

## **Caracterização espacial do Uso da Terra em áreas de manguezais utilizando diferentes sistemas orbitais – Um caso aplicado aos manguezais da APA – Guapimirim - RJ**

Cláudio Henrique Reis<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Fluminense – UFF - PUCG  
Rua José do Patrocínio, 71 - 28010385 – Campos do Goytacazes - RJ, Brasil  
Claudiohreis@vm.uff.br

**Abstract.** For decades the last representative mangrove part of the eastern edge of Guanabara Bay, also known as “Recôncavo da Baía de Guanabara” (today restricted to Guapimirim Environment Protection Area – APA, abbreviation in Portuguese), has been suffering a continuous destruction. Although significantly reduced, the remaining area of mangrove still performs an important role for quality of water and of Guanabara Bay’s life. Nevertheless, its current environmental condition requires serious attention in order to preserve this ecosystem. There are many ways to perform an environmental diagnosis of a coastal ecosystem like mangrove. However, one of the promising techniques of diagnostic analysis is the Remote Sensing Technology in orbit. Today there are several systems available which can provide data and consequently information with different spatial and spectral resolutions. In this direction, this work aims to associate the geographical space represented by the mangrove of APA Guapimirim with the answers obtained from the interpretation of digital mappings of several systems such as CBERS 2, ASTER, and IKONOS.

**Palavras-chave:** remote sensing, image processing, mangroves, sensoriamento remoto, processamento de imagens, manguezais.

### **1. Introdução**

O último trecho representativo de manguezais na região metropolitana do Rio de Janeiro se localiza na orla oriental da Baía de Guanabara, conhecida também como “Recôncavo da Baía de Guanabara” (hoje restrito à Área de Proteção Ambiental de Guapimirim – APA de Guapimirim) vem sofrendo há décadas, uma constante destruição por aterros, drenagens e depósito de lixo.

Além de manguezais, a Área de Proteção Ambiental (APA) de Guapimirim compreende, igualmente, regiões ocupadas por atividades agrícolas e zonas urbanas, que são compostas por pequenos núcleos de pescadores, agricultores e população de baixa renda. De modo a compatibilizar essa ocupação com a proteção do manguezal, devem ser adotadas medidas que orientem o uso racional do solo e a conscientização da comunidade sobre a importância do ecossistema.

O desmatamento irracional, intimamente relacionado à ocupação da região do Recôncavo da Baía de Guanabara, propiciou a intensificação dos processos erosivos e acarretou um aumento no fornecimento de detritos para o sistema de drenagem. A alteração do regime hidrológico dos principais rios da baixada, através de obras de retificação, aprofundamento e alargamento dos canais, ocasionou o incremento na capacidade de transporte de carga sólida. Atuações antrópicas como estas vêm proporcionando um assoreamento acelerado da Baía de Guanabara.

Mesmo estando bastante reduzida, a faixa de manguezais da APA de Guapimirim ainda desempenha importante papel para a qualidade das águas e vida da baía. Seu estado ambiental atual, contudo, requer sérios cuidados para que esse ecossistema possa ser preservado.

Existem várias formas para que se possa efetuar uma diagnose ambiental de um ecossistema costeiro, como é o caso dos manguezais. No entanto, uma das técnicas

importante de análise diagnóstica está representada na tecnologia de Sensoriamento Remoto em base orbital.

O mapeamento dos manguezais brasileiros por sensoriamento remoto iniciou-se na década de 80, com sensores MSS (Multispectral Scanner) – Landsat. Neste momento, houve uma grande dificuldade em separar as áreas de manguezais das demais áreas costeiras, bem como em delimitar as diferentes feições do manguezal. A partir do novo sensor do Satélite TM (Thematic Mapper) - Landsat houve um aumento na resolução espacial e espectral, sendo possível o mapeamento dos manguezais da Baía de Guanabara, no Estado do Rio de Janeiro, e em Cananéia no Estado de São Paulo.

Atualmente já existem vários sistemas disponíveis, que podem fornecer dados e, conseqüentemente informações, com diferentes resoluções espaciais e espectrais. Neste sentido, a presente proposta tem como objetivo associar o espaço geográfico, representado pelos manguezais de Guapimirim, às respostas obtidas a partir da interpretação oriunda de mapeamentos digitais, de diversos sistemas como o CBERS 2 (Satélite Sino – Brasileiro de Recursos Terrestre), ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) e IKONOS.

## 2. Metodologia de Trabalho

A figura 1 apresenta, de forma sintética, os procedimentos adotados, cujas etapas serão descritas a seguir.

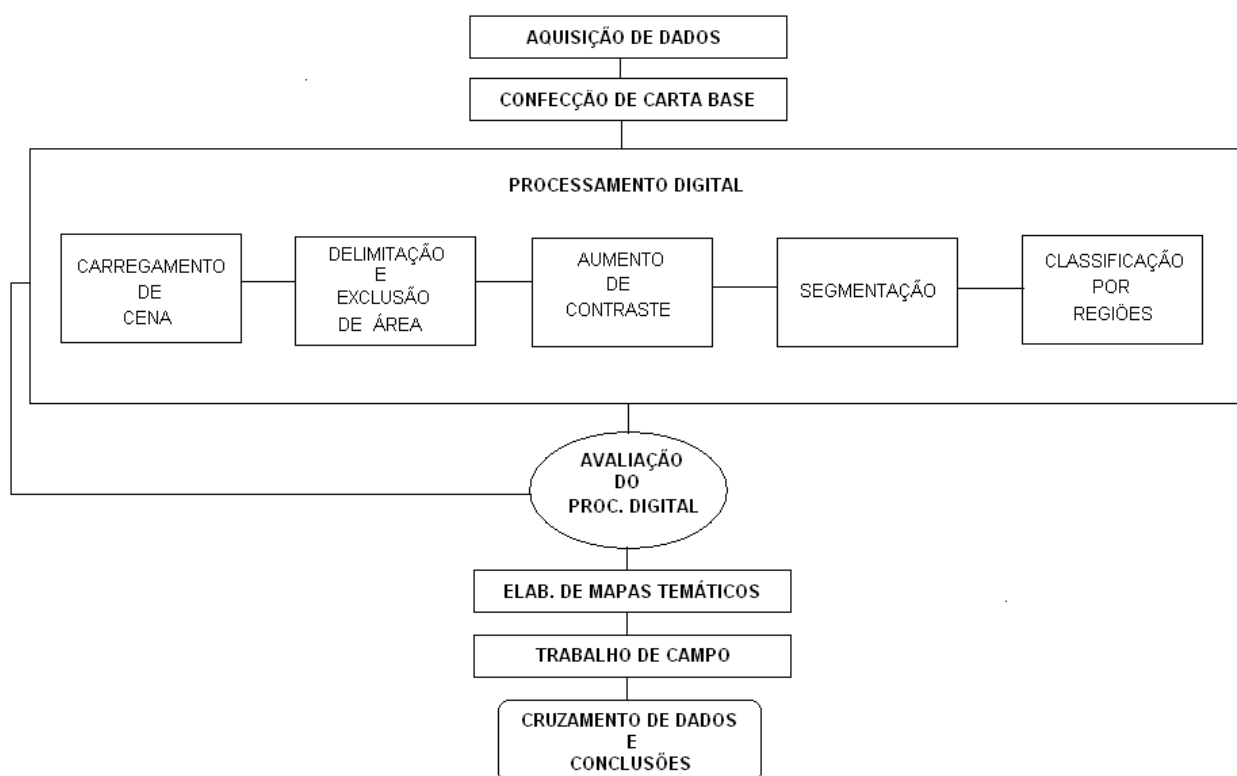


Figura 1. Diagrama de Fluxo de Trabalho.

Aquisição de dados: Esta etapa consistiu na aquisição de dados das bases planialtimétrico, imagens de satélites e materiais bibliográficos. A tabela 1 a seguir apresenta o material utilizado para a execução desse trabalho.

Tabela 1. Relações das cartas topográficas e imagens orbitais utilizadas

<b>1 - MATERIAL CARTOGRÁFICO</b>	<b>FOLHA</b>	<b>EXECUTOR</b>	<b>ESCALA</b>	<b>DATA</b>
	Itaboraí	IBGE **	1:50.000	1979
	Petrópolis	IBGE	1:50.000	1979
	Baia. Guanabara	DSG ***	1:50.000	1987
	Maricá	DSG	1:50.000	1970
<b>2 - IMAGEM FORMATO</b>	<b>SENSOR/ SATÉLITE</b>		<b>BANDAS</b>	<b>PASSAGEM</b>
Digital	CBERS 2		2,3 e 4	Fevereiro 2006
Digital	ASTER		1,2 e 3	Fevereiro 2001
Digital	IKONOS		PAN	Janeiro 2000

\*\* IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

\*\*\* DSG (Diretoria de Serviço Geográfico do Exército)

A partir da elaboração da carta-base, contendo dados planialtimétricos da área de estudo, foram efetuados os seguintes procedimentos operacionais vinculados à elaboração de mapeamentos temáticos aferidos com as três escalas de detalhamento. A macro escala, utilizando imagens CBERS-2; a meso escala, utilizando a imagens ASTER e a micro escala utilizando imagens IKONOS. A cada uma das escalas acima mencionada, estarão associadas legendas específicas, cadastrando uma coerência entre as escalas de resolução das imagens, cartográficas e, principalmente, as taxonômicas.

No Processamento Digital foram realizados procedimentos diferenciados no processo de segmentação das imagens. Para as imagens dos satélites CBERS2 e ASTER que possuem resolução radiométrica de 8 bits, foram utilizados o grau de similaridade 10 e área de pixel 15. Para a imagem Ikonos foram utilizados graus de similaridade e área de píxel bastante diferentes, pois a resolução espacial e radiométrica são muito elevadas: 1 metro de resolução espacial e 11 bits de resolução radiométrica. Os parâmetros que mais se adequaram à seção da imagem IKONOS foram: 25 para similaridade e 60 para área de pixel.

O classificador utilizado neste trabalho foi o Battacharya. De acordo com o manual do Spring 4.2 este classificador é usado para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais. Ou seja, mede a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais.

O processo de classificação aqui utilizado para caracterizar a cobertura vegetal do manguezal é o proposto por Pires (1992) e foi criado tendo como base a mesma área de estudo do presente trabalho, a seguir serão apresentadas as tabelas 2, 3 e 4 que corresponde o sistema de classificação para cada escala proposta neste trabalho.

Tabela 2. Sistema de classificação vinculado a macro escala – 1:50.000

<b>NÍVEL I</b>	<b>NÍVEL II</b>
1 - MANGUE	1.1-Preservado
	1.2-Regenerado
2 – MANGUE ALTERADO	2.1.-Alterado com invasoras
	2.2 Alterado com gramíneas
	2.3 – Alterado com solo exposto
3 – SOLO EXPOSTO	
4 - PASTO	
5 - CULTURA	
6 – ÁREA URBANA	

Tabela 3 - Sistema de classificação vinculado a meso escala – 1:25.000

NÍVEL II	NÍVEL III
1.1 – MANGUE PRESERVADO	1.1.1 - Identifica as árvores de mangue de maior porte, constituídas de Rizóforas, Lagunculária e Avicênias, além de bosques isolados de Avicênia, disseminados por todo o manguezal e que se destacam das feições em seu entorno como se fossem testemunhos, com árvores que chegam a alcançar altura entre 8 e 15 metros.
1.2 - MANGUE REGENERADO	1.2.1 - É constituída pelas três espécies arbóreas, sem qualquer zonação entre, estas, e caracterizada pela alta densidade, dossel mais ou menos regular, e pouco solo exposto Essa classe ocupa áreas anteriormente desmatadas, apresentando altura média entre 5,5 e 7,0m,
2.1.- MANGUE ALTERADO COM INVASORAS	2.1.1 - Representa as seções do manguezal desmatado e que tiveram alterações no substrato, ficando por longo período fora do alcance das marés, o que proporcionou sua recuperação pela vegetação invasora, como os Hibiscus pernambucensi (algodoeiro da praia), Acrostichum aureum (samambaia do brejo) e variações de gramíneas.
2.2 – MANGUE ALTERADO COM GRAMÍNEAS	2.2.1 - Corresponde às grandes seções de mangue desmatado e ocupado por gramíneas, sem vestígio de solo exposto e água, e tem a fisionomia de pastagem.
2.3 – MANGUE ALTERADO COM SOLO EXPOSTO	2.3.1 - Corresponde às seções de mangue desmatado ocupados por vegetação de mangue em regeneração, por recuperação (Lagunculária e Avicênia), que rebrota a partir de troncos cortados, solo exposto e água.
3 - SOLO EXPOSTO	3.1 - Seções sem vestígio de cobertura vegetal. Correspondem aos Apicuns e áreas recentemente desmatadas.
4 - PASTO	4.1 - Áreas de transição, ocupadas anteriormente pela cultura temporária e seções de pastagens.
5 - CULTURA	5.1 - Seções ocupadas por culturas temporárias.
6 – ÁREA URBANA	6.1 - Áreas recentemente ocupadas, normalmente correspondendo à expansão da área urbana.

Tabela 4. Sistema de classificação vinculado a micro escala – 1:10.000

NÍVEL III	NÍVEL IV
1.1.1 MANGUE PRESERVADO - Identifica as árvores de mangue de maior porte, constituídas de Rizóforas, Lagunculária e Avicênias, além de bosques isolados de Avicênia, disseminados por todo o manguezal e que se destacam das feições em seu entorno como se fossem testemunhos, com árvores que chegam a alcançar altura entre 8 e 15 metros.	1.1.1.1 Mangue Preservado com copa baixa (Mangue Preservado 1) - Árvores de mangue de maior porte, constituídas pelas 3 espécies arbóreas, disseminadas por todo o manguezal e que se destacam das feições em seu entorno como se fossem testemunhos, apresentando árvores que chegam a alcançar altura entre 8 e 11 metros.
	1.1.1.2 Mangue Preservado com copa alta (Mangue Preservado 2) - Árvores de mangue de maior porte, constituídas pelas 3 espécies arbóreas, disseminadas por todo o manguezal e que se destacam das feições em seu entorno como se fossem testemunhos, apresentando árvores que chegam a alcançar altura entre 12 e 15 metros.
1.2.1 MANGUE REGENERADO - Constituído pelas três espécies arbóreas sem qualquer zonação entre estas, é caracterizado pela alta densidade, dossel mais ou menos regular, e pouco solo exposto. Essa classe ocupa áreas anteriormente desmatadas, apresentando altura média entre 4 e 7 m.	1.2.1.1 Mangue Regenerado com copa baixa (Mangue Regenerado 1) - Constituído pelas três espécies arbóreas sem qualquer zonação entre estas, apresenta altura média entre 4 e 5 m.
	1.2.1.2 Mangue Regenerado com copa alta (Mangue Regenerado 2) - Constituído pelas três espécies arbóreas sem qualquer zonação entre estas, apresenta altura média entre 6 e 7 m.

<p>2.1.1 MANGUE ALTERADO COM INVASORAS - Representa as seções do manguezal desmatado e que tiveram alterações no substrato, ficando por longo período fora do alcance das marés, o que proporcionou sua recuperação pela vegetação invasora como os <i>Hibiscus pernambucensi</i> (algodoeiro da praia), <i>Acrostichum aureum</i> (samambaia do brejo) e variações de gramíneas. Essas alterações no substrato foram provocadas, principalmente, por trabalhos de engenharia na drenagem e retificação de canais</p>	<p>2.1.1.1 Mangue Alterado com copa baixa (Mangue Alterado 1) - Representa as seções do manguezal desmatado e que tiveram alterações no substrato, ficando por longo período fora do alcance das marés, o que proporcionou sua recuperação pela vegetação invasora, com <i>Hibiscus pernambucensi</i> (algodoeiro da praia), <i>Acrostichum aureum</i> (samambaia do brejo) e variações de gramíneas.</p>
	<p>2.1.1.2 Mangue Alterado com copa alta (Mangue Alterado 2) - Representa as seções do manguezal desmatado e que tiveram alterações no substrato, ficando por longo período fora do alcance das marés, o que proporcionou sua recuperação pela vegetação invasora, com <i>Hibiscus pernambucensi</i>.</p>
<p>2.2.1 MANGUE ALTERADO COM GRAMÍNEAS - Corresponde às grandes seções de mangue desmatado e ocupado por gramíneas, sem vestígio de solo exposto e água, e tem a fisionomia de pastagem.</p>	<p>2.2.1.1 Mangue Alterado com Gramíneas - Seções totalmente ocupadas por gramíneas, somente alcançadas por grandes marés.</p>
<p>2.3.1 MANGUE ALTERADO COM SOLO EXPOSTO - Corresponde às seções de mangue desmatados e ocupados por vegetação de mangue em regeneração, por recuperação (<i>Lagunculária</i> e <i>Avicênia</i>), que rebrota a partir de troncos cortados, solo exposto e água.</p>	<p>2.3.1.1. Mangue Alterado com solo Exposto - Feições arbustivas esparsas, gramíneas, água e solo exposto evidente.</p>
<p>3.1 SOLO EXPOSTO - Seções sem vestígio de cobertura vegetal, que correspondem aos Apicuns e áreas recentemente desmatadas.</p>	<p>3.1.1 Solo Exposto - Seções sem vestígio de cobertura vegetal, que correspondem aos Apicuns, áreas recentemente desmatadas e encontradas também em alguns pontos na área urbana.</p>
<p>4.1 PASTAGEM - Áreas de transição ocupadas anteriormente pela cultura temporária e seções de pastagens.</p>	<p>4.1.1 Pastagem úmida – área de pastagem constantemente alagada, com presença de taboas.</p>
<p>5.1 - Seções ocupadas por culturas temporárias</p>	<p>4.1.2 – Pastagem Seca – Corresponde à área limítrofe entre o manguezal e a terra firme.</p> <p>5.1.1 Culturas – Esta classe pode ser encontrada próxima à margem direita do rio Guapi, e nas proximidades da rodovia BR 439, que acompanha o limite da APA.</p>
<p>6.1 ÁREA URBANA - Áreas recentemente ocupadas, normalmente correspondendo à expansão da área urbana.</p>	<p>6.1.1 Área Urbana – Encontrada nos Municípios de São Gonçalo e Magé, Em Magé a área urbana se alonga do porto da Piedade até a rodovia BR 439.</p>

### 3. Resultado e Discussão

Levando-se em conta a premissa básica de que diferentes escalas fornecem diferentes respostas, a presente pesquisa centrou os seus objetivos no sentido de associar diferentes sistemas operacionais às diferentes respostas obtidas para uma mesma área de estudo. Assim sendo, os primeiros produtos obtidos referem-se ao Uso da Terra da APA de Guapimirim considerando uma primeira escala de tratamento como sendo a Macro Escala (1:50.000), tendo como base metodológica os produtos obtidos a partir do processamento digital da Imagem CBERS 2. Num segundo momento, obteve-se um produto associado à segunda escala de tratamento, considerando a mesma metodologia, sendo que, nesta fase, foram consideradas diferentes legendas associadas ao processamento digital da imagem ASTER a Macro Escala (1:25.000). Por fim, uma terceira escala de tratamento foi utilizada atendendo a uma legenda mais específica, tendo como base o tratamento digital da imagem IKONOS a Micro Escala (1:10.000). Estes produtos constam das figuras 2, 3 e 4

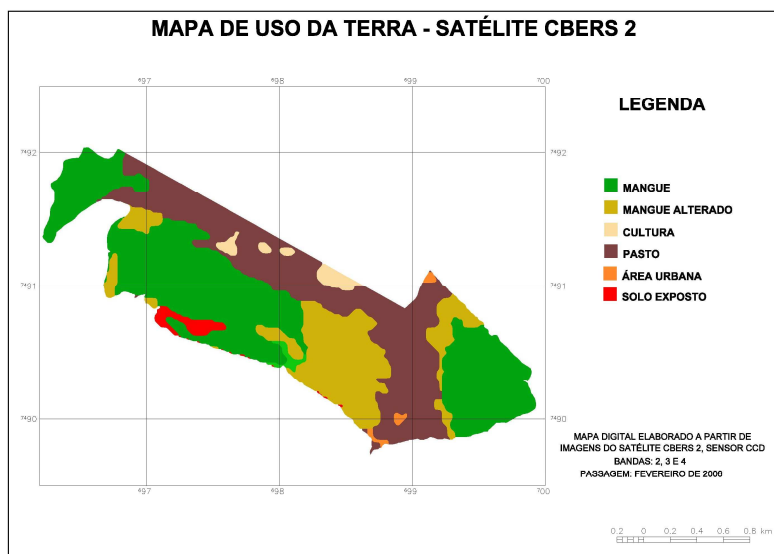


Figura 2. Mapa de Uso da Terra obtido pelo sensor CBERS2

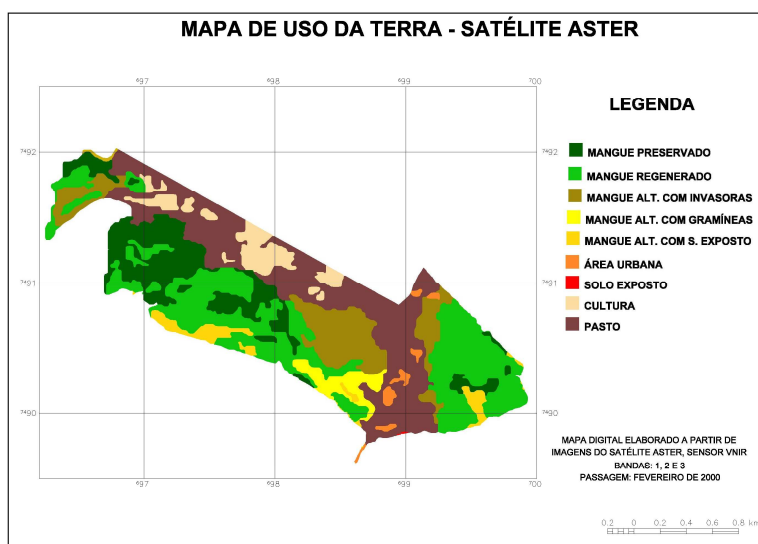


Figura 3. Mapa de Uso da Terra obtido pelo sensor ASTER

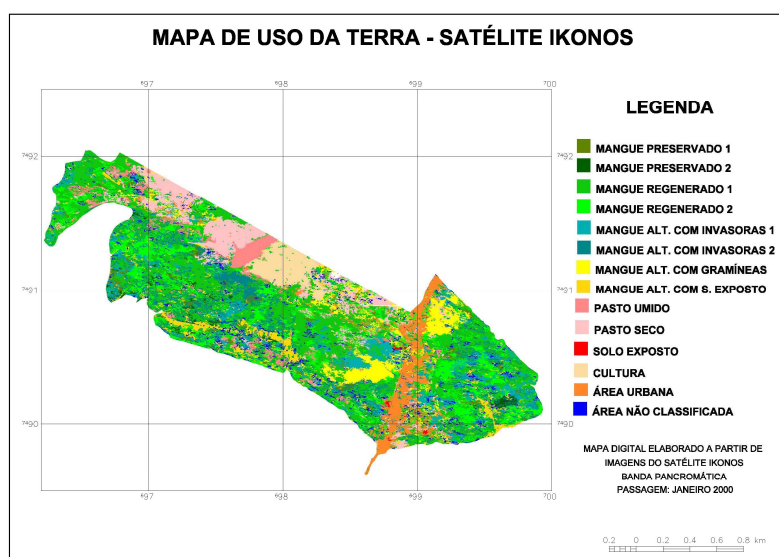


Figura 4. Mapa de Uso da terra obtido pelo sensor IKONOS

A partir do estabelecimento dos mapas temáticos associados a cada uma das diferentes escalas de tratamento, foi possível obter a área correspondente à cada classe da legenda e estabelecer a estatística ambiental do Uso da Terra, representado na tabela 5.

Tabela 5. Cruzamento entre as classes obtidas pelos Satélites CBERS 2, ASTER e IKONOS

CLASSES DE USO CBERS	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	PERC (%)	CLASSES DE USO ASTER	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	PERC (%)	CLASSES DE USO IKONOS	ÁREA (KM <sup>2</sup> )	PERC (%)
MANGUE	1,50	45	MANGUE PRESERVADO	0,50	15	MANGUE PRESERVADO 1	0,06	1,8
			MANGUE PRESERVADO 2			0,04	1,2	
			MANGUE REGENERADO	1,02	31	MANGUE REGENERADO 1	1,01	30
			MANGUE REGENERADO 2			0,42	12,6	
MANGUE ALTERADO	0,65	19,5	MANGUE ALT. C. INVASORAS	0,4	12	MANGUE ALT. C. INVASORAS 1	0,38	11,3
			MANGUE ALT. C. S. EXPOSTO	0,12	3,5	MANGUE ALT. C. S. EXPOSTO	0,14	4,2
			MANGUE ALT. C. GRAMINEAS	0,11	3	MANGUE ALT. C. GRAMINEAS	0,19	5,7
PASTO	1,06	31,6	PASTO	0,9	27	PASTO ÚMIDO	0,12	3,6
						PASTO SECO	0,29	8,8
SOLO EXPOSTO	0,05	1,5	SOLO EXPOSTO	0,04	1,2	SOLO EXPOSTO	0,02	0,6
CULTURA	0,06	1,8	CULTURA	0,2	6	CULTURA	0,12	3,6
ÁREA URBANA	0,02	0,6	ÁREA URBANA	0,05	1,3	ÁREA URBANA	0,21	6,3
						ÁREA NÃO CLASSIFICADA	0,11	3,3

A tabela 5 mostra que, em termos de classificação associada, a variável Mangue em nível macro, meso e micro que apresentaram percentuais de 45%, 46% e 45,6 % respectivamente. Isto documenta a existência de uma similaridade entre as três classificações, comprovando o grau de eficiência entre os resultados parciais obtidos. Com relação à classificação associada aos Mangues Alterados, a mesma se comportou de forma semelhante, sendo obtidos os percentuais em nível da macro, meso e micro que apresentaram percentuais de 19,5%, 18,5% e 18,2% respectivamente.

No caso da classificação associada ao Pasto apenas os níveis de macro e meso escala apresentaram uma significativa similitude com um grau de confiança correspondente a 11,10% de desvio padrão, já que, ao se considerar em conjunto as classificações correspondentes aos 3 níveis (macro, meso e micro,) houve uma diferença com 42,36 % de variação. Com relação ao solo exposto, ao se considerar os 3 níveis, houve uma variação de 41,66% entre as áreas classificadas, sendo que, no caso do confronto entre os níveis macro e meso, essa variação apresentou um valor de apenas 15,71, o que leva a garantir um grau de similitude de 84,29 %. Em termos da variável cultura, ao serem considerados os três níveis, houve uma variação de 55,45%, o que permite inferir um baixo grau de similitude correspondente a 44,55%. No entanto, ao se considerar o confronto entre os níveis meso e macro, este grau de similitude aumenta para 74,64% tendo em vista o coeficiente de variação ter sido de 35,36%

Ao se considerar a classificação associada à área urbana, ficou constatada que foi a variável que se apresentou com maior grau de variação, tanto em relação aos três níveis quanto aos confrontos entre eles. Desta forma, ao se considerar os 3 níveis, houve uma variação de 117,73 %, o que demonstra uma total incoerência entre as áreas classificadas como sendo urbanas na APA .O mesmo grau residual pode ser considerado quanto ao confronto entre os níveis meso e micro, onde foi detectada uma variação de 93,04%, sendo que apenas o confronto entre os valores areais, entre os níveis macro e meso que se apresentou com um percentual de variação mais baixo, correspondente a 52,10% o que corresponde um grau de similitude muito reduzido, cerca de 47,90%.

#### 4. Conclusões

Podemos concluir que as imagens do sensor CBERS 2 atenderam bem aos produtos abrangentes às classificações em escalas cartográficas inferiores a 1:50.000, estas imagens poderão ser utilizadas nas análises preliminares dos impactos ambientais em ecossistemas de manguezais como os da Baía de Guanabara.

O sistema ASTER atendeu muito bem às expectativas para a classificação em meso escala (1.25:000), pois foi possível ampliar o número de classes no sistema de classificação associado ao uso da terra, sem aumentar significativamente a confusão entre as classes com intervalos espectrais parecidos. Esta qualidade na classificação pode estar associada aos intervalos entre bandas muito próximas ao que ocorre no espectro eletromagnético, além da boa resolução espacial de 15 metros. Com relação à qualidade espectral e espacial do satélite ASTER, foi possível obter informações mais detalhadas da cobertura vegetal do manguezal, discriminando melhor as classes de pasto e cultura e as áreas urbanas. Além disso, apresentou um custo de imagens muito próximo ao do sistema LANDSAT confirmando-se, por conseguinte, o sistema ASTER como sendo a futura alternativa de substituição do sistema LANDSAT.

A oferta de imagens de alta resolução, como as do IKONOS, está mudando completamente as metodologias empregadas no processamento e na classificação das imagens orbitais, pois, com o aumento da resolução espacial, a quantidade de pixel para compor a imagem torna-se muito elevada e a variação de níveis de cinza para cada alvo na superfície terrestre pode variar bastante e, em consequência disto, o uso dos classificadores digitais tradicionais, como o Battacharya e Maximaverossimilhança, requer um cuidado especial para a elaboração do sistema de classificação, pois a possibilidade de confusão torna-se muito maior.

O uso das geotecnologias é de fundamental importância para a gestão de planejamento e impactos ambientais, pois o seu uso auxilia o entendimento da organização do espaço, assim como estabelece bases para ações e estudos futuros da área estudada. Por esta razão, o uso desta ferramenta auxiliou na criação da taxonomia do sistema de classificação para macro, meso e micro escala, no cruzamento dos dados cartográficos e na confecção dos mapas temáticos.

Para a implantação do planejamento e a gestão ambiental em um ecossistema torna-se necessário que haja uma análise dos diferentes componentes do ambiente que está sendo motivo de estudo, desde o meio físico-biótico à ocupação humana e seu inter-relacionamento. Pode-se, ainda, apontar pelo menos quatro grandes segmentos ligados ao planejamento e a gestão ambiental, onde atualmente os usos das geotecnologias se tornam extremantes necessários: Mapeamento Temático, Diagnóstico Ambiental, Avaliação e Controle de Impacto Ambiental e Ordenamento Territorial.

#### Referências Bibliográficas

- Amador, E.S **Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza**. Rio de Janeiro, Edição do autor, 1997.
- Araujo, D.S.D.; Maciel, N.C. **Os manguezais do recôncavo da Baía de Guanabara**. Rio de Janeiro, FEEMA, 1979.
- Gonzales, R.C.e Wints, P. **Processamento digital de imagens**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 2000.
- Moreira, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Minas Gerais, Editora da UFV, 2003.
- Pires, I.O. Monitoramento de manguezais através de correlação de índice da densidade foliar e de radiância TM/Landsat. 373p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1991.