

Uso e ocupação da terra nas áreas de entorno do açude Orós com vistas ao ordenamento territorial

Zilnice Maria Lebre Soares¹
Margareth Sílvia Benício de Souza Carvalho¹
Ana Maria Lebre Soares¹
Gleuba Maria Borges de Souza Carvalho¹
Maria Aldemisa Gadelha de Almeida¹
Silvania Maria dos Santos¹
Francisco de Assis Jorge de Oliveira¹
Luiz Carlos Guerreiro Chaves¹
Heloísa Carvalho Freitas¹

¹Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME
Caixa Postal D-3221- CEP 60115-221 – Fortaleza – CE, Brasil
{margareth, anamaria, zilnice, gleuba, aldemisa, silvania, jorge, luizcarlos}@funceme.br
heloisacfreitas@gmail.com

Abstract. The main objective of this work was the application of geotechnologies through remote sensing and GIS to elaborate the maps in scale 1:10.000. It was used Quickbird images to generate informations of the cobertura vegetal in the Oros reservoir. This study presenting the reservoir level, the land using and the Area de Preservação Permanente (APP) around the Oros reservoir. This reservoir is management by Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) according to territorial ordenation.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, environmental systems, sensoriamento remoto, processamento de imagem, sistemas ambientais.

1. Introdução

O Departamento Nacional de Obras Contra a Seca – DNOCS preocupado com a situação atual das áreas de entorno de importantes reservatórios, que são fundamentais para sobrevivência de populações que habitam no semi-árido brasileiro, celebrou Convênio com a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, com o objetivo de obter uma base de dados digital com informações detalhadas do uso e ocupação e da Área de Preservação Permanente (APP). Desta forma o referido órgão teria subsídios para o planejamento e regularização do ordenamento territorial, podendo, assim, preservar melhor esses reservatórios.

O Orós foi o primeiro açude a ser mapeado e as informações geradas confirmaram a ocupação desordenada e prejudicial que está ocorrendo no seu entorno. Sabe-se que a interferência humana influencia a dinâmica do desenvolvimento da paisagem terrestre, no que se refere ao aproveitamento dos diversos recursos naturais ao longo da história humana, a partir das práticas agropecuárias, extrativas e de obras em geral (Borges et al., 2007).

O mapeamento foi elaborado na escala 1:10.000 utilizando imagens do satélite Quickbird que mostraram o atual nível do espelho d'água e a situação da ocupação das áreas de entorno em relação às atividades agropecuárias, vegetação natural, capoeiras, vilas, aglomerados rurais, dentre outros.

Após o levantamento das informações existentes, da interpretação das imagens de satélite de alta resolução utilizando geotecnologias de sensoriamento remoto e geoprocessamento e trabalho de campo, foi organizado uma base de dados em um Sistema de Informações Geográficas – SIG, para ser utilizado pelo DNOCS.

Como resultado o DNOCS terá uma importante ferramenta para a implantação de planos de gestão do território e na concepção de sistemas de informação que poderão ser aplicados a projetos que visem a manutenção e preservação adequada dos açudes.

2. Metodologia de Trabalho

A área objeto do presente estudo está localizada em parte dos municípios de Acopiara, Iguatu, Quixelô e Orós na porção sub-oriental do Estado do Ceará (Figura 1), e abriga um conjunto de características naturais bastante diversificadas. A barragem fica no município de Orós, Estado do Ceará, a aproximadamente 450 km de Fortaleza, barrando o Rio Jaguaribe e cobrindo uma área de cerca de 25.000 km².

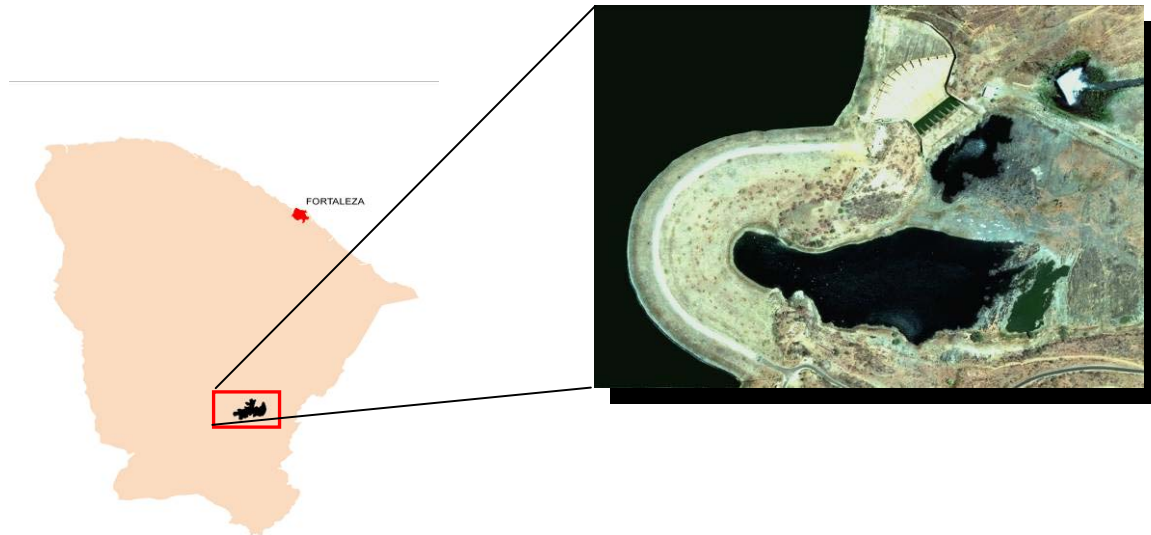


Figura 1. Localização do Açude Orós e detalhe da imagem *Quickbird* mostrando a barragem do Açude.

As condições geológicas da área de entorno do Açude são marcadas pela evidente preponderância de rochas do embasamento cristalino onde se constata uma grande variedade de litotipos com predominância de migmatitos homogêneos e heterogêneos, além de gnaisses variados, associados a xistos, calcários metamórficos, quartzitos e núcleos granitóides.

Circundando a área do Açude na maioria dos seus quadrantes – noroeste, oeste e sudeste - há ocorrência de rochas sedimentares da bacia intra-cratônica do Grupo Rio do Peixe (Juro-Cretáceo). Trata-se de rochas pertencentes à Formação Souza (RADAMBRASIL, 1981), cujos litotipos mais comuns são constituídos por argilitos intercalados com níveis de margas, arenitos finos ou conglomeráticos que se apresentam fortemente intemperizados. Ao sul da área do Açude há uma mancha espessa de sedimentos Tércio-Quaternários da Formação Moura e que compõem tabuleiros interiores.

Na região da bacia de Iguatu, a leste da área urbana e em direção ao espelho d'água, as rochas da bacia intracratônica são recobertas pelos sedimentos aluviais que compõem a planície fluvial do rio Jaguaribe e de rios que convergem para o coletor principal. A bacia é limitada por falhas que evidenciam a tectônica ruptural pretérita.

As características geomorfológicas locais exibem influências estruturais – através da geotectônica – de alternâncias paleoclimáticas e dos processos morfodinâmicos atuais que são controlados pelo comportamento diferenciado das rochas.

Bordejando a calha do rio Jaguaribe e dos seus tributários locais, desenvolvem-se as planícies fluviais cujos depósitos aluviais são constituídos por areias finas a grosseiras, incluindo cascalhos inconsolidados e argilas com matéria orgânica em decomposição.

A maior parte da área integra a superfície sertaneja antiga (Pd2) que exhibe a ocorrência de relevos forte a moderadamente dissecados, além de paleossolos dotados de boas condições de fertilidade natural.

As condições climáticas locais são fortemente influenciadas pelos deslocamentos da Zona de Convergência Intertropical. Ela constitui o principal sistema sinótico que condiciona a quadra chuvosa. Essencialmente, os parâmetros climáticos da área são marcados por elevados coeficientes térmicos e com baixas amplitudes entre máximas e mínimas de temperaturas; baixa nebulosidade que é praticamente ausente durante a estação seca; forte insolação, com implicações nas taxas elevadas de evaporação e de evapotranspiração. Como característica climática mais expressiva cabe destaque às elevadas condições de irregularidades têmporo-espaciais das chuvas, evidenciando a nitidez de duas estações; uma chuvosa (verão-outono) sujeita a irregularidades e outra seca (inverno-primavera). Os totais pluviométricos anuais atingem uma média próxima de 1.000 mm.

A área em estudo integra a sub-bacia do Médio Jaguaribe. A rede de drenagem que converge para a corrente principal na área do embasamento cristalino tem grande frequência de cursos d'água com variadas ordens de grandeza, expondo padrões dendríticos. Havendo controle estrutural a drenagem assume padrão dendrítico-retangular, onde as correntes fluviais de maior grandeza adaptam a fraturas e falhas ou faixas com menor resistência litológica. Sob o ponto de vista dos regimes fluviais a rede de drenagem é constituída por canais intermitentes sazonais. O Jaguaribe, à jusante da barragem do Orós, tem o seu fluxo regularizado no período de estiagem pela água liberada pelo Açude. Esse fato assegura a permanência do escoamento no médio-baixo vale do rio.

Nas áreas sedimentares da bacia de Iguatu e das planícies fluviais, a menor frequência de rios é compensada por maior disponibilidade de águas subterrâneas em face das condições de permo-porosidade das rochas. Particularmente em relação aos depósitos aluviais das planícies, as potencialidades de águas subterrâneas assumem grande significância no contexto dos recursos hídricos locais. Esse fato é particularmente significativo porque ao longo dos vales há expressivo aumento de demanda hídrica em face do maior adensamento demográfico e concentração das atividades agro-pecuárias. As vazões se tornam mais abundantes em face da permo-porosidade dos sedimentos arenosos que favorecem as captações rasas e de baixo custo.

Os solos da área de entorno do Açude Orós tem sua distribuição e características fundamentais nas classes de solo: Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico, Neossolos Litólicos, Luvissole Crômico, Neossolos Flúvicos e Vertissolo Háplico.

A cobertura vegetal primária encontra-se fortemente descaracterizada pelas condições de uso e ocupação.

A caatinga arbustiva ou arbóreo-arbustiva recobria Neossolos Litólicos ou demais solos com características distróficas.

Vertissolos Háplicos e principalmente Neossolos Flúvicos das planícies fluviais são revestidos parcialmente pelas matas ciliares, onde há presença da oiticica (*Licania rígida* Benth). Tratam-se de solos que apresentam as mais favoráveis condições de uso e ocupação agrícola na área de entorno do Açude Orós.

O contexto geoambiental da área contempla os sistemas ambientais: Planícies Ribeirinhas; Depressão Sertaneja Semi-árida e Sub-úmida dos Sertões do Salgado; da Depressão do Iguatu e Cristas Residuais.

Entre os materiais cartográficos necessários para o desenvolvimento deste trabalho destacam-se as imagens orbitais do satélite *Quickbird* datada de outubro e novembro/2005, para realizar o mapeamento temático do uso e ocupação atual da terra as Cartas Topográficas da DSG/SUDENE de 1974 na escala 1:100.000 em formato digital e as Ortofotocartas na

escala 1:10.000 correspondentes a área de cobertura do açude, usadas como apoio para a elaboração da base cartográfica.

O mapeamento na escala de 1:10.000, foi executado a partir da aplicação de técnicas de geoprocessamento e processamento digital de imagens. Estas geotecnologias foram utilizadas na execução das diversas etapas e na organização e estruturação da informação geográfica em uma única base digital devidamente georreferenciada. No que se refere aos recursos computacionais foram utilizados computadores de última geração como os softwares ERDAS IMAGINE 9.0, ArcGIS 9.1 e SPRING 4.3.

No ERDAS IMAGINE 9.0 foi confeccionado o mosaico correspondente à junção das imagens Quickbird.

Para o levantamento dos pontos de controle foram utilizados receptores geodésicos do sistema GPS, de acordo com as normas do Sistema Cartográfico Nacional – SCN e do sistema de projeção cartográfica - UTM e datum - SAD 69.

No ArcGis 9.1, foram realizados o georreferenciamento das cartas scannerizadas, a organização das pastas e dos arquivos raster/vetor no banco de dados, a verificação da área de abrangência das imagens que recobrem o açude, a edição final constando dos dados vetoriais e tabulares e geração dos produtos cartográficos, bem como a estruturação e disponibilização dos dados mapeados em um ambiente SIG.

No SPRING 4.3 foi feita a classificação através da geração de polígonos que delimitaram áreas com diferentes feições.

Com as imagens ortoretificadas e classificadas foram realizados trabalhos de campo com o objetivo de reconhecimento, coleta de dados e identificação de informações sobre os diversos tipos de uso e ocupação atual da terra da área correspondente ao açude e seu entorno. Todas as observações foram devidamente registradas a partir de coordenadas UTM, obtidas através do GPS de navegação, anotações em caderneta de campo e documentação fotográfica, facilitando a identificação dos elementos e objetos fornecidos pelas imagens e a elaboração da legenda temática preliminar.

Em seguida, foi realizada a edição vetorial dos planos de informações da base cartográfica planimétrica. A partir do arquivo digital em formato raster, das ortofotocartas, foi realizada a vetorização da curva de nível que corresponde à linha de coroamento da barragem, servindo de apoio para a geração de um buffer, com distância de 01(um) quilometro a partir desta curva e a vetorização da curva de nível correspondente, aproximadamente à cota de soleira, (dados retirados da Ficha Técnica – DNOCS) que definiu a Área de Preservação Permanente (APP) do referido açude.

A APP foi identificada de acordo com a Resolução N°302 de 20 de março de 2002, que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de APP's de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno e mapeada com base nas funções de análise espacial disponível no software ArcGIS. Para geração da APP relativa à faixa marginal de 100 (cem) metros de largura, foram utilizadas funções de cálculo de distância na ferramenta ArcToolbox do ArcGis.

Nas imagens *Quickbird*, fez-se a extração de todas as informações referentes à geração dos seguintes planos: rede de drenagem superficial, rede viária principal e secundária, núcleos urbanos e espelhos d'água.

Com a edição vetorial da base cartográfica finalizada, deu-se início à fase de análise e identificação das informações contidas nas imagens, para iniciar o mapeamento do uso e ocupação atual da terra, tomando como referência, a legenda preliminar elaborada para a identificação das classes temáticas existentes.

Em seguida elaborou-se o mapa temático a partir da aplicação de técnicas de interpretação digital de imagens e de geoprocessamento, disponíveis nos softwares SPRING 4.2 e ArcGIS 9.1. Nesta fase, a principal fonte de dados foi a imagem do satélite acima mencionada.

As imagens *Quickbird*, foram adequadas para o estudo interpretativo em questão, devido ao maior poder de resolução espacial das mesmas, permitindo reconhecer áreas com cobertura vegetal em diferentes estágios de conservação e as áreas ocupadas com atividades agrícolas.

Estas áreas foram delimitadas a partir das formas geométricas e concentração de campos de cultivos e de áreas antropizadas também ocupadas por outros tipos de uso.

Os elementos de interpretação adotados no reconhecimento das feições analisadas nas imagens, aliados ao reconhecimento da verdade terrestre, permitiram distinguir as classes temáticas descritas no Quadro 1 e mapeadas na Figura 2.

Quadro 1. Descrição das Classes Temáticas – Açude Orós.

CLASSES TEMÁTICAS	DESCRIÇÃO
Área de Preservação Permanente (APP)	Resolução CONAMA N° 302 de 20 de março de 2002
Vegetação natural	Cobertura vegetal primária de caatinga em estágio de recomposição.
Mata ciliar	Cobertura vegetal ribeirinha que recobre as planícies fluviais.
Capoeira	Estágio da vegetação na sucessão ecológica secundária em fase de repouso.
Capoeira com afloramentos rochosos	Estágio de vegetação degradada distribuída esparsamente entre afloramentos rochosos ou em chãos pedregosos (pavimento desértico).
Cultura de arroz	Áreas intensamente ocupadas com o cultivo do arroz
Cultura de milho	Áreas ocupadas com grandes parcelas de cultura de milho.
Outras culturas: Culturas em consórcio	Áreas ocupadas com pequenas parcelas de culturas diversas e geralmente plantadas em consórcio.
Pastagem natural e com manejo	Cobertura vegetal herbácea natural, melhorada por técnicas de manejo.
Capineira	Pastagem artificial com capim de corte para suprimento da pecuária bovina.
Solo exposto	Exposição de solos rasos em face da degradação generalizada da cobertura vegetal.
Área de lazer	Áreas ocupadas por pequenos sítios, hotéis, balneários e outros equipamentos.
Afloramento rochoso	Exposição de afloramentos rochosos e matações por raspagem dos solos feita por processos de morfogênese mecânica ou de resistasia antrópica.
Ausência de informação	Áreas comprometidas pela presença de nuvens dificultando a identificação da classe temática.

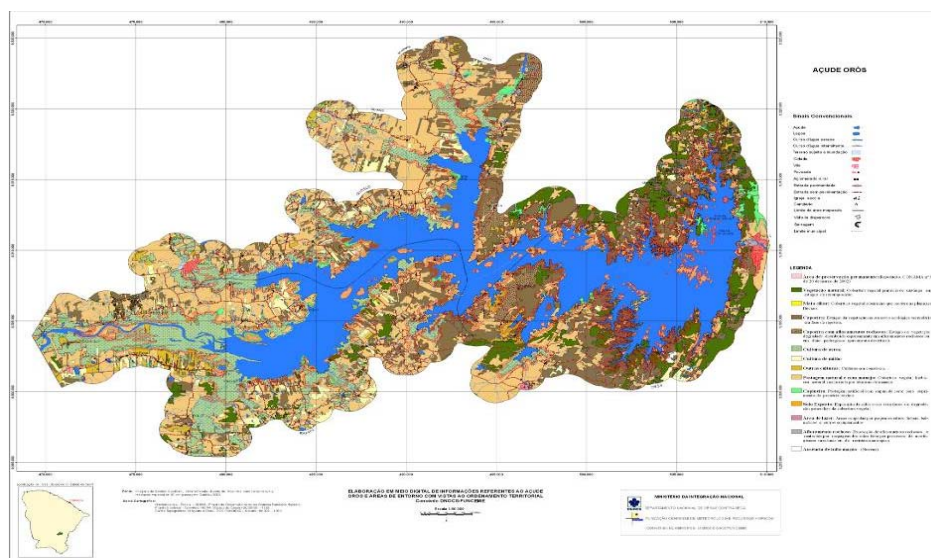


Figura 2. Mapa de uso e ocupação da terra

3. Resultados e Discussão

A Tabela 1 e a Figura 3, mostram respectivamente a quantificação em dados absolutos (ha) e relativos (%) referentes ao mapeamento do Uso e Ocupação Atual da Terra correspondente ao Açude Orós e entorno, totalizando 60.089,41 ha. Observa-se pela Tabela 1 que o município com maior participação no uso da área do Açude é Orós com uma área total de 20.722,62 hectares seguido do município de Iguatu com 20.378,44 hectares. Pela referida Tabela constata-se que o principal motivo da elevada participação do município de Orós se dá em decorrência deste município abrigar a maior parte do reservatório (6.461,89 ha). Já no município de Iguatu a maior participação no uso do Açude corresponde a classe temática pastagem natural e de manejo, assim como ocorre com a participação dos municípios de Acopiara (79,71 ha) e Quixelô (7.720,87 ha).

Constata-se, portanto, o uso das pastagens naturais e de manejo nas áreas de entorno do Açude Orós conforme a Figura 3, onde tais práticas representam 32,98% do uso total, seguido da área ocupada pelo próprio reservatório (23,23%), de capoeira (15,68%) e da rizinocultura (11,17%). Este último tem como maior representante o município de Iguatu com um total de 4.426,07 hectares.

Tabela 1. Uso e ocupação atual da terra do entorno do Açude Orós, Ceará.

Uso da Terra	Uso por município do Açude Orós (ha)				Área Total por uso (ha)
	Acopiara	Iguatu	Orós	Quixelô	
Alagada	0,00	0,00	0,00	12,51	12,51
Açude Orós	0,00	3.808,64	6.461,89	3.686,85	13.957,38
Afloramento Rochoso	0,00	0,00	33,26	0,00	33,26
Açudes	0,00	296,61	55,69	59,05	411,35
Área de lazer	0,00	0,00	39,10	0,00	39,10
Área Urbana	0,00	59,30	165,51	63,80	288,61
Arroz (rizinocultura)	0,00	4.426,07	153,26	2.129,77	6.709,10
Ausência de Informação	0,00	0,00	32,47	0,00	32,47
Capineira	0,00	305,62	490,33	253,26	1.049,22
Capoeira	61,18	2.019,61	4.442,41	2.901,04	9.424,24
Capoeira com presença de Afloramento	19,32	0,00	473,93	543,18	1.036,43
Mata Ciliar	0,00	0,00	0,00	6,39	6,39

Milho	3,23	959,18	166,21	856,60	1.985,22
Outras Culturas	0,58	532,35	357,96	187,91	1.078,81
Pastagem Natural/Manejo	79,71	7.406,50	4.609,31	7.720,87	19.816,38
Solo Exposto	0,00	0,00	0,00	13,54	13,54
Vegetação Natural	0,00	564,56	3244,89	385,95	4.195,40
Área Total (ha)	164,02	20.378,44	20.726,22	18.820,72	60.089,41

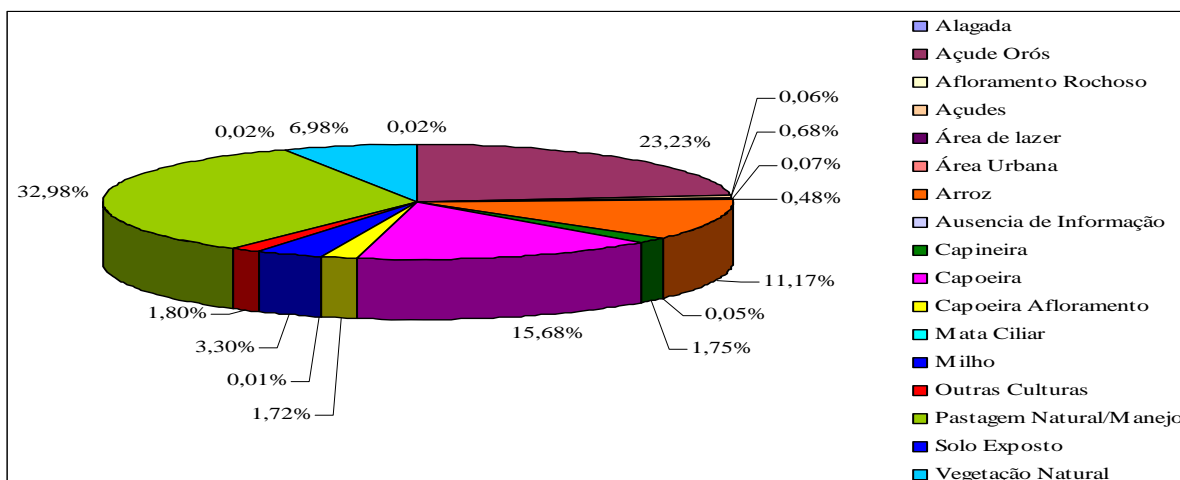


Figura 3. Participação do uso e ocupação atual da terra na área de estudo - Açude Orós, Ceará.

A grande problemática do uso inadequado das terras nas Áreas de Preservação Permanente (APP) se destacada na Tabela 2. Pela Tabela, 42,38% da APP é ocupada com pastagens, 15,83% com cultura do arroz (rizinocultura) e somente 7,77% ainda se encontra com vegetação natural.

Em ambos os casos, tanto no uso atual da terra no entorno do Açude quanto na APP pode-se destacar claramente a ação antrópica como agente modificador do meio ambiente.

Tabela 2. Quantificação das áreas de uso e ocupação atual da terra na Área de Preservação Permanente (APP) – Açude Orós, Ceará.

Uso da Terra	Área de Preservação Permanente (APP)		
	ÁREA (m ²)	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Açude Óros	21.941,00	2,1941	0,03%
Açudes	168.148,00	16,8148	0,27%
Área de lazer	390.999,00	39,0999	0,62%
Área urbana	112.941,00	11,2941	0,18%
Arroz (rizinocultura)	10.011.644,00	1001,1644	15,83%
Ausência de informação	45.073,00	4,5073	0,07%
Capineira	2.432.073,00	243,2073	3,85%
Capoeira	15.203.135,00	1520,3135	24,05%
Capoeira com afloramento	725.277,00	72,5277	1,15%
Milho	1.317.248,00	131,7248	2,08%
Outras culturas	1.092.426,00	109,2426	1,73%
Pastagem Natural/ Manejo	26.794.341,00	2679,4341	42,38%
Vegetação Natural	4.910.491,00	491,0491	7,77%
Área Total	63.225.737,00	6.322,57	100,00%

4. Conclusões

Técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, incluindo trabalho de campo, mostraram-se como ferramentas imprescindíveis e essenciais para o levantamento e mapeamento dos aspectos ambientais, como a definição dos limites das classes de uso e ocupação e de áreas de preservação permanente, através da interpretação e análise das imagens orbitais.

Tratando-se de áreas privilegiadas no contexto do semi-árido cearense e nordestino – particularmente quanto às potencialidades de solos e de serviços hídricos – as áreas de entorno dos açudes, têm, em muitos casos, comprometido os preceitos normativos das políticas públicas do ordenamento territorial. Desmatamentos desordenados de matas ciliares das planícies fluviais e das Áreas de Preservação Permanente (APP's), devem ser compulsoriamente evitados de modo a restaurar e a manter a qualidade dos recursos naturais do entorno.

De maneira geral, as classes de uso da terra mapeadas em Área de Preservação Permanente (APP), são resultantes de ações antrópicas, mostrando a necessidade de ordenação quanto ao uso e ocupação da terra, no que diz respeito à visão do uso sustentável.

Diante destas considerações sugerem-se medidas mitigadoras no entorno dos açudes, para que a população rural local possa continuar desenvolvendo suas atividades de maneira sustentável. São elas: adotar práticas de conservação dos solos e práticas de manejo de vegetação; implantar programas de educação ambiental, direcionados para a recuperação das áreas já em estado de degradação ambiental (capoeiras), através de reflorestamento com espécies nativas; conservar e preservar a mata ciliar ainda existente no entorno dos cursos d'água, para evitar num futuro próximo o assoreamento desses canais.

Referências Bibliográficas

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Metodologia de Planos de Gestão de Áreas de Proteção Ambiental**. Brasília, 2001.

Brasil. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos Naturais:Folhas Jaguaribe/Natal**. Rio de Janeiro, 1981. V.23.

Conama. Resolução n° 303 de 20 de março de 2002.

Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas-SP:IG/UNICAMP,170p.1993.

Funceme. **Compartimentação Geoambiental do Estado do Ceará**. Fortaleza - Ce. 2004.

Novo, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto; princípios e aplicações**. São Paulo-SP. Editora Blücher. 308p. 1992.

_____. **Utilização de Dados de Sensoriamento Remoto em Estudos Ambientais**. Geografia.V.13, n° 25, p. 43-51 abr. 1998.

Seplan. **Projeto Áridas: Grupo de Trabalho 1, Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Fortaleza-CE. 221p. 1994.

Souza, M. J. S. **Análise Geoambiental e Ecodinâmica das Paisagens do Estado do Ceará**. UECE. Fortaleza-Ce. 1998.

Vistena, L. R.; Thomaz, E. L. **Avaliação de Conflito entre Áreas de Preservação Permanente Associadas aos Cursos Fluviais e Uso da Terra na Bacia do Rio das Pedras, Guarapuava – Paraná – 2006**.