

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

**CLASSIFICAÇÃO DIGITAL PELO ALGORÍTMO DA MÁXIMA
VEROSSIMILHANÇA DE DUAS UNIDADES DE PAISAGEM
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITANGUI/PR**

Carla Eva Prichoa, Selma Regina Aranha Ribeiro e Pedro Molina Holgado

Boletim Gaúcho de Geografia, 41: 280-293 , jan, 2014.

Versão online disponível em:

<http://www.seer.ufrgs.br/index.php/bgg/article/view/42621>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - jan, 2014.

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

CLASSIFICAÇÃO DIGITAL PELO ALGORÍTMO DA MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA DE DUAS UNIDADES DE PAISAGEM DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PITANGUI/PR ¹

CARLA EVA PRICHOA ²

SELMA REGINA ARANHA RIBEIRO ³

PEDRO MOLINA HOLGADO ⁴

RESUMO

Cada paisagem apresenta sua singularidade estrutural e funcional, principalmente quando está inserida em espaços cujas dinâmicas de usos apresentam diferenças significativas. Ao interpretar uma paisagem deve-se compreender que ela é resultante da relação múltipla entre sociedade e natureza, nas quais ambas são consideradas um conjunto de elementos que interagem entre si. Neste sentido, técnicas de Sensoriamento Remoto colaboram para compreensão do uso e ocupação do solo atual que pode ser indicativo desta interação dos elementos da paisagem. Esta pesquisa foi desenvolvida utilizando classificação supervisionada MAXVER, voltada para o reconhecimento de padrões de uso e ocupação de duas unidades de paisagem pertencentes à bacia hidrográfica do rio Pitangui, a qual abrange os municípios de Castro, Carambeí e Ponta Grossa, localizados a centro-leste do Estado do Paraná. O estudo envolveu a utilização de cenas de imagem orbital do Sensor Landsat 5 TM, as quais forneceram visão global, particular das unidades e os valores de refletância dos alvos nelas contidos. Constatou-se mediante a MAXVER que ambas as unidades de paisagem possuem classes de uso e ocupação distintas comprovando-se mediante análise em campo. As categorias de uso foram classificadas como: agricultura, solo exposto, floresta, corpos d'água, área urbana e sombra. Nota-se que a primeira unidade de paisagem apresenta a categoria agricultura distribuída sob a área em glebas menores. Em contra-

1 Este artigo é parte de um estudo mais abrangente (Dissertação de Mestrado), dessa forma, os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo subsídio financeiro o qual possibilitou o desenvolvimento da pesquisa.

2 Geógrafa; Doutoranda da Universidade Autónoma de Madri - UAM - Programa de Doutorado Pleno no Exterior/CAPES; Endereço: Calle Maria Barrientos, 8 piso 5 porta 1, CEP: 28021, Madrid- Espanha; Email: cprichoa@yahoo.com.br

3 Dra.; Ciências Geodésicas; Professora do Departamento de Geociência da Universidade Estadual de Ponta Grossa, UEPG; Endereço: Rua Riachuelo, 570 ap 31 , CEP: 84230010, Ponta Grossa, Paraná, Brasil; Email: selmar.aranha@gmail.com

4 Dr.; Geógrafo; Professor do Departamento de Geografia da Universidade Autónoma de Madri, UAM; Endereço: Ciudad Universitaria de Cantoblanco, 28049, Madrid, España; Email: pedro.molina@uam.es

partida, na segunda unidade de paisagem a classe agricultura é aproveitada de maneira mais intensa e apresentando glebas maiores. Tais características possuem influência do relevo local, onde a altimetria associada a declividade proporcionam maior ou menor aproveitamento das áreas pela agricultura e urbanização, bem como pelas porções de floresta existentes principalmente na primeira unidade de paisagem.

Palavras-chave: Paisagem. Classificação Supervisionada MAXVER. Sistemas de Informação Geográfica-SIG. Sensoriamento Remoto-SR.

INTRODUÇÃO

A caracterização e o reconhecimento de paisagens, suas formas e peculiaridades tornam-se, nesta década, um desafio e uma necessidade para a humanidade. Sua identificação e diferenciação envolvem fatores muitas vezes complexos, associados aos distintos processos e dinâmicas de formação. O termo paisagem associa-se às configurações concretas que adquirem os espaços e os elementos geográficos, bem como às formas materiais resultantes de processos territoriais, ou seja, a manifestação morfológica e fisionômica de uma paisagem é produzida pela associação de evoluções naturais com um suceder histórico.

Para separar e identificar os objetos na superfície terrestre um dos métodos mais indicados é a Classificação de Imagens Digitais, uma vez que os objetos são detectados pelos sensores dos satélites, onde, cada pixel ou região presente na imagem digital é associado a uma determinada classe que descreve um determinado tipo de cobertura e uso no terreno.

Existem diferentes classificadores para identificar os usos e tipos de solo, destacando-se, assim, os métodos de classificação digital supervisionada, como: o Método do Paralelepípedo, o Método da Distância Mínima e o Método da Máxima Verossimilhança (GONZALES; WOODS, 2002; RICHARDS; JIA, 2006; CENTENO, 2009).

Nesta pesquisa, por se tratar de uma imagem orbital de média resolução (30 metros) do sensor Landsat 5 TM recorreu-se ao uso do Método da Verossimilhança (MAXVER), pois, além da seleção da técnica por ser um modelo estatístico robusto que utiliza da probabilidade de ocorrência da classe pertencente a imagem, ou, do pixel pertencer a classe adequada, é imprescindível a validação com os dados coletados em campo para obter acurácia confiável (LIU, 2006).

Este processo realiza a identificação das feições presentes na imagem de acordo com o objetivo proposto para a classificação, havendo intervenção do usuário no âmbito de definir as classes desejadas e apresentar as amostras de treinamento representativas destas classes (CENTENO, 2009).

Estudo apresentando comparação entre resultados de classificação

usando o método estatístico da MAXVER e o algoritmo das Redes Neurais (RN) comprovou que, os métodos estatísticos, como MAXVER, requerem um maior número de amostras para calcular uma estimativa confiável dos parâmetros da distribuição das classes (RIBEIRO e CENTENO, 2002).

As amostras de treinamento devem ser representativas, ou seja, devem abranger uma quantidade adequada de pixels, bem distribuídos na imagem, considerando as diversas maneiras em que cada classe se apresenta na imagem. O Classificador de Máxima Verossimilhança (*MLC - Maximum Likelihood Classifier*) usa um pixel associado com um vetor X que define os atributos observados (LIU, 2006). As classificações com base no pixel são realizadas a partir de seus valores digitais ou *Digital Number (DN)*, determinando a relação entre os valores dos pixels e as feições mapeadas (CENTENO, 2009). Cada pixel no conjunto de dados é comparado numericamente com cada categoria da chave de interpretação e classificada com o nome da categoria mais semelhante (LILLESAND et al, 2007).

A habilidade em produzir classificações digitais da cobertura do solo pode estar excedendo a capacidade de quantificar significativamente sua acurácia. Para Lillesand et al. (2007) este problema, algumas vezes, impossibilita a aplicação de técnicas automáticas de classificação da cobertura da terra, mesmo quando seus custos são mais favoráveis se comparados com outras técnicas mais tradicionais, pois sua classificação não é completa até que a acurácia seja avaliada. Neste sentido, é fundamental que se adquira amostras de treinamento significativas de alvos distintos por toda a imagem, para diminuir a confusão entre as classes e poder avaliar erros recorrentes e consequentemente validação a campo.

Recorre-se a Matriz de Confusão ou tabela de contingência, para comparar classe por classe e verificar os dados de referência com os resultados correspondentes da classificação automática.

São encontrados dois tipos principais de erros em uma classificação: os erros de omissão e os erros de comissão. Os erros de omissão são pixels de uma determinada classe que foram classificados como sendo de outra, ou seja, foram omitidos da classe. Já os erros de comissão correspondem aos pixels que, sendo na realidade de outra classe, foram incluídos na classe considerada (CENTENO 2003).

Outra medida descritiva que pode ser obtida a partir da matriz de erros é a acurácia do produtor e do usuário. Tais medidas são descritas do seguinte modo: a acurácia do produtor está relacionada aos erros de omissão, ou seja, é a razão entre pixels classificados corretamente em cada classe e o número real de pixels naquela classe. Já a acurácia do usuário está relacionada aos erros de comissão, ou de acordo com a razão entre os pixels classificados corretamente em cada classe e o número total de pixels classificados naquela classe. A acurácia geral é calculada dividindo-se o número de pixels classificados corretamente pelo número total de pixels (LILLESAND et al, 2007).

Para medir a diferença entre o mapa temático produzido e um mapa temático completamente aleatório aplica-se o coeficiente *Kappa*. O valor do coeficiente *Kappa* pode variar de 0 a 1, na qual o número 1 indica que a imagem classificada encontra-se em concordância com o mapa de referência, já o número zero indica o inverso (CENTENO, 2003).

O termo “paisagem”, ou “unidade de paisagem” é contextualizado sob experiências de autores como: Forman, (1995); Forman e Godron, (1986); Turner; Gardner e O’Neill, (2001); Burel e Baudry, (2002), os quais percebem suas estruturas e padrões espaciais como manifestações espaciais/temporais de processos que ocorrem em diferentes escalas, influenciando o desenvolvimento de novos padrões e/ou estruturas paisagísticas, sobretudo, influenciadas pelos elementos dominantes do espaço.

Executa-se a análise visual das cenas e/ou de agentes formadores da paisagem de maneira qualitativa, na medida em que se observa e identificam as feições morfológicas do terreno, utilizando para isso os elementos de interpretação que são encontrados na imagem ou cena. E isso não se restringe apenas às propriedades espectrais armazenadas sob a forma de valores digitais em cada pixel. (CENTENO, 2003). Podem ser explorados os aspectos ligados à textura e à forma dos objetos, bem como a associação espacial entre os objetos que compõem a cena.

A existência de grandes unidades de paisagem é manifestada na sua fisionomia, porém, as unidades menores que a formam podem ser individualizadas a partir de análises das inter-relações dos elementos do meio (MOLINA, 1992).

Salienta-se que para análises qualitativas, como nesta pesquisa, o emprego do SIG - Sistemas de Informação Geográfica - constitui-se numa ferramenta para o reconhecimento de determinada área dentro de uma bacia hidrográfica, possibilitando seu manejo e gerenciamento, pois a divisão da bacia hidrográfica em segmentos pode servir como diretriz para a coleta de dados bem como para aplicabilidade dos resultados (PRICHOA, 2012).

No entanto, o desafio do SIG é que sua utilização não seja somente para documentar (estatisticamente) a situação atual, mas, utilizar sua funcionalidade analítica e modeladora para fomentar um gerenciamento pró-ativo, com visão e planejamento para o futuro de fatos ambientais por meio de métodos modernos da área de modelagem, técnica de cenários e de observação constante, (LANG e BLASCHKE, 2009).

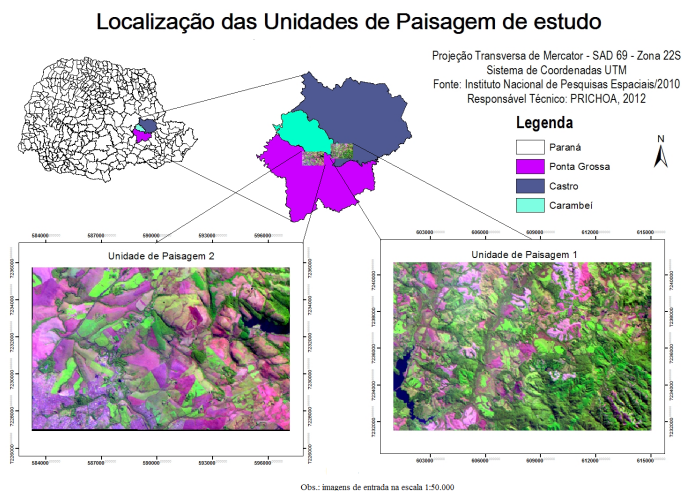
Neste sentido, o objetivo deste estudo visa a classificação do uso e ocupação atual (2010) de duas unidades de paisagem localizadas na bacia hidrográfica do rio Pitangui/PR utilizando o método MAXVER.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a elaboração deste estudo recorreu-se aos seguintes arquivos digitais: Carta topográfica de Ponta Grossa – PR, SG 22-X-C-II/2 (2005) na escala 1:50.000, imagem orbital sensor Landsat 5 TM (órbitas 221/222 e pontos 69/70 de 09/2010), com resolução espacial de 30 metros e 6 bandas espectrais, disponibilizada gratuitamente pelo site do INPE⁵, curvas de Nível com equidistância de 20m no formato DWG e ortoimagem oriunda do Sensor SPOT 5 (2005), com resolução espacial de 5 metros, ambos materiais cedidos pelo Paranacidade (SEDU-PR). Os processamentos foram realizados nos softwares: *ARCGIS 9.3* e *ENVI 4.4*.

As unidades de paisagem selecionadas para esta pesquisa possuem aproximadamente 127,7 km² cada uma e estão localizadas na bacia hidrográfica do rio Pitanguí, a centro-leste do Estado do Paraná a qual possui uma área de 927, 3 km². A primeira unidade configura-se no Primeiro Planalto Paranaense (PPP) entre as coordenadas médias 600 987m E e 7 240 620m N a 614 973m E e 7 231 568m N, abrangendo os municípios de Ponta Grossa, Castro e Carambeí. A segunda unidade situa-se entre as coordenadas médias aproximadas 584 013m E e 7 234 039m N a 593 981m E e 7 228 036m N e abrange parte da Escarpa Devoniana (ED) e Segundo Planalto Paranaense (SPP) no município de Ponta Grossa (Figura 1). O posicionamento das unidades foi o ponto decisivo para a escolha, uma vez que o relevo do estado propõe um escalonamento sentido oeste, configurando heterogeneamente cada espaço local.

Figura 01: Localização das unidades de estudo



A região pertencente às unidades de estudo é composta por rochas sedimentares expostas pelo soerguimento e erosão do terreno (MELO et al., 2010), representa a transição entre o Primeiro e o Segundo Planalto Paraense. Caracteriza-se por uma região ecotonal, onde a vegetação do PPP, pertencente à zona fitoecológica Floresta Ombrófila Mista Montana forma um mosaico climático-edáfico com a Estepe Gramíneo-Lenhosa do SPP (VELOSO, RANGEL FILHO; LIMA, 1991).

Predominam Cambissolos Háplicos e Neossolos Litólicos formados sobre o arenito da Formação Furnas, o qual origina solos rasos, arenosos e bastante suscetíveis a processos erosivos (EMBRAPA, 2002). O clima na região da bacia do rio Pitangui é do tipo Cfb da classificação de Koeppen (MAACK, 2002). A temperatura média anual está entre 16°C e 22°C e os ventos têm predominância NE no verão e NW no inverno (CRUZ, 2007). A precipitação média anual situa-se entre 1.400mm e 1.800mm, sendo o período mais seco de junho a agosto e período mais chuvoso de dezembro a fevereiro.

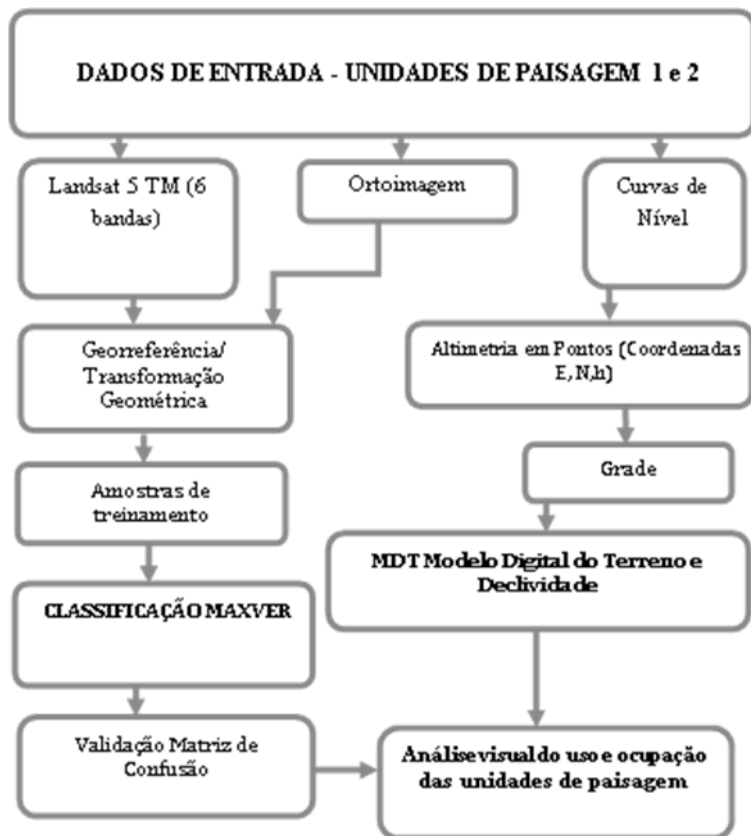
Para o desenvolvimento da pesquisa foram necessários processamentos preliminares no *software ENVI 4.4* e *ArcGis 9.3*, conforme mostram as etapas na Figura 2: primeiramente realizou-se a correção geométrica da imagem orbital do sensor Landsat 5 TM pela transformação geométrica com 20 pontos de controle e notáveis, com o apoio da ortoimagem e da carta topográfica obtendo-se o erro médio quadrático adequado e compatível com a resolução espacial da imagem Landsat 5 TM (30m). Em seguida, realizou-se a coleta das amostras de treinamento para elaboração da classificação supervisionada da imagem digital quanto ao uso e ocupação do solo, pelo algoritmo de Máxima Verossimilhança. As curvas de nível foram utilizadas para o processamento do Modelo Digital do Terreno (MDT) e a Declividade, servindo como suporte para a análise MAXVER.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a interpretação das classes recorreu-se à observação simultânea dos elementos básicos de reconhecimento da fotointerpretação ou classificação qualitativa, como tonalidade, cor, textura, forma, tamanho, padrão, sombra, dados altimétricos, e, posteriormente comprovando-se a campo.

Mediante classificação visual ou qualitativa, foram gerados os mapas de uso e ocupação de ambas as unidades de paisagem e que estão exibidos nas Figuras 03 e 06. Os MDT's (Figuras 04 e 07) e as imagens representando o Gradiente de Encosta (Figuras 05 e 08) foram o suporte para análise MAXVER no sentido de aferir as classes, uma vez que as altitudes e declividades variam constantemente, influenciando o aproveitamento dos espaços.

Os mapas temáticos representando o uso e ocupação do solo atual (Figuras 03 e 06) foram elaborados utilizando as classes de acordo com o manual do IBGE: solo exposto, floresta, agricultura, corpo d'água área urbana e sombra.



O resultado apresentado pela primeira unidade de paisagem exibido na Figura 03 identificou porção expressiva de “floresta”, principalmente nas regiões norte-sudeste, leste-sudeste e centro-oeste. Estas porções são as que apresentam as maiores altitudes como nota-se no MDT da Figura 04 e maiores declividades (20% a 40%), conforme a Figura 05, justificando assim o menor aproveitamento do solo. A classe “agricultura” é percebida em grande quantidade nesta área, menos nas regiões supracitadas. Percebe-se nesta unidade de paisagem parte da Represa Alagados (sudoeste), tendo como contribuintes, além do Rio Pitangui o Rio Jotuba que apresentam em suas zonas ripárias remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, bem como de estepes. Nesta análise adotou-se a classe “sombra”, uma vez que, sua tonalidade ao fazer-se a coleta das amostras, era confundida com os corpos hídricos, divergindo os resultados quando feitos testes de erros. Contudo, após sua inserção, o resultado da matriz de confusão gerou índice de 94% de

acuracidade e o índice *Kappa* de 0,93, aferindo concordância da unidade de paisagem com a realidade.

Figura 03: Uso atual do solo - unidade de paisagem 1

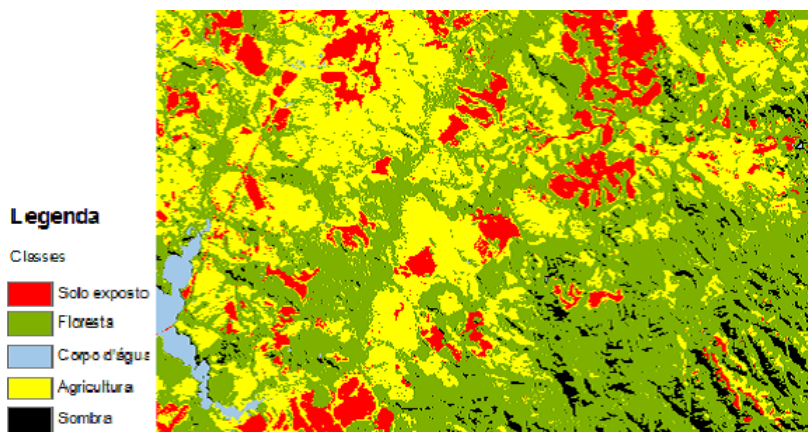
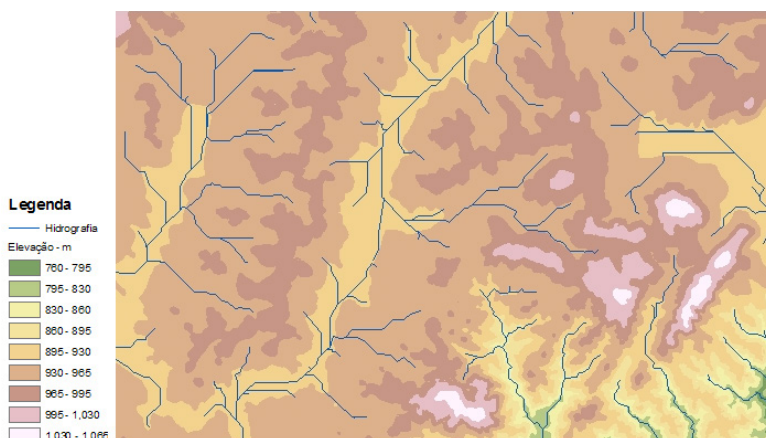
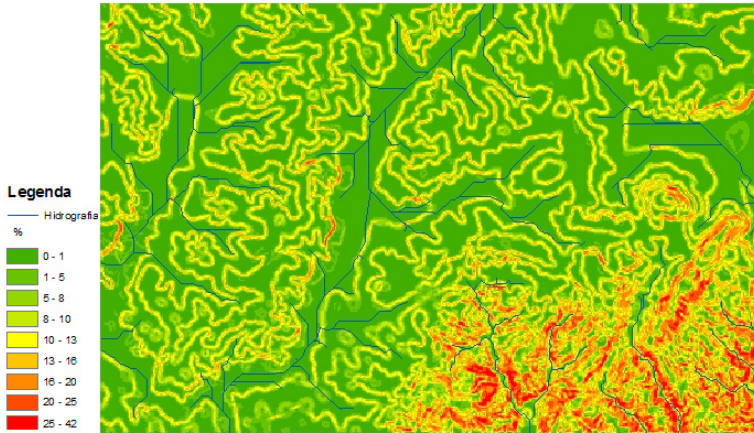


Figura 04: Modelo Digital do Terreno unidade 1



Na segunda unidade de paisagem apresentada na Figura 06 puderam ser comprovados os resultados realizados pela matriz de confusão, a qual mostrou índice de acuracidade de 88%, denotando que houve um erro de omissão, principalmente na classe caracterizada como “urbana” a qual apresentou pixels similares aos da classe “solo exposto”. O índice *Kappa* apontou uma acuracidade de 0,86, o qual indica que a imagem obteve concordância na classificação.



A classificação MAXVER apresenta heterogeneidade tanto nas características físicas quanto nas de uso e ocupação entre as duas unidades estudadas, pois percebe-se na segunda unidade exibida na Figura 06 que a categoria agricultura ocupa maior área, inclusive, nas regiões que se apresentam mais elevadas, porém, topograficamente mais suaves. Estas regiões podem ser conferidas na Figura 07 (MDT) como as porções: norte, nordeste, sudeste e pela porção urbana do município de Ponta Grossa à sudoeste da cena. Nota-se, também declividades elevadas (Figura 08) nas porções norte-nordeste, centro-leste e leste, porém, com ocupação maior pela agricultura. Verifica-se nesta área menor quantidade de vegetação, sobretudo, nas áreas ribeirinhas, condicionadas, sobretudo pela ocupação antrópica e suas inter-relações. Tais características podem influenciar, a médio prazo, mudanças físicas da paisagem ou até mesmo comprometer sua estrutura, uma vez que a intensidade do uso associa-se ao grau de manutenção dos recursos ambientais, considerando aspectos físicos, sociais e culturais.

A interpretação visual das imagens em conjunto mostra que se trata de unidades de paisagem com padrões físicos heterogêneos. Comprova-se ao cruzar as classes de declividades com os percentuais de altitude (Figuras 04 e 05), os quais mostraram que tanto nas porções elevadas como nas mais baixas da primeira unidade de paisagem ocorreram declividades elevadas. Esse perfil influencia num modelamento topográfico fortemente ondulado, observado, principalmente na porção sudeste da área (Figura 03). Tais características impulsionam para uma maior movimentação nessa região e um menor aproveitamento, uma vez que, o comprimento e a declividade das vertentes proporcionam o escoamento superficial, e, podem desencadear maior suscetibilidade litológica e erosão em alguns pontos. As perdas de terra crescem à medida que há aumento da inclinação das vertentes e do

escoamento superficial. (TAVARES; VITTE 1993). A segunda unidade de paisagem (Figuras 06, 07 e 08) apresenta maiores porções de área com elevação altimetria, porém, porções inferiores com graus de declives elevados. Neste caso, a variável altitude, pode não influenciar integralmente para o menor aproveitamento da área, uma vez que os terrenos que apresentam maior elevação possuem topografia suave o que influencia no menor escoamento superficial e por conseqüência maior aproveitamento, podendo apresentar usos diversos em regiões elevadas, conforme já mencionado anteriormente. Nota-se nesta unidade de paisagem aproveitamento por cultivares agrícolas em glebas maiores.

Figura 06 Uso atual do solo - unidade de paisagem 2

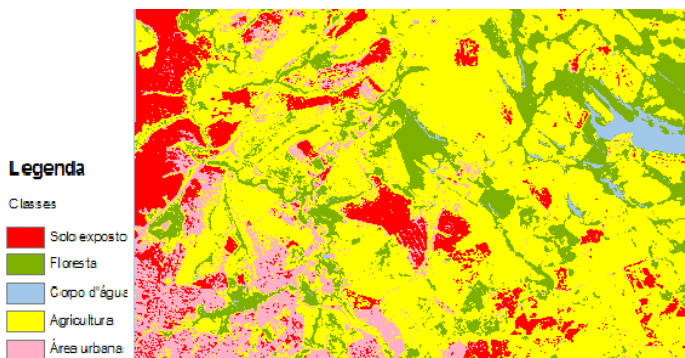
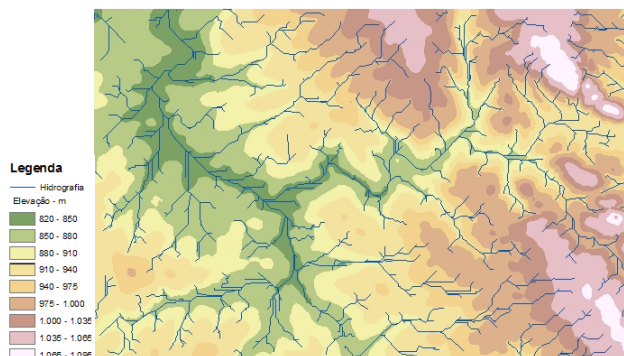
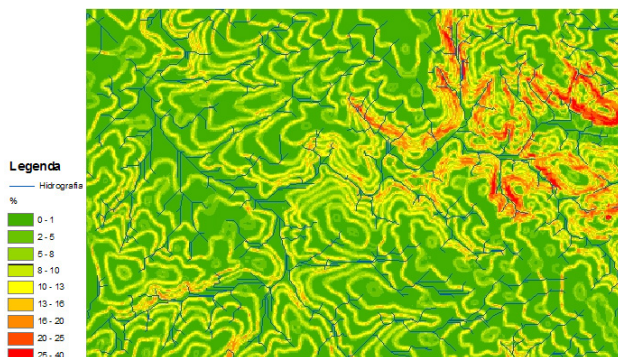


Figura 07: Modelo Digital do Terreno unidade 2





CONCLUSÕES

O relevo assume importância fundamental no processo de ocupação do espaço, fator que inclui as propriedades de suporte ou recurso, cujas formas ou modalidades de apropriação respondem pelo comportamento da paisagem e suas consequências. Neste sentido, o estudo do relevo é imprescindível para a análise geográfica, uma vez que atua como fator condicionante para outros componentes da paisagem e determinante para diversas atividades econômicas.

Com o estudo estatístico pôde-se concluir que numa unidade de paisagem, o fator que determina sua especificidade nem sempre é o mesmo, sua característica determinante pode estar relacionada às formas do relevo, à altitude, ao uso do solo, à vegetação, à urbanização, entre outros.

Para o reconhecimento e caracterização das unidades de paisagem desta pesquisa, julgou-se fundamental a utilização de técnicas ligadas às geotecnologias. O Sensoriamento Remoto (SR) proporcionou a aquisição dos dados sobre os objetos das imagens por meio da reflectância dos alvos contidos nas cenas das duas unidades e que mediante Processamento de Imagens Digitais (PDI) permitiram o reconhecimento dos padrões de uso e ocupação das unidades. A utilização de Sistema de Informação Geográfica (SIG) possibilitou organizar e manipular informações para a caracterização das unidades de estudo, facilitando a análise e compreensão dos objetos que compõem a paisagem.

Dessa forma, mediante o levantamento das classes de uso e ocupação presentes em ambas as unidades, contando com suporte do MDT e Declividade para cruzar com as classes encontradas e comprovando-se mediante análise em campo, o uso do solo atual (2010) apresentou as seguintes clas-

ses: agricultura, solo exposto, floresta, corpos d'água, área urbana e sombra.

Considera-se a Represa Alagados, inserida entre as unidades de paisagem desta pesquisa, como fator relevante nesta análise, uma vez que, ela exerce forte contribuição tanto para a caracterização física quanto de uso e ocupação percebidos não somente nas unidades delimitadas, mas na área total da bacia hidrográfica. É importante salientar que o relevo da região a qual pertencem as unidades de paisagem possui formas e estruturas que são consideradas singulares em relação a região geográfica do estado do Paraná, pois nesta região ocorre a transição do Primeiro e Segundo Planaltos Paranaense.

Portanto, em estudos relacionados às paisagens, sobretudo, de análises ambientais é salutar o emprego de técnicas voltadas às geotecnologias, uma vez que, permitem o levantamento e acompanhamento (atualização) das mudanças nas paisagens globais e locais, e possibilitam cada vez mais a otimização e adaptação de recursos atualizados para os diversos campos de pesquisas de levantamentos em gestão do território.

CLASIFICACIÓN DIGITAL POR ALGORÍTMO DE MÁXIMA VEROSIMILITUD DE DOS UNIDADES DE PAISAJE DE LA CUENCA VERTIENTE DEL RIO PITANGUI/PR

Resumen - Cada paisaje posee su singularidad estructural y funcional, especialmente cuando se incluye en espacios cuya dinámica presenta diferencias significativas. Para la interpretación de un paisaje debe entenderse que ella es resultado de la múltiple relación entre la sociedad y la naturaleza, en el que ambas son consideradas un conjunto de elementos que interactúan entre sí. En este sentido, técnicas de Percepción Remota colaboran para la comprensión del uso y ocupación del suelo ya que esta interacción puede ser indicativo de los elementos del paisaje. Esta investigación se desarrolló utilizando la Clasificación Supervisada MAXVER, que se centró en el reconocimiento de los patrones de uso y ocupación de dos unidades de paisaje que pertenecen a la cuenca del río Pitangui, que incorpora las ciudades de Castro, Carambeí y Ponta Grossa situadas en el centro-este de Paraná. El estudio incluyó el uso de escenas de imagen orbital del sensor Landsat 5 TM, que proporcionó visión global, las unidades privadas y los valores de reflectancia de los objetos contenidos en las escenas. Ha sido justificado por MAXVER que ambas unidades del paisaje poseen distintas clases de uso y ocupación, comprobadas en el análisis de campo. Las clases de uso se clasificaron en: agricultura, suelo expuesto, bosques, cuerpos de agua, área urbana y sombra. Se nota que la primera unidad del paisaje presenta usos intensos por la agricultura, pero en parcelas más pequeñas. La segunda unidad del paisaje se utiliza con más intensidad por la agricultura incluso en parcelas más grandes. Estos rasgos tienen influencia del relieve local, donde las cotas de altitud y pendiente proporcionan mayor uso de las áreas por la agricultura y la

urbanización, así como por las parcelas de bosques existentes, especialmente en la primera unidad de paisaje.

Palabras clave: Paisaje. Clasificación Supervisada MAXVER. Sistemas de Información Geográfica-GIS. Teledetección-SR.

REFERÊNCIAS

BUREL, F; BAUDRY, Y.J. **Ecologia Del Paisaje**. Madrid: Ediciones Mundi Prensa, 2002.

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento Remoto e Processamento de Imagens Digitais**. Departamento de Geomática, Curitiba: UFPR, 2003. 210 p.

_____. **Sensoriamento Remoto e Processamentos de Imagens digitais**, Curitiba: Ed. Curso de Pós Graduação em Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná. 2009. 219p.

CRUZ, G. C. F. Alguns aspectos do clima dos Campos Gerais. In: MELO, M.S.; MORO,R.S.; GUIMARÃES, G.B. (Eds.). **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Ed. UEPG, 2007. p. 59-72.

EMBRAPA/CNPS. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 9, 2002.

FORMAN, R.T.T. **Land Mosaics**. The ecology of landscapes and regions. Cambridge University Press, 1995.

FORMAN, R.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986. 620 p.

GONZALES, R.C.; WOODS, R.E. **Digital Image Processing**. Addison-Wesley Publishing Company, 2002. 630p.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução de Hermann Kux. SãoPaulo: Oficina de Textos, 2009.

LILLESAND, T. M., KIEFER, R.W., CHIPMAN, J.W. **Remote Sensing and Image Interpretation**: John Willy & Sons, Inc. 756 p.2007.

LIU, W.T.W. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Ed. UNIDERP, 2006.

MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba: Imprensa Oficial,2002.440p.

MELO, M. S. et al. Relevô e hidrografia dos Campos Gerais. In: MELO, M. S.; MORO, R. S.; GUIMARÃES, G. B. **Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná**. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2010. p. 49-58.

MOLINA, P. H., El paisaje natural en la confluencia de los ríos Jarama y Manzanares (Madrid). **Ería**. Departament de geografia de la Universidad de Oviedo.pg. 105-123. Oviedo, 1992.

PRICHOA, C. E. Estudo em duas unidades de paisagem da bacia hidrográfica do rio Pitangui/PR mediante estatística multivariada e análise orientada a objetos, **Dissertação (Mestrado)** Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2012.

RIBEIRO, S.R. A.; CENTENO, J. A. S. Clasificación del uso del suelo utilizando redes neurales y el algoritmo MAXVER. **Antofagasta- Chile**: Innovación, año 14, n.1, p. 55-60., 2002.

RICHARDS, J. A; JIA, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis – An Introduction**. 4. ed.Germany: Ed. Springer, 2006.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; ONEILL, R.V. **Landscape Ecology**. Theory and practice-pattern and process. New York: Springer, 2001.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L.; LIMA, J. C. A. **Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 123p. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/monografias/GEBIS%20-%20RJ/classificacaovegetal.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2012.SOUZA, M. A. A. de. **A Identidade da Metr pole**: a Verticaliza o de São Paulo. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1994.