



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

JOSÉ JERÔNIMO DE SOUZA NASCIMENTO

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO ESTUÁRIO DO
RIO GRAMAME E A QUALIDADE DA ÁGUA**

**JOÃO PESSOA – PB
2013**

JOSÉ JERÔNIMO DE SOUZA NASCIMENTO

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO ESTUÁRIO DO
RIO GRAMAME E A QUALIDADE DA ÁGUA**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lucimary Albuquerque da Silva

**JOÃO PESSOA – PB
2013**

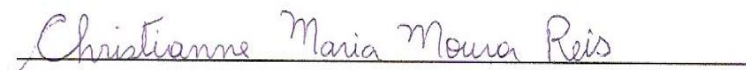
JOSÉ JERÔNIMO DE SOUZA NASCIMENTO

**O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO ENTORNO DO ESTUÁRIO DO
RIO GRAMAME E A QUALIDADE DA ÁGUA**


Banca Examinadora



Prof.^a. Dr.^a. Lucimary Albuquerque da Silva
Universidade Federal da Paraíba
Orientadora



Prof.^a. Dr.^a. Christianne Maria Moura Reis
Universidade Federal da Paraíba



Prof.^o. Dr. Magno Erasto de Araújo
Universidade Federal da Paraíba

Dedico este trabalho a todos os brasileiros que contribuem com seus impostos para que seja possível a existência de universidades públicas, como também àqueles que não tiveram igual oportunidade de estudar em uma das quais.

N244u Nascimento, José Jerônimo de Souza.

O uso e ocupação do solo no entorno do estuário do Rio Gramame e a qualidade da água / José Jerônimo de Souza Nascimento. – João Pessoa, 2013.

51p. : il. –

Monografia (Bacharelado em Geografia) Universidade Federal da Paraíba.

Orientadora: Prof^{fa}. Dr^a. Lucimary Albuquerque da Silva.

1. Uso do solo. 2. Ocupação do Solo. 3. Qualidade da água. I. Título.

UFPB/BS-CCEN

CDU 911:332. 54 (043.2)

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal da Paraíba pela oportunidade de ensino, pesquisa e assistência estudantil.

Ao corpo docente do Departamento de Geociências que muito contribuiu para minha formação profissional.

À Professora Lucimary Albuquerque da Silva pelas oportunidades, pelo apoio em diversos momentos e por aceitar orientar este trabalho.

Aos professores membros da banca examinadora: Christianne Maria Moura Reis e Magno Erasto de Araújo.

À SUDEMA – Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente da Paraíba pelo fornecimento dos dados de monitoramento de qualidade da água.

À DIEP/SEMAM – Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais da Secretaria de Meio Ambiente de João Pessoa por disponibilizar as fotografias aéreas do rio Gramame.

Aos(as) amigos(as) da Geografia-UFPB pelos momentos de aprendizagem, descontrações e companheirismo nos distintos ambientes acadêmicos(sala de aula, campo, congressos, etc). Em especial a turma 2008.2, Annely Melo, Larissa Lavôr, Isla Kallianne e Geraldo Almeida. A partir dos quais expresso minha sincera consideração pelos demais, não citados por falta de espaço.

À Rayme de Barros Braga pela amizade construída ao longo dessa árdua jornada e que a cada dia fica mais consolidada.

A meu pai Djalma Nogueira, a minha mãe Marineide de Souza e a minha irmã Mônica Cristina; pelo amor, carinho, incentivo e presença mesmo estando distantes geograficamente, sempre mostrando os melhores caminhos para alcançar meus objetivos.

A toda minha família materna e paterna, que em diversos momentos foram fontes de força para continuar nessa caminhada. Em especial meus avós maternos, José Pedro e Terezinha de Jesus que sempre me incentivaram de diferentes formas.

RESUMO

Nos dias atuais os questionamentos acerca da qualidade da água em diferentes ambientes hídricos tornaram-se mais evidentes diante da demanda crescente por este recurso natural. Entretanto, mesmo sendo do conhecimento de significativa parcela da sociedade, isoladas ações foram realizadas para diminuir a degradação dos ambientes que abrigam este recurso. Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo caracterizar o uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame e a qualidade da água neste ecossistema costeiro. Como procedimentos metodológicos, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento com o intuito de compreender as formas de uso do e ocupação solo na área objeto de estudo, como também, de dados limnológicos de estações de monitoramento de qualidade da água fornecidos pela Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente – SUDEMA, analisando-os conforme os padrões físico e químico da água estabelecido na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA nº357 de março de 2005. Conforme os objetivos desta pesquisa observou-se que a qualidade da água nos dois pontos adotados para análise, de forma geral, atende o que recomenda a legislação. Uma vez que para as Águas Salobras, no caso, de Classe 3, não são estabelecidos padrões mais rigorosos, devido ao uso destas. Porém, ressalta-se que existe uma grande demanda por essa água, então, requer uma atenção também especial. Pois no mapa de uso e ocupação do solo, observa-se que a maior parte da área estipulada para o estudo neste trabalho corresponde a atividades agrícolas.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo, qualidade da água, estuário, rio Gramame.

ABSTRACT

Nowadays concerns regarding the water quality in different water environments have become more evident in the face of growing demand for this natural resource. However, even being known to a significant portion of society, isolated actions were taken to reduce the degradation of environments that harbor this feature. Given the above, this work aims to characterize the use and land cover surrounding the estuary of Gramame river and quality of water in this coastal ecosystem. Methodological procedures were used GIS techniques in order to understand the land cover in the study area, as well as, data limnological monitoring stations of water quality provided by the Environmental Development Superintendency - SUDEMA, analyzing them according to the standards of physical and chemical water stated in the Resolution of the National Council of the Environment - CONAMA 357, March 2005. As the objectives of this research showed that the water quality of the two points adopted for analysis, in general, that meets the recommended legislation. Once for brackish waters, in the case of Class 3 are not set most rigorous standards, due to the use thereof. However, it is noteworthy that there is a great demand for this water then requires a special attention too. For land cover map, it is observed that most of the stipulated area for study in this work corresponds to agricultural activities.

Key-Words: Land cover, Water Quality, Estuary, Gramame river.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica e do estuário rio Gramame	16
Figura 2 – Estuário do rio Gramame	28
Figura 3 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água	33
Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo do entorno do estuário do rio Gramame	35
Figura 5 – Situação da vegetação nativa	37
Figura 6 – Ocupação por áreas edificadas	37
Figura 7 – Ocupações próximas à vegetação de mangue	38
Figura 8 – Plantação de coco próxima ao estuário	39
Figura 9 – Plantação de coco relativamente próxima ao estuário	39
Figura 10 – Solos expostos na área objeto de estudo	40

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Variação do parâmetro Cor no ano de 2010	41
Gráfico 2 – Variação do parâmetro Turbidez no ano de 2010	42
Gráfico 3 – Variação do parâmetro Condutividade no ano de 2010	43
Gráfico 4 – Variação do parâmetro Potencial Hidrogeniônico no ano de 2010	43
Gráfico 5 – Variação do parâmetro Oxigênio Dissolvido no ano de 2010	44
Gráfico 6 – Variação do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio no ano de 2010	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Gramame	18
Tabela 2 – Classes de uso das águas salobras	30
Tabela 3 – Distribuição das classes de uso em área e percentual	36

LISTA DE SIGLAS

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

ANA – Agência Nacional das Águas

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DIEP – Diretoria de Estudos e Pesquisas Ambientais

H₂O – Água

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite

OD – Oxigênio Dissolvido

O₂ – Oxigênio

PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos do rio Gramame

pH – Potencial Hidrogeniônico

PNRH – Política Nacional dos Recursos Hídricos

RMJP – Região Metropolitana da Grande João Pessoa

SAA – Sistemas de Abastecimento de Água

SEMAM/JP – Secretaria de Meio Ambiente de João Pessoa

SIG – Sistemas de Informações Geográficas

SINGRH – Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos

SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas

SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba

TM – *Thematic Mapper*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. Considerações iniciais	14
1.2. Localização e caracterização da área de estudo	15
1.3. Objetivos	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO	20
2.1. Recursos hídricos	20
2.2. Bacia hidrográfica como espaço geográfico de análise	22
2.3. O uso e ocupação do solo	24
2.4. Geoprocessamento na análise ambiental	25
2.5. Estuário	26
2.6. Qualidade da água	28
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	32
3.1. Levantamentos de dados	32
3.2. Processamento dos dados	33
3.3. Análise dos dados	34
4. RESULTADOS	35
4.1. Análise do uso e ocupação do solo	35
4.2. Análise da qualidade da água	40
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações iniciais.

Historicamente no mundo grande parte das ocupações territoriais humanas surgiu nas proximidades de corpos hídricos, as quais, estrategicamente utilizavam-se desta amenidade natural para desenvolver suas distintas atividades. No entanto, conforme as demandas sociais em constante formação, tais ocupações em sua maioria foram a partir de práticas não conservacionistas, o que originou significativas alterações na qualidade da água desses ambientes. Apesar dos conhecimentos adquiridos por significativa parte dessas sociedades, os modos de ocupação utilizados em épocas remotas, tornam-se a se repetir atualmente, porém, de forma mais expressiva.

Ressalta-se ainda que, entre as áreas aquáticas com maiores ocupações no seu entorno no decorrer do tempo, destacam-se as regiões costeiras. Inseridos nesse espaço, encontra-se os ecossistemas estuarinos que passam por processo de descaracterização natural, devido à utilização nas atividades antrópicas. De forma comum, tal problema ocorre em toda região costeira do Nordeste brasileiro, como o estuário do rio Gramame que recebe distintas substâncias prejudiciais à água, tornando-a inadequada para utilização em diversos fins, como também para o desenvolvimento da flora e fauna que forma tal ambiente.

A ascendente poluição hídrica resultante de um insustentável modelo de desenvolvimento a partir das atividades antrópicas, juntamente com a falta de políticas públicas eficientes de fiscalização, contribui para a degradação dos ambientes aquáticos. Contudo, considerando a importância da água para a dinâmica socioeconômica do homem, surge a necessidade de apontar soluções e/ou medidas mitigadoras para os efeitos e impactos ambientais. Diante disso, devido ser cada vez mais crescente a preocupação com o estado de qualidade da água para os diversos usos, tendo em vista que este elemento natural, conforme suas propriedades físicas e químicas, respectivamente, tem a capacidade de transportar partículas e de agregar-se a distintas impurezas. Faz-se necessário realizar estudos sobre estes espaços, enfatizando as particularidades naturais dos elementos envolvidos e as características sociais da população ligada a estas áreas.

Considerada como uma substância de significativa presença no planeta, correspondendo a uma área de aproximadamente 77% da superfície terrestre, a água, para atender as principais demandas do homem, encontra-se disponível em apenas 0,3% presente em rios e lagos. Pois, a maior parte está nos mares e oceanos 97,2% e no estado sólido com cerca de 2,5% (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

Sendo assim, as políticas públicas de gestão dos recursos hídricos no Brasil apontam a avaliação da qualidade das águas como essencial, a qual se fundamenta em recomendações feitas em normas legais de nível estadual e/ou federal, estabelecendo limites a partir de padrões físicos, químicos e biológicos. Visto que, conforme Von Sperling (2005), a qualidade da água resulta tanto da dinâmica natural, como os processos de escoamento e infiltração da água, quanto da influência antrópica, a exemplo dos resíduos sólidos e/ou líquidos gerados nas atividades industriais e de agropecuária. Portanto, é correto afirmar que a qualidade da água de um meio hídrico está intimamente relacionada com a dinâmica de uso e ocupação do solo no seu entorno.

Do ponto de vista geossistêmico uma análise espacial onde o meio hídrico está inserido, possibilita a interpretação das relações entre os componentes que compõe este meio. Já que o uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica é um fator essencial na deterioração ambiental das águas, uma vez que, conforme ele, é que são determinados os usos da bacia, e os modos de utilização da água, raramente estão adequados ao planejamento de uso e ocupação do solo.

Considerando a dinâmica existente na área objeto de estudo, este trabalho busca caracterizar o uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame, localizado no Litoral Sul do Estado da Paraíba. Como também a qualidade da água desse estuário, com base nos dados de pontos de monitoramento de responsabilidade da Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba – SUDEMA, considerando os padrões estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, nº. 357, de 17 de Março de 2005.

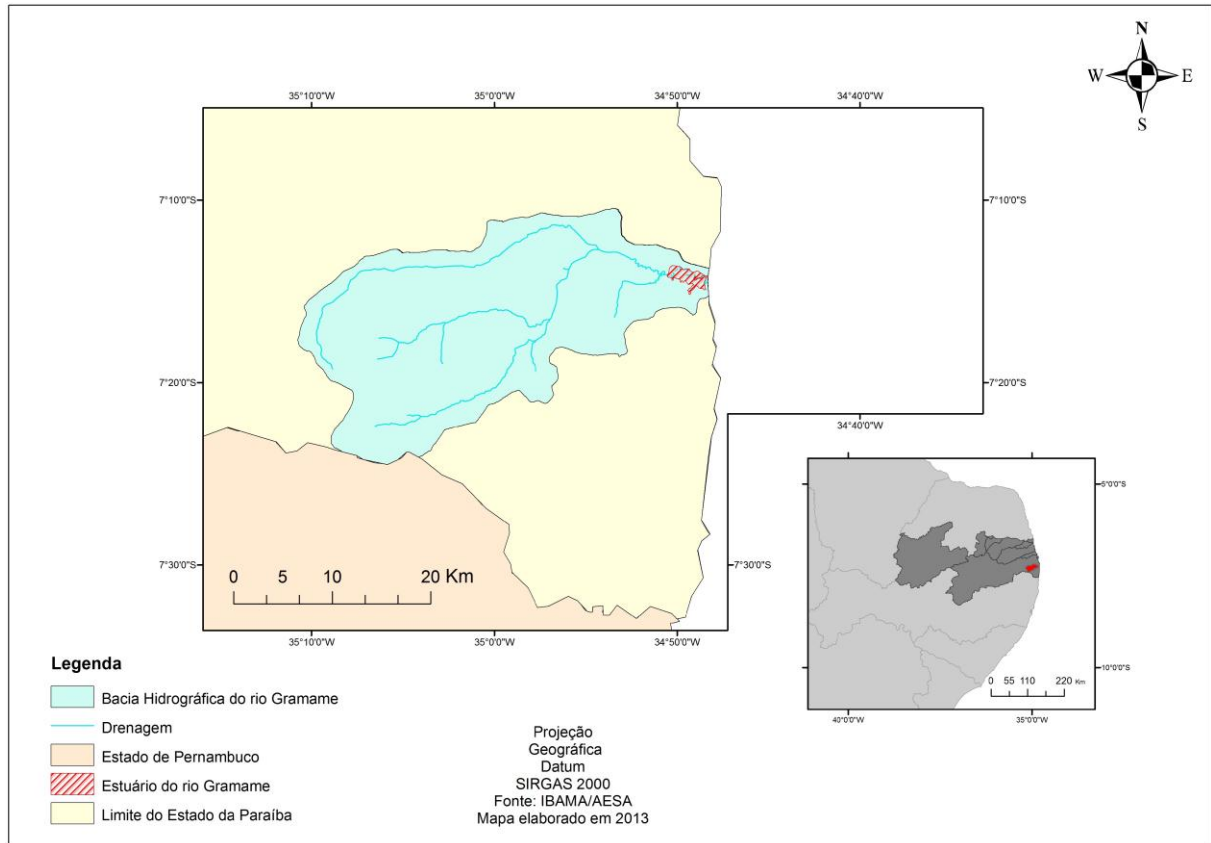
Seguindo esta perspectiva, o trabalho a partir dos resultados apresentados, também tem o intuito de servir como instrumento de referência para futuras ações de planejamento em ecossistemas estuarinos, que permita o mínimo de efeitos e impactos ambientais possíveis. Tendo em vista que, a metodologia aplicada possibilitou compreender o uso e ocupação do solo na área, e a qualidade da água no estuário do rio Gramame.

1.2. Localização e caracterização da área de estudo

A área objeto de estudo deste trabalho compreende parte da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame, especificamente, a porção conhecida informalmente como “baixo Gramame”. Segundo a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA, a referida bacia localiza-se no Litoral Sul do Estado da Paraíba, entre as latitudes 7° 11’ e 7° 23’ Sul e as

longitudes 34° 48' e 35° 10' Oeste. A qual limita-se a Leste com o Oceano Atlântico, a Oeste e Norte com a Bacia do Rio Paraíba (Baixo Paraíba) e ao Sul com a bacia do rio Abiaí. Possui uma área de drenagem correspondente a 589,1 Km² (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica e do estuário do rio Gramame.



Fonte: L. FERNANDES (2013).

Segundo o PDRH – Plano Diretor de Recursos Hídricos do rio Gramame (2010), que caracteriza todos os elementos que compõe a bacia hidrográfica. No qual, tal bacia, orienta-se perpendicularmente à costa oriental do Nordeste, desembocando diretamente no Oceano Atlântico. É formada pelo Rio Gramame (rio principal) que tem um comprimento de aproximadamente 54,3 Km, desde a sua nascente no município de Pedras de Fogo até a desembocadura na praia de Barra de Gramame, no limite territorial dos municípios de João Pessoa e Conde. E por seus afluentes, cujos principais são:

- Na margem direita: Rio Utinga, Rio Pau Brasil, Riacho Pitanga, Riacho Ibura, Riacho Piabuçu, Rio Água Boa.
- Na margem esquerda: Riacho Santa Cruz, Riacho da Quizada, Riacho do Bezerra, Riacho do Angelim, Riacho Botamonte, Rio Mamuaba, Rio Camaço, Rio Mumbaba.

Do ponto de vista geológico, caracteriza-se duas grandes regiões hidrogeológicas na área da bacia do rio Gramame: uma região cristalina e outra sedimentar. As quais, respectivamente, ocupa a porção central e ocidental da bacia com idade Pré-Cambriana, e a porção mais a leste, objeto de análise deste estudo, com desenvolvimento no Cretáceo superior ao Neógeno Pliocênico.

De acordo com o SIBCS – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2009), os solos que compreendem a bacia hidrográfica do rio Gramame, apresentam a partir dos níveis de classificação utilizados, características que os classificam nos seguintes grupos:

- **ESKg1:** ESPODOSSOLOS FERRIHUMILÚVICOS Hidromórficos
- **GZn1:** GLEISSOLOS SÁLICOS Sódicos
- **PVAd16:** ARGISSOLOS VERMELHOS Distróficos
- **PVAe15:** ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS Eutróficos
- **TCo11:** LUVISSOLOS CRÔMICOS Órticos

No que diz respeito ao aspecto climático, predomina na mesorregião onde está inserida a área de estudo o clima Tropical Quente e Úmido (As'), apresentando chuvas de outono-inverno. A precipitação média anual em torno de 1800 mm e com temperaturas média anuais pouco superiores a 20°C.

Lacerda (2005), conforme as dimensões continentais do Brasil, a extensa linha de costa e a significativa diversidade de comunidades naturais, subdividiu o litoral brasileiro em cinco domínios delimitados, com base em critérios climatológicos, geológicos e geomorfológicos da zona costeira. Os quais são denominados de ecorregiões. Logo, a área objeto de estudo deste trabalho está inserida na ecorregião da Costa Nordeste Semiárida, que se estende de Camocim-CE até a Ilha de Itamaracá-PE. Na qual as feições costeiras são dominadas por praias arenosas, campos de deflação eólica e dunas recentes e antigas, linhas de recifes próximas aos estuários, lagoas e lagoas costeiras. Nesse domínio os mangues apresentam pequenas extensões principalmente nos estuários que atuam sobre regime de mesomaré (2 a 4 metros).

A bacia do rio Gramame engloba atualmente parte dos municípios de Alhandra, Conde, João Pessoa, Cruz do Espírito Santo, Santa Rita, São Miguel de Taipu e Pedras de Fogo (Tabela 1). Ressalta-se que os municípios de João Pessoa e Conde são os de maior interesse para este estudo, por possuírem parte dos seus territórios nas proximidades do estuário do rio Gramame.

Tabela 1 – Municípios inseridos na bacia hidrográfica do rio Gramame.

Município	Área (Km²)	Área na bacia (Km²)	Participação (%)
Alhandra	224,42	99,72	16,93
Conde	164,10	76,47	12,98
Cruz do Espírito Santo	189,32	3,50	0,59
João Pessoa	209,94	59,07	10,03
Santa Rita	762,33	155,59	26,41
São Miguel de Taipu	63,60	2,20	0,37
Pedras de Fogo	348,02	192,56	32,69

Fonte: (PDRH, 2010). Adptada pelo autor em 2013.

Historicamente a configuração do espaço social se deu nos moldes da exploração colonial, por ter sido primordialmente a porção do território paraibano a ser ocupada, se organizando socioeconomicamente de acordo com os interesses da sua metrópole. Tal exploração caracterizou-se por apresentar um “tripé de sustentação” que possibilitou o desenvolvimento do modo de produção almejado na época. O qual consiste de três elementos – monocultura da cana-de-açúcar, trabalho escravo e latifúndio. A principal atividade, a canavieira, de ingerência da metrópole, ultrapassava fases apresentando características conforme o contexto em que estava inserida (MOREIRA; TARGINO, 1997).

Atualmente, na área objeto de estudo deste trabalho, a organização socioeconômica reproduz alguns aspectos do modo de produção vigente em outros períodos, sendo que a partir de novas formas e outras atividades. A paisagem na área reforça as discussões acerca do espaço agrário da região. Na qual ainda, está presente a atividade monocultura da cana-de-açúcar, apresentando características atuais, mas que retrata as épocas do apogeu da produção. Tais características são demonstradas através da configuração espacial urbano, os núcleos de moradias, dentre outras.

Sendo assim, conforme Christofolletti (1982), a paisagem é um campo de investigação da geografia, ao qual, nos permite compreender o espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico que possui uma estruturação, um funcionamento e uma dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos.

Na região paraibana onde está inserido o estuário do rio Gramame, acontece uma significativa ocupação rural e urbana no entorno, com destaque para áreas agrícolas, e os distritos industriais de João Pessoa e Conde. Como também uma ativa especulação imobiliária, expressa através de condomínios fechados horizontais, entre outros equipamentos urbanos, em busca dos atrativos turísticos e comerciais que a área oferece. Grande parte da

área onde aparecem espaços sem ocupação, provavelmente será ocupada também por estes empreendimentos. Para explicar a procura por tais modelos de habitação, a partir de empreendimentos denominados de enclaves fortificados (SOBARZO; SPOSITO, 2003, p.163):

Destacam cinco elementos que caracterizam os chamados enclaves fortificados, são eles: exclusividade social, sistemas de segurança, qualidade ambiental, funcionalidade e autonomia financeira. Embora muitas dessas características pudessem já ser encontradas nos loteamentos abertos, há nestes um elemento fundamental que o demarca, separando-o do restante da cidade: o muro.

Sendo assim, Hermann e Haddad (2005, p.238) apontam as amenidades para explicar tal ocupação, conceituando-as como:

Um conjunto de características específicas de uma localidade com contribuição mais positiva do que negativa para a satisfação dos indivíduos. As amenidades não estão restritas a características naturais, como áreas verdes, praias, clima etc. Também estão incluídos na definição os bens (ou males) gerados pelo próprio homem, tais como trânsito, poluição, oferta de entretenimento, segurança etc.

Portanto, acerca da ocupação na área de estudo, pode-se afirmar que se desenvolve devido entre outras causas, às amenidades naturais que essa área oferece.

1.3. Objetivos

▪ **Objetivo geral**

Este trabalho busca compreender o uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame e a qualidade da água. Proporcionando informações sobre a atual situação ambiental para subsidiar futuras ações na área objeto de estudo.

▪ **Objetivos específicos**

- Caracterizar o uso e ocupação do solo no entorno do Estuário do rio Gramame, a partir de mapa temático;
- Analisar a qualidade da água do estuário do rio Gramame, baseado nos parâmetros físicos e químicos conforme os padrões estabelecidos na Resolução CONAMA nº. 357, de 17 de Março de 2005;
- Verificar a influência do uso e ocupação do solo na qualidade da água do estuário do rio Gramame.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A fundamentação teórica fortalece as bases para realização de um trabalho de pesquisa, sobretudo quando o estudo tem o intuito de relacionar determinados aspectos. Nesta perspectiva, buscou-se consolidar esta pesquisa a partir de um referencial sistêmico, para isto, adotou-se a paisagem como categoria de análise geografia sob o ponto de vista da Teoria Geral dos Sistemas.

Segundo Dolfuss (1973), toda paisagem é constituída por elementos geográficos que interagem entre si, porém, quando há alterações em qualquer elemento ocorrerá no sistema um desequilíbrio. *“Sistema é um conjunto de fenômenos que se processam mediante fluxos de matéria e energia. Esses fluxos originam relações de dependência mútua entre os fenômenos”* (TRICART, 1977, p.19). Logo, a fonte de matéria e energia que alimenta o fluxo do sistema, na maior parte não está situada nas proximidades dos fenômenos. Devido nos sistemas abertos e não-isolados ocorrer constantes trocas de matéria e energia com o meio externo. Portanto, *“a saída (output) de matéria ou energia de um subsistema torna-se a entrada (input) para o subsistema adjacente”*, surgindo então o mecanismo de retroalimentação ou feedback do sistema (CHISTOFOLETTI, 1979, p.03).

Sendo assim, a paisagem como categoria de análise ganha destaque, pois *“resultando da combinação de elementos diversos que funcionam integradamente, as paisagens são exemplos típicos de fenômenos ao serem analisados pela abordagem sistemática”* (CHRISTOFOLETTI, 1980, p.14).

2.1. Recursos hídricos

A água consiste na substância química formada por dois átomos de hidrogênio e um de oxigênio H_2O , enquanto que recurso hídrico é essa mesma água que se encontra nos rios, reservatórios e oceanos, porém, com um uso associado, agregando valor econômico. Deste modo, conforme Rebouças, Braga e Tundisi (2006) água consiste no elemento natural propriamente dito, isento de qualquer uso e recurso hídrico trata-se da água com atribuição econômica voltada para distintos fins.

Segundo Tundisi (2003) cerca de 3% da água do planeta encontra-se disponível como água doce. Destes 3%, calcula-se que 75% estão no estado sólido, e por volta de 10% são encontrados no meio subterrâneo. Logo, dos 3%, a disponibilidade dos recursos hídricos superficiais no estado líquido é de 15%.

O Brasil é um dos países mais ricos em recursos hídricos superficiais do planeta, com médias que totalizam cerca de 180 mil m³/s. Quando considerado o somatório dos escoamentos contribuintes até o exutório de todas as regiões hidrográficas brasileiras, a disponibilidade hídrica total de águas superficiais do país corresponde a 91 mil m³/s. Entretanto, a diversidade climática peculiar do Brasil reflete em uma distribuição desigual dos recursos hídricos disponíveis. Sendo significativamente irregular, como por exemplo, parte da Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental, apresenta uma disponibilidade hídrica inferior a 100 m³/s. Enquanto que, na Região Hidrográfica Amazônica dispõe de uma elevada disponibilidade hídrica, por volta de 74 mil m³/s (ANA, 2010).

Nos estudos acerca de recursos hídricos, a utilização da água é objeto de debate, com maior ênfase, quando se trata da preservação e/ou conservação dos ecossistemas naturais, do abastecimento humano e do desenvolvimento de atividades econômicas, como a agrícola e industrial. Entre os diferentes usos, ressaltam-se os para atividades que necessitam de significativa quantidade de água, os quais formam expressivas fontes de poluição conforme o modo de uso em seus meios de produção, destinando na maioria das vezes ao meio ambiente, efluentes com tratamento inadequado (TUNDISI; MATSUMURA-TUNDISI, 2011).

No Estado da Paraíba cerca de $\frac{3}{4}$ dos municípios tem o abastecimento de água feito por águas superficiais, através de Sistemas de Abastecimento de Água – SAA. No caso da Região Metropolitana de João Pessoa – RMJP, parte é abastecida por água superficial oriunda da bacia hidrográfica do rio Gramame (PDRH, 2000).

Conforme Mezomo (2009), a gestão das águas consiste na reunião de mecanismos organizados, com o intuito de resolver questões inerentes ao uso e ao governo dos recursos hídricos, buscando atender, de acordo com as restrições econômicas e ambientais, sob fundamentos legais, a necessidade de água por parte da sociedade.

Segundo Botelho e Silva (2012) o objetivo maior da gestão é o de preservar e recuperar os recursos hídricos. A qual é constituída por órgãos e instituições que têm como atribuições específicas, tais como: coordenar, arbitrar os possíveis conflitos existentes, implementar a política de gestão, planejar ações e tomadas de decisões, controlar o uso, preservar e recuperar os recursos hídricos.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil, no que se trata de legislação, ao longo dos anos dispõe de leis que surgiram para convergir com as demandas vigentes. A primeira a existir foi o Decreto 24.643 de 10 de Julho de 1934, mais conhecido como Código das Águas. O qual definia os tipos de água e critérios de aproveitamento dos recursos hídricos, ou seja, preocupava-se apenas com aspecto quantitativo da água. Após o Código das Águas surge a

Resolução CONAMA 20/1986, que além de abordar quantitativamente, passa a considerar a qualidade das águas.

A partir da Lei 9.433 de 08 de Janeiro de 1997 é instituída a Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH, conhecida como lei das águas, estabelece os princípios básicos para gestão dos recursos hídricos do país. A qual cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGRH que dentre outras responsabilidades é incumbido da regulamentação e implantação dos comitês de bacias junto às agências de água, entidades públicas e sociedade civil organizada, dando apoio à administração das bacias hidrográficas.

Por fim, em 2005, a Resolução CONAMA 357 dispõe acerca da classificação dos corpos hídricos, em águas doces, salobras ou salinas, define condições e os padrões de qualidade das águas conforme seus usos. Além de estabelecer padrões de lançamentos de efluentes entre outras diretrizes ambientais para o enquadramento dos corpos de água superficiais.

Entendida como unidade básica de análise ambiental, a bacia hidrográfica possibilita conhecer e ponderar os diversos elementos, sobre os processos e dinâmica que pode ocorrer. Pois se caracteriza como um espaço de planejamento e gestão onde compatibilizam as heterogeneidades demográficas, sociais, culturais e econômicas das regiões (BOTELHO; SILVA, 2012).

Sendo assim, o espaço habitado se constitui em um meio geográfico distinto em relação à outra época, impossível de fazer comparações, de forma qualitativa ou estrutural, com espaço anterior à Revolução Industrial. Pois seu cenário orgânico natural foi ocupado por uma significativa anarquia mercantil que se intensifica na medida em que o uso do solo se torna especulativo e a deliberação do seu valor é oriunda de capital que ocupam a cidade e o campo que se espalha pela terra e os efeitos diretos e indiretos afetam a todos (SANTOS, 2012).

2.2. Bacia hidrográfica como espaço geográfico de análise

A bacia hidrográfica é uma das referências espaciais mais relevantes nas análises do meio físico, não apenas devido as seus atributos naturais, mas por auxiliar em grande parte da legislação inerente ao meio ambiente e do planejamento ambiental e territorial no Brasil, como também em outros países (RODRIGUES; ADAMI, 2005). A qual é reconhecida na Geografia Física desde os anos 60 como unidade espacial de análise, além de nos últimos anos ser enfatizada, não somente na Geografia, mas também nos estudos e projetos de

pesquisa nas diferentes áreas denominadas de Ciências Ambientais (BOTELHO; SILVA, 2012).

Segundo Nascimento e Villaça (2008), a bacia hidrográfica é reconhecida como uma unidade geográfica compõe um sistema natural de planejamento utilizado na maior parte de mundo. É de fácil reconhecimento, sendo possível de ser caracterizada, tendo em vista que na superfície terrestre, a menor área existente, está integrada a uma bacia hidrográfica.

A análise ambiental em bacias hidrográficas se apresenta como uma sugestão educativa e corretiva para a recuperação de um ambiente significativamente degradado, propondo alternativas de conservação ou preservacionistas no ambiente natural, criando um espaço que possibilite uma significativa qualidade de vida para o homem, o conscientizando para um uso sustentável desta área (ROCHA, 2000).

Segundo Netto (1998), a bacia hidrográfica é dividida conforme os seus divisores de água. As quais podem ter diversos tamanhos e articulam-se entre os divisores de água principais, drenando suas águas em direção a um canal principal, consolidando assim o sistema de drenagem organizado. Deste modo, os fenômenos ocorridos no interior de uma bacia hidrográfica, independente de sua origem sejam naturais ou antrópica interferem na dinâmica do sistema, como na quantidade e qualidade da água. Logo, a quantificação de suas variáveis (clima, declividade, solo, uso, vegetação, entre outros) possibilita compreender a dinâmica desses fenômenos (CORSEUIL; CAMPOS, 2007).

Guerra e Cunha (2010), apontam que o recorte espacial territorial de uma bacia hidrográfica consiste na integração das paisagens primárias com as secundárias, ou seja, das paisagens naturais e as com alterações antrópicas. Por definição, uma bacia hidrográfica é formada a partir de um conjunto de terras drenadas, compostas por um rio principal e seus afluentes hierarquicamente interligados. Delimitada externamente por divisores de águas e internamente por interflúvios que dividem as sub-bacias-hidrográficas (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2008).

Conforme Rocha (1991), as bacias hidrográficas são consideradas cenários de inúmeros tipos de degradação, portanto, se faz necessário o seu monitoramento no intuito de ajustar o uso de seus recursos naturais, minimizando os impactos causados ao ambiente natural. A partir desta prática, é possível identificar pontos com maior vulnerabilidade ambiental.

2.3. O uso e ocupação do solo

Segundo Deak (2007), quando qualquer espaço sobre o solo está sendo ocupado pelo homem, o solo está sendo usado pelo mesmo. Assim, todas as atividades desenvolvidas, sejam elas rurais e/ou urbanas são maneiras de uso e ocupação do solo.

Logo, acerca do termo uso e ocupação do solo quando analisado epistemologicamente, apesar de ser composto por duas expressões, percebe-se que existe na definição uma ligação importante, ou seja, sobre uso do solo entende-se como determinado espaço que está sendo utilizado a partir da sua ocupação; e ocupação do solo diz respeito à forma desta ação em determinado espaço (ROSA, 1991). Para complementar a expressão em discussão, Ahlert et al. (2007), apontam um conceito híbrido, constituído por três termos: uso, ocupação e solo. Desta forma, o primeiro trata-se da forma como o homem age conforme suas necessidades; o segundo diz respeito ao modo da ocupação do espaço, a partir de quais meios se concretiza esta ação, e o terceiro é entendido como parte integrante da estrutura da superfície terrestre, oriunda de diversos processos envolvidos, tais como a decomposição da rocha-matriz, a atuação dos processos intempéricos entre outros.

Para Von Sperling (2005), existe uma relação direta entre o estado da configuração do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica com a qualidade da água naquele espaço, devido ser um fator decisivo na degradação ambiental das águas. Nesta ótica de mau uso dos recursos naturais, Gonçalves (1998), expõe que a questão ambiental na sua essência, trata-se do modo como a sociedade interage com a natureza. O autor coloca ainda, que esta relação geralmente envolve diversos conflitos, desde o surgimento enquanto questão, sendo passível de discussão.

A partir da dinâmica de uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica, diversas fontes de poluição dos recursos hídricos podem existir, as quais conforme a legislação específica pode ser de dois tipos: difusas e pontuais. As quais, respectivamente, ocorrem de forma espalhada, com difícil localização da fonte poluidora; e de forma pontual, sendo fácil identificar a origem de poluição.

O uso e ocupação do solo tem uma significativa ligação com os fatores econômicos e o que provoca modificações expressivas nos elementos naturais do ambiente como: desmatamento da vegetação, erosão do solo, enchentes, inundações e secas nos recursos hídricos, todos interligados influenciando de forma direta as condições sociais. Discussões acerca da alteração dos padrões de uso e ocupação do solo têm despertado interesse dos

pesquisadores, devido ao rápido processo de transformação da paisagem e aos impactos sócioambientais decorrentes, que causam preocupações desde a escala global até o local.

Portanto, o estudo do uso e ocupação do solo consiste na aquisição de informações acerca das alterações, geralmente antrópicas, em determinado(s) espaço(s) conforme as diferentes formas de ocupação. Bem como, expressa significativamente parte do conjunto de atividades de uma sociedade, isto é, pode-se dizer que é a expressão espacial da reprodução social (AHLERT et al. 2007).

2.4. Geoprocessamento na análise ambiental

Nos últimos anos o geoprocessamento tem se popularizado, sendo utilizado em diferentes áreas de trabalho, como por exemplo, na análise de recursos naturais e no planejamento territorial urbano em setores como: transporte, comunicações, água e energia. Devido entre outras explicações, a ampliação na capacidade de análise, a redução do tempo e dos custos nos trabalhos em relação aos métodos tradicionais de análise.

Tal fato pode também ser atribuído ao crescimento das tecnologias da informática que possibilita a qualquer indivíduo, devidamente instruído, realizar com precisão e de forma mais rápida, resolver determinado problema. A partir, por exemplo, da integração dos dados obtidos por meio do sensoriamento remoto, o que permite a um gestor público conhecer os limites e a configuração do seu território, deixando-o apto a tomar decisões mais rápidas (MOURA, 2007).

Porém, esta aceitação pode gerar conflitos acerca do conceito, tendo em vista que o geoprocessamento engloba algumas ciências. Diante disso, Rosa (2005), conceitua o geoprocessamento como sendo o conjunto de tecnologias utilizadas para coletar, processar, analisar e disponibilizar informações georreferenciadas. Já Câmara et al. (1999), afirmam que o termo geoprocessamento significa uma disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas.

O geoprocessamento consiste em um conjunto de técnicas de coleta, tratamento e manipulação de dados georreferenciados, onde a partir dos quais são geradas informações espaciais voltadas para um objetivo específico. Dentre as técnicas mais utilizadas estão: digitalização de dados, sensoriamento remoto, cartografia, fotogrametria e o SIG – Sistema de Informação Geográfica definido como um sistema computacional, que reuni em um único ambiente, meios para manipular os dados, possibilitando o entendimento da dinâmica dos fenômenos no espaço geográfico. A partir do qual, estes dados espaciais adquiridos por meio

de diferentes fontes como levantamentos de campo, podem ser processados. Bem como possibilita armazenar, recuperar, atualizar e corrigir os dados outrora processados com mais eficiência. Sendo capaz de realizar tratamentos nos dados armazenados, analisando-os, e assim exibidos de forma controlada por meio de saídas pré-estabelecidas.

Nas pesquisas científicas que abordam como objeto de estudo o uso e ocupação do solo visando uma relação com os recursos hídricos, as técnicas de geoprocessamento são significativas tendo em vista que é possível entender as possíveis modificações no espaço analisado sem precisar ter um contato direto com a área em análise. Para isto utiliza-se do sensoriamento remoto, que segundo Moreira (2005), significa um método de obter informações a distância de determinado objeto a partir da resposta espectral apresentada por este objeto em análise. No mesmo pensamento, porém de forma mais didática, Florenzano (2002) o define como uma tecnologia que obtém imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida pela superfície observada, sem precisar existir um contato físico entre o sensor e a superfície terrestre.

As aplicações das técnicas de geoprocessamento ganham destaque nos estudos ambientais, principalmente nos que tratam dos aspectos anteriormente citados. Lubenow e Filho (2009) fizeram um estudo em que cita vários relatos de trabalhos executados em área de abrangência de bacias hidrográficas, para a elaboração de análises de uso e ocupação da terra.

Carvalho et al. (2003), em seu estudo caracterizaram os sistemas físicos-naturais que compõem a área do estuário e entorno do rio Pirangi – CE, buscando-se ao final, uma avaliação do uso e ocupação do solo, no intuito de fornecer subsídios para um melhor planejamento para ocupação destes espaços. Já Guedes (2012), em seu trabalho realizou uma análise espaço-temporal da qualidade da água superficial de significativa porção da bacia hidrográfica do rio Gramame no Estado da Paraíba. A partir da manipulação dos dados de qualidade das águas em um SIG, conseguiu identificar áreas de maior degradação hídrica.

2.5. Estuários

Os estuários são conhecidos por serem ecossistemas de transição entre o oceano e o continente, portanto de extrema dinâmica, com modificações constantes respondendo as diversas forças naturais envolvidas na sua configuração. Apresentam ao mesmo tempo uma alta complexidade e significativa vulnerabilidade às ações antrópicas. Visto que algumas atividades econômicas se desenvolvem nas suas proximidades, por conta da sua disposição espacial, favorecendo, por exemplo, a instalação de portos. Sendo assim, devido a sua relevância para a ecologia e economia, diversas pesquisas em diferentes áreas estão sendo

realizadas sobre os estuários, a partir de diversos aspectos o que permite ao pesquisador entender o funcionamento destes ecossistemas.

No que diz respeito à definição de estuário, pode apresentar vários significados dependendo da abordagem. Porém, deve ser feita de forma que envolva as características e processos essenciais, como também, o contexto em que o estuário está inserido. Diante disso, Guerra (2009), afirma que os estuários representam porções finas de um rio, estando sujeitos aos efeitos sensíveis das marés. Já Braga et al. (2005) dizem que é um corpo hídrico semifechado com livre acesso para o mar, com as águas marinhas misturando-se com águas doces em pontos de desembocaduras de rios e baías costeiras. Entretanto, a definição mais difundida é a apresentada por Miranda; Castro; Kjerfve, (2002, p.34) *apud* Cameron e Pritchard (1963) que definem estuário como sendo “*um corpo de água costeiro semifechado, com uma livre ligação com o oceano aberto, no interior do qual a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce oriunda da drenagem continental*”.

Nos estudos sobre estuários abordados sob uma perspectiva geográfica, o termo é usado para localizar a região interior de um ambiente costeiro, onde ocorre o encontro das águas fluviais com a oceânica, estas sendo transportadas ao longo do rio até a parte de influência da força da maré.

Segundo Neto et al. (2004), os estuários pode ser subdividido em três zonas distintas de acordo com a interação das águas oceânicas e continentais. A primeira diz respeito à Zona Estuarina Fluvial, onde a salinidade das águas é sempre menor que 1, mas com possíveis efeitos da maré; a segunda é a Zona Estuarina Média, que apresenta uma variação na salinidade entre 1 a 35, onde ocorre a mistura entre as águas oceânicas e fluviais; e a terceira trata-se da Zona Estuarina Costeira, região onde a salinidade é semelhante à salinidade oceânica.

Os estuários podem ser encontrados ao redor de todo globo independente das condições de clima e maré, porém, vale ressaltar que são mais desenvolvidos nas planícies costeiras das médias latitudes. Deste modo, sua configuração está relacionada com a origem e localização no Globo. Sendo assim os estuários, geomorfologicamente, podem ser classificados em: vale de rios afogados, tipo Fjord, forma de barra e estuários formados por processos tectônicos (SILVA, 2004).

Portanto, diante da classificação anteriormente citada, pode-se afirmar que o estuário do rio Gramame, é caracterizado como um estuário do tipo forma de barra, Figura 2. Pois segundo Miranda; Castro; Kjerfve, (2002) este tipo de estuário provavelmente pode ter sido formado por inundações de vales primitivos de rios durante a transgressão marinha, porém a

sedimentação recente formou a barra na sua desembocadura. O qual é associado a regiões costeiras com maiores processos erosivos originando quantidade significativas de sedimentos que são retrabalhados pelas ondas e transportados por correntes litorâneas. Em geral, são sistemas que apresentam uma profundidade não superior a 30m, devido a sua pequena variação de maré e ao expressivo volume de sedimento.

Figura 2 – Estuário do rio Gramame.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

2.6. Qualidade da água

Considerado como um dos principais instrumentos na gestão dos recursos hídricos, o monitoramento da qualidade da água fornece informações necessárias sobre a situação de um corpo hídrico, servindo de base para tomadas de decisões acerca dos usos múltiplos e integrados deste recurso, diminuindo os possíveis impactos. Uma vez que permite analisar as características da água, no objetivo de adequá-la aos distintos usos.

Um relevante aspecto na qualidade da água de um ambiente hídrico é monitorar a sua evolução temporal, por possibilitar identificar quais as ações adequadas para determinada condição. Mas, para que seja realizado esta análise qualitativa, é preciso implementar

programas de monitoramento, na tentativa de estabelecer padrões de distribuição sazonais e espaciais para indicadores bióticos e abióticos (MEZOMO, 2009).

No que diz respeito às informações oficiais sobre qualidade da água no Brasil, as instituições responsáveis, ainda, não as informam com eficiência. Devido, às estações de monitoramento em operação ser recentes e em pouca quantidade, na maioria dos estados do país. As quais apresentam a partir das poucas variáveis analisadas e a periodicidade das coletas irregulares dados imprecisos, o que dificulta avaliar com exatidão a qualidade da água de um corpo hídrico (REBOUÇAS; BRAGA; TUNDISI, 2006).

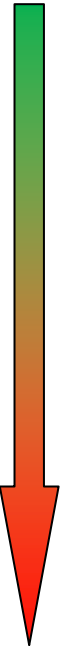
Segundo Mezomo (2009), na avaliação da qualidade da água, os indicadores utilizados, são determinados de acordo com o que pretende ser realizado. Sendo escolhidos os com maiores possibilidades de êxito na caracterização das alterações que ocorrem em um corpo hídrico.

Rebouças, Braga e Tundisi (2006), afirmam que para analisar a qualidade de um meio hídrico, dependendo do objetivo, se faz necessário considerar aspectos físicos, químicos e biológicos da água em análise.

Von Sperling (2005), aponta que as principais características das águas quando analisadas, são: físicas – quando existe a presença de sólidos na água, os quais dependendo do tamanho podem ser suspensos, coloidais ou dissolvidos; químicas – que diz respeito à existência de matéria orgânica e/ou inorgânica na água; e as biológicas – que são os seres animais, vegetais e protistas presentes na água.

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/05 que dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e as diretrizes ambientais para seu enquadramento. O uso das águas é definido em 13 classes, conforme o grau de salinidade e os valores apresentados nos parâmetros físico-químicos e biológicos utilizados. Para este estudo será considerada a classificação que trata das águas salobras (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de uso das águas salobras.

Classes	Tipo de uso	
Especial	. à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; . à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.	Maior exigência de uso 
1	. à recreação de contato primário, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000; . à proteção das comunidades aquáticas; . à aquicultura e a atividade de pesca; . ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; . à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e a irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.	
2	. à pesca amadora; . à recreação de contato secundário.	
3	. à navegação; . à harmonia paisagística.	

Fonte: www.mma.gov.br/port/Conama/res/res05/res35705. Adaptado em 28 de ago. 2013.

Então, de forma sucinta, a seguir são expostos os parâmetros que são mais utilizados para avaliações da qualidade da água, que também serão considerados neste trabalho.

▪ **Parâmetros físicos:**

Turbidez:

Corresponde ao grau de interferência na passagem da luz através da água, cominando em uma aparência turva à mesma. Atribuída, geralmente, as partículas sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, coloides) que podem ser formadas por diversos fatores.

Cor:

Resultante da presença de substâncias em solução na água, sendo responsável pela coloração desta.

Condutividade:

Corresponde a capacidade de uma solução, no caso a água, de conduzir corrente elétrica. Esta capacidade é atribuída à concentração dos íons presentes na solução. Os íons responsáveis pelos valores da condutividade são os denominados de macronutrientes (cálcio, magnésio, potássio, sódio, sulfato, sulfeto). E pode ter sua atividade iônica influenciada pelo pH e pela temperatura.

- **Parâmetros químicos:**

- Potencial Hidrogeniônico – pH:

- Trata-se da concentração de íons de Hidrogênio presentes em uma amostra de água. A partir deste parâmetro, pode-se determinar a solubilidade – quantidade que pode ser dissolvida na água. Indica em uma escala que varia de 0 a 14 se a água está: ácida ($\text{pH} < 7$), neutra ($\text{pH} = 7$) ou básica/alcalina ($\text{pH} > 7$).

- Oxigênio Dissolvido – OD:

- A concentração de OD diz respeito ao percentual da concentração de saturação. Portanto, os níveis de OD demonstram a disponibilidade de um ambiente hídrico favorecer a vida aquática. Entre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O_2) é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização dos ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para água são a atmosfera e a fotossíntese; porém, a redução de oxigênio (O_2) na água acontece pela oxidação da matéria orgânica, perdas para a atmosfera e oxidação dos íons metálicos.

- Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO:

- Este parâmetro quantifica a poluição orgânica nos corpos hídricos. O qual consiste na quantidade de oxigênio consumida pelos microorganismos, na decomposição da matéria orgânica na água, conforme as condições aeróbicas. Para que isto ocorra estipula-se um valor padrão ($\text{DBO}_{5,20}$) de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C .

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Levantamentos de dados

Cartográficos

- Pontos das estações de monitoramento da qualidade da água: Coordenadas de localização disponibilizadas pela SUDEMA;
- Limites político-administrativos fornecidos pelo IBGE;
- Limites de bacias hidrográficas da Paraíba disponíveis no site da AESA;
- Imagens de Satélite LANDSAT – 5 (*Land Remote Sensing Satellite*), sensor TM (*Thematic Mapper*), fornecidas pelo INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. O referido sensor dispõe de sete bandas, cada uma correspondendo a uma faixa do espectro eletromagnético capturada pelo citado satélite. Possui uma resolução espectral 30m comum na maioria das bandas, somente na banda 6 que é de 120m.

Como também dados obtidos a partir do uso do *Google Earth*, que possibilitou realizar um conhecimento relevante da área de estudo; auxiliando na elaboração do mapa temático.

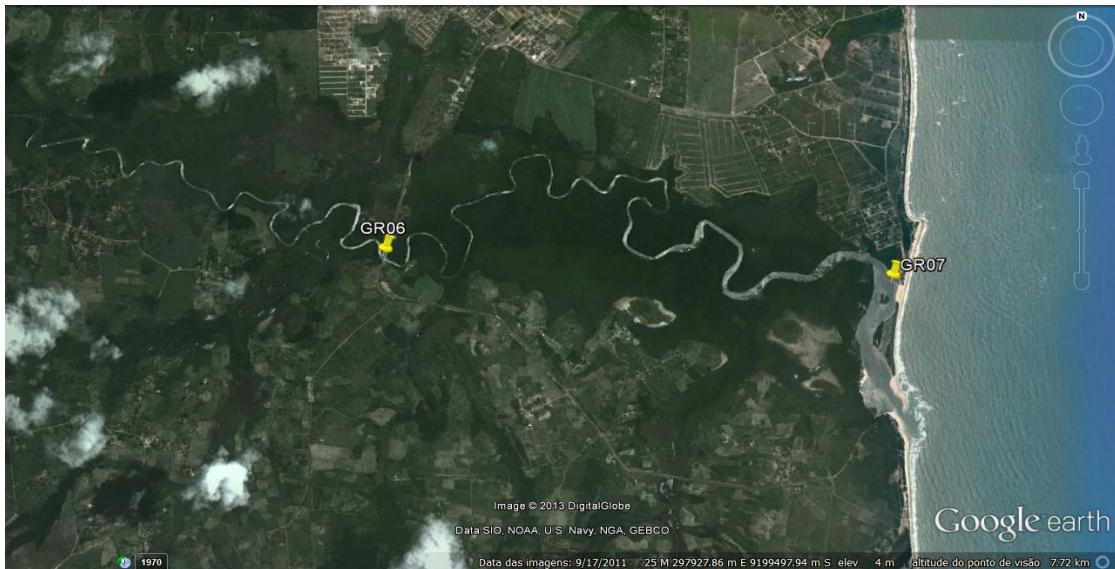
Censitários

Para compreender o contexto socioeconômico dos municípios inerentes à área objeto de estudo deste trabalho, foram utilizados dados da população, urbana e rural, referentes ao censo de 2010, disponibilizados pelo IBGE. Como também informações de outros órgãos, que contribuíram na compreensão da dinâmica de uso e ocupação do solo através das atividades econômicas desenvolvidas, tais como agricultura, aquicultura, indústrias, dentre outras.

Limnológicos

Foram adquiridos os resultados das coletas realizadas mensalmente pela SUDEMA que faz parte da rede de monitoramento de qualidade da água do Brasil; em dois pontos GR06 e GR07 ao longo do rio Gramame, especificamente, na porção inerente ao estuário, para o ano de 2010. Localizados na Zona 25, com as respectivas coordenadas UTM: 296707.00 mE/9200591.00 mS – 2º Ponte da PB/008 sentido sul e 300612.00 mE/9199631.00 mS – Desembocadura do rio Gramame (Figura 3).

Figura 3 – Localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água.



Fonte: *Google Earht* (2013).

3.2. Processamento dos dados

No que diz respeito à análise de uso e ocupação do solo deste trabalho foram empregadas técnicas de geoprocessamento através da utilização do *software* SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas, versão 5.2.4. A escolha deste SIG atribui-se as vantagens que o mesmo oferece, pois é de domínio público, atua como um banco de dados geográfico, possibilitando trabalhar com um significativo número de informações, seja no formato vetorial, matricial ou raster.

Neste momento do trabalho, dentre outros procedimentos importantes, foi realizado com as imagens de satélite *TM – LANDSAT 5*; o realce das imagens, através do contraste que procura melhorar a qualidade visual da imagem, ampliando a interpretação e a qualidade da informação. Após este processo foi possível realizar as análises das imagens, primeiro usando a segmentação que reúne pixels com semelhanças em termos tonais e texturais, e depois através da classificação que consiste no processo de assinalar pixels às classes, onde cada pixel é tratado como uma unidade individual composta de valores em várias bandas espectrais. Por fim, com a imagem “pronta para ser trabalhada” foram definidas sete classes distintas de uso e ocupação do solo com base no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006). As quais possuem as seguintes particularidades:

Água: Incluem todas as águas, como cursos d’água e canais, corpos d’água naturalmente fechados, sem movimento (lagos naturais regulados) e reservatórios artificiais além das lagoas costeiras ou lagunas, estuários e baías.

Áreas edificadas: Compreendem áreas estruturadas por edificações, onde predominam as superfícies artificiais não-agrícolas. Estão incluídas, complexos industriais e instituições que podem em alguns casos encontrar-se isolados das áreas urbanas.

Culturas: Esta classe inclui todas as terras cultivadas, caracterizadas pelo delineamento de áreas cultivadas. Encontram-se inseridas nesta categoria as lavouras temporárias, lavouras permanentes, pastagens plantadas e silvicultura.

Faixa de areia: Compreende a área costeira propriamente dita, esta classe foi criada para realizar uma análise espacial mais precisa, assim, a área correspondente não será considerada como solo exposto por exemplo.

Mangue: Esta classe foi criada no intuito de diferenciar da vegetação que engloba todos os tipos de estruturas vegetais.

Solo exposto: Nesta classe são consideradas todas as áreas em que os solos estão descobertos e as que não apresentam ocupações verdes ou construções.

Vegetação: Conforme o sistema de classificação adotado, a vegetação compreende um conjunto de estruturas florestal, abrangendo desde florestas e campos originais e alterados até formações florestais espontâneas secundárias, arbustivas, herbáceas e/ou gramíneo, em diversos estágios sucessionais de desenvolvimento.

Nas análises de qualidade da água, foram utilizados os parâmetros que apresentavam melhor disponibilidade de dados a partir dos resultados da SUDEMA. As variáveis físicas utilizadas foram Turbidez, Condutividade e Cor; e às químicas, o Potencial Hidrogeniônico(pH), a Demanda Bioquímica de Oxigênio(DBO) e o Oxigênio Dissolvidos(OD). Todos os dados dos referidos parâmetros foram interpretados de acordo com o que estabelece a Resolução CONAMA 357 de 2005, especificamente, aos padrões que tratam a qualidade da água de Classe 3. Neste trabalho, os dados limnológicos utilizados foram os referentes ao ano de 2010, de dois pontos de coleta para análise de responsabilidade da SUDEMA. O GR06 e GR07, a escolha dos quais, foi devido a sua localização geográfica, inseridos na área objeto de estudo. Portanto, a partir das médias mensais realizaram-se as interpretações dos padrões ao longo do ano.

3.3. Análise dos dados

Nesta fase do trabalho, foram realizadas as interpretações quantitativas e qualitativas dos gráficos, mapas e tabelas produzidos na etapa de processamento dos dados, possibilitando a elaboração final do trabalho com a disponibilização dos resultados obtidos; como também, a partir desta análise fazer considerações sobre a situação da área de estudo.

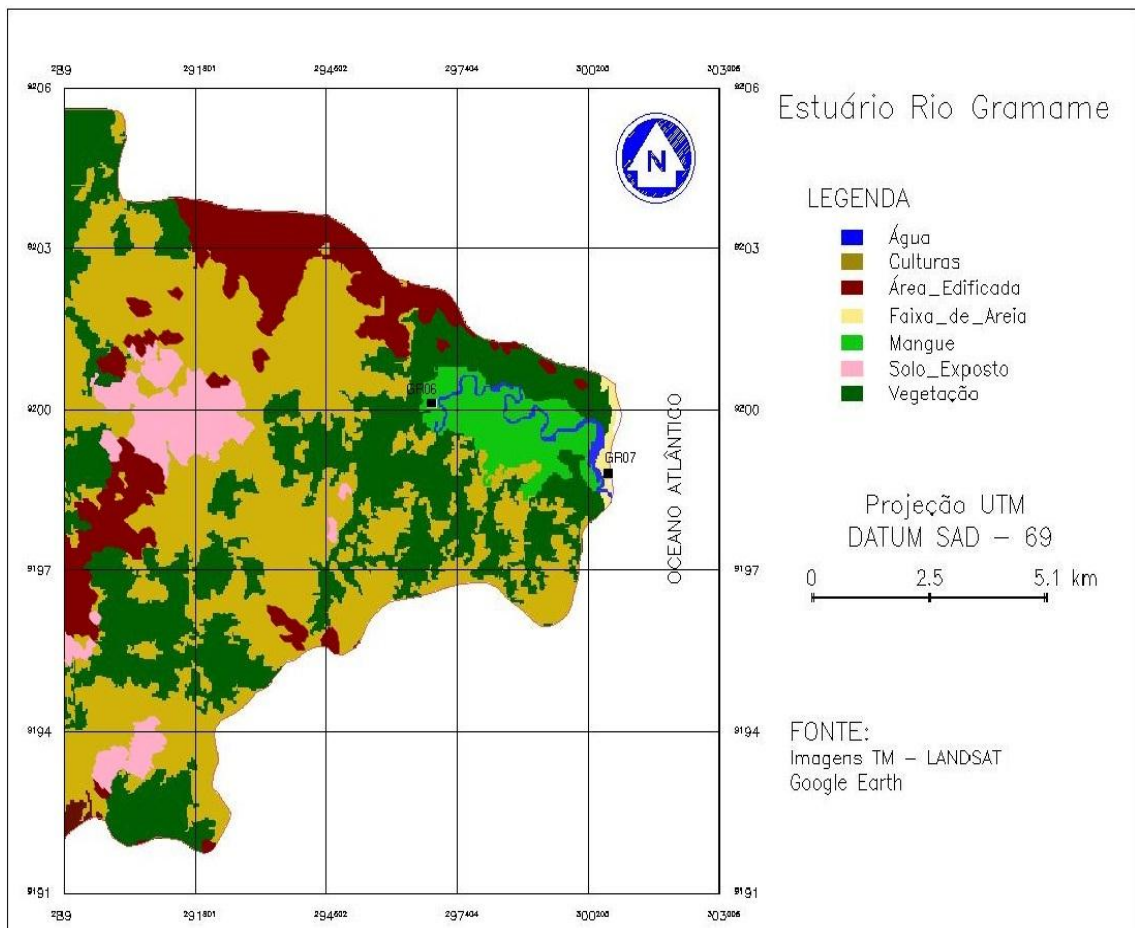
4. RESULTADOS

Diante das análises feitas neste trabalho sobre o uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame e da qualidade da água foi possível realizar algumas correlações entre os resultados obtidos, representando-os a partir de gráficos, mapas e tabelas de forma que favoreceu a discussão acerca das alterações ambientais identificadas. Os resultados alcançados foram expressivos tendo em vista que este estudo conseguiu compreender os fatores analisados.

4.1. Análise do uso e ocupação do solo

Acerca da discussão sobre o uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame, se faz necessário observar a Figura 4 que demonstra o mapa de uso e ocupação do solo de 2010. Já de início sem levar em consideração aos dados quantitativos, percebe-se que no geral, a área encontra-se significativamente ocupada por alguma influencia antrópica seja ela agrícola(culturas) ou não agrícola(área edificada).

Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo no entorno do estuário do rio Gramame.



Fonte: Elaborado pelo autor (2013).

Na Tabela 3, é apresentada a distribuição em área e percentual das classes de uso e ocupação identificadas na área para o ano de 2010, como o objetivo de observar em termos quantitativos os tipos de uso.

Tabela 3 – Distribuição das classes de uso em área e percentual.

Classe	Área Km²	Percentual (%)
Água	2,4	2,45
Culturas	47,8	49,4
Áreas edificadas	15,2	15,7
Faixa de areia	1,8	1,85
Mangue	7,4	7,61
Solo exposto	5,9	6,09
Vegetação	16,4	16,9
Total	96,8	100

Fonte: Elaborada pelo autor (2013).

Conforme a Tabela 3, dos 96,8 Km² da área no entorno do estuário em estudo, fica claro que a maior parte é ocupada pela classe de uso culturas, sejam elas temporárias ou permanentes. A classe de vegetação (primárias e/ou secundárias) apresenta-se pouco expressiva ocupando menos de 20% da área; outro uso expressivo diz respeito às áreas edificadas. Como também as classes de mangue e solo exposto como pouca representatividade. O que comprova quando se observa o mapa de uso e ocupação do solo (Figura 4).

Na área de estudo se faz presente uma diversidade de vegetação compatível com os aspectos físicos dominantes nesta região, inserida na faixa úmida costeira, exibindo certa complexidade vegetal. Porém, como nas demais áreas litorâneas do Estado da Paraíba, este elemento geográfico é passível de pressões, devido aos desmatamentos e do uso indiscriminado dos solos, o que compromete sua existência, como confirma a Figura 5, correspondendo a uma área de 16,4 Km², ou seja, de aproximadamente 17%.

Figura 5 – Situação da vegetação nativa.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

Outro fator que merece destaque na análise do uso e ocupação deste trabalho, diz respeito às áreas edificadas no entorno do estuário do rio Gramame Figura 6. As quais devido a diferentes explicações são expressivas, principal ao Norte do estuário, segundo a Tabela 3 esta classe de uso corresponde a uma área de 15,7Km².

Figura 6 – Ocupação por áreas edificadas.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

No que diz respeito à vegetação de mangue de acordo com as análises de uso e ocupação, a mesma se encontra comprometida, apresentando uma percentual de 7,61% o que corresponde a uma área de aproximadamente 8 Km², Figura 7. Tal situação pode acarretar sérios riscos ao bem estar e a biodiversidade dos sistemas marinhos e estuarino que dependem da manutenção da qualidade destes *habitats*. Pois, contribuem com alimento, refúgio, corredor migratório e criatórios para uma variedade de organismos costeiros e marinhos.

Figura 7 – Ocupações próximas à vegetação de mangue.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

Ocupando lugar da vegetação nativa algumas culturas agrícolas(permanentes e não - permanentes), são presentes na área, tais como: coco, mandioca e inhame Figuras 8 e 9. No mapa de uso e ocupação do solo essas culturas em termos quantitativos correspondem a uma área de 47,8 Km², chegando a termos percentuais de aproximadamente 50% do espaço analisado neste trabalho.

Figura 8 – Plantação de coco próxima ao estuário.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

Figura 9 – Plantação de coco relativamente próxima ao estuário.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

Os solos expostos identificados na análise correspondem a uma área relativamente pequena, porém, devem ser consideradas, devido ao fato de estar susceptíveis a processos erosivos superficiais, o que pode prejudicar os solos da área, tendo seus nutrientes lixiviados

por estes e outros processos. De acordo com o mapa e os dados estatísticos, esta classe corresponde a 5,6 Km², ou seja, aproximadamente 6,09% como mostram as setas na Figura 10.

Figura 10 – Solos expostos na área de estudo.



Fonte: DIEP/SEMAM (2012).

Acerca da água na análise realizada, demonstra-se pouco representativa, com 2,45%, tal valor pode ser explicado devido ao manuseio geotecnológico, que não abordou grandes áreas hídras. Como também, a classe denominada faixa de areia, com aproximadamente 2%, a qual foi criada com o objetivo de não confundir a classificação, logo se faz presente neste trabalho, mas, sem maior importância.

4.1. Análise da qualidade da água.

A qualidade da água de determinado corpo hídrico, como já foi afirmado anteriormente, depende de algumas influências físicas, químicas e/ou biológicas do meio em que estão inseridos. A qual pode ser definida desta forma natural, a partir de matérias oriundas de fontes distantes, porém, atribui-se na maior parte dos casos de contaminação ou poluição dos meios hídricos, às formas ao uso e ocupação do solo, de onde está localizado o ambiente aquático.

Neste trabalho as interpretações dos dados de qualidade da água, além de compreender os aspectos qualitativos, possibilitaram a partir da legislação vigente, entender como se constrói ações planejadas para mitigar os efeitos e impactos ambientais negativos

possivelmente encontrados. Os gráficos a seguir apresentam os resultados dos dados de qualidade da água adquiridos na SUDEMA após um tratamento estatístico simples(média), sendo comparados com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005.

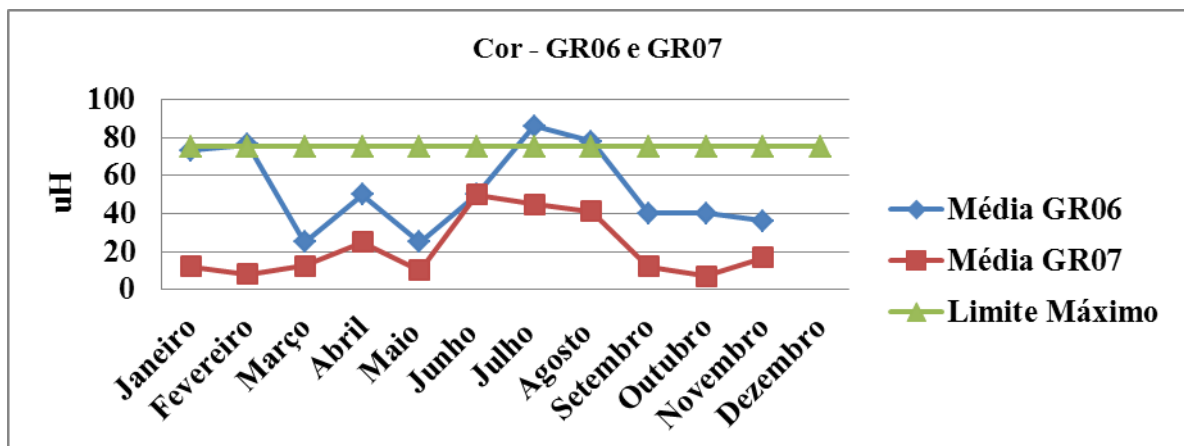
Parâmetros Físicos:

Cor:

O valor deste parâmetro é importante, tendo em vista que a água de Cor elevada provoca a sua rejeição por parte dos usuários. Tal alteração pode ser atribuída à matéria orgânica, substâncias húmicas, porém, as maiores fontes de modificação são os resíduos industriais não tratados adequadamente.

Na avaliação da Cor nos pontos de monitoramento GR06 e GR07, observando o Gráfico 3, no ponto GR06 os meses de Janeiro, Fevereiro, Julho e Agosto se encontram fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 ultrapassando o limite máximo de 80 uH. Já o ponto GR07 todos os meses obedecem ao referido padrão, apresentando somente nos meses Junho a Agosto uma pequena elevação na média, chegando relativamente próximo ao limite máximo.

Gráfico 1 – Variação do parâmetro Cor no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da SUDEMA (2013).

Provavelmente a alteração percebida na Cor do ponto GR06 pode ser atribuída a resquícios de efluentes líquidos devidamente não tratados por parte de certas indústrias próximas a este ponto de coleta de monitoramento.

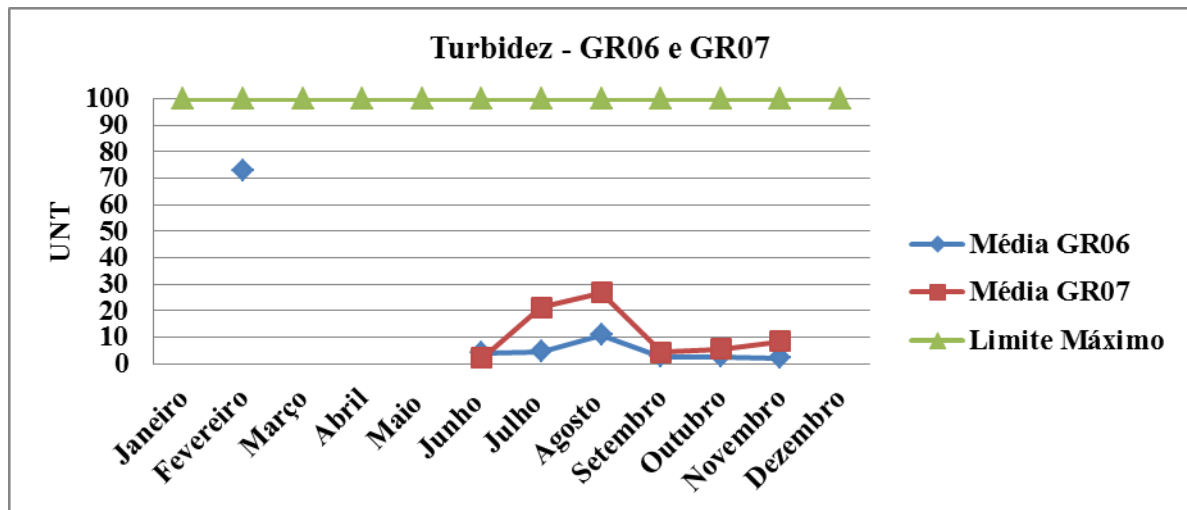
Turbidez:

Este parâmetro tem uma significativa relação com a quantidade de sólidos totais presentes na água, a partir de pequenas porções de origem natural ou até mesmo de matéria

inorgânica. Como fonte dos materiais citados, atribue-se a solos de áreas com vegetação ciliar, aos resíduos industriais, como também a efluentes domésticos não tratados. Vale ressaltar, que elevadas taxas de Turbidez compromete de forma significativa a fotossíntese realizada pela vegetação, prejudicando o desenvolvimento de novas comunidades biológicas.

Na análise deste parâmetro, apesar do órgão não ter realizado o monitoramento no primeiro semestre de 2010. As médias nos pontos GR06 e GR07 ficaram abaixo do padrão CONAMA, porém, observado a variação longo do ano de 2010, nos meses de Junho a Agosto houve uma tímida elevação como mostra o Gráfico 4.

Gráfico 2 – Variação do parâmetro Turbidez no ano de 2010.

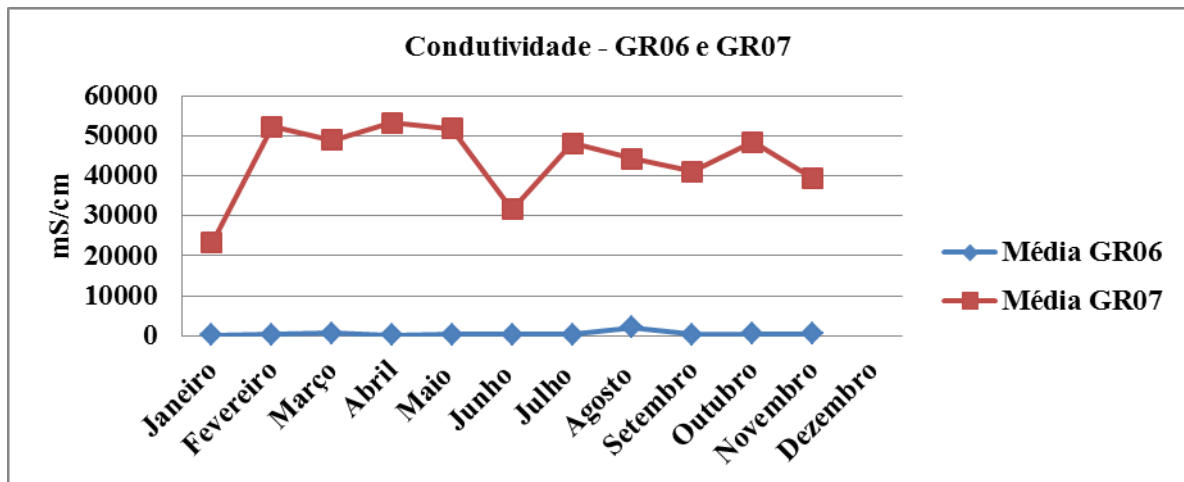


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da SUDEMA (2013).

Condutividade:

Este parâmetro diz respeito à capacidade que a água tem para conduzir corrente elétrica. O qual está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, ou seja, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água.

Analisando os dados da condutividade elétrica dos dois pontos observados, constatou-se que os meses de Fevereiro, Abril, Maio e Outubro apresentaram os maiores valores no ano de 2010, conforme é demonstrado no Gráfico 5. Importante lembrar que a referida resolução não estabelece padrão a ser seguida para a Classe 3, abordada neste trabalho. Porém, se fez uso deste parâmetro devido ao fato dele estar intimamente ligado aos valores de salinidade, que para este trabalho não apresenta dados suficientes no órgão responsável pela análise primária.

Gráfico 3 – Variação do parâmetro Condutividade no ano de 2010.

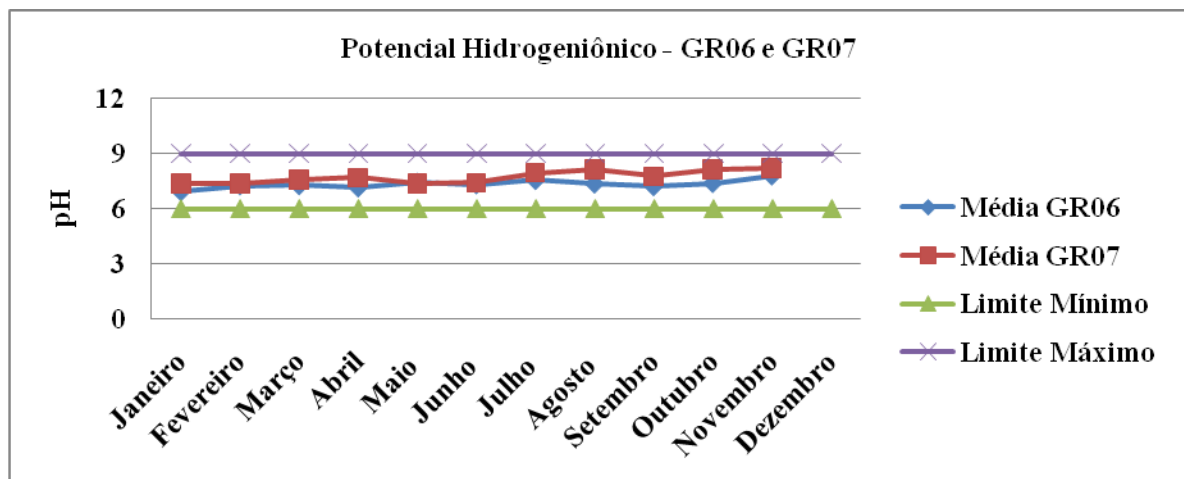
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da SUDEMA (2013).

Parâmetros Químicos:

Potencial Hidrogeniônico – pH:

Na água, o pH depende de sua origem e características naturais, podendo ser alterado pela introdução de certos resíduos, por exemplo, quando a água com pH baixo aumenta o potencial corrosivo; porém, águas com pH altos, favorecem a formação de incrustações ferruginosas nas tubulações. Portanto a norma vigente recomenda que o pH oscile na faixa 6 a 9, não devendo haver uma mudança no pH natural, maior que 0,2 unidades.

No Gráfico 6 percebe-se que o pH dos pontos GR06 e GR07 não ultrapassam os limites recomendados. Porém, é importante observar que no segundo semestre do ano de 2010, houve uma ascendência na media do pH do ponto GR07, caracterizando a água neste período como básica. Em contrapartida o ponto GR06 de forma geral pode-se dizer que a água comportou-se entre neutra e ácida.

Gráfico 4 – Variação do parâmetro Potencial Hidrogeniônico no ano de 2010.

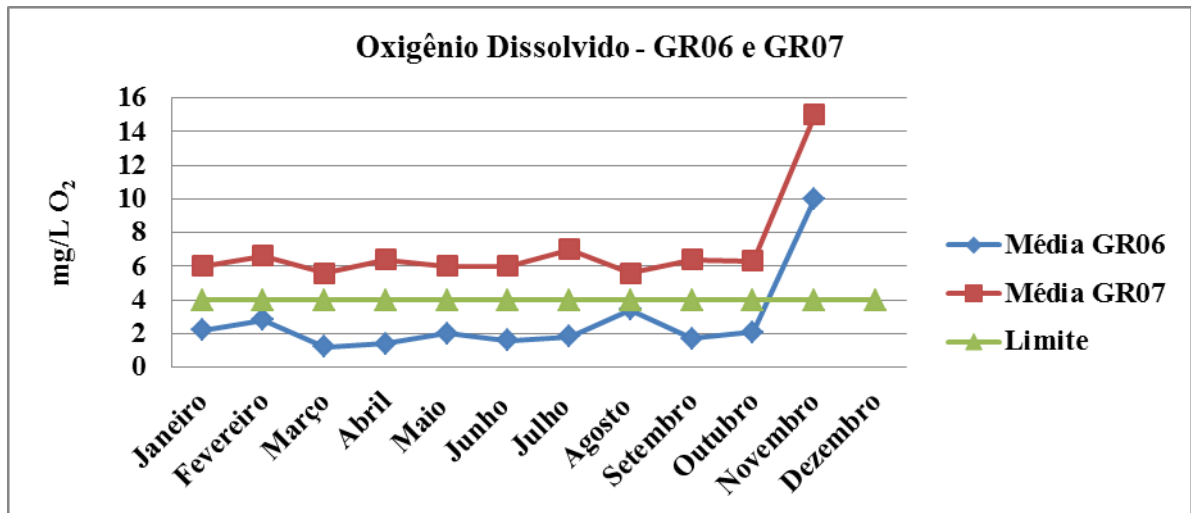
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da SUDEMA (2013).

Oxigênio Dissolvido – OD:

Diz respeito a quantidade de gás Oxigênio presente na água. Consiste na mensuração da capacidade da água de sustentar organismos aquáticos. Ou seja, quanto menor for o (OD) na água, menor a capacidade de sobrevivência no corpo hídrico.

Na Resolução CONAMA 357/2005, o limite estabelecido é de não inferior a 4 mg/L O₂. Portanto, diante deste padrão ao observarmos o Gráfico 7, percebe-se que na maioria do ano o ponto GR06 encontra-se abaixo do limite recomendado pela norma, somente o mês de Novembro que superou esta meta. Tal alteração significativa deve-se ao fato da localização do ponto ser em área mais antropizada. Já o GR07 apenas em alguns meses é que ensaia-se uma tendência a não atender a legislação.

Gráfico 5 – Variação do parâmetro Oxigênio Dissolvido no ano de 2010.



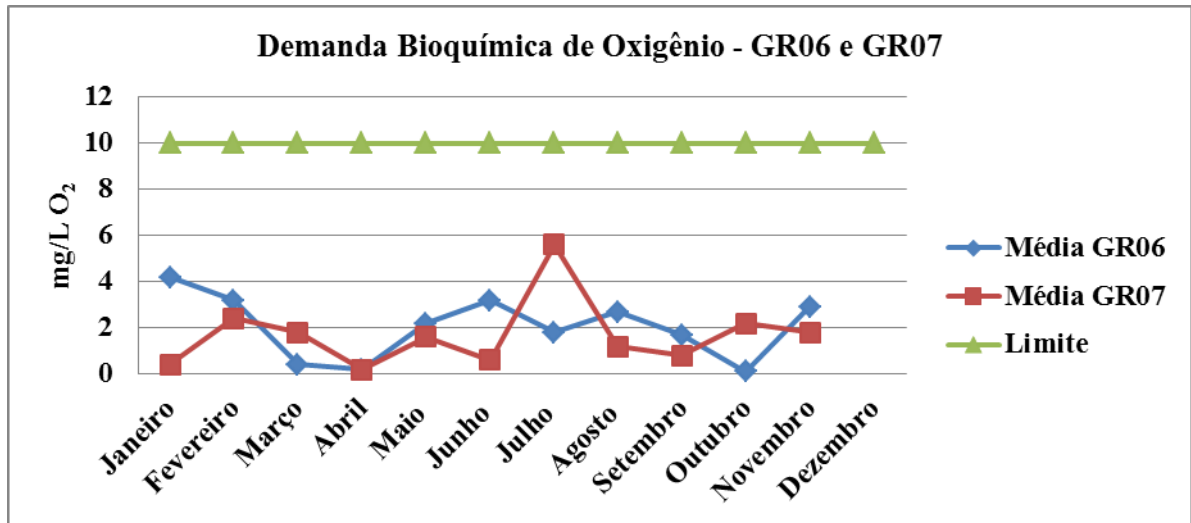
Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da SUDEMA (2013).

Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO:

Trata-se da quantidade de oxigênio necessária para decomposição da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbicas. Portanto, consiste em um parâmetro importante, tendo em vista que representa o quanto de oxigênio será gasto no processo aeróbico para decompor a matéria orgânica presente em um líquido.

Ao observar o Gráfico 8 nota-se que não houve alteração nas médias dos pontos de coleta GR06 e GR07 ao ponto de ultrapassar o limite recomendado na Resolução 357/2005.

Gráfico 6 – Variação do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados da SUDEMA (2013).

Apenas percebe-se uma média mais acentuada no ponto GR07, correspondente ao mês de Junho, provavelmente por conta da matéria orgânica presente no estuário. E no ponto GR06 uma curva ascendente do mês de Abril a Junho, certamente devido a descargas de efluentes domésticos sem tratamento adequado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto neste trabalho podemos apresentar algumas considerações importantes para caracterizar esta pesquisa.

O emprego de algumas técnicas de geoprocessamento para o mapeamento do uso e ocupação do solo na área de estudo mostrou-se satisfatório, uma vez que, possibilitaram quantificar e espacializar as classes de uso e ocupação do solo.

Conforme os objetivos desta pesquisa observou-se que a qualidade da água nos dois pontos adotados para análise, de forma geral, atende o que recomenda a Resolução CONAMA 357 de 2005. Uma vez que para as Águas Salobras, no caso, de Classe 3 não estabelece padrões mais rigorosos, devido ao uso destas. Porém, ressalta-se que existe uma grande demanda por essa água, então, requer uma atenção também especial.

Analisando o mapa de uso e ocupação do solo, observou-se que a área estipulada para o estudo neste trabalho, encontra-se significativamente alterada por atividades antrópicas, na qual a maior parte corresponde a atividades agrícolas.

Avaliar a qualidade da água aliada ao uso e ocupação do solo foi relevante, pois conforme alguns temas geográficos, que possibilita discutir questões acerca do planejamento territorial urbano e rural, conflitos sobre recursos hídricos, entre outros assuntos.

Desta forma, quando são relacionados os dados de uso e ocupação do solo com os das análises de qualidade da água, observa-se que no ponto GR07, ainda com menor influência antrópica, apresenta valores de qualidade da água dentro dos padrões da legislação. Entretanto, no ponto GR06 onde recebe uma maior pressão das ações humanas, os valores ultrapassam os limites estabelecidos na norma.

Assim, a importância deste estudo permitiu apresentar uma forma para agir diante de possíveis degradações ambientais, propondo ações de planejamento que diminua os efeitos e impactos ambientais negativos, em ambientes costeiros, especificamente, os estuarinos. Portanto, entende-se que os objetivos foram atendidos e almeja que baseado neste trabalho, outros sejam desenvolvidos na mesma ou em outras áreas correlatas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. **Abastecimento urbano de água: Panorama nacional**. v. 1, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Download.aspx>. Acesso em: 10 de jul. 2013.

ARAUJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. (Org.). **Gestão ambiental de áreas degradadas**. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 320 p.

AHLERT, S; et al. **Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS**. Anais XIII, SBSR, Florianópolis, Brasil, 2007, INPE, p. 1103-1107. Disponível em: http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/10.15.12.58/doc/13_173.pdf. Acesso em: 11 de jul. 2013.

BOTELHO, R.; SILVA, A. **Bacia hidrográfica e qualidade ambiental**. In: VITTE, A.; GUERRA, A. Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. Cap. 6, p.153-192.

BRASIL. **Decreto 24.643, de 10 de Julho de 1934**. Palácio do Planalto. Brasília, DF, 1934. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm. Acesso em: 10 jul. 2013.

_____. **Lei nº 9.433, de 08 de Janeiro de 1997**. Política Nacional e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Palácio do Planalto. Brasília, DF, 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm. Acesso em: 10 jul. 2013.

BRAGA, B. et al. **Introdução à engenharia ambiental: desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 318 p.

CÂMARA, G.; BARBOSA, C. C. F.; DAVIS, C.; FONSECA, F. **Conceitos básicos em geoprocessamento**. Livros On-line, Teoria e Aplicações, INPE. 1999.

CARVALHO, et al. **Caracterização do uso e ocupação do estuário e entorno do rio Pirangi (CE)**. Anais XI SBSR, Belo Horizonte, INPE, 2003. p. 1525-1532. Disponível em: http://mar.te.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.14.12.57/doc/13_173.pdf. Acesso em: 11 de jul. 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: HUCITEC, 1979. 106 p.

_____. **Geomorfologia**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

_____. **Perspectiva em geografia**. São Paulo: Difel, 1982. 318 p.

CONAMA. **Resolução 20, de 18 de junho de 1986.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=43>. Acesso em: 10 jul. 2013.

CONAMA. **Resolução 357, de 17 de março de 2005.** Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em 10 jul. 2013.

CORSEUIL, C. W.; CAMPOS, S. **Geoprocessamento aplicado na determinação das classes de declive e de uso das terras da microbacia do Arroio Ajuricaba – Marechal Cândido Rondon – PR.** Energia na agricultura, Botucatu, v. 22, n.4, p. 33-41. 2007. Disponível em: <http://saofrancisco.hidroinformatica.or/es/arquivos.pdf>. Acesso em: 12 de ago. 2013.

DEÁK, C. **Uso do solo.** Disponível em: http://usp.br/fau/docentes/deprojeto/c_deak/CD/4verb/usodosolo/index.html. Acesso em: 11 de jul. 2013.

DOLFUSS, Olivier. **A análise geográfica.** Trad. Heloysa de Lima Dantas. Coleção Saber Atual. São Paulo. Difusão européia do livro. 1973.

EMBRAPA. **SIBCS – Sistema brasileiro de classificação de solos.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2009. 412p.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais.** São Paulo. Oficina de textos, 2002.

GONÇALVES, C. W. P. **Possibilidades e limites da ciência e da técnica diante da questão ambiental.** Revista Geosul. Editora da UFSC. n° 5 – ano – III – 1° semestre, 1998.

GUEDES, O. T. **Espacialização da qualidade da água na bacia do rio Gramame.** 2012, 54p. Disponível em: <http://www.ct.ufpb.br/coordenacoes/ccgec/images/arquivos/TCC/>. Acesso em: 05 de jun. 2013.

GUERRA, A. T. GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico – geomorfológico.** 7° ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 652p.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org.). **A questão ambiental: diferentes abordagens.** 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

HERMANN, B. M.; HADDAD, E. A. **Mercado imobiliário e amenidades urbanas.** São Paulo, 35(2). p. 237-29. Abr-jun. 2005. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-41612005000200001. Acesso em: 12 de ago. 2013.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Manual técnico de uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006.

LACERDA, L. D. **Brazil case study**. In: Principles for a code of Conduct for the Management and Sustainable use of Mangrove Ecosystems. ISME/WB/CENTER. Aahruus, 2005. p. 31-35. Disponível em: http://mit.biology.au.dk/cenTER/MCB_Files/2005_MCB_Code_March.pdf. Acesso em: 12 de ago. 2013.

LUBENOW, T.A; FILHO, O. C. P. **Aplicações de técnicas de geoprocessamento em estudos de uso e ocupação da terra em bacias hidrográficas**. In: VII Semana de Engenharia Ambiental. 2009.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Brasília: UnB. 2012. 266 p.

MEZOMO, Á. **A qualidade das águas como subsídio para gestão ambiental**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2009. 209 p.: il.

MIRANDA, L. B.; CASTRO, B. M.; KJERFVE, B. **Princípios de oceanografia física de estuários**. São Paulo: Edusp. 2002. 418 p.

MOREIRA, E.; TARGINO, I. **Capítulos de geografia agrária da Paraíba**. João Pessoa, EDUEPB, 1997. 332 p.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. 3. Ed. Atual. Ampl. – Viçosa: Ed. UFV, 2005.

MOURA, M. S. **Aplicação do índice de vegetação por diferença (NDVI) para identificação da cobertura fitogeográfica da bacia hidrográfica do rio Goiana-PE**. In: II Simpósio de Geografia Física do Nordeste. 2007.

NASCIMENTO, W. M.; VILLAÇA, M. G. Bacias hidrográficas: planejamento e gerenciamento. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, Mato Grosso do Sul, v. 1, n. 7, p.102-120, 05 maio 2008. Disponível em http://www.cptl.ufms.br/revista-geo/index_revista.htm. Acesso em: 13 de ago. 2013.

NETO, A. J. B.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. **Introdução à geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.

NETTO, A. L. C. **Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (Org): Geomorfologia, uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 93-148.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3ª ed. São Paulo: Escrituras, 2006. 717 p.

ROCHA, J. S. M. **Manual de manejo integrado de bacias hidrográficas**. Santa Maria – Edições UFSM, 1991. 181 p.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, MG Ed. do Autor, 2000.

RODRIGUES, C.; ADAMI, S. **Técnicas Fundamentais para o estudo de Bacias Hidrográficas**. In: VENTURI, L. A. B. Praticando a Geografia: técnicas de campo e laboratório em geografia e análise ambiental. São Paulo: Oficina de textos, 2005, p. 147-166.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 2ªed. rev. Uberlândia. Ed. Da Universidade Federal de Uberlândia, 1992. Santa Maria – Edições UFSM, 1991. 181p.

_____. **Geotecnologias na geografia aplicada**. Revista do Departamento de Geografia – FFLC-USP, São Paulo, n. 16, p. 81-90, 2005. Disponível em: <http://citrus.uspnet.usp.br/rdg/ojs/index.php/rdg/article/view/55>. Acesso em: 13 de ago. 2013.

SANTOS, M; em colaboração com ELIAS, Denise. **Metamorfose do espaço habitado: Fundamentos teóricos e metodológicos da geografia**. 6ª Ed. 1ª reimpressão São Paulo: Edusp, 2012. 136 p.

SEMAM – Secretaria Municipal de Meio Ambiente/ DIEP/ PMJP. **Fotografias aéreas do rio Gramame**. João Pessoa. 2010.

SEMARH - Secretaria Extraordinária do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e Minerais do Estado da Paraíba. 2000. **Plano Diretor da Bacia Hidrográfica do Rio Gramame**. João Pessoa: Convênio SEMARH/SCIENTEC, v. 1, 2, 3 e anexos.

SILVA, L. A. **Sedimentologia do canal de Santa Cruz – Ilha de Itamaracá – PE**. Recife, UFPE. Centro de Tecnologia e Geociências, Dissertação de mestrado, 2004. 129p.

SOBARZO, O.; SPOSITO, M. E. B. **Urbanizaciones cerradas: reflexiones y desafíos**. Ciudades, RNIU, Puebla, México, n. 59, jul./sep. 2003. Disponível em <http://www.rniu.buap.mx/edit/revistas/revistas1.php>. Acesso em: 12 de ago. 2013.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Paulo: RiMa, 2003. 248 p.

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.. **Recursos hídricos no séc. XXI**. 1ª edição
São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 328 p.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3. ed.
Belo Horizonte: UFMG. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. 452 p.
(Princípios do tratamento biológico de águas residuárias).