



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU

4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil



ESTATÍSTICA MULTIVARIADA APLICADA EM VARIÁVEIS NO USO DO SOLO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS NO MUNICÍPIO DE BOTUCATU-SP

**Bruna Soares Xavier de Barros¹, Zacarias Xavier de Barros²,
Arilson José de Oliveira Junior³, Silvia Regina Lucas de Souza⁴**

¹Pós-Doutoranda em Agronomia, FCA / UNESP, brunasxb@gmail.com. ²Professor Titular FCA / UNESP. ³Mestrando em Agronomia, Energia na Agricultura, FCA / UNESP. ⁴Professora Doutora FCA / UNESP.

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações decorrentes do aumento populacional é a de se conseguir maior produção de alimentos, de matéria prima e de fontes alternativas de energia. A demanda cada vez maior dos recursos naturais, a rápida diminuição da qualidade de alguns deles tanto em escala local, regional, nacional ou global, leva a necessidade de um inventário e planejamento desses recursos.

No Brasil, onde extensas áreas já se encontram quase que exaurida devido a uma agricultura intensiva e nem sempre tecnificada, ocorre a necessidade do aproveitamento de áreas ainda pouco conhecida ou não aproveitadas.

O sensoriamento remoto constitui cada vez mais em uma solução para levantar o potencial e as condições de cada espécie de recursos presentes, pois abrange desde as fotografias aéreas até imagens de radar e de satélite (CRUZ, 1981).

Para Rocha (1978), o levantamento de uso da terra consiste em um agrupamento e avaliação quantitativa de tudo o que existe sobre a litosfera, e que os elementos mapeados e avaliados são convencionados para facilitar a sua identificação; o autor ainda inclui o levantamento de uso da terra como um aspecto indispensável para o Planejamento Físico Rural, pois é um dos melhores indicativos da propriedade do solo.

Segundo Sneath e Sokal (1973), a análise de agrupamento pode ser complementada com outras técnicas multivariadas dentre as quais a análise de componentes principais, cujo objetivo é tentar explicar a estrutura de variâncias e covariâncias das variáveis construindo, mediante processo matemático, um conjunto menor de combinações lineares das variáveis originais que preserve a maior parte da informação fornecida pelas variáveis originais.

Segundo Bueno (2010), a aplicação de técnicas de análise multivariada de componentes principais permitiram a classificação de áreas das unidades Nitossolos e Latossolos, em solo irrigado por pivô central, sendo que 98% dos parâmetros analisados encontraram correspondência com a análise de agrupamento.

A análise multivariada foi eficiente na discriminação dos solos RQ, LVA e RL quando foram utilizadas as variáveis do relevo para amostras circulares indicando a seguinte ordem de importância para estas variáveis: Hm, HM, Hmd, H, Cd, CVm e I. (CAMPOS, et al. 2014).

O objetivo deste trabalho é o agrupamento de bacias hidrográficas segundo graus de similaridades, por meio de análise multivariada em variáveis de ocupação do solo, e verificar se existe coerência com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (OLIVEIRA et al., 1999).

2 MATERIALE MÉTODOS

Serviram de base bacias hidrográficas que compõem a drenagem do rio Tietê no município de Botucatu-SP, nas coordenadas 22° 33' a 23°04' de Latitude S e 48°14' a 48°32' de Longitude W Gr, e altitudes de 600 a 850 metros.

Segundo Mapa Pedológico do Estado de São Paulo de Solo (Embrapa de 1999), a região apresenta as unidades de solo Latossolos Vermelhos distrófico (LVdf) e Neossolos Litólicos (RL). A cobertura vegetal original com predomínio de campo cerrado e o clima, segundo o sistema Köppen, é classificado como subtropical chuvoso do tipo Cfa. Foram utilizadas fotografias aéreas verticais e como base cartográfica a Carta do Brasil, escala 1:50000, do IBGE, edição 1973.

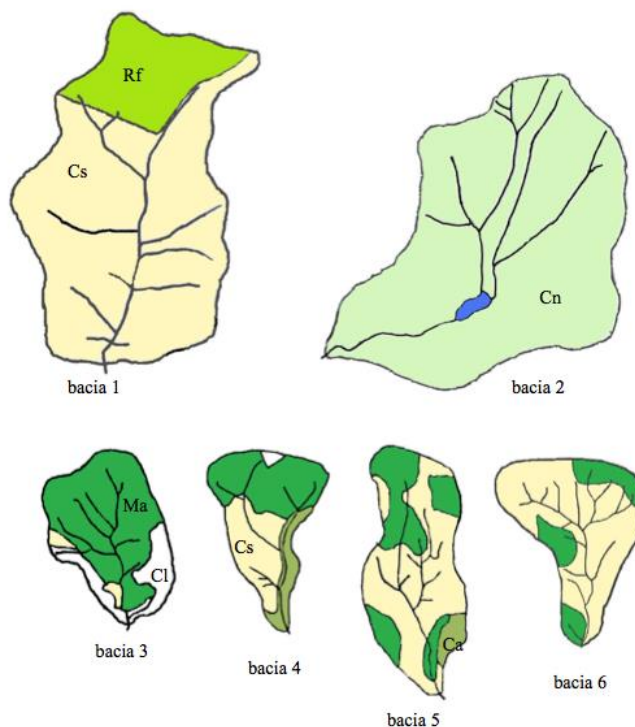
Após a delimitação das bacias hidrográficas, efetuou-se a fotointerpretação da ocupação do solo segundo unidades de ocorrência, conforme a Figura 1, tais como: Mata (Ma), Reflorestamento (Rf), Cerrado (Ce), Cana de açúcar (Cn), Campo sujo (Cs), Campo limpo (Cl) e Culturas anuais (Ca). As áreas de ocupação de solo, em cada bacia, após devidamente identificadas e suas escalas corrigidas tendo como base a carta do IBGE, foram avaliadas utilizando-se do programa SPLAN - Sistema de Planimetria Digitalizada (SILVA et al., 1993).

A aplicação da análise de agrupamentos teve por finalidade detectar a melhor maneira de situar, em um mesmo grupo, bacias hidrográficas similares entre si para verificar se existem identidades entre esses grupos e as unidades de solos ocorrentes na região, tomando como base o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo de 1999, tomando como unidades operacionais a serem agrupadas as sete variáveis de ocupação do solo.

Em termos gerais os processos classificatórios, dentre os quais a análise de Agrupamentos, são usados para localizar entidades em classes inicialmente indefinidas, de modo que as unidades da mesma classe sejam similares entre si em algum sentido definido pelo

coeficiente de semelhança calculada com base nas variáveis.

Figura 1. Ocupação do solo nas bacias hidrográficas estudadas, escala 1:50000.



3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A ocupação do solo, Tabela 1, indica que o exame interpretativo das bacias estudadas permitiu constatar a existência de mata, reflorestamento, cana de açúcar, campo sujo, campo limpo, culturas anuais e espelho d'água em forma de represa.

A presença da vegetação tipo mata e campo sujo, verificadas nas bacias 03, 04, 05 e 06, é consequência da localização destas uma vez que as mesmas estão situadas na região denominada frente da “cuesta”, valendo considerar que a totalidade destas bacias estão localizadas na Área de Proteção Ambiental (APA), conforme Decreto 20.956 de 03/06/1983.

Os valores em hectares da cobertura tipo campo sujo, representados nas bacias aqui consideradas, Tabela 1, certamente são resultados de antigos desmatamentos que atualmente começam a recuperar.

Tabela 1. Ocupação do solo nas bacias hidrográficas estudadas, valores em hectares.

Bac. Hidr.	Mata (Ma)	Refl. (Rf)	C.sujo (Cs)	C.limpo (Cl)	Cult.Anuais (Ca)	Cana (Cn)	Barragem (Ba)
01		161,00	681,00				
02						811,96	75,04
03	171,00		4,99	49,01			
04	85,99		62,00		27,00		
05	99,98		180,01		1,01		



06	4,99	250,00
----	------	--------

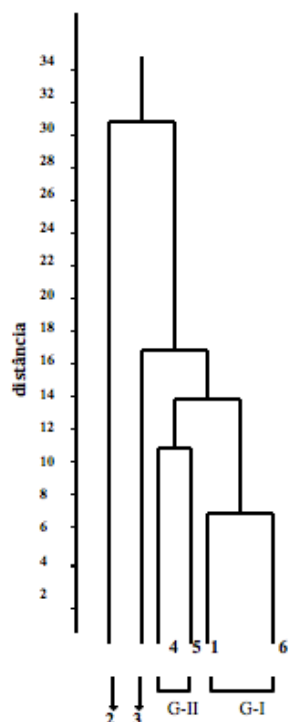
O reflorestamento com 161,00 hectares, representa 19,12%, Tabela 2, da área da bacia 01, reflete a importância desta cultura para o município, que atualmente concorre frontalmente com o cultivo da cana-de-açúcar por espaço, a qual apresenta 811,96 ha, ou seja, 80,88% da área da bacia 02 conforme Tabelas 1 e 2, bacia esta que segundo o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo de 1999, esta situada na transição entre as unidades de solo Latossolos Vermelhos distrófico (LVdf) e Neossolos Litólicos (RL). As culturas anuais apresentam valores poucos expressivos, 28,01 ha, Tabela 1, fato perfeitamente justificado, uma vez que, quatro das seis bacias se localizam dentro da Área de Proteção Ambiental. A partir da Tabela 1 elaborou-se a Tabela 2, cujos valores em hectares foram transformados em percentuais de ocupação por bacia, para que se pudesse agrupá-las usando-se como medida de semelhança a Distância Euclidiana Média.

Tabela 2. Ocupação do solo nas bacias hidrográficas estudadas, valores em porcentagem

Bac. Hidr.	Mata (Ma)	Refl. (Rf)	C.sujo (Cs)	C.limpo (Cl)	Cult.Anuais (Ca)	Cana (Cn)	Barragem (Ba)
01		19,12	80,88				
02						91,54	8,46
03	76,00		2,22	21,78			
04	49,14		35,43		15,43		
05	35,58		64,06		0,36		
06	1,96		98,04				

Analisando a Tabela 2, pode-se constatar que a bacia 06 apresenta o menor valor porcentual de ocupação por matas, fato este verificado devido ao desmatamento sem controle no intuito de abrir espaço para as pastagens que após a criação da APA estas pastagens foram abandonadas e iniciou-se uma lenta recuperação da área em forma de campo sujo, conforme a Tabela 2, com 98,04% desta ocupação.

Figura 2. Fenograma ilustrativo das inter-relações das 06 bacias hidrográficas, segundo a ocupação do solo, utilizando-se a distância Euclidiana Média.



O fenograma representativo da ocupação do solo, Figura 2, apresenta dois agrupamentos principais (G-I e G- II) e duas bacias isoladas a de número 02 e 03. O não agrupamento das bacias 02 e 03 é consequência da desigual ocupação de suas áreas: na bacia 02 quase a totalidade (91,54%) da área é ocupada por cana de açúcar enquanto que na bacia 03 cerca de 76% da área é coberta por mata. O grupo I, Figura 2, formado pelas bacias 06 e 01, mostra uma ocupação de campo sujo que varia de 81,88% a 98,04% , um exame conjunto do Mapa Pedológico e do fenograma indica que estas bacias estão localizadas em unidades de solo distintas, a bacia 01 esta na região denominada Depressão Periférica e a bacia 06 na região denominada Frente da “Cuesta”, portanto não poderiam pertencer ao mesmo grupo para definir unidade de solo semelhante. Quanto ao agrupamento levando-se em consideração os altos valores porcentuais da vegetação tipo campo sujo o resultado é pertinente.

O grupo II, figura 2, composto pelas bacias 04 e 05 com ocupações dos tipos campo sujo e matas em proporções muito próximas, situou estas bacias na região da “Cuesta”, onde segundo o Mapa Pedológico predominam os solos rasos. Em regiões onde a ação antrópica se fez presente, a ocupação nem sempre refletiu a fertilidade destes solos. Esta ocupação parece estar associada ao poder aquisitivo dos proprietários rurais, à localização da propriedade e a possíveis incentivos ao cultivo de culturas de alto valor de retorno financeiro. A bacia 03, com 100% de sua área agricultável ocupada pela cultura canieira, Tabela 2, ilustra perfeitamente



as considerações efetuadas no parágrafo anterior, onde duas unidades distintas de solo são cultivadas com a mesma monocultura, certamente a empresa lança mão de suportes tecnológicos como a agricultura de precisão para melhor distribuição dos insumos como calagem e adubação juntamente com a irrigação para obter safras de alta produtividade.

Apesar de um dos objetivos deste trabalho ter sido o buscar a correspondência entre a ocupação e os solos ocorrentes na área de estudo e ter-se verificado que a ocupação muito mais dependente de outros fatores pode considerar que o grupo II refletiu a ocupação predominante, assim como diferenciaram as bacia 02 e 03 que se apresentaram praticamente cobertas por uma única cultura vegetal. Essas considerações indicam que a utilização da distância Euclideana Média como medida de semelhança, quando se deseja estabelecer a distribuição de bacias, segundo grau de maiores similaridades na ocupação de solos, mostrou-se coerente.

4 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que as variáveis da ocupação do solo nem sempre refletem a fertilidade dos solos nos quais estão inseridos e que a Distância Euclidiana Média, aplicada à ocupação do solo, agrupou bacias com predomínio de determinadas coberturas vegetais.

5 REFERÊNCIAS

- BUENO, C.R.P.; ARRAES, C.L.; PEREIRA, G.T.; CORÁ, J.E.; CAMPOS, S. **Análise multivariada na determinação do risco de erosão em solos sob irrigação**. Irriga, Botucatu, v. 15, n-1, p. 23-35, janeiro-março 2010.
- CAMPOS, S. PISSARRA, T.C.T. **Agrupamentos de amostras circulares em função das unidades de solo**. Irriga, Botucatu, v. 19, n. 2, p. 174-185, abril- junho 2014.
- CRUZ, O. **Alguns conhecimentos básicos para fotointerpretação**. Aerofotogrametria. São Paulo, v.25, n-2, p.1-13,1981.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas do Brasil**.Superintendência de Cartografia do Ministério do Planejamento e Coordenação Geral do Brasil. Folha de Botucatu-SP, Rio de Janeiro,1969.
- ROCHA, J.S.M. **Fotografias aéreas aplicadas ao planejamento físico rural**. Santa Maria, 1978. 51p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade federal de Santa Maria.
- SILVA, C.M.; CATANEO, A.; CARDOSO, L.G. Sistema de planimetria digitalizada. In:JORNADA CIENTÍFICA DA ASSOCIAÇÃO DOS DOCENTES, Botucatu, 18, 1993.**Anais...** Botucatu - SP, JC, 1993,p.109.
- SNEATH, P.H.A. & SOKAL, R.R. **Numerical taxonomy**. San Francisco:W.H.Freeman,1973. 573p.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.;ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida**. Campinas,Instituto Agrônômico; Rio de Janeiro,Embrapa Solos, 1999, 64p: mapa.