

Influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água utilizando técnicas de Geoprocessamento e Estatística Multivariada

Suzana Costa Wrublack¹
Erivelto Mercante¹
Márcio Antônio Vilas Boas¹

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE
Caixa Postal 701 – 85819-110 - Cascavel - PR, Brasil

wrublack@hotmail.com, erivelto.mercante@unioeste.br, marcio.vilasboas@unioeste.br

Abstract. The objective of this study is to characterizing the use and occupation of soil and water quality according to the GIS techniques and multivariate statistic. We analyzed water quality parameters: turbidity, temperature, pH, EC, bicarbonate, chloride, phosphate, nitrate and fecal coliform in two distinct periods of annual precipitation. Based on field surveys, through the georeferencing of sampling points, perimeters of farms and data use and occupation, we obtained information about the quality of water used for irrigation and current land use. We used images available on the site *Google Earth* mapping for the use and occupation of land. Data were subjected to statistical analysis by the techniques of ACP, AF and CCA to check the relationship of the use and occupation of land on the water quality. The interpretation of the image of *Google Earth* with ArcGIS 9.3 software enabled the preparation of the statement of use and land cover classes: annual crops area, permanent crops and pasture, forest and urban areas. The technique of ACP parameter water quality explained 53.27% of the variation in water quality between the sampled properties. The parameters: nitrate, fecal coliform, temperature, EC and bicarbonate were the parameters that best explained the spatial variation of water quality. The relationship of the use and occupation of land and water quality parameters by CCA identified two significant axes of variation to explain the variation in water quality. Evidencing the positive influence of APP and reforestation in effective protection to watercourses.

Palavras-chave: Geographic information system – GIS, multivariate analysis, irrigation, Sistema de Informação Geográfico – SIG, análise multivariada, Irrigação.

1. Introdução

Analisar o uso atual dos solos, associando ao monitoramento de variáveis ambientais, como parâmetros de qualidade de água permitem a elaboração de um levantamento sobre a localização e interferência das diversas atividades presentes em uma bacia hidrográfica, contribuindo para a melhoria das condições ambientais (Lopes et al., 2007).

O reconhecimento dos parâmetros de qualidade da água e suas concentrações podem indicar as influências sobre a qualidade da água em áreas urbanas e rurais. No entanto, nem sempre as causas dessas alterações podem ser atribuídas a uma ou outra categoria de uso e ocupação do solo separadamente (Corseuil et al., 2009).

A inserção das variáveis: tipo de solo, situação da topografia e uso e ocupação do solo, são essenciais por contribuírem com informações que possam ser usadas como base na comparação e identificação dos locais, cujo potencial seja maior, para que ocorram problemas relacionados à degradação dos recursos hídricos (Corseuil et al., 2009; Lopes et al., 2007; Ripa et al., 2006).

A combinação das tecnologias de sensoriamento remoto e do sistema de informação geográfica é imprescindível para determinação do uso e ocupação do solo. As técnicas de sensoriamento remoto permitem a visualização espacial e temporal, portanto, facilita o mapeamento, a interpretação dos pontos críticos de vulnerabilidade ambiental e os sistemas de informações geográficas através da integração de informações relativas às condições ambientais nos correspondentes cursos d'água (Prado e Novo, 2005) para o diagnóstico, gerenciamento e monitoramento da qualidade ambiental.

O objetivo do presente trabalho foi aplicar técnicas ligadas ao Geoprocessamento para mapeamento e caracterização do uso e ocupação do solo correlacionando suas influências sobre os parâmetros de qualidade da água com utilização das técnicas de estatística multivariada.

2. Metodologia de Trabalho

O município de Salto do Lontra encontra-se nas coordenadas aproximadas UTM de 7.143.050 metros N e 268.163 metros E, Datum WGS 84, Zona 22 S. Localiza-se na região Sudoeste do Paraná com área total de aproximadamente 312,199 km² e altitude máxima de 620 km, conta com uma extensa área rural de 310,1 km² que corresponde a 99% da área municipal total (Ipardes, 2012). Na Figura 1, encontra-se o mapa de localização do Município de Salto do Lontra, no Estado do Paraná.

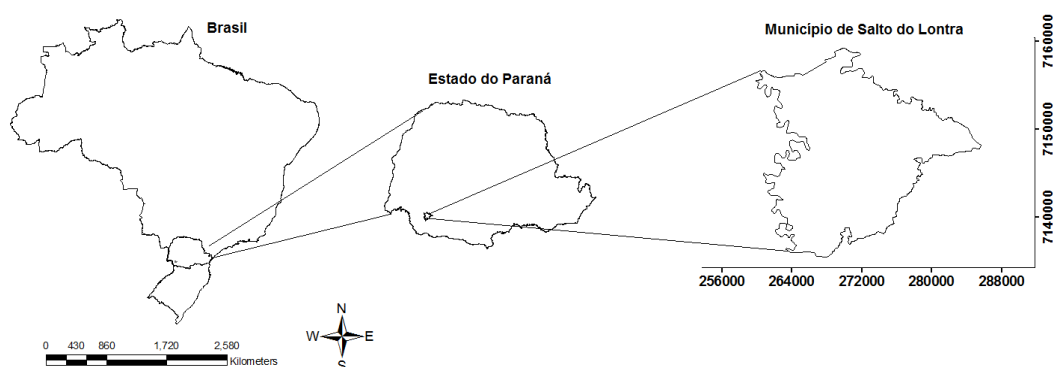


Figura 1. Mapa de localização do município de Salto do Lontra, no estado do Paraná, Brasil. Datum WGS 84, Coordenadas UTM Coordinates, Zona 22 S.

Os produtos de sensoriamento remoto consistiram-se nas imagens de satélite disponibilizadas pelo site *Google Earth*, datadas no ano de 2005 e 2007 que foram exportadas do *Google Earth* em extensão Tif, georreferenciadas e mosaicadas utilizando o *software* ArcGIS 9.3.

Posteriormente, por meio da imagem composição colorida de cor verdadeira mosaicada que abrangeu todo o município estudado foi realizada a determinação das classes de uso do solo. Para isso, fez-se a interpretação visual da imagem, para a identificação dos diferentes alvos presentes e elaboração da legenda temática do referido mapeamento de uso e ocupação do solo nas 57 propriedades estudadas.

Para averiguação dos parâmetros de qualidade da água nas 57 propriedades rurais do município de Salto do Lontra – Pr, foram analisados os parâmetros físicos, químicos e biológicos com base na Resolução n.º 357/05 CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente e também a FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (1994). Sendo determinadas as características químicas da água através dos parâmetros: pH, condutividade elétrica, Bicarbonato, Cloro, Fosfato e Nitrato. Para os parâmetros físicos de qualidade da água foram averiguados os parâmetros: turbidez e temperatura; e para os parâmetros biológicos de qualidade da água, analisada a presença de coliformes termotolerantes.

As definições dos pontos de amostragens foram de acordo com a localização das propriedades e dos locais de captação da água utilizada na irrigação e os parâmetros avaliados seguiram as recomendações de Ayers & Westcot (1994) e os procedimentos experimentais foram realizados de acordo com o Standar Methods (Apha, 1998).

O monitoramento da qualidade da água de irrigação foi realizado em dois períodos anuais distintos de precipitação, sendo o período 1 nos meses de setembro/outubro de 2009 caracterizado como período de maior precipitação com base nos dados do Instituto das águas do Paraná (2010) na qual a precipitação média foi de 260,9 mm e período 2 nos meses de maio/junho de 2010, caracterizado como período de menor precipitação, registrou-se 126,2 mm no bimestre.

Os dados de qualidade da água de irrigação provenientes nos dois períodos foram submetidos a um teste de variância (ANOVA fator único), utilizando-se a análise estatística multivariada por Análise de Componentes Principais – ACP e Análise Fatorial – AF, sendo realizada a estatística descritiva e exploratória para verificação da variação na qualidade da água em dois períodos anuais distintos de precipitação e nos pontos de amostragem.

A Análise de Correspondência Canônica (CCA) foi utilizada para inferir se o uso e ocupação do solo tiveram influência sobre a matriz de qualidade da água. Para tanto, foi seguindo o protocolo de análise descrito em McCune e Grace (2002), com auxílio do *software* PC-ORD (McCune e Mefford, 1999), sendo necessária a transformação em raiz quadrada da concentração de coliformes termotolerantes e o agrupamento da APP com as áreas de reflorestamento; ambas para atingir os pressupostos da análise.

O teste de Monte Carlo foi aplicado como alternativa para se proceder as inferências quando não se conhece a distribuição de amostras aleatórias de uma população ou parâmetro de interesse e observar o comportamento da estatística sobre as amostras e deste modo, avaliar o desempenho do teste, em diferentes condições da hipótese nula de normalidade (Cantelmo e Ferreira, 2007).

3. Resultados e Discussões

A elaboração de um mosaico de imagens disponibilizadas no *Google Earth* serviu para a classificação visual do uso e ocupação do solo, no município de Salto do Lontra / Pr. Com base nos resultados obtidos após o mapeamento, foram reconhecidas as áreas em termos quantitativos e qualitativos.

O mapeamento das áreas com cultura permanente e pastagem apresentou uma área de 12.439 hectares, ocorrendo em 39,75% da área de estudo. O uso do solo para cultivo das culturas temporárias ou anuais (milho, soja, fumo e olerícolas) representou uma área de 12.307 hectares e cobrem 39,33% da área do município. A quantificação das áreas com mata foi de 6.313 hectares, correspondendo a um percentual de 20,18% e a área urbana calculada em 2.32 hectares, representando menos de 1% da área total do município, concordando com os dados do Iparde (2012) na qual 99% da área municipal total é ocupada pelas áreas agrícolas.

A classificação visual (áreas/regiões) apresentou excelentes resultados em termos de quantificação da área total do município. Por meio da classificação visual, a quantificação da área total do município, obtida pelo mapeamento de uso e ocupação do solo, foi de 312,91 km². Esses resultados são semelhantes aos dados do Iparde (2012), em que o município de Salto do Lontra ocupa uma área de 312,99 km².

Na Figura 2, estão apresentados os resultados obtidos no mapeamento do uso e ocupação do solo no município.

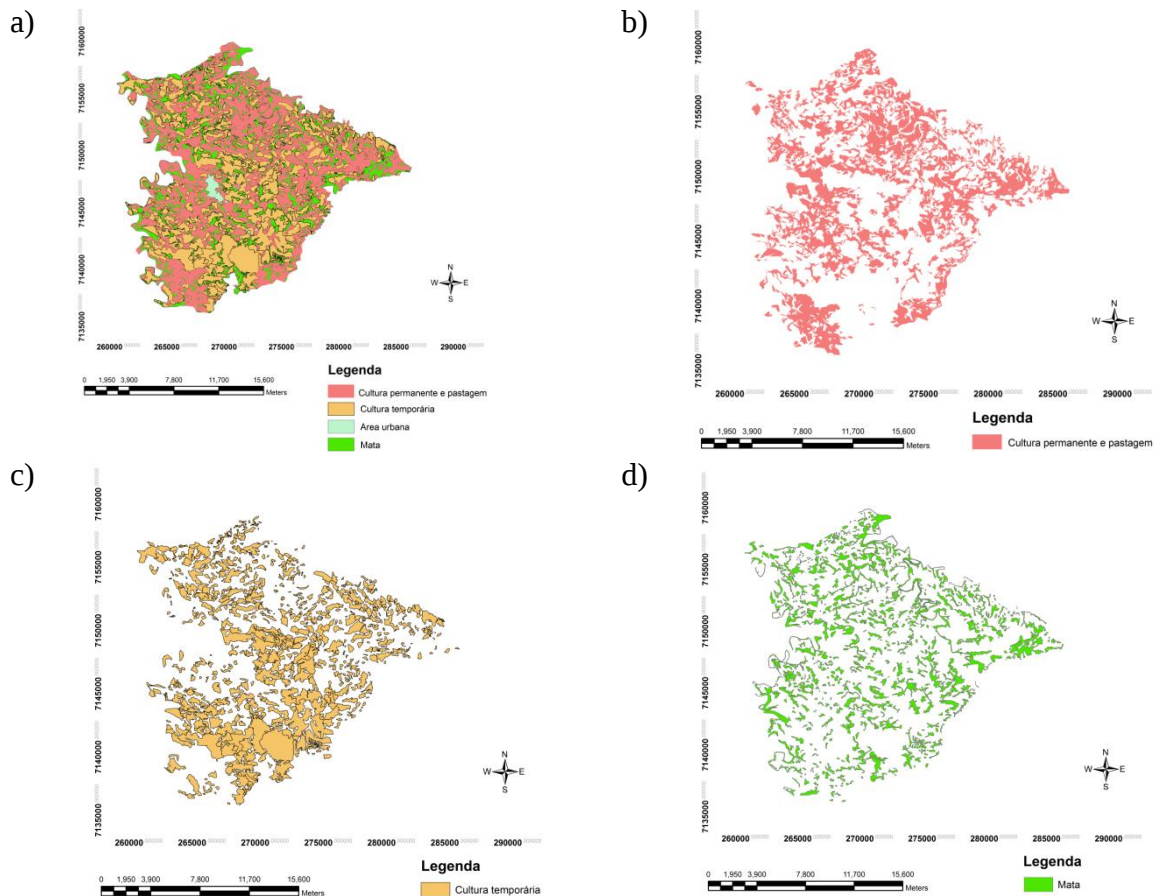


Figura 2. Caracterização do uso e ocupação do solo por interpretação visual na imagem de do *Google Earth* (a) com as respectivas classes para cultura permanente e pastagem (b) temporária (c) e mata (d).

Ressalta-se ainda o fato de que são consideradas as diferentes feições presentes na imagem na classificação visual, por meio do reconhecimento espectral dos alvos. Considera-se que a região em estudo seja caracterizada pela agricultura familiar, na qual, o uso e ocupação do solo apresentam alta heterogeneidade. A classificação visual da imagem apresenta inúmeras vantagens sobre o uso de classificadores, tendo em vista que a ocorrência de uma miscelânea nos valores de pixel pode dificultar a classificação da imagem por meio dos algoritmos de classificação em mapeamentos de uso e ocupação do solo em pequenas propriedades rurais (Amaral et al.; 2009; Mendonça et al. 2007).

Ao se admitir o fato de que os parâmetros de qualidade da água constituem as variáveis dependentes, que poderão ser influenciadas pelas características de uso e ocupação do solo, buscou-se a realização da análise multivariada dos dados, utilizando-se das técnicas de Análise de Componentes Principais e Análise Fatorial.

A análise de componentes principais é utilizada para a investigação das relações existentes em um conjunto de variáveis, em geral, correlacionadas, transformando-o em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas, denominadas de componentes principais e que explicam praticamente a mesma quantidade de informação das variáveis originais.

De modo geral, a ACP tem por objetivo reduzir o número de variáveis; melhorar a interpretação e analisar quais variáveis ou conjuntos de variáveis explicam a maior parte da variabilidade total. Assim, é revelado o tipo de relacionamento que existe entre elas (França, 2009).

Já a Análise Fatorial (AF) tem por objetivo reduzir a contribuição de variáveis menos significantes de modo a simplificar ainda mais a estrutura de dados provenientes da ACP.

A Análise dos Componentes Principais dos dados químicos, físicos e biológicos da água, analisados nos períodos 1 e 2 explicaram 53,27% da variação na qualidade da água entre as propriedades amostradas no município de Salto do Lontra-PR. Os valores fatoriais atribuídos a cada componente bem como o percentual da variância total explicado por cada componente, podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Autovalores e a variância explicada por cada valor numérico.

Valores Numéricos	Autovalores	Variância total %	Autovalores acumulados	% acumulados
1	2,456828	27,29808	2,456828	27,2981
2	1,207042	13,41158	3,663870	40,7097
3	1,130520	12,56134	4,794390	53,2710
4	1,086937	12,07708	5,881327	65,3481
5	0,938055	10,42283	6,819382	75,7709
6	0,662000	7,35555	7,481382	83,1265
7	0,592760	6,58622	8,074142	89,7127
8	0,531152	5,90169	8,605294	95,6144
9	0,394706	4,38563	9,000000	100,0000

Verifica-se que as três primeiras componentes explicam respectivamente: 27,29%; 13,41% e 12,56% da variância total dos dados, pois concentram, em três dimensões, 53,26% das informações constantes nas nove (9) dimensões anteriores. Para estimar os fatores, utilizou-se o método dos componentes principais, certificando-se da consistência da estrutura da análise fatorial por meio da medida de adequabilidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) para verificar a validade do emprego da Análise Fatorial, de modo que os valores iguais ou menores do que 0,5 indicam que a correlação é fraca entre as variáveis, já os valores acima de 0,5 indicam que os dados são suficientemente ligados para se proceder a análise e, portanto, considerados adequados.

Na Tabela 2, podem ser observados os valores dos pesos fatoriais para os componentes 1, 2 e 3. Esses expressam a relação entre fatores e variáveis e permitem a identificação das variáveis com maior inter-relação em cada eixo.

Tabela 2. Matriz de correlação entre as variáveis originais e as componentes principais

Variáveis	Fator 1	Fator 2	Fator 3
Fosfato	-0,422646	0,658437	-0,284972
Nitrato	-0,503046	-0,118402	-0,173321
Coliformes Termotolerantes	0,627965	0,159423	0,022197
pH	0,115238	0,134235	0,432078
Temperatura	0,833905	0,148539	0,071549
Turbidez	0,081913	-0,046287	-0,812159
CE	-0,614246	-0,153998	0,383295
Cloro	0,043737	-0,810763	-0,139529
Bicarbonato	-0,732260	0,103878	0,031355
% variância explicada	27,29808	13,41158	12,56134
% variância acumulada	27,29810	40,70970	53,27100

Dentre os parâmetros analisados, verificou-se que o Nitrato, os Coliformes termotolerantes, a temperatura, a condutividade elétrica e o bicarbonato foram os parâmetros

que melhor explicaram a variação espacial da qualidade da água bem como apresentaram as maiores correlações com o eixo principal. No eixo 1, a alta correlação positiva entre o parâmetro físico da temperatura e o parâmetro biológico dos coliformes termotolerantes se deve ao fato de que a atividade do grupo coliforme é diretamente influenciada pela temperatura. Logo, fica evidente que, na atividade biológica, os parâmetros de temperatura e coliformes estão diretamente relacionados.

A correlação da condutividade elétrica com a alcalinidade do bicarbonato era esperada, uma vez que a condutividade elétrica expressa a concentração dos íons em solução (Palacio et al., 2011); (Arraes et al., 2009). Já o elevado teor de nitrato nas águas pode ter sua origem em fertilizantes orgânicos (Leal et al., 2009); (Fravet et al. 2007) e (Andrade et al., 2007).

A Análise de Correspondência Canônica permite observar as relações multidimensionais lineares existentes entre dois grupos ou conjunto de variáveis ((Barnston e Smith, 1996; Brum et al., 2011) definidas como combinações lineares dos valores em cada um dos conjuntos (Ferreira et al., 2006).

O conhecimento da associação linear entre grupos de variáveis permite selecionar as variáveis mais significativas na obtenção da resposta estudada e deste modo identificar as relações entre as variáveis de estudo. Neste sentido, a análise de correspondência canônica foi escolhida para estudar a possível relação entre o uso e ocupação do solo e a qualidade da água (Donadio et al., 2005).

A partir das correlações canônicas realizadas, identificaram-se dois eixos de variação significativos (Teste de Monte Carlo: $p < 0,05$) entre as variáveis: uso e ocupação do solo e os parâmetros de qualidade da água. Isso indica que os grupos considerados não são independentes e que há uma relação linear entre eles, conforme ilustra a figura 3 na qual estão representadas as ordenações dos parâmetros de qualidade da água e de uso e ocupação do solo nas 57 propriedades rurais nos dois períodos anuais distintos de precipitação.

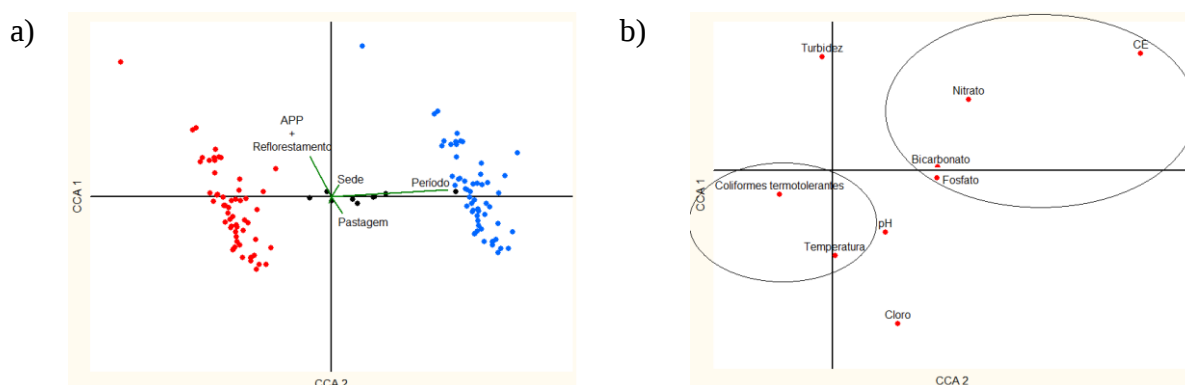


Figura 3. Ordenação resultante da análise de correspondência canônica (CCA) para os locais, nos períodos 1 e 2 (pontos azuis para o período 1 e pontos vermelhos para o período 2), usos do solo (linhas) e variáveis de qualidade de água (pontos pretos) (a) com ampliação da região das variáveis de qualidade de água (b).

O primeiro eixo explicou 12% da variabilidade contida na qualidade de água e se apresentou positivamente relacionada aos períodos distintos de precipitação. No período 2, caracterizado pela menor precipitação foram observados os maiores valores de condutividade elétrica, nitrato, bicarbonato e fosfato, enquanto que no período 1, de maior precipitação, água esteve mais quente, conforme evidenciado pelos dados de temperatura da água, aumentando a concentração de coliformes termotolerantes. O segundo eixo explicou apenas 2,5% da variabilidade e se apresentou positivamente relacionado com o percentual da cobertura de APP e reflorestamento, tendo influência positiva sobre a turbidez e condutividade elétrica, mas negativa em relação ao cloro.

4. Conclusões

A classificação visual permitiu o reconhecimento das classes de uso e ocupação do solo por meio do mapeamento realizado.

As técnicas de estatística multivariada por Análise de Componentes Principais e a Análise Fatorial permitiu identificar as variáveis mais relevantes na avaliação da qualidade da água de irrigação, bem como a relação existente entre elas, quando correlacionadas as áreas de preservação permanente nos dois períodos avaliados.

A Análise de Correspondência Canônica identificou dois eixos de variação significativos para explicar a relação da variação na qualidade da água relacionada ao uso e ocupação do solo. Sendo que o primeiro eixo se apresentou positivamente relacionado aos períodos distintos de precipitação com maiores valores de condutividade elétrica, nitrato, bicarbonato e fosfato no período de menor precipitação e no período de maior precipitação foram observados aumento na temperatura da água e na atividade dos Coliformes Termotolerantes. O segundo eixo relacionado ao com as áreas de preservação permanente e áreas de reflorestamento, tendo sido identificada influência positiva sobre os parâmetros de turbidez e condutividade elétrica.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação Araucária e CNPq pelo auxílio financeiro.

Referências Bibliográficas

Amaral, M. V.; Souza, A. L.; Soares, V. P.; Soares, C. P. B.; Leite, H. G.; Martins, S. V.; Fernandes Filho, E. I.; Lana, J. M. Avaliação e compação de métodos de classificação de imagens de satélites para o mapeamento de estádios de sucessão florestal. **Revista Árvore**. Viçosa: Minas Gerais, v. 33, p. 575-582, 2009.

Andrade, E. M.; Araújo, L. F. P.; Rosa, M. F.; Diney, W.; Alves, A. B. Seleção dos indicadores da qualidade das águas superficiais pelo emprego da Análise Multivariada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.683-690, 2007.

American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20 ed. Washington: APHA, 937p.,1998.

Arraes, F. D. D.; Andrade, E. M.; Palácio, H. A. Q.; Frota, J. I. J.; Santos, J. C. N. Identificação dos íons determinantes da condutividade elétrica nas águas superficiais da Bacia do Curu, Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, p.346-355, 2009.

Ayers, R. S; Westcot, D. N. (ORG) FAO – Organização das Nações Unidas para a Agricultura e alimentação. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande – PB: UFPB, (Estudos FAO irrigação e drenagem, n.29, revisado). 218 p. 1994.

Barnston, A. G.; Smith, T. M.; Specification and prediction of global surface temperature and precipitation from global SST using CCA. **Journal of Climate**, 9: p. 660-2697, 1996.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário oficial da União, 18 de março de 2005.

BRASIL. Instituto das Águas do Paraná. Mapeamento da qualidade das águas. Disponível em: www.suderhsa.pr.gov.br. Acesso em 27. out. 2012.

Brum, B.; Lopes, S. J.; Storck, L.; Lúcio, A. D.; Oliveira, P. H.; Milani, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. **Revista Ciência Rural**, v. 41, n. 3, p. 404-411, 2011.

Cantelmo, N. F.; Ferrerira, D. F. Desempenho de testes de normalidade multivariados avaliado por simulação Monte Carlo. **Revista Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 31, n.6, p. 1630-1636, 2007.

Corseuil, C. W.; Libos, N. C.; Fuzinatto, C. F.; Pinto, C. R. S. C. Distribuição espacial do índice de qualidade da água e a relação com o uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Raton. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2009, Natal. **Anais ...** Florianópolis, INPE, 2007. **Anais ...** Natal: INPE, 2009. Artigos. p. 3673-3680. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.11.21/doc/3673-3680.pdf>> Acesso em: 27 out. 2012.

Donadio, N. M. M.; Galbiatti, J. A.; de Paula, R. C. Qualidade da água de nascentes com diferentes usos do solo na Bacia Hidrográfica do Córrego Rico, São Paulo, Brasil. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.115-125, 2005.

Ferreira, D. B.; Mello, L. T. A.; Lucio, P. S.; Fortes, L. T. G.; Balbino, H. T.; Salvador, M. A.; Santos, L. A. R.; Silva, F. D. S. Análise da influência da variabilidade da temperatura da superfície do mar sobre a produtividade de soja no estado do Paraná utilizando o “Climate Predictability Tool”. In: XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBMET), Florianópolis - SC, 2006. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbm-files/14-aa9870b102e3e1885dd12c0281e730c0.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2012.

França, M. S. Análise estatística multivariada dos dados de monitoramento de qualidade de água da bacia do Alto Iguaçu: Uma ferramenta para a gestão de recursos hídricos. 2009. 150f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

Fravet, A. M. M. F.; Cruz, R. L. Qualidade da água utilizada para irrigação de hortaliças na região de Botucatu-SP. **Revista Irriga**, n.2, p.144-155, 2007.

Ipardes: Instituto paranaense de desenvolvimento econômico e social. Caderno estatístico do município de Salto do Lontra. Dezembro, 2012. Disponível em: www.ipardes.gov.br. Acesso em: 20 out. 2012.

Leal, C. M.; Andrade-Junior, A. S.; Souza, V. F. Silva, E. F. F.; Bastos, E. A. Qualidade da água subterrânea para fins de irrigação na microrregião de Teresina, Piauí. **Revista Irriga**, v. 14, n. 3, p.276-288, 2009.

Lopes, F. W. A.; Dutra, G. C.; Pereira, J. A. A.; De Carvalho, L. M. T. Avaliação da influência de áreas de solo exposto sobre a qualidade das águas do Ribeirão de Carrancas-MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2007. **Anais...** Florianópolis, INPE, 2007. Artigos, p. 3421-3428, 2007. CD-ROM, On-line. Disponível em: < <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.15.23.58/doc/3421-3428.pdf>> Acesso em: 20 out. 2012.

Mccune, B.; Grace, J. B. **Analysis of Ecological Communities**. MjM Software Design, Gleneden Beach, Oregon, USA. 304 p., 2002.

Mccune, B.; Mefford, M. J. **Multivariate analysis of ecological data**. Version 4.10 MjM Software Design. Gleneden Beach, Oregon, 1999.

Mendonça, L. E. R.; Soares, V. P.; Gleriani, J. M.; Ribeiro, G. A.; Ribeiro, C. A. A. R. Mapeamento do uso da terra baseado em imagem Ikonos II com a utilização de algoritmos classificadores por pixels e por regiões. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, INPE, 2007. Artigos. p. 603-610, 2007. CD-ROM, On-line. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006>>. Acesso em: 27 out. 2012.

Prado, R. B.; Novo, E. M. L. Aplicação de geotecnologias na modelagem do potencial poluidor das sub-bacias de contribuição para o reservatório de Barra Bonita – SP relacionado à qualidade da água. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. Artigos, p. 3253-3260. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em: <<http://urlib.net/rep/ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.14.07.38>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

Ripa, M. N.; Leone, A.; Garnier, M.; Lo Porto, A. **Agricultural land use and best management practices to control nonpoint water pollution**. Environmental Management, 2006.