



Fundamentação lógica para processamento digital de imagens para análise de uso e conflito em app's: aplicação com software excel[©]

Damáris Gonçalves Padilha¹, Mario Luiz Trevisan²

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM (damarispadilha@gmail.com)

²Departamento de Expressão Gráfica, UFSM (eletroduto@gmail.com)

Resumo

Ferramentas digitais e seus “geoprodutos” facilitam os estudos de monitoramento, análise e avaliação das áreas de interesse ambiental como, por exemplo, as áreas de preservação permanente (APP's). Entretanto, nem sempre essas operações estão claras aos iniciantes em geoprocessamento. Assim, o objetivo deste trabalho é demonstrar de forma simples, usando o software Excel[©], a fundamentação teórica na qual se baseia o processamento de imagens raster (matriciais), aplicando uma análise de uso e conflito das áreas de preservação permanente. A partir de um modelo hipotético de uma bacia hidrográfica, foram representados e processados os vários cruzamentos matriciais dos valores da análise. Partindo-se de um MNT onde cada célula representa uma altitude no terreno, foram geradas e classificadas as declividades acima de 45°. Essas classes, juntamente com a matriz das APP's dos cursos d'água, resultou no modelo matricial das APP's da bacia. Esse modelo foi cruzado com a matriz hipotética de uso e ocupação do solo, resultando no modelo matricial das áreas de conflito das APP's da bacia. Desta forma, o estudo de matrizes e o conhecimento das operações lógicas entre elas são fundamentais para a compreensão do uso de imagens rasterizadas para geoprocessamento, proporcionando melhor compreensão da lógica dessa técnica.

Palavras-chave: Geoprocessamento digital, Matrizes numéricas, Uso e conflito.

Área temática: Impactos ambientais

Abstract

Digital tools and their "geoproducts" facilitate the monitoring studies, analysis and evaluation of environmental interest areas as, e.g., the Permanent Preservation Areas (PPA). However, these operations are not always clear to GIS beginners. The objective of this study is to demonstrate in a simple way, using Excel software, the theoretical foundation on which is based the raster image processing (matrix), applying a usage and conflict analysis of the permanent preservation areas. From the hypothetical model of a watershed, were represented and processed the various matrix crossings of the analysis values. Starting from a digital elevation model where each cell represents an elevation in the field, were generated and classified the slope higher than 45° (degrees). These classes, together with the PPA matrix of the water courses, resulted in the PPA matrix model of the watershed. This model was crossed with the hypothetical matrix of land use and occupation, resulting in the conflict areas matrix model of the watershed's PPA. Thus, the study of matrix and the knowledge of logical operations between them are fundamental for understanding the use of raster images for GIS, providing a better comprehension of this technique's logic.

Keywords: Digital geoprocessing; Numerical matrixes; Use and conflict.

Theme area: Environmental Impacts



1. Considerações Iniciais

No momento em que cresce o uso de geotecnologias para o aprimoramento de estudos geográficos, crescem também as possíveis áreas de sua aplicação, fazendo com que os usuários (profissionais, pesquisadores ou acadêmicos) que desejam fazer uso dessa técnica estejam familiarizados com as informações e estruturas dos dados resultantes dessas ferramentas.

A área voltada aos estudos ambientais vem usufruindo destas ferramentas e dos seus “geoprodutos” de maneira positiva, uma vez que os mesmos facilitam os estudos de monitoramento, análise e avaliação das áreas de interesse ambiental como, por exemplo, as áreas de preservação permanente (APP's), ao mesmo tempo em que são capazes de associar economia e praticidade na obtenção dos resultados.

Para Nascimento et al. (2005), o monitoramento das áreas de preservação permanente tem sido um grande desafio sob o aspecto técnico e econômico, pois os critérios de delimitação com base na topografia exigem o envolvimento de pessoas especializadas e de informações detalhadas da unidade espacial em análise.

Estudos e monitoramentos das áreas de vegetação ripária são muito comuns na engenharia florestal, principalmente em nível de bacia hidrográfica pois, segundo Jacob (2001), as bacias hidrográficas apresentam-se como unidades fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos e para o planejamento ambiental, mostrando-se extremamente vulneráveis às atividades antrópicas.

As áreas de vegetação ripária, segundo Hinkel (2001), têm várias funções de proteção à bacia hidrográfica, entre elas, de reter os sedimentos e os nutrientes na floresta, o que contribui para a qualidade da água, que tem significativa associação às características químicas, físicas e biológicas, sendo esta qualidade, um reflexo do uso e manejo do solo da bacia hidrográfica. Apesar dessa importância, e de serem preservadas por lei, Vestena (2006) destaca que esse tipo de vegetação vem sendo alvo de pressões antrópicas, diante dos interesses conflitantes de uso e ocupação da terra.

Diversos trabalhos utilizando geotecnologias têm sido desenvolvidos com a finalidade de delimitar as áreas de preservação permanente e identificar a ocorrência de conflito de uso da terra (NASCIMENTO *et al*, 2005). No entanto – para o ensino do geoprocessamento, independentemente da área de aplicação – é importante que o usuário, neste caso o acadêmico, tenha uma visão clara e objetiva dos princípios em que se fundamenta a análise espacial e as possíveis estruturas dos dados resultantes desses processos.

Considerando-se uma primeira divisão de estruturas para mapeamento digital em i) vetoriais e ii) raster, essas últimas constituem-se de valores temáticos distribuídos em linhas e colunas. Isto é, para cada valor de intensidade do tema (valor do atributo temático) num intervalo digital, por exemplo, 0 a 255, têm-se dois outros valores referentes à sua posição no plano matricial. Quanto às estruturas vetoriais, elas não serão abordadas neste trabalho.

Para a compreensão de estruturas raster (ou matriz numérica), não é necessário que o usuário obtenha um software específico de geoprocessamento, sendo bastante para isso que a metodologia esteja fundamentada nos princípios em que as estruturas se referem. As operações entre matrizes de igual tamanho resultam em outras matrizes numericamente diferentes, as quais são fonte de novos dados cientificamente analisáveis, constituindo-se em valioso objeto de interpretação por parte do cientista.

Assim, o objetivo deste trabalho é demonstrar de forma simples, principalmente para iniciantes em geoprocessamento, usando o software Excel[®] para Windows, da Microsoft[®] (1985-2003), a fundamentação teórica na qual se baseia o processamento de imagens raster (matriciais), demonstrando de maneira prática uma análise de uso e conflito das áreas de preservação permanente. Inicialmente construiu-se um modelo matricial representante da área de uma bacia hidrográfica. Em seguida construiu-se um modelo hipotético de altitudes para se



obter as declividades e as classes de declividade. Finalmente foi feito o cruzamento com modelos – também hipotéticos – de uso e ocupação da terra, e de áreas de preservação permanente, calculando-se então os valores entre as células de cada modelo, resultando em uma matriz de uso e conflito das APP's.

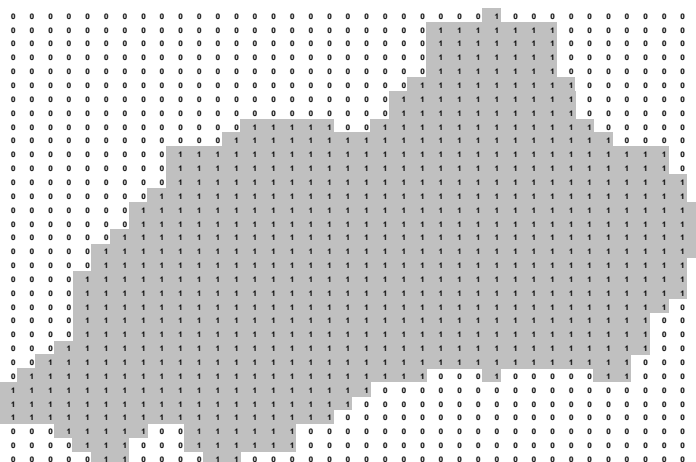
2. Desenvolvimento

2.1. Modelo hipotético de representação de uma bacia hidrográfica

Para este trabalho foi utilizado um modelo hipotético para representação de uma bacia hidrográfica, onde serão representados e processados os vários cruzamentos matriciais dos valores da análise. Considerou-se que cada célula seja a representação de um quadrado de 30 m de lado no terreno.

A figura 1 representa a área da bacia hipotética em modelo matricial booleano, onde foi atribuído o valor de zero aos pixels (célula) externos à área da bacia e o valor 1 (um) para os pixels que representam a área interna. Multiplicando-se essa matriz inicial por outra matriz de mesmo tamanho, as operações resultantes somente serão processadas em células com valor 1, anulando-se qualquer outra célula que não seja de interesse por estar fora dos limites da bacia. Em outras palavras, esse é o princípio da obtenção das máscaras matriciais.

Figura 1 – Modelo matricial booleano da bacia



2.2. Modelo numérico do terreno

A figura 2 representa parte do levantamento topográfico hipotético que resultou na matriz do modelo de altitudes da bacia (ou modelo numérico do terreno – MNT), necessária para a construção do modelo de declividades. Assim, cada célula possui o valor métrico médio do atributo de altitude.

Figura 2 – Matriz de altitudes do modelo numérico do terreno

80,2	85,3	100,0	109,0
81,7	87,2	103,2	111,1
82,5	86,6	92,1	106,4
83,8	83,1	89,1	93,7



2.3 Matriz de declividades

A partir do MNT obtém-se a matriz de declividades. A matriz de declividades é calculada por triangulação tridimensional entre células (pixels), direcionadas nas linhas, colunas e diagonais conforme descreve Trevisan *et al.* (2010) na Equação 01.

$$D = \frac{|h_i - h_{viz}|}{d_{i-viz}} \quad (\text{Equação 01})$$

sendo:

D – declividade (%)

h_i – altitude da célula i (m)

h_{viz} – altitude da célula vizinha à célula i (m)

d_{i-viz} – distância entre células vizinhas (m)

Neste trabalho os dados de declividades em graus para as soluções da Equação 1 foram convertidos para declividades em porcentagem, sendo que as variáveis foram calculadas pelas distâncias de centro a centro entre células adjacentes.

O exemplo da Figura 4 mostra as matrizes de declividades com valores em percentual (a) e em graus (b).

Figura 4 – a) Matriz de declividades (%); b) Matriz de declividades (graus)

17	49	30	30	7,65	22,05	13,50	13,50
18	53	39	42	8,10	23,85	17,55	18,90
14	22	48	48	6,30	9,90	21,60	21,60
7	21	41	42	3,15	9,45	18,45	18,90

(a) (b)

2.4. Matriz de classes de declividades

Com a matriz de declividades obtém-se a matriz de classes de declividade (Figura 5). Esta é uma codificação para intervalos de declividades. Dado o enfoque didático (simplificador) deste modelo hipotético, as classes de declividade foram ajustadas em quatro intervalos, procurando manter a discriminância entre elas, tendo sido adotado o intervalo de abrangência entre 0° e 45°, com divisão interna de 15°, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Codificação das classes de declividade

CLASSE DE DECLIVIDADE (Graus)	CÓDIGO
< 15	1
15 - 30	2
30 - 45	3
> 45	4

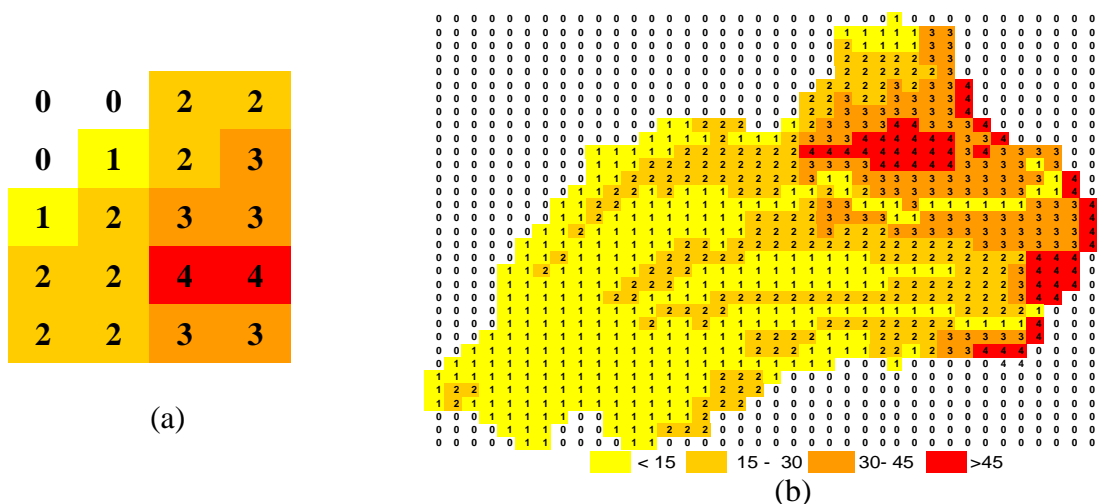
A partição da matriz de declividades em classes de declividade é obtida pela Equação 02 formulada com os recursos de função lógica “SE” do Excel[®].



$$fx = SE(ij=0;0;(SE(ij \leq 15;1;(SE(ij \leq 30;2;(SE(ij \leq 45;3;4)))))))))$$
 (Equação 02)
sendo: ij – valor da declividade em graus da célula cuja linha é i e a coluna é j

Esta equação faz a substituição do valor em graus da declividade lida na célula daquela matriz pelos códigos tabelados, obtendo-se a matriz de classes de declividade codificada (Figura 5).

Figura 5 – a) Matriz de classes de declividade codificada, b) Modelo matricial das classes de

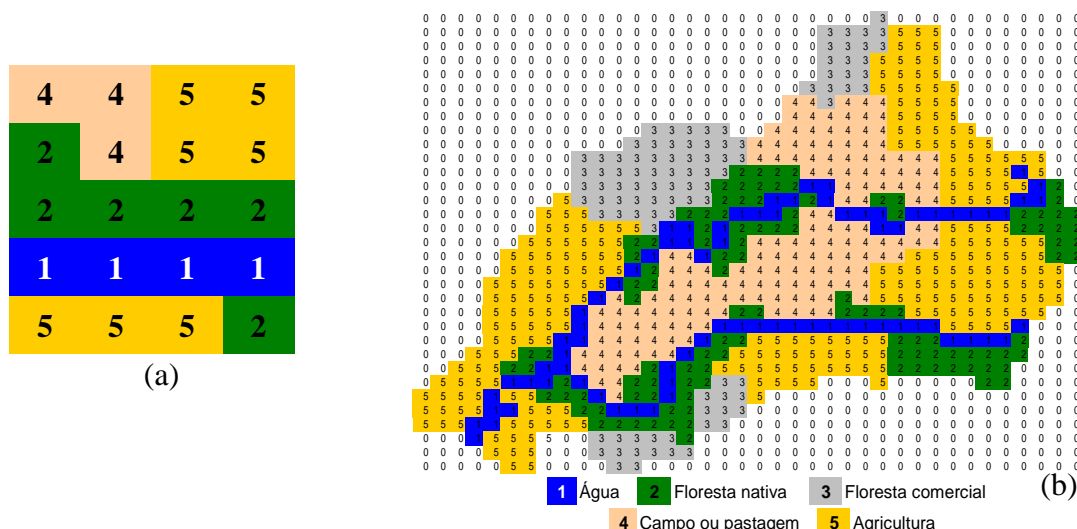


Fenômenos superficiais ocorridos por gravidade são responsáveis por muitas alterações no solo. Combinações de solos descobertos ou de fácil desagregação com declividades acentuadas são responsáveis por transporte de elevados volumes de solo conforme a intensidade das chuvas. Desta forma, é necessário ter-se um mapa matricial de uso e ocupação da terra, codificado com o mesmo número e posicionamento de células para se efetuar um cruzamento entre as matrizes.

2.5 Matriz de uso e ocupação da terra (hipotético)

A matriz de uso e ocupação da terra caracteriza as tipologias de cobertura (proteção) do solo presentes na bacia. De forma hipotética, determinou-se a bacia como sendo de uso exclusivamente rural, classificando-a em 5 tipologias distintas: agricultura, floresta nativa, floresta comercial (silvicultura com pinus e eucalipto), campo ou pastagem e água.

Figura 6 – a) Matriz do uso da terra, b) Modelo matricial das classes de uso da terra





2.6 Matriz de áreas de preservação permanente

Contempladas no Código Florestal Federal e Estadual, as matas ribeirinhas, também conhecidas como mata ciliar, ripária ou de galeria, funcionam como controladoras dos recursos hídricos, regulando os fluxos de água superficiais e subterrâneas, a umidade do solo e a existência de nutrientes. (FAGUNDES; JUNIOR, 2010).

As Resoluções do CONAMA 302/02 e 303/02 também especificam os parâmetros sobre a proteção destas áreas, as quais relacionam a largura da faixa de mata ciliar a ser preservada com a largura do curso d'água. Além disso, a vegetação que normalmente ocupa estas áreas apresenta uma alta variação em termos estrutural, de composição e de distribuição geoespacial.

De acordo com a legislação citada, a largura mínima da faixa de vegetação ribeirinha em relação à largura dos cursos d'água, pode ser compreendida pela descrição constante na Tabela 1.

Tabela 1 - Dimensões das faixas de vegetação em relação à largura dos cursos e nascentes fluviais, segundo a legislação ambiental.

LARGURA MÍNIMA DA FAIXA	SITUAÇÃO
30 metros em cada margem ao longo do curso d'água	Curso d'água com menos de 10 metros de largura
50 metros em cada margem ao longo do curso d'água	Curso d'água com 10 a 50 metros de largura
100 metros em cada margem ao longo do curso d'água	Curso d'água com 50 a 200 metros de largura
200 metros em cada margem ao longo do curso d'água	Curso d'água com 200 a 600 metros de largura
500 metros em cada margem ao longo do curso d'água	Curso d'água com largura superior a 600 metros
Raio de 50 metros ao redor de nascentes, ainda que intermitentes	Nascentes
30 metros ao redor do espelho d'água	Lagos ou reservatórios em áreas urbanas
50 metros ao redor do espelho d'água	Lagos ou reservatórios em zona rural, com área menor que 20 hectares
100 metros ao redor do espelho d'água	Lagos ou reservatórios em zona rural, com área igual ou superior a 20 hectares
50 metros a partir do limite do espaço brejoso e encharcado	Vereda e faixa marginal

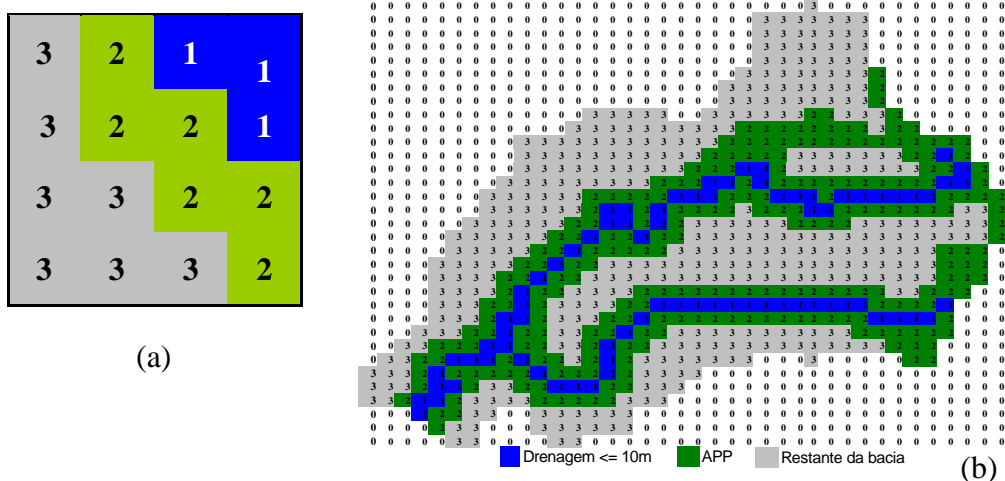
Fonte: Vestena, L. R.; Thomaz, E. L. (2006) *apud* Brazil (2002).

A Resolução nº 303 do CONAMA determina, conforme o item VIII do artigo 3º, que áreas de encosta ou parte desta, com declividade superior a cem por cento (ou quarenta e cinco graus) na linha de maior declive, fazem parte dessa categoria de preservação. A Figura 7 (a) representa um detalhe da classificação da área da bacia em 3 subdivisões (1 - cursos d'água, 2 - APP e 3 - demais usos). A Figura 7 (b) representa o modelo matricial das APP's da rede de drenagem da bacia, como sendo de 30m de largura a partir de cada margem do curso d'água, adicionadas as classes de declividades acima de 45º (graus), apresentadas na Figura 5 (b), gerando a matriz das áreas de preservação permanente do modelo hipotético.

Cabe destacar que as áreas de preservação a serem consideradas para um estudo de análise ambiental, levando em consideração a legislação vigente, abrangem outras situações como, por exemplo: dunas, mangues, topo de morro, restingas, linha de cumeada, escarpa, dentre outros (ver Resoluções CONAMA 302/02 e 303/02). No entanto, para o efeito didático dos fundamentos dos modelos matriciais utilizados em geoprocessamento neste trabalho, considerou-se apenas as APP's da rede de drenagem e das declividades existentes na bacia.



Figura 7 – a) Matriz das APP's; b) Modelo matricial das APP's



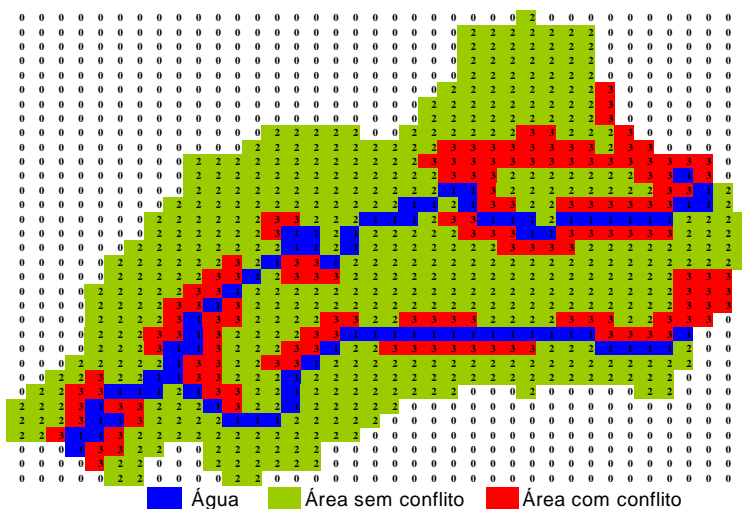
2.7. Matriz de uso e conflito das áreas de preservação permanente – APP's

Os conflitos neste trabalho foram considerados do ponto de vista do uso da terra. De maneira geral, as classes de uso da terra mapeadas estão parcialmente situadas nas áreas legalmente protegidas (Nascimento *et. al.*, 2005), principalmente aquelas resultantes de ações antrópicas. Contudo, o autor destaca que, apenas as classes pertencentes ao sistema antrópico caracterizam o conflito de uso, pois são resultantes da intervenção humana.

Com base no mapa de uso e ocupação da terra (Figura 6) e no modelo das APP's da bacia (Figura 7) foi gerado o modelo matricial dos conflitos de uso da terra das APP's (Figura 8), conforme a Equação 03, em que se condicionou o cruzamento identificador das células demonstrativas dos conflitos:

$$f_x = \text{SE}(\text{E}(\text{APPIJ}=1; \text{USOIJ}=1); 1; (\text{SE}(\text{E}(\text{APPIJ}=2; \text{USOIJ} \geq 3); 3; (\text{SE}(\text{E}(\text{APPIJ}=3; \text{USOIJ}=2); 2; (\text{SE}(\text{E}(\text{APPIJ}=3; \text{USOIJ} \geq 3); 2; (\text{SE}(\text{E}(\text{APPIJ}=2; \text{USOIJ}=2); 2; (\text{SE}(\text{E}(\text{APPIJ}=0; \text{USOIJ}=0); 0)))))))))) \quad (\text{Equação 03})$$

Figura 9 – Modelo matricial dos conflitos de uso da terra das APP's



Foram consideradas sob uso inadequado (conflitante) todas as áreas com campo ou pastagem, áreas com agricultura, e floresta comercial que estavam em área de preservação, resultando 146 células (código 3). Já as áreas ocupadas com floresta nativa onde existe



vegetação intermediária e/ou fragmentação florestal, foram consideradas como de uso adequado do solo. Essas áreas, somadas às áreas com demais usos e sem conflito, resultaram em 472 células não conflitantes (código 2). A área com código 1, representa os cursos d'água, compreendendo 78 células. Como a bacia compreende 62,64ha, em termos superficiais, o exemplo prático da obtenção dos resultados (na Figura 9), correspondeu a uma área de 13,14ha ou, aproximadamente 21% da área da bacia com conflito.

3. Considerações Finais

O estudo de matrizes e o conhecimento das operações lógicas entre elas são fundamentais para a compreensão do uso de imagens rasterizadas para geoprocessamento. O cruzamento matemático entre matrizes é uma ferramenta para auxiliar análises dos fenômenos e os aspectos da superfície da terra, acompanhamento, diagnóstico, previsão e apoio para a conservação e melhoria ambiental. A compreensão dos fundamentos do geoprocessamento digital é o primeiro passo para que melhores resultados sejam atingidos, de modo que, ao se apresentar esses fundamentos de forma simples e didática procurou-se proporcionar, principalmente aos iniciantes em SIG, um entendimento mais prático da lógica dessa técnica. Desta forma, ampliando-se o horizonte de aplicação, conclui-se que qualquer variável temática mapeável pode ser testada em trabalhos similares a este.

4. Referências

BRASIL. Resolução do CONAMA 302; CONAMA 302 de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente [.....]; e de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2002.

HINKEL R., Vegetação ripária: funções e ecologia. In: I SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 2003, Alfredo Wagner, SC. Anais.

FAGUNDES, N. A; JÚNIOR, C. V.S. G. Diagnostico ambiental e delimitação de Áreas de Preservação, Permanente em um assentamento rural. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciBiolSci/article/viewArticle/1440>. Acesso em maio 2010.

JACOB A. D., Zonas ripárias: relações com a fauna silvestre. In: I SEMINÁRIO DE HIDROLOGIA FLORESTAL: ZONAS RIPÁRIAS, 2003, Alfredo Wagner, SC. Anais.

MICROSOFT® Office Excel 2003 - Copyright 1985-2003 Microsoft Corporation.

NASCIMENTO, M. C. et al., Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo: Em Ciência Florestal, Vol. 15, No. 2, 2005, pp. 207-220.

TREVISAN, M. L. et al, Fundamentos de geoprocessamento digital a partir de imagens raster como parte integrante de sistemas de informações geográficas (SIG). In: VII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 2010, Porto Alegre – RS. Anais.

VESTANA, L. R.; THOMAZ, E. L. Avaliação de conflitos entre áreas de preservação permanente associadas aos cursos fluviais e uso da terra na bacia do rio das pedras, Guarapuava-PR. Ambiência - Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais V. 2 N° 1 Jan/Jun. 2006.