

Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo

Cleyber Nascimento de Medeiros¹
Reinaldo Antonio Petta¹

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geociências
Campus Universitário, CEP: 59072-970, Caixa Postal: 1639, Fone: (84) 215-3808.
E-mail: cleybermedeiros@yahoo.com.br, petta@geologia.ufrn.br

Abstract. This work presents an analysis of the images of satellite IKONOS 2 aiming at the mapping of the land use. The study area corresponded to the city of Parnamirim, located in the state of the Rio Grande do Norte, Brazil. A spectral characterization of subjects of vegetal and urban covering was become fulfilled, in the four available spectral bands in transformed images IKONOS 2 and in of the original bands. One also presents the result of a supervised classification of the land use for the statistical method of maximum likelihood using for in such a way Envi software 3.2[®]. The joined results disclose that images IKONOS 2 consist in an important source of data, because the use of these in the context of diverse applications, such as the mapping of the land use, applications in urban areas, among others.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, land use, sensoriamento remoto, processamento de imagens, uso e ocupação do solo.

1. Introdução

Este trabalho apresenta uma análise das imagens do satélite IKONOS 2 visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. A área de estudo correspondeu ao município de Parnamirim, localizado no estado do Rio Grande do Norte. Realizou-se uma caracterização espectral de temas de cobertura vegetal e urbana, nas quatro bandas espectrais disponíveis nas imagens IKONOS 2 e em transformadas das bandas originais visando realizar o citado mapeamento.

Apresenta-se também o resultado de uma classificação supervisionada do uso e ocupação do solo do município de Parnamirim pelo método estatístico de máxima verossimilhança utilizando para tanto o software Envi 3.2[®]. Os resultados encontrados revelam que as imagens IKONOS 2 constituem-se em uma importante fonte de dados, potencializando a utilização destas no contexto de diversas aplicações, tais como o levantamento do uso e ocupação do solo, aplicações em áreas urbanas, entre outras.

No contexto do mapeamento realizado, tem-se que através do levantamento do uso e ocupação do solo pode-se identificar e monitorar as atividades preponderantes, inadequadas e conflitivas do município em estudo, o que poderá auxiliar o governo municipal, no planejamento urbano ou rural, na elaboração de projetos setoriais de uso do solo, na localização de atividades diversas e nos zoneamentos em geral. Verificou-se ainda, através de técnicas de geoprocessamento, o comportamento do uso atual do solo nas áreas de Preservação Ambiental de Parnamirim, constatando-se uma acentuada ação antrópica nestes locais, acarretando desta forma na degradação do meio ambiente.

Para a realização do trabalho, utilizou-se da infra-estrutura fornecida pelo Laboratório de Geomática da UFRN, o qual disponibilizou computadores, softwares, as imagens de satélite e os demais recursos necessários para o desenvolvimento da pesquisa.

2. Localização da Área de Estudo

A área em estudo está situada entre os paralelos 5° 50' e 5° 59' de latitude Sul e os meridianos 35° 06' e 35° 18' de longitude Oeste, compreendida pelos limites do município de Parnamirim (**Figura 1**). Parnamirim limita-se ao Norte com o município de Natal, a Sul com os municípios de São José de Mipibú e Nísia Floresta, a Oeste com o município de Macaíba e a Leste com o Oceano Atlântico, possuindo cerca de 120,2 Km² e uma população de 124.690 habitantes (IBGE, 2000).

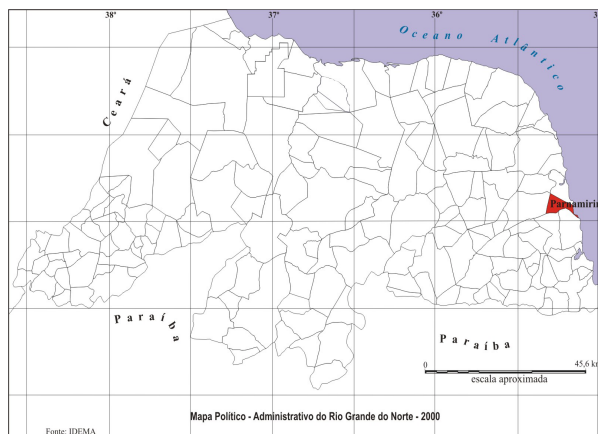


Figura 1: Localização do município de Parnamirim no Estado do Rio Grande do Norte.

3. Metodologia

Para realização do mapeamento utilizou-se de um conjunto de oito imagens do satélite IKONOS 2 (**Figura 2**) com resolução espacial de 1 metro, após fusão com a banda pancromática, datadas de janeiro de 2003, as quais cobriram toda a extensão do município. As referidas imagens foram geo-referenciadas para o sistema de projeção UTM, Zona 25 Sul, Datum SAD 69.

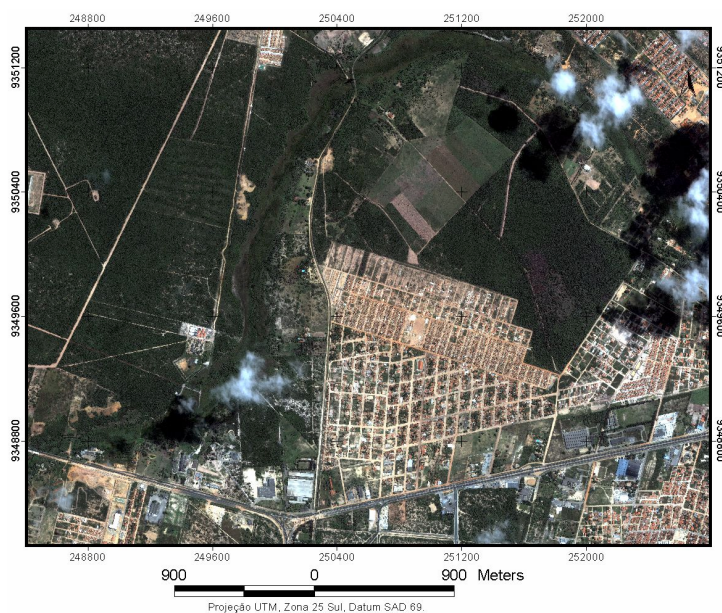


Figura 2: Parte da Imagem IKONOS 2, Composição colorida R3G2B1.

A metodologia utilizada para a elaboração do mapa de uso e ocupação do solo consistiu inicialmente na aplicação de técnicas de processamento digital de imagens (PDI) nas imagens IKONOS 2, mais precisamente realce por contraste, índices de vegetação, razão entre bandas e composições coloridas em RBG, melhorando-se a qualidade visual para extração de informações. Utilizaram-se também técnicas de análise por componentes principais e classificações supervisionadas, pelo método estatístico de máxima verossimilhança, conforme apresentado na **Figura 3**.

Ressalta-se, todavia, que as classificações geradas não foram suficientes para elaborar o mapa de uso e ocupação do solo, devido ao fato de diferentes classes de ocupação do solo terem assinaturas espectrais semelhantes, porém, as mesmas ajudaram consideravelmente na diferenciação das classes de vegetação (vegetação de restinga e mangue). No caso específico das imagens obtidas pelo satélite IKONOS 2, algumas informações encontradas na imagem são consideradas “indesejadas”, tais como árvores e casas isoladas, sombras dos edifícios, etc, no entanto, é inegável os benefícios encontrados na geração dos mapas temáticos a partir destas imagens dado à elevada resolução espacial (1 metro) das mesmas, podendo-se identificar conjuntos de casas, ruas com e sem asfalto, áreas de plantações, solo descoberto, etc.

Para definição das classes de uso e ocupação do solo utilizou-se à metodologia do IBGE (1999), a qual define que as associações de tipos de uso do solo são utilizadas quando diversos tipos são encontrados muito próximos uns dos outros em áreas limitadas para serem reconhecidas separadamente. Quando mais de 80% de uma área é ocupada por só um tipo de uso, está será mapeada como unidade simples. Se não existe uma classe dominante e duas classes diferentes atingem 80% ou mais da área, então as duas deverão ser combinadas, surgindo uma nova categoria de uso da terra com duas classes associadas. Ressalta-se que no caso de associações de classes de uso da terra, a classe colocada em primeiro lugar na legenda representa o tipo mais representativo.

Dentro do Ambiente do software Arc View GIS 3.2[®], se vetorizou as referidas imagens geo-referenciadas, no intuito de se obter as classes de uso e ocupação do solo, totalizando 26 classes mapeadas (**Tabela 1**).

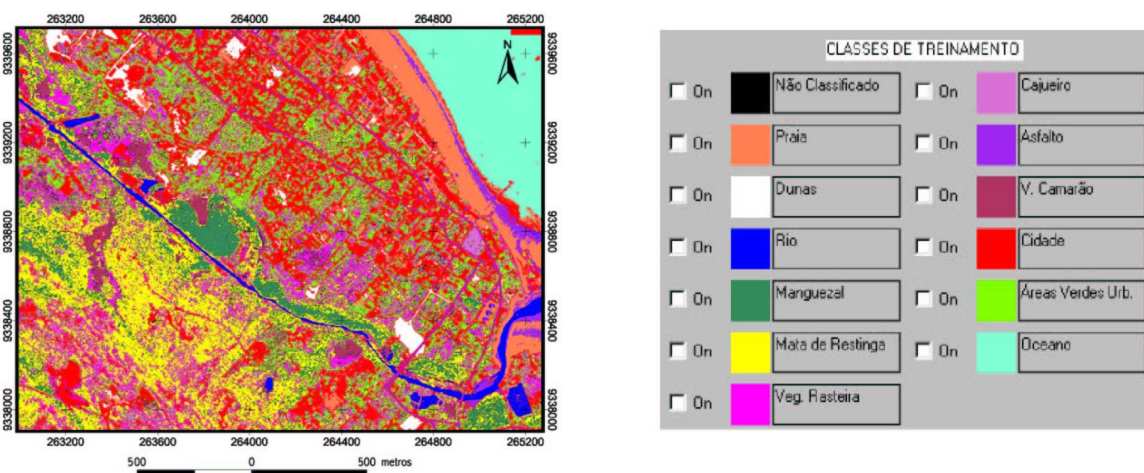


Figura 3: Classificação Supervisionada Utilizando o Método de Máxima Verossimilhança, (limiar de aceitação igual a 0,5) de Parte da Imagem IKONOS 2, Transformada por uma APC.

3 - RESULTADOS

A preocupação, cada vez mais freqüente, sobre a forma e o tipo de ocupação do seu território tem levado aos governos a se interessarem por estudos que abordem essa questão. Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região. Neste sentido Grigio (2003) cita que o avanço das tecnologias de manipulação de dados veio suprir sensivelmente a esses anseios, sendo o geoprocessamento um de seus produtos mais valiosos. Assim, o uso do sensoriamento remoto para a obtenção de dados geoambientais, em conjunto com o sistema de informação geográfica (SIG) como suporte a esses dados, tem sido de grande valia e, principalmente, de grande confiabilidade para a comunidade técnica e científica nas mais diversas aplicações práticas.

É evidente que, a menos que o uso atual da terra seja conhecido e compreendido, os projetos de desenvolvimento podem trazer mais prejuízos que benefícios à estrutura econômica existente em um local (IBGE, 1999).

O mapa de uso e ocupação do solo do município de Parnamirim foi elaborado na escala 1:10.000, tendo como base cartográfica as imagens do satélite IKONOS 2, datadas de Janeiro de 2003. Este escala de detalhe pode ser obtida devido à resolução espacial das imagens, que foi igual a 1 metro. Apresenta-se na **Figura 4** o mapa de uso e ocupação do solo do município de Parnamirim.

Segundo IBGE (1999), este tipo de mapa contribui para o acervo de conhecimentos de determinada área e aliado aos mapeamentos geológicos, geomorfológicos e pedológicos pode indicar o nível de sustentabilidade de uma região, fornecendo assim subsídios para avaliações dos impactos ambientais em diversos níveis de intensidade.

A **Tabela 1** exibe as áreas das classes presentes no mapa apresentado na figura 4 em ha e em percentual, as quais foram calculadas utilizando o software Arc View GIS 3.2[®].

Tabela 1: Área das Classes de Uso e Ocupação do Solo de Parnamirim, 2003.

Classes de Uso do Solo	Área (ha)	%	Classes de Uso do Solo	Área (ha)	%
Agricultura	600,74	4,98	Mata de Restinga Aberta	808,75	6,71
Agricultura/Pastagem	749,12	6,21	Mata de Restinga Degradada	107,03	0,89
Agricultura/Mata Subcaducifolia Degradada	891,92	7,40	Mata de Restinga Degradada/Vegetação Rasteira	47,09	0,39
Área Construída - CATRE	470,70	3,90	Mata de Restinga Fechada	616,03	5,11
Área Construída - CLBI	30,94	0,26	Mata Subcaducifolia Aberta	1033,85	8,57
Área Rural	305,03	2,53	Mata Subcaducifolia Degradada	402,09	3,33
Áreas Urbanas de Uso Misto	181,84	1,51	Mata Subcaducifolia Degradada/Vegetação Rasteira	363,34	3,01
Áreas Urbanas Residenciais	2829,96	23,46	Mata Subcaducifolia Fechada	1660,99	13,77
Cajueiro de Pirangi	0,80	0,01	Pista do Aeroporto	36,17	0,30
Dunas Areais	218,64	1,81	Praia	46,51	0,39
Lagoas	39,39	0,33	Solo Sem Cobertura Vegetal	252,17	2,09
Mangue	17,59	0,15	Vegetação Rasteira	342,30	2,84
Mangue Degradado	5,64	0,05	Viveiro de Camarão	1,98	0,02
Obs: 1 ha = 10.000 m ² .			Total	12060,61	100,00

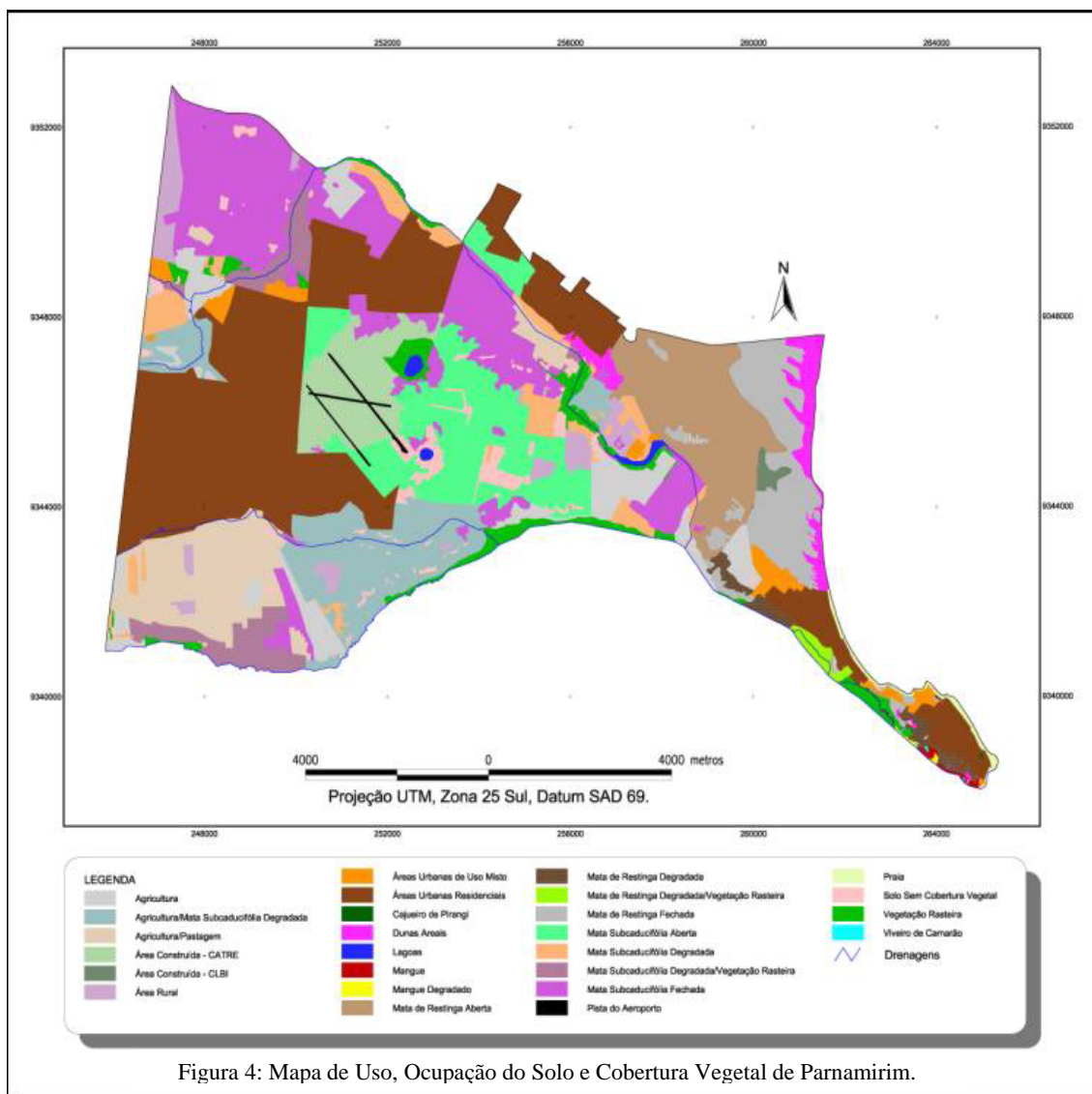


Figura 4: Mapa de Uso, Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal de Parnamirim.

Com relação às áreas de preservação ambiental do município de Parnamirim, o Plano Diretor do Município (1999) define as mesmas nos artigos a seguir:

Art. 25 - O Macrozoneamento Ambiental, divide a totalidade do território do Município em duas zonas:

I - Zona Adensável: Aquela adequada à urbanização, efetivamente ocupada ou destinada à expansão da cidade; II - Zona de Proteção Ambiental: Aquela de restrição à ocupação urbana que abrange as áreas de condições físicas adversas à ocupação intensa pelas condições geológicas, de cobertura vegetal ou de importância para a preservação dos corpos de água e espécies nativas da fauna e da flora.

Art. 26 - A Zona de Proteção Ambiental subdivide-se em: 1 – Sub-Zona I: integra uma faixa de 60 m (sessenta metros) sobre cada uma das margens dos rios que cortam o Município, tendo como objetivo a proteção do ecossistema ribeirinho, a preservação da mata ciliar, o controle de poluição das águas e dos processos erosivos e de assoreamento; 2 – Sub-Zona II: integra uma faixa de 240 m (duzentos e quarenta metros), subsequente à Sub-Zona I, seguindo

cada uma das margens dos rios que cortam o Município, incorporando as porções do território municipal que contêm as reservas de mata nativa de vegetação, tendo como objetivo minimizar os impactos sobre o ecossistema ribeirinho e mata ciliar e proteger as reservas nativas de vegetação.

A **Figura 5** apresenta um mapa contendo as áreas de proteção ambiental definidas no artigo 26 do Plano Diretor do Município, a qual foi elaborada através da análise de proximidade (Buffer). Segundo Silva (1999), a análise de Buffer consiste em gerar subdivisões geográficas bidimensionais na forma de faixas, cujos limites externos possuem uma distância fixa x (no caso deste estudo teve-se uma distância de 60 e 240 metros) e cujos limites internos são formados pelos limites da expressão geográfica em exame.

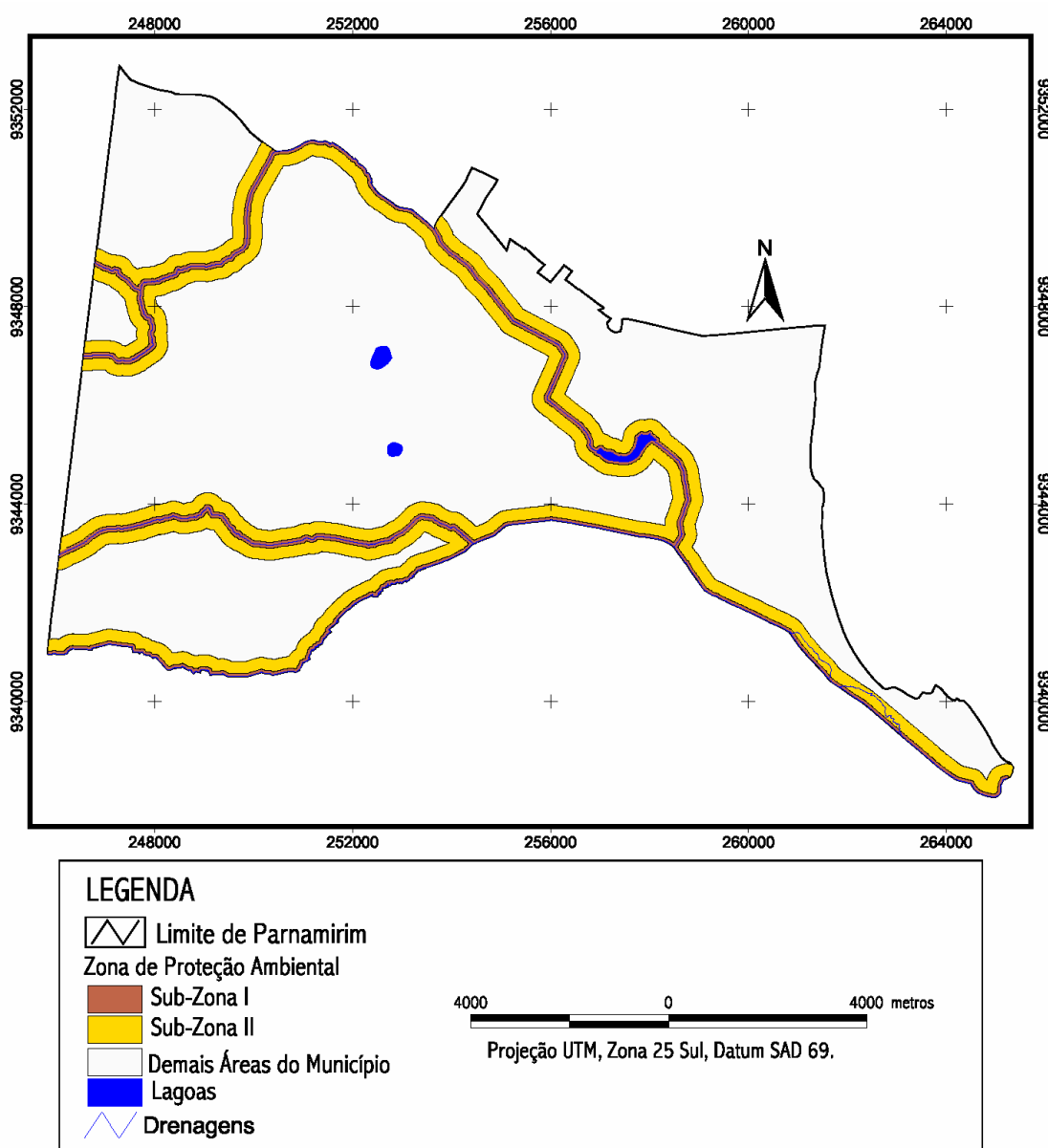


Figura 5: Zonas de Proteção Ambiental do Município de Parnamirim, definidas pelo Plano Diretor do Município.

Com o objetivo de verificar quais as classes de uso e ocupação do solo, e suas respectivas áreas em ha, estão presentes atualmente nas áreas de proteção ambiental do município de Parnamirim foi realizado o cruzamento do mapa de uso, ocupação do solo e cobertura vegetal com o mapa das áreas de preservação ambiental, valendo-se da extensão ArcView Spatial Analyst v1.1[®] do software Arcview GIS 3.2[®]. Esse módulo possibilita o cruzamento de dados de diferentes layers, gerando uma tabela cujas colunas representam as classes mapeadas de um mapa e as linhas representam as classes mapeadas para o outro mapa (**Tabela 2**).

Tabela 2: Cruzamento das Classes do Mapa de Uso, Ocupação do Solo e Cobertura Vegetal com as Classes do Mapa das Áreas de Proteção Ambiental do Município de Parnamirim.

Classes de Uso do Solo	Áreas de Proteção Ambiental			
	SUB ZONA I		SUB ZONA II	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
Agricultura	39,13	7,55	182,02	9,41
Agricultura/Mata Subcaducifólia Degradada	96,96	18,72	375,95	19,44
Agricultura/Pastagem	42,95	8,29	119,08	6,16
Área Rural	3,83	0,74	14,88	0,77
Áreas Urbanas de Uso Misto	5,11	0,98	43,38	2,24
Áreas Urbanas Residenciais	27,64	5,34	203,71	10,53
Dunas Areais	0,85	0,16	21,69	1,12
Lagoas	17,01	3,28	0,43	0,02
Mangue	6,38	1,23	9,78	0,51
Mangue Degradado	5,10	0,99	2,13	0,11
Mata de Restinga Aberta	6,38	1,23	62,09	3,21
Mata de Restinga Degradada	7,23	1,40	59,11	3,06
Mata de Restinga Degradada/Vegetação Rasteira	9,78	1,89	31,90	1,65
Mata de Restinga Fechada	0,85	0,16	32,75	1,69
Mata Sub-caducifólia Aberta	0,43	0,08	40,83	2,11
Mata Sub-caducifólia Degradada	20,84	4,02	162,03	8,38
Mata Sub-caducifólia Degradada/Vegetação Rasteira	63,37	12,23	173,94	8,99
Mata Sub-caducifólia Fechada	47,21	9,11	188,40	9,74
Praia	2,13	0,41	3,83	0,20
Solo Sem Cobertura Vegetal	2,98	0,57	54,44	2,82
Vegetação Rasteira	111,42	21,51	150,13	7,76
Viveiro de Camarão	0,43	0,08	1,28	0,07
Total	518,00	100,00	1933,77	100,00

Obs: Tabela gerada através da Extensão Arc View Spatial Analyst v1.1[®] do software Arcview GIS 3.2[®].

Analisando a referida tabela pode-se constatar que as áreas naturais ou sem graves intervenções antrópicas, correspondentes à **cor verde** na tabela 03, possuem atualmente pouco menos de 16% da área total da Sub-Zona I. Em relação à Sub-Zona II, este percentual foi de aproximadamente 19%. Conseqüentemente as áreas onde houve intervenção antrópica correspondem a 84,32% e 81,40% para as Sub-Zonas I e II respectivamente.

As classes mais representativas encontradas na Sub-Zona I foram à vegetação rasteira (21,51%) e Agricultura/Mata Sub-Caducifólia Degradada (18,72%), enquanto na Sub-Zona II as classes mais representativas foram Agricultura/Mata Sub-Caducifólia Degradada (19,44%) e Áreas Urbanas Residenciais (10,53%).

Desta forma constata-se que a ação antrópica está fortemente presente nas áreas de proteção ambiental do município, o que poderá gerar danos ao meio-ambiente destes locais. Para um melhor gerenciamento destas áreas no intuito de cumprir o que define os artigos 25 e 26 do Plano Diretor, ou seja, proteger o ecossistema ribeirinho, preservar a mata ciliar, controlar a poluição das águas e dos processos erosivos e de assoreamento, assim como

proteger as reservas nativas de vegetação, deve-se efetivar um controle mais racional destes locais.

3 – Considerações Finais

As diversas análises empreendidas mostraram que as imagens de alta resolução constituem atualmente em uma importante fonte de dados em geoprocessamento. A partir das mesmas pode-se realizar mapeamentos de uso e ocupação do solo na escala de detalhe, assim como realizar estudos urbanos, como, por exemplo, a atualização da malha viária das cidades.

O mapeamento de uso e ocupação do solo elaborado revelou que cerca de 15% da vegetação nativa do município está atualmente degradada, tendo Parnamirim uma área urbana equivalente a 24% da extensão total do município (**Tabela 1**).

A análise espacial realizada revelou que as áreas de proteção ambiental do município estão atualmente sofrendo graves intervenções antrópicas, gerando danos muitas vezes irreversíveis ao meio ambiente da região.

4 – Referências Bibliográficas

- GRIGIO, A. M. 2003. **Aplicação do Sensoriamento Remoto e Sistema de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré-RN: Simulação de Risco às atividades da Indústria Petrolífera**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica - PPGG. UFRN, 232p.
- IBGE. 1999. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Série Manuais Técnicos em Geociências, Número 07, 58p.
- IBGE. 2000. **Censo Demográfico de 2000**. Disponível na internet: www.sidra.ibge.gov.br. Acessado dia 20/05/2002, 09:40.
- PLANO DIRETOR. 1999. **Emendas do Plano Diretor do Município de Parnamirim**. Parnamirim-RN, 45p.
- SILVA, A.B. 1999. **Sistemas de Informações Geo-Referenciadas: Conceitos e Fundamentos**. Campinas-SP, Editora da UNICAMP, 236p.