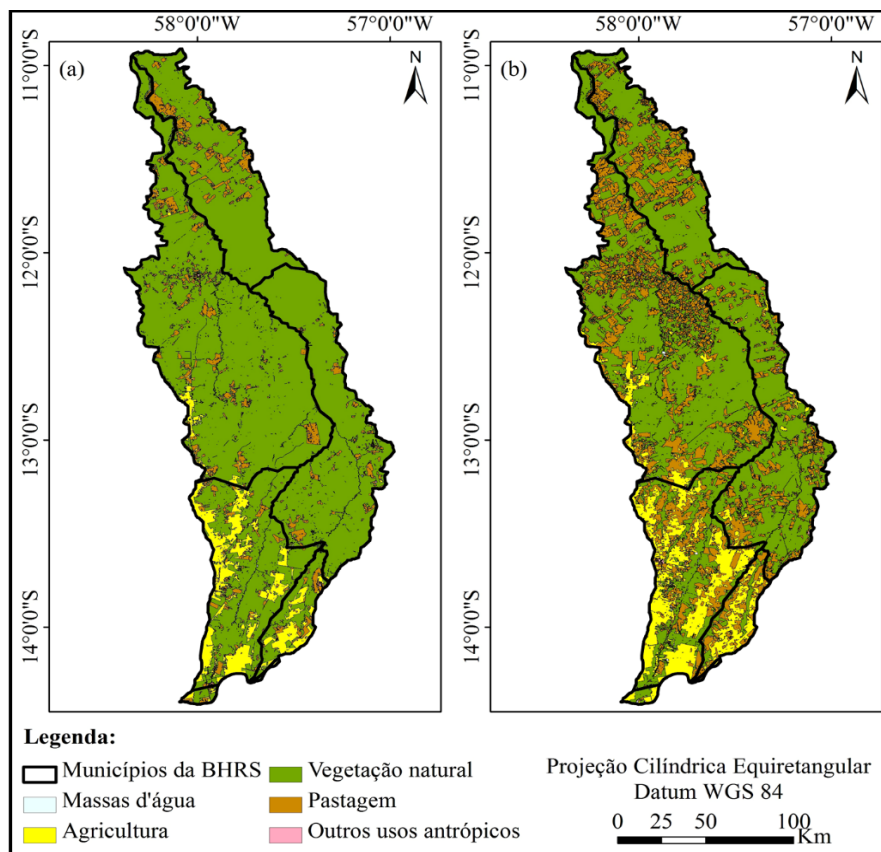


Figura 2. Distribuição das classes temáticas do uso da terra, em 1990 (a) e 2010 (b), nos municípios da BHRs, Mato Grosso – Brasil.

Os dados de vegetação natural apresentados neste trabalho para os municípios de Brasnorte e Campo Novo do Parecis corroboram os dados apresentados por Schwenk e Cruz (2008). Os autores verificaram que Brasnorte apresenta como atividade principal a pastagem, e a soja vem estabelecendo-se em algumas áreas na região. Já em Campo Novo do Parecis, a agricultura já está consolidada e ocupa a maior parte das áreas.

Nesse sentido, Margulis (2003) destaca que o desmatamento ocorre mais intensamente nos municípios da região sul e sudeste da Amazônia Legal, sendo que as áreas mais prováveis de serem desmatadas são as áreas vizinhas as já desmatadas.

De acordo com a classificação realizada por Oliveira-Junior *et al.* (2010), para os municípios da Amazônia Legal, quanto à área desmatada, foi possível verificar que os municípios presentes na BHRs se encontram entre os grupos que possuem as maiores áreas de desmatamento. Sendo que Campo Novo do Parecis e Diamantino revelaram-se entre os municípios que desmataram entre 161,83km² e 673,73km² em 4 anos (2000 a 2004). Já os demais municípios (Brasnorte, Juara, Nova Maringá, Tangará da Serra e Nova Marilândia) representaram os municípios com área desmatada superior a 673,73km². Além disso, os autores relatam resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho, destacando que as principais variáveis que contribuíram para o aumento do desmatamento na região da Amazônia Legal foram: o aumento da área ocupada por rebanho bovino, culturas temporárias e permanentes.

O tipo de solo presente em determinada região pode tornar-se um impasse/facilitador para a implantação de certa atividade. Nesse sentido, destaca-se que os latossolos ocupam

a maior área dos municípios da BHRS (Tabela 1). De acordo com Sousa e Lobato (2007), esse tipo de solo é utilizado no cultivo de culturas anuais, perenes, pastagem e reflorestamento. São solos porosos, profundos e bem drenados e bem permeáveis, geralmente, estão situados em relevo plano e suave-ondulado.

Esses solos apresentam baixa fertilidade e alta saturação por alumínio, sendo esses os principais problemas para o uso agrícola e pecuário. Nesse caso, para obter boa produtividade, há necessidade de fazer a aplicação de fertilizantes químicos minerais, matéria orgânica e correção de solo. Possibilitando, dessa forma, o amplo uso desse tipo de solo nos municípios com atividades como agricultura e pecuária (SPERA *et al.*, 2000; SOUSA; LOBATO, 2007).

Tabela 1. Área de uso da terra e dos tipos de solos em cada município presente na BHRS, Mato Grosso – Brasil. (VN) Vegetação Natural; (P) Pastagem; (OUA), Outros usos antrópicos; (MDA) Massas d'água e (A) Agricultura. (RQ) Neossolos Quartzarênicos; (LV) Latossolo Vermelho (LVA) Latossolo Vermelho-amarelo e (PVA) Argissolo Vermelho-amarelo.

Municípios da BHRS	Área município (ha)	Tipos de Solos	Área dos solos (%)	Classes de uso da terra	Área das Classes de uso da terra (%)	
					1990	2010
Brasnorte	1.156.181,56	RQ	13,19	A	1,92	7,65
		LV	70,88	MDA	0,63	0,72
		LVA	13,18	OUA	0,06	0,08
		PVA	2,73	P	7,37	26,58
		--	--	VN	90,02	64,94
Campo Novo do Parecis	519.236,12	RQ	11,49	A	26,58	46,37
		LV	65,41	MDA	0,54	0,58
		LVA	23,08	OUA	0,15	0,36
		PVA	0	P	7,83	22,21
		--	--	VN	64,88	30,45
Diamantino	121.070,18	RQ	0,64	A	31,53	74,81
		LV	75,78	MDA	0,21	0,08
		LVA	23,58	OUA	0,21	0,24
		PVA	0	P	12,61	23,54
		--	--	VN	55,43	1,3
Juara	473.197,39	RQ	0	A	0,22	10,85
		LV	77,22	MDA	0,28	0,42
		LVA	0	OUA	0,02	0,07
		PVA	22,77	P	12,54	24,78
		--	--	VN	86,93	63,85
Nova Marilândia	2.099,72	RQ	0	A	42,38	79,12
		LV	90,77	MDA	0	0
		LVA	9,22	OUA	0,21	9,54
		PVA	0	P	8,84	6,12
		--	--	VN	48,55	5,21

continua

continuação

Municípios da BHRS	Área município (ha)	Tipos de Solos	Área dos solos (%)	Classes de uso da terra	Área das Classes de uso da terra (%)	
					1990	2010
Nova Maringá	603.469,22	RQ	8,23	A	0,41	11,35
		LV	40,58	MDA	0,47	0,34
		LVA	51,18	OUA	0,08	0,14
		PVA	0	P	5,09	19,62
		--	--	VN	93,93	68,53
Tangará da Serra	15.158,46	RQ	0	A	24,85	95,4
		LV	98,38	MDA	0	0
		LVA	1,62	OUA	2,14	1,36
		PVA	0	P	15,54	1,19
		--	--	VN	57,46	2,02

Os neossolos quartzarênicos (RQ) são, em geral, solos originados de depósitos arenosos e estão presentes principalmente nos municípios de Brasnorte, Campo Novo do Parecis, Diamantino e Nova Maringá. Esse tipo de solo é considerado de baixa aptidão agrícola, o uso contínuo pode levar a uma rápida degradação, requerendo manejo adequado e cuidado intensivo no controle de erosão e adubação quando utilizado para fins agrícolas (SOUSA; LOBATO, 2007).

A partir dos resultados da análise do uso e cobertura da terra e do tipo de solo, realizou-se a análise de agrupamento, dessa forma, sendo possível verificar que os resultados apresentados nos dendrogramas foram muito semelhantes (Figura 3) tanto para a relação dos municípios quanto ao uso da terra (1990 e 2010), bem como no que tange à relação com os tipos de solos.

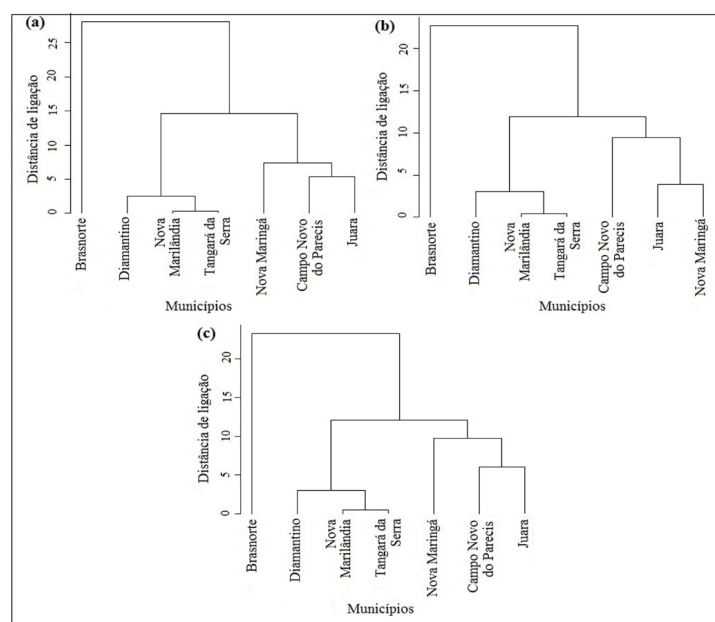


Figura 3. Dendrograma do agrupamento, pelo método de ligação de “average” dos municípios da BHRS, em relação ao uso da terra do ano de 1990 (a), 2010 (b) e dos municípios em relação ao tipo de solo (c).

Os agrupamentos foram formados principalmente pela área de vegetação natural, visto que em 1990 foi possível identificar a formação de três grupos na distância acima do valor 15 (Figura 3a). O primeiro grupo foi composto apenas pelo município de Brasnorte, que apresentou a maior área de vegetação natural em relação aos demais municípios.

O segundo grupo englobou os municípios de Nova Maringá, Campo Novo do Parecis e Juara. O Terceiro grupo foi formado por Diamantino, Nova Marilândia e Tangará da Serra (Figura 3a). Essa divisão ocorreu em virtude de a área de vegetação natural ser maior no primeiro grupo em relação ao segundo grupo, no entanto, notoriamente, menor do que o primeiro grupo (Brasnorte) (Tabela 1 e Figura 3a).

O dendrograma do ano de 2010 (Figura 3b) assemelhou-se ao de 1990 quanto à formação do primeiro e terceiro grupos. O segundo grupo formou-se unindo os municípios de Campo Novo do Parecis, Juara e Nova Maringá, (Figura 3b), ocorrendo diferença hierárquica deste ano para o ano de 1990, dada pela redução maior da área de vegetação natural no município de Campo Novo do Parecis, ficando mais distante de Juara e Nova Maringá (Figura 3a e 3b).

A análise de agrupamento realizada para os municípios em relação ao tipo de solo (Figura 3c), mostrou-se muito semelhante à formação hierárquica dos grupos apresentada no dendrograma, relacionando o tipo de uso da terra dos anos de 1990 e 2010, assinalando relação entre as características pedológicas e de uso da terra nos municípios da BHRS.

Nessa análise de agrupamento, o tamanho da área do Latossolo Vermelho (LV) foi o principal fator para a determinação dos grupos (Tabela 1). Foi, portanto, possível a observação de três grupos, o primeiro foi composto apenas pelo município de Brasnorte, este apresentou a maior área de LV em relação aos municípios.

O segundo grupo foi formado pelos municípios Nova Maringá, Campo Novo do Parecis e Juara, que assinalaram área de LV menor do que o grupo de Brasnorte, no entanto maior do que o terceiro grupo, que foi formado por Diamantino, Nova Marilândia e Tangará da Serra.

O coeficiente de correlação cofenética da análise de agrupamento dos municípios, com base no uso da terra de 1990, foi de 0.89 e, para 2010, de 0.90; e, da análise relacionando os municípios com os tipos de solo, foi de 0.92.

Os resultados encontrados neste trabalho possibilitam a compreensão da dinâmica de uso da terra em cada município que compõe a BHRS. Fornecem informações importantes aos órgãos responsáveis por fiscalizar e preservar o meio ambiente, com isso, possibilitando o desenvolvimento de estratégias a fim de garantir a preservação das áreas de vegetação natural, de diversidade biológica, de qualidade hídrica e para controle do desmatamento na região.

De acordo com Arres, Mariano e Simonassi (2012), a ineficiência das políticas públicas dá-se, em geral, em relação à escassez de infraestrutura especializada na fiscalização da legislação. Nesse contexto, destaca-se que o estado de Mato Grosso conta com apenas 11 Diretorias de Unidades Desconcentradas (DUDs), que são responsáveis por fiscalizar e licenciar empreendimentos e propriedades rurais. As DUDs contam com 11 Diretores, 19 Assessores Técnicos III e 58 Agentes Ambientais para atender aos 128 municípios mato-grossenses. Restando, por conseguinte, evidente que essas unidades são ineficientes no controle e na fiscalização do desmatamento, pois dispõem de pouca infraestrutura e agentes para cobrir toda área do estado de Mato Grosso, cerca de 903.378, 292 km² (MATO GROSSO, 2011).

Sabe-se, entretanto, que existe uma relação direta entre a presença de secretarias municipais e/ou órgãos fiscalizadores governamentais com a redução da taxa de desmatamento (ARRES; MARIANO; SIMONASSI, 2012). Em tal contexto, deve-se destacar que, na BHRS, existem apenas duas DUDs, localizadas nos municípios de Juara e Tangará da Serra

(MATO GROSSO, 2011), dessa forma, o aumento de órgãos como as DUDs pode ser uma boa estratégia para controle do desmatamento nos municípios dessa área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pastagem e a agricultura são os principais tipos de uso da terra nos municípios localizados na BHRS. Esses resultados evidenciam que a bacia apresenta características que proporcionam o desenvolvimento de atividades como pastagem e agricultura, que vêm suprimindo a vegetação natural e acelerando o processo de desmatamento na Amazônia Legal brasileira. A análise de agrupamento apresentada no dendrograma demonstrou a relação entre as características pedológicas e de uso da terra nos municípios da BHRS.

O método estatístico utilizado neste estudo tem sido pouco utilizado na área do geoprocessamento. Mostrou-se, todavia, eficaz para atingir a proposta de investigação, podendo ser utilizado amplamente neste campo de estudo e em outros, como na área da conservação biológica.

Esse estudo, também, indica a elaboração de estratégias para a redução do desmatamento, como a ampliação das Diretorias de Unidades Desconcentradas para a otimização de áreas no tocante ao uso agrícola que não ofereça prejuízos ao meio ambiente, bem como a adequação das áreas que estão em risco de degradação, como é o caso das áreas com presença dos neossolos quartzarênicos.

REFERÊNCIAS

- ARRES, R. A.; MARIANO, F. Z.; SIMONASSI, A. G. Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. **Revista de Economia e Sociedade Rural**, v. 50, n. 1, p. 119-140, 2012.
- ASSIS, M. A. *et al.* Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. **Biota Neotropica**, v. 11, n. 2, p. 103-121, 2011.
- BALSAN, R. Impactos decorrentes da modernização da agricultura brasileira. **Revista de Geografia Agrária**, v. 1, n. 2, p. 123-151, 2006.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Instituto Brasileiro de Geografia-IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil (primeira aproximação)**. Rio de Janeiro, 2004. Mapa color. Escala 1: 500.0000.
- CAMARA, G. *et al.* SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. **Computers e Graphics**, v. 20, n. 1, p. 395-403, 1996.
- COHEN, J. A. Coefficient of agreement for nominal scales. **Educational and Psychological Measurement**, v. 20, n. 1, p. 37-46, 1960.
- DALLACORT, R. *et al.* Aptidão agroclimática do pinhão manso na região de Tangará da Serra, MT. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 373-379, 2010.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- ESRI. **ArcGIS Desktop**: release 9.2. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2007.
- EVERITT, B. S.; LANDAU, S.; LEESE, M.; STAHL, D. **Cluster Analysis**. 5th ed. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2011. 848 p.
- FELFILI, J. M.; CARVALHO, F. A.; HAIDAR, R. F. **Manual para o monitoramento de parcelas permanentes nos Biomas Cerrado e Pantanal**. Brasília: Universidade de

- Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 60 p.
- FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105 p.
- FREITAS, R. M. *et al.* Virtual laboratory of remote sensing time series: visualization of MODIS EVI2 data set over South America. **Journal of Computational Interdisciplinary Sciences**, v. 2, n. 1, p. 57-68, 2011.
- GONÇALVES, J. C. Homem-Natureza: uma relação conflitante ao longo da história. **Revista Saber Acadêmico**, v. 06, n. 1, p. 171-177, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS-IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 91 p. (Manuais Técnicos em Geociências, n. 7).
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1982. 341 p.
- LINDEN, R. Técnicas de agrupamento. **Revista de Sistemas de Informação**, v. 4, n. 1, p. 18-36, 2009.
- MACHADO, J. P. *et al.* Comportamento da precipitação e da temperatura no Rio Grande do Sul baseado na análise de agrupamento. **Ciência e Natura**, v. 32, n. 1, p. 49-63, 2010.
- MANEL, S.; WILLIAMS, H. C.; ORMEROD, S. J. Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. **Journal of Applied Ecology**, v. 38, n. 1, p. 921-931, 2001.
- MARGULIS, S. **Causas do desmatamento da Amazônia Brasileira**. Brasília: Banco Mundial, 2003, 100 p.
- MATO GROSSO (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente-SEMA. **Relatório de monitoramento da qualidade da água da Região Hidrográfica Amazônica – 2007 a 2009**. Cuiabá: SEMA/MT; SMIA, 2010, 90 p.
- MATO GROSSO. (Estado). Decreto nº 272, de 19 de Abril de 2011. **Diário Oficial [do] Estado de Mato Grosso**, Poder Executivo, Cuiabá, MT, 19 abril 2011, p. 1-4.
- MAURANO, L. *et al.* **Metodologia para o cálculo da taxa anual de desmatamento na Amazônia Legal**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2013. 37 p.
- MORRISON, D. **Multivariate statistical methods**. New York: Mc Graw-Hill, Series on Probability and Statistics, 1976. 373 p.
- OKSANEN, F. J.; *et al.* **Vegan**: Community Ecology Package. R package version 2.0-1. 2011.
- OLIVEIRA-JUNIOR, J. N. O. *et al.* Análise da área desmatada municipal na Amazônia brasileira no período 2000-2004: uma abordagem com modelos não lineares. **Economia Aplicada**, v. 14, n. 3, p. 395-411, 2010.
- R CORE TEAM. **R**: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2011.
- ROHLF, F. J. Adaptive hierarchical clustering schemes. **Systematic Zoology**, v. 19, n. 1, p. 58-82. 1970.
- SCHERER-WARREN, M. **Dinâmica e estrutura especial do uso da terra em Mato Grosso, Pará e Rondônia**. São José dos Campos: INPE, 2004. 130 p.
- SCHWENK, L. M.; CRUZ, C. B. M. Conflitos socioeconômicos: ambientais relativos ao avanço do cultivo da soja em áreas de influência dos eixos de integração e desenvolvimento no Estado de Mato Grosso. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 501-511, 2008.
- SECRETARIA DE ESTADO DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL-SEPLAN. **Mapa de Solos do Estado de Mato Grosso**. Escala 1: 1.500.000. 2001.

- SILVA, J. S. V. *et al.* Quantificação das áreas mapeadas e listas de espécies. In: SILVA, J. S. V. *et al.* **Projeto GeoMS: cobertura vegetal e uso da terra no estado de Mato Grosso do Sul**. Campinas: Embrapa Informática e Agropecuária, 2011. Cap. 4, p. 50-59.
- SINDICATO DA CONSTRUÇÃO, GERAÇÃO, TRANSMISSÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA E GÁS-SINDENERGIA. **Localização de centrais de geração de energia em relação às Bacias Hidrográficas do Mato Grosso**. Escala 1:1.500.000, 2014.
- SOKAL, R. R.; ROHLF, F. J. The comparison of dendrograms by objective methods. **Taxon**, v. 11, n. 1, p. 33-40, 1962.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Latossolos, Argissolos e Neossolos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-Embrapa, 2007 Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html. Acesso em: 10 jun. 2014.
- SPERA, S. T. *et al.* Características físicas de um Latossolo Vermelho, no Cerrado de Planaltina, DF, submetido à ação do fogo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 9, p. 1817-1824, 2000.
- XAUD, M. R.; EPIPHANIO, J. C. N. Dinâmica do uso e cobertura da terra no sudeste de Roraima utilizando técnicas de detecção de mudanças. **Acta Amazônica**, v. 44, n. 1, p. 107-120, 2014.