

ANÁLISE DA OCUPAÇÃO EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) NA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO DE MATINHOS UTILIZANDO A IMAGEM IKONOS II

Ulrike Sturm¹
Prof. Dr. Alzir Felipe Antunes²
Prof^a. Dr^a. Christel Lingnau³
Prof. Dr. Hans-Peter Bähr⁴

- 1 Universidade de Karlsruhe (Alemanha), Instituto de Geografia e Geoecologia; pelo intercâmbio UNIBRAL na Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática – uli_sturm@web.de
- 2 Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática – felippe@ufpr.br
- 3 Universidade Federal do Paraná, Departamento de Ciências Florestais – lingnau@floresta.ufpr.br
- 4 Universidade de Karlsruhe, Instituto de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto – baehr@ipf.bau-verm.uni-karlsruhe.de

RESUMO

O planejamento ambiental é fundamental para o desenvolvimento sustentável de cidades. No caso de Matinhos, no litoral do Paraná, assim como acontece em outros municípios brasileiros, este planejamento foi negligenciado. Devido a isso, assentamentos urbanos são facilmente encontrados nas áreas originalmente previstas como áreas de preservação permanente (APP), segundo o Código Florestal (Lei Federal 4771/65). O presente artigo descreve os resultados preliminares de uma classificação destinada ao mapeamento e avaliação da ocupação urbana, através de classificação orientada ao objeto, especialmente em áreas de preservação permanente nas margens dos rios onde, em condições naturais, se encontraria floresta ciliar. O ambiente ciliar tem grande importância ecológica com relação ao rio e à preservação de sua qualidade. Foi escolhido uma área piloto no Município de Matinhos, próximo ao Rio da Onça. Como base foi usado uma imagem IKONOS II híbrida, a qual permite a resolução espacial de até 1 metro, sendo assim adequada à aplicação em áreas urbanas. Em municípios com grande dinâmica ocupacional, esta tecnologia torna-se fundamental tanto no planejamento quanto na gestão ambiental. A classificação da imagem foi feita usando a abordagem “orientada ao objeto” implementada no programa eCognition. O resultado da classificação da imagem

IKONOS II foi introduzido no programa *ArcView*, um Sistema de Informações Geográficas (SIG), para a avaliação das áreas.

Palavras-chave: classificação orientada a objeto; imagens tipo IKONOS II; Análise ambiental

ABSTRACT

Environmental planning is fundamental for the sustainable development of cities. In the case of Matinhos, on the Paranésense coast, as well as other Brazilian municipalities, this planning was neglected. For this reason, urban settlements can be found in areas which are actually considered areas of permanent preservation (APP), according to the Forestry Law. The present article describes the preliminary results of a mapping study of the urban occupation, especially in APP along the river line, where under natural condition one would find a riparian forest. The riparian environment has great ecological importance for the river and the preservation of its quality. The occupation of these areas brings consequences for the substitution of this natural vegetation by other cover, for example, impermeable areas or areas of exposed soil. An area in the municipality of Matinhos, close to the river “Rio da Onça”, was selected as a test area. The tasks of this study are: mapping of the already illegally occupied areas according to Forestry Law, as well as the not yet occupied areas; evaluating the occupied areas according to their grade of impermeability; evaluating the area of remanescent forest. As a base an IKONOS II image was used, which permits spatial resolution of 1m and allows its adaptation and application in urban areas. In municipalities with great occupational development, this technology becomes fundamental in planning as well as in environmental management. The classification of the image was done using the object-oriented approach, implemented in the eCognition software. The classification result was then evaluated using the software ArcView, a Geographic Information System (GIS).

Keywords: object oriented classification, IKONOS II image, environmental analysis

1. INTRODUÇÃO

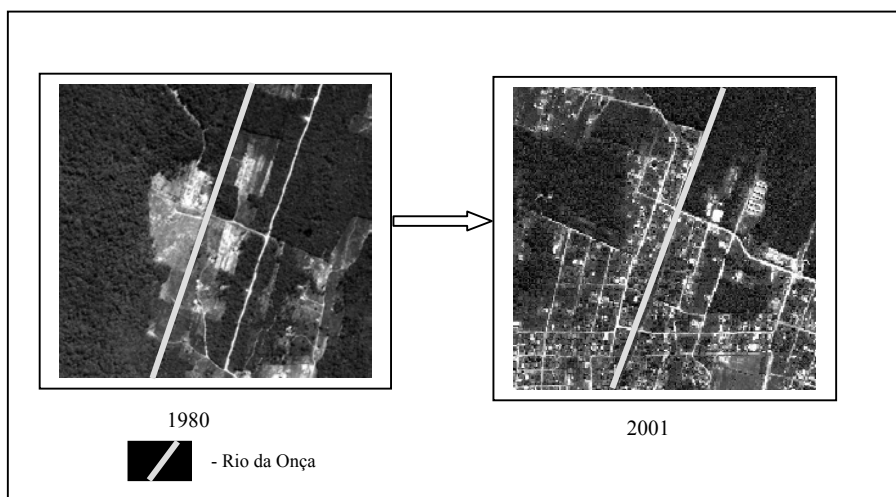
As primeiras moradias com características urbanas na região Matinhos, no litoral do Paraná, datam da década 20, com ocupações iniciadas na Praia Mansa, Balneário de Caiobá (BIGARELLA, 1991) . Deste este tempo Matinhos tornou-se, passo a passo, pelo um centro urbano (LEAL, 2002). Durante este crescimento foi, como acontece em outros municípios brasileiros, negligenciado um planejamento ambiental, que é fundamental para o desenvolvimento sustentável de cidades. Por causa disso, assentamentos urbanos são facilmente encontrados nas áreas originalmente previstas como áreas de preservação permanente (APP), segundo o Código Florestal.

Matinhos situa-se na área da Floresta Atlântica. Como somente 8% do área original são remanescentes (SOS MATA ATLÁNTICA, 2003), a preservação torna-se uma necessidade essencial, além da lei.

O presente artigo descreve os resultados preliminares de uma classificação destinada ao mapeamento da ocupação urbana especialmente em APP nas margens do Rio da Onça onde, em condições naturais, se encontraria floresta ciliar. Uma área piloto foi escolhida o sul do Parque Florestal do Rio da Onça.

As alterações ocorridas durante o período de 1980 e 2001 estão na fotografia aérea e na imagem IKONOS II respectivamente, onde mostra uma grande dinâmica na região (FIGURA 01).

Figura 01 - DESENVOLVIMENTO OCUPACIONAL NA ÀREA PILOTO (FOTOGRAFIA AÉREA (PAN) DE 25-09-1980 E IMAGEM IKONOS (II) DE 04-10-2001 (BANDA 3)



Segundo o Código Florestal (Lei Federal 4771/65) define-se as margens do rio ou qualquer curso d'água como APP. Muitos rios em Matinhos foram canalizados, retificados e alargados, como aconteceu também com o Rio da Onça. Na parte norte da área de estudo, onde se encontra o Parque do Rio da Onça, o Rio da Onça não foi alterado sendo sua largura de menos de 10 metros, neste local a APP seria de 30 metros. Como ao sul desta área o rio foi canalizado possuindo atual uma largura maior que 10 metros, a faixa de preservação deve ser de 50 metros, segundo o Código Florestal. Tem-se observado uma certa inexistência de planejamento, pois a APP foi ocupada de maneira irregular. No entanto o ambiente ciliar apresenta importantes funções hidrológicas, ecológicas e limnológicas (TABELA 01), com relação ao rio e à preservação de sua qualidade, e por isso este ambiente deve ser preservado.

TABELA 01 – FUNÇÕES DAS ÁREAS RIARIAS (CARVALHO, 1993 APUT BARELLA ET AL., 2000)

Tipo	Função
Hidrológicas	Contenção de ribanceiras
	Diminuição e filtração do escoamento superficial
	Impedir ou dificultar o carreamento de sedimento para o sistema hidrográfico
	Intercepção e absorção a radiação solar – manutenção da estabilidade termica
	Controle o fluxo e a vazão do rio
Ecológicas	Formação de microclima
	Formação de habitats, áreas de abrigo e de reprodução
	Corredores de migrações da fauna terrestre
Limnológicas	Entrada de suprimento orgânico
	Influência nas concentrações de elementos químicos e do material em suspensão

A vegetação original foi substituída por área urbana, solo exposto e gramíneas. A ausência de vegetação resulta em problemas como a alteração da taxa de infiltração no solo, que pode desencadear enchentes, fenômeno este muito comum nesta região, devido ao aumento do escoamento superficial, e o transporte de sedimentos pelo escoamento laminar superficial. Este pode também ser observado na área de estudo (FIGURA 02). Tendo em vista que Matinhos situa-se na planície litorânea onde se encontra solos arenosos, observa-se grande grau de instabilidade do solo.

FIGURA 02 – ASSOREAMENTO NA ÀREA DE ESTUDO (FOTO: STURM)



Nos últimos anos, com o aumento da resolução espacial em imagens de Sensoriamento Remoto, ampliou-se a aplicação para ambientes urbanos. Considerando a largura dos rios e das faixas ocupadas pelo ambiente ciliar nas margens, seu estudo é unicamente possível com imagens de alta resolução. A alta resolução destas imagens provou ser útil não somente para o estudo da vegetação, mas também para o mapeamento da ocupação urbana, pois permite identificar objetos como construções e ruas, que não eram visíveis em imagens de resolução espacial menor. Dentre as imagens de alta resolução, as imagens multiespectrais ganham importância, devido à possibilidade de discriminar melhor a vegetação pelo emprego de bandas no infravermelho.

Neste estudo, uma imagem híbrida do sistema IKONOS II foi utilizada como fonte de dados. A imagem utilizada é o resultado da fusão das bandas multiespectrais com a banda pancromática, da melhor resolução espacial (1 metro). Com isto, uma imagem de alta resolução espacial, com as informações das bandas da imagem multiespectral (de menor resolução) é obtida. Para municípios com grande dinâmica ocupacional este tipo de tecnologia torna-se fundamental tanto no planejamento quanto na gestão ambiental.

2. OBJETIVOS

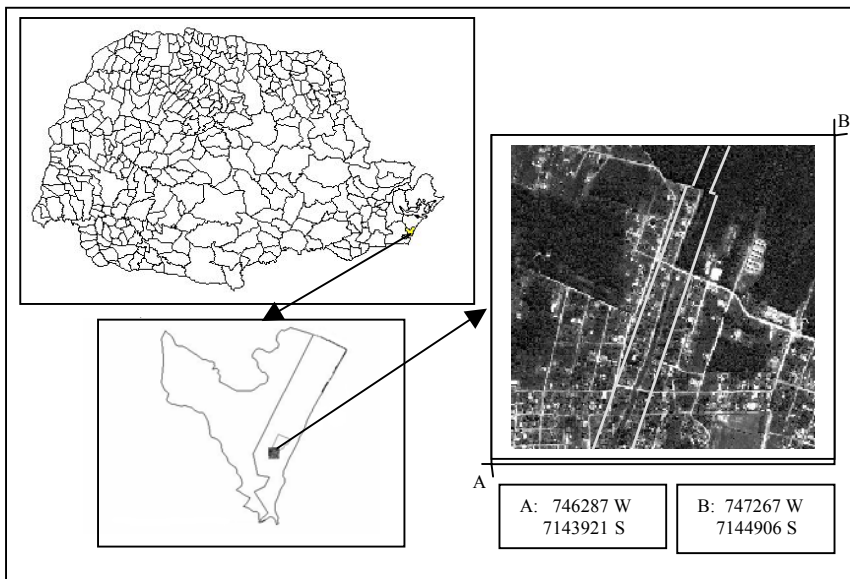
Os objetivos do estudo são:

- 1.) mapear o uso do solo na área de preservação permanente (APP);
- 2.) avaliar quantitativamente a área impermeável nas áreas ocupadas irregularmente, que significa na área de estudo área com moradias;
- 3.) determinar a área de floresta remanescente.

3. ÀREA DE ESTUDO

A área de estudo situa-se no Município de Matinhos, ao sul do Parque Florestal Rio da Onça, de acordo com FIGURA 03.

FIGURA 03 – ÀREA DE ESTUDO (IMAGEM IKONOS II, BANDA 3)



4. MATERIAIS E MÈTODOS

5.1 MATERIAIS

- Fotografia aérea de 25/09/1980, disponibilizada pela SEMA
- Imagem IKONOS II, multiespectral, bandas 2 (verde), 3 (vermelho) e 4 (infravermelho), híbrida de 05/10/2001
- Bases Cartográficas (1:2000 e 1:10000) do PARANACIDADE de 1997

5.2. PROGRAMAS

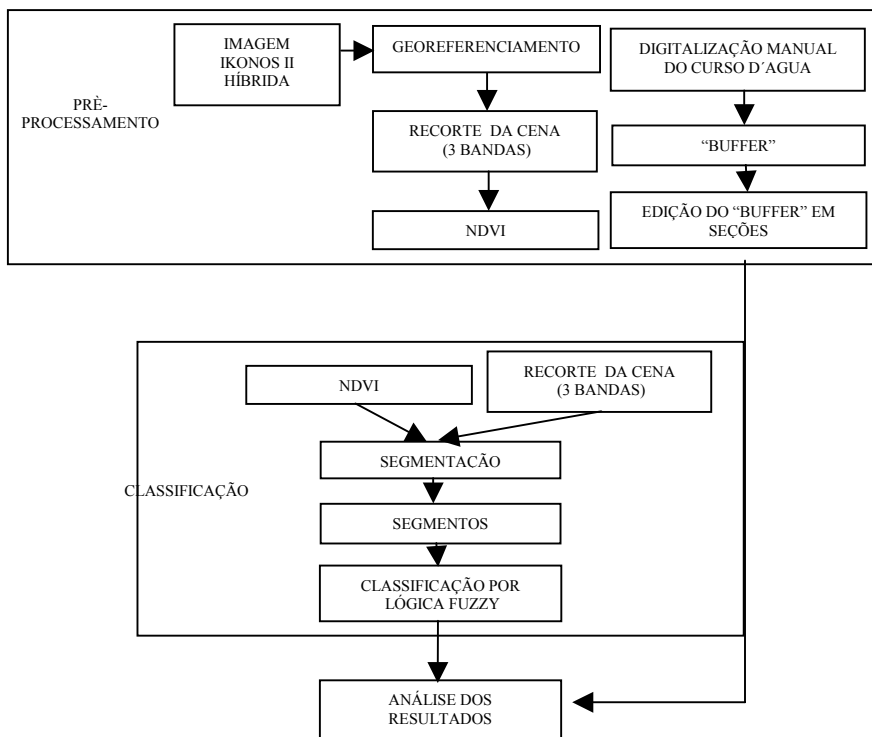
- ENVI 3.4 (registro e recorte da imagem)
- Ecognition 2.1 (segmentação e classificação orientada a objeto)
- ArcView 3.2 (digitalização e análise espacial)

- Excel 2000 (análise de bases de dados)
- Paint Shop Pro Version SHAREWARE 3.11 (processamento final das Figuras)

5.3. METODOLOGIA

A metodologia proposta é apresentada no fluxograma de FIGURA 04.

FIGURA 04: FLUXOGRAMA DO TRABALHO



A imagem IKONOS II híbrida foi georreferenciada por meio da mapa na escala 1:2000 de acordo com o Datum SAD 69. Posteriormente a mesma foi recordada para área piltoto da FIGURA 03 e foi feito um índice de vegetação (NDVI) com as bandas 3 (vermelho) e 4 (infra-vermelho próximo) pelo equação (01), porque o NDVI presta-se bem à classificação de vegetação. A equação (01) exemplica o cálculo do NDVI (RICHARDS e JIA, 1999).

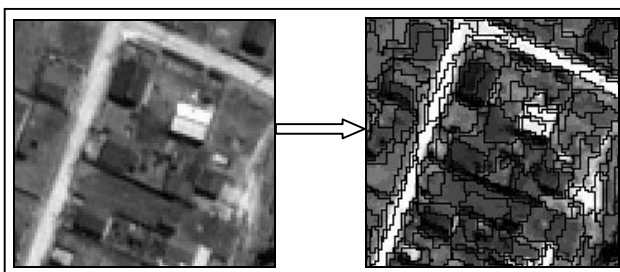
$$\text{NDVI} = (\text{banda 4} - \text{banda 3}) / (\text{banda 4} + \text{banda 3}) \quad (01)$$

Devido ao fato de no estudo presente estar se usando uma imagem a qual não está contemplada no cálculo do NDVI do programa ENVI 3.4, foi necessário acrescentar à fórmula o valor, que é mostrado pela equação (02).

$$\text{NDVI}_2 = 128 + 100 * \text{NDVI} \quad (02)$$

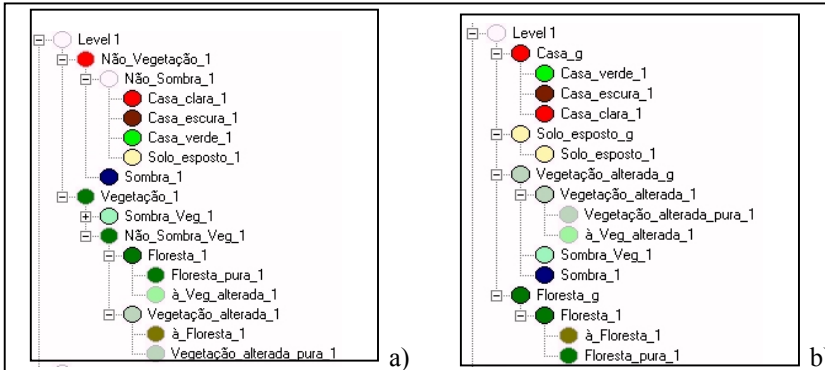
Como foi feito uma classificação baseado ao objeto, o seguinte passo foi segmentar a imagem através do programa eCognition 2.1. Nesta segmentação o NDVI foi inserido como uma banda extra. Na segmentação a imagem é dividida em regiões uniformes utilizando o algoritmo de crescimento de regiões. Um parâmetro de escala limita o tamanho do segmento. O balanço entre a forma dos segmentos e sua uniformidade espectral é responsável pelo crescimento direcionada dos mesmos. A forma é avaliada segundo os critérios de compatidade e suavidade. A segmentação tem grande importância, porque em cima dela baseia a criação dos descritores dos segmentos e portanto deve ser a melhor possível. Segundo o conceito do objeto um segmento deve seguir os contornos de objetos reais, mas isto ainda é uma situação ideal. Por isso os parâmetros da segmentação devem ser no mínimo aceitáveis de acordo com o problema. Nos testes verificam-se que os segmentos se mostram ainda menor do que os objetos reais. Aumentando o parâmetro da escala, foram adicionadas áreas fora do objeto; então a solução viável foi definir o parâmetro de escala menor que não englobasse aos objetos reais parte de outros objetos. No caso deste trabalho foram executados experimentos e os seguintes parâmetros foram aceitos: de escala 15; cor 0.3 e forma 0.7; da forma compactidade 0.5 e suavidade 0.5. O resultado é mostrado em FIGURA 05. Como cada segmento tem informação de cor e forma, cada um é então descrito por um conjunto de variáveis associado a eles.

FIGURA 05 - SEGMENTAÇÃO



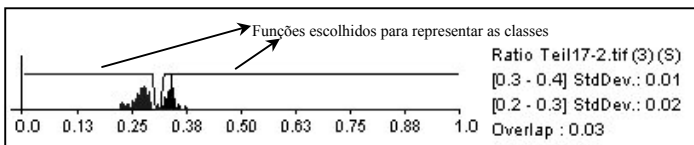
Com a segmentação definida escolheu-se as classes a partir da fotointerpretação. Estabelecidas as classes pode-se definir uma hierarquia (FIGURA 06 a) entre elas e escolher as funções de pertinência que melhor se ajustaram a cor e forma dos segmentos.

FIGURA 06 – HIERARQUIA (a) E AGRUPAMENTO (b) DAS CLASSES



As características de cor e forma permitem que sejam classificados os objetos através de funções de pertinência fuzzy. A FIGURA 07 mostra como é possível, no eCognition, introduzir e alterar as funções de pertinência até que essas separem as classes.

FIGURA 07 - CLASSIFICAÇÃO ATRAVÉS DE LÓGICA FUZZY



Ainda na FIGURA 07 encontra-se um dos descritores que caracteriza os segmentos: a razão (*ratio*), os desvios padrões e a sobreposição (*overlap*) das classes *casa_escura_1* e *casa_verde_1*.

Depois da classificação por meio de lógica fuzzy, alguns objetos não corretamente classificados, foram editados manualmente. Nesta edição manual as áreas classificados como floresta, mas na realidade só grupos de árvores esparsas foram incluídas à classe vegetação alterada. Tanto na classificação original como na classificação editada foi feito um agrupamento das classes para os grupos casa, solo exposto, vegetação alterada e vegetação arborea/floresta (FIGURA 06 b).

O curso d'água foi digitalizado (ArcView 3.2) e serviu de base para a análise de contexto espacial. Foi criado um *buffer* (análise área) referente a legislação florestal (Código Florestal) em vigor.

Para análise espacial o *buffer* foi particionado em seções que caracterizam o uso do solo. Cada seção foi separada analisando-se a homogeneidade do uso. A análise dos resultados foi baseado na sobreposição da imagem classificada e o *buffer* particionado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA CLASSIFICAÇÃO

FIGURA 08 e TABELA 02 mostram os resultados da classificação original e editada. Pela TABELA 02 pode se verificar, que somente 25 – 30 % da APP foram respeitados. O resto foi substituído em grande parte pela vegetação alterada, que inclui gramínea, arbustos e árvores esparsas, também como solo exposto e moradias (ao volta das 10 %).

Para a separação de vegetação e não-vegetação o NDVI se mostra uma ferramenta pertinente.

Uma tendência geral foi que áreas com casa foram classificadas como areia por causa da mistura espectral, conseqüentemente levando a uma segmentação errada, e portanto houve a necessidade de se editar para uma avaliação quantitativa. Ainda que tenha sido utilizado um parâmetro de escala menor e a forma houveram classes que foram fundidas erroneamente devido a semelhança espectral.

As áreas arbóreas que se encontravam classificadas como vegetação arbórea (floresta_1), foram alteradas, pelo contexto semântico, para pertencerem a classe vegetação alterada. Somente áreas coerentes/contínuas de vegetação arbórea valem como floresta.

Para ver as diferenças entre a classificação original e corrigida, mostra-se somente uma parte da imagem classificada na FIGURA 09.

A classificação tem limites, porque classes de objetos não coincidem sempre com classes espectrais, entretanto, a classificação se mostra aceitável.

FIGURA 08 – RESULTADOS DA CLASSIFICAÇÃO ORIGINAL (a) E CLASSIFICAÇÃO EDITADA (b)

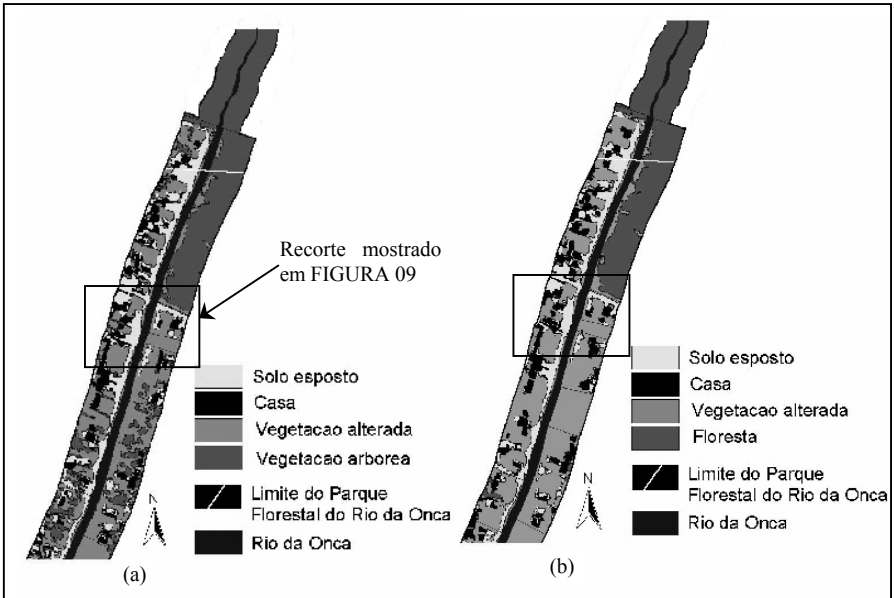


FIGURA 09 – DIFERENÇAS ENTRE A CLASSIFICAÇÃO ORIGINAL (a) E A CLASSIFICAÇÃO EDITADA (b)

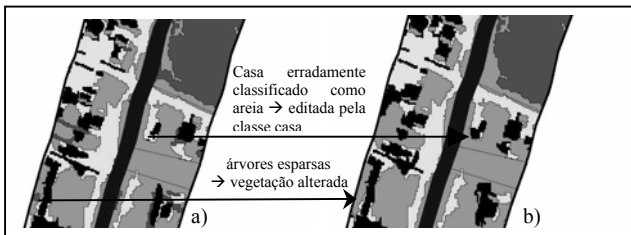


TABELLA 02 – COMPARAÇÃO DAS ÁREAS DAS CLASSES (m²)

	Classificação original	Classificação editada
Casa/solo impermeavel	8883	11232
Solo exposto	17881	15825
Vegetação alterada	40739	49695
Vegetação arbórea/floresta	29370	20127
Área total	96879	96879

Como falta a banda azul por causa da fusão das imagens multiespectral falta informação espectral. Tendo aquilo, pode ser possível, que com a informação adicional a separação fica melhor possível.

5.2. RESULTADOS E DISCUSSÃO DA AVALIAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO

A classificação mostra que quase toda a área prevista como APP, foi ocupada irregularmente. Só na área cercada do Parque Florestal do Rio da Onça se encontra a APP coberta com 100 % de Floresta (FIGURA 09). A cerca existente não se encontra no limite correto do Parque como na mapa (1:10.000), mas sim entre 50 e 80 metros para dentro do Parque. A parte entre o limite oficial e a cerca ainda tem ocupações. A área sudeste adjacente do parque encercada manteve-se em torno de 90 % da floresta. As demais encontram-se urbanizadas. Se contendo vegetação arbórea, somente conjuntos de árvores ou árvores esparsas. Devido esse fato, na classificação manual essas árvores esparsas foram rotuladas na classe vegetação alterada. Conseqüentemente, toda a área se mostra deflorestada, apenas uma seção que ainda contém 8% de floresta. Por isso na legenda da FIGURA 09 os valores não aparecem com números contínuos. Na FIGURA 09 (a) não se encontra nenhum valor entre 32 e 89 %, na FIGURA 09 (b) entre 8 e 87 %.

A FIGURA 10 mostra a área impermeável na área de estudo que se caracteriza pelas moradias. Como foi dito no capítulo 5.1. e mostrado em TABELA 02, em torno de 30 % da área impermeável foram classificadas como areia, mas em geral observa-se que a área total é diferente. Visualmente nota-se, que na classificação a maioria das casas foram alocadas corretamente, mas com um tamanho menor do que o real. Para a avaliação qualitativa, o resultado é coerente.

FIGURA 09 –ÁREA DE VEGETAÇÃO ARBÓREA (a) E ÁREA DE FLORESTA

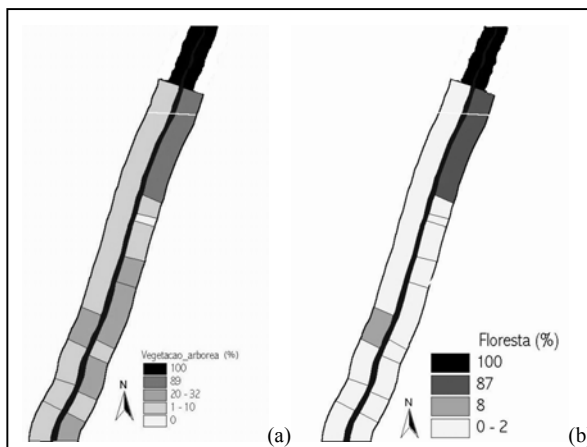
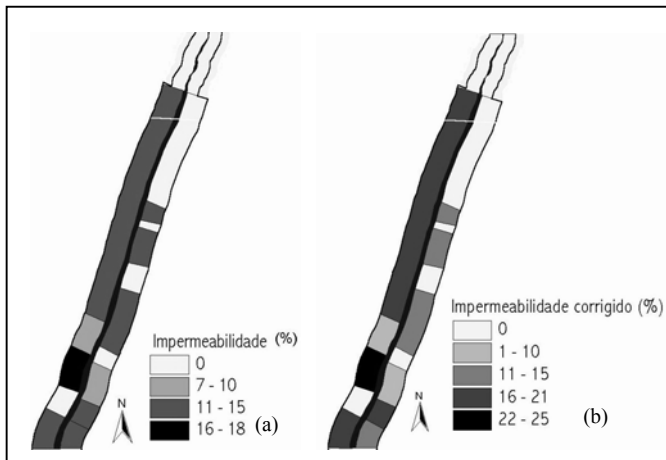


FIGURA 10 – ÁREA IMPERMEAVEL (CASAS) DA CLASSIFICAÇÃO ORIGINAL (a) E DA CLASSIFICAÇÃO EDITADA (b)



6. CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES TÉCNICAS

- A classificação com seus limites se mostra uma ferramenta útil para questões de planejamento ambiental.
- A segmentação é de grande importância porque ele funciona como base para todos os passos seguintes.
- O NDVI se mostra recomendável em estudos que envolvem vegetação.
- A tecnologia de imagens de alta resolução como IKONOS II se mostra adaptável e se torna fundamental quanto no planejamento como na gestão ambiental.
- Conclui-se que áreas de areia e algumas tipos de construções (cores de telhado) são dificilmente separáveis. Na imagem IKONOS II híbrida falta a banda azul. Por isso falta informação espectral. Neste ponto de vista seria interessante comparar os resultados entre uma classificação por meio do programa eCognition da imagem híbrida e uma classificação com as bandas multiespectrais e pan não fundidas, porque se pode inserir bandas de resoluções diferentes.

6.2. CONCLUSÕES DO PONTO DE VISTA AMBIENTAL

- Do ponto de vista de APP é recomendável que as áreas com solo exposto e gramíneas sejam recuperadas.
- As áreas com remanescentes florestais ou vegetação arbórea sejam preservadas, como ocorre no Parque Florestal do Rio da Onça.
- Em lotes onde ocorrem construções e que a desocupação não seja imediata, um paleativo é que seja valorizado um monitoramento sobre a impermeabilização.

7. REFERÊNCIAS

BIGARELLA, J. J. **Matinho: Homem e Terra – Reminiscências...**. 1.ed. Matinhos: Prefeitura Municipal de Matinhos: Associação de Defesa e Educação Ambiental, 1991. 212p.

RICHARDS, J. A., JIA, X. **Remote Sensing Digital Image Analysis – An introduction**. 3.ed. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1999. 363 p.

ECognition. **User guide**. München: Definions Imaging, 2001.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA ; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) ; INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL . **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período de 1990 – 1995**. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. 2003.

BARELLA, W., PETRERE JR., M., SMITH, W. S., DE ASSIS MONTAG, L. F. As relações entre as matas ciliares, os rios e os peixes. In: RODRIGUEZ, R. R., LEITÃO FILHO, H. F. **Matas ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Fapesp, 2000. 320 p. p.187-207.

LEAL, C. T. **A valoração paisagística aplicada ao planejamento ambiental urbano – estudo de caso do Município de Matinhos-PR**. Curitiba, 2002. 134 p. Dissertação (Mestre em Ciências do Solo). Curso de Pós-Graduação em Agronomia do Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná.

Brasil. Lei Nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <http://www.sosmatatlantica.org.br>. 2003.

8. AGRADECIMENTOS

O estudo é apoiado financeiramente pelo UNIBRAL, um convênio entre o DAAD (Serviço de Intercâmbio Acadêmico Alemão) e CAPES (Comissão de Aperfeiçoamento de Ensino Superior) com a finalidade de ajuste dos cursos brasileiros e alemães, neste caso entre a UFPR e a Universidade Karlsruhe.

Eu agradeço aos professores autores e colaboradores do presente estudo, os meus colegas da Geomática e Engenharia Florestal para ajuda e apoio, Carmen Leal e Milton Luiz Brero de Campus do Conselho do Litoral para distribuição de informações e dados, todos as pessoas que estão envolvidas pela ajuda e discussões, a minha família que me deixou vir ao Brasil para experiências inesquecíveis e os meus amigos por amizades especiais.