



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

MARIANNY MONTEIRO PEREIRA DE LIRA

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO
RESERVATÓRIO POÇO DA CRUZ, PERNAMBUCO - BRASIL**

Recife, 2015

MARIANNY MONTEIRO PEREIRA DE LIRA

**ANÁLISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO
RESERVATÓRIO POÇO DA CRUZ, PERNAMBUCO - BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Área de Concentração: Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos

Orientadora: Prof^a Dr^a Maria do Carmo Martins Sobral

Coorientadora: Prof^a Dr^a Renata M^a Caminha Mendes de Oliveira Carvalho

Recife, 2015

Catálogo na fonte Bibliotecária
Margareth Malta, CRB-4 / 1198

L768a Lira, Marianny Monteiro Pereira de.
Análise do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório poço da cruz, Pernambuco – Brasil / Marianny Monteiro Pereira de Lira. - Recife: O Autor, 2015.
95 folhas, il., gráfs., tabs.

Orientadora: Profa. Dra. Maria do Carmo Martins Sobral.
Coorientadora: Prof. Dra. Renata M^a Caminha Mendes de Oliveira Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG.
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2015.
Inclui Referências.

1. Engenharia Civil. 2. Reservatório artificial. 3. Geoprocessamento.
4. Impactos ambientais. I. Sobral, Maria do Carmo Martins.
(Orientadora). II. Carvalho, Renata M^a Caminha Mendes de Oliveira.
(Coorientadora). III. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2015-263



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

A comissão examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado

**ANALISE DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO
RESERVATÓRIO POÇO DA CRUZ, PERNAMBUCO-BRASIL**

defendida por Marianny

Monteiro Pereira de Lira

Considera a candidata APROVADA

Recife, 29 de julho de 2015

Orientadores:

Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Martins Sobral - UFPE
(orientadora)

Prof.^a Dr.^a Renata Maria Caminha Mendes de Oliveira Carvalho - IFPE
(co-orientadora)

Banca Examinadora:

Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Martins Sobral - UFPE
(orientadora)

Prof. Dr. Gevson Silva Andrade – UPE
(examinador externo)

Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Bezerra Candeias – UFPE
(examinadora externa)

Aos agricultores do semiárido nordestino
que nos ensina com um novo olhar sobre
a importância da água para a vida.

À minha eterna e amada mãe
Marcela Monteiro (*in memoriam*)
por me fazer sentir seu amor todos os
dias proporcionando forças para seguir de
cabeça erguida.

AGRADECIMENTOS

À Deus pela força que me proporciona a cada amanhecer para conquistar todos os meus sonhos e pelos seus ensinamentos de bondade.

Às minhas avós Maria de Lourdes Monteiro e Laura Claudino Lira por todo o ensinamento de vida e por me proporcionar o amor materno, a minha irmã Marcelly Monteiro que com todo seu amor transmite a paz e serenidade essenciais para a vida, ao meu companheiro Danilson Pires pela amizade e amor dia após dia e constante incentivo na difícil trajetória da vida e por todos os aplausos nas conquistas.

Ao meu filho Lucas que ao nascer me fez acreditar em um mundo melhor e a seguir sempre em frente fazendo conseguir encontrar-me no meio do turbilhão de emoções que a maternidade apresenta.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Maria do Carmo Sobral, a quem tanto admiro pela sua inteligência e por ser uma pessoa de grande coração, obrigada por todo o seu apoio nessa trajetória cuja compreensão foi fundamental para a conquista e por todos os seus ensinamentos que levarei durante toda a vida.

À minha coorientadora Prof.^a Dr.^a Renata Carvalho, pelos ensinamentos, incentivos em momentos difíceis e apoio durante toda a trajetória desde a graduação, agradeço pela força que me proporciona a seguir em frente com sabedoria.

À Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, ao Centro de Tecnologias e Geociências - CTG ao Departamento de Engenharia Civil e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil pela construção do ideal de formação de pesquisadores e pelo apoio acadêmico e moral ao longo do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Mestrado, essencial para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos colegas do Grupo de Gestão Ambiental: Gustavo Lira, Janaína Assis, Maiara Melo, Gércica Moraes, André Ferreira, Érika Tavares e Nailza Arruda por toda paciência e ajuda oferecida.

Aos professores do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE a quem devo grande parte do valioso aprendizado no campo dos Sistemas de Informações Geográficas e Sensoriamento Remoto, em especial à Prof.^a Dr.^a Ana Lúcia Candeias pela atenção e constante ensinamento.

Ao DNOCS – Ibimirim, em especial ao Técnico Agrícola José Wilton, por toda presteza na assistência dada nas pesquisas em campo e informações disponibilizadas.

Aos agricultores do Perímetro Irrigado do Moxotó, pela atenção prestada nas visitas às suas terras.

À EMBRAPA Solos - Recife, em especial ao Dr. José Coelho de Araújo Filho por toda contribuição dada.

Às amigas Larissa Santos e Talita Lucena, que me faz acreditar no poder da amizade, tão importante nesse momento.

À Arielly Albuquerque, pessoa de coração maravilhoso na qual tive o prazer de conhecer durante o mestrado e que me ajudou a ter uma nova visão sobre o sensoriamento remoto e por sempre estar presente em momentos de dúvidas.

*”Não posso respirar, não posso
mais nadar
A terra está morrendo,
não dá mais pra plantar
E se plantar não nasce,
se nascer não dá
Até pinga da boa é difícil
de encontrar*

*Cadê a flor que estava aqui?
Poluição comeu
E o peixe que é do mar?
Poluição comeu
E o verde onde é que
está?
Poluição comeu
Nem o Chico Mendes
sobreviveu”*

Xote ecológico
Luiz Gonzaga (1989)

APRESENTAÇÃO

Este trabalho foi elaborado para ser apresentado à Banca do Seminário de apresentação da Dissertação do Mestrado, como exigência do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A autora possui graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) em 2013. Em 2011 realizou iniciação científica com a pesquisa intitulada “Uso do Biocarvão para aumento da produtividade de Cana-de-açúcar em Pernambuco” e em 2012 realizou sua segunda iniciação científica intitulada “Avaliação ambiental integrada de bacias hidrográficas: estudo da qualidade da água e do uso do solo na região de Itaparica”, todas as pesquisas fazem parte do projeto INNOVATE - Interplay among multiple uses of water reservoirs via innovate coupling aquatic and terrestrial ecosystems- que tem como principal objetivo analisar as relações entre mudanças climáticas e formas de uso da terra e da água na região do Reservatório de Itaparica, na porção compreendida no Estado de Pernambuco. Em 2013 realizou mestrado-sanduiche na Universidade Nacional de Cuyo (UNCuyo) no curso de Engenharia Ambiental sob orientação do Prof. Dr. Luis Guissasola. O mestrado-sanduiche fez parte da cooperação internacional entre a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) e a Universidade de Cuyo (UNCuyo) promovido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) através do Programa de Centros Associados para o Fortalecimento da pós-Graduação Brasil/Argentina (CAFP).

O desenvolvimento da pesquisa com uso e ocupação do solo vem desde seu trabalho de conclusão de curso da graduação onde trabalhou com o impacto do uso e ocupação do solo na região de Itaparica sob a orientação da Profa. Dra. Renata Maria Carvalho.

Os resultados alcançados com esta pesquisa subsidiarão o planejamento e a melhoria contínua da gestão das áreas do entorno de reservatórios, contribuindo para a segurança alimentar e o desenvolvimento local sustentável no semiárido pernambucano.

RESUMO

Os processos de uso e ocupação do solo interferem diretamente na quantidade e qualidade dos corpos hídricos. A presente pesquisa buscou analisar o uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Poço da Cruz, localizado na região semiárida do nordeste brasileiro, município de Ibimirim – PE, tendo como objetivo subsidiar o adequado planejamento ambiental da área, considerando suas potencialidades, fragilidades e restrições de uso e a ocupação do seu entorno visando à proteção da água. O reservatório vem sofrendo forte pressão e degradação antrópica. A região semi-árida caracteriza-se, principalmente, pela escassez de água, decorrente da incidência de chuvas apenas em curtos períodos de três a cinco meses por ano, irregularmente distribuídas no tempo e no espaço. Essa característica causa uma forte dependência da intervenção do homem sobre a natureza, no sentido de garantir, por meio de obras de infra-estrutura hídrica, o armazenamento de água para abastecimento humano e demais usos produtivos. Foram utilizadas técnicas de sensoriamento remoto para a identificação do uso e ocupação atual do solo e a identificação da cobertura vegetal se deu através do Índice Normalizado de Diferença de Vegetação (NDVI), sendo identificadas 5 classes distintas de usos e ocupações na Área de Preservação Permanente (APP) do entorno do reservatório, sendo que 81,21% dessa área está em desacordo com a legislação vigente. Os valores do NDVI se apresentaram entre 0,2 e 0,3 constatando ausência de vegetação densa na APP. A diminuição do espelho d'água foi identificada através de imagens de satélites comparadas entre os anos de 2008, onde o reservatório atingiu sua cota máxima e o ano de 2015. A ausência de cobertura vegetal nas margens do reservatório facilita a capacidade de transporte de sedimentos pelo escoamento superficial e aumenta a atividade erosiva, contribuindo para o assoreamento do reservatório.

Palavras-chave: Reservatório artificial. Geoprocessamento. Impactos ambientais.

ABSTRACT

Use of processes and land use directly interferes with the quantity and quality of water bodies. This research aimed to analyze the use and occupation of land around the reservoir of the Poço da Cruz, located in the semiarid region of northeastern Brazil, the city of Ibimirim - PE, with the objective of supporting proper environmental planning of the area, considering its potential, weaknesses and restrictions of use and occupation of their surroundings in order to protect the water. The reservoir has been under strong pressure and anthropogenic degradation. The semi-arid region is characterized mainly by water scarcity, due to the rainfall only in short periods of three to five months a year, irregularly distributed in time and space. This characteristic causes a strong dependence on the intervention of man over nature, to ensure, by means of works of water infrastructure, water storage for human consumption and other productive uses. Remote sensing techniques were used to identify the use and current land use and identification of vegetation cover was through the Normalized Vegetation Difference Index (NDVI), identified five distinct classes of uses and occupations in Permanent Preservation Area (APP) surrounding the reservoir, with 81.21% of this area is at odds with current legislation. NDVI values were between 0.2 and 0.3 noting the absence of dense vegetation in APP. The decrease of the water surface was identified through satellite images compared between the years of 2008, when the reservoir reached its maximum quota and 2015. The lack of vegetation in the reservoir shores facilitates the sediment-carrying capacity by runoff and increases the erosive activity, contributing to the silting of the reservoir.

Keyword: Artificial reservoir. Geoprocessing. Environmental impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Etapas do processo de Planejamento	25
Figura 2	Etapas do método de sobreposição	31
Figura 3	Reunião com técnico do DNOCS na sede de Ibimirim	56
Figura 4	Visita ao reservatório Poço da Cruz	56
Figura 5	Vista da barragem do reservatório de Poço da Cruz	56
Figura 6	Diagrama de blocos da metodologia utilizada para a caracterização do uso e ocupação do solo	56
Figura 7	Vegetação rasteira seca na margem do reservatório Poço da Cruz	58
Figura 8	Agricultura de vazante na margem do reservatório de Poço da Cruz	58
Figura 9	Caatinga densa na margem do reservatório de Poço da Cruz	58
Figura 10	Solo exposto na margem do reservatório de Poço da Cruz	58
Figura 11	Localização do reservatório Poço da Cruz	63
Figura 12	Pequena central hidroelétrica desativada do Açude de poço da Cruz	64
Figura 13	Captura de peixes no condutor geral logo após a pequena usina	65
Figura 14	Entrepasto de beneficiamento de mel na comunidade Poço da Cruz	66
Figura 15	Visita ao SERTA em Ibimirim	67
Figura 16	Sistema de irrigação por métodos gravimétricos através de encharcamento	67
Figura 17	Trecho do condutor geral do açude Poço da Cruz que leva água ao PIMOX	70
Figura 18	Nível de água do reservatório Poço da Cruz através do posto de medição em 2011	70
Figura 19	Nível de água do reservatório Poço da Cruz através do posto de medição em 2015	71
Figura 20	Limite do reservatório de acordo com a cena do sensor TM de 13 de outubro de 2008 e do sensor OLI de 16 de janeiro de 2015	76
Figura 21	Área de Preservação Permanente e limite do entorno do açude Poço da Cruz	76
Figura 22	Mapa Temático da Área de Preservação Permanente do açude Poço da Cruz	77
Figura 23	Caixa de diálogo do cálculo do NDVI	77
Figura 24	Imagem resultante do cálculo do NDVI em tons de cinza	78
Figura 25	Histograma da imagem a partir do cálculo do NDVI	79
Figura 26	Agricultura de vazante na margem do reservatório Poço da Cruz	80
Figura 27	Bomba para captação de água para irrigação de agricultura de vazante	80

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Formas de interpretação e operacionalização do Planejamento Ambiental	32
Quadro 2	Meios de operacionalização dos instrumentos de ordenamento territorial	36
Quadro 3	Características técnicas dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8	57
Quadro 4	Características dos níveis utilizados na metodologia	59
Quadro 5	Municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Moxotó	62
Quadro 6	Açudes localizados na bacia hidrográfica do Moxotó	62
Quadro 7	Características técnicas do reservatório Poço da Cruz	63
Quadro 8	Estrutura das agrovilas e respectivos números de colonos	71
Quadro 9	Dinâmica populacional de 1970 a 2000 do município de Ibimirim	74
Quadro 10	Descrição das características de cada classe de uso e ocupação do solo	78

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados quantitativos de fornecimento de água por propriedades	75
Tabela 2	Dados de adimplência dos colonos do PIMOX	75

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAI	Análise Ambiental Integrada
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
ANA	Agência Nacional de Águas
APM	Área de Proteção de Manancial
APP	Área de Preservação Permanente
ASSAPI	Associação dos Apicultores de Ibimirim
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CODEVASF	Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRH	Agência Estadual de Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DN	Digital Numbers
DNOCS	Departamento Nacional Contra as Secas
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GLOVIS	Global Visualization Viewer
GPS	Global Positioning System
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IOCS	Inspetoria de Obras Contra as Secas
IQA	Índice de Qualidade da água
LP	Licença Prévia
MMA	Ministério de Meio Ambiente
NDVI	Índice Normalizado de Diferença de Vegetação
PACUERA	Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial
PBHSF	Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco
PEADS	Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável
PIMOX	Perímetro irrigado do Moxotó
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PRORURAL	Programa Estadual de Apoio ao Pequeno Produtor Rural
QGIS	Software QuantumGis
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
RL	Reserva Legal
SCUT	Sistema Básico de Classificação da Cobertura e do Uso da terra
SERTA	Serviço de Tecnologia Alternativa
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
SNRH	Sistema Nacional de Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidade de Conservação
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
UC	Unidades de Conservação
UFRPE	Universidade Federal Rural de Pernambuco
UNIVALE	Associação dos Produtores Rurais Irrigantes do Vale do Moxotó
USGS	Science for Changing World

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	OBJETIVOS	19
1.1.1	Objetivo geral	19
1.1.2	Objetivos específicos	19
1.2	ESTRUTURA DO DOCUMENTO	19
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	21
2.1	PLANEJAMENTO AMBIENTAL	21
2.1.1	Zoneamento ambiental	28
2.1.2	Áreas legalmente protegidas	30
2.1.3	Planos diretores	32
2.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DE RESERVATÓRIO	34
2.3	BASE LEGAL E INSTITUCIONAL	39
2.3.1	Constituição Federal Brasileira	39
2.3.2	Código Florestal	40
2.3.3	Resolução CONAMA nº302/2002	42
2.3.4	Política Nacional de Recursos Hídricos	43
2.3.5	Política Nacional da Irrigação	44
	ANÁLISE AMBIENTAL INTEGRADA	45
	SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS	49
3	METODOLOGIA	55
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	55
3.2	AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL	57
3.3	AVALIAÇÃO DOS CONFLITOS AMBIENTAIS	62
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	63
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	63
4.1.1	Bacia hidrográfica do rio Moxotó	63

4.1.2 Município de Ibimirim	65
4.1.3 Reservatório Poço da Cruz	67
4.1.4 Perímetro irrigado da bacia do rio Moxotó	72
4.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL	80
CONFLITOS AMBIENTAIS	85
DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA	86
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	89
REFERÊNCIAS	91

1 INTRODUÇÃO

O uso irregular e a ocupação inadequada das margens dos reservatórios artificiais vêm causando grande preocupação diante dos problemas que podem acarretar ao meio ambiente, influenciando, diretamente, na qualidade e quantidade dos recursos hídricos, assim, torna-se necessário, portanto, uma visão integrada na gestão desse recurso em busca de um planejamento ambiental sustentável. As áreas do entorno de cursos d'água e reservatórios possuem uma particular importância para a manutenção da quantidade e qualidade da água. Nestas áreas estão localizadas as matas ciliares que se desenvolve e tem importante papel como barreira física regulando os processos de troca entre o ambiente aquático e o ambiente terrestre (MELO et al, 2009). Portanto, as margens de cursos de água e de reservatórios são reconhecidas como áreas de grande importância, devendo ser cobertas por espécies nativas da localidade e consideradas Área de Preservação Permanente (APP) conforme o Código Florestal Brasileiro (BRASIL, 2012).

O enfrentamento de problemas de ordem ambiental requer abordagens que incluam variáveis presentes em sistemas socioambientais que necessariamente não estão condicionados aos limites políticos administrativos e de comunidades, por esse motivo a perspectiva de integração de diferentes temas, diferentes instituições e políticas em diferentes níveis institucionais e escalas tem recebido atenção nas pesquisas e no desenvolvimento das ações públicas como uma evolução necessária para atingir condições de sustentabilidade (SCHULT et al, 2013).

A análise ambiental integrada (AAI) se insere como uma importante ferramenta no cenário atual por ser um processo interdisciplinar para a identificação, análise e avaliação de todos os relevantes processos naturais e humanos e suas interações com atual e futuro estado da qualidade do meio ambiente e recursos nas apropriadas escalas de tempo e espaço, com isso, facilitando o planejamento e a definição e implantação de políticas e estratégias (BRASIL, 2006)

A consideração sobre as perspectivas de longo prazo no aproveitamento dos recursos e o equilíbrio entre alternativas de expansão de capacidade e gestão da demanda são atributos que vêm sendo considerados a uma visão mais recente do planejamento ambiental, que seria a visão integrada (SILVA e PORTO, 2003). Diante do exposto a AAI seria um instrumento importante para se chegar ao planejamento ambiental.

Segundo Santos (2004), o planejamento ambiental envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações e é caracterizado por um processo contínuo com o objetivo de se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis, levando em consideração suas potencialidades e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro tanto em relação a recursos naturais quanto ao meio social. Um importante papel do planejamento ambiental é o de direcionar os instrumentos.

Considerando que os sistemas ambientais são integrados por variados elementos que mantêm relações mútuas entre si e são continuamente submetidos aos fluxos de matéria e de energia, o planejamento deve tomar decisões, sendo assim, tal atividade requer estudos integrados nos quais selecionem e sistematizem informações sobre a área ou local onde ele será aplicado e identifique o estado do ambiente, a pressão exercida sobre ele e a resposta dada pela sociedade para sua melhoria (SILVA, 2003). Essa visão integradora que privilegia a capacidade de suporte dos ecossistemas naturais para o planejamento de uso e ocupação do solo surge nos anos de 1980 como oposição aos planos diretores territoriais elaborados no início do século XX, que estavam preocupados exclusivamente com o desenvolvimento econômico e crescimento ilimitado (FRANCO, 2001).

O levantamento do uso e ocupação do solo é de grande utilidade para o conhecimento atualizado da região em estudo, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão. Ao retratar as formas e a dinâmica de uso e ocupação, estes estudos também representam instrumento valioso para a construção de indicadores ambientais e para a avaliação da capacidade de suporte ambiental, contribuindo assim para a identificação de alternativas promotoras da sustentabilidade do desenvolvimento (IBGE, 2013).

A extrema desigualdade na disponibilidade das águas brasileiras em relação a suas regiões, onde, aproximadamente 68,5% dos seus recursos hídricos estão localizados na região Norte, na qual habitam apenas 7% da população brasileira, e a utilização inadequada desse recurso indica uma situação de escassez em determinados locais, principalmente na região semiárida onde o clima apresenta uma estação seca bem definida com temperaturas elevadas e grande variabilidade de precipitações durante o ano, acarretando a intermitência da maioria dos rios da região (MELO, 2011). Segundo a classificação de Köppen, o clima semi-árido classifica-se como precipitação anual inferior a 500 mm, evapotranspiração potencial anual superior à precipitação anual e não existem cursos de água permanentes.

O conflito pela água já é uma realidade na região semiárida, seu abastecimento hídrico depende em grande parte das águas superficiais acumuladas em reservatórios. A construção de açudes começou em 1890 com o açude do Cedro, no estado do Ceará como fonte de água para abastecimento humano e animal.

De acordo com Tundisi (1999) os reservatórios possuem interações com as bacias hidrográficas e com os sistemas a montante e jusante e o seu reconhecimento como ecossistemas têm introduzido novas dimensões à abordagem sistêmica proporcionando uma base fundamental para o gerenciamento da qualidade da água e das bacias hidrográficas.

Em 1909 foi criada a Inspetoria de Obras contra as Secas (IOCS), que hoje atua sob o nome de Departamento Nacional Contra as Secas (DNOCS), é a mais antiga instituição federal com atuação no Nordeste e o primeiro a estudar a problemática do semiárido, durante seus anos de atuação construiu centenas de açudes e administra atualmente 327, todos na região nordeste, e um deles é o Reservatório Engenheiro Francisco Saboya, conhecido como Poço da Cruz, objeto de estudo da presente pesquisa.

A área de estudo escolhida foi o reservatório Engenheiro Francisco Saboya, conhecido como Poço da Cruz que está localizado na região semiárida do Nordeste Brasileiro, no município de Ibimirim, estado de Pernambuco, distante 350 km da capital do estado, Recife. A sua bacia hidráulica cobre uma área de 5.600 ha e com capacidade de acumulação de 504.000.000 m³. O reservatório está inserido na bacia do Rio Moxotó, que é uma sub-bacia do Rio São Francisco. É gerido pelo DNOCS e foi inaugurado em 1959 com o objetivo de armazenar água para irrigação do perímetro irrigado de Moxotó (PIMOX) localizado a sua jusante.

A importância da escolha da área se dá pelo fato de ser um dos reservatórios que irá receber as águas do Rio São Francisco através do projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional que vem sendo executado pelo Governo Federal, com o principal objetivo principal de abastecimento de xxx milhões de pessoas dos estados de xx Nordeste de modo a assegurar o desenvolvimento do semiárido nordestino. Dois sistemas independentes, denominados Eixo Norte e Eixo Leste, captarão água no rio São Francisco entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica e conduzirá a água até a os principais açudes da região, possibilitando seu uso com garantia de abastecimento.

Através do Eixo Leste as águas do rio São Francisco chegarão até o reservatório de Poço da Cruz, por ser este o eixo com maior desnível a ser transposto, prevê-se a implantação de 5 estações para bombeamento de uma vazão máxima instantânea da ordem de $28 \text{ m}^3/\text{s}$ nas 3 primeiras estações, até a água atingir o reservatório Copiti, onde se prevê a derivação, por gravidade, de uma vazão máxima de $18 \text{ m}^3/\text{s}$ até o açude Poço da Cruz (BRASIL, 2009).

Segundo Melo (2011), um dos principais aspectos deste projeto poderá ser observado na melhoria da qualidade dos corpos receptores das águas do rio São Francisco, que têm características diferentes dos ecossistemas que receberão suas águas, salientando que as águas do rio São Francisco estão classificadas como classe 2¹. Porém, Sobral et al (2006) ressalta que, com a implantação do projeto poderá aumentar os conflitos entre usos da água e do solo no entorno dos reservatórios, com a ampliação das atividades agrícolas e da aquicultura, fazendo com que se intensifique o risco de degradação da qualidade da água com a utilização de fertilizantes e defensivos agrícolas.

Com o objetivo de auxiliar os processos de análise ambiental e planejamento de recursos hídricos, muitas são as ferramentas utilizadas dentre as quais o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) se destacam. Como, uso e ocupação do solo são reflexos das relações socioeconômicas da região, a qual indica a apropriação da natureza pela sociedade e a fragilidade do ambiente. Nesse contexto, o sensoriamento remoto e os SIG são ferramentas que auxiliam, por meio de imagens de satélite, uma visão de conjunto multitemporal, as quais permitem acompanhar as transformações do espaço ao longo do tempo, fornecendo, pois de forma clara, quantificada e circunstanciada o conjunto de impactos previsíveis e imprevisíveis de atividades (LIBOS e ZEILHOFER, 2005).

As técnicas utilizadas em geoprocessamento contribuem de modo expressivo para rapidez, eficiência e confiabilidade nas análises que envolvem os processos de degradação da vegetação natural, mudanças e conflitos nos usos e ocupações do solo, entre outros produtos que pode obter.

Diante do exposto se verifica a necessidade de uma análise integrada dos aspectos de uso e ocupação do entorno do açude com o intuito de um planejamento ambiental

¹ De acordo com a Resolução Conama nº357/2005, águas de classe 2 são as que podem ser destinadas: ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; a proteção das comunidades aquáticas; a recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho.

adequado para a área a fim de preservar uma boa qualidade da água e quantidade, que atualmente se verifica o oposto.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Análisar o uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Poço da Cruz, Pernambuco – Brasil e verificar os conflitos ambientais existentes.

Objetivos específicos

- Caracterizar os aspectos socioambientais da área de estudo;
- Mapear a cobertura vegetal e o uso e ocupação atual do solo;
- Identificar os conflitos ambientais existentes;
- Propor diretrizes de planejamento e gestão integrada.

1.2 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

Este documento é composto por 4 capítulos, sendo inicialmente apresentada a introdução ao tema proposto contendo justificativa, contextualização do tema desenvolvido e especificação do problema assim como os objetivos, geral e específicos, a serem alcançados.

O segundo capítulo trata da revisão bibliográfica que embasa a pesquisa. A primeira parte deste capítulo procura definir e analisar as diferentes concepções a respeito da análise ambiental integrada, a sua evolução histórica, as dimensões a serem consideradas no processo, as características indispensáveis e os desafios da implementação deste novo paradigma. Em seguida, é apresentado o conceito e importância do planejamento ambiental. Os usos e ocupações do solo e suas potencialidades para a irrigação no semiárido, assim como as respectivas políticas públicas, estão apresentadas na terceira parte.

A metodologia é explanada no terceiro capítulo. Nesta seção a pesquisa é classificada quanto aos objetivos, à forma, à natureza e aos procedimentos adotados. Assim como, relatadas a população e as técnicas de geoprocessamento utilizadas, os instrumentos de medida utilizados e os critérios de escolha da área. Também são descritas informações a respeito da coleta, tratamento e análise dos dados, a caracterização da área, destacando-se as especificidades do reservatório Poço da Cruz e características do uso e ocupação do solo no seu entorno, apresentando em seguida o perímetro irrigado do presente reservatório.

No quarto capítulo são apresentados os resultados alcançados e a discussão com a sistematização e análise dos dados obtidos, as imagens resultantes das técnicas de uso do geoprocessamento são explanadas e discutida a sua composição. No sexto capítulo também são explicitadas as considerações finais deste estudo, traçando as conclusões, as limitações da pesquisa, além de algumas recomendações propostas e sugestões para próximos estudos que possam dar continuidade aos trabalhos realizados.

2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica consultada para subsidiar o desenvolvimento da pesquisa, apresentando as definições e embasamentos do planejamento ambiental e da análise ambiental integrada assim como seus instrumentos e base legal e institucional, e são explanados os aspectos do uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios.

PLANEJAMENTO AMBIENTAL

O homem como ser racional pode analisar as situações semelhantes que ocorreram no passado para prever o que é necessário realizar no futuro que deu certo e tentar evitar os erros, planejar, é organizar previamente as atividades futuras com base no conhecimento do passado sendo a principal característica que distingue os outros animais das atividades humanas (FLORIANO, 2004).

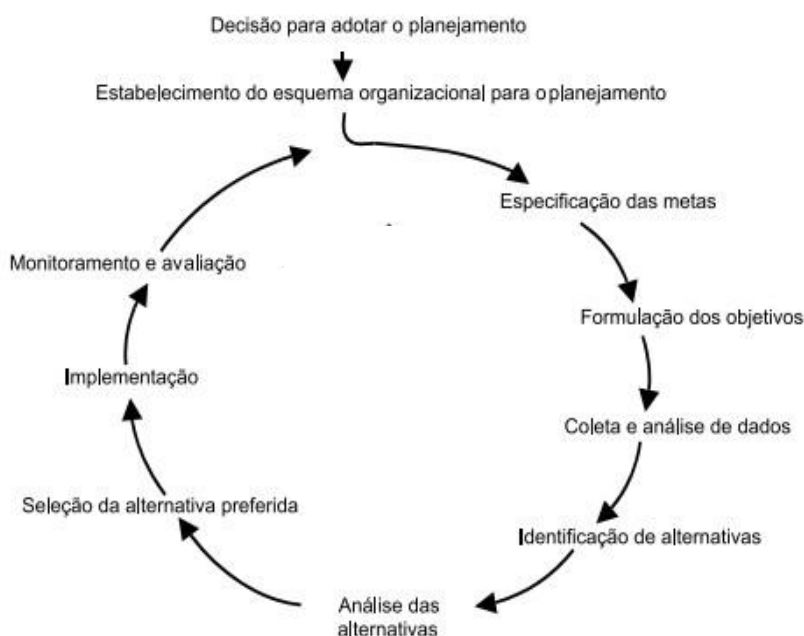
Nos anos 70 e 80, a conservação e preservação dos recursos naturais e a integração do homem ao meio começam a ter papel importante na discussão da qualidade de vida da população. Nesse período, os conceitos sobre planejamento sofrem uma reformulação, sendo contemplado o aspecto ambiental. Com isso surge a tendência de elaborar planejamentos ambientais regionais integrados, que se resumiam na formalização do sistema de planejamento existente e cujos elementos componentes eram provenientes do meio natural ou antropizado, analisados de forma interativa (VANZELA, 2008).

O planejamento ambiental é uma expressão usada com maior frequência desde quando foi criada a Agenda 21 Global durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente no ano de 1992, a RIO-92, e foi considerado o maior programa de planejamento ambiental. A Agenda 21 previa um planejamento em cascata do nível global, para o nacional, regional (estadual), até o nível local (ou municipal), com o objetivo de melhoria da qualidade de vida do ser humano e de conservação e preservação ambiental (FLORIANO, 2004).

O planejamento ambiental é um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade. Um importante papel do

planejamento ambiental é o de direcionar os instrumentos. (SANTOS, 2004). Na figura 2 são mostradas as principais etapas do processo de planejamento.

Figura 2 – Etapas do processo de Planejamento



Fonte: FIDALGO (2003)

Para Fidalgo (2003), as metas e objetivos são expressas como prioridades do planejamento e sua formulação representa o principal estágio do processo. As metas é o que se pretende alcançar com o planejamento, em termos ideais, a certo período de tempo, médio ou longo prazo. Com relação aos objetivos, eles são mais precisos e representam passos específicos no caminho das metas definidas. O planejamento por se caracterizar em um processo dinâmico, as metas e objetivos podem mudar e devem ser reformulados para a continuidade do ciclo.

A etapa de coleta e análise dos dados é também denominada diagnóstico. Segundo Santos et al. (1998), entre a etapa de definição de objetivos e a de diagnóstico, há algumas atividades a serem desenvolvidas: a definição da área de estudo, a estruturação do banco de dados, a seleção dos indicadores e das escalas de trabalho. Porém essas atividades estão diretamente relacionadas com a coleta, organização dos dados e sua análise, podendo ser inseridas na etapa de diagnóstico.

O planejamento ambiental, como um processo de auxílio à tomada de decisão, requer o conhecimento da realidade para que se possa decidir pelas melhores alternativas e definir políticas adequadas. Nesse contexto, é fundamental obter informações de boa qualidade, bem

formuladas e representativas dessa realidade (FIDALGO, 2003). A literatura considera, no mínimo, seis grandes enfoques para executar o processo de planejamento ambiental, como mostra o quadro 1 abaixo. Cada um desses enfoques dá atenção preferencial a um aspecto da organização da área. Porém, é possível a complementação de um ou vários tipos de enfoques, usando um deles, como aspecto principal.

Quadro 1 – Formas de interpretação e operacionalização do Planejamento Ambiental

INTERPRETAÇÃO	MÉTODOS E FORMAS DE OPERALIZAÇÃO
Geral	Análise Integrada das dimensões e os problemas.
Ecossistêmica	Análise dos recursos bióticos e da biodiversidade
Fatorial	Análise dos componentes ambientais
Manejo de unidades de conservação	Análises das unidades de vegetação e do relevo, e dos critérios e requisitos. Das diferentes unidades de conservação
Pesquisa-Participação	Investigação dos desejos e pontos de vista da população local
Geoecológicos	Análise dos potenciais e do estado das Unidades geoecológicas

Fonte: RODRIGUEZ et al, (2011)

Existem vários tipos de planejamento, de acordo com os objetivos pretendidos, sendo o de planejamento de uso e ocupação do solo um dos mais conhecidos. Neste caso, o objetivo é disciplinar o uso do solo e as atividades da sociedade, considerando o seu melhor aproveitamento. Esse tipo de planejamento fundamenta-se na interação e integração dos sistemas que compõem o ambiente, a partir de uma visão sistêmica e holística da área em estudo. Normalmente, é feita uma compartimentação da área em subáreas, para depois integrá-las novamente (ALMEIDA, 1993).

Rodriguez et al (2011) identificam dois tipos de planejamento, o denominado tradicional ou tecnológico e o ambiental ou ecológico e propõe a sua integração. Dentre as características do planejamento tecnológico, ele define como segmentário, tático, determinístico e que privilegia variáveis quantitativas e conhecidas, este tipo de planejamento está voltado à resolução de problemas, com orientação visando o cumprimento de tarefas e priorizando os meios.

O planejamento ambiental, por sua vez, é holístico, estratégico, probabilístico e privilegia variáveis qualitativas e subjetivas apresenta uma abordagem preditiva, com orientação sistêmica, priorizando os fins. Como consequência dessas características, o autor cita que o planejamento denominado tecnológico tende a enfocar a situação imediata e tratar

somente dos sintomas dos problemas, podendo agravá-los. Por outro lado, a abordagem ambiental, quando utiliza uma quantidade excessiva de dados e análises de longo prazo, dificulta ou mesmo inviabiliza a implementação de programas. O desenvolvimento de políticas públicas efetivas na área ambiental requer a integração dessas visões e de seus métodos, sendo necessárias abordagens táticas e estratégicas (SANTOS, 2004).

Floriano (2004) também identifica esses dois tipos de planejamento, tradicional ou tecnológico e o ambiental ou ecológico, propondo sua integração. O primeiro, citado como tradicional, urbano ou regional, enfoca as comunidades e sua população, o uso da terra, a economia e infraestrutura através de um processo baseado em ajuste de metas, planejamento e regulamentação. O outro, identificado como ambiental, enfoca o ambiente biofísico onde vivem as pessoas e comunidades e analisa os efeitos de atividades de desenvolvimento e de outros planejamentos. Para o autor, os planejamentos tradicionais urbanos e regionais deveriam utilizar uma abordagem ecossistêmica e holística empregada nos planejamentos ambientais, e esses deveriam se beneficiar da longa experiência dos planejamentos tradicionais na sistematização e definição de procedimentos.

Franco (2001) conclui que planejamento ambiental possui uma visão holística do território, se constituindo ao mesmo tempo em um planejamento territorial estratégico, econômico-ecológico, sociocultural, agrícola e paisagístico.

Já para Almeida (2004) consideram a definição de planejamento ambiental imprecisa, pois algumas vezes pode ser confundido com o próprio planejamento territorial se tornando uma extensão de outros planejamentos setoriais mais populares, como o planejamento urbano, que apenas acrescentaram o ponto de vista ambiental, afirmando que incorporar o ambiente ao planejamento não significa apenas agrega-lo, ao plano de desenvolvimento, na forma de um capítulo especial, nem organizar uma nova hierarquia de valores que tenha em primeiro lugar os valores ambientais. Na realidade, consiste na análise sistemática, no decorrer de todo o processo de planejamento, das oportunidades e potencialidades, bem como dos riscos e perigos inerentes à utilização dos recursos naturais da sociedade para o desenvolvimento.

Por fim, pode-se definir planejamento ambiental como sendo o estudo prospectivo que visa a adequação do uso, controle e proteção do ambiente às aspirações sociais e/ou governamentais expressas formal ou informalmente em uma política ambiental, através da coordenação, compatibilização, articulação e implementação de projetos de intervenções estruturais e não-estruturais. De forma mais resumida, o planejamento ambiental visa a promoção da harmonização da oferta e do uso dos recursos ambientais no espaço e no tempo (BRASIL, 2006).

Na visão sistêmica, o planejamento territorial ou de uso e ocupação da terra, é um instrumento eficiente para a implantação de um sistema proposto, visando buscar a solução para problemas prioritários relacionados com o desenvolvimento de um determinado espaço. Este instrumento não deve ser aplicado de uma vez, ou por um prazo muito curto. Na sua aplicação deve-se utilizar corretamente os instrumentos visando à efetividade do processo. O planejamento deve ser entendido como um processo que resulta na formulação de objetivos e propostas de administração do território, buscando caminhos viáveis para atingir metas determinadas (ANJOS et al, 2013).

O planejamento adequado exige a noção de que território é entendido como uma instância social e não apenas como suporte das atividades humanas. O espaço físico é um reflexo não apenas dos processos naturais, como também das contradições da sociedade, na medida em que os interesses socioeconômicos são determinantes das formas de apropriação e exploração do espaço (ALMEIDA, 2004). Nesta direção o território é entendido como espaço produzido pelas relações de poder, que no espaço e no tempo ganha novas configurações, que condicionam novas produções territoriais.

Três elementos são importantes para o seu desenvolvimento neste tipo de planejamento: a área que será estudada, a escala que será utilizada para o estudo e a temporalidade. Para a identificação dos aspectos ambientais e sua visão integrada é necessário estabelecer uma escala espacial apropriada para uma representação que englobe a maioria dos dados necessários.

Em planejamento ambiental costuma-se interpretar um conjunto de informações regionais referenciadas no espaço e apreendidas de maneira holística. Metodologicamente, esta concepção exige a princípio, uma definição da unidade espacial de trabalho, a partir da compreensão da área que contenha as interações e pressões sobre os sistemas naturais ou criados pelo homem. Quase sempre é necessário realizar aproximações sucessivas de escalas e áreas de trabalho, pois deve haver correspondência entre os fenômenos e suas dimensões e grandezas. Assim, para cada aproximação de escala, pode-se adotar uma diferente área de estudo, limitada por diferente estratégia (SANTOS, 2004).

Poderão ser utilizadas escalas diferentes para a análise temática e aspectos relevantes, a partir das cartas oficiais disponíveis, que subsidiarão uma visão de conjunto. Os dados e informações deverão ser compatíveis com a escala do estudo, devendo ser elaborados mapas temáticos, na escala adequada, para os aspectos socioambientais relevantes e de avaliação local. A escala frequentemente adotada para representação das informações ambientais é de 1:250.000 para uma visão de conjunto da área de estudo, normalmente áreas superiores a

50.000 km². No caso de bacias hidrográficas menores pode-se utilizar 1:100.000 ou 1:50.000 (BRASIL, 2006).

Numa escala espacial, é necessário interpretar não só a extensão territorial onde o dado vigora, como também as circunstâncias em que ele ocorre em cada ponto do espaço ocupado. Assim, um mapa é um ótimo instrumento para se avaliar a distribuição, mas, de forma geral, são os levantamentos em campo que permitem interpretar a variabilidade, intensidade e condições ecológicas dos fenômenos e elementos de uma área. Além disso, os fatores que comandam tais distribuições mapeadas variam de importância, tanto em diferentes áreas como em diferentes períodos da história local (SANTOS, 2006).

Maldonado (1999) ressalta aspectos de ordem mais pragmática para a decisão na escolha da escala de trabalho. Lembra que deve considerar, pelo menos, a quantidade de informações ou detalhamento que se quer evidenciar no estudo; a extensão espacial da informação que se quer mostrar; a adequabilidade de uma determinada base cartográfica conforme os objetivos específicos; a quantidade de tempo disponível, e os recursos que se dispõe para mapeamentos.

O diagnóstico ambiental constrói cenários que identificam as potencialidades, fragilidades, acertos e conflitos que subsidia diversas alternativas para tratar das soluções dos impactos, das fragilidades e desenvolvimento das potencialidades. Santos (2004) explica que, a seleção da alternativa, como mostra uma das etapas do planejamento, se refere ao conjunto de alternativas, dentro de uma conduta dirigida pelas metas, meios usados e fins esperado. Implica escolher as melhores alternativas de ação dentre as disponíveis, ordená-las pela prioridade, tempo de implantação e duração da ação. A melhor análise para a decisão é aquela que considera as limitações e as vantagens inerentes a cada alternativa avaliada e seleciona a otimizada.

O planejamento não pode ser feito a partir de uma leitura estática do ambiente. Ele deve compreender os processos continuados que resultaram na apropriação dos recursos naturais, na perspectiva de desenvolvimento humano e na história natural regional. O estado atual de um ambiente não é produto de impactos individuais independentes, desconectados do passado ou do futuro. Pelo contrário é consequências das ações e efeitos combinados entre si, que acabaram por determinar o quadro de conservação ou degradação observado no período estudado (SANTOS, 2004).

Alguns dos instrumentos de controle do uso e ocupação do solo são ferramentas fundamentais para o desenvolvimento urbano em bases mais sustentáveis e deveria ser utilizados de forma complementar aos instrumentos do Sistema Nacional de Recursos

Hídricos (SNRH). No entanto, o que se observa no país é a desarticulação entre esses instrumentos, refletindo uma deslegitimação do planejamento e da legislação urbanística nas cidades brasileiras, marcados pela ilegalidade e informalidade da ocupação do solo (CARNEIRO et al, 2008). Alvim et al (2008) complementa dizendo que, embora a legislação brasileira seja considerada avançada no que diz respeito às políticas urbanas, ambientais e hídricas, elas obedecem à lógicas diferentes e, muitas vezes, conflitantes e o principal desafio é a construção de caminhos que possam viabilizar a permanente integração entre elas.

A seguir são apresentadas as definições e características dos principais instrumentos com potencial de dar suporte ao planejamento ambiental, possibilitando a conservação e recuperação dos recursos naturais.

Os instrumentos a seguir estão previstos na legislação brasileira, particularmente na lei 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e na Lei 9.433/1997 que dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), são eles: Zoneamento ambiental, avaliação de impactos ambientais e os planos diretores que subdivide em plano diretor municipal e plano de bacia hidrográfica.

Braga (2009) cita que é possível identificar diferentes formas de agrupar os instrumentos aqui citados pelo ordenamento e agrupamento dos mesmos da forma que satisfizesse adequadamente à análise da importância de cada um. Os instrumentos são organizados em três grupos: de ordenamento territorial, de comando e controle e de tomada de decisão. Todos os instrumentos apresentados abaixo serão de ordenamento territorial e para cada um deles existem diferentes meios de operacionalização, melhor aplicáveis em cada situação, conforme o quadro 2.

Quadro 2 – Meios de operacionalização dos instrumentos de ordenamento territorial

INSTRUMENTOS	MEIOS DE OPERALIZAÇÃO
Zoneamento ambiental	• Zoneamento ambiental regional • Zoneamento ambiental municipal
Áreas legalmente protegidas	• Unidades de conservação • Área de preservação permanente • Reserva legal
Plano diretor	• Plano de bacia hidrográfica • Plano de microbacia hidrográfica • Plano diretor municipal • Plano diretor florestal

Fonte: BRAGA (2009)

Zoneamento Ambiental

Zoneamento é a compartimentação de uma região em porções territoriais, obtida pela avaliação dos atributos mais relevantes e de suas dinâmicas. Cada compartimento é apresentado como uma área homogênea, ou seja, uma zona delimitada no espaço, com estrutura e funcionamento uniforme. Cada unidade tem alto grau de associação dentro de si, com variáveis solidamente ligadas e significativa diferença entre ela e outros compartimentos. Isso pressupõe que o zoneamento faz uma análise por agrupamentos passíveis de ser desenhados no eixo horizontal do território e em uma escala definida (SANTOS, 2004).

Braga (2010) diz que, o zoneamento ambiental é um dos instrumentos previsto na PNMA e necessário a sua implementação. Neste sentido, deve orientar a organização da paisagem, contribuindo para o equilíbrio entre diferentes usos do solo e a conservação dos ecossistemas naturais.

O zoneamento ambiental, segundo a PNMA, prevê a preservação, reabilitação e recuperação da qualidade ambiental. Sua meta é o desenvolvimento socioeconômico condicionado à manutenção, em longo prazo, dos recursos naturais e melhoria das condições de vida do homem. Trabalha, essencialmente, com indicadores ambientais que destacam as potencialidades, vocações e as fragilidades do meio natural. Pela sua própria concepção é muito utilizado nos planejamentos ambientais (BRASIL, 1981).

Santos (1998) define o zoneamento ambiental como a identificação e caracterização de unidades ambientais podendo estabelecer a setorização do espaço para atividades específicas. São usados como instrumento legal pelo poder público para implementar normas de uso dos recursos naturais, distribuição da população e diversas outras especificações. Dentre os zoneamentos podemos citar os previstos para as unidades de conservação, inserido na Lei 9.985/2000 que trata sobre o Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000), Lei 7.661 de 16 de maio de 1988, para o gerenciamento costeiro, e o zoneamento ecológico-econômico, inicialmente proposto pelo Governo Federal para ser realizado nos estados da Amazônia Legal em 1991 (BRASIL, 1988). Segundo o Decreto Federal 4.297, de 10 de julho de 2002, têm-se definidos critérios para sua realização em todo o território nacional.

Apesar de o Decreto 4.297 versar sobre o zoneamento de abrangência nacional, ressalte-se que esse instrumento tem grande importância e aplicabilidade nos âmbitos local e regional, tanto que também foi previsto como instrumento de política urbana no Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257, de 10 de julho de 2001 (BRASIL, 2001).

As decisões sobre zoneamento ambiental podem ser tomadas nos quatro níveis institucionais, ou seja, municipal, regional, estadual ou federal. Porém, havendo zoneamento na esfera federal, os demais zoneamentos, se elaborados, deverão se ajustar àquele da esfera federal, prevalecendo às normas de proteção ambiental que sejam mais restritivas. Para promover um zoneamento deve-se reconhecer, suficientemente, a organização do espaço em sua totalidade e as similaridades dos elementos componentes de um grupo. Ao mesmo tempo deve-se perceber claras distinções entre os grupos vizinhos, fazendo uso de uma análise múltipla e integradora. Através desse exercício de agrupar e dividir se obtém a integração das informações e o diagnóstico da região planejada (SANTOS, 2004).

Santos (2004) complementa que, para cada zona é atribuído um conjunto de normas específicas, dirigidas para o desenvolvimento de atividades e para conservação do meio. Estas normas definem políticas de orientação, consolidação e revisão de alternativas existentes ou formulação de novas alternativas de ação. Isso significa que o zoneamento deve definir as atividades que podem ser desenvolvidas em cada compartimento e, assim, orientar a forma de uso, eliminando conflitos entre tipos incompatíveis de atividades. Para tanto, é necessário atuar diretamente na consolidação das atividades, alteração das condições existentes ou proibição daquelas inadequadas.

Um grande erro seria adotar como sinônimos planejamento e zoneamento. O zoneamento é uma estratégia metodológica que representa uma etapa do planejamento, define espaços segundos critérios de agrupamentos pré-estabelecidos, enquanto o planejamento estabelece diretrizes e metas a serem alcançados dentro de um cenário temporal para esses espaços desenhados.

Para tal, é necessário definir critérios que induzam o arranjo estrutural da paisagem, de modo a compatibilizar os usos com a conservação da biodiversidade e a proteção dos recursos hídricos. De acordo com Ranieri (2004), neste caso, os critérios mais importantes são: manutenção dos fragmentos remanescentes, ampliação do seu tamanho, diminuição das suas distâncias entre os mesmos, bem como a manutenção e recuperação da vegetação nativa em locais mais susceptíveis aos processos erosivos, nas cabeceiras das pequenas bacias hidrográficas, nas áreas marginais aos corpos de água e nas áreas de recarga de aquíferos.

Como ferramenta de planejamento integrado, o zoneamento ambiental aparece como uma solução possível para o ordenamento do uso racional dos recursos, garantindo a manutenção da biodiversidade, os processos naturais e serviços ambientais ecossistêmicos. Esta necessidade de ordenamento territorial faz-se necessária frente ao rápido avanço da fronteira agrícola, a intensificação dos processos de urbanização e industrialização associados

à escassez de recursos orçamentários destinados ao controle dessas atividades. Uma vez que nem todas as áreas que contribuem para a manutenção da biodiversidade podem ser amplamente protegidas, é recomendável a utilização de critérios técnico-científicos claros para a priorização (IBAMA, s/d).

Áreas legalmente protegidas

As áreas legalmente protegidas são assim consideradas quando decorrentes de lei ou decreto específico, que as denominem como Unidade de Conservação (UC) ou, então, quando definidas pelo Código Florestal Federal ou por outra norma legal em nível de Estado ou Município, como tipologias de áreas de devem ser preservadas ou conservadas. São os casos da Área de Proteção Permanente, da Reserva Legal (RL) e da Área de Proteção de Manancial (APM).

Três pontos envolvem a criação e gestão de áreas legalmente protegidas no Brasil, são eles: construção histórica da política ambiental, com pressupostos teóricos baseados nas concepções preservacionistas; formalização da legislação, com várias normas que baseiam o desenvolvimento de ações de comando e controle; e aparelhamento estatal, conjunto de órgãos gestores, envolvendo as três esferas de governo (WWF-BRASIL, 2012).

Distintas tipologias, grupos e categorias de espaços legalmente protegidos, e ocorreu a partir de leis promulgadas para atender as necessidades da sociedade, Estado e para ratificar diversos acordos, tratados e convenções adotados pelo Brasil. As áreas legalmente protegidas podem ser públicas, quando administrada e manejada diretamente por órgãos governamentais ou instituições credenciadas por estes (Organizações Não Governamentais e Organização da Sociedade Civil de Interesse Público), e privadas ou particulares, quando geridas diretamente pelos proprietários da área, porém com fiscalização e monitoramento dos órgãos públicos competentes (BRITO, 2010). Quanto à tipologia podem ser: Áreas de Preservação Permanente, Reservas Legais, Terras Indígenas, Territórios Remanescentes de Comunidades de Quilombos, Unidades de Conservação, Reserva da Biosfera, Sítios Ramsar, Sítios do Patrimônio Natural, dentre outras.

Para o presente estudo será de elevada importância ressaltar as Áreas de Proteção Permanente que foram instituídas pelo Código Florestal Lei nº12.651/2012 e consistem em espaços territoriais legalmente protegidos, ambientalmente frágeis e vulneráveis, podendo ser

públicas ou privadas, urbanas ou rurais, cobertas ou não por vegetação nativa (BRASIL, 2012).

Legalmente a APP não devem ser apropriadas para uso econômico, como agricultura ou pecuária. A sua delimitação ocorre tanto sobre o domínio público quanto privado e são estabelecidas para proteger os diversos ecossistemas do país. Sua função está relacionada, também, com a permanência original de sua cobertura vegetal, já que exerce importante papel na estabilidade do solo, minimizando os efeitos da erosão e da lixiviação, contribuindo, ainda, para a regulação do fluxo dos recursos hídricos, diminuindo o assoreamento dos cursos d'água e dos reservatórios, colaborando para a manutenção da fauna, flora e diversidade biológica como um todo (BRITO, 2010).

As APPs estão incluídas no conjunto dos espaços territorialmente protegidos. Essas áreas foram criadas, inicialmente, por meio de legislação federal 4.771 em 1965 denominada Código Florestal e atualizada pela Lei 12.651 de 2012, conhecido como o novo Código Florestal. Essas áreas incluem, entre outros, os espaços no entorno de cursos d'água, lagos e lagoas naturais, reservatórios e nascentes (BRASIL, 2012).

A importância da manutenção das APPs se destaca devido aos solos descobertos serem os mais suscetíveis a erosões eólicas e hídricas, trazendo como consequência sérios prejuízos para a agricultura e alterações no ambiente aquático devido ao maior aporte de materiais oriundos do ecossistema terrestre, o que é favorecido pela falta de vegetação ciliar e pela inclinação das vertentes. A preservação da vegetação torna-se fundamental para a conservação das características dos ambientes terrestre e aquático (ROCHA, 1999).

Apesar de se ter conhecimento sobre a finalidade de proteção dos recursos hídricos, da biodiversidade e da redução de vulnerabilidades das populações, a implementação da APP, principalmente no entorno de reservatórios, não é uma questão consumada no planejamento territorial, tornando-se os níveis municipal e regional fundamentais para a definição de estratégias de efetivação dos espaços protegidos no entorno de corpos d'água, sendo necessárias propostas que visem articular as duas escalas e seus principais instrumentos, que seria o plano diretor e o plano de recursos hídricos (SCHULT, 2013).

Planos diretores

Plano Diretor

Municipal

No campo da política urbana brasileira, um grande marco para o planejamento e gestão foi efetivado em 2001, com a aprovação da Política Nacional Urbana, pela Lei 10.257/2001 (Estatuto da Cidade). Esta lei regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, traçando diretrizes para a execução da política urbana. Do ponto de vista dos municípios, o Estatuto da Cidade institui o instrumento Plano Diretor Municipal em um novo e estratégico patamar: ele se transforma no principal instrumento para a gestão territorial, regulando o uso e a ocupação do solo e definindo parâmetros para o cumprimento da função social da cidade e da propriedade (PERES e SILVA, 2010).

O plano diretor é um instrumento básico para uma política de desenvolvimento e garantia de qualidade de vida no município. Destaca-se por focar as comunidades humanas, o uso e ocupação da terra, os processos da economia e provisão da infraestrutura. Deve ser considerado como instrumento de planejamento quando visa o aprimoramento das relações entre o homem e a natureza, quando têm objetivos e metas políticas claras e bem consolidadas por meio das diretrizes e ações propostas e quando elabora um diagnóstico preocupado com os recursos naturais e com o homem (SANTOS, 2004).

Os principais objetivos do Plano Diretor Municipal são: orientar a política de desenvolvimento do Município; Garantir a função da propriedade urbana; Promover o desenvolvimento das funções sociais da cidade; Garantir o bem-estar do munícipe e a melhoria da qualidade de vida; Assegurar que as ações relativas ao Poder Executivo e ao Poder Legislativo ocorram de forma planejada e participativa; Garantir aos cidadãos canais de acesso para participação na formulação das políticas públicas; Promover a preservação, a proteção e a recuperação do meio ambiente natural e construído; Garantir que os benefícios e ônus decorrentes de obras e serviços municipais sejam distribuídos de forma justa à população; Coibir o uso especulativo da terra como reserva de valor; Incentivar a produção agropecuária, levando em conta as características ambientais (SANT'ANA, 2006).

Apesar disso, a maior parte dos municípios brasileiros ainda não utiliza instrumentos de gestão urbana e ambiental no planejamento urbano das cidades, em especial por meio da elaboração dos planos diretores prevista constitucionalmente no Brasil, para aperfeiçoar seu planejamento, como é o caso do município de Ibimirim que não possui plano diretor.

De acordo com o Estatuto da Cidade, Lei Federal N° 10.257/2001, art.41, o Plano Diretor só é obrigatório nos seguintes casos: cidades com mais de vinte mil habitantes; integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; onde o Poder Público municipal pretenda utilizar os instrumentos previstos no § 4º do art. 182 da Constituição Federal; integrantes de áreas de especial interesse turístico; e, que estão inseridas na área de

influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional (BRASIL, 2001).

Segundo Braga (2010), o principal avanço do Estatuto da Cidade em direção às cidades sustentáveis é o plano diretor. Antes da Lei 10.257 sua obrigatoriedade não era efetiva, embora previsto constitucionalmente. Mota (2003) comenta que a aplicação das leis básicas de um Plano Diretor de uma cidade pode contribuir para uma melhor utilização dos recursos ambientais. A lei do zoneamento e a lei de controle e parcelamento do uso do solo, aliada às outras leis que são instrumentos do Plano Diretor podem concorrer para o desenvolvimento sustentável de uma cidade, desde que sejam elaboradas com enfoque para a conservação do meio ambiente.

Plano de bacias hidrográficas

A PNRH significou um marco para a gestão ambiental no Brasil, trazendo novos paradigmas. Visando fundamentar a implementação desta Política tem-se, como instrumento central, os Planos de Bacia Hidrográfica.

Cada bacia tem suas características específicas com relação a esfera socioeconômica e seu meio ambiente natural e/ou antrópico, que deve ser diagnosticado, verificando suas disponibilidades e possíveis impactos, avaliadas as alternativas quanto ao uso, racionalização, preservação e conservação e estabelecer as metas adequadas dentro dos cenários de curto, médio e longo prazo e através da seleção dos projetos para atingir as metas através da implementação dos instrumentos de gestão (BRASIL, 2006).

Os Planos de Bacia são constituídos por diagnósticos e prognósticos, metas, estratégias, programas e projetos, contemplando os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Em relação à questão do uso e ocupação do solo, apontam diretrizes aos Planos Diretores Municipais nos setores de crescimento urbano, proteção dos mananciais, localização industrial, irrigação e saneamento. É assim, um instrumento que possui papel relevante numa das maiores fronteiras de conflito da gestão de recursos hídricos, que é sua articulação com a gestão urbana (PERES; SILVA, 2010).

O detalhamento do Plano de Bacia Hidrográfica dependerá principalmente dos principais aspectos que compõe a bacia. Por exemplo, uma bacia de Região Metropolitana terá como peso principal o uso da água para abastecimento, diluição de efluentes e uso do solo devido a urbanização; em uma bacia com grande potencial hidrelétrico haverá um natural

desafio entre a conservação ambiental e a produção de energia hidrelétrica; no semiárido devido a intermitência dos rios e a dificuldade de sustentabilidade do homem por falta de água o foco principal está na gestão da disponibilidade para consumo humano, como prioridade, seguido do seu uso para sustentabilidade econômica como a agricultura (BRASIL, 2006).

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DE RESERVATÓRIOS

Uso e ocupação do solo é a forma pela qual o espaço está sendo ocupado e utilizado pelo homem, trata-se de um tema importante para o planejamento ambiental e análise integral, pois retrata as atividades humanas que podem significar pressão e impactos sobre os elementos naturais. É uma ponte essencial para a análise de fontes de poluição e um elo importante de ligação entre as informações dos meios biofísico e socioeconômico.

De acordo com Menezes (2006), o uso e a ocupação do solo é o reflexo da relação homem e ambiente, de como ele percebe e se comporta no mesmo, expressando a utilização de recursos renováveis e não renováveis no espaço, influenciando os seus processos sociais e naturais que se conectam. Loch (2006) ressalta que, o presente tema é considerado um dos mais importantes para inúmeras análises, visto que conectam os elementos físicos aos sociais, ou seja, demonstra a relação da sociedade humana com o ambiente natural.

O entorno dos corpos hídricos além de significar áreas de controle de cheias, contribuem para a regularização do escoamento natural das águas, controlando a erosão do solo e o assoreamento dos mananciais. Além disso, constituem uma barreira física ao transporte de poluentes para os recursos hídricos através das águas de infiltração ou do escoamento superficial. Essas áreas devem ser mantidas, ao máximo, em condições naturais, só devendo ser permitidos, para as mesmas, usos que impliquem em alterações mínimas do ambiente (MOTA, 1995).

O conhecimento atualizado das formas de utilização e ocupação do solo, bem como seu uso histórico, tem sido um fator imprescindível ao estudo dos processos que se desenvolvem em determinada região, tornando-se de fundamental importância, na medida em que os efeitos do seu mau uso causam deterioração no meio ambiente. (LOUZADA *et al*, 2011). As atualizações tornam-se necessidades constantes para que suas tendências possam ser analisadas, com o objetivo de fornecer subsídios às ações do planejamento. Uma das diretrizes da PNRH trata sobre a articulação entre a gestão de recursos hídricos com o uso do solo (BRASIL, 1997).

Tucci (2008) alerta que as dificuldades enfrentadas para a implementação do planejamento e análise integrada, em grande parte dos casos, é fruto da limitada capacidade institucional para enfrentar problemas complexos e interdisciplinares. Como agravante, a omissão ou o não cumprimento da regulação legal de uso e ocupação do solo por parte do executivo municipal, estadual e federal e o uso indiscriminado dos recursos hídricos, poderão condenar a qualidade e a quantidade desse recurso para os cidadãos.

O seu levantamento consiste em mapear e avaliar qualitativamente e quantitativamente tudo que existe sobre a terra. Através deste tipo de levantamento pode-se identificar a deterioração causada ao ambiente pelo uso inadequado das terras, as erosões, perda de solo agrícola, assoreamento de cursos d'água e inundações são algumas das consequências do mau uso das terras (MENEZES, 2006).

Para Enokida e Magalhães (2009) a espacialização dos dados de uso do solo e a elaboração de um banco de dados são medidas de extrema importância para se realizar uma análise do ambiente e assim propor planejamento e gerenciamento ambiental dessas áreas. Santos (2004) acrescenta que, em geral, as formas de uso e ocupação são identificadas através dos tipos de solo, espacializadas com a elaboração de mapa de uso, caracterizadas pela intensidade de uso e indícios de manejo e quantificadas, que seria o percentual de área ocupada pelo tipo. As informações sobre esse tema devem descrever não só a situação atual, mas as mudanças recentes e o histórico de ocupação da área de estudo.

A ação do homem, no planejamento e desenvolvimento da ocupação e uso do solo, requer cada vez mais uma visão ampla sobre as necessidades da população, os recursos terrestres e aquáticos disponíveis e o conhecimento sobre o comportamento dos processos naturais do meio ambiente, para racionalmente compatibilizar necessidades crescentes com recursos limitados (TUCCI, 2008).

Diante do exposto, Silva e Porto (2003) ressaltam que, a proteção eficaz dos recursos hídricos não pode ser alcançada apenas pelas instituições de gestão da água. A qualidade e quantidade dos recursos hídricos são afetadas por uma ampla gama de atividades humanas, como mostrado anteriormente, e pelos arranjos instituições que gerenciam seus usos.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), na sua Resolução nº 001 considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986).

Os impactos de uso e ocupação do solo em reservatórios estão relacionados com a ocupação urbana e rural e seu entorno, com a retirada da vegetação, com as atividades industriais e agrícolas, entre outras. No âmbito dos recursos hídricos, o impacto decorrente da alteração do uso e ocupação do solo pode refletir em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos, na qualidade da água e no transporte de sedimentos.

A ocupação antrópica inadequada gera uma cadeia de impactos ambientais, que passa pela impermeabilização do solo, alterações na topografia, erosão das margens e assoreamento dos cursos d'água, perda das matas ciliares, diminuição da biodiversidade, aumento do escoamento superficial, etc. Assim, destacam-se, entre os principais efeitos negativos decorrentes desse processo, as modificações na quantidade e na qualidade dos recursos hídricos, tanto superficiais como subterrâneos. Estas mudanças acabam acarretando também a degradação da qualidade de vida da população, trazendo diversos tipos de problemas a serem enfrentados, tais como: as dificuldades na captação de água adequada para abastecimento, o aumento dos custos com tratamento de água e esgoto, a escassez de água, as doenças de veiculação hídrica, entre outras (MORETTI, 2000).

Diversos impactos, como a escassez de terras férteis, desenvolvimento socioeconômico da região com consequentes modificações no uso e ocupação do solo e, particularmente, as formas como são exercidas as atividades agrárias devem ser investigados na área do entorno de ambientes aquáticos (TUNDISI, 1988).

A PNMA conceitua poluição como a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos (BRASIL, 1981).

O uso e ocupação do solo pelas atividades agropecuárias alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Dentre os impactos ambientais de origem agrícola pode-se verificar a erosão do solo e assoreamento onde, através do escoamento pluvial proveniente das áreas plantadas os sedimentos juntamente com nutrientes e os compostos químicos utilizados como fertilizantes e pesticidas adicionados ao plantio são transportados para as áreas mais baixas, chegando ao corpo d'água. Quando esse solo é carregado em períodos chuvosos para os corpos d'água contribui significativamente com o aumento da concentração de sólidos e nutrientes na água. O assoreamento além de modificar

ou deteriorar a qualidade da água, a fauna e a flora, provoca o decréscimo da velocidade da água resultando na redução da disponibilidade hídrica (VANZELA et al, 2009).

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), o Fósforo e o Nitrogênio caracterizam como os principais indicadores de poluição no meio rural, pois pode levar a um dos problemas ambientais mais difundidos no meio aquático que é a eutrofização que trata do enriquecimento artificial a partir de dois tipos de nutrientes, o fósforo e o nitrogênio, ocasionando o aumento do crescimento de plantas aquáticas e a formação de densa forragem através da fotossíntese, impedindo que a porção superior do lago se misture com a inferior e com isso ocorre uma mudança na concentração vertical de oxigênio reduzindo a DBO e consequentemente reduzindo a diversidade de espécies (BRASIL, 2014).

As principais fontes de nutrientes que aportam a um reservatório são: a drenagem pluvial de áreas com cobertura natural, a drenagem das áreas com atividades agropecuárias, a drenagem das áreas urbanas e os esgotos domésticos e, eventualmente, os esgotos industriais. As fontes de Fósforo podem ser de origem pontual ou de origem difusa. As principais fontes pontuais são os lançamentos de esgotos, tratados ou não, de núcleos populacionais e de indústrias. O controle do aporte de Fósforo faz-se, nesse caso, por meio do tratamento do esgoto, através do tratamento terciário, que permite a remoção de nutrientes. A contribuição de origem difusa está associada tanto a fatores naturais quanto ao tipo de uso e de ocupação que se faz na área de drenagem. A agricultura intensiva, com utilização de fertilizantes, costuma constituir-se na maior fonte de contribuição difusa de Fósforo. Uma forma de controlar o aporte de nutrientes para os reservatórios é não permitir a existência dessa atividade nas proximidades do lago (XAVIER, 2005).

Outro problema decorrente das atividades agrícolas e muito comum na região do semiárido está relacionado com a salinização. A água utilizada para a irrigação, quando não escoar por falta de um sistema de drenagem eficiente, fica submetida às altas taxas de evaporação da região que, associadas ao tipo da característica pedológica, faz com que o sal se acumule no solo, enquanto é evaporada somente água e com o tempo o solo fica salinizado a partir da sedimentação dos sais. Mesmo com drenagem adequada, existe a tendência ao longo do tempo de que a água de jusante se salinize em função das práticas agrícolas (SOBRAL et al, 2006).

Os reservatórios do semiárido tem a tendência de favorecer a concentração dos sais originalmente contidos nas águas dos rios barrados, já que estes permanecem no reservatório, enquanto as águas se perdem para a atmosfera. Somente com o aporte de novas massas de água, de melhor qualidade, ou com a retirada daqueles volumes estocados e sua substituição

por outros, essa concentração volta a diminuir. Se o reservatório possui um volume pequeno em relação à vazão média do rio barrado, essa renovação de água acontece com frequência e a salinização das águas não aumenta, de ano para ano. Por outro lado, se o reservatório é grande, essa renovação pode não ocorrer com frequência e a tendência predominante é a de que aconteça a concentração progressiva dos sais nas águas. Quanto maior for o espelho d'água, para um mesmo volume de acumulação, maior será a área de evaporação, e maior a tendência de acréscimo da concentração de sais (BRASIL, 2005).

O crescimento das cidades sem esforços em garantir o ordenamento territorial, planejamento da infraestrutura, saneamento e instrumentos de gestão urbana, vem causando o aumento dos impactos ambientais como o comprometimento da qualidade dos mananciais hídricos. Dentre os fatores que causa impacto na qualidade da água está o lançamento de esgotos sanitários sem tratamento prévio no corpo d'água. O lançamento de efluentes *in natura* nos recursos hídricos resulta em vários problemas socioambientais, impactos significativos sobre a vida aquática e o meio ambiente como um todo. Os dejetos elevam a concentração de nutrientes num determinado corpo d'água, podendo ocorrer, também, o processo de eutrofização do mesmo (SCACABAROSS, 2012). O principal indicador de contaminação por organismos patogênicos e podem ter como fontes principais os animais, além da própria população é a quantidade de coliformes encontrado na água através, principalmente, do lançamento de esgoto não tratado no reservatório.

A exploração desordenada do solo trouxe impactos, muitas vezes, irreversíveis e sem precedentes ocasionando a degradação do ambiente natural e construído e da qualidade de vida da população. Para que esse quadro se reverta, Ross (2006) propõe que as intervenções humanas devem ser planejadas com objetivos claros de ordenamento territorial, tomando-se como premissas, de um lado, a potencialidade dos recursos naturais e humanos, e de outro as fragilidades dos ambientes naturais.

Sobre as possibilidades de integração entre solo e água, a implementação de espaços protegidos no planejamento territorial é uma estratégia para proteção, conservação e recuperação de áreas com importância ecológica e/ou fragilidade socioambiental e que causam impacto nos recursos hídricos, na biodiversidade e nas populações. Os espaços protegidos incluem áreas com restrições administrativas ao uso e ocupação do solo em propriedades públicas e/ou privadas. (MEDEIROS, 2006). Como áreas legalmente protegidas a legislação brasileira cita, entre outras, as Unidades de Conservação (UC), as APPs e a Reserva Legal.

BASE LEGAL E INSTITUCIONAL

Neste tópico são apresentadas a base legal e institucional relativa aos sistemas nacional e estadual de recursos hídricos e uso e ocupação do solo buscando-se identificar os elementos de integração setorial e territorial compatíveis com as concepções institucionais desses sistemas.

Constituição Federal Brasileira

A Constituição Federal de 1988 foi a primeira a tratar de forma direta o meio ambiente, direcionando um capítulo exclusivo ao tema: o capítulo IV do Título VIII. As constituições brasileiras anteriores nada traziam de específico e global acerca do meio ambiente, e a expressão sequer havia sido utilizada.

A Constituição, além de consagrar a preservação do meio ambiente, anteriormente protegido somente a nível infraconstitucional, procurou definir as competências dos entes da federação, inovando na técnica legislativa, por incorporar ao seu texto diferentes artigos disciplinando a competência para legislar e para administrar. Essa iniciativa teve como objetivo promover a descentralização da proteção ambiental. Assim, União, Estados, Municípios e Distrito Federal possuem ampla competência para legislarem sobre matéria ambiental, apesar de não raro surgem os conflitos de competência, principalmente junto às Administrações Públicas (TOLOMEI, 2005).

A Constituição Federal do Brasil de 1988 preceitua, no artigo 25 da referida lei que:

“[...] incumbe ao poder público definir em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e supressão permitidas somente através da lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem a sua proteção.”

Na Constituição Federal, artigo 30, é definido que o uso do solo é de responsabilidade do poder público municipal. Porém, os Estados e a União podem estabelecer normas para o disciplinamento do uso do solo visando à proteção ambiental, controle da poluição, saúde pública e da segurança. Desta forma, observa-se que no caso da drenagem urbana, que envolve o meio ambiente e o controle da poluição, a matéria é de competência concorrente entre Município, Estado e União. Tucci; Mendes (2006) afirmam que a tendência é dos

municípios introduzirem diretrizes de macrozoneamento urbano nos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano, incentivados pelos Estados.

Código Florestal

A proteção das áreas no entorno dos reservatórios é conseguida por meio da implantação de faixas de proteção, nas quais deve haver um controle rigoroso dos usos e atividades permitidas. A Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001, que altera dispositivos do Código Florestal, definiu que na implantação de reservatório artificial é obrigatória a desapropriação ou aquisição, pelo empreendedor, das áreas de preservação permanente criadas no seu entorno, cujos parâmetros e regime de uso serão definidos por resolução do CONAMA. É permitido o acesso de pessoas e animais às áreas de preservação permanente, para obtenção de água, desde que não exija a supressão e não comprometa a regeneração e a manutenção, a longo prazo, da vegetação nativa.”

O atual Código Florestal Brasileiro instituído pela Lei 12.651 de 2012 substituiu o antigo código florestal, Lei 4.771 de 1965 e considera APP as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais. A nova lei não define limite exato para a faixa de APP cabendo ao órgão licenciador a definição desta faixa no ato da licença ambiental do empreendimento.

O novo Código Florestal define APP como:

“área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”.

No caso de reservatórios artificiais que já tiveram suas faixas de APP delimitadas pelo órgão ambiental antes do novo código florestal ter entrado em vigor no ano de 2012, há que se garantir todos os efeitos legais válidos do ato jurídico perfeito, consolidado com base na legislação vigente ao seu tempo, qual seja, a Lei nº /1965 e a Resolução CONAMA nº 302/2002. O antigo código florestal também não definia limites exatos para a faixa de APP no entorno de reservatório apenas afirmava no seu Artº 2 que consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:(...) b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d’água naturais ou artificiais.

O Código Florestal anterior já considerava ser de preservação permanente o entorno dos reservatórios d'águas artificiais, deixando ao poder regulamentar a função de definir valores as faixas de APP de acordo com as condições de cada reservatório. A Resolução CONAMA nº 302/2002, por sua vez, tratou de delimitar as margens, considerando ser competência do órgão ambiental licenciador aprovar o plano ambiental de conservação e uso do entorno dos reservatórios artificiais, que seria definido segundo a Resolução CONAMA nº302/02 como “conjunto de diretrizes e proposições com o objetivo de disciplinar a conservação, recuperação, o uso e ocupação do entorno do reservatório artificial, respeitados os parâmetros estabelecidos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis”.

A vegetação situada em Área de Preservação Permanente deverá ser mantida pelo proprietário da área, possuidor ou ocupante a qualquer título, pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, e caso ocorra a supressão de vegetação situada o proprietário da área é obrigado a promover a recomposição da vegetação, ressalvados os usos autorizados previstos na lei.

Resolução CONAMA nº 302/2002

O Conselho Nacional do Meio Ambiente é o órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) sendo instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Dentre seus atos está a criação de resoluções, quando se tratar de deliberação vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais. Na sua resolução nº302 de 20/03/2002 o CONAMA dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno.

Segundo a resolução supracitada entende-se por APP a área marginal ao redor do reservatório artificial e suas ilhas, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas. No entorno dos reservatórios artificiais a APP será medida a partir da cota máxima normal de operação do reservatório. Esta resolução estabelece APP como a área com largura mínima, em projeção horizontal de:

- trinta metros para os reservatórios artificiais situados em áreas urbanas consolidadas e cem metros para áreas rurais;

- quinze metros, no mínimo, para os reservatórios artificiais de geração de energia elétrica com até dez hectares, sem prejuízo da compensação ambiental;
- quinze metros, no mínimo, para reservatórios artificiais não utilizados em abastecimento público ou geração de energia elétrica, com até vinte hectares de superfície e localizados em área rural.

O inciso V do art. 2º da Resolução do CONAMA 302/2002 utiliza critérios para definir Área Urbana Consolidada. Para ser Área Urbana Consolidada é necessário ter definição legal pelo poder público e densidade demográfica superior a 5.000 (cinco mil) habitantes por quilômetro quadrado, além de, no mínimo, quatro dos seis equipamentos de infraestrutura: malha viária com canalização de águas pluviais, rede de abastecimento de água, rede de esgoto, distribuição de energia elétrica e iluminação pública, recolhimento de resíduos sólidos urbanos, tratamento de resíduos sólidos urbanos.

Dados do censo do ano de 2010 do IBGE mostra que no município de Ibimirim a densidade demográfica é de 14,14 hab/km², concluindo que o reservatório de Poço da Cruz está inserido em área rural, segundo critérios desta resolução.

O parágrafo 1º do art. 3 da trata da redução de APP às margens dos reservatórios artificiais, em área rural, que pode ser realizada até o limite de 30 metros e, para tanto, depende do estabelecido em licenciamento ambiental e no plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica, exceto os reservatórios destinados ao abastecimento público que devem permanecer, no mínimo, com 100 m de APP.

A resolução também exige um Plano Ambiental de Conservação e Uso do Entorno de Reservatório Artificial (PACUERA), assegurando a função ambiental das APPs e seu entorno. Este instrumento legal é de relevante interesse ambiental para a redução dos impactos causados nos recursos hídricos, no solo e na biodiversidade, minimizando os riscos ao bem-estar das populações humanas residentes na área (SOBRAL et al, 2006). Porém, o plano só é obrigatório para os reservatórios artificiais destinados a geração de energia e abastecimento público, que não é o caso de Poço da Cruz que foi destinado para irrigação.

Política Nacional de Recursos Hídricos

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997 se baseia nos princípios de Dublin, ou seja: a água é um bem de domínio público; a água é um recurso limitado, dotado de valor econômico; a prioridade da água, quanto ao uso, é para o

consumo humano; prioriza o uso múltiplo dos recursos hídricos; a bacia hidrográfica é a unidade de planejamento e gestão descentralizada.

A competência de implementação da PNRH é do poder executivo que, através da implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, deve outorgar na sua esfera de competência e promover a integração com a gestão ambiental. O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos é integrado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a Agência Nacional das Águas, os Conselhos Estaduais e do Distrito Federal, os comitês de bacia hidrográfica, os órgãos dos poderes federal, estaduais, do DF e municipais que tenham gestão de recursos hídricos e as agências de água (BRASIL, 1997).

A PNRH tem como uma de suas diretrizes gerais de ação a articulação da gestão de recursos hídricos com a gestão do uso do solo e os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios deverão promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos.

Política Nacional da Irrigação

Diversos instrumentos legais regulam a utilização dos recursos de água e solo e condicionam, direta ou indiretamente, tanto a prática da agricultura irrigada, quanto a implementação de sistemas públicos de irrigação.

A Lei nº 12.787 de 11 de Janeiro de 2013 dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação que anteriormente era disciplinada pela Lei nº 6.662 instituída em 25 de Junho de 1979 onde foi o primeiro ordenamento jurídico sobre irrigação no Brasil, que se constituiu o marco referencial legal para a implantação de sistemas de irrigação. A presente lei foi criada em decorrência da necessidade de se disciplinar as relações entre o Estado e os agentes beneficiados diretamente com os projetos de irrigação (BRASIL, 2013).

O principal objetivo da lei da irrigação é o estabelecimento de normas para o aproveitamento de solos e água, respeitada a legislação sobre recursos hídricos, para a construção dos denominados projetos de irrigação, que segundo a lei, são sistemas planejados para o suprimento ou a drenagem de água em empreendimento de agricultura irrigada, de modo programado, em quantidade e qualidade, podendo ser composto por estruturas e

equipamentos de uso individual ou coletivo de captação, adução, armazenamento, distribuição e aplicação de água (BRASIL, 2013).

Sob a proteção da lei nº 6.662/79, a atuação do governo federal foi intensa no setor da irrigação privilegiando a implantação de projetos públicos objetivando a promoção do desenvolvimento socioeconômico através da agricultura irrigada, principalmente na região do semiárido brasileiro e por meio de entidade da administração indireta como o DNOCS e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF).

França (2001) ressalta que, na maioria dos projetos públicos implantados, foi dada maior ênfase à execução das obras, com o desenvolvimento de uma tecnologia de ponta, tanto nos aspectos de estudos e projetos como nas obras civis e hidráulicas, porém a mesma atenção não foi dada a produção agrícola que asseguraria o retorno dos investimentos. A partir da década de 80 os projetos de irrigação passaram a envolver também produtores empresariais reorientando a agricultura irrigada. Com isso, foi com objetivo de adequar a legislação ao novo contexto socioeconômico que foi editado a lei nº12. 787.

Dentre os princípios da lei da irrigação são de relevância neste contexto os seguintes:

- uso e manejo sustentável dos solos e dos recursos hídricos destinados à irrigação;
- integração com as políticas setoriais de recursos hídricos, de meio ambiente, de energia, de saneamento ambiental, de crédito e seguro rural e seus respectivos planos, com prioridades para projetos cujas obras possibilitem o uso múltiplo dos recursos hídricos; e
- articulação entre as ações em irrigação das diferentes instancias e esferas do governo e entre estas e as ações do setor privado.

A nova lei da irrigação aprovada em 2013 tenciona compatibilizar os projetos de irrigação com as novas realidades nacionais, em particular com a exigência de outorga de direito de uso de recursos hídricos e com o licenciamento ambiental. Introduz a necessidade de zelar pela utilização sustentável dos recursos naturais, cria a possibilidade de gestão de perímetros irrigados públicos mediante concessão e parcerias público-privadas. A lei se ocupa quase que, exclusivamente, da atuação do setor público na implantação de sistemas públicos de irrigação, ignorando, mais uma vez a agricultura irrigada de uma maneira geral (BRASIL, 2013).

A Análise Ambiental Integrada pode ser definida como um processo interdisciplinar e social que liga o conhecimento e a ação no contexto de decisão pública, para a identificação, análise e avaliação de todos os relevantes processos naturais e humanos e suas interações com o atual e o futuro estado da qualidade do meio ambiente e recursos nas apropriadas escalas de tempo e espaço, assim facilitando a definição e implementação de políticas e estratégias (EEA,1999 apud BRASIL, 2006).

A análise ambiental se trata da mais ampla atividade analítica que se pode realizar acerca de um objeto qualquer do conhecimento. Para avaliar este objeto ambientalmente, no sentido mais abrangente e amplo, significa compreendê-lo e mensurá-lo segundo as relações mantidas entre seus elementos e aspectos físicos, bióticos, econômicos, sociais e culturais. (MACEDO, 1995). A AAI é caracterizada como sendo uma análise ambiental de cenários e impactos dentro das políticas existentes ou planejadas. Quando se trata de análise integrada dos recursos hídricos, a ênfase se dá ao uso da área de influência relacionada com a área de estudo, podendo se expandir nas dimensões socioeconômicas e no ambiente terrestre, se forem identificadas influências sensíveis (BRASIL, 2006).

A visão integrada é uma visão mais recente da análise de recursos hídricos que considera as perspectivas de longo prazo no aproveitamento desses recursos e o equilíbrio entre alternativas de expansão de capacidade e gestão da demanda. Iniciativas voltadas ao controle de poluição na fonte, contrapostas à postura convencional de ampliar as capacidades estruturais de tratamento dos efeitos, constituem elementos de análise integrada (SILVA; PORTO, 2013).

A palavra integrada tem vários significados como a integração entre o social e o natural discutido; a terra e a água na gestão do espaço urbano e rural; o ambiente do reservatório; as águas superficiais e subterrâneas; quantidade e qualidade da água; condições de montante e jusante em um reservatório; setores de desenvolvimento econômico-social e institucional: privado e público, setores da água, legislação integrada, gestão com visão integrada, entre outros; todos os elementos da água no meio urbano e visão integrada dos efeitos econômicos da cadeia produtiva da água (BRASIL, 2006).

A forma de analisar com esta visão integrada, tem como principais fundamentos o uso sustentado dos recursos, a abordagem multisetorial e o emprego de medidas não estruturais, entre as quais se destaca a gestão de demanda. Essa concepção ampla da análise é quase uma afirmação deduzida do conceito de desenvolvimento sustentável, que associa o processo de

desenvolvimento à equidade social e à manutenção da capacidade de suporte dos sistemas ambientais (BRASIL, 2000).

A abordagem integrada considera a paisagem como resultante da combinação dinâmica dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, que interagem entre si. Tal abordagem é adequada ao estudo do uso e ocupação do solo e posterior planejamento ambiental, visto que estes também são resultantes da AAI dos elementos supracitados. A partir da AAI chega-se à compreensão das partes menores de uma porção da paisagem e suas interrelações, permitindo identificar os diferentes subsistemas e seus componentes envolvidos (ANDRADE et al. 2000). É ainda parte do processo, a identificação dos fatores condicionantes ao desenvolvimento sustentável, tanto os positivos como os negativos (SOUZA FILHO, 1999)

Macedo (1995) diz que, teoricamente, duas abordagens distintas e complementares são utilizadas na análise ambiental, são elas: a análise estrutural e a análise temporal. E explica que a análise estrutural é efetuada sobre os cenários tendencial e de sucessão. Busca, assim, aferir e comparar impactos ambientais decorrentes de cenários qualitativamente distintos e alternativos em termos de estrutura de suas relações ambientais, em um mesmo intervalo de tempo, numa dada região. Na análise ambiental, por sua vez, afere e compara impactos referentes a dois cenários, atual e tendencial, que detêm, basicamente, a mesma estrutura de relações ambientais, embora analisada e avaliada em instantes distintos.

Por meio dessas abordagens a análise ambiental identifica não apenas o montante de impactos decorrentes das atividades transformadoras existentes, mas o impacto ambiental a que uma dada região estará submetida, caso sejam implementadas novas atividades previamente conhecidas.

A necessidade de integração entre os sistemas de gerenciamento de recursos hídricos e o planejamento de uso e ocupação do solo decorre do conhecimento de que a lógica estrita das localidades leva à irracionalidade no investimento e na gestão dos sistemas setoriais. A gestão de sistemas setoriais a partir de uma lógica predominantemente local dá a ilusão de que, por tratar de diferentes setores convergindo para uma unidade geográfica restrita, promove a integração entre setores. No entanto, isso não é verdade se analisado à luz da funcionalidade dos sistemas setoriais em seu todo e não em segmentos (SILVA e PORTO, 2003).

A estrutura da AAI exige conhecimentos multi e interdisciplinares e está condicionada à: identificação das diretrizes ambientais, numa ótica compatível com o desenvolvimento sustentável, visando reduzir riscos e incertezas para o desenvolvimento socioambiental e para o planejamento; desenvolvimento de indicadores de sustentabilidade, com relação aos usos observados; ao desenvolvimento de conhecimento para a melhor gestão integrada dos usos e

conservação dos recursos hídricos e do meio ambiente, visando compatibilizar o uso e ocupação do solo com a preservação da biodiversidade e manutenção dos fluxos gênicos; ao desenvolvimento de procedimentos que garantam a efetiva participação dos segmentos sociais envolvidos; e à integração da dimensão ambiental ao processo de planejamento de uso e ocupação, e à articulação desse processo com o licenciamento ambiental (SILVA, 2007).

As etapas de procedimentos para o desenvolvimento da Análise Ambiental Integrada são, no mínimo: caracterização geral da bacia hidrográfica quanto aos principais ecossistemas; caracterização dos impactos de acordo com sua espacialidade, ou seja, como se distribuem e afetam as populações naturais e o meio físico no ambiente terrestre, no ambiente aquático ou no meio socioeconômico; identificação dos conflitos existentes e aplicação de técnicas de integração das informações obtidas. (BRASIL, 2006).

Um caminho para representar a integração é por meio da discretização, segmentação e estratificação do espaço em unidades territoriais homogêneas. Isso significa realizar uma análise de todos os temas, que seriam os principais componentes do meio, organizados em temáticas e temas que fornecem o conhecimento necessário sobre o espaço planejado. Para integrar temas é imprescindível elaborar uma estrutura que represente claramente os critérios e procedimentos adotados para os cruzamentos entre as informações. O objetivo dessa estrutura é reproduzir as relações, os processos e as funções dos componentes do meio que se quer destacar no planejamento (SANTOS, 2004). A construção de cenários históricos é um bom instrumento de análise ambiental pois retrata o quanto aquela área foi modificada no decorrer do tempo.

O conceito de integração aplica-se indistintamente sobre os vetores setoriais, no sentido de combinar diferentes usos, e territorial, no sentido de cortar horizontalmente distintas jurisdições sobre o território. A análise integrada incorpora, além dos múltiplos usos dos recursos hídricos, a necessidade de articulação com setores não usuários dos recursos, como gestão municipal, habitação e transporte. Decorre do reconhecimento dessas dimensões da integração/articulação institucional, a ligação estrutural que se faz entre o sistema de gestão de recursos hídricos e os instrumentos de planejamento regional, estes sim com jurisdição sobre funções públicas comuns que extrapolam a esfera dos recursos hídricos propriamente ditos (SILVA e PORTO, 2003).

Independente dos objetivos ou caminhos de avaliação que se deseja traçar, a estratégia metodológica para a construção de cenários históricos compreende uma combinação entre interpretação de uma série histórica de imagens de sensores remotos, de pesquisa de documentos históricos da região e de entrevistas com lideranças locais. No Brasil, o tempo

define-se, comumente, em função dos períodos com fatos históricos que resultaram em mudanças significativas nas atividades e comportamentos humanos, bem como na disponibilidade dos documentos e materiais cartográficos que registraram esses fatos. Essas limitações, principalmente em relação aos produtos de sensores remotos, costumam reduzir o tempo de avaliação (SANTOS, 2004).

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Dentre os instrumentos de integração estão os SIG e o sensoriamento remoto que do ponto de vista técnico-científico, imagens de sensoriamento remoto vem servindo de fontes de dados para estudos e levantamentos geológicos, ambientais agrícolas, cartográficos, florestais, urbanos, oceanográficos, entre outros. Acima de tudo, as imagens de sensoriamento remoto passaram a representar uma das únicas formas viáveis de monitoramento ambiental em escalas locais e globais, devido à rapidez, eficiência, periodicidade e visão sinóptica que as caracterizam. Neste momento em que a humanidade começa a encarar seriamente a necessidade de monitorar as mudanças globais que vem ocorrendo na superfície do planeta, o sensoriamento remoto aparece como uma das ferramentas estratégicas para o futuro (CRÓSTA, 1992).

Segundo o manual técnico de uso da terra do IBGE, o levantamento pode ser entendido como o conjunto de operações necessárias à elaboração de uma pesquisa temática que pode ser sintetizada por meio de mapas, envolve pesquisas de escritório e campo, voltadas para a interpretação análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e ocupação do solo, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas (IBGE, 2013). Os produtos fornecidos através do sensoriamento remoto, em conjunto com técnicas avançadas de extração de informação e com o suporte de dados interpretativos convencionais, mostram-se úteis também em regiões semiáridas para extrair informação que subsidia o monitoramento e a avaliação do impacto das transformações dinâmicas de uso da terra (MALDONADO, 1999).

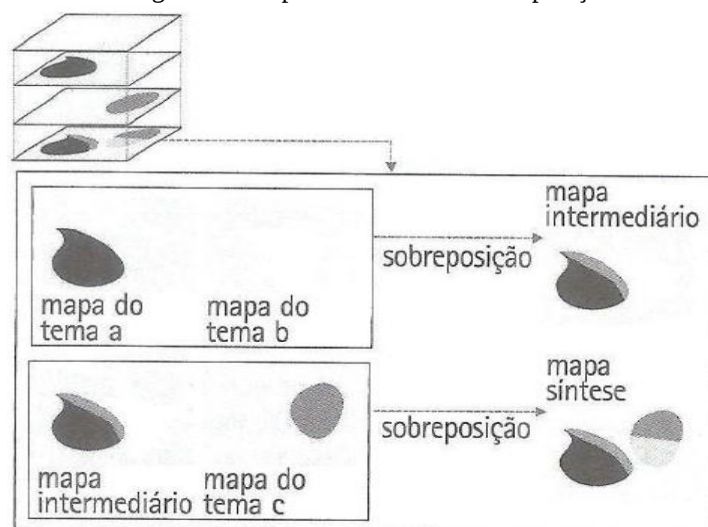
Um dos principais objetivos do sensoriamento remoto é o de distinguir entre e identificar as composições de diferentes materiais superficiais, sejam eles tipos de vegetação,

padrões de uso do solo, rochas e outros. Essa distinção e identificação torna-se possível devido ao fato dos materiais superficiais terem comportamentos específicos ao longo do espectro eletromagnético, comportamentos esses que podem, portanto ser usados para identificá-los (CRÓSTA, 1992).

Os mapeamentos são representações, em superfície plana, das porções heterogêneas de um terreno, identificadas e delimitadas, não apenas uma representação espacial simples da informação, sua produção é o resultado de um processo de construção de conhecimento. Um mapa permite observar as localizações, as extensões, os padrões de distribuições e as relações entre os componentes distribuídos no espaço, além de representar generalizações e extrapolações. Principalmente, deve estabelecer a síntese, a objetividade, a clareza da informação e a sistematização dos elementos a serem representados (SANTOS, 2004).

Entre as abordagens metodológicas para estruturação e integração das informações existem os métodos espaciais e dentre eles o mais usual é o da sobreposição, que envolve a identificação dos temas a serem incluídos na avaliação integrada, a preparação de um mapa para cada tema, que represente sua variação na área de estudos e a geração de mapa-síntese resultante da sobreposição dos mapas dois a dois. Em uma estrutura de integração, esse método é representado pelos sucessivos cruzamentos binários que vão, passo a passo, compondo os mapas intermediários, até resultarem no mapa-síntese, como mostra a figura 2. A integração dos temas pode ser feita manual ou automaticamente utilizando, no segundo caso, um SIG (SANTOS, 2004).

Figura 2 – Etapas do método da sobreposição



Fonte: SANTOS (2004)

Segundo Santos (2004) os procedimentos que compõem as etapas de mapeamento no planejamento ambiental se iniciam a partir do estabelecimento dos objetivos gerais do mapeamento e das escalas a serem adotadas para cada tema, coleta e análise da documentação disponível seja ela sob a forma orbital, cartográfica ou descritiva. Logo após é realizada a definição e elaboração dos mapas-bases de mesma escala atribuída aos temas e sua interpretação preliminar superposto à base cartográfica. Os trabalhos em campo: coletas de informações e aferições são importantes para os procedimentos seguintes como as correções ou ajustes dos mapas de cada tema e definição das questões prioritárias, estabelecendo os destaques e detalhamentos a serem feitos com isso, é feita a elaboração das hipóteses iniciais de relações causa-efeito e determinação de critérios de classificação para então elaborar os mapas intermediários pela associação dos temas, de acordo com a classificação prevista por meio de softwares específicos ou manualmente e finalizando com a associação dos mapas intermediários para a elaboração do mapa-síntese e interpretação do mapa-síntese e suas unidades ambientais para subsidiar a etapa seguinte do planejamento.

É muito comum que a base das principais informações provenha de dados remotos, obtidos por imagens de satélite, fotografias aéreas, imagens de radar, GPS ou varreduras termiais. A escolha de imagem de um satélite para apoio em trabalhos de planejamento depende dos objetivos e escala espacial e temporal definidos.

Heymann (1994) apud IBGE (2013), recomenda a observação de quatro princípios básicos na estruturação do sistema de classificação do uso e ocupação do solo, são eles: a escala de mapeamento, a natureza da informação básica, a unidade de mapeamento e a nomenclatura. A escala de mapeamento dependerá em primeira instância dos objetivos do trabalho e do tamanho da área a ser mapeada.

O manual técnico do uso da terra do IBGE (2013) diz que, mapeamentos exploratórios, escalas entre 1:750 000 a 1:2 500 000, são úteis no preparo de programas nacionais de desenvolvimento e abrange extensas áreas. Mapeamentos de reconhecimento variam de acordo com a intensidade dos trabalhos, escalas entre 1:50 000 até 1: 750 000, atende ampla faixa de objetivos, passando pelo planejamento regional, de bacias hidrográficas, nacional e estadual. Por fim, os mapeamentos em maiores escalas, igual ou acima de 1:50 000, abrange diferentes intensidades de detalhamento, atendem a problemas específicos, a decisões localizadas e se restringem a pequenas áreas.

Com relação a natureza da informação básica, os dados de imagens orbitais são importantes fontes básicas para o mapeamento do uso e ocupação do solo, podem ser

utilizados dados de diversos sensores e sua escolha vai depender dos objetivos do trabalho, da escala de mapeamento, do custo e dos equipamentos disponíveis. (IBGE, 2013).

O tipo e a quantidade de informações obtidos dos sensores remotos, dependem das características técnicas dos sensores escolhidos, tais como: resolução espacial, resolução radiométrica, resolução espectral e resolução temporal.

No planejamento ambiental, a resolução é um dos aspectos mais importantes a serem considerados. A resolução espacial fornece a informação sobre a menor unidade de representação física espacial fornecida pelo sensor. As ondas eletromagnéticas, fruto da reflexão da luz, através de seu comprimento de onda, são captadas por um sensor óptico que calcula uma média de valores de ondas. Este valor médio, também conhecido como *Digital Numbers* (DN), é gravado na célula da imagem, ou seja, o pixel. O pixel nada mais é que a menor representação espacial de uma porção do terreno. Sua representação uniformiza, em um número ou cor, uma série de objetos presentes nessa unidade (SANTOS, 2004).

A resolução radiométrica refere-se ao número possível de dados contidos em cada banda, cada dado contém uma quantidade de bits que apresenta correspondência nos níveis de cinza. A resolução radiométrica está relacionada com a faixa de valores numéricos associados aos pixels, este valor numérico representa a intensidade da radiação proveniente da área do terreno correspondente ao pixel e é chamado de nível de cinza (IBGE, 2013).

A resolução espectral é definida pelo número de bandas espectrais de um sistema sensor e pela largura do intervalo de comprimento de onda coberto por cada banda. Quanto maior o número de bandas e menor a largura do intervalo, maior é a resolução espectral de um sensor. O conceito de banda, pode ser exemplificado no caso de duas fotografias tiradas de um mesmo objeto, uma em branco-e-preto e a outra colorida; a foto branco-e-preto representa o objeto em apenas uma banda espectral, enquanto a foto colorida representa o mesmo objeto em três bandas espectrais, vermelha, azul e verde que, quando combinadas por superposição, mostram o objeto em cores (CRÓSTA, 1992).

Por fim a resolução temporal está relacionada ao intervalo de tempo em que cada satélite revisita uma mesma área. Quanto mais passagens por uma mesma área maior será a possibilidade de encontrar imagens de melhor qualidade.

Uma unidade de mapeamento pode ser designada por um único tipo de cobertura ou de uso da terra ou pela associação de vários tipos de componentes, cujos limites podem apresentar-se nítidos ou difusos entre si, pode ser definida como a representação da homogeneidade e da diversidade de objetos que recobrem a superfície da terra (IBGE, 2013).

A maior parte das nomenclaturas utilizadas no mapeamento do uso e ocupação do solo utilizam terminologias dirigidas para compilação das atividades humanas, necessitando ser clara, precisa, não comportando sentido vago e nem ambíguo. Os conceitos atribuídos à cobertura e ao uso da terra guardam íntima relação entre si e costumam ser aplicados alternativamente. Geralmente as atividades humanas estão diretamente relacionadas com o tipo de revestimento do solo, seja ele florestal, agrícola, residencial ou industrial (OLIVEIRA; GALVÍNIO, 2008)

Dados de sensoriamento remoto, como fotografias aéreas e imagens de satélite, podem ser correlacionados com a cobertura da terra e usados para mapear o tema. Entretanto, como o sensor remoto não registra a atividade diretamente mas características da superfície da terra que retratam o revestimento do solo, as atividades de uso da terra correlacionadas à cobertura, precisam ser interpretadas a partir de modelos, tonalidades, texturas, formas, arranjos espaciais das atividades e localização no terreno.

As imagens capturadas através do sensor do satélite contêm uma quantidade de informação muito maior do que a que o olho humano consegue perceber e com isso é verificada a necessidade do processamento desta imagem para torná-la mais visível ou representá-la de uma forma pela qual ela possa ser percebida. Justamente aí se coloca o papel fundamental do processamento de imagens, no sentido de traduzir essa informação para o intérprete, extraindo dela apenas a parte essencial aos fins determinados. O processamento digital de imagens de sensoriamento remoto trata especificamente das técnicas utilizadas para identificar, extrair, condensar e realçar a informação de interesse para determinados fins, a partir de uma enorme quantidade de dados que usualmente compõem essas imagens (CRÓSTA, 1992). O objetivo principal do processamento de imagens é o de remover essas barreiras, inerentes ao sistema visual humano, facilitando a extração de informações a partir de imagens.

Várias operações matemáticas simples são usadas em processamento digital de imagens de sensoriamento remoto, no sentido de analisar imagens multi-espectrais, que possuem diferentes bandas espectrais de uma mesma cena e/ou multi-temporais, que possuem bandas individuais adquiridas sobre uma mesma área em diferentes datas.

A divisão de imagens é a operação aritmética mais comum em processamento digital de imagens de sensoriamento remoto, sendo bastante utilizada na determinação dos chamados índices de biomassa ou de vegetação. A divisão serve para realçar intensamente as diferenças espectrais de um par de bandas, sendo que os extremos branco e preto da distribuição de

níveis de cinza representam as maiores diferenças em reflectância entre as duas bandas consideradas (CRÓSTA, 1992).

A razão de bandas mais conhecida entre os diversos tipos utilizadas em estudo de vegetação é o chamado Índice Normalizado de Diferença de Vegetação (NDVI).

O NDVI atua como um indicador sensível da quantidade e da condição da vegetação verde. Seus valores variam de -1 a $+1$. Para superfícies com alguma vegetação o NDVI varia de 0 e 1 ; já para a água e nuvens o NDVI geralmente é menor que zero (OLIVEIRA; GALVÍNCIO, 2008). O índice é obtido através da razão entre a diferença das refletividades do infravermelho próximo (P_{NIR}) e do vermelho (P_{RED}), e a soma das mesmas, como mostra a equação (1) abaixo.

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} \quad (1)$$

Onde, P_{NIR} corresponde a banda do infravermelho próximo, ou seja, a banda 5 do sensor OLI, a bordo do LANDSAT 8 e P_{RED} a banda do vermelho, correspondendo a banda 4 do mesmo sensor.

Em sensoriamento remoto, para associar cada pixel da imagem a um “rótulo” a imagem é classificada, descrevendo um objeto real. Dessa forma, os DN associados à cada pixel, definidos pela reflectância dos materiais que compõem esse pixel, são identificados em termos de um tipo de cobertura da superfície terrestre imageada, que pode ser água, tipo de vegetação, de solo, de rocha, etc., chamadas de temas.

Quando esse tipo de operação é efetuado para todos os pixels de uma determinada área, o resultado é um mapa temático, mostrando a distribuição geográfica de um tema, tal como vegetação ou solo. Pode-se dizer então que uma imagem de sensoriamento remoto classificada é uma forma de mapa digital temático. Quando essa imagem é reorganizada para se ajustar a uma dada projeção cartográfica, torna-se um importante elemento para ser incorporado a um sistema geográfico de informações.

Crósta (1992) ressalta que, o maior problema da classificação é que ela representa uma simplificação bastante grande em relação à enorme complexidade existente em uma cena de satélite. Daí a necessidade de se verificar o resultado das classificações em relação a dados conhecidos. Quaisquer informações sobre os objetos/superfícies a serem classificados são, portanto um auxílio importante à classificação.

Muitas dessas informações são coletadas em campo, que em sensoriamento remoto chama-se de verdade do terreno, todas as características pertinentes à área de estudo são

observadas, anotadas, registradas e sua localização geográfica é armazenada através do *Global Positioning System* (GPS) para posteriormente todas essas informações serem transferidas para um SIG e trabalhadas na classificação.

3 METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia que norteou a presente pesquisa, organizada de acordo com cada um dos objetivos específicos propostos. O estudo é de natureza empírica, visto que foi realizada uma discussão teórica acerca do tema e realizado estudo de caso, onde foram implementadas técnicas de pesquisa aplicada de levantamento de dados sobre o uso e ocupação do solo no entorno do reservatório em estudo. A pesquisa foi quantitativa e qualitativa e o estudo baseado nas seguintes técnicas de pesquisa: pesquisa documental, pesquisa bibliográfica, fotointerpretação e geoprocessamento, pesquisa de campo, observações e análise de dados.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a caracterização da área de estudo foi realizado o levantamento bibliográfico sobre o assunto em instituições públicas, privadas e de ensino superior, na forma de trabalhos científicos, geocartográficos e informações socioeconômicas da área, entre outros.

Paralelamente, foi realizado o levantamento de documentos, relatórios técnicos material cartográfico junto aos órgãos envolvidos com o assunto, DNOCS, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Agência Estadual de Meio Ambiente, entre outros. Sendo realizado o estudo dos aspectos legais e normativos para levantar as restrições legais pertinentes aos objetos de estudo.

A visita em campo, ocorrida em Janeiro de 2015, foi realizada com o objetivo de identificação e posterior caracterização dos aspectos socioambientais e verificação dos usos e

ocupações dos solos da área e para coleta de dados primários, envolvendo aplicação de entrevistas abertas no perímetro irrigado de Moxotó, reuniões com os órgãos envolvidos institucionalmente com o reservatório Poço da cruz, observações sistemáticas, registro fotográfico e checagem dos dados levantados na pesquisa bibliográfica e documental, como mostra as figuras 3, 4 e 5 .

Ressalta-se que a coleta de dados em fontes bibliográficas e documentais foi um procedimento utilizado nas várias etapas de elaboração da tese, não apenas no delineamento da pesquisa, mas também fundamentando as análises e discussões. O GPS foi utilizado para georreferenciar todas as informações levantadas, buscando a confirmação dos dados previamente levantados e a checagem das informações representadas nos produtos da cartografia e do sensoriamento remoto.

Figura 3 - Reunião com técnicos do DNOCS na sede de Ibimirim



Marianny Lira (2015)

Figura 4 - Visita ao reservatório Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

Figura 5 – Vista da barragem do reservatório Poço da Cruz

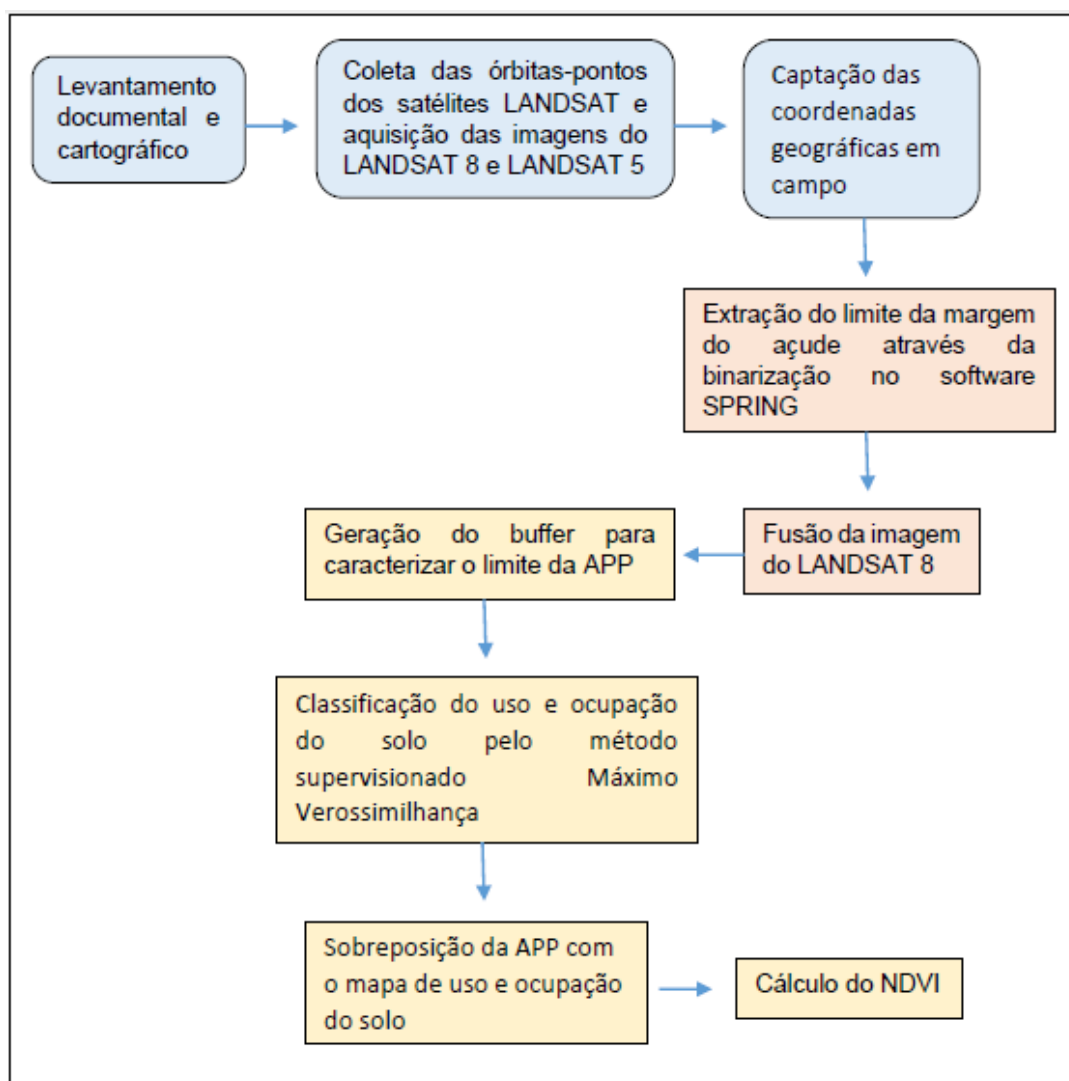


Marianny Lira (2015)

AVALIAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DA COBERTURA VEGETAL

Para identificação do uso e ocupação do solo foi necessário o levantamento bibliográfico e cartográfico da área estudada através da base cartográfica do estado de Pernambuco disponibilizado pelo IBGE e o plano de informação das órbitas-pontos para a série do satélite LANDSAT utilizada na pesquisa, adquiridos através da *United States Geological Survey* (USGS). Onde, todo satélite tem um sistema de referência baseado em órbitas e pontos, que variam de família para família de satélites. A seguir é apresentado o diagrama da metodologia utilizada.

Figura 6 - Diagrama de blocos da metodologia utilizada para a caracterização do uso e ocupação do solo



Marianny Lira (2015)

As imagens utilizadas para identificar o uso e ocupação no entorno do açude foram dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8, dos sensores TM e OLI, respectivamente. As cenas foram adquiridas junto ao USGS através do *Global Visualization Viewer* (GLOVIS), referentes à órbita 215 e ponto 66. No quadro 3 são apresentadas as principais características técnicas dos satélites utilizados para a presente pesquisa.

Quadro 3 - Características técnicas dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8

Satélite	Sensor	Resolução Espacial	Resolução Radiométrica	Resolução Temporal
LANDSAT 5	TM	Bandas 1-5 e 7: 30 metros Banda 6: 80 metros	8 bits por pixel	16 dias
LANDSAT 8	OLI	Pancromática (bandas 8) :15 metros Multiespectral (bandas 1-7 e 9): 30	16 bits por pixel	16 dias

		metros		
--	--	--------	--	--

Fonte: USGS (2015)

A escolha do satélite LANDSAT 5 se deve ao fato de que na sua banda 4 os corpos de água absorvem muita energia e ficam escuros, permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento de corpos de água. A vegetação verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens, apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo a obtenção de informações sobre Geomorfologia, Solos e Geologia, é importante para análise e mapeamento de feições geológicas e estruturais, utilizada também para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas e áreas agrícolas.

O mapeamento temático a partir de cada uma das bandas dos satélites depende das características da área em estudo, época do ano ou de variações regionais. Tornam-se mais fáceis quando se dispõe de conhecimento de campo.

As datas escolhidas para realizar a identificação foram 13 de outubro de 2008 para o sensor TM e 14 de janeiro de 2015 para o sensor OLI. A escolha da data no ano de 2008 se deve ao fato de que em meados do mês de abril do mesmo ano foi registrado que o açude atingiu sua capacidade de acumulação máxima (504.000.000 m³), porém imagens do mês de abril apresentaram coberturas de nuvens ficando inviável a sua utilização. Com o açude em sua capacidade máxima foi possível extrair a APP do seu entorno para posterior análise atual de conformidade com a legislação vigente. A medição da APP no entorno do açude foi baseada na Resolução CONAMA nº303/2002, que institui a APP de 100 metros para reservatórios artificiais situados em área rural. A imagem do ano de 2015 se deve ao fato de identificar os usos e ocupações atuais.

Para a extração do limite da margem do açude referente às duas datas estudadas foi utilizada a banda do infravermelho próximo da imagem com o auxílio do software SPRING e realizada a binarização onde, através desta técnica, as bordas do açude ficaram nítidas sendo possível extrair seu limite. Em seguida, foi realizada a transformação do arquivo *raster* gerado em *shapefile* através do software QuantumGis (QGIS). Os dados *raster* são compostos por linhas e colunas de pixels onde cada pixel representa uma região geográfica, e o valor do pixel representa uma característica dessa região e o *shapefile* é um tipo de arquivo digital que representa uma feição ou elemento gráfico que contém uma referência espacial de qualquer que seja o elemento mapeado.

A delimitação da APP do entorno do açude foi realizada utilizando a imagem do sensor TM/LANDSAT 5. A imagem a bordo do LANDSAT 8/OLI foi utilizada para gerar as classes de uso e ocupação do solo na APP, possuindo uma resolução espacial de 30 metros. Para que

a informação gerada se tornasse mais precisa foi realizada uma fusão, pois quanto menor o pixel mais detalhes a imagem apresenta.

Para classificar os diferentes usos e ocupações do entorno foi utilizado o método supervisionado com o algoritmo de Máxima Verossimilhança (MaxVer) pois em maio de 2015 foi realizada uma segunda visita à área de estudo com o objetivo de navegar pelo reservatório e identificar as classes de uso e ocupação do solo no seu entorno a fim de confirmar com as classes que foram identificadas nas imagens de satélite e acrescentar aquelas que não foram visualizadas através da coleta de coordenadas geográficas para distintos usos e ocupações com o auxílio do GPS Garmin eTrex LegendH que serviram de base para gerar amostras de treinamento. Nas figuras 7, 8, 9 e 10 são mostradas algumas classes de uso e ocupação identificadas em campo no mês de maio de 2015.

Figura 7 – Vegetação rasteira seca na margem do reservatório Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

Figura 8 – Agricultura de vazante na margem do reservatório de Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

Figura 9 – Caatinga densa na margem do reservatório de Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

Figura 10 – Solo exposto na margem do reservatório de Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

A nomenclatura utilizada para as classes de uso e ocupação do solo será com base no Sistema Básico de Classificação da Cobertura e do Uso da Terra (SCUT) utilizada pelo IBGE em seu manual técnico de uso da terra através do sistema multinível de classificação apresentado no manual que parte da divisão sucessiva do universo em três níveis de abstração. O quadro 4 apresenta a quantidade de itens dos três níveis, sua abrangência e os meios para a sua interpretação. Ressaltando que, para interpretar a vegetação natural, este sistema utiliza como referência máxima o mapeamento da vegetação produzido pelo IBGE.

Quadro 4 – Características dos níveis utilizados na metodologia

	Quantidade de itens	Abrangência	Meios para a interpretação
Nível I (Classes)	5	Principais características da cobertura terrestre no planeta	Interpretação direta dos dados dos sensores remotos
Nível II (Subclasses)	12	Uso e ocupação em escala mais regional	Necessário uso de dados complementares e observações em campo além dos dados dos sensores

			remotos
Nível III (Unidades)	87	Uso e ocupação da terra propriamente dito	Utiliza dados exógenos aos sensores remotos como observações em campo, entrevistas, inventários e documentação em geral

Fonte: Adaptado do IBGE (2013)

Para a identificação atual da cobertura vegetal foi utilizada a imagem do satélite LANDSAT 8, Sensor OLI de 14 de janeiro de 2015. Em seguida a imagem foi carregada no software QGIS 2.8.1, para a realização do cálculo do NDVI com o objetivo de estimar a proporção de biomassa, através do cálculo da razão entre bandas.

O cálculo do NDVI foi realizado através da equação (Equação 1) abaixo e utilizada a ferramenta *Calculadora Raster*, no menu *Raster*.

$$NDVI = \frac{P_{NIR} - P_{RED}}{P_{NIR} + P_{RED}} \quad (1)$$

Onde, P_{NIR} corresponde a banda do infravermelho próximo, ou seja, a banda 5 do sensor OLI, a bordo do LANDSAT 8 e P_{RED} a banda do vermelho, correspondendo a banda 4 do mesmo sensor.

AVALIAÇÃO DOS CONFLITOS AMBIENTAIS

Após a caracterização dos aspectos físicos e a identificação e mapeamento da cobertura vegetal e do uso e ocupação do solo foi realizada a identificação dos conflitos existentes na área de estudo através do cruzamento entre os aspectos físicos do ambiente aos aspectos descritivos das intervenções antrópicas, representados pelo mapeamento do uso e ocupação do solo, para se obter os conflitos de uso do solo da área.

A delimitação das áreas de preservação permanente seguiu a resolução do CONAMA nº303 de 2002 que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de APPs de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Constituindo APP a área com largura mínima, em projeção horizontal de cem metros para áreas rurais, como é o caso do reservatório de Poço da Cruz. Pelo cruzamento de mapas de área de preservação permanente e uso e ocupação do solo foi possível gerar o mapa de conflito entre a legislação ambiental vigente e o uso do solo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo está dividido em 5 partes. O cenário em foco é apresentado com a avaliação ambiental integrada da área de estudo, destacando-se a especificidade do reservatório Poço da Cruz e do perímetro irrigado do Moxotó, com uma breve caracterização socioambiental. A seguir são apresentados os resultados alcançados e a discussão com a sistematização e análise dos dados obtidos.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Nesta seção são apresentadas as principais características pertinentes à área de estudo que é constituída pelo reservatório Engenheiro Francisco Saboia, localizado no município de

Ibimirim - PE, na bacia hidrográfica do Rio Moxotó e seu perímetro irrigado, o PIMOX, localizado a jusante do reservatório. A escolha dessa área tem base em critérios relacionados às características específicas que os determinam como área de interesse, sendo fortes representantes da problemática socioambiental existente e por ser o primeiro reservatório que irá receber águas da transposição do rio São Francisco através do eixo Leste, segundo projeto.

Bacia hidrográfica do rio Moxotó

O reservatório Poço da Cruz, está localizado no município de Ibimirim, na bacia do rio Moxotó, Estado de Pernambuco. Distam 333 km a oeste da capital do estado, Recife, na mesorregião de Sertão do Moxotó, no submédio da bacia do rio São Francisco. A bacia do rio São Francisco está dividida em 04 (quatro) regiões fisiográficas, compondo o Alto, Médio, Submédio e Baixo São Francisco. A bacia do rio Moxotó está localizada na região fisiográfica conhecida como Submédio e possui localização estratégica no semiárido nordestino (SECTMA/PE, 2006).

A Bacia Hidrográfica do rio Moxotó representa o principal corpo de acumulação de água com cerca de 504 milhões de m³. A bacia detém uma área total de 9.744,01 km², sendo 89,2 % pertencente ao Estado de Pernambuco. O rio Moxotó percorre aproximadamente 226 km até encontrar a foz. A nascente do rio Moxotó está localizada no município de Sertânia, próximo a divisa entre os estados de Pernambuco e Paraíba e a sua foz deságua no rio São Francisco. Tem como seu principal afluente o rio Piutá, com aproximadamente 54 km de extensão. O rio Moxotó é constantemente represado ao longo do seu percurso por um conjunto de cinco barragens e reservatórios.

O rio Moxotó nasce a 700 metros de altitude, próximo à localidade de Passagem de Pedra, no limite entre os estados da Paraíba e de Pernambuco. Por sua característica de cortar mais de um estado, é um curso d'água sob domínio da União. O rio tem uma extensão total de 226km, possuindo regime intermitente com vários reservatórios ao longo do seu curso (MELO, 2011). Ao norte da bacia do Moxotó está o estado da Paraíba e a bacia do rio Pajeú em Pernambuco, a leste está limitada pelas bacias dos rios Ipojuca e Ipanema, também em Pernambuco, a oeste pela bacia do rio Pajeú e ao sul pelo lago da usina hidroelétrica de Paulo Afonso no rio São Francisco e com a bacia do rio Capiá em Alagoas.

A área da bacia que pertence ao estado de Pernambuco, 8.772,32km², possui 12 municípios inseridos parcial ou totalmente, como mostra o quadro 5. Destes municípios, apenas sete possuem sede na bacia.

Quadro 5 – Municípios inseridos na Bacia Hidrográfica do Moxotó

Município	Sede Localizada na Bacia	Área do Município (km²)	Área do Município na Bacia (%)
Arcoverde	Sim	380,6	35,0
Buíque	Não	1.279,0	27,8
Custódia	Sim	1.484,6	88,6
Floresta	Não	3.690,3	0,0
Ibimirim	Sim	1.901,5	100,0
Igaraci	Não	773,6	3,7
Inajá	Sim	1.359,0	100,0
Jatobá	Não	180,0	26,1
Manari	Sim	290,3	90,2
Sertânia	Sim	2.359,4	100,0
Tacaratu	Sim	1.244,0	43,1
Tupanatinga	Não	869,8	47,8

Fonte: Adaptado da EMBRAPA (2009)

O rio Moxotó percorre aproximadamente 54 km de extensão a partir da sua nascente até desaguar no açude Poço da Cruz. A bacia hidrográfica em estudo possui mais 3 grandes reservatórios além do Engenheiro Francisco Sabóia, conforme mostra o quadro 6.

Quadro 6 – Açudes localizados na bacia hidrográfica do Moxotó

Açude	Município	Capacidade Máxima (1000m³)	Uso / Finalidade
Engenheiro Francisco Sabóia	Ibimirim	504.000	Irrigação
Custódia	Custódia	21.623	Irrigação e Abastecimento
Cachoeira I	Sertânia	5.950	Abastecimento
Barra	Sertânia	2.738	Abastecimento

Fonte: APAC (2008)

Segundo o Ministério de Meio Ambiente (MMA, 1998), os recursos minerais da bacia compreendem argila, areia quartzosa, amianto, calcário, cristais de quartzo, caulim, ferro, grafite, mármore, talco, vanádio e vermiculita. Destes, apenas o caulim é explorado economicamente.

Município de Ibimirim

O município de Ibimirim foi criado em 20 de dezembro de 1963 pela Lei Estadual nº 4.956. Atualmente, o Município é constituído dos distritos de Ibimirim (sede) e Moxotó e

pelos povoados Campos, Jericó, Poço da Cruz, Puiu e Manavi. Sua sede apresenta as coordenadas geográficas 8°32'27,6" de longitude e 37°41'24" de latitude, com altitude de 401 metros acima do nível do mar, distando 331,6 km da cidade do Recife (CONDEPE/FIDEM, 2007). O município está inserido na unidade geoambiental das bacias sedimentares. Essa unidade ocupa uma faixa de orientação sul-norte, da cidade de Salvador até a calha do rio São Francisco, seguindo para o nordeste até Pernambuco além de pequenas áreas nos estados do Ceará e Sergipe.

A área total do município é de 1.906,436 km², limitando-se ao norte com os municípios de Sertânia e Custódia, ao sul com Inajá e Manari, a leste com Tupanatinga e a oeste com Floresta. Ibimirim encontra-se em 2010 com Índice de Desenvolvimento Humano de 0,552 (IBGE, 2010). A área do município é ocupada por grandes e médias propriedades, bem como uma quantidade significativa de lotes dentro do perímetro irrigado do Moxotó.

Dados do último censo demográfico do IBGE no ano de 2010 afirmam que a população total residente é de 26.954 habitantes, sendo 13.350 homens e 13.604 mulheres. Os habitantes da zona urbana são 14.895 enquanto que os da zona rural são 12.059. Os indicadores demográficos apontam uma taxa de urbanização de 55,26%, densidade demográfica de 14,14 hab/km², A renda média domiciliar per capita é 215,05 reais.

O município possui 7.007 domicílios em 2010 sendo que a proporção de domicílios com um adequado saneamento é de 28,51, com saneamento semi-adequado de 54,87 e inadequado de 25,62. Ressaltando que saneamento constitui rede de água, rede de esgoto e coleta de lixo (IBGE, 2010).

A vegetação predominante do município é a caatinga hiperxerófila, uma vegetação característica da região semi-árida do Sertão, com xerofitismo acentuado. De acordo com Veloso et al. (1991) é caracterizada pelo predomínio da savana estépica, uma tipologia marcada por espécies vegetais com alta capacidade de retenção de água durante a estação mais quente, quando perdem a folhagem, reduzindo consideravelmente o metabolismo vegetal.

Segundo o último censo agropecuário (IBGE, 2006), o município tem cerca de 1.800 estabelecimentos rurais, dos quais 229 possuem lavouras permanentes e 1.258 lavouras temporárias. As principais atividades agrícolas praticadas nessas propriedades são a pecuária extensiva com a criação principalmente de caprinos e ovinos; o extrativismo florestal; e a agricultura com cultivos temporários principalmente de tomate, milho e feijão e cultivos permanentes de banana e manga. As atividades florestais restringem-se basicamente a retirada de madeira para lenha e carvão.

Além da atividade agrícola irrigado do Perímetro irrigado, na maioria das vezes, a criação de animais ocorre concomitantemente com outras atividades. A pecuária, essencialmente extensiva, ocupa as áreas de caatinga, e tem se caracterizado por um baixo desempenho produtivo, principalmente devido à frágil estrutura do suporte alimentar e a forte estacionalidade da produção de forragem. Isso tem acarretado um superpastoreio, que excede a capacidade de suporte da vegetação nativa com consequências na compactação do solo e até mesmo na eliminação de algumas áreas da caatinga.

A apicultura também tem se destacado como uma importante atividade rural no município. A produção apícola vem ganhando notoriedade desde meados da década de 1990 a partir de iniciativas da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) para formação e capacitação de produtores locais e da criação em 1994 de uma organização coletiva, a Associação dos Apicultores de Ibimirim, formada atualmente por cerca de 60 sócios. A atividade apícola, com grande potencial para compor estratégias sustentáveis para o município, tem colocado a região entre um dos principais pólos produtores de mel do estado, e além de movimentar a economia local tem assumido também um importante papel na conservação da biodiversidade florística da Caatinga na região.

Outra atividade expressiva é a pesca no açude do Poço da Cruz, que tem tornado Ibimirim uma importante região da pesca artesanal das Sub-Bacias do São Francisco em Pernambuco. Os pescadores estão organizados coletivamente em uma entidade denominada Colônia de Pescadores de Ibimirim, que além das articulações e regulamentações da pesca no município, garante também os direitos trabalhistas aos associados. A produção pesqueira apóia-se principalmente em peixes exóticos, sobretudo na tilápia, espécie comum introduzida nos açudes públicos da região semiárida brasileira para melhoria da pesca.

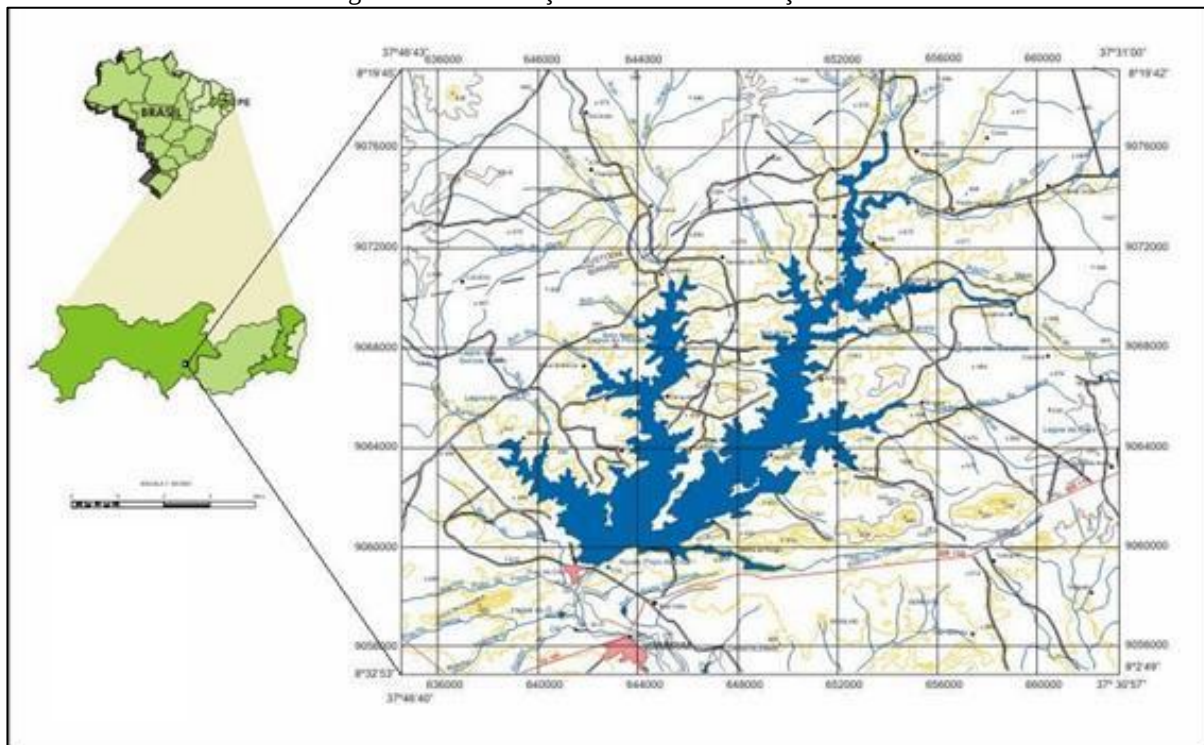
Apesar da identificação das diferentes atividades desenvolvidas no município, é comum o envolvimento dos trabalhadores em múltiplas ocupações rurais. É importante considerar que para o pequeno agricultor a diversificação das atividades, e a integração de diferentes sistemas produtivos constituem uma estratégia de viabilização das unidades produtivas, uma possibilidade concreta de geração de renda e a melhoria da qualidade de vida nessas regiões.

Reservatório Poço da Cruz

O reservatório Poço da Cruz teve sua construção iniciada em 1937 com a instalação de canteiros de obras, estradas de acesso e casas em vilas para moradia de engenheiros e

operários que hoje encontram-se todas invadidas pela população local. Sofreu uma série de paralisações sendo inaugurado pelo então presidente da república Juscelino Kubistchek em 22 de outubro de 1959, está localizado no município de Ibimirim, no estado de Pernambuco. Sua principal finalidade é a irrigação com um pequeno aproveitamento de geração de energia.

Figura 11 - Localização do reservatório Poço da Cruz



Fonte: DNOCS (2002)

O reservatório foi construído pelo DNOCS que o mantém sob sua responsabilidade. O DNOCS foi criado em outubro de 1909, por meio do Decreto 7.619 de 21 de outubro sob o nome de Inspetoria de Obras Contra as Secas – IOCS, caracterizada como a mais antiga instituição federal com atuação no Nordeste. Foi o primeiro órgão a estudar o problema do semiárido. Em 1919 o DNOCS recebeu ainda, através do Decreto nº. 13.687, o nome de Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas - IFOCS, antes de assumir sua denominação atual, que lhe foi conferida em 1945 (Decreto-Lei 8.846 de 28/12/1945), vindo a ser transformado em autarquia federal através da Lei nº. 4229 de 01/06/1963. Desde a sua criação até o ano de 1915, o IFOCS deu grande ênfase aos estudos cartográficos, tendo feito mapas de vários Estados. Procurou ativar a perfuração de poços, a construção de estradas de rodagem e carroçáveis, a construção de açudes públicos e incentivar a construção de açudes particulares, concedendo subsídios de até 70 % de seus orçamentos.

No período de 1909 até 1945 o DNOCS foi, praticamente, a única agência governamental federal executora de obras de engenharia na Região do semiárido, construindo

açudes, estradas, pontes, portos, ferrovias, hospitais e campos de pouso entre outras. Em sua atuação no Nordeste, o DNOCS implantou redes de energia elétrica e telegráfica e usinas hidrelétricas, e foi nesse período o único órgão responsável pelo atendimento às populações pelas cíclicas secas que assolavam a região.

O reservatório Poço da Cruz possui uma bacia hidrográfica de 5.000 km² e profundidade máxima que varia entre 37 e 50m, tem contribuição direta com relação a bacia hidrográfica de onze riachos e quatro rios: Moxotó, Cupity, Mel e Piutá. O quadro 7 apresenta as características técnicas do reservatório.

Quadro 7 - Características técnicas do reservatório Poço da Cruz

AÇUDE POÇO DA CRUZ	
Capacidade	504.000.000 m ³
Localização	Ibimirim - PE
Sistema	São Francisco
Rio	Moxotó
Bacia hidrográfica	5.000 km ²
Bacia hidráulica	56 km ²
Precipitação média anual	620 mm
Descarga máxima ordinária	2.370 m ³ /s
Descarga máxima secular	4.100 m ³ /s
Descarga máxima observada	3.200 m ³ /s

Fonte: Adaptada do DNOCS (2009)

O clima da região, segundo a classificação de Kopper, é do tipo BShw, semiárido quente, com temperatura média anual de 25°C, caracterizado pela insuficiência e grande irregularidade de precipitação pluviométrica. O período das chuvas estende-se de dezembro a maio, onde ocorrem cerca de 80% das precipitações, com um máximo no mês de março. A época mais seca é entre junho a dezembro, com um mínimo de precipitação em Setembro. As formas de relevo isolam os ventos úmidos do nordeste, e a circulação atmosférica que age sobre a região (RADAMBRASIL, 1981).

No município de Ibimirim existem 4 postos pluviométricos instalado, 3 deles foram implantados pelo DNOCS que são: Distrito de Moxotó em 1934, Povoados de Jeritacó em 1934 e Poço da Cruz em 1958 e 1 foi implantado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) que é o Brejo do Piore em 1962. De acordo com os dados verificados nos 4 postos pluviométricos tem-se os meses de março e abril como os mais chuvosos e agosto, setembro e outubro como os menos chuvosos. A precipitação pluviométrica anual apresenta média de 513,1 mm (TEMÓTEO, 2000).

O aproveitamento energético da barragem se daria por uma pequena usina hidrelétrica, como mostra a figura 12. A usina construída possui capacidade total de 1.660 kVA, com duas turbinas geradoras (tipo Francis) e potencial de 2.000 cv. A pequena central hidrelétrica encontra-se desativada há pelo menos 2 anos por causa da diminuição do nível de água do açude. Com o fechamento das comportas e o não funcionamento da pequena usina hidroelétrica foi visto no local pessoas dentro do condutor geral, que é caracterizada como área de segurança, capturando de alguns peixes que escapam do açude através do fluxo d'água, como mostra a figura 13.

Figura 12 - Pequena central hidroelétrica desativada do Açude de Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

Figura 13 - Captura de peixes no condutor geral logo após a pequena usina



Marianny Lira (2015)

No início dos anos setenta iniciou-se o uso das águas para irrigação, chegando ao auge em meados dos anos oitenta. Com a falta de chuvas e o uso de forma desordenada, foi necessário empregar artifícios como racionamentos. O colapso total no fim dos anos noventa levou ao abandono das áreas irrigáveis e de toda a estrutura de transporte da água, como os canais de irrigação.

Próximo ao açude de Poço da Cruz encontra-se uma comunidade que está localizada ao norte do município de Ibimirim. No entanto, mesmo adjacente ao açude a comunidade sofre com a dificuldade de falta de água potável para o consumo doméstico. A água utilizada pela comunidade de Poço da Cruz para consumo doméstico não possui o tratamento adequado fato observado por Araújo et al (2012) em estudo da compreensão ambiental sobre o uso e conservação da água pelos moradores de Poço da Cruz, Ibimirim-PE. Isso caracteriza a comunidade em um cenário de insegurança hídrica, não sendo existentes fontes que analisem ou assegurem a qualidade deste recurso.

Segundo Silva (2011) a comunidade é subdividida internamente de maneira informal em três áreas: Comércio, Hospital e Mecânica. A vila Mecânica apresenta-se como um arruado, com casas de adobe, desprovidas de banheiro, ruas sem calçamento, ausência de esgotamento sanitário, sem água encanada ou coleta de lixo. A vila do Comércio, que apresenta feições similares à Mecânica, possui casas de taipa e outras de adobe. Já a Vila do Hospital apresenta um leve grau de organização, pois possui água encanada e coleta de lixo, igreja, posto de saúde e escola, mas desprovida de calçamento e esgotamento sanitário.

Próximo a comunidade de Poço da Cruz está localizado duas importantes instituições para o desenvolvimento desta região e do município, um delas é o Entrepasto de Beneficiamento de Mel (Figura 14).

Figura 14 – Entrepasto de beneficiamento de mel na comunidade Poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

A unidade de beneficiamento de mel foi transformada em entreposto através de recursos do Programa Estadual de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PRORURAL) da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária do estado de Pernambuco, este entreposto segue os padrões técnicos do Ministério da Agricultura em acordo com as normas técnicas internacional da União Européia.

O fato do Governo de Pernambuco em apoiar essa atividade refere-se à existência da Associação dos Apicultores de Ibimirim (ASSAPI) com atuação de liderança no Município e na região há mais de dez anos fato que indica a uma cultura local que já se desliga do extrativismo e procura absorver novas tecnologias de produção. Além disso a fixação do Centro Tecnológico da Agricultura Familiar no Poço da Cruz, também no Município de Ibimirim o qual está sendo conduzido pelo Serviço de Tecnologia Alternativa (SERTA) favorece o crescimento, modernização e a sustentabilidade da atividade na região dado o permanente trabalho de capacitação para levar às populações inovação de métodos e de tecnologias para a melhoria da produção/produtividade.

O SERTA é uma organização não governamental e está na região desde 2004 com o objetivo de formar jovens, educadores/as e produtores/as familiares para atuar na transformação das suas circunstâncias e na promoção do desenvolvimento sustentável do campo, através de capacitação nos princípios da produção orgânica ecológica e das tecnologias sociais alternativas, por meio da Proposta Educacional de Apoio ao Desenvolvimento Sustentável (PEADS), metodologia que trabalha com sistemas formais e não-formais de educação na perspectiva de mobilização social e construção de bases tecnológicas e sociais que o desenvolvimento sustentável requer. As figuras 15 mostra a visita realizada ao SERTA no município de Ibimirim.

Figura 15 – Visita ao SERTA em Ibimirim



Gérsica Moraes (2015)

Durante reunião com a coordenadora do SERTA com base em Ibimirim, foi relatado que, a participação da população do município é pouca, quase inexistente, porém, a população dos municípios que alguns alunos dos cursos do faziam parte participa mais ativamente.

Alguns cursos, como o de fruticultura irrigada, são ministrados no PIMOX tendo como público-alvo os agricultores/colonos obtendo uma grande participação por parte destes mas ao término do curso não ocorre o feedback. Atualmente o SERTA está realizando o projeto “Caráter Produtivo”, que conta com a participação de 200 famílias do município de Ibimirim que irão receber um valor de incentivo à produção que será de escolha da família e irão produzir fora do PIMOX. Durante a conversa a coordenadora conclui que os objetivos propostos pelo SERTA para a região estão sendo atingidos conforme a sua missão.

Perímetro irrigado da bacia do rio Moxotó

O Perímetro Irrigado de Moxotó tem sede em Poço da Cruz, no município de Ibimirim, no estado de Pernambuco. Localiza-se na zona fisiográfica do sertão de Pernambuco sendo integrante da Microrregião homogênea do Sertão de Moxotó, englobando terras dos municípios de Ibimirim e Inajá. Está orientado na direção norte-sul, desenvolvendo-se ao longo de 40Km do Vale do Rio Moxotó, abrangendo uma área aproximada de 11.800 ha. O perímetro é definido pelas seguintes coordenadas hidrográficas: Latitude Sul: 8°30’ e 8°48’ Longitude Oeste de Greenwich: 37°38’ e 37°43’. A altitude média do projeto é de 400 m acima do nível do mar. Compõe a principal área de produção agrícola irrigada de Ibimirim.

O DNOCS elaborou estudos sobre o potencial irrigável de terras no Nordeste, na década de 1970. A partir desses estudos, foi criado o que seria mais tarde o PIMOX, na época dos estudos, a irrigação era totalmente voltada para o aproveitamento de solos aluvionares.

A área destinada beneficia grande parte de terras aluviais situada a partir de 500 m a jusante da barragem às margens esquerda e direita do Rio Moxotó, com solos de texturas médias a fina de aptidão para irrigação, como verificado no mapa exploratório-reconhecimento de solos do município de Ibimirim desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária no ano de 2001.

Os solos aluviais são solos considerados de grande potencialidade agrícola, tendo em vista a posição que ocupam na paisagem, ou seja, áreas de várzeas onde a mecanização agrícola pode ser praticada de maneira intensiva. Na zona semiárida do Nordeste, os solos

aluviais, por oferecer melhor condição de umidade, são dos mais importantes para a região, não só pelo uso com diversas culturas sob irrigação, como também pelas culturas de sequeiro (CAMARGO et al., 1992). Não obstante, deve-se considerar que, em face de sua própria origem, são muito heterogêneos quanto à textura e outras propriedades físicas e também no que diz respeito às propriedades químicas, o que fatalmente vai influenciar no seu uso. Para a irrigação, até hoje, são utilizados métodos gravimétricos, através do encharcamento da terra para a distribuição da água nos lotes, como mostra a figura 16, sem preocupação com a baixa eficiência de distribuição e perdas, principalmente, por evaporação.

Figura 16 - Sistema de irrigação por métodos gravimétricos através de encharcamento



Marianny Lira (2015)

De acordo com o projeto executivo, a área irrigável em torno de 8.000 ha, foi fracionada em lotes médios de 8,0 ha para serem entregues a pequenos agricultores de baixa renda, cuja irrigação consta de um condutor geral (figura 17) com 6,2 km de extensão e vazão de 16,042 m³/s que termina no nó de derivação que dá origem aos canais da margem direita e esquerda, com, respectivamente, 31,1 Km e vazão de 7,8 m³/s e 30,0 Km e vazão de 8,2m³/s.

Figura 17 - Trecho do condutor geral do açude Poço da Cruz que leva água ao PIMOX



Marianny Lira (2015)

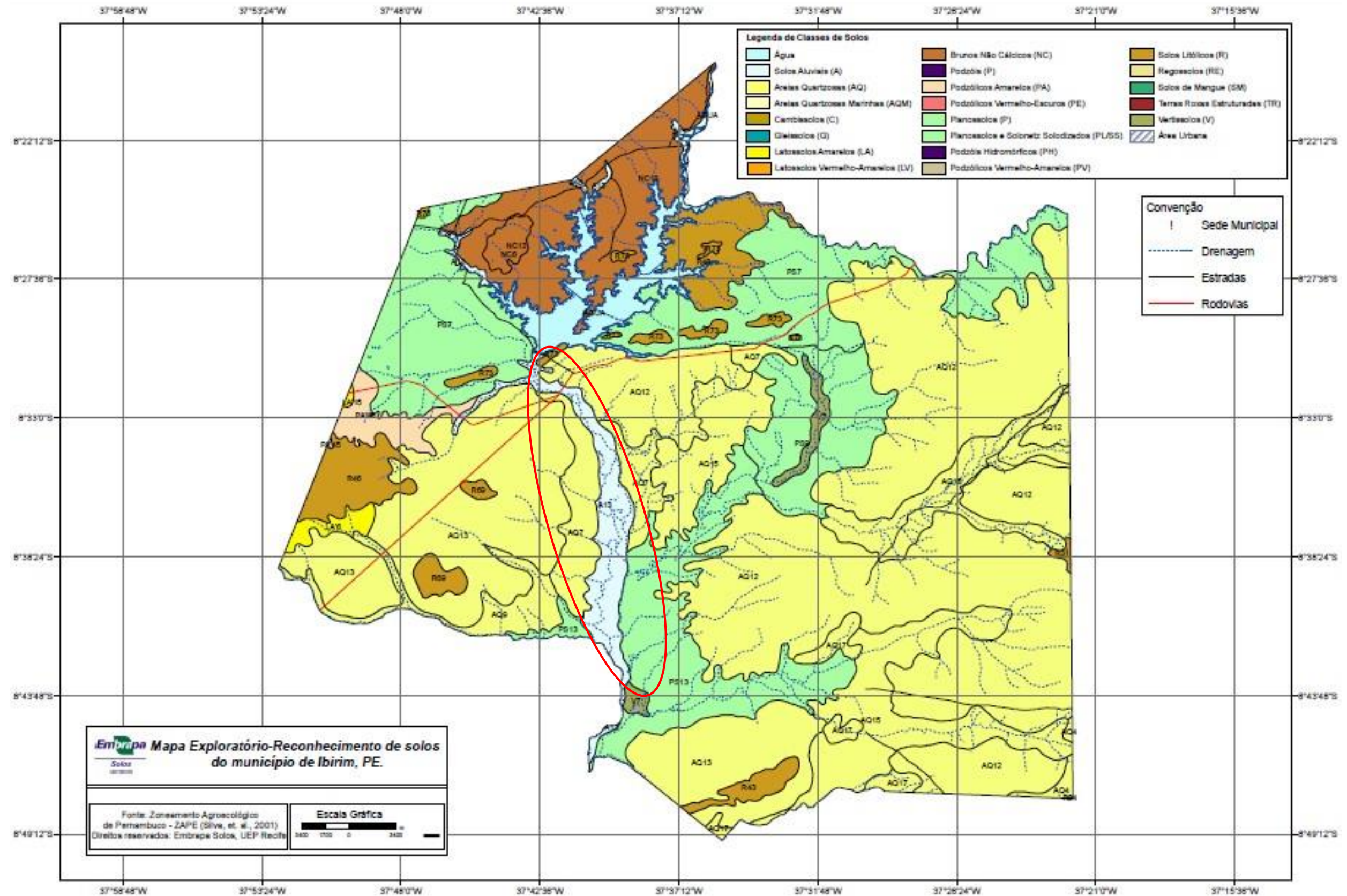
Atualmente das oito agrovilas previstas no projeto executivo, foram concluídas apenas as agrovilas I, III, IV, V e VIII. O quadro 8 apresenta a estrutura das agrovilas com o respectivo número de colonos implantados.

Quadro 8 - Estrutura das agrovilas e respectivos números de colonos

	Agrovila I	Agrovila III	Agrovila IV	Agrovila V	Agrovila VIII	Total
Colonos implantados	65	51	128	60	36	340
Casas de colonos	65	51	128	60	36	340
Casas de apoio	04	04	04	04	04	20
Grupo escolar	01	01	01	01	01	05
Centro administrativo	01	01	01	01	01	05
Centro social	01	01	01	01	01	05
Posto de saúde	--	01	01	--	01	03

Fonte: Adaptado do DNOCS (S/d)

Mapa 2 – Mapa exploratório-reconhecimento de solo do Município de Ibirimir



Fonte: EMBRAPA (S/d)

Existe dentro da área do projeto um centro de experimentação e demonstração, com área de 70 ha, destinado ao desenvolvimento de trabalhos de pesquisas agrônomicas. Atualmente, apenas estão sendo utilizados 30 ha, em convênio DNOCS/Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE)/EMBRAPA.

No final dos anos 1970, com a implantação do PIMOX, até o fim da década de 1980 foi caracterizada pela reorganização territorial, visto que com a implantação do Perímetro toda uma estrutura típica da região foi desarticulada. A partir do início da execução do projeto do PIMOX, no ano de 1973, e em toda a década de 1980, a operação foi ampliada. A área utilizada por pequenos irrigantes superou os 4.000 ha, enquanto a área para irrigação privada chegou a 1.896 ha. Neste período, o Perímetro se caracterizou pela presença forte do Estado, representado pelo DNOCS, que além de prestar assistência técnica, controlava a cooperativa dos irrigantes e, entre outras coisas, resolvia inclusive problemas de infraestrutura da casa do colono. Houve uma prosperidade econômica, ocasionando uma grande atratividade territorial e a sensação de que o recurso hídrico jamais acabaria. Neste contexto, houve muito desperdício de água e salinização de solos.

No auge do PIMOX, entre 1980 e 1983 as águas do açude beneficiaram mais de 6.000 famílias de colonos e posseiros, gerando mais de 20.000 empregos diretos e 5.000 indiretos. A região chegou a ser denominada “Eldorado do Sertão de Pernambuco”, de acordo com o Jornal do Commercio de 1994. Nessa mesma época grandes empresas produtoras tinham suas plantações no PIMOX, como a Palmeiron, Cicanorte e Peixe.

Em 1991 iniciou-se um período de racionamento das águas do açude, e em 1993 o volume acumulado chegou a atingir níveis críticos. O volume total caiu para cerca de 15% da capacidade, em torno de 74 milhões de metros cúbicos, sendo necessário o início de medidas de restrição de uso. As fortes estiagens, o alto índice de evaporação e uso pouco responsável das águas do açude reduziram a capacidade de fornecimento de água para atendimento à demanda. A situação gerou a necessidade do fechamento das comportas, geralmente abertas 24 horas por dia sem qualquer controle. O aumento nas restrições do fornecimento de água e a redução de áreas irrigadas não resolveram o problema do volume acumulado no açude. Em 1996, foi necessária a paralisação total do projeto e suspensão do uso das águas do reservatório para irrigação, provocando impactos negativos à economia regional e local.

Este período foi marcado por intensa migração da população para os centros urbanos como mostra o quadro 9, e pelo desmatamento acentuado do perímetro irrigado, como a única forma de possibilitar a permanência do agricultor em sua terra, tendo em vista a ausência de

políticas de convivência com a seca, e alternativas econômicas que possibilitassem ao mesmo tempo a geração de renda e manutenção das áreas florestadas.

A paralisação da irrigação durou até 2004, ano em que houve uma recuperação do volume acumulado no açude devido às precipitações acima da média nos meses de janeiro e fevereiro. A capacidade de acumulação máxima do reservatório foi atingida, viabilizando o reinício das atividades do PIMOX.

Quadro 9 - Dinâmica populacional de 1970 a 2000 do município de Ibimirim

Pop/Ano/ %	1970	%	1990	%	2000	%	2010	%
Pop. Rural (hab)	9.843	77,2	14.537	51,7	10.844	44,5	12.062	44,7
Pop. Urbana (hab)	2.893	22,8	13.564	48,3	13.496	55,5	14.897	55,3
Pop. Total (hab)	12.736	100	28.101	100	24.340	100	26.954	100

Fonte: IBGE (1970; 1990; 2000; 2010)

A retomada das atividades do perímetro, que ficaram paralisadas por anos, exigiu a recuperação das estruturas de transporte da água, que foram danificadas pelo longo tempo em desuso e pelas enchentes causadas pelas chuvas do início de 2004.

As atividades de irrigação foram retomadas parcialmente em outubro de 2004, contemplando 58 lotes agrícolas e 79 irrigantes. A área reativada foi pequena, pois a estrutura da tomada d'água não permitia liberação de volumes maiores que 1.000 l/s. Os canais de irrigação estavam danificados, propiciando perda de água.

Em meados da década de 90, quando o DNOCS iniciou o Projeto de Emancipação de Perímetros Irrigado, a ideia original era a criação de um Distrito de Irrigação, no entanto, essa ideia encontrou forte resistência por parte dos colonos irrigantes, foi então que surgiu a iniciativa de se criar uma associação que pudesse executar de forma mais eficiente a administração, operação e manutenção do PIMOX. Em outubro de 1995 os colonos irrigantes se reuniram em Assembleia Geral e criaram a Associação dos Produtores Rurais Irrigantes do Vale do Moxotó (UNIVALE), com 564 famílias associadas, que a partir de então assumiu a responsabilidade de administrar sob a supervisão do DNOCS, os recursos repassados por aquela autarquia, através da celebração do Convênio PGE 03/96 e posteriormente pelo Convênio PGE 10/2003.

A Agência Nacional de Águas concedeu nova outorga de direito de uso da água para a UNIVALE no ano de 2012 válida por 5 anos, tendo por finalidade principal a irrigação e captação anual de 26.770.000 m³ para uma área de 540 ha.

Com a criação da UNIVALE o agricultor passou a pagar a água que era utilizada e toda a responsabilidade de manutenção do lote era do próprio colono, ou seja, passaram a se

manter com o lucro que retirava da venda da safra. Segundo entrevistas abertas com alguns colonos, muitos deles na primeira safra compraram carros e não investiram na manutenção do lote e/ou modernização e não assumiram a responsabilidade de pagar o valor pela água que era retirada. A tabela 1 apresenta do quantitativo de fornecimento de água por propriedade no mês de Junho de 2014 disponibilizados pela UNIVALE, e na tabela 2 apresenta são apresentados os dados de adimplência dos colonos do PIMOX.

Tabela 1 – Dados quantitativos de fornecimento de água por propriedades

Descrição	Quantidade
Lotes que usam água fornecida pela UNIVALE	84
Lotes que usam água de poço	100
Lotes que usam água do rio	26
Total de lotes funcionando no PIMOX	210

Fonte: Adaptado do DNOCS

Tabela 2 – Dados de adimplência dos colonos do PIMOX

Dados de Adimplência	
Meses	Qt. PAGO Adimplente
Janeiro/2014	30
Fevereiro/2014	38
Março/2014	30
Abril/2014	57
Mai/2014	31

Fonte: Adaptado do DNOCS

No mesmo documento dos dados acima estava o valor da água paga pelos irrigante que era de R\$ 37,88 (trinta e sete reais e oitenta e oito centavos) e a área plantada era de 382,62 ha. Quando o perímetro foi fundado o DNOCS cedia todo material de manutenção, assistência, técnicos agrícolas, agrônomos, porém atualmente, o contrato com a UNIVALE acabou e os colonos estão sem assistência nem por parte do DNOCS nem por parte da UNIVALE.

A escassez hídrica tem moldado toda atividade rural em Ibimirim e condicionado profundamente a vida do homem do campo. Como consequências, os sistemas agrícolas de sequeiro, com cultivos temporários, o extrativismo florestal e a pecuária extensiva tornaram-se as formas de uso da terra predominantes na região. A restrição da agricultura aos períodos de chuva forçou os agricultores a buscarem alternativas durante os períodos de estiagem na atividade extrativista, apoiada principalmente na retirada de madeira para lenha e carvão, na pecuária extensiva, e em alguns poucos casos, nos quintais agroflorestais ou sistemas

consoiciados nos quintais das casas, com predominância do cultivo de arbóreas e fruteiras, algumas poucas espécies anuais de ciclo curto e ervas medicinais, prevendo apenas o abastecimento familiar.

Segundo dados de medição do DNOCS, que são realizados diariamente pelos técnicos responsáveis, no ano de 2014 a capacidade do açude estava em média 45.000.000 m³ e no início de 2015 chegou a 33.000.000 m³, 7% da sua capacidade total, sendo necessário o fechamento das comportas no dia 6 de Janeiro de 2015. Nas figuras 18 e 19 se verifica uma comparação o posto de medição do nível de água em julho de 2011 e janeiro de 2015, localizado próximo a barragem do reservatório Poço da Cruz.

Figura 18 - Nível de água do reservatório Poço da Cruz através do posto de medição em 2011



Gustavo Melo (2011)

Figura 19 – Nível de água do reservatório Poço da Cruz através do posto de medição em 2015

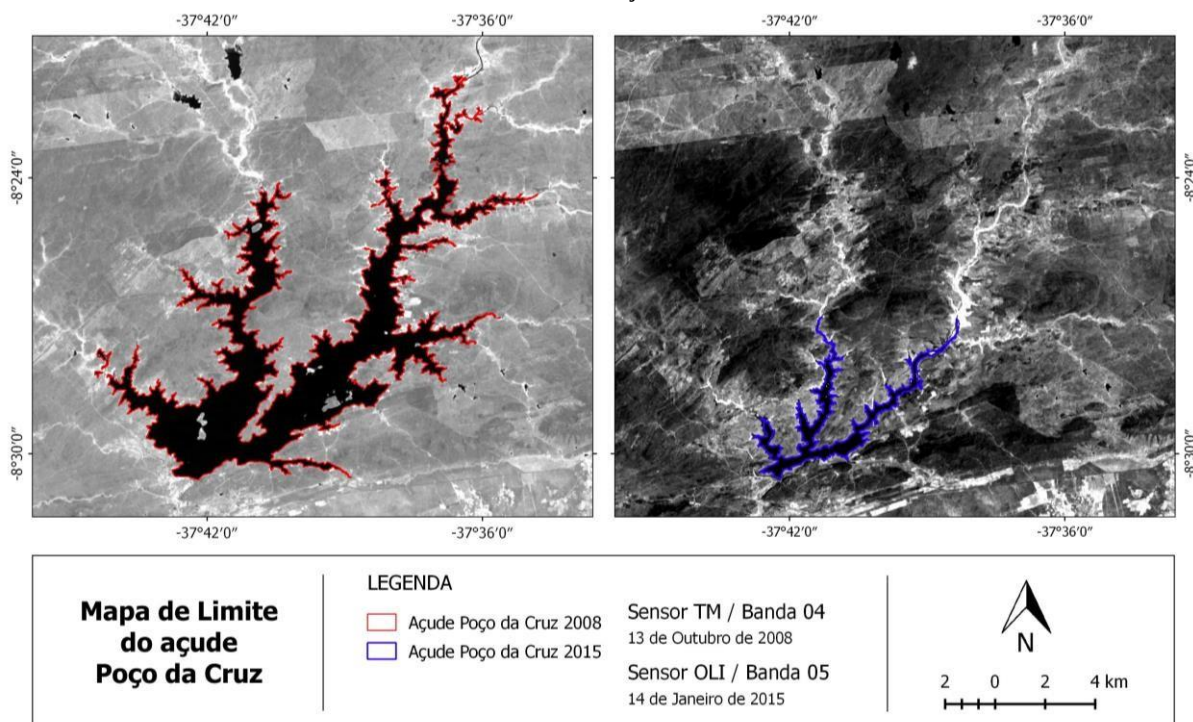


Marianny Lira (2015)

USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL

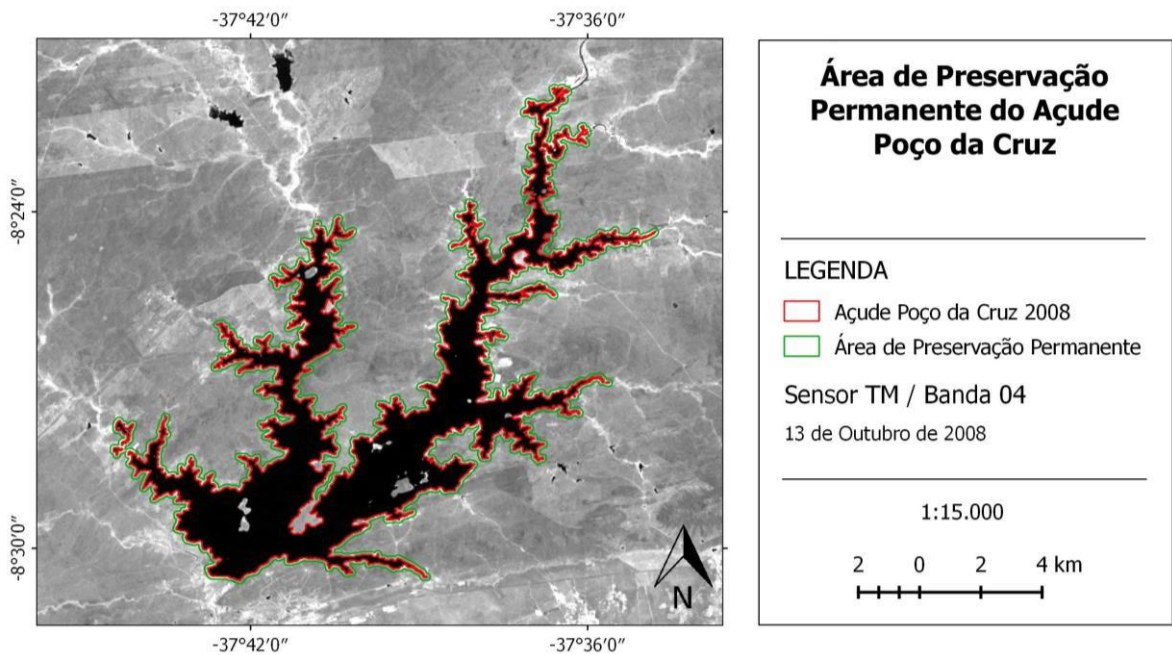
A seguir são apresentados os dados do mapeamento do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Poço da Cruz e o resultado do cálculo do NDVI. A APP no entorno do açude foi extraída com base na resolução do CONAMA n° 302/2002, que define uma APP de 100 metros para reservatórios artificiais localizados em zonas rurais. Primeiramente foi extraído os limites da margem do açude Poço da Cruz para os anos de 2008 e 2015 como podem ser observados na figura 20. A escolha da data se deve ao fato que no ano de 2008 o reservatório verteu, significando que atingiu sua cota máxima de reservação e por esse motivo foi extraído o limite da APP de 100 metros conforme a legislação pertinente, a imagem do ano de 2015 foi utilizada para a classificação atual do uso e ocupação do solo no trecho da APP. Vale ressaltar que as imagens possuem a mesma escala espacial, sendo verificado uma expressiva diminuição do espelho d'água entre os anos de 2008 e 2011, afetando a disponibilidade hídrica.

Figura 20 – Limite do reservatório de acordo com a cena do sensor TM de 13 de outubro de 2008 e do sensor OLI de 16 de janeiro de 2015.



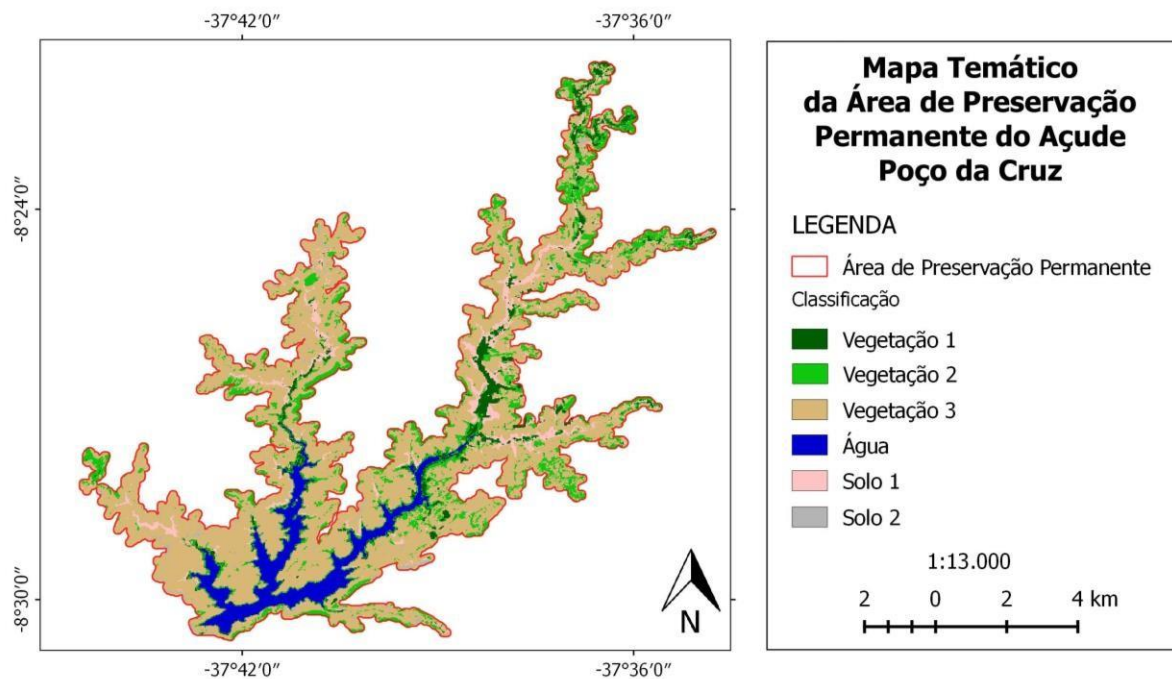
A partir da medição do perímetro do nível máximo da água no açude Poço da Cruz foi realizada uma operação matemática no software QGis gerando um *buffer* de 100 metros, seguido da sua correção geométrica do polígono a partir da margem e com isso foi gerado o limite da APP do entorno do açude, conforme Figura 21. Com base nesse procedimento, foi delimitada uma APP com área total de aproximadamente 7.547 ha.

Figura 21 – Área de Preservação Permanente e limite do entorno do açude Poço da Cruz



Após a delimitação da APP do entorno do reservatório foi realizado uma sobreposição dessa APP com o mapa de uso e ocupação do solo, conforme figura 22.

Figura 22 – Mapa Temático da Área de Preservação Permanente do açude Poço da Cruz



Foram identificados 06 tipos de uso e ocupação do solo, definidos como: açude, vegetação 1, vegetação 2 e vegetação 3, solo 1 e solo 2, conforme descritos no Quadro 10.

Quadro 10 – Descrição das características de cada classe de uso e ocupação do solo

CLASSES	CARACTERÍSTICAS	ÁREA (ha)
---------	-----------------	-----------

Água	Açude	540,45
Vegetação 1	Caatinga densa	400,73
Vegetação 2	Vegetação rasteira marginal	1.245,13
Vegetação 3	Vegetação rasteira e seca	4.769,03
Solo 1	Solo exposto decorrente da diminuição do espelho d'água do açude	407,33
Solo 2	Solo exposto e seco, sem nenhum tipo de vegetação	115,29

Marianny Lira (2015)

Analisando as informações a partir do mapa de uso e ocupação do solo, foi verificado que apenas 400,73 ha desta área apresentam Caatinga densa e a classe com maior área está representada pela vegetação rasteira e seca, aproximadamente 4.769 ha, seguida da vegetação rasteira marginal com 1.245,13 ha. Esta última representa a vegetação que se desenvolveu às margens do açude durante sua capacidade mínima atual. Com isso, constatou-se uma acentuada degradação na APP do açude Poço da Cruz.

A principal atividade verificada no entorno do açude é a agricultura de vazante, que está presente nas classes de vegetação 2, onde vem sendo cultivado milho e melão. O resultado da classificação supervisionada da APP do açude Poço da Cruz é apresentado na Figura.

Para o cálculo do NDVI foram geradas duas composições de imagens no software supracitado. Uma com a composição RGB 432 conhecida como cor verdadeira, onde os canais correspondem às regiões espectrais do visível, e a outra composição RGB 543, ou falsa cor, pois as informações espectrais correspondem ao infravermelho. A composição de falsa cor foi aplicada com a finalidade de favorecer a visualização do olho humano e interpretação da imagem nas bandas do espectro do infravermelho próximo e/ou médio, os quais não são perceptíveis a olho nu. As composições foram realizadas através da ferramenta *Mosaico*, no menu *Raster*. Nas figuras abaixo mostra as imagens nas duas composições que foram geradas, uma da composição RGB 432 e outra da composição RGB 543.

A imagem resultantes do NDVI e o histograma, para o dia 16 de janeiro de 2015, são apresentados abaixo. A figura 24 consistiu em uma classificação de 6 bandas para melhor visualização dos alvos onde, os valores abaixo de 0, identificados pela cor azul, correspondem a ausência de vegetação e os valores acima de 0,6, identificados pela cor verde, correspondem a vegetação densa e valores abaixo de 0,1 (cor marrom) corresponde a ausência de vegetação.

Na figura 23 é exibida a caixa de diálogo onde foi realizado o cálculo do NDVI no software.

Figura 23 - Caixa de diálogo do cálculo do NDVI

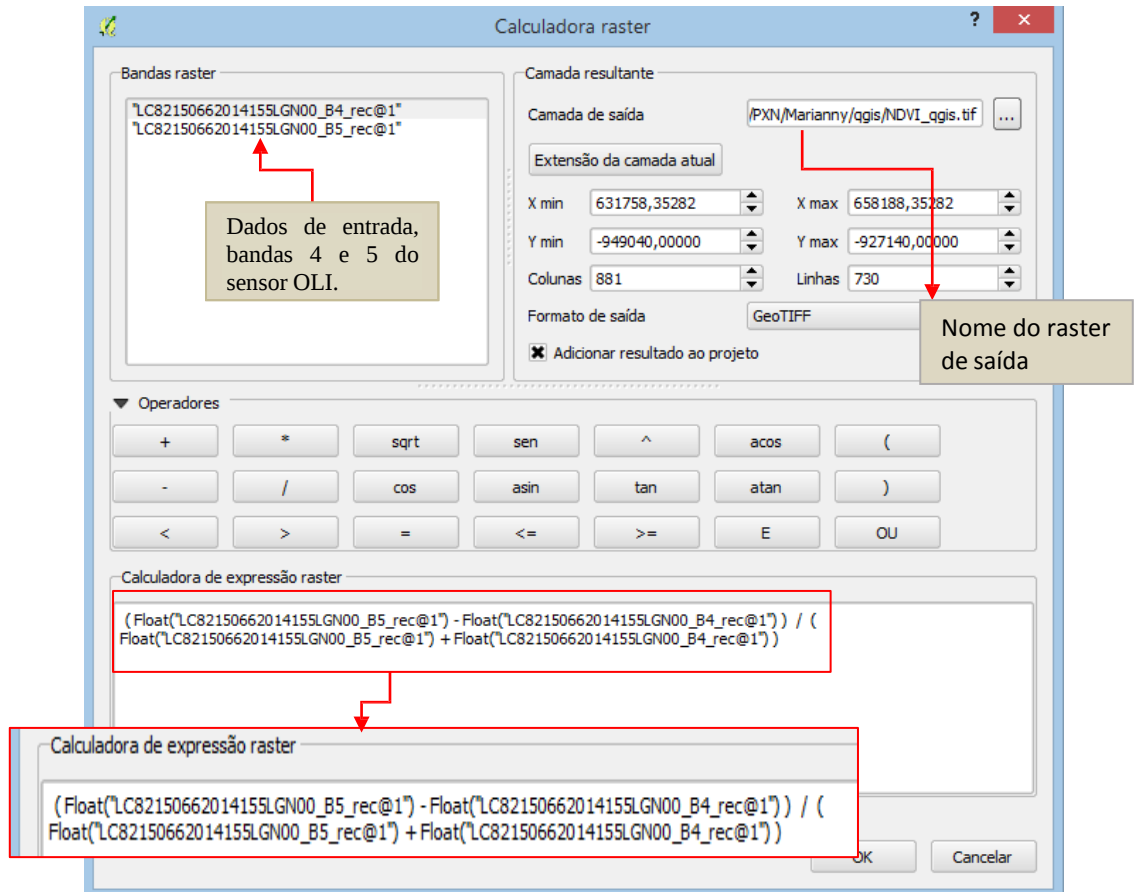
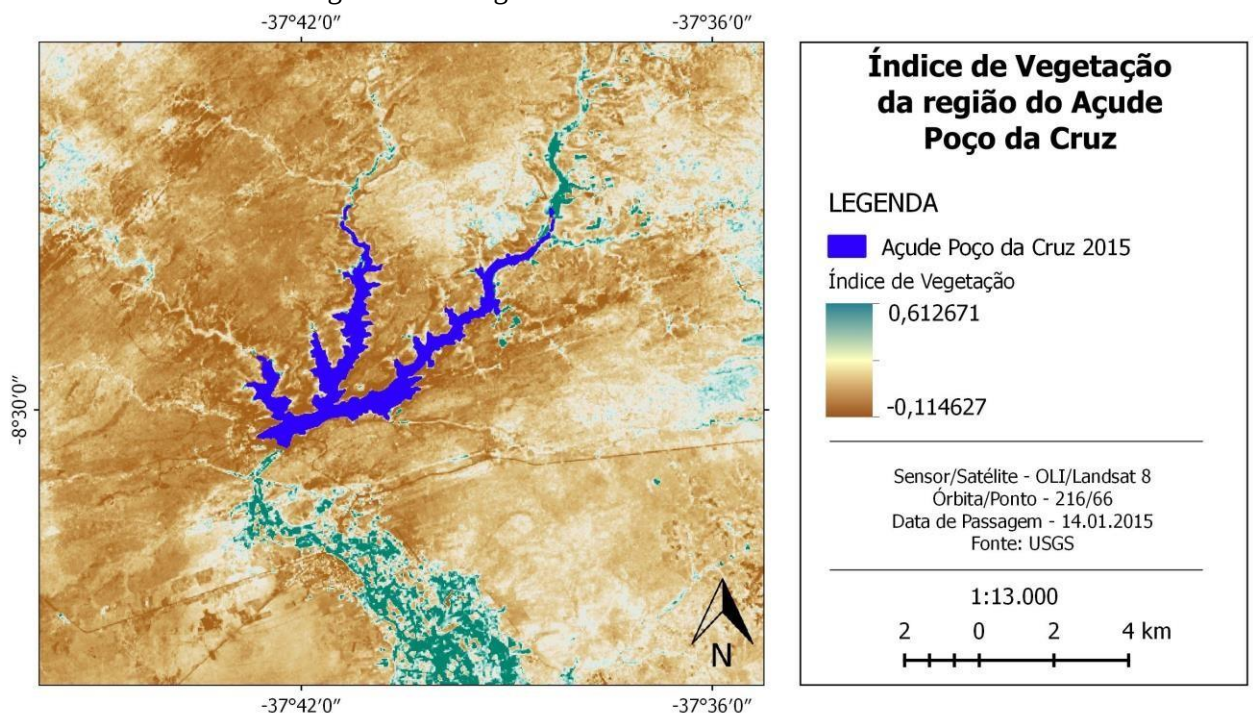
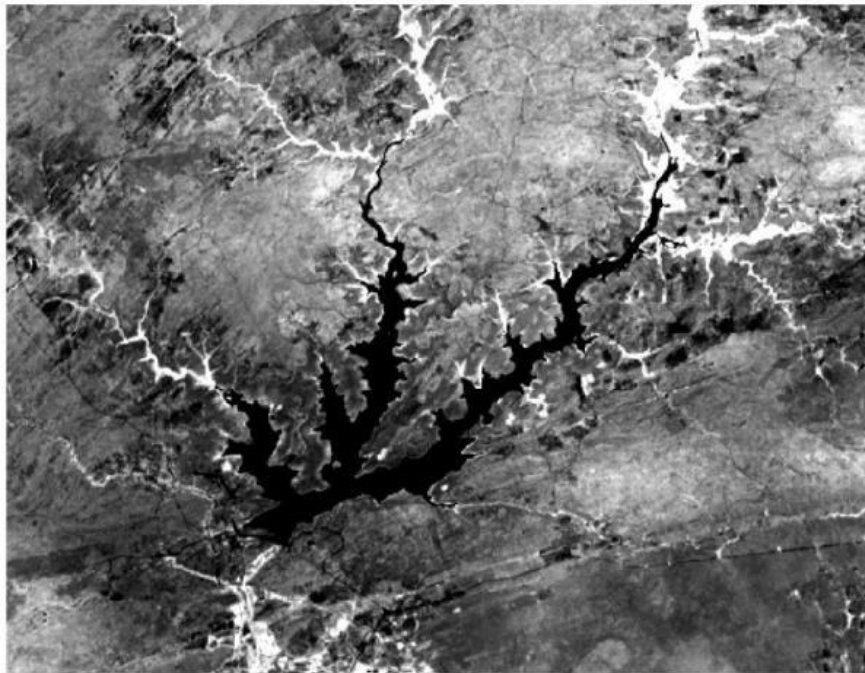


Figura 24 - Imagem resultante do cálculo do NDVI



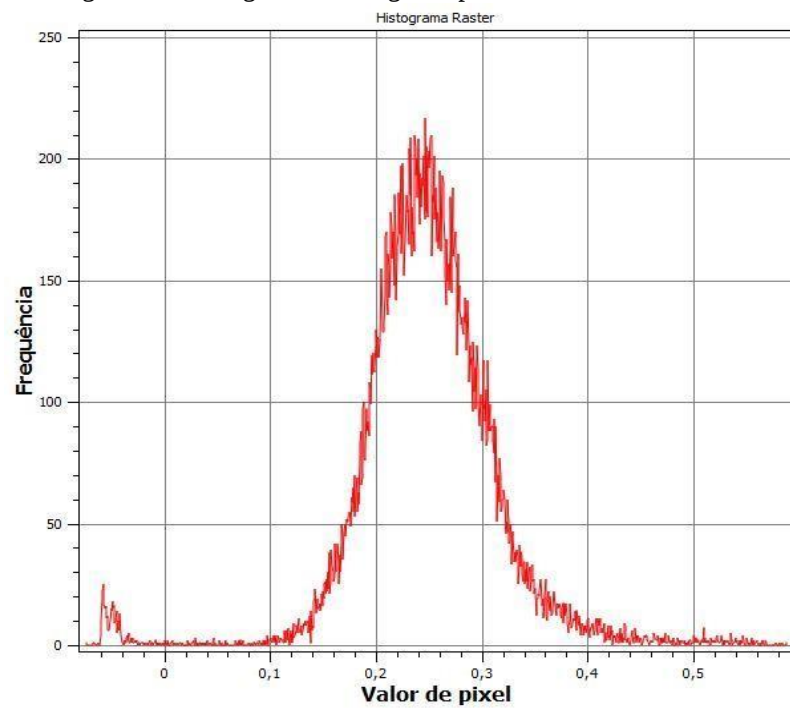
Na figura 24 é apresentada a mesma imagem, porém em tons de cinza com a escala entre -1 e 1, onde se verifica que quanto mais próximo de -1, ou seja, quanto mais próximo da cor preta, ocorre ausência de vegetação.

Figura 24 - Imagem resultante do cálculo do NDVI em tons de cinza



Com base no histograma da imagem apresentado na figura 25 pode-se observar que os valores do NDVI para esta data estavam concentrados em sua maioria entre os valores de 0,2 a 0,3, como visto na imagem resultante do cálculo.

Figura 25 - Histograma da imagem a partir do cálculo do NDVI



CONFLITOS AMBIENTAIS

Entre os principais conflitos ambientais provocados pelo inadequado uso e ocupação no entorno do reservatório Poço da Cruz Se diz respeito à ocupação da APP onde é verificada a presença de vegetação rasteira marginal seca (4.769,03 ha), solo exposto sem nenhum tipo de vegetação (115,29 ha) e também a vegetação rasteira marginal (1.245,13 ha), sendo a área de abrangência desses conflitos a soma 6.129,45 ha, o que representa 81,21% da área total de preservação permanente. Com a diminuição do espelho d'água foi verificada na área do entorno do reservatório a presença de agricultura de vazante (Figuras 21a e 21b) com a redução do espelho d'água em época de seca o solo da margem do reservatório fica apto para o cultivo. Esse tipo de agricultura é observado principalmente no “braço” direito do reservatório Poço da Cruz, conhecido popularmente como rio Barro Branco. No mapa de uso e ocupação do solo a agricultura de vazante aparece como a vegetação 2 que seria a vegetal rasteira marginal porém não está seca. No mesmo mapa de uso e ocupação do solo também é verificado que a medida que aumenta a distância da barragem, os usos inadequados são menos visíveis. Especialmente do centro em direção ao norte do reservatório, onde as alterações no leito do rio foram menores, os usos inadequados ainda permanecem em maior número, como um reflexo da carência de fiscalização e da persistência dos proprietários que, na maioria das vezes, de posse de pequenas propriedades, precisam maximizar irregularmente o uso da terra para conseguir aumentar sua renda.

Figura 26– Agricultura de vazante na margem do reservatório poço da Cruz



Marianny Lira (2015)

Figura 27 – Bomba para captação de água para irrigação de agricultura de vazante



Marianny Lira (2015)

A partir desse diagnóstico, pode-se perceber que, mesmo após a desapropriação da área para que as margens e as águas do reservatório ficassem protegidas, os agricultores exercem as atividades na qual não se apresentam em consonância com a legislação ambiental vigente.

A manutenção de inadequados usos e ocupações do solo na área de preservação permanente do entorno do reservatório Poço da Cruz, além de ser um indicativo do não cumprimento à Legislação Ambiental, também pode influenciar na quantidade, na qualidade e no desenvolvimento das espécies animais e vegetais que vivem no reservatório. A ausência de cobertura vegetal nas encostas e nas margens do reservatório facilita a capacidade de transporte de sedimentos pelo escoamento superficial e aumenta a atividade erosiva, contribuindo para o assoreamento do reservatório. Além disso, como já comentado anteriormente, atividades como a agricultura e a pecuária podem contribuir para a alteração das propriedades naturais da água, acelerando o processo de deterioração e de eutrofização da mesma.

DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA ÁREA

O planejamento está caracterizado por ser um processo contínuo que envolve coleta, organização e análise sistematizada das informações, por meio de procedimentos e métodos, para se chegar a decisões ou escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis em função de suas potencialidades e com a finalidade de atingir metas específicas no futuro, tanto em relação a recursos naturais quanto à sociedade.

Com isso, foi verificado que na região estudada há uma necessidade premente de exercer um efetivo controle ambiental das atividades econômicas locais, como a agricultura de vazante e a pesca artesanal, visando destacar a gestão no sentido de detectar e monitorar as ações impactantes. Isso implica na necessidade de fortalecimento institucional e na capacitação de recursos humanos, além dos aspectos associados à educação ambiental e à articulação interinstitucional.

Algumas considerações são importantes para apontar medidas que possam minimizar ou solucionar tais conflitos e atender a Legislação pertinente. Primeiramente, é importante comentar que a área de estudo, por se tratar de uma área de entorno de reservatório de água, mesmo que artificial e com o objetivo principal de irrigação, é uma área protegida por lei e que deve ser respeitada como área de preservação permanente, não podendo comportar atividades econômicas ou usos da terra que empreendam a remoção da vegetação natural existente, uma vez que a vegetação do entorno deve ser preservada para que se evite processo de erosão do solo e também a deterioração da qualidade da água do reservatório. No entanto, como foram detectados usos irregulares, torna-se premente a necessidade de reorganização dos usos e ocupações do solo no seu entorno e a adoção de medidas que visem a minimizar os referidos conflitos, entre as quais sugere-se: preservar a cobertura vegetal existente, para que se evite o desencadeamento de processos erosivos das encostas e se garanta o equilíbrio dos ecossistemas terrestre e aquático; intensificar a fiscalização por órgãos competentes, para que se reprima e evite o surgimento de novas áreas de usos irregulares no entorno do reservatório e suas consequências, tais como o desmatamento, as queimadas e o desencadeamento de processos erosivos; realizar programas de conscientização com os agricultores de vazantes, pescadores e os que fazem uso das áreas do entorno, enfatizando a necessidade de se reflorestar, especialmente com espécies nativas, os locais mais instáveis das encostas e próximos ao reservatório; evitar o uso de produtos químicos que possam contaminar o lençol freático e ou atingir diretamente o reservatório via escoamento superficial.

A solução dos conflitos existentes no perímetro irrigado de Moxotó pode ser mais demorada se os colonos não receberem um incentivo técnico que lhes proporcione uma reorganização de suas atividades, que lhes permita visualizar outras opções de manejo do solo. Sendo necessária uma grande mudança com relação ao sistema de irrigação empregado, pois ainda é utilizada a prática de irrigação superficial por sulco com sifão, como no período áureo do perímetro. Essa total ausência de técnica de irrigação adequada acarreta um elevado desperdício de água.

Foram verificados conflitos na gestão do reservatório inexistência das discussões sobre uso racional dos sistemas hídricos, pouco reconhecimento e legitimidade da UNIVALE nas comunidades locais; pouca infraestrutura da gerência do DNOCS e da UNIVALE para o atendimento das demandas geradas como a fiscalização eficiente do uso do reservatório e conscientização da população sobre educação ambiental.

Com relação ao esgotamento sanitário no PIMOX devem-se desenvolver a ligação a rede de esgoto com padrão adequado e executado através da gestão da empresa de serviços de água e saneamento. Desta forma evita-se ligações inadequadas, tratamento de esgoto com padrões adequados e avaliação deste tratamento e dos sistemas hídricos que recebem este efluente. Nos resíduos sólidos devem-se buscar aprimorar a coleta domiciliar e limpeza das ruas, disposição automática de retenção de lixo e educação da população com sistemas de reciclagem economicamente eficiente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do tempo o homem tem percebido a importância de se avaliar o meio ambiente como um sistema complexo de muitas variáveis, das mais complexas às mais simples. Por isto, desenvolveu formas e modelos de análise que possibilitassem esta análise integrada das variáveis, principalmente, para avaliar os impactos resultantes das atividades antrópicas sobre o meio ambiente, uma dessas forma de análise é a utilização dos Sistemas de informações geográficas e do Geoprocessamento. A pesquisa buscou produzir uma análise integrada das variáveis que compõem o entorno do reservatório Poço da Cruz com o objetivo de analisar seu uso e ocupação e comparar a paisagem atual com a legislação vigente. Para tanto, apoiou-se na utilização dos Sistemas de Informações Geográficas.

A utilização de imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5 e LANDSAT 8, se mostrou uma ferramenta apta para análise espaço-temporal e detecção de mudanças ocorridas no uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Poço da Cruz.

Destaca-se que para este trabalho foram utilizadas cinco classes de uso e ocupação do solo (vegetação 1, vegetação 2, vegetação 3, solo 1 e solo 2). Os resultados obtidos por meio do levantamento de dados e aplicação da metodologia revelaram que área possui um grau de fragilidade ambiental quando comparado ao que a legislação vigente aborda.

A partir dos dados obtidos neste trabalho, conclui-se que as Áreas de Preservação Permanente do presente reservatório apresentam um estágio de degradação acentuado, com uma incipiente vegetação nativa, caatinga densa, que representa apenas 5,77% da área total da APP. Portanto, a atual conjuntura paisagística da ocupação das margens do reservatório Poço da Cruz necessita de tomada imediata de ações voltadas à recuperação ambiental das áreas degradadas, assim como o adensamento da vegetação nas áreas de solo exposto.

Dentre as ações a serem implementadas na busca de um cenário desejável, deve caber destaque às seguintes: Estímulo à criação do comitê de bacia do rio Moxotó, agilizando-se procedimentos de cobrança pelo uso da água e do estabelecimento de critérios que conduzam à sustentabilidade para outorga e licenciamento da água; Desenvolvimento de modelos de gestão integrada, englobando aspectos referentes à quantidade e à qualidade da água e à proteção ambiental; Implementação de um sistema sustentável de irrigação no PIMOX com o objetivo de promover a eficiência e reduzir as perdas no que tange ao armazenamento, captação e distribuição da água; Monitoramento efetivo da qualidade da água envolvendo o controle corretivo e preventivo da poluição hídrica; Recomposição e preservação das áreas de proteção permanente no entorno do reservatório; Controle do uso e ocupação do solo e do seu

manejo adequado, minimizando-se impactos negativos como erosão, assoreamento e contaminação das águas, principalmente quando o nível do reservatório está baixo.

É relevante observar que a nova concepção de gestão de recursos hídricos não é apenas um conjunto de medidas burocráticas/institucionais, mas traz em seu bojo uma necessária mudança de mentalidade, de comportamentos e atitudes, muitas vezes historicamente cristalizados na sociedade, decorrente de concepções e práticas conservadoras. A constituição e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, organismos colegiados de base do Sistema Nacional de Recursos Hídricos, exige, portanto, a identificação de metodologias que considerem as especificidades físicas, culturais, econômicas e políticas de cada bacia, as quais são bastante diferentes em cada região e estado do país.

É importante salientar que a diversidade dos modelos de planejamento e gestão da água tem que ser compatíveis com as diversidades social, econômica e hídrico-ambiental da área.

Espera-se que os resultados alcançados com esta pesquisa subsidiem a melhoria da gestão do uso e ocupação do solo no entorno do reservatório Poço da Cruz, contribuindo para a manutenção da qualidade de suas águas de acordo com a legislação vigente.

O estudo em tela também demonstrou a importância de considerar mais variáveis nas análises integradas. Para futuros estudos recomenda-se que sejam incluídas demais variáveis como a declividade do solo, os tipos de solo a geologia e a geomorfologia da área, mas que aqui não foram trabalhadas. Ademais, propõe-se que seja trabalhada também a questão do Efeito de Borda, que é uma das principais consequências promovidas pelo uso e ocupação do homem em áreas onde ocorrem ecossistemas naturais, para evitar possíveis impactos no processamento e a realização de avaliações a cada dois temas para que sejam verificadas as influências individuais de cada tema.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.R. et al. Política e planejamento ambiental. 3ª Ed, Rio de Janeiro: Thex Ed. 2004.

ALMEIDA, J.R. *Planejamento ambiental*. Rio de Janeiro: Thex Ed. Ltda., 1993.

ALVIM, A. T. B., BRUNA, G. C. e KATO, V. R. C. Políticas ambientais e urbanas em áreas de mananciais: interfaces e conflitos. *Cadernos Metrópole* 19. São Paulo: EDUC, 2008.

ANDRADE, R.O.B.; TACHIZAWA, T.; CARVALHO, A.B. Gestão Ambiental – enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Makron, 2000.

ANJOS, F. A.; ANJOS, S, J, G.; OLIVEIRA, J, P. A Abordagem Sistêmica no Processo de Planejamento e Gestão de Territórios Urbanos Turísticos. *Rosa dos Ventos*, v. 5, n. 3, p. 390-407. 2013.

BRAGA, R. *Instrumentos para a gestão ambiental e de recursos hídricos*. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2009.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 05 de outubro de 1988. 44. ed. atual. e ampl. até a EC nº 62, de 09/12/2009. São Paulo: Saraiva, 2010. (Coleção Saraiva de legislação).

BRASIL. Lei Federal 10.257 de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm> Acesso em: 14 jul 2014.

BRASIL. Lei nº 7.661 de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm> Acesso em: 20 jun 2014.

BRASIL. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*. Brasília. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9985.htm> Acesso em: 20 jun 2014.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF. 16 set 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 14 ago 2014

BRASIL. Lei nº 12.787 de 11 de Janeiro de 2013. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação. Diário Oficial da União. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12787.htm> Acesso em: 20 mar 2014.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Coletânea de legislação de direito ambiental. 6 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Coletânea de legislação de direito ambiental. 6 ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2007.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Brasília, 2009.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Projeto de integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional: Relatório de Impacto Ambiental – Rima. Brasília, 2004. 135p

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS*. Brasília, 2014. 112p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica. Brasília, 2006. 302 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997. 2 ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

CARNEIRO, P. R. F., CARDOSO, A. L. e AZEVEDO, J. P. S. Planejamento do uso do solo urbano e a gestão de bacias hidrográficas: o caso da bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na Baixada Fluminense. *Cadernos Metrópole* 19. São Paulo: EDUC, 2008.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA nº 302, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Diário Oficial da União. n. 90, de 13 de maio de 2002, Seção 1, p. 67-68. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=298>> . Acesso em: 24 jun 2014

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Resolução nº 001 de 23 de janeiro de 1986. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União. Brasília. 1986. Disponível em < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>> Acesso em: 12 ago 2014.

CRÓSTA. A. P. *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Ed rev. Campinas: IG/UNICAMP, 1992.

ENOKIDA, C. H.; MAGALHÃES, V. L. O monitoramento e o gerenciamento de bacias hidrográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 13.,2009, Viçosa. Anais... Viçosa: 2009.

FIDALGO, E. C. C. Critérios para a análise de métodos indicadores ambientais usados na etapa de diagnóstico de Planejamentos Ambientais. 2003. 276 f. Tese (Doutorado em

Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

FLORIANO, E.P. *Planejamento Ambiental*. Caderno Didático, Nº 6, 1ª ed. Santa Rosa: Associação de Pesquisa, Educação e Proteção Ambiental do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (ANORGS), 2004.

FRANCO, M. A. R.; *Planejamento Ambiental para cidade Sustentável*. 2 ed. São Paulo: AnnaBlume, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Manual Técnico de uso da Terra*. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2006. Rio de Janeiro: IBGE - Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE - Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br/>> . Acesso em: 08 jan 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Ações e Programas. Disponível em: <www.ibama.gov.br>. Acesso em 12 ago 2014.

LIBOS FILHO. M; R. O; ZEILHOFER. P. Sensoriamento remoto (SR) e sistema de informações geográficas (SIG) para modelagem de qualidade da água. Estudo de caso: bacia do rio Cuiabá. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), 12., 2005, Goiânia. Anais...São José dos Campos: INPE, 2005. p. 2219-2227.

LOCH, R. E. N. Cartografia: Representação, comunicação e visualização de dados espaciais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 2006.

LOUZADA, F. L. R. O.; PIROVANI, D. B.; LOUGON, M. S.; SANTOS, A. R. Caracterização do Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Vala do Souza-ES. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 4., 2011, Paraíba, Anais... Paraíba. 2011. p 1-4.

MACEDO, R. K. A importância da avaliação ambiental. In: TAUKE, S. M. (org.) *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. 2 ed. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1995.

MALDONADO, F. D. *Análise Por Componentes Principais (ACP) na caracterização da dinâmica do Uso da Terra em área do semi-árido brasileiro*: Quixaba-Pe. 1999. 134 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos.

MELO, G. L. *Avaliação da qualidade da água em reservatórios interligados no eixo leste do Projeto de Integração do Rio São Francisco, Brasil*. 2011. 158 f. Tese (Doutorado em engenharia civil) – Centro de Ciência e Tecnologia. Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

MENEZES, L. A. *Caracterização Geoambiental da bacia do rio Joanes – Bahia*. 2006. 171f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Núcleo de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão.

MORETTI, R. de S. Terrenos de Fundo de vale – conflitos e propostas. *Téchne*, São Paulo, n. 48, p. 64-67, 2000.

OLIVEIRA, T. H; GALVÍNCIO, J. C. Caracterização Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Moxotó – PE Usando Sensoriamento Remoto Termal. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 1, n. 2, p. 30-49, 2009.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. A relação entre Planos de Bacia Hidrográfica e Planos Diretores Municipais: Análise de Conflitos e Interlocações visando Políticas Públicas Integradas. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 5., 2010, Florianópolis. 2010. p. 1-8.

RANIERI, V. E. L. Reservas Legais: Critérios para localização e Aspectos de gestão. 2004. 144 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ROCHA, J. S. M. da. Educação ambiental técnica para os ensinos fundamental, médio e superior. 2ª ed. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1999.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas. In: SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M.; MEIRELES, A. J. A. (Org.) *Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas: Planejamento e gestão de Bacias Hidrográficas*. Fortaleza: Coleção estudos geográficos, 2011. Cap. 1.

ROSS, J. L. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANT'ANA, A.M. Plano Diretor Municipal. São Paulo: LEUD, 2006.

SANTOS, R. F. Planejamento Ambiental: Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SCACABAROSSO, H. Estudo da Qualidade da Água em dois Municípios na Região Central, Sul do Brasil. *Ciências, Engenharia e Sustentabilidade*. vol. 4, nº 4, 2012.

SCHULT, S. I. M.; RUDOLPHO, L. S.; GHODDOSI, S. M.; NOLL, J. F. BACK, C. C.; KONDLATSCH, K. M. S. Planejamento Territorial e Recursos Hídricos: As áreas protegidas no entorno de corpos de água na bacia hidrográfica do rio Itajaí (SC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., 2013, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: 2013. p. 1-8.

SILVA, F. C. *Análises integradas de usos de água superficial e subterrânea em macro-escala numa bacia hidrográfica: O caso do alto rio Parnaíba*. 2007. 188 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SILVA, J. S. V.; *Análise multivariada em zoneamento para planejamento ambiental. Estudo de caso: bacia hidrográfica do alto rio Taquari MS/MT*. 2003. 307 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade de Campinas. Campinas. Campinas.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. *Estudos avançados*, São Paulo, v. 17, n. 47, p. 129-145. 2003.

SOBRAL, M. C.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; SILVA, M. M.; MELO, G. L. Uso e ocupação do solo no entorno de reservatórios no semi-árido brasileiro como fator determinante da qualidade da água. In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. 30. 2006, Punta del Leste, Anais... Punta del Leste: AIDIS, 2006.

SOUZA FILHO, J.R. Desenvolvimento regional endógeno, capital social e cooperação. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999.

TUCCI, C.E.M. Gestão integrada das águas urbanas. **Revista de Gestão de Águas da América Latina** -REGA, v. 5, n. 2, p. 71-81, 2008

TUNDISI, J.G.; Reservatórios como sistemas complexos: teoria, aplicações e perspectivas para usos múltiplos. In: HENRY, R. (ed.). *Ecologia de reservatórios: estruturas, função e aspectos sociais*. Botucatu: Fundibio: Fapesp, 1999.

VANZELA, L. S. *Planejamento Integrado dos Recursos Hídricos na microbacia do Córrego Três Barras no município de Marinópolis – SP*. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira.

WWF-BRASIL. Gestão de Unidades de Conservação: compartilhando uma experiência de capacitação. Org. Maria Olatz Cases. Brasília, 2012.

XAVIER, C. F. *Avaliação da influência do Uso e Ocupação do Solo e de características Geomorfológicas sobre a qualidade das águas de dois reservatórios da Região Metropolitana de Curitiba – Paraná*. 2005. 167f. Dissertação (Mestrado em solos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.