

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE - UERN**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS EXATAS NATURAIS – FANAT**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS – PPGCN**  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS NATURAIS – MCN**

**GÉSSICA GABRIELA FREIRE DO RÊGO**

**ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE**  
**AREIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ,**  
**MUNICÍPIO DE GOVERNADOR DIX-SEPT ROSADO/RN.**

**MOSSORÓ/RN**

**2016**

**GÉSSICA GABRIELA FREIRE DO RÊGO**

**ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE  
AREIA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ, CIDADE  
DE GOVERNADOR DIX-SEPT ROSADO/RN.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN), da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais.

Área de concentração: Diagnóstico e Conservação Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Gustavo Valera Camacho

MOSSORÓ/RN

2016

**Catálogo da Publicação na Fonte.  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte.**

Rêgo, Géssica Gabriela Freire do  
Estudo dos impactos ambientais em área de mineração de areia na bacia hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, cidade de Governador Dix-Sept Rosado/RN. / Géssica Gabriela Freire do Rêgo.- Mossoró - RN, 2016.

78 p.

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Gustavo V. Camacho

Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais

1.Rio Apodi-Mossoró - Extração de areia. 2. Fitossociologia.  
3.Mata ciliar. 4. Qualidade de água.. I. Camacho, Ramiro Gustavo V.  
II. Universidade do Estado do Rio Grande do Norte. III.Título.

UERN/BC

CDD 553.622

**GÉSSICA GABRIELA FREIRE DO RÊGO**

**ESTUDO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE  
AREIA NA BACIA HIDROGRAFICA DO RIO APODI-MOSSORÓ,  
MUNICÍPIO DE GOVERNADOR DIX-SEPT ROSADO/RN.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais (PPGCN), da Faculdade de Ciências Exatas e Naturais da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN), como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências Naturais.

Área de concentração: Diagnóstico e Conservação Ambiental

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Gustavo Valera Camacho

Aprovado em 07 de março de 2016.

Banca examinadora:

---

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Gustavo Valera Camacho  
UERN – Mossoró - RN

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Regina Célia Pereira Marques  
UERN – Mossoró - RN

---

Prof. Dr. Renato Silva de Castro  
IFRN – Ipanguaçu - RN

## AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado força, sabedoria e perseverança para seguir adiante, não me deixando intimidar aos obstáculos que a vida impõe e não desistindo do propósito almejado.

Aos meus pais, Cleodi e Genivan, peça fundamental, que me apoiaram e sempre estiveram ao meu lado nos momentos difíceis e alegres. A minha irmã Geórgia, pelo incentivo, ao meu sobrinho Guilherme por ser a pessoa que é e aos meus avós maternos e paternos Abel Inácio (*In memoriam*).

Agradeço ao meu namorado, Éberton, que sempre esteve presente nesta caminhada e por fazer parte da minha vida. As amigas de ensino médio e de todas as horas (Sarita, Simony e Andréia) por oferecer momentos descontraídos e de muita alegria quando reunidas.

Ao meu orientador, professor Dr. Ramiro Gustavo Valera Camacho, que acreditou em mim, que ouviu pacientemente as minhas considerações partilhando comigo as suas ideias e conhecimento, além de sua dedicação, competência e especial atenção nas revisões e sugestões, fatores fundamentais para a conclusão deste trabalho.

A professora Dr<sup>a</sup> Suely Souza Leal de Castro, por me receber em seu laboratório e estar sempre disposta a responder minhas dúvidas com muita sabedoria. A Mardja Luma pelos momentos descontraídos no decorrer desta dissertação. E aos colegas de mestrado Crislânia Carla e Francisco Fábio, pois a ajuda de vocês foi fundamental para o andamento desta pesquisa.

A todos os professores do mestrado que de alguma forma contribuíram para minha formação.

A todos, muito obrigada!

## RESUMO

A extração de areia é considerada como um agente de processo de desenvolvimento das cidades, e acaba provocando impactos negativos ao meio natural. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os principais impactos nas águas superficiais e mata ciliar, gerados pelo processo de extração de areia no rio Apodi-Mossoró no município de Governador Dix-Sep Rosado/RN. Para tal, foi realizada a caracterização físico-química e microbiológica da água, para o cálculo do IQA (Índice de Qualidade de Água), em três pontos (área livre de efeitos mineradores, área de produção e área abandonada) nas estações seca e chuvosa. Como forma de obter informações sobre a área estudada, utilizou-se um mapa contendo o uso do solo. E para avaliar a degradação ambiental da mata ciliar do rio, foi feito um levantamento fitossociológico (método de parcelas) onde foram escolhidas duas áreas no campo (Área antropizada e Área conservada), medindo 10m x 20m, nessas, foram catalogados todos os indivíduos com diâmetro à altura da base (DAB)  $\geq$  a 3 cm e altura  $\geq$  a 1,0 m. Os resultados obtidos com o cálculo do IQA, mostram que a extração de areia influencia negativamente na qualidade da água do rio, mas também evidencia a pressão antrópica, de forma, mas evidente quando relacionada a atividades agrícolas. A área de mineração apresentou os piores resultados para qualidade de água no período de estiagem e chuvoso. O aumento da turbidez causado pela dragagem e a redução do OD, originada possivelmente com excesso das partículas do solo em suspensão, foram um dos fatores relevantes para depreciação na qualidade da água. Outros parâmetros que contribuíram para este resultado e que contrariaram o estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005 foram nitrogênio, fósforo, coliformes termotolerantes e DBO. E o mapa de uso e ocupação do solo, demonstrou que a cobertura vegetal em vários trechos do rio está bastante alterada em decorrência da extração de areia, retirada de lenha para produção da cal e aberturas de áreas para exploração agrícola. Nos aspectos vegetativos, as duas áreas amostrais apresentaram diferenciações bastante significativa, onde o ambiente antropizado contém o menor número de indivíduos, em comparação ao ambiente conservado. Na composição florística foram catalogados 114 indivíduos ao todo, distribuídos em 13 famílias, na amostragem da área degradada foram constatados 20 indivíduos distribuídos em 6 famílias e 10 espécies, na área conservada foram encontrados 95 indivíduos postos em 10 famílias e 12 espécies. As famílias mais expressivas foram Fabaceae com 34 indivíduos, seguido de Combretaceae com 23 indivíduos e

Apocynaceae com 19 indivíduos. No estudo fitossociológico verificou-se que os dois ambientes apresentam parâmetros distintos em relação a: densidades absoluta e relativa; dominâncias absoluta e relativa e valor de importância, dando a entender que as áreas de estudo possuem diferenças em relação a natureza de sua composição, uma vez influenciada pelo homem. Dentre as três parcelas do ponto 1 a espécie *Mangifera indica* apresentou maiores valores nos parâmetros de densidade, frequência e dominância, o que mostra o alto grau de antropização desta localidade. No ponto 2, as espécies mais frequentes são a *Poincianella bracteosa*, *Combretum leprosum* e *Aspidosperma pyrifolium*, já o parâmetro de densidade e dominância é representado pela espécie *Licania rígida*. Esses dados sugerem, portanto, que as áreas foram submetidas a formas diferenciadas de utilização pelo homem. A extração de areia e a participação dos moradores da localidade são apontadas como as principais causas do empobrecimento da mata ciliar que diretamente implica na alteração das qualidades das águas superficiais.

**Palavras-Chave:** Rio Apodi-Mossoró; Extração de areia; Fitossociologia; Mata ciliar; Qualidade de água.

## Abstract

Sand extraction is considered as a agent of the process of development of the cities, and ends up causing negative impacts on the natural environment. In this sense, the objective of this study was to evaluate the main impacts in the superficial water and in the bank vegetation, caused by sand extraction process in Apodi-Mossoró River in the city of Governador Dix-Sep Rosado / RN. To this end, it was realized the characterization physico-chemical and microbiological water, for the calculation of IQA (Water Quality Index) in three points (free area of mining effects, production area and abandoned area) the dry and rainy Stations. In order to get information on the area studied used a map containing land use. And to assess the environmental degradation of riparian forest of the river, it was made a floristic and phytosociological survey (method of parcel) where were chosen two areas in the field (anthropic areas and conservation area) measuring 10m x 20m, these were cataloged all individuals with diameter at the height of base (DAB)  $\geq 3$  cm and height  $\geq 1.0$  m. The results obtained with the IQA Calculation, results show that the extraction of sand, influence negatively on the river water quality, but also highlights the anthropic pressure in order, but evident when related to agricultural activities observed in throughout stretch, The mining area showed the worst results for water quality in the dry season and rainy. The increase in turbidity caused by dredging and the reducing of OD, possibly caused with excess of the soil particles in suspension, were one of the important factors for depreciation in the quality of water. Other parameters that contributed to this result and that contradicted the established in the CONAMA 357/2005 were nitrogen, phosphorus, thermotolerant coliform, OD and BOD. And the map of use and Land occupation , demonstrated that a vegetable coverage in several Stretches of the river are very altered due the sand extraction , wood Withdrawal for Production of lime and openings of areas for agricultural exploration. In the vegetative aspects, the two sample areas showed differentiations very significant , where the anthropic environmental contains the smallest number of individuals in comparison to the conserved environment. In the floristic composition were cataloged 114 individuals in total, distributed in 13 families, in the sample of the degraded area were found 20 individuals disdributed in 6 families and 10 species, in the conservation area were found 95 individuals placed in 10 families and 12 species. The most significant families were Fabaceae with 34 individuals, followed by Combretaceae with 23 individuals and 19 individuals with Apocynaceae.. In the phytosociological study it was found that the two environments, features different

parameters in relation to: absolute and relative densities; absolute and relative dominances and importance value, implying that the Study areas have differences in relation to the nature of its composition, once influenced by man. Among the three installments of point 1, the *Mangifera* specie indicates presented higher values in density parameters, frequency and dominance, which shows the high degree of anthropization of this locality. In point 2, the most common species are the *bracteosa Poincianella*, *Combretum leprosum* and *Aspidosperma pyrifolium*, in other hand, the parameter of density and dominance is represented by rigid *Licania* species. These data therefore suggest that the areas have been subjected to different forms of use by man. The sand extraction and the participation of residents of locality are pointed out as the main causes of the impoverishment of the bank vegetation that directly implies in the change of qualities of surfacewater.

**Keywords:** Rio Apodi-Mossoró; sand extraction; phytosociology; riparian vegetation; water quality.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Localização dos pontos de estudo.....	30
<b>Tabela 2</b> - Resumo das análises físico-química e biológicas, avaliados segundo a Resolução do CONAMA 357 de 2005.....	43
<b>Tabela 3</b> - Relação de famílias e número de indivíduos presente nas margens do rio Apodi-Mossoró em três parcelas no Sítio Pedrinhas (1, 2 e 3) e duas no Poço Feio (4 e 5). Mossoró, RN. ....	57
<b>Tabela 4</b> – Mostra os pontos relacionados com o número de parcelas (N <sup>o</sup> P), número de indivíduos encontrados (N <sup>o</sup> IE), N <sup>o</sup> de espécimes e o número de famílias encontradas (N <sup>o</sup> FE) no município de Governador Dix-Sept Rosado/RN.....	58
<b>Tabela 5</b> - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas as margens do rio Apodi-Mossoró no sítio Pedrinhas em Gov. Dix-Sept Rosado, RN. N – Número de indivíduos da espécie; AB (m <sup>2</sup> /ha) – Área Basal; DA – Densidade absoluta (ind. ha <sup>-1</sup> ); DR – Densidade relativa (%); FA – Frequência absoluta (%); FR – Frequência relativa (%); DoA – Dominância absoluta (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ); DoR – Dominância relativa e VI – Valor de importância.....	61
<b>Tabela 6</b> - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas as margens do rio Apodi-Mossoró no Poço Feio em Gov. Dix-Sept Rosado, RN. N – Número de indivíduos da espécie; AB (m <sup>2</sup> /ha) – Área Basal; DA – Densidade absoluta (ind. ha <sup>-1</sup> ); DR – Densidade relativa (%); FA – Frequência absoluta (%); FR – Frequência relativa (%); DoA – Dominância absoluta (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> ); DoR – Dominância relativa e VI – Valor de importância.....	62

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Localização dos pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, Governador Dix-Sept Rosado/RN.....	31
<b>Figura 2</b> - Pontos de amostragem da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, Gov. Dix-Sept Rosado, RN.....	32
<b>Figura 3</b> - Procedimentos realizados em campo, A) Delimitação das parcelas para o levantamento fitossociológico; B) Mensuração da altura dos indivíduos inclusos na parcela; C) Mensuração do (DAB) diâmetro à altura da base dos indivíduos.....	39
<b>Figura 4</b> - Mapa de uso e ocupação das margem do rio Apodi-Mossoró, município de Gov. Dix-Sept Rosado.....	55

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Análises físico-químicas e métodos para análise <i>in situ</i> e laboratoriais.....	35
<b>Quadro 2</b> - Qualidade da água de acordo com o valor do IQA.....	37
<b>Quadro 3</b> - Coordenadas geográficas das parcelas realizadas nos pontos 1 e 2.....	39
<b>Quadro 4</b> - Valores de IQA e seus respectivos conceitos segundo a CETESB.....	52

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 ESPECÍFICOS.....	15
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
3.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE EXTRAÇÃO DE AREIA.....	17
<b>3.2.1 Formas e Métodos da extração de areia</b> .....	18
3.2.1.1 Dragagem.....	18
3.2.1.2 Desmante mecânico.....	19
3.2.1.3 Extração Manual.....	19
3.3 LEIS PARA MINERAÇÃO NO ÂMBITO FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL.....	19
<b>3.3.1 Base Legal Federal</b> .....	20
3.3.1.1 Extração de Recursos Minerais em Áreas de Preservação Permanente (APP).....	21
<b>3.3.2 Base Legal Estadual</b> .....	23
<b>3.3.3 Base legal Municipal</b> .....	24
3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS E POSITIVOS DA MINERAÇÃO DE AREIA.....	25
<b>3.4.1 Impactos negativos</b> .....	25
3.4.1.1 Desmante mecânico.....	26
3.4.1.2 Dragagem no leito do rio.....	26
<b>3.4.2 Impactos positivos</b> .....	27
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	27
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	27
4.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.....	27
<b>4.2.1 Clima</b> .....	27
<b>4.2.2 Vegetação</b> .....	28
<b>4.2.3 Hidrologia</b> .....	28
<b>4.2.4 Características geológicas da região e tipos de solos</b> .....	29

4.3. IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS FRAGMENTOS A SEREM MONITORADOS (ÁGUA E SEDIMENTOS) .....	29
<b>4.3.1 Coletas de amostras.....</b>	<b>34</b>
4.4 METODOLOGIAS UTILIZADAS NAS ANALISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS.....	34
<b>4.4.1 Índice de Qualidade das Águas (IQA) .....</b>	<b>36</b>
4.5 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	38
4.6 ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA VEGETAÇÃO.....	38
<b>4.6.1 Levantamento florístico e fitossociológico.....</b>	<b>38</b>
<b>4.6.2 Amostragem.....</b>	<b>40</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>42</b>
5.1 ANALISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO APODI-MOSSORÓ.....	42
<b>5.1.1 Temperatura.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.2 PH.....</b>	<b>44</b>
<b>5.1.3 Turbidez.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1.4 Oxigênio Dissolvido (OD).....</b>	<b>46</b>
<b>5.1.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).....</b>	<b>47</b>
<b>5.1.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO).....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.7 Coliformes termotolerantes.....</b>	<b>48</b>
<b>5.1.8 Sólidos Totais.....</b>	<b>50</b>
<b>5.1.9 Nitrogênio (N) e Fósforo Total (F) .....</b>	<b>51</b>
<b>5.1.10 Índice de Qualidade de Água (IQA) .....</b>	<b>52</b>
5.2 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO.....	54
5.3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGICA.....	56
<b>5.3.1 Riqueza e Diversidade Florística.....</b>	<b>56</b>
<b>5.3.2 Caracteres analíticos quantitativos – parâmetros fitossociológicos.....</b>	<b>59</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>64</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Biosfera disponibiliza várias riquezas que podem ser aproveitadas pelo homem. O solo, a água, as plantas, dentre outros, são denominados como recursos naturais e são de extrema importância para o ser humano no que diz respeito à sua sobrevivência (GAMA, 2010). As águas, álveos e margens, são sempre fatores relevantes para o desenvolvimento cultural e social da humanidade. A prova disso é que desde o seu início, o ser humano necessitou do ambiente, utilizando todos os recursos disponíveis para seu usufruto.

A relação direta do homem com a natureza perdura até os dias atuais. O crescimento da sociedade e o desenvolvimento de técnicas para explorar os recursos fazem com que cada vez mais a natureza seja modificada pelo homem. Desta forma, a degradação ambiental é um dos grandes problemas globais a serem equacionados.

O termo degradação ambiental está ligado às modificações biofísicas que prejudica o equilíbrio ambiental, alterando a fauna e flora natural, que por sua vez, traz perdas da biodiversidade. Segundo Guerra e Guerra (2003), a degradação ambiental é acarretada pelo homem, que, na maioria das vezes, não respeita os limites impostos pela natureza.

É válido ressaltar que a degradação também pode ocorrer de forma natural sem a intervenção humana (MENEGUZZO, 2006). Mudanças advindas em bacias hidrográficas, por exemplo, podem ser associadas a fenômenos naturais. Porém, o homem gradativamente tem participado como sujeito acelerador dos processos que transformam o ambiente natural. E uma das atividades que vem se destacando e modificando substancialmente o meio natural é a mineração de areia.

Este tipo de mineração é uma atividade que vem sendo fortemente criticada por alguns setores da sociedade, pois a areia é um recurso natural e a sua extração em demasia pode gerar danos ao meio ambiente. A extração do minério pode causar diversos impactos negativos e positivos, tanto da questão ambiental quanto social e econômica.

O assunto em questão tem dividido opiniões de especialistas e pesquisadores. Segundo Miller Junior (2007), a extração, o processamento e o uso dos recursos minerais podem ocasionar danos ambientais diversos, além de extinguir minérios, erodir

solos, e resultar em grandes quantidades de rejeitos, contribuindo para poluição do ar, água e solo. Para Mechi e Sanches (2010), a qualidade das águas dos rios pode ser comprometida em razão da turbidez provocada pelos sedimentos finos em suspensão, assim como pela poluição ocasionada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa e metais pesados.

Alguns impactos negativos da extração de areia para o sistema fluvial podem estar ligados diretamente à retirada da mata ciliar: processos erosivos na margem, assoreamento do rio, poluição da água e alterações na biodiversidade local. Assim, a importância das matas ciliares se atribui na conservação dos recursos hídricos, pois funcionam como um filtro, barrando a entrada no ambiente aquático (canal do rio) de substâncias e materiais provenientes do ambiente externo (defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água). Além de atuar como filtro, também abriga uma grande diversidade biológica (CAMARGO; BIUDES, 2003).

Em contrapartida, alguns pesquisadores afirmam que sua extração pode contribuir para o meio ambiente, pois em algumas situações o processo de extração contribui para o desassoreamento dos leitos dos rios. E no setor industrial, a extração de areia movimenta o mercado da construção civil. O empreendimento extrativista influencia positivamente na economia do país, contribuindo na qualidade de vida das presentes gerações, tornando-se uma atividade de grande importância socioeconômica pela geração de emprego e renda (NOBRE FILHO, 2009).

A atividade de exploração de areia está localizada geralmente próxima aos consumidores, ou seja, no entorno de núcleos urbanos. Suas reservas economicamente exploráveis, no entanto, são altamente dependentes de fatores humanos, tais como restrições espaciais, demográficas e de legislação. Por ser um material de reduzido valor agregado por unidade de massa, os custos de transporte representam considerável parcela do preço final do produto. Isso limita a extensão geográfica dos mercados de areia, criando várias microunidades que gravitam em torno de regiões densamente povoadas (VALVERDE, SINTONI, 1994; DNPM, 2013).

No estado norte-rio-grandense a extração de areia advém principalmente das cidades próximas aos grandes pólos: Natal e Mossoró (MEYER, 2011). O município de

Governador Dix-Sept Rosado que é banhado pelo rio Apodi-Mossoró, é um dos fornecedores do bem mineral em razão de sua condição geológica e geográfica (já que se localiza adjunto a cidade de Mossoró).

A extração de areia é considerada como um agente de processo de desenvolvimento das cidades, e acaba provocando impactos ambientais que podem ser positivos e/ou negativos. O local em questão não tem sido objeto de estudos sobre o assunto abordado. Considerando a importância do rio, os impactos foram estudados e avaliados como forma de identificar a influência da mineração de areia no município. Neste sentido, este estudo visa investigar e avaliar as alterações ambientais (água e vegetação) provocadas pela extração de areia no Rio Apodi-Mossoró em Gov. Dix-Sept Rosado.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar os impactos ambientais decorrentes da atividade de extração de areia no Rio Apodi-Mossoró no município de Governador Dix-Sept Rosado, a fim de aferir de forma qualitativa e quantitativa as mudanças impostas ao meio ambiente.

### **2.2 ESPECÍFICOS**

- Avaliar a influência da mineração de areia na qualidade da água no período seco e chuvoso.
- Buscar respostas para as relações entre os meios naturais e a mineração de areia, que influência na modificação do ambiente nos aspectos vegetativos.
- Identificar os impactos positivos e/ou negativos oriundos da mineração e ações antrópicas sobre âmbito ambiental local.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 HISTÓRICO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O povoamento do oeste potiguar se deu a partir das margens do rio Apodi-Mossoró, sendo este de grande importância para o Estado do Rio Grande do Norte. Com a criação de gado adentrando para o interior do sertão, paralelo ao povoamento, houve a formação de importantes núcleos urbanos como Mossoró, Gov. Dix-Sept Rosado, Caraúbas, Apodi, Felipe Guerra, dentre outros. Segundo Cascudo, citado por Oliveira e Queiroz, o rio também se destacou como relevante para origem do povo norte-rio-grandense.

A água fixa o homem. Em Mossoró há uma batalha de duzentos anos do homem fixando água. Era uma região conquistada para o gado, mas a própria pecuária determina o aspecto disperso e fragmentado do povoamento. Mas a população se adensou nos pontos ásperos onde ainda hoje é uma surpresa a cidade ter nascido contra a permanência de fatores negativos. Sua crônica podia ser igual a de uma povoação da África setentrional, vivendo ao redor dos seus raros poços, guardando com longas armas ciumentas o espelho precioso da água imóvel (Cascudo, 1955, p. 157).

No início do povoamento, o Rio Apodi-Mossoró foi utilizado para suprimir a sede das comunidades ribeirinhas e para a navegação, constituiu o principal canal que conectou os municípios de Mossoró e Areia Branca. Favoreceu bastante ao extrativismo vegetal, como a retirada do fruto da oiticica e os diversos produtos da carnaubeira, espécies nativas presentes nas margens do rio, fato destacado por Lins e Andrade (2001). Outras atividades que ganharam destaque foram a pesca e o plantio de culturas temporárias e permanentes, nas vazantes em períodos de estiagem.

O rio é um elemento considerado relevante no surgimento e na história do município de Governador Dix-Sept Rosado. Na segunda metade do século XVIII, a primeira tentativa de ocupação da região foi feita por um morador anônimo, que erguera um rancho na região. Posteriormente, ao atravessar a margem do Rio Apodi-Mossoró, o local se chamava Passagem de Pedro. A origem do nome se deu talvez ao nome do morador, que por ventura chama-se Pedro (IBGE, 2014).

De acordo com Costa (1996), no final do Século XIX e início do Século XX, o cenário do povoado de São Sebastião (atualmente município de Gov. Dix-Sept Rosado), contava apenas com um começo de rua com 5 casas e pedaço de paredes desabadas e

cercadas por água, pois o rio havia inundado todo o povoado. Devido ao período sazonal, alguns moradores eram obrigados a deixar a povoação por conta da cheia do rio.

No decorrer da história de Governador Dix-Sept Rosado, o rio Apodi-Mossoró também gerou prosperidade para a região. Em 1870 teve início o cultivo de alho e cebola, que dominou a economia local durante 70 anos. Cascudo (1968) cita em seu livro Nomes da Terra, a pessoa do Coronel Gurgel, como grande animador da cultura do alho em São Sebastião, como era conhecida anteriormente. A produção de alho no leito do rio foi tanta, que a Vila de Mossoró chegou a ser chamada de Capital do Alho (SILVA, 2002).

O maior produtor de alho do Estado, naquela época, era o município de Governador Dix-sept Rosado-RN, onde o cultivo era realizado, principalmente, no leito do rio, por produtores com baixo poder aquisitivo utilizando técnicas rudimentares. Assim, a época de plantio dependia do abaixamento das águas, o que ocorria, muitas vezes, no mês de setembro, quando as temperaturas elevadas comprometiam a produção e a qualidade dos bulbos produzidos (SOARES, 2013). Ainda de acordo com a autora, estes fatores foram considerados como agentes para a supressão da produção do alho no leito do rio.

Ao longo dos anos, o rio de Governador Dix-Sept Rosado tem sido utilizado por pequenos agricultores e pecuaristas para agricultura irrigada e criação de animais, além de ser utilizado por ribeirinhos e moradores para uso doméstico (SILVA, 2002). Hoje, não muito diferente, o rio é para o município, uma fonte de vida e de riqueza, que a possibilita seu múltiplo uso. Uma das atividades que vem se destacando na localidade é a extração de areia, que é utilizada especialmente como matéria prima na construção civil. A sua retirada ocorre principalmente no leito do rio, por meio de dragas flutuantes, ou nas suas proximidades, através do desmonte mecânico.

### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TIPOS DE EXTRAÇÃO DE AREIA

A areia é um minério originado de ações do intemperismo físico, químico e biológico de rochas ígneas, metamórficas e sedimentares, e na maioria das vezes é levada pelas águas para as partes mais baixas como praias, leitos de rios, lagoas e vales (RIBEIRO, 2010).

Para Silva (2010), as areias não são constituídas somente de quartzo, mas também de outros minerais como feldspato, mica, óxidos, hidróxidos de ferros e minerais pesados. De acordo com o Departamento de Recursos Minerais (DRM) a areia abarca um vasto conjunto de materiais granulares, formados, sobretudo de quartzo, e com diferentes especializações e usos, tais como:

Agregados para construção civil; moldes de fundição; indústrias de transformação (vidros, abrasivos, química, cerâmica, siderurgia, filtros, jateamento, defensivos agrícolas, ferro-ligas, cimento, refratários); tratamento de águas e esgotos; minério portador de minerais de interesse econômico como: monazita (cério e terras-raras), ilmenita (titânio), ouro, cassiterita e outros (DRM, 2012).

As areias de quartzo são lavradas por diferentes métodos, dependendo do tipo de depósito. O material de origem mineral é encontrado nos leito de rios, várzeas, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, pegmatitos e arenitos decompostos. No Brasil, 90% da areia são produzidas de extração em leito de rios, segundo relatório do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2010).

De acordo com Silva (2010), a extração de areia é uma atividade que, para produção em pequena escala, não carece essencialmente de amplos investimentos iniciais e de contratação de mão de obra especializada. Além disso, o contingente de braçais ocupados na extração é baixo, sendo exigido apenas um “orientador” para frente de lavra e um operador de máquina, que muitas vezes, é função do próprio proprietário ou de seus familiares. Essa atividade ainda não tem muitos custos de produção, pelo fato de ser um bem vendido, na maioria, *in natura*.

São vários os métodos de lavra de areia empregados no Brasil e no mundo, que variam de acordo com o tipo de depósito. Nos leitos ativos dos rios e nas planícies aluviais, a extração tanto pode ser por dragagem quanto por desmonte mecânico. Existe também o método de extração manual considerado este como rudimentar, porém ainda utilizado por moradores circunvizinhos ao processamento da extração da lavra mineral.

### **3.2.1 Formas e métodos de extração de areia**

#### **3.2.1.1 Dragagem**

O termo dragagem é utilizado de maneira ampla para qualquer tipo de mineração em que é retirado material sob o leito do rio. Esse método é aplicado para depósitos

horizontais e se separam facilmente em locais com quantidades de água suficientes (QUARESMA, 2009).

De acordo com estudos realizados por Lelles (2005), o procedimento de dragagem é o mais empregado. Na dragagem de areia, o material encontra-se em camadas de sedimentos arenosos no fundo dos leitos, lagos, represas, cavas submersas, etc. Em geral, são depositados com espessura variável desde poucos metros, podendo atingir dezenas de metros, e contendo material não consolidado, condição necessária para permitir a utilização de método de dragagem (ALMEIDA, 2002).

No processo de extração em leito a areia é extraída diretamente do leito dos rios, através de dragas flutuantes. O material extraído é normalmente estocado junto às margens, nos pátios de estocagem. A draga bombeia a areia e outros sedimentos que estão depositados no fundo do rio, utilizando a água como veículo. A mistura de areia e água bombeada, denominada de polpa, contém normalmente uma proporção de 60% de água e 40% de areia. No ponto de bombeamento há grande revolvimento de material, levando a alterações na concentração de sólidos em suspensão no local da dragagem. A areia bombeada fica depositada na draga e a água retorna ao rio juntamente com os sedimentos finos (SANTOS; STEVAUX, 2010).

#### 3.2.1.2 Desmonte mecânico

De acordo com Quaresma (2009), o desmonte mecânico é indicado para locais não inundados e com bom suporte para máquinas pesadas. A areia é extraída por pás carregadeiras, escavadeiras ou tratores e, em seguida, transportada para o destino final em caminhões caçamba, também conhecido como caminhões basculante.

#### 3.2.1.3 Extração manual

É um método rudimentar, realizado por meio de pás manuais. A extração acontece manualmente, e ocorre de forma isolada (SILVA, 2012).

### 3.3 LEIS PARA MINERAÇÃO NO ÂMBITO FEDERAL, ESTADUAL E MUNICIPAL.

Para retirada de areia e funcionamento do empreendimento existem condições estabelecidas em legislação. No Brasil, de um modo geral, a mineração está submetida a um conjunto de diretrizes e regulamentações. Os níveis de competência que são

atribuídos tal aptidão são distribuídos em federal, estadual e municipal, para todo o território nacional, de acordo com o empreendimento e a extensão do impacto ambiental.

### **3.3.1 Base Legal Federal**

Em nível federal, os órgãos que têm o encargo de deliberar as diretrizes e regulamentações, bem como outorgar, fiscalizar e executar a legislação mineral e ambiental são os seguintes: Agência Nacional de Águas – ANA, Centro de Estudos de Cavernas – CECAV, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM, Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, Ministério do Meio Ambiente – MMA, Ministério de Minas e Energia – MME, Secretaria de Minas e Metalurgia – SMM/MME e Serviço Geológico do Brasil – CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) (PORMIN, 2012).

As atividades de mineração são regidas pelo Decreto-Lei nº 227 de 23 de fevereiro de 1967, que estabelece o Código de Mineração, sendo regulamentado pelo Decreto nº 62.934, de 2 de julho de 1968, e por legislações posteriores. (FABIANOVICZ,1998).

A legislação, que reportar-se à relação entre meio ambiente e mineração, começou a se concretizar a partir da Política Nacional do Meio Ambiente, estabelecida pela lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que no artigo 2º prevê a necessidade da recuperação de áreas degradadas (BRASIL, 1981). Em virtude dos impactos recorrentes a mineração, a Resolução de 1986, nº 01, de 23 de janeiro, do Conselho Nacional do Meio Ambiente CONAMA, estabeleceu a necessidade de elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA para qualquer atividade de mineração, inclusive de minérios de classe II, conforme o Código de Mineração, destinados à construção civil:

“Art. 2º Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental – RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:

IX – extração de minério, inclusive os da classe II, definidas no Código de Mineração... (BRASIL, 1986).

Desta forma, a Constituição Federal Brasileira determina a obrigatoriedade do Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA para o processo de licenciamento ambiental (LA). Isto porque o Artigo 225, § 1º determina que cabe ao poder público (no caso, o órgão licenciador) “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente degradadora do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”, assim definidos na Resolução CONAMA 01/86 (BRASIL, 1986).

Em 1989, o Decreto Federal nº. 97.632 regulamenta o Artigo 2º da lei nº 6938/81, e especifica degradação como ações resultantes de prejuízos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se restringem algumas de suas propriedades, tais como, a qualidade ou capacidade produtiva dos recursos ambientais, exigindo dos empreendimentos minerais em operação no Brasil a apresentação do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

Estes três instrumentos (EIA), (LA), e (PRAD) têm sua definição, normas e critérios básicos, estabelecidos pelas Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). O Artigo 225, no § 2º, determina-se que "Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei", ou seja, a extração mineral degrada o meio ambiente, sendo possível sua realização mediante a posterior recuperação do meio ambiente (BRASIL,1989).

Segundo Farias (2007), além desses estudos descritos na norma, existem outros que também são exigidos pelos órgãos administrativos de meio ambiente, como por exemplo: o estudo de impacto de vizinhança, o relatório ambiental prévio e o relatório ambiental simplificado.

### 3.3.1.1 Extração de Recursos Minerais em Áreas de Preservação Permanente (APP)

As Áreas de Preservação Permanente (APP) e outros lugares territoriais especialmente protegidos são instrumentos de relevante interesse ambiental, pois possibilitam alcançar a sustentabilidade, objetivo para as presentes e futuras gerações, conforme considerações preliminares da Resolução do CONAMA nº 302/2002 (BRASIL, 2002).

Perante a sua importância ecológica e fornecimento de bens e serviços, as APPs devem ser preservadas. Contudo, existem várias atividades econômicas potencialmente causadoras de impactos e responsáveis pela degradação e destruição dessas áreas. Os responsáveis pela destruição destas vastas extensões tem sido principalmente a agricultura, a extração de madeira, as atividades industriais, a expansão urbana desregrada, as atividades de mineração, entre outras. Diante desses problemas, coube ao CONAMA, de acordo com as suas atribuições, criar mecanismos para minimizar tais questões.

Em 2001 foi editada a Medida Provisória 2.166-67/2001, dando nova redação ao Art. 4º do Código Florestal, para permitir a intervenção nas áreas de preservação permanente. Segundo o artigo, a supressão de vegetação em área de preservação permanente somente poderá ser autorizada em caso de utilidade pública ou de interesse social, devidamente caracterizado e motivado em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional ao empreendimento proposto (BRASIL, 2001).

Em 28 de março de 2006 aprovou-se a Resolução nº 369, que dispõe sobre a possibilidade de intervenção ou supressão de vegetação em APP. O dispositivo legal permite a dispensa do EIA/RIMA para atividade de extração de substância mineral que não seja potencialmente causadora de significativa degradação ao meio ambiente, admitindo, portanto, que nem toda atividade mineral é de significativo impacto. Até em casos de exploração de recursos minerais em APP, como mostra o referido “o Art. 7.º, § 1º, da Resolução 369/06 do CONAMA”.

“Art.7[...]

§ 1º No caso de intervenção ou supressão de vegetação em APP para a atividade de extração de substâncias minerais que não seja potencialmente causadora de significativo impacto ambiental, o órgão ambiental competente poderá, mediante decisão motivada, substituir a exigência de apresentação de EIA/RIMA pela apresentação de outros estudos ambientais previstos em legislação”(BRASIL, 2006).

Em 28/05/2012 foi promulgada a Lei 12.651, que realizou sensíveis modificações no regime jurídico das APP, especialmente em relação à regra da vedação do uso direto dessas áreas, entre outras alterações. A intervenção em APP foram substancialmente ampliadas pelo Artigo 8º, que determinou os casos excepcionais em que o órgão pode autorizar a intervenção ou supressão de vegetação. De acordo com o

artigo somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental. O Art. 3º, VIII, dispõe o que é de utilidade pública, destacando as exceções como a extração de areia, argila, saibro e cascalho (BRASIL,2012).

### **3.3.2 Base Legal Estadual**

A proteção do bem ambiental é de empenho público, o Estado deve governá-lo contando com a participação da sociedade, pois é dever e direito do cidadão preservar o meio ambiente, para que futuramente novas gerações possam usufruir dos recursos naturais “ecologicamente equilibrados”, já que a política de proteção ambiental visa atender as necessidades atuais sem comprometer as gerações vindouras.

No Estado do Rio Grande do Norte, o órgão competente pela emissão da licença ambiental para extrair areia do Rio Apodi Mossoró é o Instituto de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente – IDEMA e em nível federal é o Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

O Decreto nº. 14.338, de 25/02/1999, que aprovou o Regulamento do IDEMA, atesta a competência do Órgão para formular, coordenar, executar e supervisionar a política estadual de preservação, conservação, aproveitamento, uso racional e recuperação dos recursos ambientais (Art. 2º, III). Mais especificamente, o Art. 14 diz que cabe à Coordenadoria do Meio Ambiente (CMA) analisar projetos e demais documentos referentes à concessão ou renovação de licenças e à implantação de equipamentos e sistemas de controle de poluição (IDEMA, 2012).

Esse instrumento é conduzido no âmbito do poder público, e é considerado um procedimento administrativo e de gestão do ambiente, uma vez que por meio deste a administração pública procura exercer o controle sobre as atividades humanas que intervêm nas condições ambientais, o que isso pode levar a uma compatibilização do desenvolvimento econômico atrelado a preservação do meio ambiente (MILARÉ, 2005).

De acordo com Farias (2002), os órgãos estaduais são os fundamentais responsáveis pelo licenciamento e fiscalização das atividades mineradoras, desde a fase de pesquisa até a extração, e para complementar a aquisição do Licenciamento

Ambiental - LA, três licenças é expedida no que rege a Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997, em seu Artigo 8º:

O Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças:

I -Licença Prévia (LP)- concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação.

II -Licença de Instalação (LI)- autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.

III -Licença de Operação (LO)- autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação (BRASIL, 1997).

Para obter o licenciamento ambiental é necessário que o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e o Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente – RIMA sejam aprovados na primeira etapa, ou seja, na fase de obtenção da licença prévia (MOLETTA, 2005). Segundo o autor, para os minerais como a areia, são abertos uma exceção no que diz respeito ao licenciamento para sua exploração. O interessado pode requerer junto à prefeitura a licença para extração desse mineral e em seguida deverá registrá-la junto ao Departamento Nacional de Produção Mineral – DNPM.

### **3.3.3 Base legal Municipal**

O Código Municipal de Meio Ambiente de Gov. Dix-Sept Rosado (Lei complementar de 2013), segundo o seu Artigo 87, determina que é obrigatório para extração de areia um documento de autorização quanto à localização e ao uso do solo, além de ser objeto de licenciamento especial pelo órgão responsável pela gestão ambiental do município. Já o Artigo 25 profere que a AIA será regulamentada pelo Executivo municipal observando normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, aprovados pelo CONDEMA.

Conforme o Art. 92 do código municipal de Governador Dix Sept-Rosado não serão permitidas atividades mineradoras que provoquem dano ou coloquem em risco a qualidade das águas superficiais e subterrâneas, assim como aquelas que utilizem ou extraiam, bem como tenham como subprodutos da atividade, produtos que sejam

nocivos à saúde humana, animal ou à qualidade do meio ambiente e do equilíbrio do ecossistema subjacente. As leis ambientais vigentes têm como objetivo a proteção ao meio ambiente, uma vez que a mineração de areia acarreta inúmeros impactos sócio-econômico-ambientais.

### 3.4 IMPACTOS AMBIENTAIS NEGATIVOS E POSITIVOS DA MINERAÇÃO DE AREIA.

Impacto ambiental é uma alteração no meio ambiente que é ocasionada por atividade do ser humano. Esse impacto pode ser positivo ou negativo, sendo que o negativo representa a ruptura do equilíbrio ecológico devido à pressão que o homem exerce sobre os recursos naturais e, por consequência, acarreta graves prejuízos no meio ambiente. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), impacto ambiental é qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente define impacto ambiental como:

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:

I - a saúde, segurança, bem estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas;

III - a biota;

IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais (Art. 1º da Resolução CONAMA Nº 001/1986).

Entretanto, Bonumá (2006) ressalta que o impacto ambiental dependerá da ação antrópica, ou seja, a atividade humana é que determinará o tipo e magnitude e as consequências da alteração no meio ambiente a ser minerado.

O impacto pode ser definido como a modificação no meio ambiente causada pela ação do homem. Nesse sentido, há impactos ambientais de todo tipo, desde os menores, que não modificam substancialmente o meio ambiente natural, até aqueles que afetam profundamente a natureza (DIAS, 2001).

#### 3.4.1 Impactos negativos

A extração de minerais, como qualquer outra atividade humana, interfere no meio ambiente. Segundo Bitar et al. (1990), os principais impactos dessa atividade no

meio biológico são a supressão da vegetação, a perda de solos superficiais férteis e, conseqüentemente, a perda de hábitat e de biodiversidade. Tobias et al. (2010) relata que a retirada de areia é uma atividade que altera intensamente a área minerada, gerando transformações no meio físico e no meio biótico, com redução da biodiversidade.

#### 3.4.1.1 Desmonte mecânico

Embora a extração de areia pelo método não tenha interferência no meio hídrico, é considerada como uma atividade predatória, já que se instala nas proximidades das margens do rio com frequente retirada de vegetação nativa e, conseqüentemente, acarreta perda de fauna e exaustão e empobrecimento de solos que ficam expostos a processos de intemperismo.

#### 3.4.1.2 Dragagem no leito do rio

A qualidade das águas dos rios e reservatórios de uma bacia hidrográfica, a jusante do empreendimento, pode ser danificada em razão da turbidez gerada pelos sedimentos finos em suspensão, bem como pela poluição acarretada por substâncias lixiviadas e carreadas ou contidas nos efluentes das áreas de mineração, tais como óleos, graxa, metais pesados (MECHI e SANCHES, 2010). A turbidez, quando é alta, afeta a qualidade da água, diminuindo a transparência e reduzindo a capacidade das plantas aquáticas de realizar fotossíntese, além de provocar a obstrução das guelras dos peixes, comprometer os ovos e afetar a população de macroinvertebrados (BRIGANTE et al.; 2003).

A exploração de areia em leito de rio afeta especialmente as margens desse corpo d'água e conseqüentemente a vegetação ciliar presente. De acordo com Buch (2007), a mata ciliar apresenta um importante papel como barreira física (entre outros), regulando os processos de troca entre o ambiente terrestre e o aquático, desempenhando um papel essencial para a manutenção das áreas de recarga hídrica, no leito fluvial.

Praticamente, toda atividade de mineração implica supressão de vegetação ou impedimento de sua regeneração. Em muitas situações, o solo superficial de maior fertilidade é também removido, e os solos remanescentes ficam expostos aos processos erosivos que podem acarretar em assoreamento dos corpos d'água do entorno (MECHI; SANCHES, 2010). Em verdade, desequilíbrios no ciclo do deflúvio também agravam as enchentes e a qualidade da água, ou seja, a sustentabilidade ambiental do rio.

Segundo Espíndola et al. (2003), a extração de areia em leito de rio não é considerado poluidora, mas sim degradadora de meio ambiente. Apesar de não ser causadora direta da introdução de metais, além das concentrações naturais presente no solo, essa atividade pode contribuir indiretamente para a introdução destes elementos. De acordo com Chapman (2001), a exploração mineral na calha do rio promove a ressuspensão de sedimentos, ocorre a reoxidação dos mesmos, podendo acarretar na mobilização de metais para a fase aquosa, ou seja, possui potencial para disponibilizar significativas quantidades de substâncias tóxicas adsorvidas no sedimento, de volta para a coluna d'água.

### **3.4.2 Impactos positivos**

A atividade mineradora não é causadora somente de impactos negativos ao meio ambiente, produz também impactos positivos. Oliveira (2001) pontua que as atividades de extração mineral é um importante meio para o fornecimento de material para a construção civil (areia, argila, saibro), especialmente o mineral areia, que exerce grande influencia e contribuição no crescimento urbano. Em verdade a retirada de areia também auxilia no uso de rios muito assoreados.

A mineração também pode ser considerada de utilidade pública, como a utilização do bem mineral e o desenvolvimento socioeconômico da população residente próximo à área mineirada (NOBRE FILHO et al., 2011). De fato, a areia auxilia a União em uma relevante função, que é a transformação dos recursos minerais em benefícios econômicos e sociais (MARTINS et al., 2011).

## **4 METODOLOGIA**

### **4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

Governador Dix-Sept Rosado, município norte-rio-grandense, situa-se na mesorregião Oeste Potiguar e na microrregião Chapada do Apodi, limitando-se com os municípios de Baraúna, Mossoró, Apodi, Felipe Guerra, Caraúbas, Upanema e o Estado do Ceará, abrangendo uma área de 1.263 km<sup>2</sup>. Encontra-se totalmente inserido nos domínios da bacia hidrográfica Apodi-Mossoró, apresentando uma rede de drenagem rarefeita e de caráter intermitente, sendo banhado pelo Rio Apodi (CPRM, 2005).

### **4.2 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS**

#### **4.2.1 Clima**

Conforme a classificação Köppen-Geiger o clima de Governador Dix-Sept Rosado, é do tipo BSw'h´ caracterizado por um clima quente e semiárido. No geral, os meses compreendidos entre fevereiro e maio são marcados por período de alta pluviosidade (maior parte da precipitação média anual) e os demais meses, em especial agosto a dezembro, estão relacionados a baixa pluviosidade (menor parte da precipitação média anual ou seja estação seca). As chuvas atingem em média anualmente 712,1mm e as temperaturas oscilam entre 21 e 36 graus centígrados, e apresenta uma umidade relativa média anual de 70%, possuindo uma insolação média de 2.700 horas, de acordo com dados do IDEMA (2008).

#### **4.2.2 Vegetação**

Quanto à formação vegetal, o município possui Caatinga Hiperxerófila, vegetação de caráter mais seco com abundância de cactáceas e plantas de porte mais baixas e espalhadas, como exemplos: jurema preta, mufumbo, facheiro, faveleiro, xique-xique, marmeleiro e Carnaubal (vegetação natural onde a espécie predominante é a palmeira, a carnaúba) (IDEMA, 2008).

#### **4.2.3 Hidrologia**

A bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró ocupa uma superfície de 14.276 km<sup>2</sup>, correspondendo à cerca de 26,8% do território do RN, e constitui o mais importante recurso hídrico da região oeste Potiguar. O rio nasce no município de Luíz Gomes, dentro de uma bacia cristalina, sendo caracterizado por ser um rio temporário, devido a sua própria estrutura geológica. À medida que o rio se aproxima do município de Governador Dix-sept Rosado observa-se o início de uma bacia sedimentar, caracterizando um ecossistema de caráter permanente, onde o mesmo sofre um afunilamento formando apenas um eixo principal que se estende até a região de foz que fica entre os municípios de Grossos e Areia Branca (OLIVEIRA JÚNIOR, 2009).

Governador Dix-Sept Rosado possui uma hidrografia bastante diversificada. Em seu território encontra-se rio, açudes, riachos e lagoas. No município existem riachos como: do Inferno, Cavallo Morto, Mocós, Tauio, Livramento, Bom Sucesso e Ramadinha. Todos esses afluentes do Rio Apodi-Mossoró são de pouca importância econômica para localidade onde se encontram, pois só acumulam água no período chuvoso, nos períodos de estiagem, estes secam.

#### **4.2.4 Características geológicas da região e tipos de solos**

Nos seus aspectos geológicos, a cidade está inserida na Província Borborema, sendo constituído pelos sedimentos das formações Jandaíra (K<sub>2j</sub>) do Grupo Barreiras (ENb), além dos Depósitos Aluvionares (Q<sub>2a</sub>). A Formação Jandaíra ocorre em todo domínio da Bacia Potiguar. Caracteriza-se por carbonatos marinhos de águas rasas e agitadas de idade Turoniana a Santoniana (WATERLOO, 2004). O Grupo Barreiras constitui uma cobertura sedimentar terrígena continental e marinha (ARAI, 2006).

Os depósitos de areias são representados por quatro principais tipos: aluvionares, lacustres, coberturas arenosas e praias. O primeiro tipo, os depósitos aluvionares são os mais importantes economicamente. Eles são amplamente distribuídos no Estado, com larguras e extensões consideráveis e espessuras médias de 1,50m. Foram cadastrados por Nesi e Carvalho (1999) cerca de 21 depósitos de areias aluvionares, sendo os mais significativos os do rio Apodi.

Os tipos de solo que predominam é o redzina, solo de textura argilosa moderada de alta fertilidade, drenagem imperfeita e relevo plano, com aptidões regulares e restritas para a pastagem natural; e o Cambissolo Eutróficos, solo com média a baixa fertilidade, textura argilosa, plano, bem ou moderadamente drenado (IDEMA, 2008).

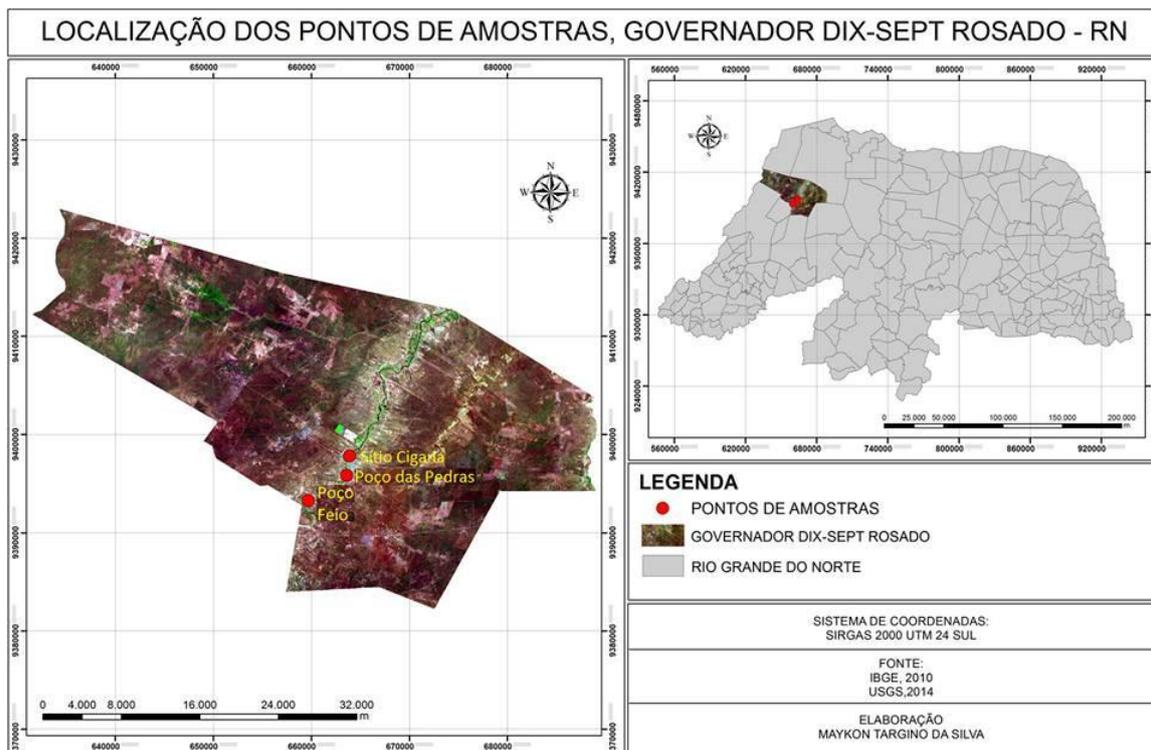
#### **4.3 IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS PONTOS DE COLETA A SEREM MONITORADOS PARA ÁGUA**

A seleção dos locais de monitoramento foi estrategicamente escolhida como forma de verificar a influência da mineração de areia nos ambientes determinados. Essa seleção obedeceu prioritariamente aos seguintes critérios: significância em relação aos impactos, local onde o empreendimento está inserido e acessibilidade às mesmas, tendo sido selecionados três pontos (Tabela1).

**Tabela 1** - Localização dos pontos de estudo.

<b>Ponto</b>	<b>Localização</b>	<b>Coordenadas</b>	<b>Função</b>
<b>A</b>	Poço Feio	<b>Sul</b> 05° 29' 15,32''	Área livre de efeitos mineradores - Padrão de comparação para alterações detectadas nas áreas de produção e áreas desativadas do empreendimento.
		<b>Oeste</b> 037° 33' 32,06''	
<b>B</b>	Poço das Pedras	<b>Sul</b> 05° 27' 51,28''	Área de produção - onde o empreendimento está localizado (presença de mineração).
		<b>Oeste</b> 037° 31' 24,31''	
<b>C</b>	Sítio Cigano	<b>Sul</b> 05° 26' 47,07''	Área abandonada - Empreendimento desativado (ausência de mineração).
		<b>Oeste</b> 037° 31' 14,50''	

Os três pontos amostrais, distribuem-se ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, município de Governador Dix-Sept Rosado, RN, conforme a Figura 1. Em cada ponto foram coletadas amostras de água para análise físicas, químicas e biológicas.



**Figura 1** - Localização dos pontos de amostragem na Bacia Hidrográfica do rio Apodi/Mossoró, Governador Dix-Sept Rosado/RN.

Fonte: Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT/UERN).

O Poço Feio está situado à montante da área de mineração (Poço das Pedras), onde o empreendimento está localizado e o Sítio Cigana esta a sua jusante. As estações de amostragem de onde se originaram os dados das análises físicas, químicas e biológicas estão ilustradas conforme a Figura 2.



Fonte: Ramiro Camacho.



Fonte: Autoria própria.



Fonte: Autoria própria.



Fonte: Autoria própria.



Fonte: Autoria própria.



Fonte: Autoria própria.

**Figura 2** - Pontos de amostragem da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró, Governador Dix-Sept Rosado, RN. Ponto A - Área livre de efeitos mineradores; Ponto B - Área de produção (presença de mineração); Ponto C - Área abandonada (ausência de mineração).

### 4.3.1 Coletas de amostras de água

Foram realizadas duas expedições às áreas de coleta, de acordo com o período sazonal (seco e chuvoso), sendo uma realizada no dia 26 de novembro de 2014 e a outra no dia 14 de maio de 2015. Os trabalhos de campo seguiram uma trajetória pré-estabelecida, partindo da cidade de Governador Dix-Sept Rosado rumo ao Poço Feio, onde a coleta era realizada sempre por volta das 06h00min (horário de Brasília). Logo após, seguia-se até o ponto B (Poço das Pedras), onde o maquinário estava instalado para extração de areia. Em seguida, a coleta foi realizada no sítio Cigana.

Para cada ponto foram coletadas duas amostras de água, perfazendo um total de seis amostras de água para cada estação seca e chuvosa. Após a coleta, as amostras foram etiquetadas e acomodadas em caixa de isopor com gelo e levadas para UERN obedecendo ao prazo máximo de transporte e realização das análises.

## 4.4 METODOLOGIAS UTILIZADAS NAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BIOLÓGICAS.

As análises de água, *in situ* e laboratoriais, foram executadas com base nos procedimentos descritos no Standard Methods (APHA, 2005). No local da coleta foi feita a determinação da temperatura por meio de um termômetro de mercúrio. As análises de coliformes foram realizadas no Laboratório de Biologia II e as demais variáveis foram analisadas no Laboratório de Eletroquímica e Química Analítica (LEQA), com os aparelhos devidamente calibrados e operados conforme os respectivos manuais. A seguir são demonstrados os parâmetros que foram analisados, com seus respectivos métodos e/ou equipamento (Quadro 1).

**Quadro 1** - Análises físico-químicas e métodos para análise *in situ* e laboratoriais.

<b>PARÂMETROS</b>	<b>MÉTODOS E/OU EQUIPAMENTOS</b>
<b>ENSAIOS QUÍMICOS</b>	
<b>pH</b>	Medidor multiparâmetro edge®
<b>Turbidez</b>	Método Nefelométrico Turbidímetro portátil microprocessado
<b>Oxigênio Dissolvido</b>	Medidor multiparâmetro edge®
<b>Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO</b>	Diluição e incubação a 20°C e 5 dias (Método APHA 5210-B). Para cada amostra fazer 2 frascos para cada diluição, adicionar a quantidade correta da amostra e completar o frasco com a água de diluição. Um dos frascos de diluição deve ser levado a incubação a 20°C por 5 dias, transcorrido o tempo é feito o mesmo procedimento o outro frasco. Para ambos é adicionado sulfato manganoso e solução alcalina de iodeto e azida; Coloca-se também solução de fluoreto de potássio e ácido sulfúrico concentrado e em seguida titula-se com uma solução tiosulfato padronizado. O resultado da DBO <sub>5</sub> , 20°C para cada ponto foi obtido pela diferença entre ambos os frascos.
<b>Demanda Química de Oxigênio - DQO</b>	Espectrofotometria em refluxo fechado (Método APHA 5220-D). O procedimento se fundamenta na oxidação da matéria orgânica pelo dicromato de potássio em meio ácido e elevada temperatura na presença de um catalisador (o sulfato de prata). O método proporciona a digestão da amostra. Para essa digestão, é necessário o uso de um Bloco Digestor Hach. Após a oxidação da matéria orgânica presente, a DQO é obtida no espectrofotômetro UV-visível, através de uma curva padrão inserida no laboratório.
<b>Sólidos Totais</b>	Método gravimétrico com secagem em estufa com temperatura a 103-105° C.

<b>Nitrogênio total</b>	Determinação de Nitrogênio por Espectrofotometria. Para digestão da amostra foi adicionado uma solução oxidante de persulfato de potássio, sendo esta feita em frascos de vidro colocados em autoclave, à 120°C, por 1 hora. Após a digestão, nitrogênio total que é convertido a nitrato. Sendo em seguida lido a concentração de NT em ppm em 220 nm no espectrofotômetro.
<b>Fosforo Total</b>	Determinação de Fósforo por Espectrofotometria. Para digestão da amostra foi adicionado uma solução oxidante de persulfato de potássio, sendo esta feita em frascos de vidro colocados em autoclave, à 120°C, por 1 hora. Sendo em seguida lido a concentração em ppm em 880 nm no espectrofotômetro.
<b>ENSAIO BIOLÓGICO</b>	
<b>Coliformes Totais e E. coli</b>	Determinação de E.coli, Coliformes Totais e Fecais por método enzimático/incubação/contagem. Após o período de incubação, coliformes totais estão presentes, se a cor amarela é observada. E se a fluorescência azul é observada sob luz ultravioleta, E. coli está presente.

#### 4.4.1 Índice de Qualidade das Águas (IQA)

Para avaliação da qualidade da água foi utilizado o índice de qualidade de água (IQA). Este foi desenvolvido a partir de um estudo realizado em 1970 pela National Sanitation Foundation dos Estados Unidos (WQI - Water Quality Index). Posteriormente, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) incorporou o IQA em suas práticas de monitoramento das bacias hidrográficas do Estado, alterando a faixa de valores dos parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas interiores, especialmente destinadas para abastecimento público (CETESB, 2013).

Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente 9 foram selecionados (temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes fecais, nitrogênio total, fósforo total,

resíduo total e turbidez). Esses parâmetros são, em sua maioria, indicadores de contaminação ocasionada pela ação antrópica.

Para a avaliação individual de cada parâmetro, foram então estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. De acordo com São Paulo (2008) e CETESB (2013), para efetuar o cálculo do IQA realiza-se o produtório dos nove parâmetros que compõe o índice. Para tal, utiliza-se a equação:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;  $q_i$ : qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade desse parâmetro”, em função de sua concentração ou medida;  $w_i$ : peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para o cálculo global de qualidade.

Após o cálculo do IQA que resultará em valores que podem variar de 0 a 100, faz-se necessário realizar a avaliação do nível de qualidade de água. O nível de qualidade é obtido então através da adoção de uma escala numérica com intervalos/faixas (limite inferior e limite superior) e para cada conjunto de valores obtidos há uma qualidade específica, representada também na forma de cores padronizadas. De acordo com o resultado do produtório a água é classificada segundo o quadro 2.

**Quadro 2** - Qualidade da água de acordo com o valor do IQA.

Qualidade d'água	Faixa do IQA
Ótima	80 – 100
Boa	52 – 79
Regular	37 – 51
Ruim	20 – 36
Péssima	0 – 19

Fonte: SÃO PAULO (2008).

#### 4.5 MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

As técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento são ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação do solo para o planejamento ambiental, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento, viabilidade econômica e por facilitar na compreensão de problemas e tomadas de decisões.

O mapa de uso do solo foi utilizado, pois tem ampla importância por informar a partir da interpretação de imagens de satélites as áreas ocupadas por vegetação, agricultura, cursos de rio e entre outros aspectos. Também permitem a identificação de áreas de risco ou aquelas que já foram intensamente degradadas em determinada região, por eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem.

A confecção do mapa de uso e ocupação do solo foi realizada nas margens do Rio Apodi-Mossoró no trecho em Governador Dix-Sept Rosado-RN, sendo elaborada no Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT/UERN), onde envolveu os procedimentos de identificação das classes de uso e ocupação e posterior vetorização no software ArcGIS 10.1.

#### 4.6 ANALISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA VEGETAÇÃO

E para identificar os padrões de diversidade biológica e os impactos da ação antrópica sobre a mata ciliar do rio Apodi-Mossoró em Governador Dix-Sept Rosado, foi realizado um levantamento florístico e fitossociológico. Nesse contexto, os estudos são de fundamental importância, pois oferecem subsídios a compreensão da estrutura, funcionamento, dinâmica e distribuição de uma determinada vegetação. Esta por sua vez, pode ser considerada como uma boa indicadora, não só das condições do meio ambiente, o que dá margem à interpretação dos principais danos existentes no meio, como também o estado de conservação dos próprios ecossistemas. A atividade foi executada no dia 27 de junho de 2015.

##### **4.6.1 Levantamento florístico e fitossociológico**

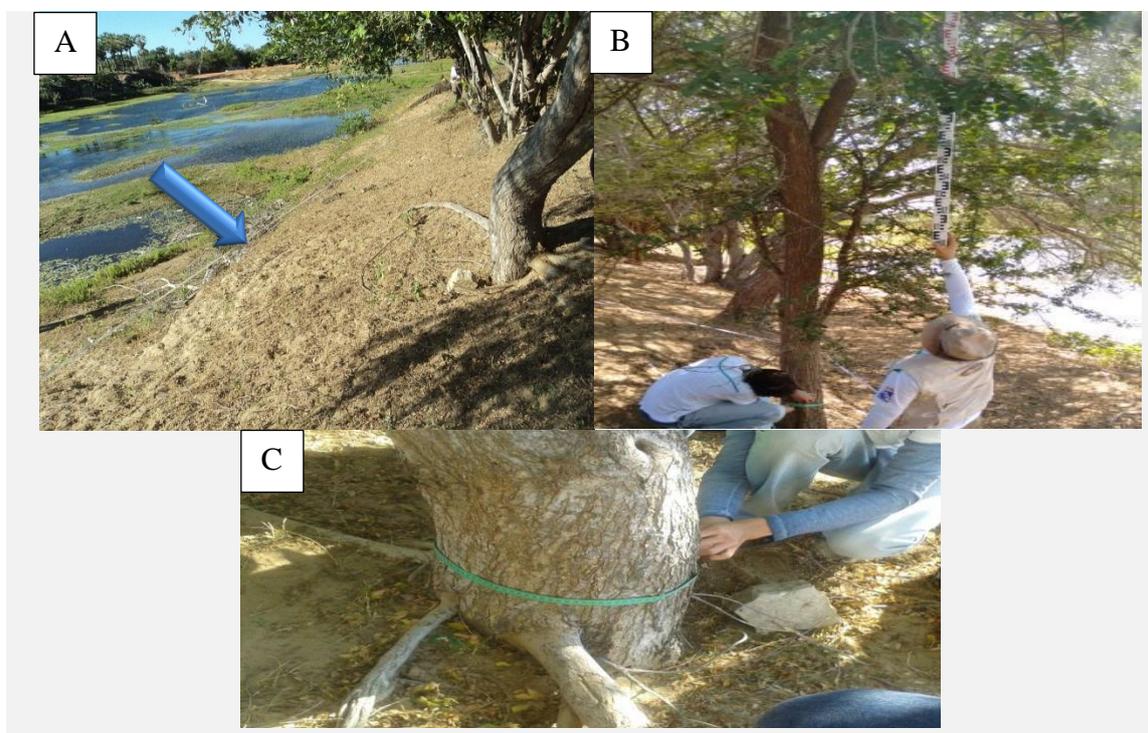
Os estudos florístico e fitossociológico baseou-se no método de observação direta e de parcelas, utilizando o sistema de parcelas (BRAUN-BLANQUET, 1979), com 10 m de largura por 20 m de comprimento. A escolha do método de parcelas se deveu não apenas por ser de simples execução, mas, principalmente, para validar

comparações com outros trabalhos desenvolvidos na caatinga, uma vez que esse tipo de unidade amostral é o mais utilizado nesse tipo de vegetação.

Para coleta dos dados da vegetação foi empregado um total de 5 parcelas. As parcelas foram realizadas nos pontos descritos no Quadro 3. O Ponto 1 ocorreu nas margens do Rio Apodi/Mossoró, no Sítio Pedrinhas, onde realizou-se 3 parcelas e o ponto 2 está localizado no Sítio Bonito na localidade denominada de Poço Feio onde foram realizadas duas parcelas. A delimitação das parcelas e mensuração da altura e diâmetro das plantas estão representadas abaixo (Figuras 3).

**Quadro 3-** Coordenadas geográficas das parcelas realizadas nos pontos 1 e 2

Ponto	Parcela	Coordenadas Geográficas	
		Latitude Sul	Longitude Oeste
<b>1 – Margem do trecho do Rio Apodi-Mossoró, Sítio Pedrinhas</b>	P1	05°27'03.75"	37°31'27.89"
	P2	05°27'01.74"	37°31'28.38"
	P3	05°27'01.07"	37°31'27.47"
<b>2 – Sítio Bonito, Poço Feio</b>	P4	05°29'15.30"	37°33'34.49"
	P5	05°29'14.10"	37°33'35.42"



**Figura 3** - Procedimentos realizados em campo, A) Delimitação das parcelas para o levantamento fitossociológico; B) Mensuração da altura dos indivíduos inclusos na parcela; C) Mensuração do (DAB) diâmetro à altura da base dos indivíduos.

Fonte: Autoria própria

#### 4.6.2 Amostragem

A amostragem foi realizada numa área de vegetação hiperxerófila arbóreo arbustiva aberta no Ponto 1, sendo fisionomicamente heterogênea. Já no Ponto 2 apresentou fisionomia homogênea. Em cada ponto foi selecionada uma área.

Os critérios de inclusão adotados foram os seguintes: indivíduos lenhosos com o diâmetro do caule medindo no mínimo de 3cm, com altura igual ou maior que 1,0m. Quando a planta apresentou bifurcação do caule, todas as ramificações foram mensuradas, somadas e se chegou ao valor correspondente a área basal. A medição do diâmetro do caule foi aferida com auxílio de fita métrica milimetrada no PDM (ponto de medição), o qual foi estabelecido, sempre que possível, a 30cm do solo, CAP (circunferência à altura da canela da perna).

Com os dados quantitativos obtidos foi possível analisar a estrutura de abundância e de tamanho, calculando assim os parâmetros relativos a área basal (AB), densidade absoluta e relativa ( $D_{ab}$ ,  $DR\%$ ), frequência absoluta e relativa ( $F_{ab}$ ,  $FR\%$ ), dominância absoluta e relativa ( $Do_{ab}$ ,  $DoR\%$ ) e o índice de valor de importância (VI). Os parâmetros fitossociológicos adotados e suas respectivas fórmulas são expressos por Rodal (2013). Segundo autor, a densidade absoluta do táxon ( $DA_t$ , ind./ha) estima o número de indivíduos por unidade de área e a densidade relativa do táxon ( $DR_t$ , %) representa a porcentagem do número de indivíduos de um determinado táxon com relação ao total de indivíduos amostrados.

Calculado pela seguinte fórmula:  $DA_t = nt.U/A$

Onde:  $DR_t = 100.nt/N$

nt - número de indivíduos do táxon analisado

U - área (10.000m<sup>2</sup>)

A - área amostrada (m<sup>2</sup>)

N - número total de indivíduos

A frequência absoluta do táxon ( $FA_t$ , %) mostra o percentual de unidades de amostragem em que ocorre um determinado táxon em relação ao total de unidades de amostragem. A frequência relativa do táxon ( $FR_t$ , %) é a porcentagem da  $FA_t$  em relação à frequência total ( $FT$ , %), que representa o somatório de todas as  $FA_t$ .

Calculado pela seguinte fórmula:  $FA_t = 100.nAt./NAT$

$$FT = \sum_{I=1}^s FA_t$$

Onde:

$$FR_t = 100 \cdot FA_t / FT$$

$n_{At}$  - número de unidades amostrais com ocorrência do táxon  $t$

$NAT$  - número total de unidades amostrais

$s$  - número de táxons

A dominância fornece uma ideia do grau de utilização, por parte da população, dos recursos do ambiente. Pode ser estimada através do volume, área da copa ou área basal. Neste caso, optou-se por facilidade de obtenção, pela área basal. A dominância absoluta do táxon ( $DoAt$ ,  $m^2$  lha) estima a área basal por hectare, a dominância relativa do táxon ( $DoRt$ , %) representa a porcentagem de  $DoAt$  com relação a  $DoT$ .

Calculado pela seguinte fórmula:

$$G_t = \sum_{I=1}^{n_t} Fat$$

$$DoAt = G_t \cdot V/A$$

Onde:

$$DoRt = 100 \cdot DoAt / DoT$$

$G_t$  - área basal total do táxon  $t$  ( $m^2$ )

$n_t$  - número de indivíduos do táxon  $t$

$V$  - área ( $10.000 m^2$ )

$A$  - área amostrada ( $m^2$ )

$DoT$  -  $\Sigma$ : das dominâncias absolutas do táxon

O cálculo da área basal do indivíduo que apresente rebrotos deve ser realizado somando-se a área basal de cada um deles, ou somando os quadrados dos parâmetros (ou diâmetros) e depois calculando a área basal.

Os índices de valor de importância e cobertura do táxon ( $IVI_t$  e  $IVC_t$ ) permitem estabelecer a estrutura dos táxons na comunidade, separar diferentes tipos de uma mesma formação, assim como relacionar a distribuição das espécies em função dos fatores abióticos.

$$IVI_t = DR_t + FR_t + DoR_t$$

$$IVC_t = DR_t + DoR$$

Estes cálculos foram efetuados por meio da planilha eletrônica no Microsoft Office Excel (2010) ®.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO APODI-MOSSORÓ

Para a classificação prévia da condição em que o corpo d'água se encontrava foram obedecidas a Resolução CONAMA n° 357, de março de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências, sendo alterada e complementada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011.

A RESOLUÇÃO CONAMA n°357/05 estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas segundo seu uso preponderante. Esta classificação é realizada considerando, principalmente, que o enquadramento dos corpos de água deve estar fundamentado não necessariamente na sua condição atual, mas nos níveis de qualidade que precisariam ter para atender às necessidades da comunidade, à saúde e o bem-estar humano e ao equilíbrio ecológico aquático.

Na região, não há propriamente uma classificação das águas, entretanto, considerando os usos preponderantes da água, registrados a longo da pesquisa, como lazer, irrigação, atividades de pesca, dessedentação de animais, desmatamento das áreas de preservação e extração de areia, e tendo em vista o estabelecido pela resolução CONAMA n°357/2005 (BRASIL, 2005), percebe-se que as águas do Rio Apodi-Mossoró no município de Governador Dix-Sept Rosado são utilizadas como águas Doces de Classe 2.

A classificação de um corpo hídrico visa garantir às águas, qualidade compatível com os usos a que forem destinadas, assegurando o direito ao uso dos recursos hídricos. Desta forma, a definição da classe de enquadramento das águas (Classe 2) é a condição fundamental para se estabelecer, ao longo da discussão, os limites permissíveis de cada parâmetro e refletir sobre a condição ambiental dos locais estudados.

A Tabela 2 apresenta os resultados do monitoramento de águas superficiais, dos pontos A, B e C, para as duas campanhas realizadas. Os resultados destacados em cinza indicam valores fora dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005 para cursos de águas de classe 2.

**Tabela 2-** Resumo das análises físico-químicas e biológicas, avaliados segundo a Resolução do CONAMA 357de 2005.

Parâmetros	1ª Campanha (período de estiagem)			2ª Campanha (período Chuvoso)			CONAMA Nº357/2005 Classe II
	Nov/2014			Mai/2015			
	Ponto A	Ponto B	Ponto C	Ponto A	Ponto B	Ponto C	
<b>pH</b>	7,51 ± 0,08	7,70 ± 0,06	7,70 ± 0,20	6,95 ± 0,06	7,36 ± 0,10	7,53 ± 0,03	6,00- 9,00
<b>Temperatura (°C)</b>	29	29	27	31	30	30	40
<b>OD (mg/L de O<sub>2</sub>)</b>	9,30 ± 0,02	6,6 ± 0,1	8,5 ± 0,2	6,34 ± 0,05	3,67 ± 0,04	4,70 ± 0,02	≥5,00
<b>Turbidez (NTU)</b>	3,9 ± 0,1	23,6 ± 0,2	5,98 ± 0,03	4,1 ± 0,13	10,4 ± 0,2	5,98 ± 0,03	≤100
<b>Nitrogênio Total (mg/L)</b>	0,680 ± 0,001	2,450 ± 0,001	2,37 ± 0,01	2,118 ± 0,1	5,035 ± 0,095	3,019 ± 0,003	Nm
<b>Fósforo Total (mg/L)</b>	0,098 ± 0,001	0,773 ± 0,005	0,557 ± 0,002	0,233 ± 0,001	2,237 ± 0,01	2,865 ± 0,001	≤0,1
<b>DQO (mg/L de O<sub>2</sub>)</b>	86 ± 2	108,6 ± 0,5	65,00 ± 0,03	40,86 ± 2,52	78,339 ± 2,07	35,635 ± 3,27	Nm
<b>DBO (mg/L de O<sub>2</sub>)</b>	42 ± 2	68 ± 1	29,8 ± 0,9	20,7 ± 0,44	32,8 ± 0,36	19,13 ± 0,55	≤5,00
<b>Sólidos Totais (mg/L)</b>	0,44 ± 0,02	0,570 ± 0,006	0,54 ± 0,01	0,208 ± 0,005	0,441 ± 0,001	0,341 ± 0,01	≤500
<b>E.Coli (NMP/100mL<sup>-1</sup>)</b>	1600	1600	1600	50	1600	1600	≤1000
<b>Coliforme Totais (NMP/100mL<sup>-1</sup>)</b>	300	80	8	13	50	13	Nm

\*Nm = não mencionado na legislação.

Quando se verifica os parâmetros (pH, Temperatura, OD, Turbidez, Nitrogênio Total, Fósforo Total, DQO, DBO, Sólidos Totais, E.Coli e Coliforme Totais) analisados individualmente e comparados aos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005, pode ser averiguado que:

### **5.1.1 Temperatura**

De acordo com Sperling (2007), a temperatura é a medição da intensidade de calor na água. É um dos parâmetros físicos mais importantes nos estudos dos ecossistemas aquáticos, uma vez que tem efeito direto sobre a cinética dos processos metabólicos oxidativos vitais, tais como: respiração; processos de decomposição da matéria orgânica; a solubilidade dos gases dissolvidos, como o oxigênio; a densidade da água que interfere na mistura e movimentos das massas de água e interage com todas as demais propriedades da água (QUEIROZ, 2003).

Em relação ao parâmetro temperatura, não houve diferença significativa entre os pontos de estudo e nem entre o período de estiagem e chuvoso (Tabela 2). Oscilando no período seco com máxima de 29°C e no período chuvoso de 31°C.

O CONAMA 357/05, estabelece como limite o valor de 40°C. Desta forma, os valores encontrados neste estudo estão de acordo com a legislação consultada.

### **5.1.2 PH**

O pH é considerado um parâmetro de estabilização dos sistemas químicos e biológicos das águas naturais (NORONHA et al., 2010). Desta forma, é uma importante variável na avaliação da qualidade da água, por influenciar processos biológicos e químicos nesse ambiente, ou seja, ele atua diretamente nos equilíbrios químicos em ambientes naturais e na fisiologia de espécies aquáticas. Indiretamente, tem efeito sobre a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados e sobre a solubilidade de nutrientes.

O potencial hidrogeniônico de todos os trechos estudados não sofreram alterações significativas, tanto no período de estiagem como no período chuvoso. No período de estiagem, o menor valor foi 7,51, obtido no ponto A, e o maior valor foi 7,70, obtido nos pontos B e C, conforme apresentado na Tabela 2. No período chuvoso,

o menor valor foi 6,95, obtido no ponto A, e maior valor foi 7,53, tendo sido obtido no ponto C, conforme apresentado na Tabela 2.

Diante do exposto, os valores de pH se mantiveram em uma faixa próxima a neutralidade, o que revelou uma ótima capacidade de tamponamento pelo rio, de modo que, os valores determinados do pH variaram dentro de uma faixa ligeiramente básica. De acordo com Libânio (2005), águas naturais de superfície apresentam pH entre 6,0 e 8,5, conceituado por ele, um intervalo ideal à manutenção da vida aquática. Em relação à lei vigente todos os valores encontrados ficaram dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357 de 2005, para águas de classe 2 (pH entre 6 e 9).

### **5.1.3 Turbidez**

A turbidez de uma amostra de água, em Unidade de Turbidez (UNT), mede o grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água. Porém Atividades de mineração, assim como o lançamento de esgotos e de efluentes industriais, também são fontes importantes que causam uma elevação da turbidez das águas (ANA, 2005).

De acordo com Santos et al., (2001), a turbidez não está sujeito estritamente à concentração de sedimentos em suspensão, mas também a outras particularidades do sedimento, tais como tamanho, composição mineral, cor e quantidade de matéria orgânica. Alta turbidez reduz a fotossíntese de vegetação enraizada submersa e algas. Esse desenvolvimento reduzido de plantas pode, por sua vez, suprimir a produtividade de peixes. Logo, a turbidez pode influenciar nas comunidades biológicas aquáticas. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (CETESB, 2009).

Os valores obtidos para a variável turbidez no período seco e chuvoso não sofreram alterações significativas no ponto A e no ponto C permaneceu constante. Já o ponto B, apresentou o maior valor (10,40NTU) no período chuvoso que ficou menor quando comparado ao seu maior valor (23,60 NTU) do período seco. Dessa forma, verifica-se um decréscimo de valores no período chuvoso. Tal fato pode ser explicado pela influência das operações de extração de areia que estava se iniciando no dia da

coleta, no período de estiagem, o que provavelmente aumentou a turvação, alterando o valor da variável para este ponto.

Quanto à legislação, o valor limite da turbidez estabelecido pelo CONAMA, 357/05 para águas doces de Classe 2 é de 100 UNT. Logo, os valores encontrados no rio estão em conformidade com a resolução.

#### **5.1.4 Oxigênio Dissolvido (OD)**

O agente oxidante mais relevante em águas naturais é o oxigênio molecular dissolvido,  $O_2$  (Baird, 2002). OD é de fundamental importância para a manutenção dos seres aquáticos aeróbios e compõe um dos principais parâmetros hidrológicos de avaliação da qualidade das águas e de possíveis impactos ambientais, tais como, eutrofização e poluição orgânica (Libânio 2005; Lira, 2008).

Sob esse aspecto, águas poluídas são aquelas que proporcionam baixa concentração de oxigênio dissolvido, enquanto que, as águas limpas proporcionam concentrações de oxigênio dissolvido elevadas.

Em relação às concentrações de oxigênio dissolvido, foram obtidos valores menores no período chuvoso nos três pontos de estudo em relação ao período de estiagem. Este fato é comum no início do período chuvoso, devido ao acréscimo do conteúdo de matéria orgânica na água, em decorrência da “lavagem de superfícies”, tanto na área urbana como na rural, já que há consumo de oxigênio dissolvido para oxidar a matéria orgânica. Dessa forma, quanto maior a quantidade de matéria orgânica, menor será a quantidade de oxigênio dissolvido.

Verifica-se que a cultura agrícola temporária é uma das principais fontes de matéria orgânica, diminuindo o teor de OD. O maior valor encontrado para o período de estiagem e chuvoso, foi 9,30 mg/L e 6,30 mg/L respectivamente, no trecho mais a montante (Ponto A), fora da área de extração de areia e com pouca interferência antrópica em relação as demais áreas, onde, portanto, era esperada uma melhor qualidade de água. Segundo Esteves e Menezes (2011), os fatores que controlam a concentração de oxigênio são a temperatura, corrente, luz, pressão e a matéria orgânica.

O menor valor de OD encontrado foi de 3,67 mg/L (Ponto B), durante o período de chuva, corroborando com os maiores valores encontrados de DBO (32,8 mg/L) e

DQO (78 mg/L), em relação ao demais pontos, também verificada na mesma data. Neste ponto, o rio além de sofrer com cultura agrícola temporária (realizada por pequenos agricultores) que é observada nos demais pontos, também sofre com a extração de areia.

Desta forma, outro fator que provavelmente contribuiu para a redução do OD, no ponto B, foi à turbidez proveniente do excesso das partículas do solo em suspensão, reduzindo assim a penetração de luz para o crescimento do fitoplâncton, e consequentemente diminuindo a produção de oxigênio na água.

No que se refere à legislação federal, os pontos B e C no período chuvoso apresentaram valores iguais a 3,67 mg/L e 4,70 mg/L respectivamente, os quais se encontram abaixo do valor mínimo de 5 mg/L estabelecido pela CONAMA 357/2005 para rios Classe 2. Os demais resultados de coleta estão com as concentrações aceitáveis de acordo com a legislação vigente.

#### **5.1.5 Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)**

A demanda bioquímica de oxigênio representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água, por meio da decomposição microbiana aeróbia, para uma forma inorgânica estável. Assim, a DBO<sub>5</sub> é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C na ausência de luz (ANA, 2005).

Pelo fato da DBO apenas aferir a quantidade de oxigênio consumido, não indica a presença de matéria não biodegradável, nem leva em consideração o efeito tóxico ou inibidor de materiais sobre a atividade microbiana (CESTESB, 2009).

Os resultados apresentados na Tabela 2 mostram que no período das chuvas as concentrações de DBO foram inferiores aos obtidos para o período de estiagem. Isso se sucedeu, possivelmente, devido à diluição gerada pelo período chuvoso. Resultados análogos foram detectados por Daltro Filho e Santos (2001) e Vasco et al. (2011). De modo geral, os valores de DBO apresentaram um maior valor no ponto B, em função da influencia antrópica do meio, ou seja, desmatamento da mata ciliar, para limpeza da área para extração de areia e deslocamento de veículos, presença de fezes de animais e esgotos.

Devido aos elevados valores de DBO obtidos no período seco e chuvoso no ponto B, verifica-se uma diminuição da concentração de oxigênio dissolvido no curso d'água, em razão das condições aeróbicas, por alta turbidez, devido à extração de areia e provavelmente a contaminação do curso d'água causados pelos resíduos (óleos, graxas, lubrificantes) derivados de maquinarias utilizadas no processo da dragagem.

Os valores de DBO obtidos nos meses de novembro de 2014 e maio de 2015 ficaram acima do valor máximo regulamentado pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doce de classe 2, ou seja, 5 mg/L.

### **5.1.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

É a quantidade de oxigênio necessária para a oxidação da matéria orgânica de uma amostra em meio ácido, utilizando-se um agente oxidante forte, em excesso o dicromato de potássio (BAIRD, 2011).

Geralmente os valores de DQO são maiores que os da DBO<sub>5</sub>, em virtude das condições de oxidação química serem mais intensas que as provocadas por microrganismos, ou seja, certos compostos inorgânicos podem ser oxidados e interferir no resultado que leva à degradação de matéria orgânica, sendo essa biodegradável ou não (Viterbo Junior, 1998). Neste sentido, a DQO apresentou valores maiores que a DBO em todos os pontos tanto no período de estiagem como no período chuvoso.

Quando uma substância é resistente à biodegradação sob qualquer condição denomina-se recalcitrante. Sobre efeito de acumulação, este podem atingir concentrações superiores à dose letais em alguns organismos, como invertebrados e peixes, levando à ocorrência de morte. Além disso, os efeitos cancerígenos e mutagênicos eventualmente podem ser observados em humanos como resultados da bioacumulação ao longo da cadeia alimentar (ALVARES et al., 2001).

A DQO observada em água superficiais podem ter o limite de até 20 mg/L, ou menos em água não poluída, ou ainda até 200 mg/L em água recebendo efluentes, UNESCO/WHO/UNEP (1992). Neste sentido, as concentrações encontradas nos três pontos de estudo para estação chuvosa e seca (Tabela 2) estão em consonância para águas que recebe efluentes diversos.

### **5.1.7 Coliformes termotolerantes**

O grupo dos coliformes compreende espécies de bactérias que podem ser encontradas no trato intestinal de humanos e animais de sangue quente, assim como no solo, podendo ser diferenciadas em coliformes totais e fecais, também chamados de termotolerantes (SILVA et al., 2006). A contaminação microbiana das águas é extremamente relevante, devido ao seu potencial patogênico.

Segundo Tancredi (2002), a presença de Coliformes Totais não denota necessariamente contaminação fecal, pois participam deste grupo bactérias cuja procedência direta não é unicamente entérica, podendo ocorrer naturalmente no solo, na água e em plantas. Para Bastos et al. (2000), na avaliação da qualidade de águas naturais, os coliformes totais têm valor sanitário restrito e sua aplicação limita-se praticamente à avaliação da qualidade da água tratada e distribuída.

Já os Coliformes Termotolerantes, devido à sua baixa capacidade de colonização ambiental, são indicadores mais eficientes de contaminação fecal. A quantidade destes microrganismos indica o grau de contaminação e, conseqüentemente, os riscos a saúde humana uma vez que adverte a possibilidade de ocorrência de vários microrganismos potencialmente patogênicos entéricos, dentre eles a mais comum é a *Escherichia coli*, que pode provocar no consumidor doenças, como infecções urinária, diarreia, colite hemorrágica, entre outras. Por este motivo, sua presença em água e alimentos é considerada de maior importância sanitária (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Os valores obtidos para a variável biológica coliformes termotolerantes foram menores no período chuvoso no ponto A (50 NMP/100 mL) que o obtido no período de estiagem (1600 NMP/100 mL). Isso evidenciou que o “efeito de diluição” devido ao acréscimo da vazão foi significativo. Já no ponto B e C apresentaram valores iguais maiores que 1600 tanto no período de estiagem como no período chuvoso. As elevadas concentrações deste parâmetro podem ser atribuídas à entrada de esgoto doméstico não tratado no corpo hídrico.

A presença de elevados valores de CT e CF no ponto A no período de estiagem (Tabela 2) estão ligadas diretamente ao baixo índice pluviométrico e a presença de fezes de animais como, por exemplo, morcegos já que o ponto se localiza próximo a uma caverna. Já o ponto B situado em área urbana e com presença de atividades de extração, podem ser provenientes da degradação das margens do leito do rio, que se apresentam

desprovidas de mata ciliar facilitando o acúmulo e disposição de lixo de diversas naturezas, além da presença de fezes de animais e lançamento de esgotos domésticos.

Já o ponto C, localizado no Sítio Cigana em área rural, apresentou um alto valor de CT que pode estar ligado a áreas degradadas ocasionadas pela mineração e que se encontram em regeneração e pela presença de atividades complementares como a agricultura e a criação de animais realizadas por alguns ribeirinhos.

De acordo com Silva e Ueno (2008), quando o número de coliformes é alto e o índice pluviométrico baixo, os valores de bactérias podem estar relacionados com a interferência antrópica, como a criação de gado e outros rebanhos, enquanto na área urbana pela presença de fossas e esgoto a céu aberto.

Os resultados descritos na Tabela 2 indicam que o ponto A, no período chuvoso, está com o valor de coliformes termotolerantes dentro do estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 para um corpo de água doce de Classe 2 ( $1000 \text{ NMP}/100 \text{ mL}^{-1}$ ). Os demais valores não estão em conformidade com a legislação vigente para águas de classe 2.

### **5.1.8 Sólidos Totais**

As condições óticas da água de um rio são de primordial importância para a vida aquática. O excesso de sólidos na água pode causar danos à vida aquática, interferindo no metabolismo dos organismos autotróficos e, conseqüentemente, os heterotróficos que necessitam de oxigênio dissolvido na água. O depósito de sedimentos também destrói organismos que servem de alimentos, prejudicam a desova de peixes, retém bactérias e resíduos orgânicos no fundo do rio, levando desta forma ao processo de decomposição anaeróbia. Outros problemas estão ligados ao seu depósito no leito do rio como os de navegação e o aumento do risco de enchentes (CESTESB, 2009).

Em um manancial, sólidos totais correspondem a toda matéria que permanece como resíduo após evaporação de uma amostra de água à temperatura de 103 a 105 °C. Os sólidos totais e a turbidez, apresentam um comportamento semelhante. Os valores refletem a condição local, com aumento em locais de maior poluição (ALMEIDA; SCHWARZBOLD, 2003).

As partículas sólidas são naturalmente encontradas nas águas devido ao desgaste das rochas por intemperismo. Amplas concentrações provêm do carreamento de solos pelas águas pluviais, devido a processos erosivos e desmatamentos na bacia hidrográfica, do lançamento de esgotos domésticos, efluentes industriais e da dragagem para remoção de areia e atividades de garimpo (PAIVA, 2004). Em concordância Lima-Green (2008) relata que a ausência de mata ciliar e a influência da extração de areia, pode causar uma elevação dos sólidos suspensos na água, o que acarretaria um aumento nos resultados de sólidos totais.

Foi observado no Poço das Pedras um pequeno acréscimo nos resultados para Sólidos Totais no período de estiagem e chuvoso em decorrência da extração de areia (Tabela 2). Contudo, os resultados estão de acordo com a legislação vigente, haja vista que a mesma determina um valor máximo para ST que é 500 mg/L (CONAMA n° 357/2005).

#### **5.1.9 Nitrogênio (N) e Fósforo Total (F)**

O nitrogênio e o fósforo, em quantidades específicas, são nutrientes indispensáveis ao desenvolvimento de plantas aquáticas e compõem alguns dos principais nutrientes para os processos biológicos, chamados macronutrientes. Já as concentrações excessivas destes nutrientes conduzem a processos de eutrofização das águas naturais. O efeito mais relevante da eutrofização é o florescimento de cianobactérias, as quais produzem diferentes tipos de toxinas, podendo acarretar graves problemas a biodiversidade e ao uso humano da água (TUNDISI, 2008).

Em decorrência do lançamento de despejos ricos em fosfatos num curso d'água pode, em ambientes com boa disponibilidade de nutrientes nitrogenados, estimular o crescimento de organismos fotossintetizantes, chegando até o desencadeamento do processo de eutrofização com florações indesejáveis e oportunistas (PEREIRA, 2004).

O nitrogênio total não é padrão de referência da resolução CONAMA n° 357/2005, entretanto, observa-se que o ponto B apresentou maiores valores no período de estiagem e chuvoso (Tabela 2). Em relação ao fósforo, com exceção do ponto A no período de estiagem, que apresentou concentração dentro do limite permitido pela resolução federal ( $\leq 0,1$  mg/L) para água de classe 2. Os demais resultados ultrapassaram o valor permitido

Ao longo do curso do rio, sabe-se que há uma grande atividade econômica em torno da agricultura e criação de animais, sendo a maioria desta considerada de subsistência. Dessa forma, as fontes de nitrogênio e fósforo podem estar relacionadas a fertilizantes utilizados nas plantações e/ou excrementos de animais.

#### 5.1.10 Índice de Qualidade de Água (IQA)

O índice de qualidade das águas tem como principal finalidade traduzir os parâmetros de qualidade de um determinado corpo hídrico em “nota” de classificação, de maneira a facilitar a comunicação com o público não técnico (FREITAS et al., 2011). O valor do IQA é calculado pelo produto ponderado das seguintes variáveis: Temperatura da amostra, pH, , DBO, OD, Turbidez, Sólidos Totais, Fósforo, Nitrogênio Total e Coliformes Termotolerantes (CETESB, 2013). Outros parâmetros também foram analisados como a DQO, Coliformes Totais e nitrogênio total como forma de subsidiar a pesquisa.

Os resultados obtidos neste trabalho foram submetidos à discussão, não só em função da influência do período de amostragem, dos resultados das variáveis que compõem o IQA, mas também e principalmente em função da diferenciação dos três pontos estudados. O quadro 3 apresentam os resultados do IQA, para os três pontos em períodos diferentes.

**Quadro 4** - Valores de IQA e seus respectivos conceitos segundo a CETESB.

<b>Rio Apodi/Mossoró (novembro / 2014 - Estiagem)</b>			
<b>Pontos de Coleta</b>	<b>IQA</b>	<b>Conceito</b>	<b>Cor</b>
<b>Ponto A – Poço Feio</b>	<b>47</b>	Aceitável	
<b>Ponto B – Poço das Pedras</b>	<b>40</b>	Aceitável	
<b>Ponto C – Sítio Cigana</b>	<b>47</b>	Aceitável	
<b>Rio Apodi/Mossoró (maio / 2011 - Chuvoso)</b>			
<b>Ponto A – Poço Feio</b>	<b>61</b>	Boa	
<b>Ponto B – Poço das Pedras</b>	<b>32</b>	Ruim	
<b>Ponto C – Sítio Cigana</b>	<b>41</b>	Aceitável	

Na campanha de novembro / 2014 todos os trechos receberam conceituação aceitável, com faixa de variação do valor do IQA entre 40 a 47. Porém, nota-se que o ponto B (poço das pedras), onde a extração de areia estava sendo realizada apresentou um valor menor em relação aos outros pontos (quadro 3) . Este resultado esta vinculado ao menor valor de OD, maior turbidez e elevados valores para coliformes termotolerantes para esta coleta. A presença de animais para dessedentação e as fezes

deixadas pelos mesmos é constante nesta localidade. Em verdade, muitos moradores utilizam o rio para lavagem de veículos e banho de animais. Já o aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d' água, se deu devido ao processo de extração de areia. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva, (2011) que observou um aumento da turbidez às margens do Riacho do Silva (Bebedouro) Maceió/AL, provocadas possivelmente pelo processo de mineração de areia.

Na campanha de maio / 2015, o trecho A recebeu conceituação boa, o trecho B ruim e o C aceitável. A faixa de variação do valor do IQA foi entre 32 a 61. O ponto A foi quem apresentou o maior valor do IQA quando comparados com os demais resultados (Quadro 3) . Como explicação destes resultados tem se o baixo valor das variáveis biológicas, coliformes termotolerantes ( $50 \text{ NMP}/100\text{mL}^{-1}$ ) e coliforme Totais ( $13 \text{ NMP}/100\text{mL}^{-1}$ ). A melhoria da qualidade de água no Ponto A pode ser explicada não só pelo aumento da vazão do rio no período chuvoso, mas também pelas águas que brotam da fonte subterrânea.

Já o ponto B enquadra-se nas faixas de qualidade ruim, tal fato tem como agentes responsáveis à presença de fezes de animais no leito do rio, desenvolvimento da agricultura com uso de fertilizantes e aniquilamento da mata ciliar para extração da areia. No ponto C não se observou uma alteração significativa no resultado, tanto no período de estiagem com no período chuvoso, ambas receberam uma conceituação aceitável. Entretanto nota-se que houve uma diminuição do resultado no período chuvoso. A elucidação para tal acontecimento é referente a diminuição do OD ( $4,70\text{mg}/\text{L}$ ) ocasionado pela agricultura temporária, que ocorre principalmente neste período do ano.

Outro fator importante a ser evidenciado foi a elevada concentração de fósforo, nitrogênio e DBO, encontradas nos pontos B e C, e conseqüentemente a grande quantidade de macrófitas aquáticas, ocasionadas possivelmente aos usos agropastoris que sucedem na bacia e aos lançamentos de efluentes nas áreas urbanas. Estes achados são semelhantes aos resultados encontrados pelo monitoramento da qualidade das águas superficiais (PROGRAMA ÁGUA AZUL, 2015) para esta região. O aumento destas variáveis se assemelham aos resultados obtidos por Peres (2002) e Sousa et al. (2014) em estudos semelhantes.

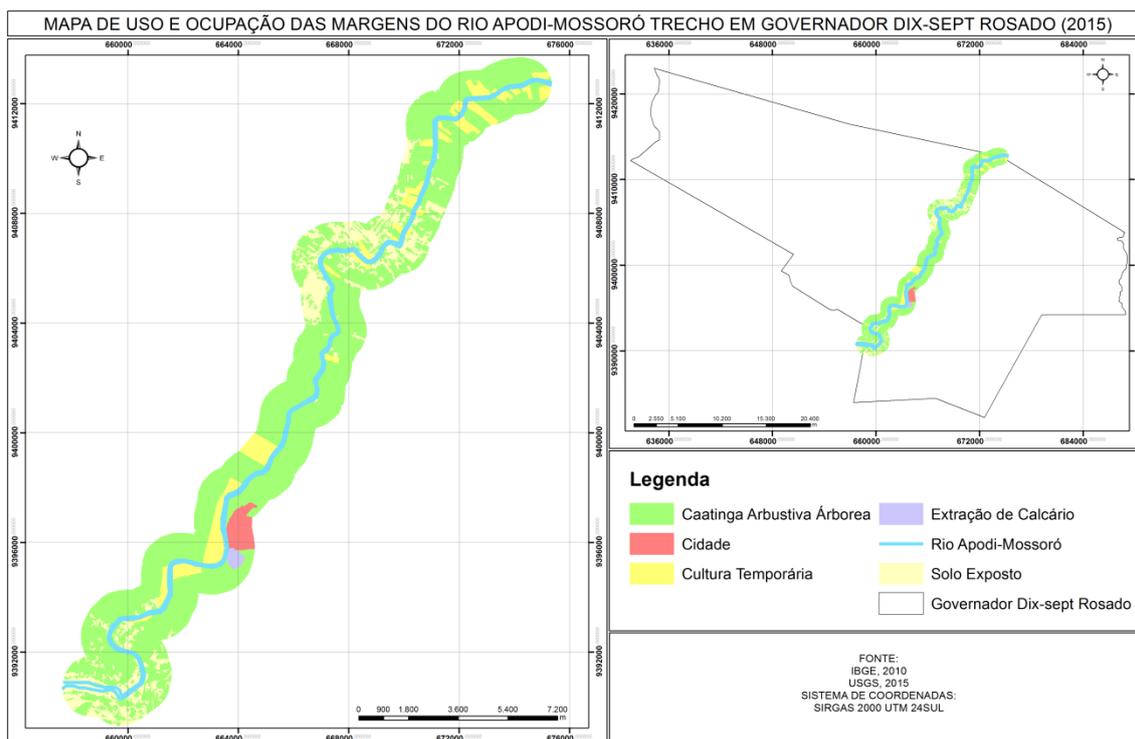
## 5.2 IDENTIFICAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

A identificação e classificação do uso do solo são fundamentais no conhecimento do ambiente. As técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica.

A ocupação espacial cresce em grande escala buscando atender às demandas do modelo econômico hegemônico contemporâneo, porém na mesma velocidade e escala cresce o esgotamento dos recursos naturais tornando a busca por um padrão de desenvolvimento baseado na sustentabilidade um fator quase ilusório, considerando-se principalmente o aumento da demanda por água e outros recursos naturais renováveis (SANTOS, 1993).

Segundo Mendes e Cirilo (2001), o impacto decorrente da alteração do uso do solo reflete-se em todos os componentes do ciclo hidrológico, como no escoamento superficial, na recarga dos aquíferos e na qualidade da água.

Tendo em vista o objetivo de realizar uma análise integrada ambiental da área, os dados referentes às atividades antrópicas desenvolvidas ao redor do rio Apodi-Mossoró no município de Governador foram estudadas com base no mapa de uso e ocupação de solo (Figura 4) e através de observações locais em áreas.



**Figura 4** - Mapa de uso e ocupação das margem do rio Apodi-Mossoró, município de Gov. Dix-Sept Rosado.

Fonte: Núcleo de Estudos Socioambientais e Territoriais (NESAT/UERN).

A área foco do estudo situa-se dentro do Município de Gov. Dix-Sept Rosado. Segundo a instituição IBGE (2014) a estimativa da população em 2015 é de 13.048 habitantes e sua densidade demográfica é de 10,96 habitantes por km<sup>2</sup> no território do município.

De acordo com o resultado apresentado, a cobertura vegetal predominante na área é a flora arbóreo-arbustiva, compreendendo principalmente árvores e arbustos baixos muitos dos quais apresentam espinhos, microfilia e algumas características xerofíticas (LEAL et al., 2003).

As atividades agrícolas executadas no município se caracterizam como cultura temporária e permanente. As culturas temporárias abrangem os cultivos de batata-doce, feijão, melancia, melão, milho, sorgo e tomate. Destaca-se entre as demais, pela maior área destinada a colheita, principalmente, ao cultivo de feijão com 600 hectares e milho com 500 hectares. Em relação à atividade agrícola (Cultura permanente), a bacia produz banana (cacho), castanha de caju, coco-da-baía, manga e maracujá, destas se sobressaem o caju com 310 hectares de terras destinados à colheita (IBGE, 2014).

A figura 4 mostra que o rio Apodi-Mossoró no município de Gov. Dix-Sept Rosado apresenta ausência de mata ciliar em vários trechos das suas margens, fato esse em consonância com os resultados do programa estadual de monitoramento e fiscalização ambiental aéreo sobre o rio Apodi-Mossoró (PEMFAA / IDEMA, 2009).

A cobertura vegetal da bacia se encontra bastante alterada pela interferência antrópica em decorrência da retirada de lenha que é utilizada como matriz energética para produção da cal, extração de areia e abertura de áreas para exploração agrícola e em menor escala a pecuária. Vale salientar que extração de areia não aparece na figura 4 devido a baixa resolução das imagens de satélite utilizadas para construção do mapa.

O uso intensivo de áreas por estas atividades geram impactos de forma negativa sobre a biodiversidade, podendo em muitos casos, levar a extinção de determinadas espécies. Além da perda de biodiversidade, a remoção da vegetação sem critérios de manejo, expõe o solo à ação erosiva das chuvas provocando o transporte de partículas para os corpos hídricos, alterando assim as características naturais destes. Em contrapartida, nos meses de estiagem e em razão ao baixo nível do rio, a extração de área permite de forma benéfica o aprofundamento do rio possibilitando o seu múltiplo uso por moradores locais.

### 5.3 COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGICA

#### 5.3.1 Riqueza e Diversidade Florística

Em cada ponto foi selecionada uma área para a delimitação das parcelas utilizado o sistema de parcelas (BRAUN-BLANQUET, 1979), com 10 m de largura por 20 m de comprimento, sendo três parcelas no sitio Pedrinhas, ponto 1 (área degradada), e duas parcelas no Poço Feio, ponto 2 (área preservada), em áreas de mata ciliar do rio Apodi-Mossoró.

Nos estudos florísticos foram identificados no total 114 indivíduos (tabela 3), situados em 13 famílias. Na amostragem da área degradada foram constatados 20 indivíduos distribuídos em 6 famílias e 10 espécies. Já na área preservada foram encontrados 95 indivíduos postos em 10 famílias e 12 espécies. Diante da amostragem é possível visualizar as disparidades entre as áreas, verificando-se o maior número de espécies no fragmento vegetacional conservado.

**Tabela 3** - Relação de famílias e número de indivíduos presente nas margens do rio Apodi-Mossoró em três parcelas no Sítio Pedrinhas (1, 2 e 3 ) e duas no Poço Feio (4 e 5). Mossoró, RN.

Família	Números de Indivíduos	Parcelas, Árvores	% Total
<b>Anacardiaceae</b>	4	2	3 %
<b>Apocynaceae</b>	19	4, 5	17%
<b>Boraginaceae</b>	11	4, 5	10%
<b>Bignoneaceae sp.</b>	4	4, 5	3%
<b>Bignoneaceae</b>	1	4	1%
<b>Capararidaceae</b>	2	3	2%
<b>Cactaceae</b>	1	5	1%
<b>Crysobalanaceae</b>	3	1, 4	3%
<b>Combretaceae</b>	23	3, 4, 5	20%
<b>Euphorbiaceae</b>	5	4, 5	4%
<b>Fabaceae</b>	34	1, 2,3, 4, 5	30%
<b>Malvaceae</b>	1	2	1%
<b>Verbenaceae</b>	6	5	5%
<b>TOTAL</b>	<b>114</b>		

Das famílias botânicas amostradas, nas cinco parcelas em ambos os pontos, as que apresentaram maior número de espécies, foram Fabaceae com a maior riqueza florística com 34 indivíduos (única família a está presente em todas as parcelas), Combretaceae com 23 indivíduos, Apocynaceae com 19 indivíduos. Estas 3 famílias representam 67% de todas as famílias encontradas. Bessa e Medeiros (2011) realizaram um Levantamento Florístico e fitofisionômico em fragmentos de caatinga no Município de Tabuleiro Grande – RN e dentro das suas 20 parcelas com dimensões 10m x 10m distribuídas em dois ambientes distintos, identificou 10 famílias na área I (ambiente conservado) e 7 na área II (ambiente o antropizado) sendo as mais abundantes em ordem decrescente Euphorbiaceae para os dois locais, e em seguida a Fabaceae, para área I e Mimosaceae para área II, enquanto Bulhões et al. (2015) relata em seu estudo de levantamento florístico e fitossociológico das espécies arbóreas do bioma caatinga realizado na Fazenda Várzea da Fé no Município de Pombal-PB e identificou 13 famílias sendo as mais expressivas Fabaceae, Euphorbiaceae e Apocynaceaeem. Estudos semelhantes também constataram uma maior abundância da família Fabaceae, os representantes desta família apresentam-se notáveis em áreas de caatinga, sendo observado em outros trabalhos de composição florística como a de (Souza, Rodal, 2010; Trovão et al., 2010).

Conforme as observações realizadas durante o período de coleta de dados na segunda parcela do ponto 1 (local antropizado), a qual não apresentava vegetação nativa, substituída pela plantação de mangueiras, foi verificado sinais de recuperação da vegetação nativa, em virtude da presença de indivíduos jovens da flora da caatinga. Estas por sua vez não entraram na contagem, pois não continham a altura mínima de 1,0m nem 03cm de diâmetro do caule.

No ponto 1 (Sítio Pedrinhas), foram amostrados 20 indivíduos, pertencentes a 10 espécies. (Tabela 4). Já a amostragem realizada no ponto 2 ( Poço Feio) , relacionou um total de 95 indivíduos, pertencentes 12 espécies (Tabela 4).

Bessa e Medeiros (2011) e Bulhões et al., (2015) relata em seus trabalhos que no ambiente I (conservado) houve maior número de famílias que no Ambiente II (antropizado), fato observado também para este estudo. No ponto 1, ambiente antropizado, apresentou menor diversidade de famílias comparado com o ponto 2, ambiente preservado (tabela 4). Em geral a degradação observada no ponto 1 foi ocasionada pela atividade de dragagem, utilização para pastagens de bovinos e também pelo plantio de mangueiras, que foi a espécie com maior número de registros neste ponto (Tabela 5). No ponto 2, local com poucos sinais de degradação da flora, teve maior quantidade de espécies mensuradas (Tabela 6) e maior número de famílias, portanto sendo mais diversificado que o ponto 1. O Poço Feio é um local mais distante do centro da cidade do que o Sítio Pedrinhas. Além do fator da distância o que favorece a conservação do Poço feio é o trabalhos de educação ambiental que são realizados nas escolas, informando a importância da preservação do lugar.

**Tabela 4** – Mostra os pontos relacionados com o número de parcelas (N°P), número de indivíduos encontrados (N°IE), N° de espécimes e o número de famílias encontradas (N°FE) no município de Governador Dix-Sept Rosado/RN.

Pontos	N°P	N°IE	N°E	N°FE
<b>Ponto 1</b>	3	20	10	6
<b>Ponto 2</b>	2	95	12	10

O ponto 1 ambiente antropizado apresentou 20 indivíduos sendo os indivíduos mais bem representados em ordem decrescente são a mangueira com 4 indivíduos (*Mangifera indica* L.) em segundo Umarizeiro (*Geoffroea spinosa* Jacq.) com 3

indivíduos e em terceiro com duas unidades o Espinheiro (*Pithecellobium diversifolium* Benth.); Leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) R. de Wit) e Mamona (*Ricinus communis*); Oiticica (*Licania rigida* Benth.) e Trapiá (*Crataeva tapia* L.). As demais espécies: Malva (*Malva sylvestris* L.), Mufumbo (*Combretum leprosum* Mart.), Unha-do-diabo (*Cryptostegia grandiflora* R. Br.) apresentaram uma (1).

Dentre todos os 95 indivíduos mensurados para ponto 2 a espécie que obteve maior quantidade com 27 indivíduos foi a catingueira (*Poincianella bracteosa*). Em segundo lugar está o mufumbo (*Combretum leprosum*) com 22 indivíduos e em terceiro o pereiro (*Aspidosperma pyriforme*) com 17 indivíduos. Outras apresentaram apenas uma unidade como o ipê (*Tabebuia impetiginosa*), jurema preta (*Mimosa tenuiflora*), xique-xique (*Pilosocereus gounellei*), Oiticica (*Licania rigida* Benth) e a Unha-de-cão (*Cryptostegia Grandiflora* R. Br). Souza e Medeiros (2013) também constataram um elevado número de indivíduos *Poincianella bracteosa* sendo a segunda mais numerosa em relação a outras espécies encontradas em áreas de caatinga na microbacia hidrográfica do riacho Cajazeiras- RN. Segundo Andrade et al., (2005) a catingueira apresenta maior densidade em área mais conservada, por ser muito explorada, em virtude do seu potencial para lenha, além de palatável para os caprinos.

Quanto ao comportamento das famílias sete delas foram exclusivas do ponto 2 Apocynaceae, Boraginaceae, Bignoneaceae sp., Bignoneaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Verbenaceae, três foram encontradas apenas no ponto 1 Anacardiaceae, Malvaceae, Capararidaceae e a mesma quantidade de famílias foram observadas em ambos os pontos Crysobalanaceae, Combretaceae, Fabaceae. Houve uma surpresa por não ter sido registrada nenhuma carnaúba, já que é um tipo de vegetação que é encontrada na região.

### 5.3.2 Caracteres analíticos quantitativos – parâmetros fitossociológicos

A densidade constatada no ponto 1 é considerada baixa 333,33 ind. ha<sup>-1</sup> (Tabela 5) e semelhante quando comparada com resultados obtidos por Costa et al. (2002) em um trabalho realizado na região do Seridó, Rio Grande do Norte; esses autores constataram densidades variando entre 360 a 4.220 ind. ha<sup>-1</sup>, em 16 locais de estudo. A baixa densidade do fragmento estudado pode ser explicada como um reflexo da alta ação antropogênica, refletindo em uma menor conservação do remanescente vegetacional. Este é um valor muito baixo, podendo ser explicado pelo fato de ter

sofrido alterações intensas nas suas características naturais, que pode ser comprovado pela presença de mangueiras.

Foi verificada que a espécie exótica (*Mangifera indica* L.) apresentou maior valor de densidade absoluta (66,67) árvore/ha e maior dominância relativa (20,00) árvore/há. A mangueira também se sobressaiu em relação às demais, exibindo maiores valores de importância  $VI = 91,59$  e área basal  $AB = 1,65$  (Tabela 5). Menezes (2011) em estudo fitossociologia do estrato arbóreo de um fragmento no município de Santa Izabel do Pará- PA, também constatou com maior dominância a *Mangifera indica* (Manga) que representa 15,21% da área basal do fragmento.

**Tabela 5** - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas as margens do rio Apodi-Mossoró no sítio Pedrinhas em Gov. Dix-Sept Rosado, RN. N – Número de indivíduos da espécie; AB (m<sup>2</sup>/ha) – Área Basal; DA – Densidade absoluta (ind. ha<sup>-1</sup>); DR – Densidade relativa (%); FA – Frequência absoluta (%); FR – Frequência relativa (%); DoA – Dominância absoluta (m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>); DoR – Dominância relativa e VI – Valor de importância.

Nome Popular	Nome Científico	N	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
Espinheiro	<i>Pithecellobium diversifolium</i> Benth.	2	0,40	33,33	10,00	0,10	10,00	6,69	12,55	32,55
Leucena	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) R. de Wit	2	0,00	33,33	10,00	0,10	10,00	0,01	0,02	20,02
Malva	<i>Malva sylvestris</i> L.	1	0,00	16,67	5,00	0,05	5,00	0,00	0,00	10,00
Mamona	<i>Ricinus communis</i> L.	2	0,00	33,33	10,00	0,10	10,00	0,08	0,14	20,14
Manga	<i>Mangifera indica</i> L.	4	1,65	66,67	20,00	0,20	20,00	27,49	51,59	91,59
Mufumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	1	0,00	16,67	5,00	0,05	5,00	0,05	0,09	10,09
Oiticica	<i>Licania rigida</i> Benth.	2	0,87	33,33	10,00	0,10	10,00	14,56	27,32	47,32
Trapiá	<i>Crataeva tapia</i> L.	2	0,09	33,33	10,00	0,10	10,00	1,45	2,73	22,73
Umarizeiro	<i>Geoffroea spinosa</i> Jacq.	3	0,17	50,00	15,00	0,15	15,00	2,88	5,41	35,41
Unha-do-diabo	<i>Cryptostegia grandiflora</i> R. Br.	1	0,00	16,67	5,00	0,05	5,00	0,07	0,14	10,14
<b>TOTAL</b>		20	3,20	333,33	100,00	1,00	100,00	53,29	100,00	300,00

**Tabela 6** - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas as margens do rio Apodi-Mossoró no Poço Feio em Gov. Dix-Sept Rosado, RN. N – Número de indivíduos da espécie; AB (m<sup>2</sup>/ha) – Área Basal; DA – Densidade absoluta (ind. ha<sup>-1</sup>); DR – Densidade relativa (%); FA – Frequência absoluta (%); FR – Frequência relativa (%); DoA – Dominância absoluta (m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup>); DoR – Dominância relativa e VI – Valor de importância.

Nome Popular	Nome Científico	N	AB	DA	DR	FA	FR	DoA	DoR	VI
Alecrim	<i>Lippia gracilis</i> Shauer	6	0,01	150	6,38	0,06	6,38	0,26	0,08	12,85
Espécie indefinida	<i>Bignoniaceae sp.</i>	4	0,00	75	3,19	0,03	3,19	0,03	0,01	6,39
Ipê	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. Ex DC.) Standl.	1	0,002	25	1,06	0,01	1,06	0,05	0,01	2,14
Catingueira	<i>Poincianella bracteosa</i> (Teel.) L. P. Queiroz.	27	0,13	675	28,72	0,29	28,72	3,21	1,02	58,47
Jurema-preta	<i>Mimosa tenuiflora</i> (Wild.) Poir.	1	0,05	25	10,6	0,01	1,06	1,37	0,44	2,56
Mufumbo	<i>Combretum leprosum</i> Mart.	22	0,11	550	23,40	0,23	23,40	2,81	0,89	47,70
Oiticica	<i>Licania rigida</i> Benth	1	10,61	25	1,06	0,01	1,06	265,30	84,44	86,56
Pau-branco	<i>Auxemma onocalyx</i> (Alemão) Taub.	11	1,22	275	11,70	0,12	11,70	30,57	9,73	33,13
Pereiro	<i>Aspidosperma pyriforme</i> Mart.	17	0,39	425	18,09	0,18	18,09	9,77	3,11	39,28
Pinhão	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl.)Baill.	3	0,03	75	3,19	0,03	3,19	0,73	0,23	6,62
Unha-de-cão	<i>Cryptostegia Grandiflora</i> R. Br	1	0,00	25	1,06	0,01	1,06	0,00	0,00	2,13
Xique-Xique	<i>Pilosocereus gounellei</i> (F. A. C. Weber) Byles &Rowley	1	0,00	25	1,06	0,01	1,06	0,10	0,03	2,16
<b>TOTAL</b>		95	12,57	2350,00	100,00	1	100,00	314,21	100,00	300,00

Na análise da estrutura fitossociológica do Poço Feio, foi verificada uma densidade absoluta de 2.350,00 árvores/ha<sup>-1</sup>, valor muito superior ao encontrado no ponto 1. Tal fato permite dizer que esse ambiente possui maior riqueza em espécies, por conter um componente lenhoso formado por árvores e arbustos diferenciados da composição vegetal da área situada no sítio Pedrinhas. Amorim (2005) relata em seu estudo na ESEC de Serra Negra/RN uma densidade de 2.258,00 árvores/ha<sup>-1</sup> sendo um resultado equivalente ao do presente estudo, e este é inferior, quando comparado com resultados obtidos por Pereira-Junior et al. (2012) em um trabalho realizado na região de Monteiro-PB.

Nesse ponto, a espécie que apresentou maior número de indivíduos e maiores frequências foi a catingueira (*Poincianella bracteosa*) com 27 indivíduos e FA=0,29 e FR de 28,72. Outras pesquisas também evidenciaram resultados similares. Jesus, (2010) em um levantamento da vegetação arbustiva arbórea de um fragmento de caatinga, localizada em Castro Alves- BA, também observou a *Poincianella bracteosa* com maior número de indivíduos (621) representando 40,8% dos indivíduos amostrados e com maior dominância relativa, quando comparada com as outras espécies.

As outras duas espécies mais frequentes são mufumbo (*Combretum leprosum* Mart.) com FA=0,23 e FR= 23,40 e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart) com FA=0,18 e FR=18,09. Oliveira et al. (2009), em trabalho semelhante verificou que a espécie *Aspidosperma pyrifolium* apresentou destaque, por apresentar um alto índice de valor de importância e maior frequência.

A oiticica, *Licania rigida*, foi registrada uma única vez, na primeira parcela do ponto 2. Embora seja uma das espécies menos frequente no ponto 2 ela tem a maior área basal (AB =10,61), a maior dominância absoluta e relativa (DA = 265,30 e DR =84,44) e maior valor de importância VI = 86,56. Isso se explica devido o registro ter sido feito em um indivíduo adulto o qual apresentava o caule muito espesso e ramificado. Bessa e Medeiros (2011) em levantamento florístico e fitossociológico em fragmentos de caatinga no município de Taboleiro Grande-RN, encontram resultados semelhantes apresentando a oiticica em áreas preservadas, com dominâncias absolutas e relativas, superior as demais espécies. Fato este que se explica devido à espécie apresentar não somente o maior número de indivíduos, mas a maior AB.

## 6 CONCLUSÕES

As análises físico-químicas e biológicas mostram que a extração de área influência negativamente na qualidade da água do rio Apodi-Mossoró no município de Governador Dix-Sept Rosado.

A área de mineração apresentou os piores resultados para o período de estiagem e chuvoso. O aumento da turbidez causado pela dragagem e a redução do OD originada possivelmente com excesso das partículas do solo em suspensão, foram um dos fatores cruciais, para depreciação na qualidade da água. Os resultados também evidenciaram a pressão antrópica, relacionada a atividades agrícolas observadas em todo trecho, principalmente no que concerne a retirada da vegetação para implantação das mesmas.

Quanto à composição florística verificou-se que o ambiente (antropizado) contém o menor número de indivíduos, em comparação ao ambiente (conservado).

A mata ciliar com maior grau de antropização e conseqüentemente pior estado de conservação esta localizado no ponto 2. A forma como os recursos naturais são explorados no Sítio Pedrinhas, é o principal fator que leva a apontar que a extração de areia e demais ações antrópicas como a agricultura e a substituição da mata ciliar por plantações exóticas são as principais causas da diminuição acentuada da vegetação nativa da localidade.

A mineração influência de forma negativa no âmbito ambiental provocando a diminuição da diversidade florística, por desmatamento, e conseqüentemente a alteração na qualidade das águas. Porém nos meses de estiagem e em razão ao baixo nível do rio a extração de área permite de forma benéfica o aprofundamento do rio possibilitando o seu múltiplo uso por moradores locais.

Esses dados sugerem, portanto, que as áreas foram submetidas a formas diferenciadas de utilização pelo homem. Desta forma, constata-se que a extração de areia e a participação dos moradores da localidade contribuem no empobrecimento da flora que diretamente implica na alteração das qualidades das águas superficiais. Para tanto, o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser planejado de forma integrada, levando-se em consideração o uso do solo da bacia com a gestão ambiental e com o

desenvolvimento econômico, a fim de garantir o progresso e a permanência dos recursos naturais.

## 7 REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR ISO 14001:2004: **Sistema de gestão ambiental: requisitos com orientação para o uso**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2004. 27p.

ALMEIDA, M. A. B.; SCHWARZBOLD, A. Avaliação sazonal da qualidade das águas do Arroio da Cria Montenegro, RS com aplicação de um índice de qualidade de água (IQA). **RBRH-Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 1, p. 81-97, jan./mar. 2003.

ALMEIDA, Raquel Olimpia Peláz o Campo. **Revegetação de Áreas Minerais: Estudo dos Procedimentos Aplicados em Minerações de Areia**. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

ALVARES, A. B. C.; DIAPER, C.; PARSONS, S. A. Partial oxidation by ozone to remove recalcitrance from wastewaters-a review. **Environmental Technology**, v. 22, n. 4, p. 409-427, 2001.

AMORIM, I. L.; SAMPAIO, V. S. D. E.; ELCIDA, L. A. Flora e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea de uma área de caatinga do Seridó, RN, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.19, n. 3, p. 615-623, 2005.

ANA. Agência Nacional das Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil, Caderno de Recursos Hídricos, Brasília, SPR**. 2005.

ANDRADE, L. A.; Leite, I. M.; Tiburtino, U.; Brabosa, M. R. Análise da cobertura de duas fitofisionomias de caatinga com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, v.11, n.3, p.253-262, 2005.

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21.ed. Washington DC: APHA, 2005. 1367p.

ARAI, M. A. Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. **Geologia USP. Série Científica**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

BAIRD, Colin.; CANN, Michael. **Química ambiental**. 4ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2011. 844p.

BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2ª ed. Trad. M.A.L. Recio e L.C.M Carrera. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BASTOS, R. K. X. et al. Coliformes como indicadores da qualidade da água: alcance e limitações. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA

E AMBIENTAL, 27, 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. 12p.

BESSA, M. A. de P; MEDEIROS, J. F. de. Levantamento Florístico e Fitossociológico em fragmentos de Caatinga no município de Tabuleiro Grande - RN. **Revista Geotemas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v. 1, n. 2, p. 69-83, 2011.

BITAR, O. Y.; Fornasari Filho, N.; Vasconcelos, M.M. T.; Silva, W.S. A abordagem do meio físico nos estudos de recuperação ambiental de áreas de mineração de areia na região metropolitana de São Paulo. In: Congresso Brasileiro de Geografia e de engenharia, 6., Salvador, 1990. **Anais** Salvador: ABGE, 1990.p.251-260.

BONUMÁ, N. B. **Avaliação da qualidade da água sob impacto das atividades de implantação de garimpo no município de São Martinho da Serra**. 2006. 107f. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de concentração: Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.

BRASIL. **Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981** - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União de 02 de setembro de 1981.

\_\_\_\_\_. **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.

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 97.632, de 10 de Abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2º, inciso VIII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília, 1989.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA 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. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> . Acesso em: 13/03/2015.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA nº 237/97, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>> Acesso em 15/05/2015

\_\_\_\_\_. Presidência da Republica. **Medida Provisória nº 2.166-67 de agosto de 2001**. Altera os arts. 1º, 4º, 14, 16 e 44, e acresce dispositivos à Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, que institui o Código Florestal, bem como altera o art. 10 da Lei nº

9.393, de 19 de dezembro de 1996, que dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/medpro/2001/medidaprovisoria-2166-67-24-agosto-2001-393708-norma-pe.html>. Acesso em: 17/05/2015.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 302, de 20 de março de 2002**. Dispõe sobre os parâmetros, definidos e limites de Áreas de preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno. Publicação DOU nº 090, de 13/05/2002, págs. 67-68.

\_\_\_\_\_. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**: dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº369, de 28 de março de 2006**. Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP. Publicada no DOU nº61, de 29 de março de 2006, Seção 1, páginas 150 – 151.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA. **Resolução nº. 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, 16 maio 2011.

BRAUN-BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. H. Blume, Madrid, 820 p.

BRIGANTE, F.; EPÌNDOLA, E; L.G.; POVINELLI; J.; NOGUEIRA, A. M. Caracterização física, química e biológica da água do rio Mogi-Guaçu. **Limnologia fluvial**, um estudo no Rio Mogi-Guaçu. São Carlos: Editora Rima. p. 56-76, 2003.

BUCH, H. E. R. **Matas ciliares e degradação da paisagem da área lindeira do médio Iguaçu subsídios para educação ambiental**. 2007. 123f. Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Geografia, Programa de Pós Graduação em Geografia, Curso de Mestrado, Setor Ciência da Terra da Universidade Federal do Paraná. Curitiba-PR, 2007.

BULHÕES, A. A. et al., Levantamento Florístico e Fitossociológico das Espécies Arbóreas do Bioma Caatinga realizado na Fazenda Várzea da Fé no Município de Pombal-PB. **INTESA**, Pombal - PB – Brasil, v. 9, n. 1, p. 51-56, 2015.

CAMARGO, A. F. M.; BIUDESJ. F. V. **Mineração de Areia por Cava em São José dos Campos, 2003**. Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências de Rio Claro-UNESP. Parecer emitido por solicitação da Associação de Engenheiros e Arquitetos de São José dos Campos (AEA-SJC). 2003.

CASCUDO, L.C. **Nomes da Terra**. Natal: Fundação José Augusto, 1968. 321p.

\_\_\_\_\_. Notas e documentos para a história de Mossoró. 157p.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Série Relatórios. **Significado Ambiental e Sanitário das Variáveis de Qualidade das Águas e dos Sedimentos e Metodologias Analíticas e de Amostragem**. São Paulo, 2009. 44p.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA)**, 2013. 3p. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/02.pdf>>. Acesso em: 15 de setembro de 2015.

CHAPMAN, P. M. The implications of hormesis to ecotoxicology and ecological risk assessment. **Human & Experimental Toxicology**. v. 20, p.499-505, 2001.

COSTA, J. J. **Minhas Memórias de Santa Luzia de Mossoró**. 2. Ed. Mossoró: Fundação Vingt-Um Rosado, 1996. (Coleção Mossoroense, Série “B”, nº 1704).

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the “Seridó caatinga” vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation indices. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 707-715. 2002

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea**. Diagnóstico do município de Governador Dix-Sept Rosado, estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005. 24p.

DALTRO FILHO, J.; SANTOS, D. C. G. Estudo das condições sanitárias e ambientais do rio Poxim, no trecho compreendido entre o parque dos Faróis e a captação da Deso. In: Congresso de Iniciação Científica, Aracaju **Resumos...**Aracaju: UFS, v. 01. p. 20. 2001.

DIAS, E. G. C. S. **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no Estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento**. 2001. 283f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro de 2010**. Disponível em: [http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/anuario\\_mineral\\_2010](http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/anuario-mineral/arquivos/anuario_mineral_2010). Acesso em 15/05/2015.

\_\_\_\_\_. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro de 2013**. Disponível em: [https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra\\_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8965](https://sistemas.dnpm.gov.br/publicacao/mostra_imagem.asp?IDBancoArquivoArquivo=8965). Acessado em 15/05/2014.



\_\_\_\_\_, **Licenciamento Ambiental: Normas e procedimentos. Cartilha de Orientação** ao empreendedor. 2012. Disponível em: <http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000007180.PDF>. Acesso em 02/05/2015.

JESUS, Camila Gonzaga de. **Levantamento da vegetação arbustiva arbórea de um fragmento de caatinga, localizada em Castro Alves- BA.** 2010. 48f. Monografia apresentada ao curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Florestal. Cruz das Almas, 2010.

LEAL, I. R., TABARELLI, M., SILVA, J. M. C. **Ecologia e Conservação da Caatinga.** Recife : Ed. Universitária da UFPE, 2003. 828p

LELLES, Leandro Camillo de et al. Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 003, p. 439-444, maio/jun. 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/handle/123456789/2425>> Acesso em: 19/05/2015.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** Campinas, SP: Editora Átomo, 2005. 444 p.

LIMA-GREEN, A. P. **Análise político-institucional da gestão das águas na bacia Lagos São João, RJ.** 2008. 145f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

LINS, Rachel Caldas & ANDRADE, Gilberto Osório. **Os rios – da – Carnaúba I O rio Mossoró (Apodi).** Mossoró: Coleção Mossoroense, Série C, V. 1206, maio de 2001. 54p.

LIRA, J. B. de M. **Avaliação preliminar das concentrações de metais pesados nos sedimentos da Lagoa do Araçá, Recife- Pernambuco.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental). Instituto de Tecnologia de Pernambuco, 2008.

MARTINS, J.; LIMA, P. C. R.; QUEIROZ FILHO, A. P.; COSTA SCHÜLER, L.; PONTES, R. C. M. **Setor mineral rumo a um novo marco legal. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2011.** 276 p.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, vol.24 n° 68, São Paulo, 2010. 209 – 220p.

MENDES C. A. B. e CIRILO J. A. **Geoprocessamento em recursos hídricos: princípios, integração e aplicação.** Porto Alegre: ABRH, 2001. 535 p.

MENEGUZZO, Isonel Sandino. Revisão de literatura. In: Análise de degradação ambiental na área urbana da bacia do Arraio Gertrudes, Ponta Grossa, PR: Uma Contribuição ao planejamento ambiental. 2006.100f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

MENEZES, Nayane Soares de. **Fitossociologia do estrato arbóreo de um fragmento no município de Santa Isabel do Pará- PA**. 2011. 33f. Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Florestal, como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, Novembro de 2011.

MEYER, M.F. **Avaliação dos Impactos Ambientais nas Atividades de Mineração de Areia no RN**, 2011. 11p.

MILARÉ, Édis. **Direito do Ambiente: doutrina, jurisprudência, glossário**. 4. Ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2005.

MILLER JUNIOR, G. T. **Ciência Ambiental**. 11. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2007. 501p.

MOLETTA, Idene Maria. **Área degradada pela extração de areia: um estudo da derivação da paisagem no bairro do Umbará**. 2005. 116f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, 2005.

NESI, J. de R.; CARVALHO, V. G. D. de. **Minerais Industriais do Estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM/SINTEC/SEBRAE/SENAI/CEFET/FUNP EC, 1999. 156p.

NOBRE FILHO, P. A. **Impactos Ambientais Causados Pela Extração De Areia No Canal Ativo Do Rio Canindé –Paramoti – Ceará**. Fortaleza. 2009. 62f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geologia. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. 2009.

NOBRE FILHO, P. A.; SABADIA, J. A. B.; DUARTE, C. R.; MAGINI, C.; NOGUEIRA NETO, J. A.; SILVA FILHO, W. F. Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé. **Revista de Geologia**, Ceará, v. 24, n. 2, p. 126-135, 2011.

NORONHA, T. J. M., SILVA, H. K.P., DUARTE, M. M. M. B. Avaliação dos impactos antrópicos e a qualidade da água do Estuário do Rio Timbó, Pernambuco, Brasil. **CIENTEC- Revista de Ciência, Tecnologia e Humanidades do IFPE**, v. 02, p. 10-22, 2010.

OLIVEIRA JÚNIOR, Eliezer Targino de. **Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró: Macroinvertebrados como Bioindicadores e a Percepção Ambiental dos Pescadores e Marisqueiras do Seu Entorno**. 2009.159f. Dissertação apresentada ao Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa , PB. 2009.

OLIVEIRA, F. B. **Degradação do meio físico e implicações ambientais na bacia do rio Jaguaribe João Pessoa, PB**. 2001. 111f. Dissertação (Mestrado em Geociências) –

Programa de Pós-Graduação em Geociências do Centro de Tecnologia e Geociências da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2001.

OLIVEIRA, P. T. B., et al. Florística e fitossociologia de quatro remanescentes vegetacionais em áreas de serra no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.169-178, 2009.

PAIVA, C. T.; **Melhoria da Qualidade da Água em Bacias de Decantação Localizadas em Área de Extração de Areia**. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Minas da UFMG. Escola de Engenharia da UFMG. Belo Horizonte, maio de 2004. 90p

PEMFAA/IDEMA. **Programa Estadual de Monitoramento e Fiscalização Ambiental Aéreos. Relatórios de Sobrevoos: Rio Apodi-Mossoró**. Natal – RN, julho de 2009 . 38p.

PEREIRA JÚNIOR, L. R.; ANDRADE, A. P.; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de Caatinga em Monteiro, PB. **Revista Holos**, Natal, v. 6, n. 1, p.73-87, 2012.

PEREIRA, R. D. S., Identificação e Caracterização das Fontes de Poluição em Sistemas Hídricos. **Revista Eletrônica de Recursos Hídricos (RERH)**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas/UFRGS. Porto Alegre/RS, Brasil. v.1. n. 1. p. 20-36, 2004.

PERES, A. C. **Uso de macroalgas e variáveis físicas, químicas e biológicas para a avaliação da qualidade da água do Rio Monjolinho, São Carlos, Estado de São Paulo**. 2002. 116 f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

PORMIN – **Portal de Apoio ao Pequeno Produtor Mineral**. Biblioteca: Legislação Mineral. Disponível em <[http://www.pormin.gov.br/biblioteca/arquivo/legislacao\\_mineral\\_resumida.pdf](http://www.pormin.gov.br/biblioteca/arquivo/legislacao_mineral_resumida.pdf)> Acesso em 05/03/2015.

PROGRAMA ÁGUA AZUL. **Monitoramento da qualidade das águas superficiais no período de julho a agosto de 2014**. 1º Relatório trimestral, 2014. Natal, abril de 2015. 166p.

QUARESMA, Luiz Felipe. **Perfil de areia para construção civil**. 2009. Relatório Técnico 31. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano\\_duo\\_decenal/a\\_mineracao\\_brasil\\_eira/P22\\_RT31\\_Perfil\\_de\\_areia\\_para\\_construxo\\_civil.pdf](http://www.mme.gov.br/sgm/galerias/arquivos/plano_duo_decenal/a_mineracao_brasil_eira/P22_RT31_Perfil_de_areia_para_construxo_civil.pdf)> Acesso em: 03/06/2015. 33p.

QUEIROZ, A. M. **Caracterização limnológica do lagamar do Cauípe – Planície Costeira do município de Caucaia**. 2003. 204f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Ceará – UFC, Fortaleza, CE, 2003.

RIBEIRO, Rafaela Maia. **A exploração em cavas de areia no Vale do Paraíba: atores e conflitos – estudo de caso de Jacareí e São José dos Campos**. 2010. 184f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos, 2010.

RN. **Lei Complementar Nº 477 / 2013** de 12 DE setembro de 2013. Institui o Código Municipal de meio ambiente, fixa a política municipal do meio ambiente e cria o sistema municipal do meio ambiente DE Governador Dix-Sept Rosado/RN e dá outras providências. Disponível em: <http://www.diariomunicipal.com.br/femurn/materia/1022344>. Acesso em 06/08/2014.

RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; FIGUEIREDO, M. A. **Manual sobre métodos de estudo florísticos e fitossociológicos- ecossistema Caatinga**. 27p, 2013.

SANTOS, D. N e STEVAUX, J. C. Alterações de Longa Duração na Dinâmica Hidrossedimentar por Extração de Areia no Alto Curso do Rio Paraná na Região de Porto Rico, PR. São Paulo, UNESP, **Geociências**, v. 29, n. 4, p. 603-612, 2010.

SANTOS, I.; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V. B.; BUBA, H.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT, L. F. **Hidrometria Aplicada**. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento. Curitiba, 2001. 372 p.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo: Edusp, 1993.

SÃO PAULO. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Relatório de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo: apêndice B – índices de qualidade das águas. São Paulo, 2008. (Série Relatórios).

SILVA, A. B. A.; UENO, M. Qualidade sanitária das águas do Rio Una, São Paulo, Brasil, no período das chuvas. **Revista Biociências**, v. 14, n. 1, 2008.

SILVA, M. P.; CAVALLI, D. R.; OLIVEIRA, T. C. R. M. Avaliação do padrão coliformes a 45°C e comparação da eficiência das técnicas dos tubos múltiplos e petrifilm EC na detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* em Alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 2, p. 352-359, 2006.

SILVA, Reginaldo Claudino. **Terra do alho, da cal e do petróleo: nossa terra**. 2002. 229p.

SILVA, Rodolfo Antônio da. **Avaliação do processo de licenciamento ambiental de jazidas de areia em Santa Maria**. 2010.153f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

SILVA, V. M. F. **Efeito das ações antrópicas na qualidade da água da bacia do riacho do silva, em Maceió/AL**. 2011.181f. Dissertação apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento -PPGRHS – da Universidade Federal de Alagoas. Maceió, AL, 2011.

SOARES, Alinne Menezes. **Avaliação de Cultivares de Alho no Município de Governador Dix-Sept Rosado-RN**. . Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró-RN, 2013.

SOUZA, G. F. de; MEDEIROS, J. F.de. Fitossociologia e florística em áreas de caatinga na microbacia hidrográfica do Riacho Cajazeiras – RN. **Revista Geo Temas**, Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte, Brasil, v 3, n. 1, p. 161-176, 2013.

SOUZA, J. A. N.; RODAL, M. J. N. Levantamento florístico em trecho de vegetação ripária de caatinga no rio pajeú, floresta, Pernambuco - Brasil. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 54-62, 2010.

SOUSA, T. M. I.; FERREIRA, P. M. L.; GARRIDO, J. W. A.; QUEIROZ, M. M. F.; SILVA, F. M. Qualidade ambiental da bacia do Rio Piancó Piranhas Açu. **Revista Verde** (Pombal - PB - Brasil), v 9, n. 4 , p. 84-94, out-dez, 2014.

SPERLING, M. Von. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.

TANCREDI, R.C.P.; CERQUEIRA, E.;MARINS, B.R. **Águas minerais consumidas na cidade do Rio de Janeiro: avaliação da qualidade sanitária, 2002**. Disponível em: <http://www6.enusp.fiocruz.br/visa/?q=node/4904>. Acesso em 03 de outubro de 2015.

TOBIAS, A.C.; ROCHA, A.C.; FERREIRA, F.; SOUSA, M.M. Avaliação dos impactos ambientais causados pela extração de areia no leito do Rio Piracanjuba - Município de Silvânia, GO. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, p. 11, 2010.

TROVAO, D. M. de B. M.; FREIRE, A. M.; MELO, J. I. M. de. Florística e fitossociologia do componente lenhoso da mata ciliar do riacho de bodocongô, semiárido paraibano. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 78-86, 2010.

TUNDISI, J. G. e TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p.631.

UNESCO/WHO/UNEP. **Water quality assessment**. London: Chapman & Hall; 1992. 585 pp.

VALVERDE, F.M.; SINTONI, A. Perfil da mineração de matérias-primas para construção civil no Estado de São Paulo. In: workshop recursos minerais não-metálicos para o estado de São Paulo. **Boletim de Resumos...** p. 31-34. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia – Núcleo São Paulo, 1994.

VASCO, A. N.; BRITTO, F. B.; PEREIRA, A. P. S.; MÉLLO JÚNIOR, A. V. M.; GARCIA, C. A. B.; NOGUEIRA, L. C. Avaliação espacial e temporal da qualidade da água na sub-bacia do rio Poxim, Sergipe, Brasil. **Revista Ambiente & Agua**. Taubaté, v. 6, n. 1, p. 118-130, 2011.

VITERBO JUNIOR, Énio. **Sistema Integrado de gestão ambiental:** Como implementar um sistema de gestão que atenda à norma ISSO 14001, a parti de um sistema baseado na norma ISSO 9000. São Paulo: Aquariana, 1998.

WATERLOO HYDROGEOLOGIC INC. **Projeto Água Subterrânea no Nordeste do Brasil** - Modelamento Matemático da Área de Recarga do Aquífero Açú – Relatório Final, Rio Grande do Norte, 2004.

# APÊNDICE

**APÊNDICE 1**

<b>PLANILHA DE CAMPO – COLETA DE ÁGUA E SEDIMENTOS</b> <b>PROCEDÊNCIA DA AMOSTRA: RIO APODI-MOSSORÓ</b>	
MUNICÍPIO/UF:	HORÁRIO:
LOCAL:	DATA:
OBSERVAÇÕES:	
<b>DESCRIÇÃO DO LOCAL</b>	
<b>PARÂMETROS A SEREM ANALISADOS NO CAMPO</b>	
COLORAÇÃO DA ÁGUA	
APARÊNCIA DA ÁGUA	
TEMPERATURA DA ÁGUA	

