



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE - UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR - CCTA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS - PPGSA

FRANCISCO TORRES DE MORAIS FILHO

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISES DOS MODELOS DE EXTRAÇÃO DE AREIA NO
RIO PIANCÓ E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS**

POMBAL – PB
JULHO/2019

FRANCISCO TORRES DE MORAIS FILHO

**IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISES DOS MODELOS DE EXTRAÇÃO DE AREIA NO
RIO PIANCÓ E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

Orientadora: Prof^a. D.Sc. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira

Co-orientadores: M.Sc. Denize Monteiro dos Anjos e Esp. Fabiano Machado Peres

M827i Morais Filho, Francisco Torres de.
Identificação e análise dos modelos de extração de areia no rio Piancó e seus impactos ambientais / Francisco Torres de Morais Filho. – Pombal, 2019.
188 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2019.

"Orientação: Profa. Dra. Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira".

"Coorientação: Ma. Denize Monteiro dos Anjos, Esp. Fabiano Machado Peres.".

Referências.

1. Bacia hidrográfica. 2. Dano ambiental. 3. Ilegalidade. 4. Mineração. I. Oliveira, Andréa Maria Brandão Mendes de. II. Anjos, Denize Monteiro dos. III. Peres, Fabiano Machado. IV. Título.

CDU 556.51(043)

“IDENTIFICAÇÃO E ANÁLISES DOS MODELOS DE EXTRAÇÃO DE AREIA NO RIO PIANCÓ E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS”

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal-PB, em cumprimento às exigências para obtenção do Título de Mestre (M. Sc.) em Sistemas Agroindustriais.

Aprovada em 03/07/2019

COMISSÃO EXAMINADORA


Andréa Maria Brandão Mendes de Oliveira
Orientadora


Patrício Borges Maracajá
Examinador Interno


Paulo Hênriques da Fonseca
Examinador Externo

POMBAL-PB
2019

Dedico esta obra aos meu pais, Francisco Torres (*in memoriam*) e Maria das Neves, que me educaram. Ofereço essa obra a minha esposa Lúdia e aos meus filhos: Matheus, Bruno, Letycia, Isadora e Isaac.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me concedido o dom da vida, e por todas as oportunidades neste caminhar.

A minha orientadora, a Prof^a. D.Sc. Andrea Maria Brandão Mendes de Oliveira, pelos muitos ensinamentos transmitidos nesse trabalho.

Aos meus co-orientadores, M.Sc. Denize Monteiro dos Anjos e Fabiano Machado Peres, que também deram enorme contribuição na elaboração desse trabalho.

Ao Professor Patrício Borges Maracajá, por ter sido um grande incentivador para nosso ingresso no Mestrado.

Aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande.

A minha esposa Lídia, que sempre foi um uma grande incentivadora durante o mestrado e também orientadora de metodologia científica.

Ao meu filho Matheus Henrique, que com suas habilidades com a informática, muito nos auxiliou.

Ao amigo Aguinaldo, que nos acompanhou em algumas visitas a área de estudo.

Aos amigos policiais militares Bernardino e Diniz, lotados no Batalhão da Polícia Militar da Paraíba em Itaporanga, por prestarem grande apoio na localização das áreas de extração de areia no rio Piancó.

Ao empresário André Galdino, radicado na cidade de Piancó, pela colaboração na prestação de informações e apoio logístico, quando solicitado.

À Universidade Federal de Campina Grande e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, *Campus* de Pombal – PB.

RESUMO

O crescimento econômico e social da humanidade tem gerado cada vez mais demanda por recursos naturais, especialmente, recursos minerais, provocando impactos ambientais adversos. Dentre os diversos setores da mineração, a extração de areia exerce destaque pela sua importância econômico-social, bem como por ser causadora de graves problemas ambientais. O estudo identificou e avaliou os modelos de extração de areia do rio Piancó, em um percurso de 110 Km, entre os municípios de Conceição e Piancó no estado da Paraíba, e analisou qualitativamente os impactos ambientais decorrentes dessa atividade minerária. Foram realizadas visitas técnicas à área de estudo a fim de encontrar locais de exploração de areia. A partir do momento da localização de uma área, foi efetuado o georreferenciamento, a fotodocumentação, a verificação da legalidade, a determinação do modelo exploratório e a constatação dos impactos por meio dos métodos matriz de interação e listagem de verificação (checklist). Foram detectadas no total treze áreas de extração de areia, sendo uma em Ibiara/PB, três em Diamante/PB, uma em Boa Ventura/PB, cinco em Itaporanga/PB e três em Piancó/PB, das quais, onze são ilegais, o que é um grande problema da atividade econômica. Os resultados apontam que 70% ou mais dos impactos ambientais identificados são negativos, mas com magnitude variando de 1, 2 ou 3, o que representa baixa ou média magnitude de impactos. Porém, a mineração de areia também apresenta impactos positivos, como geração de emprego e renda, além de ser fundamental para o desenvolvimento urbano das cidades do Vale do Piancó. Outro aspecto de grande importância é o desassoreamento do canal do rio Piancó, pois evita cheias e retém com mais intensidade os sedimentos que fluem a cada ano hídrico, o que impede que o material alcance reservatórios rio abaixo. Com a legalização da atividade, por meio de criação de cooperativa para os areeiros (carroceiros, operadores de máquina e caçambeiros), bem como a utilização de medidas visando reduzir os impactos ambientais negativos, a mineração de areia no rio Piancó é totalmente possível e viável.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica. Dano ambiental. Ilegalidade. Mineração.

ABSTRACT

The economic and social growth of mankind has increasingly generated demand for natural resources, especially mineral resources, causing adverse environmental impacts. Among the various mining sectors, sand extraction stands out for its economic and social importance, as well as for causing serious environmental problems. The study identified and evaluated the sand extraction models of the Piancó River, in a 110 km route, between the municipalities of Conceição and Piancó in the state of Paraíba, and qualitatively analyzed the environmental impacts resulting from this mining activity. Technical visits were made to the study area to find sand exploration sites. From the moment of locating an area, georeferencing, photocumentation, verification of legality, determination of the exploratory model and verification of impacts through the methods of interaction matrix and verification (checklist). Thirteen sand extraction areas were detected, one in Ibiara/PB, three in Diamante/PB, one in Boa Ventura/PB, five in Itaporanga/PB and three in Piancó/PB, of which eleven are illegal, which is a big problem of economic activity. The results indicate that 70% or more of the identified environmental impacts are negative, but with magnitude ranging from 1, 2 or 3, which represents low or medium magnitude of impacts. However, sand mining also has positive impacts, such as job and income generation, and is fundamental for the urban development of the cities of the Piancó Valley. Another important aspect is the de-erosion of the Piancó river channel, as it avoids flooding and retains the sediments that flow with each water year, which prevents the material from reaching reservoirs downstream. With the legalization of the activity, through the creation of a cooperative for the sandpitters (wagons, machine operators and buckets), as well as the use of measures to reduce negative environmental impacts, sand mining in the Piancó River is totally possible and feasible.

Keywords: Watershed. Environmental damage. Illegality. Mining.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Localização da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açú....	25
Figura 2 –	Divisão político-administrativa da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu.....	26
Figura 3 –	Ilustração de domínio do rio Piancó-Piranhas-Açu.....	28
Figura 4 –	Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó no estado da Paraíba.....	30
Figura 5 –	Reservatórios do Sistema Curema-Mãe D'Água.....	32
Figura 6 –	Unidades de Planejamento Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu.....	33
Figura 7 –	Solos da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu.....	37
Figura 8 –	Transporte de areia por veículo de tração animal.....	48
Figura 9 –	Máquinas e veículos na extração de areia por desmonte mecânico.....	49
Figura 10 –	Método de lavra de areia por desmonte hidráulico.....	50
Figura 11 –	Modelo de lavra de areia por dragagem.....	51
Figura 12 –	Ocupação de APP em curso d'água natural.....	78
Figura 13 –	Localização da área de estudo.....	89
Figura 14 –	Localização das áreas de extração de areia no rio Piancó.....	93
Figura 15 –	Localização da área de extração de areia no município de Ibiara/PB.....	94
Figura 16 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Ibiara/PB.....	97
Figura 17 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Ibiara/PB.....	97
Figura 18 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Ibiara/PB.....	98
Figura 19 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Ibiara/PB.....	98

Figura 20 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fator impactante em Ibiara/PB.....	99
Figura 21 – Gráfico de ponderação de magnitude dos impactos ambientais em Ibiara/PB.....	100
Figura 22 – Visão geral da área de extração de areia em Ibiara.....	103
Figura 23 – Formação das crateras em decorrência de extração de areia em Ibiara.....	103
Figura 24 – Marcas de pneus de carroças na área de extração de areia em Ibiara.....	104
Figura 25 – Localização das três áreas de extração de areia no município de Diamante/PB.....	105
Figura 26 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Diamante/PB.....	108
Figura 27 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Diamante/PB.....	108
Figura 28 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Diamante/PB.....	109
Figura 29 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Diamante/PB.....	110
Figura 30 – Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Diamante/PB.....	110
Figura 31 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Diamante/PB.....	111
Figura 32 – Carroceiro e estocagem de areia dentro do leito do rio Piancó em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W.....	115
Figura 33 – Caminhão caçamba, estoque de areia e compactação do solo no leito do rio Piancó em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W.....	115
Figura 34 – Estocagem de areia no acesso ao rio Piancó em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W.....	116

Figura 35 –	Local de extração de areia nas proximidades da estação de tratamento de água da CAGEPA em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W.....	116
Figura 36 –	Local de extração de areia em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'22,0" S e 38°16'08,6" W.....	117
Figura 37 –	Localização da área de extração de areia no município de Boa Ventura/PB.....	118
Figura 38 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Boa Ventura/PB.....	121
Figura 39 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Boa Ventura/PB.....	122
Figura 40 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Boa Ventura/PB.....	122
Figura 41 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Boa Ventura/PB.....	123
Figura 42 –	Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Boa Ventura/PB.....	124
Figura 43 –	Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Boa Ventura/PB.....	125
Figura 44 –	Área de retirada e estocagem de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB.....	128
Figura 45 –	Área de retirada de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB.....	128
Figura 46 –	Área de retirada de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB, com visualização de uma via de acesso lateral dentro do leito do rio.....	129
Figura 47 –	Área de retirada de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB, fazendo surgir uma vala com água.....	129
Figura 48 –	Localização de áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB, denominadas de Divaldo Dantas e Depósito Malaquias.....	130

Figura 49 –	Localização de área de extração de areia realizada por carroceiros e área de estocagem de areia, situadas no município de Itaporanga/PB.....	131
Figura 50 –	Localização das áreas de extração de areia nos sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo, zona rural de Itaporanga/PB.....	132
Figura 51 –	Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Itaporanga, áreas licenciadas Divaldo Dantas e Depósito Construção Malaquias.....	136
Figura 52 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros.....	137
Figura 53 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Itaporanga/PB – áreas utilizadas por carroceiros.....	139
Figura 54 –	Gráfico de ponderação de impactos ambientais em relação ao meio em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros.....	140
Figura 55 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros.....	140
Figura 56 –	Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros.....	141
Figura 57 –	Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Itaporanga, áreas utilizadas por carroceiros.....	142
Figura 58 –	Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Itaporanga/PB, áreas dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo.....	145
Figura 59 –	Área de extração de areia com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB, com compactação do solo por maquinaria.....	149
Figura 60 –	Supressão de vegetação em área de preservação permanente na área de extração de areia com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB.....	149

Figura 61 –	Surgimento de água do lençol freático decorrente do volume de areia extraído da área com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB.....	150
Figura 62 –	Embalagem de óleo lubrificante jogado no leito do rio Piancó na área com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB.....	150
Figura 63 –	Área com registro de licenciamento de Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB.....	151
Figura 64 –	Compactação do solo provocado por maquinaria em área com registro de licenciamento de Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB.....	151
Figura 65 –	Supressão de vegetação em área de preservação permanente na área de extração de areia com registro de licenciamento de Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB.....	152
Figura 66 –	Embalagem e mancha de óleo lubrificante na área com registro de licenciamento do Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB.....	152
Figura 67 –	Área de extração de areia dos carroceiros no município de Itaporanga/PB.....	153
Figura 68 –	Carroceiros carregados de areia no do leito do rio Piancó/PB, município de Itaporanga/PB.....	153
Figura 69 –	Área de estocagem de areia utilizada pelos carroceiros no município de Itaporanga/PB.....	154
Figura 70 –	Área de extração de areia no Sítio Jardim de Cima, Itaporanga/PB.....	154
Figura 71 –	Via de acesso à área de extração de areia no Sítio Jardim de Cima, Itaporanga/PB, com supressão da vegetação de área de preservação permanente.....	155
Figura 72 –	Área de extração de areia no Sítio Jardim de Baixo, Itaporanga/PB.....	155

Figura 73 –	Localização de áreas de extração de areia no município de Piancó/PB, dentro da poligonal com registro de licenciamento para André Galdino.....	156
Figura 74 –	Localização da área de estocagem de areia no município de Piancó/PB, propriedade do senhor André Galdino.....	157
Figura 75 –	Áreas de extração e estocagem de areia dos carroceiros em Piancó/PB.....	158
Figura 76 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino.....	162
Figura 77 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino....	163
Figura 78 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Piancó/PB.....	163
Figura 79 –	Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino.....	164
Figura 80 –	Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino.....	165
Figura 81 –	Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Piancó/PB, área explorada por André Galdino.....	166
Figura 82 –	Antiga área de extração de areia de André Galdino, Piancó/PB...	172
Figura 83 –	Supressão de vegetação na antiga área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB.....	173
Figura 84 –	Máquinas trabalhando no leito do rio Piancó, antiga área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB. Foto de 20/09/2017.....	173
Figura 85 –	Antiga área de extração de areia de André Galdino no período chuvoso. Foto em 30/04/2018.....	174
Figura 86 –	Antiga área de extração de areia de André Galdino após 9 meses sem atividade exploratória. Foto em 18/09/2018.....	174
Figura 87 –	Atual área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB.....	175

Figura 88 –	Máquina trabalhando na atual área de extração de areia de André Galdino, município de Piencó/PB. Perceptível a compactação do solo e a supressão da vegetação para construção de uma via de acesso ao leito do rio.....	175
Figura 89 –	Área de estocagem de areia de André Galdino, município de Piencó/PB.....	176
Figura 90 –	Área de extração de areia dos carroceiros no município de Piencó/PB.....	176
Figura 91 –	Marcas de pneus de carroças e de veículo e rastros de animais em via improvisada no leito do rio Piencó, município de Piencó/PB, utilizada pelos carroceiros.....	177
Figura 92 –	Área de estocagem de areia dos carroceiros, embaixo da ponte da BR-361 sobre o rio Piencó, município de Piencó/PB.....	177

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	– Exemplos de relações atividade-aspecto-impacto ambiental.....	75
Quadro 2	– Lista de aspectos e impactos ambientais relacionados a extração de areia em cursos d'água na fase de instalação.....	79
Quadro 3	– Lista de aspectos e impactos ambientais relacionados a extração de areia em cursos d'água na fase de operação.....	80
Quadro 4	– Lista de aspectos e impactos ambientais relacionados a extração de areia em cursos d'água na fase de desativação.....	82
Quadro 5	– Áreas com registro de licenciamento perante a ANM em Itaporanga/PB.....	132
Quadro 6	– Área com registro de licenciamento perante a ANM em Piancó/PB.....	158

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Quantitativo de reservatórios (açudes) identificados na bacia, por área ocupada pelos espelhos d'água na UPH Piancó.....	31
Tabela 2 –	Reservatórios estratégicos da UPH do rio Piancó.....	34
Tabela 3 –	Dados do pH do relatório de qualidade de água de reservatórios.	40
Tabela 4 –	Dados de temperatura do relatório de qualidade de água de reservatórios.....	41
Tabela 5 –	Dados de condutividade elétrica do relatório de qualidade de água de reservatórios.....	41
Tabela 6 –	Dados da turbidez do relatório de qualidade de água de reservatórios.....	42
Tabela 7 –	Dados do oxigênio dissolvido do relatório de qualidade de água de reservatórios.....	43
Tabela 8 –	Classificação da areia quanto a granulometria.....	45
Tabela 9 –	Produção estimada de areia no Brasil.....	64
Tabela 10 –	Dados econômicos, sociais e físicos dos municípios da área de estudo.....	88
Tabela 11 –	Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Ibiara/PB.....	96
Tabela 12 –	Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Diamante/PB.....	107
Tabela 13 –	Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Boa Ventura/PB.....	120
Tabela 14 –	Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Itaporanga/PB – áreas licenciadas.....	135
Tabela 15 –	Matriz de avaliação de impactos ambientais em Itaporanga/PB – áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas por carroceiros.....	138
Tabela 16 –	Matriz de avaliação de impactos ambientais em Itaporanga/PB – áreas de extração dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo.....	144

Tabela 17 – Matriz de avaliação de impactos ambientais em Piancó/PB – áreas de extração do empresário André Galdino.....	161
Tabela 18 – Matriz de avaliação de impactos ambientais em Piancó/PB – áreas de extração dos carroceiros.....	167

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba
AIA	Avaliação de Impactos Ambientais
ANA	Agência Nacional de Águas
ANEPAC	Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil
ANM	Agência Nacional de Mineração
APP	Área de Preservação Permanente
CF	Constituição Federal
CFEM	Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DMAPH	Divisão de Repressão a Crimes contra o Meio Ambiente e Patrimônio Histórico
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra a Seca
DNPM	Departamento Nacional de Mineração
DPF	Departamento de Polícia Federal
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
MPF	Ministério Público Federal
NBR	Norma Brasil
PIB	Produto Interno Bruto
PISF	Projeto de Integração do Rio São Francisco
RAL	Relatório Anual de Lavra
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SUDEMA	Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba
UPH	Unidade de Planejamento Hidrológico
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Objetivos	23
1.1.1 <i>Objetivo Geral</i>	23
1.1.2 <i>Objetivos específicos</i>	23
2 O RIO PIANCÓ	24
2.1 A bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu	24
2.1.1 <i>Agregação do nome Piancó a Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu</i>	27
2.1.2 <i>Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)</i>	28
2.2 A bacia hidrográfica do rio Piancó	29
2.2.1 <i>Localização</i>	29
2.2.2 <i>Hidrografia e reservatórios estratégicos</i>	29
2.2.3 <i>Climatologia</i>	34
2.2.4 <i>Relevo</i>	35
2.2.5 <i>Vegetação</i>	36
2.2.6 <i>Solos</i>	36
2.2.7 <i>Aspectos socioeconômicos</i>	38
2.2.7.1 <i>Divisão político-administrativa</i>	38
2.2.7.2 <i>População</i>	38
2.2.7.3 <i>Economia</i>	38
2.2.8 <i>Qualidade da água</i>	39
2.2.8.1 <i>Potencial hidrogeniônico (pH)</i>	40
2.2.8.2 <i>Temperatura</i>	40
2.2.8.3 <i>Condutividade elétrica</i>	41
2.2.8.4 <i>Turbidez</i>	42
2.2.8.5 <i>Oxigênio dissolvido</i>	42
3 AREIA	44
3.1 Conceito e formação de areia	44
3.2 Classificação de areia	45
3.3 Características da extração de areia	45
3.4 Usos da areia	47
3.5 Métodos de lavra de areia	47
3.5.1 <i>Extração manual</i>	48
3.5.2 <i>Desmonte mecânico</i>	49
3.5.3 <i>Desmonte hidráulico</i>	49
3.5.4 <i>Dragagem</i>	50
3.6 Possibilidade de substituição da areia natural	51
3.7 Legislação/normatização de exploração e aproveitamento dos recursos minerais	52
3.7.1 <i>Autorização de pesquisa</i>	54
3.7.2 <i>Concessão de lavra</i>	57
3.7.3 <i>Regime de licenciamento</i>	59
3.7.4 <i>Regime de permissão de lavra garimpeira</i>	60
3.7.5 <i>Regime de extração mineral</i>	61
3.7.6 <i>Regimes especiais</i>	62
3.7.7 <i>Enquadramento da areia nos regimes minerários</i>	62

3.8 Clandestinidade na exploração de areia	62
3.8.1 <i>Crimes decorrentes da extração ilegal de areia</i>	65
3.9 Órgãos responsáveis pela fiscalização e combate a extração ilegal de areia	66
3.9.1 <i>Agência Nacional de Mineração (ANM)</i>	66
3.9.2 <i>Polícia Federal</i>	67
3.9.3 <i>Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)</i>	68
3.9.4 <i>Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)</i>	69
3.9.5 <i>Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs)</i>	70
3.10 A importância socioeconômica da areia	70
4 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE EXTRAÇÃO DE AREIA	73
4.1 Conceito de impacto ambiental	73
4.2 Aspecto ambiental	74
4.3 A mineração e o meio ambiente	76
4.3.1 <i>Mineração de areia em área de preservação permanente – APP</i>	77
4.4 Impactos e aspectos ambientais da extração de areia	78
4.5 Avaliação de impactos ambientais	82
4.5.1 <i>Métodos de avaliação de impactos ambientais</i>	83
4.5.1.1 <i>Método Ad Hoc</i>	84
4.5.1.2 <i>Listas de verificação (checklists)</i>	84
4.5.1.3 <i>Matrizes de interação</i>	84
4.5.1.4 <i>Diagramas ou redes de interação</i>	85
4.5.1.5 <i>Superposição de cartas</i>	86
4.5.1.6 <i>Modelos de Simulação</i>	86
4.5.1.7 <i>Metodologias quantitativas</i>	87
5 MATERIAIS E MÉTODOS	88
5.1 Área de estudo	88
5.2 Período de realização do estudo	88
5.3 Métodos e materiais utilizados	90
5.3.1 <i>Pesquisa bibliográfica e documental</i>	90
5.3.2 <i>Trabalho de campo</i>	90
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	93
6.1 Área de extração de areia no município de Ibiara/PB	94
6.1.1 <i>Localização</i>	94
6.1.2 <i>Legalidade da exploração</i>	94
6.1.3 <i>Modus operandi</i>	95
6.1.4 <i>Análise dos impactos ambientais</i>	95
6.1.4.1 <i>Matriz de interação</i>	95
6.1.4.2 <i>Elaboração do checklist</i>	100
6.1.4.3 <i>Outras fontes de danos ambientais no leito do rio Piancó</i>	104
6.2 Áreas de extração de areia no município de Diamante/PB	104
6.2.1 <i>Localização</i>	104
6.2.2 <i>Legalidade da exploração</i>	105
6.2.3 <i>Modus operandi</i>	105
6.2.4 <i>Análise dos impactos ambientais</i>	106
6.2.4.1 <i>Matriz de interação</i>	106

6.2.4.2	Elaboração do checklist.....	112
6.3	Área de extração de areia no município de Boa Ventura/PB.....	117
6.3.1	<i>Localização.....</i>	117
6.3.2	<i>Legalidade da exploração.....</i>	117
6.3.3	<i>Modus operandi.....</i>	118
6.3.4	<i>Análise dos impactos ambientais.....</i>	119
6.3.4.1	Matriz de interação.....	119
6.3.4.2	Elaboração do checklist.....	125
6.4	áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB.....	130
6.4.1	<i>Localização.....</i>	130
6.4.2	<i>Legalidade da exploração.....</i>	132
6.4.3	<i>Modus operandi.....</i>	133
6.4.4	<i>Análise dos impactos ambientais.....</i>	134
6.4.4.1	Matriz de interação.....	134
6.4.4.1.1	Das áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de DM Depósito de Construção de Malaquias Ltda.....	134
6.4.4.1.2	Das áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas pelos carroceiros.....	137
6.4.4.1.3	Das áreas de extração nos sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo.....	143
6.4.4.2	Elaboração do checklist.....	145
6.5	áreas de extração de areia no município de Piancó/PB.....	156
6.5.1	<i>Localização.....</i>	156
6.5.2	<i>Legalidade da exploração.....</i>	158
6.5.3	<i>Modus operandi.....</i>	159
6.5.4	<i>Análise dos impactos ambientais.....</i>	160
6.5.4.1	Matriz de interação.....	160
6.5.4.1.1	Das áreas de extração e estocagem de areia do empresário André Galdino.....	160
6.5.4.1.2	Das áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas pelos carroceiros em Piancó/PB.....	166
6.5.4.2	Elaboração do checklist.....	169
6.6	Proposição de medidas de controle ambiental.....	178
7	CONCLUSÃO.....	180
	REFERÊNCIAS.....	182

1 INTRODUÇÃO

O crescimento econômico e social da humanidade, decorrente da expansão dos setores agropecuário, industrial, de serviços, e do aumento vertiginoso da população mundial, tem proporcionado cada vez mais demanda por recursos naturais, especialmente, dos recursos minerais. Porém, a sua exploração e a utilização têm gerado impactos ambientais (RUFINO et al., 2008).

Não há como negar a grande importância da mineração para o desenvolvimento econômico e social. Todavia, é preciso reconhecer que a atividade também é causadora de impactos ambientais negativos, por vezes, irreversíveis (BRANDT, 1998). A mineração, por se tratar de exploração de recursos naturais não renováveis, é uma atividade altamente impactante e não sustentável (RAMADON, 2018).

Dentre os diversos setores de mineração, a extração de areia exerce destaque pela sua importância econômico-social, bem como por ser causadora de graves problemas ambientais.

Farias (2011), afirma que a areia é um dos insumos minerais mais consumidos no planeta, essencial para a construção civil, inclusive pelo uso indireto em cimento, concreto e argamassa, sendo no Brasil, o maior gerador de empregos e empresas do setor de mineração, além de ser o único, ao lado da brita, presente em todas as unidades federativas.

Apesar de reconhecer a importância econômica e social da areia, Farias (2011) admite que a sua extração pode provocar diversos impactos ao meio ambiente, como a contaminação da água, do solo e subsolo, perda de biodiversidade, fragmentação de habitats, poluição atmosférica, sonora e visual. Segundo o mesmo autor, como se trata de um minério presente em relativa abundância na natureza e de baixo valor agregado, para diminuir os custos com o transporte, responsável por até 2/3 do preço final do produto, a exploração normalmente ocorre próximo aos grandes centros urbanos, de forma tal, que os danos ambientais são mais sentidos pela população.

Para Lelles (2004) e Nogueira (2016), além de conflitos pelo espaço urbano, a extração de areia interfere no meio ambiente, ocasionando alteração nos recursos naturais. Quando a exploração acontece em leitos e margens de rios, pode produzir impactos ao meio ambiente, como a supressão da vegetação nativa presente às margens dos rios, aumento da turbidez da água, instabilidade de ambientes

ribeirinhos, podendo provocar, inclusive, modificações e desvios no leito do rio. Segundo dados do extinto Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM, 2010), no Brasil, 90% da areia é produzida de extração em leito de rios.

A produção de areia destinada a construção civil tem como característica a simplicidade de operação e beneficiamento do produto. Tal fato, acarreta, muitas vezes, danos ambientais irreversíveis. Esse processo é potencializado quando a atividade se reveste de ilegalidade, sem atendimento as normas de mineração e ambientais, aumentando a deterioração dos recursos naturais (RUFINO et al., 2008).

Diversos estudos científicos no mundo, inclusive com vários no Brasil, procuram mostrar a relação entre a extração de areia em um canal e margens de um rio e suas consequências ambientais. As pesquisas nesse campo não se concentram apenas em identificar e valorar a intensidade dos impactos ambientais decorrentes da extração de areia em cursos d'água, mas uma das principais preocupações atualmente é o desenvolvimento de técnicas que tenham capacidade de reduzir os danos ambientais, sem que se reduza a capacidade produtiva. Mas, nem sempre as técnicas que são consideradas as mais adequadas estão disponíveis ou ao alcance de todos, pois o seu custo é, em alguns casos, muito elevado, tornando inviáveis economicamente o projeto minerário (SANTOS, 2013).

A imensa maioria desses trabalhos retratam a mineração de areia em cursos d'água perenes, diferente do que ocorre no semiárido nordestino, em que a atividade exploratória acontece, quase sempre, em rios de natureza intermitente. É o caso da atividade de extração de areia que ocorre no rio Piancó, que se caracteriza por ser naturalmente intermitente. O Piancó, conforme a Agência Nacional de Águas - ANA (2016), é o principal curso d'água da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu, que abrange os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, e forma, em seu percurso, os açudes de Curema-Mãe d'Água e a barragem Armando Ribeiro Gonçalves, respectivamente, os maiores reservatórios de água paraibano e potiguar, numa região marcada por elevada escassez hídrica.

No leito e margens do rio Piancó vem ocorrendo há décadas a retirada de areia, destinadas essencialmente à construção civil. Em que pese a importância para o desenvolvimento econômico e social de diversas cidades da região, essa atividade minerária tem como característica marcante a clandestinidade de boa parte de suas operações, ensejando uma maior potencialidade dos impactos ambientais negativos.

Diante desse contexto, esse trabalho científico tem o desafio de estudar a extração de areia no rio Piencó, ressaltando-se que os impactos ambientais na área de estudo terão consequências no restante do curso d'água do Piencó-Piranhas-Açu, da qual dependem diretamente diversas atividades agroindustriais, bem como o abastecimento humano de dezenas de cidades dos estados da Paraíba e Rio Grande do Norte.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar os modelos de extração de areia nas margens e leito do rio Piencó e os impactos ambientais decorrentes.

1.1.2 Objetivos específicos

- Localizar e georreferenciar os principais locais de exploração de areia ao longo do rio Piencó;
- Analisar o modelo de extração de areia utilizado nas margens e leito do rio Piencó;
- Verificar a legalidade da atividade exploratória;
- Identificar os aspectos e impactos ambientais decorrente da atividade exploratória de areia;
- Propor medidas objetivando reduzir, mitigar ou compensar os impactos ambientais negativos.

2 O RIO PIANCÓ

2.1 A bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu

A história da humanidade mostra a grande importância que tiveram os rios para o surgimento e o desenvolvimento de diversas sociedades, sendo responsável pela fixação do homem em determinada localidade ou como meio de exploração em direção ao interior dos continentes. Por todo o planeta importantes cidades estão estabelecidas e desenvolvem-se nas margens de rios (SANTOS, 2013).

Na atualidade, os rios destinam-se: *a)* ao abastecimento urbano da água, *b)* para irrigação agrícola, *c)* uso industrial, *d)* na produção de energia elétrica, *e)* lazer, *f)* alimentação, *g)* navegação. Além disso, exerce-se a mineração no seu leito e margens, voltada à extração de areia (SANTOS, 2013).

A bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu está inserida na Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (Figura 1). Essa região hidrográfica representa 3,4% do território brasileiro, com uma área total de 286.802 Km², em quase sua totalidade localizada no semiárido nordestino (AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA, 2016).

Com uma área de drenagem total de 43.683 Km², a bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu tem um território totalmente situado no semiárido nordestino, sendo 60% no estado da Paraíba e 40% no Rio Grande do Norte, englobando 147 municípios, 47 localizados no estado do Rio Grande do Norte e 100 no estado da Paraíba (Figura 2) (ANA, 2016).

O principal curso d'água da bacia é formado pelo rio Piancó, que nasce no município paraibano de Santa Inês, até a junção com o rio Piranhas, localizada no município de Pombal/PB. Após a confluência, o rio segue com o nome de Piranhas, entrando pelo estado do Rio Grande do Norte pelo município de Jardim de Piranhas, vindo a formar o importante reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, entre os municípios de São Rafael e Assú/RN. Ao passar por tal reservatório, já no município potiguar de Itajá, recebe a denominação de rio Açu, para finalmente lançar suas águas no Oceano Atlântico em sua foz no município de Macau/RN (ANA, 2016).

A região do semiárido nordestino, onde encontra encravada a bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu, se caracteriza por uma grande dificuldade para gestão de recursos hídricos, apresentando chuvas concentradas em poucos

meses do ano e um padrão muito forte de variação interanual que provoca períodos de índices pluviométricos regulares e anos de prolongada escassez hídrica. São também fatores negativos que desafiam a gestão dos recursos hídricos a elevada demanda de água, especialmente para abastecimento humano e irrigação, e a poluição derivada dos esgotos domésticos (ANA, 2016).

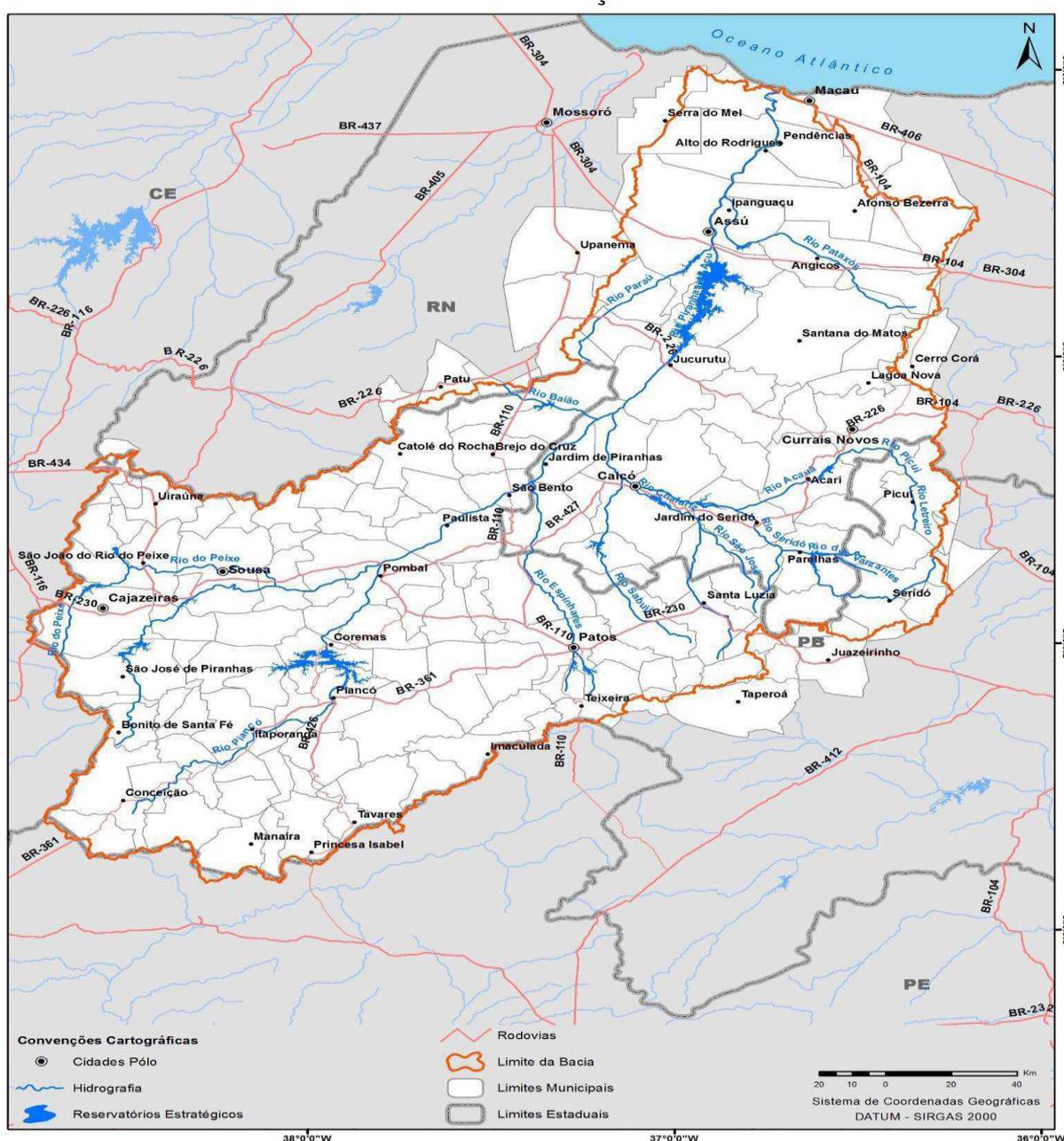
Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: ANA (2016).

O Piancó-Piranhas-Açu, como grande parte dos rios do semiárido nordestino, é um rio intermitente em condições naturais. Porém, com a construção dos reservatórios de Curema-Mãe d'Água, na Paraíba, e Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, pelo Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS), foi possível a sua perenização. Em um futuro breve a bacia será beneficiada com as águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) (ANA, 2016).

Figura 2 – Divisão político-administrativa da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: ANA (2016).

Os reservatórios Engenheiro Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, o Curema/Mãe d'Água e o Engenheiro Ávidos, na Paraíba, correspondem a cerca de 70% da capacidade de armazenamento de água de toda a bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA, 2016).

Com base no último censo demográfico (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, 2010), a população da bacia é de 1.406.808 habitantes, distribuídos em 69% em zonas urbanas e 31% em áreas rurais. Os municípios de Patos, com uma população de 100.674 habitantes, e Sousa, com 65.803 habitantes, ambos localizados no estado da Paraíba, são os mais populosos.

No Rio Grande do Norte, se destacam os municípios de Caicó, com 62.709 habitantes, e Assú, com 53.227 habitantes. A grande maioria dos municípios localizados na bacia, correspondente a um percentual de 73%, possui uma população inferior a 10.000 habitantes. Somente 13 municípios (9%) alcançaram população superior a 20.000 habitantes.

Ao longo da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu estão implantadas importantes atividades econômicas, que incluem a agropecuária, inclusive a fruticultura irrigada, a aquicultura, com notabilidade para a produção de camarão. Também é destaque a mineração, especialmente a exploração de petróleo. Essa economia regional está vinculada a importantes centros urbanos, entre os quais podemos destacar Caicó, Assú e Macau, no Rio Grande do Norte, e Patos, Cajazeiras, Pombal e Sousa, na Paraíba (ANA, 2016).

2.1.1 Agregação do nome Piancó a Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu

Até o ano de 2011, havia o entendimento que o corpo hídrico principal da Bacia do Rio Piranhas-Açu no estado da Paraíba era o rio Piranhas, com a nascente no município paraibano de Bonito de Santa Fé.

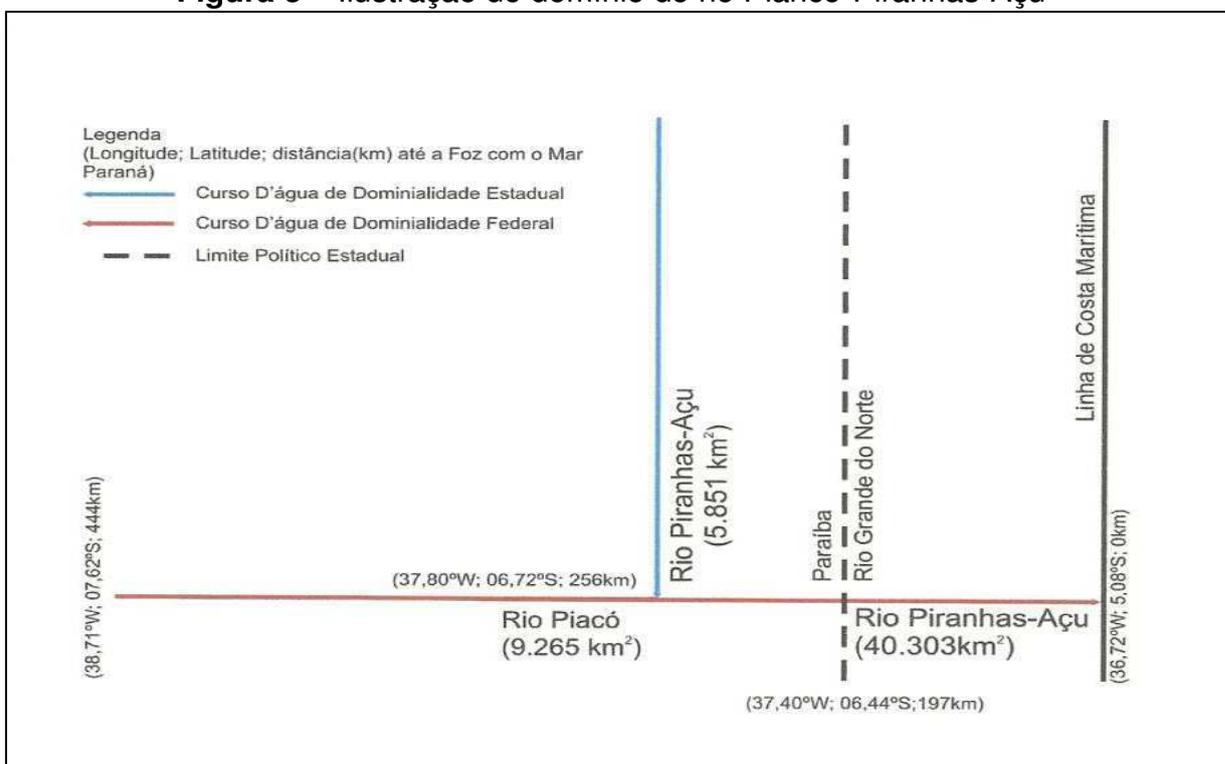
Em 2004, a ANA publicou a deliberação nº 399, definindo novo critério para definição de um curso d'água principal de um rio entre os seus afluentes formadores. O novo critério foi o de maior área de contribuição/drenagem.

Estudos realizados, conforme Parecer Técnico nº 001/2011-CTPI, a Nota Técnica nº 01/2010/CTAI/ANA e a Nota Técnica nº 019/2004/NGI/ANA, demonstraram que a área de drenagem do rio Piancó é de 9.265 Km², a montante da confluência com o rio Piranhas. Já o rio Piranhas, a montante do ponto de encontro com o rio

Piancó, possui área de drenagem de 5.851 Km². Com isso, a montante da confluência dos dois rios, que se dá no município de Pombal, o principal curso d'água da bacia passou a ser o rio Piancó, modificando inclusive a nascente do que hoje se denomina rio Piancó-Piranhas-Açu. Ainda houve alteração na questão da dominialidade desses dois formadores, com o Piancó, passando a ser domínio da União, enquanto o mencionado trecho do rio Piranhas, de domínio estadual (Figura 3).

Baseada em tais notas técnicas, mediante deliberação nº 08/2011, de 11 de novembro de 2011, o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas-Açu decide agregar o nome Piancó à denominação da referida organização, que passou a ser denominado de Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu.

Figura 3 – Ilustração de domínio do rio Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: Nota Técnica nº 019/2004/NGI/ANA.

2.1.2 Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)

A Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu será agraciada com as águas do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. O PISF possui dois canais com duas captações (eixos norte e leste), localizadas no rio São Francisco, a jusante da barragem da Hidrelétrica de Sobradinho (ANA, 2015).

O eixo norte do PISF, previa inicialmente duas entradas para a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu na Paraíba: uma pelo rio Piranhas, a partir do Açude Engenheiros Ávidos, localizado no município de Cajazeiras, e outra pelo Açude Lagoa do Arroz, também situado em Cajazeiras. A terceira entrada, ainda em fase de projetos, com 20 Km de extensão, tem como previsão de entrada o Açude de Condado, no município de Conceição, a partir daí para o rio Piancó, possibilitando a perenização do rio até a foz no Açude de Curema (ANA, 2015).

2.2 A bacia hidrográfica do rio Piancó

2.2.1 Localização

A Bacia do Rio Piancó corresponde a uma das onze sub-bacias do rio Piancó Piranhas-Açu, estando localizada no sudoeste do território paraibano. Limita-se ao Norte com as Bacias do Alto e Médio Piranhas, ao Sul com o estado de Pernambuco, ao Leste com a Bacia do Rio Espinharas e a Oeste com o estado do Ceará (Figura 4) (NÓBREGA, 2016). O melhor acesso à bacia é a partir de João Pessoa, via rodovia BR-230, até a cidade de Patos. Depois, por meio da BR-361, até a cidade de Piancó. O percurso total é de 398,7 Km.

O rio Piancó nasce na Serra do Umbuzeiro, na divisa com Pernambuco e Paraíba, na cabeceira do riacho Santa Inês, localizado no município paraibano de mesmo nome. Depois de percorrer aproximadamente 28,52 Km, o riacho Santa Inês, já no município de Conceição/PB, ao se encontrar com o riacho Condado, passa a receber a denominação de rio Piancó. Após percorrer 208 Km, medido desde a sua nascente, o rio Piancó encontra com o rio Piranhas no município de Pombal, nas proximidades da ponte da BR-230 sobre o citado rio. A partir dessa confluência, passa a seguir com a denominação de rio Piranhas (ANA, 2016).

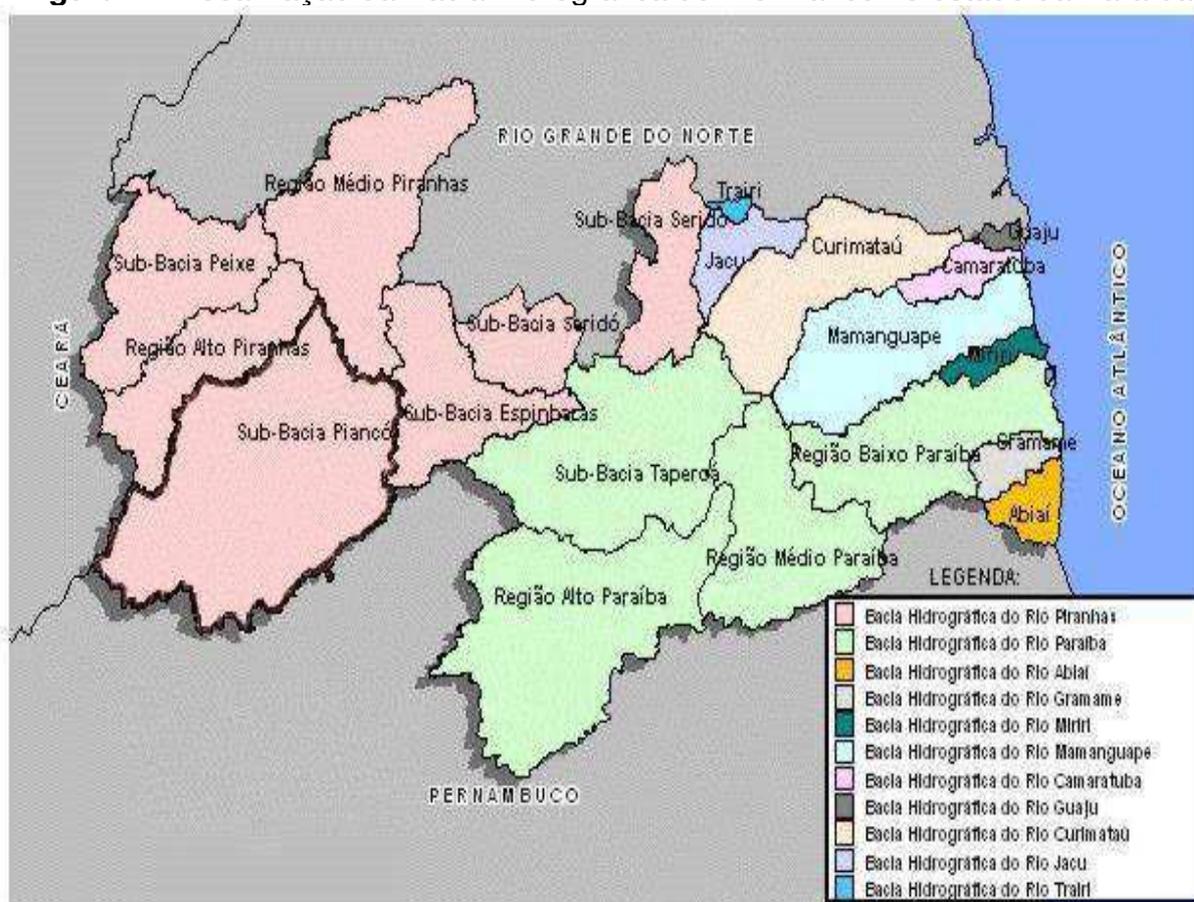
2.2.2 Hidrografia e reservatórios estratégicos

A Bacia Hidrográfica do Rio Piancó, encravada em uma região semiárida, tem grande importância para a Paraíba por dispor da maior reserva hídrica do Estado, com

1648 hm³, sendo que 1159,645 hm³ correspondem ao Sistema Curema-Mãe D'Água¹. A bacia apresenta uma área de drenagem de aproximadamente 9.207 Km², a maior de toda a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (NÓBREGA, 2016).

Em condições naturais o Piancó é um rio intermitente. Sua perenização ocorre graças ao Sistema Curema-Mãe D'Água (Figura 5), concluído em 1957, sob a responsabilidade do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS). Esse sistema, formado por dois reservatórios, Curema (capacidade máxima de armazenamento de 591,646 hm³) e Mãe D'Água (com volume máximo de 567,999 hm³), valores revisados pela Nota Técnica Conjunta nº 02/2014/SRE/SUM-ANA), é de importância estratégica, pois garante o abastecimento de diversos municípios, como já esclarecido, o rio Piancó, além de perenizar 160 Km no trecho do rio Piranhas até o reservatório Armando Ribeiro Gonçalves, no Rio Grande do Norte, permitindo o desenvolvimento de várias atividades agropecuárias na região (NÓBREGA, 2016).

Figura 4 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó no estado da Paraíba



Fonte: Barbosa (2008).

¹ Capacidade de acumulação revista, de acordo com os resultados do levantamento batimétrico realizado em 2013 (vide Nota Técnica Conjunta nº 02/2014/SRE/SUM-ANA).

O rio Piancó, até a confluência com o rio Piranhas, no município de Pombal/PB, recebe significativas contribuições de seis cursos d'água na sua margem esquerda: Riacho Humaitá, Riacho Coelho, Riacho Ortis, Riacho da Cachoeira, Riacho Capim Verde (Aguiar), Riacho do Meio, e quinze cursos d'água na sua margem direita: Riachos do açude Serra Vermelha, das Canas, da Fatura, Santana, Saco, Bruscas, da Cachoeira Grande, da Vaca Morta, Riacho dos Pilões, Riacho Passagem de Pedra, Riacho do Catolé, da Goiabeira, Madruga, Miguel e Várzea de Boi (BARBOSA, 2008).

Utilizando como critérios: hidrografia, presença de reservatórios de grande porte e unidades de gestão adotadas pelos Estados, o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu subdividiu a bacia em 11 unidades de planejamento hidrológico (UPH), conforme consta na Figura 6. A Bacia do Rio Piancó corresponde a uma dessas unidades de planejamento hidrológico, apresentando uma área de 9.207 km², correspondente a 21% de toda a bacia, abrangendo 41 municípios, sendo 30 sedes municipais. Foram mapeados 107 reservatórios artificiais na bacia, distribuídos conforme tabela 1 (ANA, 2016).

Tabela 1 – Quantitativo de reservatórios (açudes) identificados na bacia, por área ocupada pelos espelhos d'água na UPH Piancó

Nº de açudes por área (em ha)					
UPH	5-10 ha	10-20 ha	20-50 ha	➤ 50 ha	Total
Piancó	49	11	23	24	107

Fonte: ANA (2016).

Com a construção dos reservatórios Curema e Mãe D'Água, decorrente, respectivamente, dos represamentos dos rios Piancó e Aguiar, a bacia do rio Piancó foi dividida em dois sistemas diferentes sobre os aspectos hidrológicos hidráulicos. O primeiro, a montante dos barramentos, que se caracteriza por ser de natureza intermitente, e o outro imediatamente a jusante, indo até a confluência do rio Piancó com o rio Piranhas, que passou a ser um trecho perenizado, que foi denominada por Nóbrega (2016), como bacia incremental do rio Piancó.

No Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu (ANA,2016), foram considerados como estratégicos 51 açudes com capacidade individual de acumulação superior a 10 hm³, que asseguram o armazenamento de água para usos diversos ao longo de toda a bacia, alcançando conjuntamente 5.350,5

hm³. Da UPH do rio Piancó destacam-se 16 reservatórios, apresentados na tabela 2, que totalizam uma capacidade máxima de acumulação de 1.620,3 hm³, o correspondente a 30,28% dos reservatórios estratégicos de toda a Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açú.

Figura 5 – Reservatórios do Sistema Curema-Mãe D'Água



Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=imagens+do+acude+de+coremas+mae+d.>

Tabela 2 – Reservatórios estratégicos da UPH do rio Piancó

Reservatório	Município/UF	Capacidade Máxima (hm ³)
Curema/Mãe D'Água	Coremas/PB	1.159,0
Saco	Nova Olinda/PB	97,5
Cachoeira dos Cegos	Catingueira/PB	71,9
Jenipapeiro (Buiú)	Olho d'Água/PB	70,8
Bruscas	Curral Velho/PB	38,2
Condado	Conceição/PB	35,0
Santa Inês	Santa Inês/PB	26,1
Piranhas	Ibaia/PB	25,7
Queimadas	Santana dos Garrotes/PB	15,6
Timbaúba	Juru/PB	15,4
Bom Jesus II	Água Branca	14,2
Serra Vermelha I	Conceição/PB	11,8
Cachoeira dos Alves	Itaporanga/PB	10,6
Catolé I	Manaíra/PB	10,5
Vazante	Diamante/PB	9,1
Poço Redondo	Santana de Mangueira/PB	8,9
Total		1.620,3

Fonte: ANA (2016).

2.2.3 Climatologia

O clima predominante na bacia é BSw'h', de acordo com a clássica classificação de Köppen, caracterizado por um clima muito quente e semiárido, com a estação chuvosa ocorrendo no outono, enquanto nas nascentes do rio Piancó, próxima a região serrana do município de Triunfo/PE, o clima dominante é o Aw, isto é, clima tropical úmido com inverno seco (MOURA, 2007).

A temperatura média anual na bacia é superior a 26° C e a amplitude térmica menor que 4°C. As temperaturas mais elevadas acontecem nos meses mais secos (outubro a janeiro) e as mais amenas entre os meses de abril e julho (BARBOSA, 2008). A umidade relativa do ar média anual na bacia é de 66% (ANA, 2016).

As precipitações são concentradas nos meses fevereiro a maio, com alta variabilidade anual (ANA, 2016). A precipitação média anual da Bacia do Rio Piancó

é de 810 mm. Nos meses de fevereiro, março e abril a precipitação representa cerca de 60% deste valor (BARBOSA, 2008). A Bacia do Rio Piancó apresenta os valores médios mais altos de precipitação de toda a Bacia do Rio Piancó-Piranhas-Açú, de cerca de 1.050 mm/ano (ANA, 2016).

A Bacia do Rio Piancó está situada em uma região sobre forte influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), um dos fenômenos meteorológicos marcantes do clima e do regime de chuvas. O deslocamento da ZCIT para o hemisfério sul é o fator principal das ocorrências de chuvas nos meses de fevereiro, março e abril no Nordeste, e esse deslocamento é influenciado pelos fenômenos climáticos como o *El Niño* e *La Niña*. As chuvas nos outros meses são decorrentes dos movimentos de massas de ar do Oceano Atlântico (MOURA, 2007).

A evaporação, obtida a partir de um posto de coleta em Coremas/PB, mostra uma média anual de 2993,4 mm (LIMA, 2004). Portanto, a bacia apresenta altas taxas de evaporação, que ocasionam significativas perdas das reservas de água, contribuindo assim para o déficit hídrico na bacia (ANA, 2016).

2.2.4 Relevo

O relevo exerce importância crucial na forma do escoamento superficial de uma bacia hidrográfica, estando diretamente relacionado ao tempo de concentração da bacia, que é o lapso temporal que percorre uma gota de chuva para ir do limite mais extremo da bacia até a calha fluvial. Portanto, quanto maior a declividade de uma bacia, menor será o seu tempo de concentração (BARBOSA, 2008).

Em resumo, o relevo da Bacia do Rio Piancó apresenta três configurações:

- As encostas, que são os difusores de água nas faixas norte, oeste e sul da bacia, são longas e apresentam-se ora côncavas ora convexas;
- Os altiplanos dos divisores que ocorrem no sul da bacia, nos limites com o estado de Pernambuco são dotados de relevo plano, suave ondulado, ondulado e, às vezes, forte ondulado;
- A depressão central onde se formam as planícies de terrenos aluviais em forma de “U” (SCIENTEC, 1997).

A Bacia do Rio Piancó apresenta 5% de sua área localizada em altitudes bastante elevadas, enquanto 95% do restante da área corresponde a altitudes variando de 790 m a 260 m, portanto, configurando um relevo considerado de

moderado a forte. A altitude mediana da bacia é de 461m e altitude média é de 485m (BARBOSA, 2008).

2.2.5 Vegetação

A vegetação é do tipo xerófita², pertencente ao bioma caatinga³. O caráter xerófilo caracteriza a vegetação nativa, que recebe a denominação de caatinga hiperxerófila, quando o índice de xerofitismo é elevado. Quando este índice é baixo, a denominação é hipoxerófila (MOURA, 2007).

As plantas xerófilas, que predominam na caatinga, hibernam na estação seca e renascem no período chuvoso. É uma vegetação de aspecto homogêneo, variando em espécies. Geralmente apresentam espinhos (SCIENTEC, 1997).

Preocupa muito o processo de degradação da vegetação na bacia, já que está bastante acentuado. O antropismo ocupa quase 70% da área da bacia, provocando um elevado índice de degradação, colaborando para o processo de aridez na região. O desmatamento das florestas nativas, seguidas da expansão agrícola e urbana, alcançam uma área de 6.187 Km², correspondente a 67,4% da área da área total da bacia. A vegetação da caatinga é bastante vulnerável quando não explorada racionalmente. Sua utilização de forma desordenada e predatória tem como consequência, o assoreamento dos rios e reservatórios, aumento do processo de erosão e redução na capacidade de infiltração nos solos (SCIENTEC, 1997).

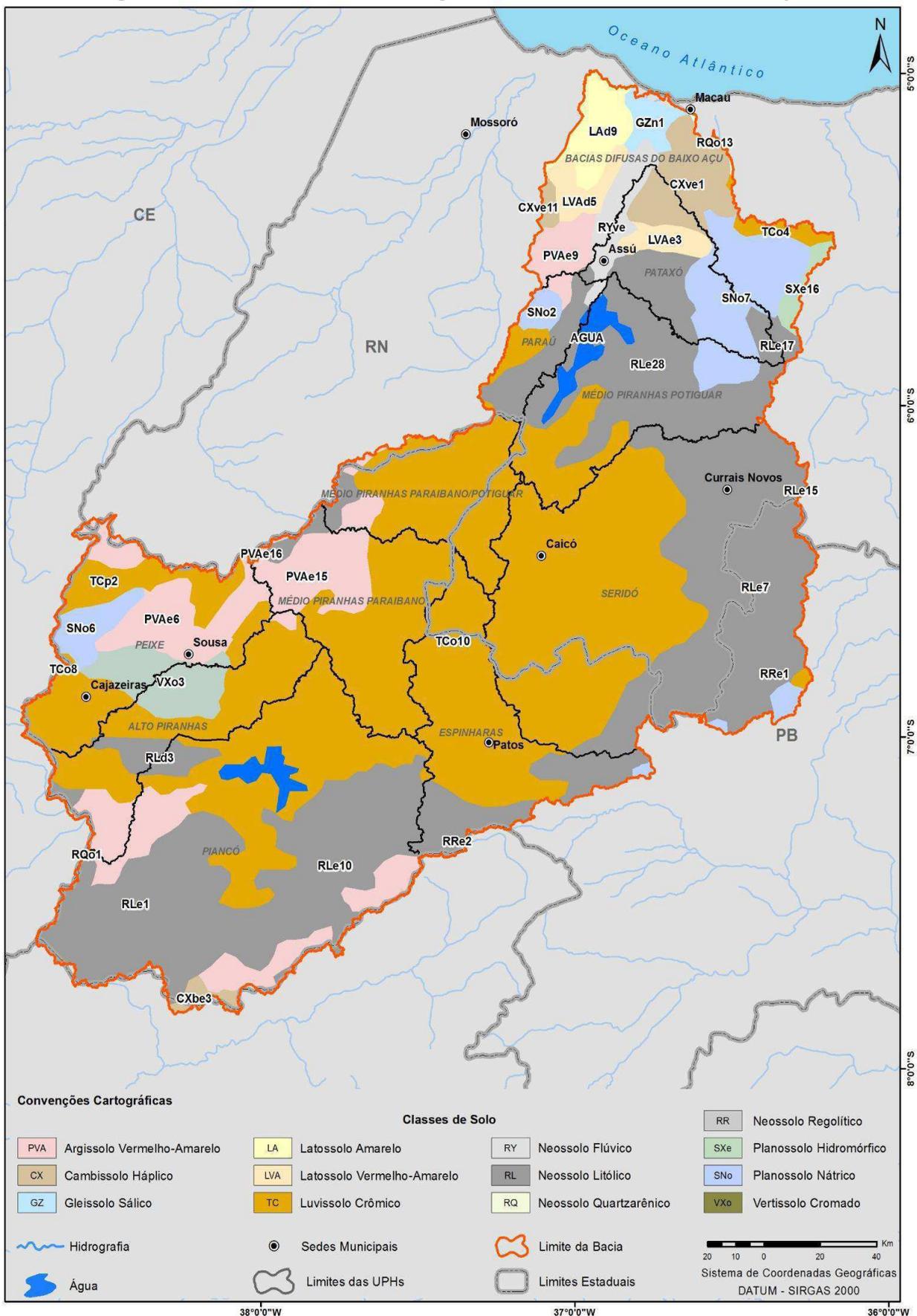
2.2.6 Solos

Predominam na Bacia do Rio Piancó os solos luvisolo crômico e o neossolo litólico, seguidos do argissolo vermelho-amarelo, conforme consta no mapa, elaborado pela ANA, com os solos da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu (figura 07). Esses solos têm como característica serem desfavoráveis à agricultura, impondo limitações à expansão agrícola em suas áreas de ocorrência (ANA, 2016).

² “Plantas adaptadas as secas, que trocam folhas por espinhos, têm raízes profundas e armazenam água” (MOURA, 2007).

³ “Ecossistema complexo que cobre quase todo o nordeste brasileiro, de aparência árida, com solos quase descobertos e arbustos isolados, mas de grande capacidade de adaptação dos seres vivos” (MOURA, 2007).

Figura 7 – Solos da Bacia Hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu



Fonte: ANA (2016).

2.2.7 Aspectos socioeconômicos

2.2.7.1 Divisão político-administrativa

A Bacia do Rio Piancó, com uma área de abrangência de 9.207 km², é a maior das bacias que formam a Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu. Também é a maior do estado da Paraíba. O território abrange 41 municípios, sendo 30 sedes municipais, são eles: Água Branca, Aguiar, Boa Ventura, Catingueira, Conceição, Coremas, Curral Velho, Diamante, Emas, Ibiara, Igaracy, Imaculada, Itaporanga, Juru, Manaíra, Nova Olinda, Olho d'Água, Pedra Branca, Piancó, Pombal, Princesa Isabel, São Bentinho, Cajazeirinhas, São José de Princesa, Santa Inês, Santana dos Garrotes, Santana de Mangueira, São José de Caiana, Serra Grande e Tavares (ANA, 2016).

2.2.7.2 População

Os 30 municípios que tem sedes inseridas na bacia, conforme o último censo demográfico de 2010, apresentavam uma população de 275.002 habitantes, o correspondente a 19,55% da população total da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu e a 7,30% do contingente populacional do estado da Paraíba. Os municípios mais populosos são: Pombal, com 32.110 habitantes, Itaporanga, com 23.192 habitantes, e Princesa Isabel, com 21.283 pessoas. O IBGE estima que a população dos municípios que compõem a bacia em 2018 é de 282.358 habitantes (IBGE, 2018).

2.2.7.3 Economia

Os maiores centros econômicos são Pombal, Itaporanga, Princesa Isabel e Piancó, onde os setores secundário e terciário já estão se sobressaindo em comparação ao setor agropecuário. Nessas cidades o comércio é bem desenvolvido, não sendo necessário o deslocamento para outros centros urbanos para aquisição de bens necessários ao consumo diário. Essas cidades funcionam como polos de compras para as cidades circunvizinhas, o que incrementa ainda mais o comércio e o setor de prestação de serviços local.

Desponta no Vale do Piancó a atividade têxtil, que já conta com um número superior a 25 fábricas, com a concentração na cidade de Itaporanga. Já existem fábricas em Piancó, São José de Caiana e Pedra Branca.

A agricultura e a pecuária ainda predominam como as principais atividades econômicas de grande parte dos municípios da área da bacia. A agricultura, devido as frequentes estiagens, se concentra nos períodos chuvosos, sendo essencialmente de culturas de subsistência, com destaque para o feijão e o milho. Outra atividade que predomina na região é a produção leiteira. A produção de arroz vermelho é destaque no Vale do Piancó, sendo a região de maior produção no país desse tipo de produto alimentício.

2.2.8 Qualidade da água

É de grande importância o monitoramento da qualidade das águas, pois tem influência direta nos seus usos múltiplos e na saúde da população. Os corpos hídricos são influenciados pelo clima, geologia, tipos de solo e regime hidrológico. As águas de uma bacia hidrográfica são fortemente atingidas por processos antrópicos, tais como efluentes domésticos e industriais, as drenagens urbanas e agrícola, o uso e ocupação do solo de forma inadequada, destruição de matas ciliares, utilização indiscriminada de agrotóxicos (ANA, 2014).

A classificação das águas no Brasil em relação à qualidade requerida para seus usos preponderante, foi determinada pela Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) de nº 357/2005 (BRASIL, 2005). Assim, para obter a avaliação da qualidade da água é necessário comparar os resultados das amostras com os padrões previstos para a classe em que está enquadrado o corpo d'água (NÓBREGA, 2016).

Com a finalidade de analisar a qualidade da água da Bacia do Rio Piancó, foram extraídos dados obtidos no site da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESPA), tendo como pontos de coletas o açude Santa Inês, no município de Santa Inês/PB, nascente do rio Piancó, e no município de Coremas/PB, mais precisamente no Açudes Curema e Mãe d'Água, cujas amostras foram obtidas nos dias 26 de abril e 14 de junho de 2017. Estas constituem as amostras mais recentes disponíveis para consulta pública na Bacia do Rio Piancó.

2.2.8.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

A concentração do íon hidrogênio [H⁺] é um parâmetro de grande importância para determinação da qualidade da água, sendo aferido por uma escala que indica a intensidade de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Numa escala que varia de 0 a 14, quanto menor o número, maior a acidez da água, quanto maior o número, maior alcalinidade. Águas neutras apresentam pH igual a 7. As águas superficiais têm o seu pH influenciado pela geologia da área e por ações antrópicas, tais como o lançamento de efluentes domésticos, agrícolas e industriais (NÓBREGA, 2016).

Ao analisar os dados que constam na tabela 3, é possível afirmar que os valores de pH apresentaram média superior a 7 nos locais de coleta, caracterizando água com caráter levemente alcalino, mas dentro do limite previsto pela Resolução CONAMA nº 357/05, que estabelece parâmetros de pH entre 6 e 9 para águas doces de classe 2 (BRASIL, 2005).

Tabela 3 – Dados do pH do relatório de qualidade de água de reservatórios

LOCAL	Data 26/04/17	Data 14/06/17	MÉDIA	Resolução CONAMA N ^o 357/05-valor máximo
Santa Inês 7369-E-7	7,6	7,4	7,51	6-9
Coremas 7367-I-1	9,2	8,1	8,62	
Coremas 7369-E-6	9,2	8,7	8,92	

Fonte: <http://aesa.pb.gov.br>

2.2.8.2 Temperatura

A temperatura influencia diversos processos químicos, físicos e biológicos que acontecem em um meio aquático, tais como o metabolismo dos organismos e a degradação da matéria orgânica. São fatores condicionantes da temperatura: altitude, latitude, estações do ano, horário do dia, profundidade e taxa de fluxo. Mudanças bruscas de temperatura em mananciais podem provocar efeitos consideráveis às comunidades bióticas e alterar as características químicas da água (CETESB, 2017).

O reservatório de Santa Inês, nascente do rio Piancó, por ser situado numa região serrana, mostrou uma temperatura média de 27,33°C, mais baixa em relação às médias das temperaturas do Açude de Curema, que apresentou uma média em

torno de 31°C. É bem provável que essas temperaturas sejam ainda superiores nos meses mais quentes do ano, como novembro e dezembro.

Tabela 4 – Dados de temperatura do relatório de qualidade de água de reservatórios

LOCAL	Data *	Data *	MÉDIA	Resolução CONAMA N ^o 357/05-valor máximo
	26/04/17	14/06/17		
Santa Inês 7369-E-7	28,05°C	26,41°C	27,33°C	-
Coremas 7367-I-1	33,76°C	28,59°C	31,02°C	
Coremas 7369-E-6	33,93°C	28,55°C	30,89°C	

*média diária

Fonte: <http://aesa.pb.gov.br>

2.2.8.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica de uma água é a amplitude dela transmitir uma corrente elétrica, sendo aferida em função de sua concentração iônica devido aos teores de nutrientes, tais como cálcio, sódio, potássio, magnésio, carbonatos, cloretos. Assim, conforme são adicionados sólidos dissolvidos na água, maior é a condutividade elétrica. Esse parâmetro não discrimina quais são os íons presentes em água, mas é indicador importante de possíveis fontes poluidoras (NÓBREGA, 2016).

Tabela 5 – Dados de condutividade elétrica do relatório de qualidade de água de reservatórios

LOCAL	Data*	Data*	MÉDIA	Resolução CONAMA N ^o 357/05-valor máximo
	26/04/17	14/06/17		
Santa Inês 7369-E-7	535,54 μS/cm	590,2 μS/cm	559,46 μS/cm	-
Coremas 7367-I-1	294,16 μS/cm	240,56 μS/cm	265,79 μS/cm	
Coremas 7369-E-6	411,75 μS/cm	341,24 μS/cm	371,90 μS/cm	

*média diária

Fonte: <http://aesa.pb.gov.br>

2.2.8.4 Turbidez

A turbidez pode ser definida como a medida do espalhamento da luz produzido pela presença de partículas em suspensão na água, reduzindo sua transparência, sendo essas partículas constituídas por argila, matéria orgânica e inorgânica, organismos microscópicos e algas. A presença desses materiais em grandes quantidades provoca o aumento excessivo da turbidez, tendo como consequência a diminuição da penetração da luz na água, e, por consequência, ocasiona a redução da fotossíntese dos organismos aquáticos. A diminuição da quantidade de espécies vegetais terá consequências diretas na produtividade dos peixes, afetando o meio significativamente (NÓBREGA, 2016).

Os dados que constam na tabela 6, demonstram que as amostras nos três reservatórios estão bem abaixo do valor máximo permitido para turbidez conforme previsto na Resolução CONAMA nº 357/05 (BRASIL, 2005) para águas de classe II, especialmente nos mananciais Santa Inês e Coremas 7369-E-6, respectivamente, com médias 13,88 uT e 23,66 uT. É observável que na coleta realizada no dia 26/04/2017 a turbidez apresenta mais elevada, especialmente no reservatório Coremas 7367-I-1, devido ser um período chuvoso e o manancial está recebendo recargas do rio Piancó, estando a água com muitas partículas em suspensão.

Tabela 6 – Dados da turbidez do relatório de qualidade de água de reservatórios

LOCAL	Data*	Data*	MÉDIA	Resolução CONAMA N ^o 357/05-valor máximo
Santa Inês 7369-E-7	16,61 uT	10,36 uT	13,88 uT	100 uT
Coremas 7367-I-1	86,04 uT	18,24 uT	50,15 uT	
Coremas 7369-E-6	22,22 uT	24,76 uT	23,66 uT	

*média diária

Fonte: <http://aesa.pb.gov.br>

2.2.8.5 Oxigênio dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é de fundamental importância para os organismos aeróbicos. Durante a estabilização de matéria orgânica no meio aquático, as bactérias fazem uso de oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo ocasionar uma diminuição de sua concentração no meio. Dependendo dos níveis de redução de OD,

muitos seres aquáticos podem vir a morrer, principalmente peixes. Em caso de consumo total de OD, tem-se o que se denomina de condições anaeróbicas, com possível geração de odores na água (SPERLING, 2009).

Assim, através da aferição do OD é possível detectar danos ambientais provocados pela eutrofização e poluição orgânica. Normalmente o índice de OD diminui à medida que recebe matéria orgânica contida nos esgotos (SPERLING, 2009).

Os valores médios relativos à oxigênio dissolvido nos três reservatórios, de acordo com a tabela 7, apontaram valores compatíveis com a resolução do CONAMA nº 357/2005 (BRASIL, 2005) que estabelece valores acima de 5 mg/L O₂ para águas de classe II. Acontece que o reservatório de Santa Inês apresentou um média 5,67 mg/L O₂, bem próxima do valor máximo permitido pela citada resolução, além de que na coleta do dia 14/06/2017, a média das amostras foi de 3,73 mg/L O₂, ficando, portanto, abaixo do valor permitido pela normativa do CONAMA.

Tabela 7 – Dados do oxigênio dissolvido do relatório de qualidade de água de reservatórios

LOCAL	Data* 26/04/17	Data* 14/06/17	MÉDIA	Resolução CONAMA Nº 357/05-valor máximo
Santa Inês 7369-E-7	7,17 mg/L O ₂	3,73 mg/L O ₂	5,67 mg/L O ₂	não inferior a 5 mg/L O ₂
Coremas 7367-I-1	11,73 mg/L O ₂	6,98 mg/L O ₂	9,22 mg/L O ₂	
Coremas 7369-E-6	11,14 mg/L O ₂	10,33 mg/L O ₂	10,66 mg/L O ₂	

*média diária

Fonte: <http://aesa.pb.gov.br>

3 AREIA

3.1 Conceito e formação de areia

A areia, como outros agregados⁴, destinados essencialmente à indústria de construção, como a brita e o cascalho, é um bem mineral, encontrada em diferentes granulometrias, composto de dióxido de silício, com predominância do mineral quartzo (DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM, 2015).

Os agregados da construção civil podem ser naturais ou artificiais. Os naturais são encontrados de forma abundante na natureza, tais como areia, cascalho ou pedregulho. Os artificiais são produzidos por algum processo industrial, sendo exemplo as pedras britadas e as areias artificiais (DNPM, 2013).

A NBR 9935 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2011), caracteriza a areia como um agregado da construção civil, classificando-a como miúdo ou graúdo, definindo-a como: “agregado miúdo originado de processos naturais ou artificiais de desintegração de rochas ou proveniente de outros processos industriais”.

A areia é formada pela ação das forças da natureza sobre as rochas, especialmente, a chuva, a geada, o sol e o vento, ocasionando a decomposição e desintegração das mesmas. O material decomposto é conduzido pelos rios, riachos e córregos, sendo depositado no leito desses cursos d’água ou em áreas de deposição e sedimentação para onde a água o transportou. Por esse motivo, as jazidas de areia são localizadas quase sempre nos leitos dos cursos d’água ou em suas áreas adjacentes, como tabuleiro ou várzeas (FARIAS, 2011). Não por acaso, conforme o DNPM (2013), 90% da produção nacional de areia é extraída em leitos fluviais.

Em decorrência da presença de sais, as areias de praias e dunas litorâneas não apresentam boa qualidade para emprego na construção civil. No Brasil, o uso de areia e cascalhos marinhos está restrito para obras de controle de erosão e reconstrução de praias. Contudo, em diversos países da Europa e Ásia, a areia marinha é largamente utilizada (DNPM, 2013). A constituição, a forma e o tamanho de um determinado bem mineral, como a areia, sofrem variações conforme o tipo de

⁴ O termo “agregados” para a construção civil é usado no Brasil para identificar segmento do setor mineral que produz matéria-prima mineral para emprego na construção civil. Dentro dessa denominação estão as substâncias minerais areia, cascalho e rocha britada que entram em misturas para produzir concreto, asfalto e argamassa ou como base de pavimentos (RAMADON, 2016)

rocha-matriz intemperizada, o formato como foi transportado e as peculiaridades do local onde o material foi depositado/sedimentado (FARIAS, 2011).

3.2 Classificação de areia

Considerando as suas diversas espécies, a areia é normalmente classificada quanto à origem, quanto à granulometria e quanto ao tratamento (FARIAS, 2011).

Quanto a origem, conforme a NBR 9935 (ABNT, 2011), a areia é classificada como natural quando resultante da ação da natureza, como artificial quando resulta de processos industriais, como reciclada quando advinda de processos de reciclagem e como de britagem quando decorre do processo de cominuição mecânica de rocha.

A granulometria, determinada pelas dimensões dos elementos clásticos de um solo ou sedimento, é um importante parâmetro para determinação da classificação da areia (FARIAS, 2011). Na tabela 8, conforme a norma técnica acima mencionada, é apresentada a classificação da areia em relação a granulometria.

Tabela 8 – Classificação da areia quanto a granulometria

Areia grossa	2,0 mm a 1,2 mm
Areia média	1,2 mm a 0,42 mm
Areia fina	0,42 mm a 0,075 mm

Fonte: NBR 9935 (ABNT, 2011)

Acerca do tratamento, a areia é classificada em bruta quando não foi submetida a beneficiamento, em graduada quando possui uma distribuição granulométrica específica, e em lavada quando passa por mecanismo de limpeza (FARIAS, 2011).

3.3 Características da extração de areia

A extração de areia apresenta como características: baixo valor agregado, custo elevado do transporte, o que condiciona que a lavra ocorra nas proximidades dos centros urbanos, forte demanda e produção quase artesanal (FARIAS, 2011).

A areia tem um valor agregado baixo por ser utilizada na construção civil na forma *in natura*, ou seja, sem passar por qualquer processo de beneficiamento mais elaborado (FARIAS, 2011). A atividade econômica de produção de areia tem como

característica grandes volumes produzidos. Como consequência, a maior parte do custo é com o transporte, correspondente a 2/3 do preço final dos produtos. Assim, existe uma imperiosa necessidade que a extração de areia ocorra nas proximidades do mercado consumidor, que são os aglomerados urbanos (SANTOS, 2013).

As areias que podem ser utilizadas como agregados da construção civil são abundantes na natureza. Contudo, nem todas as reservas disponíveis são viáveis economicamente a sua exploração. Tendo em vista o baixo valor agregado da areia, é necessário reduzir a distância do local da exploração e do mercado consumidor. Na maior parte das regiões no Brasil, jazidas situadas acima de 100 Km do consumidor, são inviáveis do ponto de vista econômico. Como toda atividade minerária, a extração de areia ocasiona impactos ambientais. Quando os centros urbanos se aproximam muito dos locais de exploração, ocorre uma pressão das populações atingidas pela retirada da atividade minerária da proximidade da área impactada (DNPM, 2013).

A areia, por ser um insumo básico na cadeia da indústria da construção civil, juntamente com a brita, é o mineral mais consumido do mundo. A sua produção tem alto faturamento, e gera muitos empregos, principalmente indiretos (SANTOS, 2013).

A produção quase artesanal de areia pode ser explicada pela inexistência de estruturas grandiosas na produção ou de logística dessa atividade minerária, da imensa clandestinidade do setor e a da maneira relativamente simples como acontece o beneficiamento, sendo marcante a baixa intensidade tecnológica quando comparado com os outros segmentos da indústria mineral (FARIAS, 2011). O autor ainda enumera outras duas características relacionadas a extração de areia: a relativa abundância e o maior grau de nocividade dos impactos ambientais.

A areia, apesar de ser um bem mineral mais abundante na natureza, sendo encontrada em todas as regiões da Terra, nem sempre está acessível para exploração. Fatores exógenos à geologia influenciam a relação entre o quantitativo de reservas e aquelas disponíveis para o uso. São determinantes para a viabilidade da exploração a localização da jazida, bem como a legislação vigente relativa a ocupação do solo (DNPM, 2013), e normas de proteção ambiental, o que já provoca escassez de areia em alguns grandes centros urbanos, como é o caso da região metropolitana de São Paulo, que “importa” grande parte da areia consumida, em locais situados a mais de 100 Km, aumentando o preço do mineral (SANTOS, 2013).

É indubitável que a mineração é uma das atividades humanas que mais provoca danos ao meio ambiente. Contudo, é na exploração de areia em que os

efeitos dos impactos ambientais negativos é mais observável e sentido, devido à proximidade das áreas de extração com as zonas urbanas, devendo ser reforçado os cuidados com a proteção ambiental (FARIAS, 2011).

3.4 Usos da areia

Santos (2013), ao enaltecer a importância da extração de areia, cita os seus usos nas seguintes atividades humanas: Agregados para construção civil; Indústria de transformação (vidros, abrasivos, química, cerâmica, siderúrgica, filtros, jateamento, defensivos agrícolas, ferro-ligas, cimento, refratários); Moldes de fundição; Tratamento de água.

Como agregada à construção civil, a areia chega em maiores volumes ao consumidor final, misturada ao cimento quando usado na preparação de concreto⁵. Uma menor proporção da produção é utilizada sem mistura aglomerante em drenos, filtros, ferrovias (na forma de lastro), na fabricação de gabiões, muros de contenção, em base e sub-base de pisos e estradas e outras aplicações (DNPM, 2013).

Segundo Santos (2013), a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo, no ano de 2001, realizou um levantamento para o projeto Diretrizes para a Mineração de Areia na Região Metropolitana de São Paulo e constatou que, em autoconstrução, uma unidade básica de 35m² consome 21t de concreto (4,8t de areia), em habitações populares; com 50m² consome 68t de concreto (27,2t de areia); um edifício público de 1.000m² consome 1.360t de concreto (544t de areia); uma escola padrão de 1.120m² consome 1.675t de concreto (670t de areia); em pavimentação urbana, 1 km de via pública de 10 m de largura consome entre 2.000t e 3.250t de concreto (entre 800t e 1.300t de areia) e uma estrada pavimentada normal, cerca de 9.500t/km de concreto (3.800t de areia).

3.5 Métodos de lavra de areia

São vários os métodos de extração de areia, os quais são utilizados conforme as peculiaridades do depósito e com as condições econômicas do responsável (FARIAS, 2011).

⁵ O concreto, em média, é uma mistura de cimento (10%), água (7%), brita (42%), areia (40%) e aditivos químicos (1%).

3.5.1 Extração manual

É um método rudimentar que consiste no desmonte manual das jazidas utilizando pás e enxadões. O transporte da areia é feito normalmente por meio de carrinhos de mão e por veículos de tração animal (figura 8), como carroças (FARIAS, 2011). Característica marcante desse método de extração de areia é a sua clandestinidade, já que ocorre sem a devida autorização ou licença do Poder Público (FARIAS, 2011).

Apesar da quantidade de areia extraída ser menor em comparação com outros métodos, os impactos ambientais negativos são consideráveis, com destruição de matas ciliares e margens dos cursos d'água, em decorrência da falta de acompanhamento por parte dos órgãos competentes e de técnicos, como geólogos e engenheiros de minas, além da falta de cuidado com a proteção ambiental por parte dos responsáveis (FARIAS, 2011).

Figura 8 – Transporte de areia por veículo de tração animal



Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=imagem+de+carroças+transportando+areia>

3.5.2 Desmonte mecânico

Recomendado para locais secos e com boa sustentação para equipamentos pesados. Trata-se de escavação direta do minério, por equipamentos de escavação e utilização de caminhões caçambas para o transporte do mineral. Nesse processo, a retirada de areia é realizada por carregadeira de pneus, trator de esteira ou retroescavadeira com comando hidráulico (PEREIRA JÚNIOR; LIMA, 2018), conforme ilustrado na figura 9.

Figura 9 – Máquinas e veículos na extração de areia por desmonte mecânico



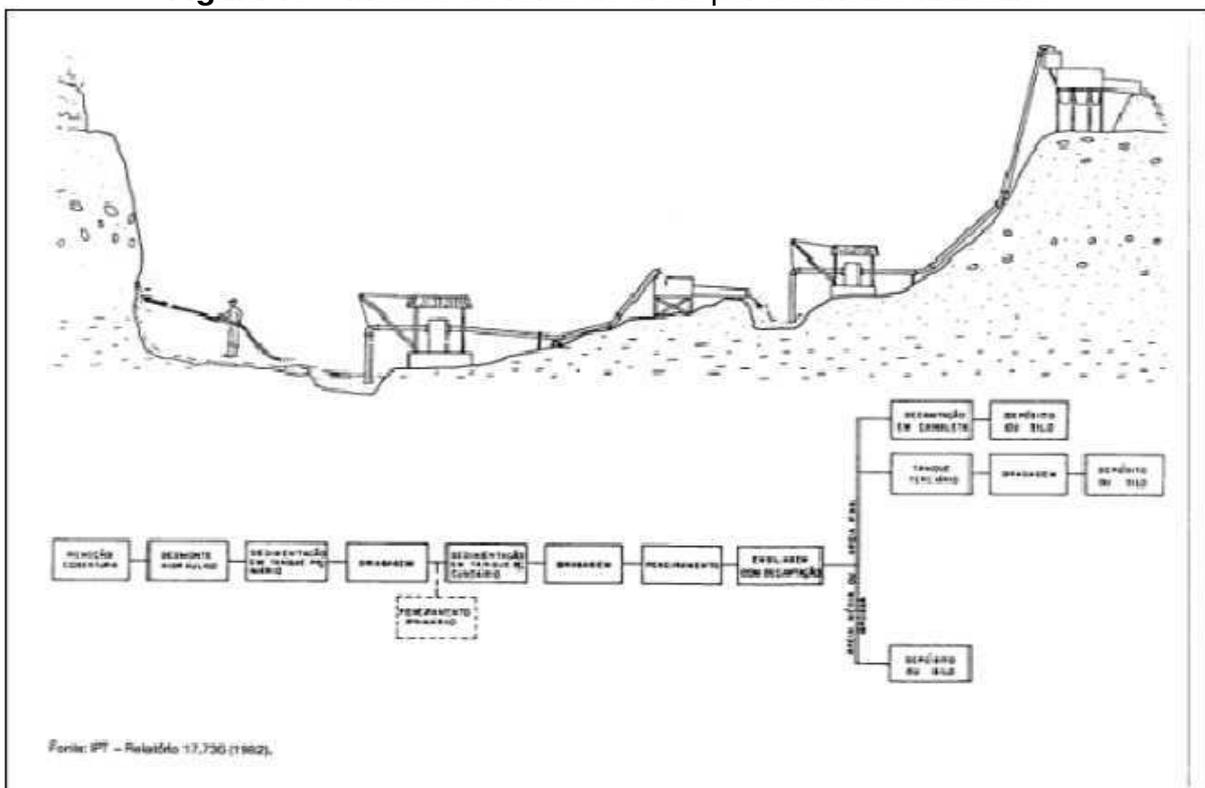
Fonte: <https://www.google.com.br/search?q=imagens+de+areia+e+escavadeira&tbm>

3.5.3 Desmonte hidráulico

O método consiste no direcionamento, através de um monitor, de um jato d'água de alta pressão sobre a base de um talude. Dessa forma, o material desmorona de forma controlada, sendo direcionado em forma de popa, com o ajuda da gravidade. Esse método também é conhecido por desmonte em cava seca (PEREIRA JÚNIOR; LIMA, 2018).

Logo depois, através de um mecanismo de bombeamento, a areia é lançada em tanques de decantação, oportunidade em que ocorre a separação granulométrica e a estocagem de material (PERITO CRIMINAL, 2011).

Figura 10 – Método de lavra de areia por desmonte hidráulico



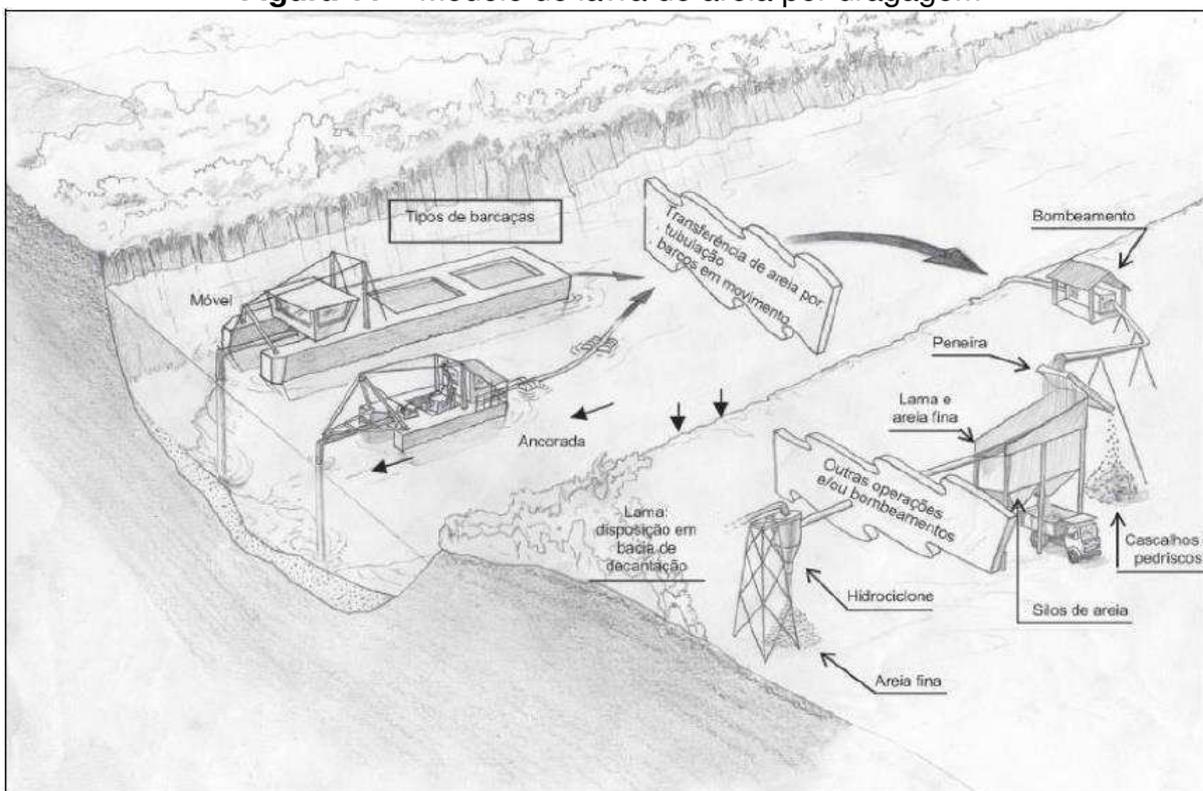
Fonte: IPT – Relatório 17.736 (1982)

3.5.4 Dragagem

A dragagem consiste em um sistema de bombeamento que realiza a sucção da polpa formada na superfície de ataque do leito submerso. O sistema de bombeamento pode ser montado sobre uma draga móvel ou uma draga de ancoragem fixa. Método utilizado em leito de rio e cavas subterrâneas (PEREIRA JÚNIOR; LIMA, 2018).

Compreende o método de maior produtividade de extração de areia no Brasil, pois de acordo com o DNPM (2006), a retirada de areia nos cursos d'água, nos denominados "portos de areia", representa cerca de 70% de toda a areia consumida no país.

Figura 11 – Modelo de lavra de areia por dragagem



Fonte: Almeida (2003).

3.6 Possibilidade de substituição da areia natural

Em decorrência da relativa abundância e do seu baixo valor unitário, a substituição da areia por outro produto geralmente é inviável no aspecto econômico. Porém, como decorrência do aquecimento da construção civil, do aumento dos custos com transporte, das limitações impostas pelas normas ambientais, do uso competitivo do solo, da escassez de areia em determinadas regiões, a substituição da areia natural por outros produtos passou a ser viável (FARIAS, 2011).

A areia artificial ou areia de brita, que são subprodutos do processamento de rochas britadas, é utilizada como substituto da areia natural. É estimado que 10% do consumo da região metropolitana de São Paulo ocorra na forma de areia de brita. Também já vem apresentando potencial de crescimento como alternativa de substituição, a utilização de resíduos de construção e demolição, mediante o aprofundamento dos estudos, com benefícios direto aos municípios, que sofrem demasiadamente com o acúmulo dos resíduos oriundos da construção civil (DNPM, 2013).

Outro aspecto importante é que a substituição do concreto por outros materiais como blocos e tijolos de cerâmica vermelha, aço, alumínio, gesso, vidro e plástico tem reflexo imediato na redução do consumo de areia (DNPM, 2013).

3.7 Legislação/normatização de exploração e aproveitamento dos recursos minerais

A legislação brasileira tem como característica a sua alta volatilidade, especialmente a que regula a atividade minerária, visto que, está muito sujeita as variações normativas decorrentes dos altos interesses econômicos e ambientais. Dessa forma, oportuno estabelecer que a legislação vigente, para fins desse trabalho, tem como marco temporal o dia 03 de julho de 2019, dia da defesa desta dissertação.

A Constituição Federal (CF) de 1988 determina, em seus artigos 20, IX⁶ e 176⁷, que os recursos minerais, inclusive os do subsolo, são bens da União (BRASIL, 1988).

O já citado artigo 176 da Carta Magna explica como se dá a propriedade da União Federal sobre os bens minerais, prescrevendo que os minérios constituem propriedade distinta do solo. Isso quer dizer que independentemente de quem for proprietário de determinado imóvel, existindo no local recursos minerais, estes não lhe pertencem, tendo em vista que seu único proprietário é a União. Contudo, é assegurada ao proprietário do solo a participação nos resultados da lavra (CF, art. 176, § 2^o) (BRASIL, 1988).

A previsão constitucional da titularidade da União, em relação aos bens minerais, constitui no reconhecimento do caráter estratégico que a mineração possui em referência ao caráter econômico e à segurança do país, estando também diretamente relacionada em garantir o desenvolvimento nacional e erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais, objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil estabelecidos no art. 3^o, incisos II e III⁹ da Lei Fundamental (FARIAS, 2011).

⁶ CF - Art. 20. São bens da União: (...) IX - os recursos minerais, inclusive os do subsolo;

⁷ CF - Art. 176. As jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais e os potenciais de energia hidráulica constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

⁸ CF, Art. 176, § 2^o É assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei.

⁹ CF - Art. 3^o Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil:

II - garantir o desenvolvimento nacional;

III - erradicar a pobreza e a marginalização e reduzir as desigualdades sociais e regionais;

Atribuir à União a titularidade dos bens minerais implica que ela execute a atividade de mineração na medida do interesse público e de acordo com a estratégia nacional, inclusive de retomar a atividade ou modificar a regulação a qualquer tempo (ARAGÃO, 2013).

Contudo, a própria Constituição Federal, em seu art. 176, *caput* (já citado) e §1º¹⁰, estabeleceu a possibilidade da transferência de pesquisa e lavra à iniciativa privada mediante autorização e concessão, cabendo ao concessionário a propriedade do produto da lavra (BRASIL, 1988). Caso não houvesse tal previsão, o Estado teria que arcar com o ônus altíssimo de ter que explorar todos os bens minerais necessários para o desenvolvimento econômico e social do país, o que seria inviável.

Regulando a participação da iniciativa privada na exploração de bens minerais, a Lei Maior, em seu art. 176, § 3º¹¹, determina que as autorizações de pesquisas são sempre por tempo determinado, e as autorizações e concessões do Poder Público não poderão ser cedidas ou transferidas pelo particular, sem prévia anuência do poder concedente (BRASIL, 1988).

Outro dispositivo constitucional que demonstra o caráter estratégico da mineração está prescrito no art. 22, XII¹², o qual determina que a União tem competência privativa para legislar sobre jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia. No parágrafo único¹³ do mesmo artigo está prevista a possibilidade de a União autorizar os Estados e o Distrito Federal a legislar sobre o tema por meio de lei complementar, de forma a permitir que as diferenças regionais possam ser objeto de regulamentação específica. Essa possibilidade ainda não foi objeto de legislação infraconstitucional, prevalecendo, portanto, a competência privativa da União na normatização sobre os bens minerais (BRASIL, 1988).

O Decreto-lei nº 227/1967 (Código de Mineração), que é o mais importante diploma legal infraconstitucional em matéria de Direito Minerário, já foi submetido a

¹⁰ CF, art. 176, § 1º A pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo somente poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas.

¹¹ CF, art. 176, § 3º A autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente.

¹² CF, art. 22. Compete privativamente à União legislar sobre: (...) XII - jazidas, minas, outros recursos minerais e metalurgia;

¹³ CF, art. 22, Parágrafo único. Lei complementar poderá autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias relacionadas neste artigo.

diversas alterações. Basicamente, o código regula os direitos sobre os recursos minerais, os regimes de aproveitamento de tais recursos e a fiscalização por parte do Governo Federal a pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral (RAMADON, 2018).

O Código de Mineração prevê, em seu artigo 2º, incisos I a V, e parágrafo único, os seguintes regimes de aproveitamento de bens minerais: (1) concessão; (2) autorização; (3) licenciamento; (4) permissão; (5) regimes especiais; (6) registro de extração (BRASIL, 1967). A seguir será detalhado cada regime individualmente.

No Decreto 227/1967 (Código de Mineração), seu artigo 3º, §2º¹⁴, prevê que compete ao DNPM a execução das determinações previstas no referido Código e dos diplomas legais complementares (BRASIL, 1967). Todavia, em substituição ao DNPM, foi criada a Agência Nacional de Mineração (ANM) mediante a Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), que foi instalada pelo Decreto nº 9.587, de 27 de novembro de 2018 (BRASIL, 2018), o qual entrou em vigor em dia 05 de dezembro de 2018. Assim, com a implantação de fato da ANM, esta passa a exercer todas as competências previstas no Código de Mineração e outras legislações correlatas antes outorgadas ao DNPM.

3.7.1 Autorização de pesquisa

A autorização de pesquisa é um regime de aproveitamento mineral em que são realizados trabalhos objetivando a determinação da jazida, sua avaliação e definição da viabilidade econômica do seu aproveitamento (art. 14, *caput*, do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

De acordo com o Código de Mineração, a pesquisa mineral compreende diversos trabalhos de campo e laboratório, os quais estão descritos no art. 14, §º 1º¹⁵ (BRASIL, 1967).

¹⁴ Código de Mineração – Art. 3º, §2º - § 2º. Compete ao Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM a execução deste Código e dos diplomas legais complementares.

¹⁵ Código de Mineração, art. 14, § 1º A pesquisa mineral compreende, entre outros, os seguintes trabalhos de campo e de laboratório: levantamentos geológicos pormenorizados da área a pesquisar, em escala conveniente, estudos dos afloramentos e suas correlações, levantamentos geofísicos e geoquímicos; aberturas de escavações visitáveis e execução de sondagens no corpo mineral; amostragens sistemáticas; análises físicas e químicas das amostras e dos testemunhos de sondagens; e ensaios de beneficiamento dos minérios ou das substâncias minerais úteis, para obtenção de concentrados de acordo com as especificações do mercado ou aproveitamento industrial.

Com a extinção do DNPM, a autorização de pesquisa passa a ser outorgada pela ANM, e os trabalhos necessários à pesquisa serão executados sob a responsabilidade profissional de engenheiro de minas, ou de geólogo, habilitado ao exercício profissional (art. 15, *caput* e § 1º, do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

A validade do Alvará de Pesquisa, como é denominado o título autorizativo, pode ser 01 (um) a 03 (três) anos, a critério da ANM, consideradas as características especiais da localização da área e da natureza da substância mineral, admitida a sua prorrogação, nos termos do art. 22, III, do Código de Mineração (BRASIL, 1967).

O Alvará de Pesquisa só será outorgado se a área requerida for considerada livre. A área objetivada em requerimento de autorização e pesquisa ou de registro de licença será considerada livre desde que não se enquadre em qualquer das hipóteses previstas no artigo 18¹⁶, do Código de Mineração (BRASIL, 1967).

As áreas máximas para outorga estão previstas no artigo 42 da Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria nº 155 do DNPM, de 12 de maio de 2016 (BRASIL, 2016), abaixo descritas:

- a) 2.000 ha:** substâncias minerais metálicas, substâncias minerais fertilizantes, carvão, diamante, rochas betuminosas e pirobetuminosas, turfa e sal-gema.
- b) 1.000 ha:** rochas para revestimento, e demais substâncias minerais.
- c) 50 ha:** as substâncias minerais relacionadas no Art. 1º¹⁷ da Lei nº 6.567/1978 (BRASIL, 1978); águas minerais e águas potáveis de mesa; areia, quando adequada

¹⁶ Código de Mineração, Art. 18. A área objetivada em requerimento de autorização e pesquisa ou de registro de licença será considerada livre, desde que não se enquadre em quaisquer das seguintes hipóteses:

I - área estiver vinculada a autorização de pesquisa, registro de licença, concessão da lavra, manifesto de mina ou permissão de reconhecimento geológico;

II - se a área for objeto de pedido anterior de autorização de pesquisa, salvo se este estiver sujeito a indeferimento, aos seguintes casos:

a) por enquadramento na situação prevista no *caput* do artigo anterior, e no § 1º deste artigo; e

b) por ocorrência, na data da protocolização do pedido, de impedimento à obtenção do título pleiteado, decorrente das restrições impostas no parágrafo único do Art. 23 e no Art. 26 deste Código;

III - se a área for objeto de requerimento anterior de registro de licença, ou estiver vinculada a licença, cujo registro venha a ser requerido dentro do prazo de 30 (trinta) dias de sua expedição;

IV - se a área estiver vinculada a requerimento de renovação de autorização de pesquisa, tempestivamente apresentado, e pendente de decisão;

V - se a área estiver vinculada a autorização de pesquisa, com relatório dos respectivos trabalhos tempestivamente apresentado, e pendente de decisão;

VI - se a área estiver vinculada a autorização de pesquisa, com relatório dos respectivos trabalhos aprovado, e na vigência do direito de requerer a concessão da lavra, atribuído nos termos do Art. 31 deste Código.

¹⁷ Lei nº 6567/1978 – Art. 1º Poderão ser aproveitados pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão, na forma da lei.

ao uso na indústria de transformação; feldspato; gemas (exceto diamante) e pedras decorativas, de coleção e para confecção de artesanato mineral; e mica.

d) 10.000 ha: para áreas localizadas na Amazônia Legal definida no Art. 2º da Lei nº 5.173, de 27 de outubro de 1966 (BRASIL, 1966), o limite máximo estabelecido para as substâncias minerais metálicas, substâncias minerais fertilizantes, carvão, diamante, rochas betuminosas e pirobetuminosas, turfa, sal-gema e caulim.

De acordo com o previsto no artigo 27 do Código de Mineração, o acesso do titular do Alvará de Pesquisa à área poderá ser efetivado desde que pague aos respectivos proprietários ou posseiros uma renda pela ocupação dos terrenos e uma indenização pelos danos e prejuízos que possam ser causados pelos trabalhos de pesquisa, observadas as regras contidas no citado dispositivo legal (BRASIL, 1967).

Em caráter excepcional, é admitido o aproveitamento mineral na fase de pesquisa, mediante prévia autorização da ANM (que substituiu o extinto DNPM), observada a legislação ambiental pertinente (§ 2º, do art. 22, do Código de Mineração) (BRASIL, 1967), mediante a expedição de um documento denominado Guia de Utilização (art. 102¹⁸ da Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria nº 155 do DNPM, de 12 de maio de 2016). O art. 107, inciso III, do mesmo normativo, condiciona para emissão da Guia de Utilização, a apresentação da necessária licença ambiental ou documento equivalente (BRASIL, 2016).

Ao término da pesquisa, deve ser entregue o relatório da mesma perante à ANM. Em caso de aprovação, o titular tem o prazo de 1 (um) ano para requerer a concessão da lavra, sob pena de perder a preferência sobre a área, que voltará a ser considerada livre (art. 31 c/c art. 18, VI, do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

I - areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação;

II - rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins;

III - argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha;

IV – rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura.

Parágrafo único. O aproveitamento das substâncias minerais referidas neste artigo fica adstrito à área máxima de cinquenta hectares.

¹⁸ Consolidação Normativa do DNPM - Art. 102. Denomina-se Guia de Utilização - GU o documento que admitir, em caráter excepcional, a extração de substâncias minerais em área titulada, antes da outorga da concessão de lavra, fundamentado em critérios técnicos, ambientais e mercadológicos, mediante prévia autorização do DNPM, em conformidade com o modelo-padrão e tabela constantes nos Anexos III e IV, respectivamente.

3.7.2 Concessão de lavra

O regime de concessão de lavra objetiva o aproveitamento econômico da substância mineral. Tem como pré-requisito que a jazida deverá estar pesquisada, com o relatório final de pesquisa aprovado pela ANM (art. 37, I, do Código de Mineração). Nessa fase, as reservas minerais já se encontram identificadas e caracterizadas, e busca-se uma autorização do Ministro de Minas e Energia para que se possa extrair, beneficiar e comercializar o bem mineral identificado na fase de pesquisa (BRASIL, 1967).

A concessão da lavra ocorre na forma de uma portaria assinada pelo Ministro de Estado de Minas e Energia (art. 43 do Código de Mineração), que determina a área poligonal alvo do título minerário (BRASIL, 1967).

O titular do processo minerário poderá requerer a concessão da lavra em até um ano, contado a partir da aprovação do relatório final de pesquisa, podendo esse prazo ser prorrogado, por igual período, pela ANM, mediante apresentação de justificativa por parte do titular (art. 31 do Código de Mineração). Encerrado o prazo sem que o titular, ou seu sucessor, requeira a concessão da lavra, seu direito caducará, cabendo à ANM, mediante publicação de edital no Diário Oficial da União, declarar a disponibilidade da jazida pesquisada, para fins de requerimento da concessão da lavra (art. 32 do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

O Código de Mineração prevê como exigência para a concessão da lavra a apresentação de plano de aproveitamento econômico da jazida, o qual deve descrever detalhadamente os trabalhos de extração mineral, além de informar a viabilidade econômica do empreendimento. No art. 39¹⁹ do Código de Mineração estão descritos os requisitos do plano de aproveitamento econômico (BRASIL, 1967).

¹⁹ Código de Mineração: Art. 39. O plano de aproveitamento econômico da jazida será apresentado em duas vias e constará de:

I - Memorial explicativo;

II - Projetos ou anteprojetos referentes;

a) ao método de mineração a ser adotado, fazendo referência à escala de produção prevista inicialmente e à sua projeção;

b) à iluminação, ventilação, transporte, sinalização e segurança do trabalho, quando se tratar de lavra subterrânea;

c) ao transporte na superfície e ao beneficiamento e aglomeração do minério;

d) às instalações de energia, de abastecimento de água e condicionamento de ar;

e) à higiene da mina e dos respectivos trabalhos;

f) às moradias e suas condições de habitabilidade para todos os que residem no local da mineração;

g) às instalações de captação e proteção das fontes, adução, distribuição e utilização da água, para as jazidas da Classe VIII.

As áreas máximas para outorga de concessão de lavra são as mesmas previstas para autorização de pesquisa, anteriormente citadas.

O artigo 47 do Código de Mineração prevê diversas obrigações do titular da concessão de lavra, dentre as quais:

a) iniciar os trabalhos previstos no plano de lavra, dentro do prazo de seis meses, contados da data da publicação da Portaria de Concessão no Diário Oficial da União, salvo motivo de força maior, a juízo da ANM;

b) lavrar a jazida conforme o plano de lavra aprovado pela ANM, cuja segunda via, devidamente autenticada, deverá ser mantida no local da mina;

c) extrair somente as substâncias minerais mencionadas na Portaria de Concessão;

d) comunicar imediatamente à ANM a descoberta de qualquer substância mineral não relacionada no ato de concessão;

e) confiar, obrigatoriamente, a direção dos trabalhos de lavra a técnico legalmente habilitado ao exercício da profissão (geólogo ou engenheiro de minas);

f) não dificultar ou impossibilitar, por lavra ambiciosa, o aproveitamento ulterior da jazida;

g) responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da lavra;

h) promover a segurança e a salubridade das habitações existentes no local;

i) evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos;

j) evitar poluição do ar, ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração;

k) não suspender os trabalhos de lavra, sem prévia comunicação à ANM;

l) manter a mina em bom estado, no caso de suspensão temporária dos trabalhos de lavra, de modo a permitir a retomada das operações;

m) apresentar à ANM, até o dia 15 (quinze) de março de cada ano, relatório das atividades realizadas no ano anterior, denominado de RAL (Relatório Anual de Lavra) (BRASIL, 1967).

Também é de responsabilidade do titular da concessão de lavra, recolher a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), nos percentuais de 1% a 3,5%, dependendo da substância mineral, sobre a renda bruta (art. 2º da Lei 8001/90 (BRASIL, 1990), alterada pela Lei 13.540, 18/12/2017), bem

como pagar a participação do proprietário do solo nos resultados da lavra com base de 50% do valor da CFEM (art. 11, §1º, do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

Farias (2011) destaca que, por força do art. 16²⁰, da Lei nº 7.805/89, para a concessão da lavra é necessário o prévio licenciamento ambiental. Em que pese a lei disciplinar apenas a lavra garimpeira, o entendimento doutrinário é aplicável aos demais regimes de aproveitamento. Em consonância com tal posicionamento, o Decreto nº 9.406/2018 determina em seu artigo 31²¹, *caput*, e § 4º, a necessidade do licenciamento ambiental para concessão da lavra (BRASIL, 2018). No mesmo sentido, o art. 126 da Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria nº 155/2016 do DNPM, dispõe: “Para a outorga da concessão de lavra o interessado deverá instruir o processo minerário com licença ambiental nos termos do art. 16 da Lei nº 7.805, de 1989” (BRASIL, 2016).

3.7.3 Regime de licenciamento

O licenciamento é um regime de aproveitamento simplificado de substâncias minerais, normalmente destinadas ao emprego imediato na construção civil, as quais estão listadas no art. 1º da Lei nº 6567/78: areias, cascalhos e saibros para utilização imediata na construção civil, no preparo de agregados e argamassas; rochas e outras substâncias minerais, quando aparelhadas para paralelepípedos, guias, sarjetas, moirões e afins; argilas usadas no fabrico de cerâmica vermelha; rochas, quando britadas para uso imediato na construção civil e os calcários empregados como corretivo de solo na agricultura (BRASIL, 1978).

A exploração mineral por meio do licenciamento fica limitada a uma área máxima de 50 ha (art. 1º, parágrafo único da Lei nº 6567/78), e é facultado, exclusivamente, ao proprietário do solo ou a quem dele obtiver expressa autorização, salvo se a jazida situar-se em imóveis pertencentes a pessoa jurídica de direito público

²⁰ Lei nº 7.805/89 – Art. 16 - A concessão de lavras depende de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.

²¹ Decreto Lei nº 9.406/2018 - Art. 31. O requerente terá o prazo de sessenta dias para o cumprimento de exigências com vistas à melhor instrução do requerimento de concessão de lavra e para comprovar o ingresso, no órgão competente, da solicitação com vistas ao licenciamento ambiental.

§ 4º O requerente deverá demonstrar à ANM, a cada seis meses, contados da data de comprovação do ingresso, no órgão competente, da solicitação com vistas ao licenciamento ambiental e, até que a licença ambiental seja apresentada à ANM, demonstrar que o procedimento de licenciamento ambiental está em curso e que o requerente tem adotado as medidas necessárias para a obtenção da licença ambiental, sob pena de indeferimento do requerimento de lavra.

(art. 2º da Lei nº 6567/78). Pode ser requerido por pessoa natural, firma individual ou pessoa jurídica (art. 5º da Lei nº 6567/78) (BRASIL, 1978).

No regime de licenciamento não existe necessidade de pesquisas prévias, sendo um facilitador para o empreendedor. Porém, a área pretendida ao licenciamento deve estar livre (art. 18 do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

O licenciamento é condicionado à obtenção de licença específica expedida pela autoridade administrativa local, no município de situação da jazida, e da efetivação do competente registro na ANM (art. 3º da Lei nº 6567/78). Em caso de jazida situada em imóvel pertencente a pessoa jurídica de direito público, o licenciamento depende de prévia autorização desta (parágrafo único, do art. 3º da Lei nº 6567/78) (BRASIL, 1978).

Para obtenção do registro de licenciamento, torna-se obrigatório que o empreendedor apresente à ANM a licença ambiental de instalação ou de operação, ou comprovar, mediante cópia do protocolo do órgão ambiental competente, que ingressou com o requerimento de licenciamento ambiental (art. 166 da Consolidação Normativa do DNPM, aprovada pela Portaria nº 155/2016 do DNPM) (BRASIL, 2016).

Também é obrigatório que o titular de licenciamento apresente o RAL (Relatório Anual de Lavra) à ANM, até o dia 31 de março de cada ano (art. 9º da Lei 6567/78) (BRASIL, 1978).

Em decorrência do pequeno porte dos empreendimentos, sujeitos ao regime de licenciamento, bem como pela sua finalidade de propiciar bens minerais de emprego direto na construção civil ou corretivo de solo na agricultura, a regra, nesse regime de aproveitamento, é a não apresentação de plano de aproveitamento econômico, previsto no art. 8º da Lei nº 6567/78 (BRASIL, 1978).

3.7.4 Regime de permissão de lavra garimpeira

A lavra garimpeira é um regime de extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do jazimento mineral que, por sua natureza, dimensão, localização e utilização econômica, possa ser lavrado, independentemente de pesquisa prévia, conforme critérios estabelecidos pela ANM (parágrafo único, art. 1º da Lei nº 7.805/89) (BRASIL, 1989).

O art. 10, § 1º, da Lei 7.805/89, enumera os minerais que são considerados garimpáveis: o ouro, o diamante, a cassiterita, a columbita, a tantalita e wolframita,

nas formas aluvionar, eluvionar e coluvial; a sheelita, as demais gemas, o rutilo, o quartzo, o berilo, a muscovita, o espodumênio, a lepidolita, o feldspato, a mica e outros, em tipos de ocorrência que vierem a ser indicados, a critério da ANM (BRASIL, 1989).

A permissão de lavra garimpeira é concedida pelo prazo de até cinco anos, podendo ser renovável sucessivamente, a critério da ANM (art. 5º, I, da Lei nº 7.805/89). “A área permissionada não poderá exceder 50 (cinquenta) hectares, salvo quando outorgada a cooperativa de garimpeiros” (art. 5º, III, da Lei nº 7.805/89) (BRASIL, 1989).

Em caso de lavra em área urbana, a permissão de lavra garimpeira depende da obtenção, pelo interessado, de assentimento da autoridade administrativa do Município de situação do jazimento mineral (art. 2º da Lei nº 7.805/89) (BRASIL, 1989).

A criação ou ampliação de áreas de garimpagem fica condicionada à prévia licença do órgão ambiental competente (art. 13, da Lei nº 7.805/89), e não poderá abranger terras indígenas. A outorga do título de permissão de lavra de garimpagem ficará condicionada a apresentação de licença ambiental (art. 16, da Lei nº 7.805/89) (BRASIL, 1989).

A permissão de lavra garimpeira pode ser concedida para pessoa física, firma individual ou cooperativa de garimpeiros (art. 5º, caput, da Lei 7.805/89). A lei garante preferência na concessão de áreas de garimpagem para as cooperativas de garimpeiros (art. 12 da Lei nº 7.805/89) (BRASIL, 1989).

3.7.5 Regime de extração mineral

Trata de um regime especial de extração mineral destinado aos órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, restrito a substâncias de emprego imediato na construção civil, com destinação exclusiva para uso em obras públicas por eles executadas diretamente, sendo vedada expressamente a comercialização (art. 2º, parágrafo único, do Código de Mineração) (BRASIL, 1967).

O Decreto nº 3.358/2000 regulamentava o dispositivo acima citado do Código de Mineração. Entretanto, tal normativo foi revogado pelo Decreto nº 9.406/2018, que prevê que o regime de extração mineral será disciplinado em resolução da ANM (BRASIL, 2018).

3.7.6 Regimes especiais

Os regimes especiais têm por objeto aqueles minerais que não são regulamentados pelo Código de Mineração. Esses bens minerais têm regime jurídico próprio, como o petróleo, os minerais nucleares, as águas minerais (FARIAS, 2011).

Os bens minerais enquadrados nos regimes especiais de mineração não são objeto de interesse deste trabalho científico, portanto, não será aprofundado o seu tema.

3.7.7 Enquadramento da areia nos regimes minerários

Em resumo, após ser visto todos os regimes minerários, a extração de areia por pessoas físicas e jurídicas privadas pode ser assim enquadrada:

No caso de areia destinada ao emprego imediato na construção civil, existe a possibilidade primeira do regime de licenciamento, cuja a obtenção do título tem uma tramitação bem mais rápida, tendo em vista que não é exigido a realização de atividades de pesquisa. Tem como aspecto complicador, o fato do licenciamento depender de licença das prefeituras e da necessidade de autorização dos proprietários dos solos, caso o requerente não tenha a propriedade, e a limitação de área de no máximo cinquenta hectares. No caso de leito de rios, como é um bem público, cabe ao requerente obter os licenciamentos municipal e ambiental, fazendo o devido registro perante à ANM.

A outra alternativa é regime de autorização e concessão, mais moroso e burocrático, havendo a necessidade de pesquisa prévia. Deve ser obrigatoriamente utilizado o regime de autorização e concessão no caso de extração de areia não destinada ao emprego imediato na construção civil.

O regime de extração é destinado a atender, especificamente, aos órgãos governamentais, as quais desejam utilizar areia diretamente no emprego de obras públicas.

3.8 Clandestinidade na exploração de areia

Para Farias (2011), “Em nenhum setor da indústria da mineração a clandestinidade é tão grande quanto o de areia”. O autor atribui como prováveis

causas: “baixo valor agregado, do beneficiamento simples e da produção quase artesanal, características que marcam a atividade”.

Leciona Ramadon (2018), que o subsetor de extração de minerais destinados à construção civil, com destaque para a areia, é normalmente composto por empresas de pequeno a médio porte, com reduzida estrutura organizacional e investimentos. O referido autor afirma que “principalmente nas pequenas empresas é grande a clandestinidade e a ilegalidade, associada a falta ou a deficiências no licenciamento ambiental”.

Uma das fontes de pesquisa adotada pela Agência Nacional de Mineração (ANM) para obtenção da produção de areia no Brasil é o Relatório Anual de Lavra (RAL). Contudo, esses dados são falhos, pois o preenchimento é feito pelo próprio empresário, que não sofre uma fiscalização adequada, em decorrência da deficiência estrutural do antigo DNPM, atual ANM.

Os dados relativos à mineração de areia no Brasil, realizada por pequenas empresas, não são facilmente disponibilizados, podendo ser considerados como imprecisos, tendo em vista que muitas empresas trabalham na informalidade, prejudicando em muito a análise estatística (RAMADON, 2018).

Na exploração realizada na modalidade manual – mediante o uso de pás e enxadões e o transporte efetuado por meio de tração animal - se caracteriza por ser totalmente clandestina, não existindo nenhum controle da quantidade de areia extraída no País nessa modalidade.

Devido a imprecisão dos dados obtidos dos RALs, as estatísticas publicadas para areia no Brasil são estimativas com base em dados de consumo de produtos na indústria da construção civil, especialmente, cimento e asfalto. É o que se denomina de consumo aparente, que se trata de valor estimado sobre a quantidade de bens minerais consumidos no País (DNPM, 2015).

Para Ramadon (2018), que publicou um interessante estudo sobre a extração ilegal de areia no Brasil e no mundo, a atividade ilícita de extração de areia no País apresenta números alarmantes (ver tabela 9), sendo uma das atividades da mineração mais impactantes e não sustentáveis, “por não existir nenhum tipo de controle ou fiscalização”, sendo responsável por diversos danos ambientais.

Tabela 9 – Produção estimada de areia no Brasil

AREIA PARA CONSTRUÇÃO	2012	2013	2014	2015	2016
Produção estimada Ton	368.957.000	377.209.028	391.765.746	348.966.176	291.999.124
Consumo aparente Ton	368.957.000	377.209.028	391.765.746	348.966.176	291.999.124
Produção Real Ton	92.982.548	99.551.286	94.833.733	87.241.544	72.999.781
Extração Ilegal Ton	275.974.452	277.657.742	296.632.013	261.724.632	218.999.343
Preço Médio ANM R\$/Ton	31,00	32,00	33,00	34,00108	35,00109
Extração ilegal R\$	8.555.208.012,00	8.885.047.744,00	9.788.856.429	8.898.637.488,00	7.664.977.005,00

Fonte: Ramandon (2018)

Ramandon (2018) esclarece o *modus operandi* da extração ilegal de areia:

Isso acontece quando o minerador extrai fora da área (poligonal) autorizada, ou quando começa a extrair sem ter Guia de Utilização, Licenciamento ou Concessão de Lavra, títulos que são outorgados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), e quando o criminoso com seu maquinário e caminhões ou mesmo com pás e animais de tração, extrai de qualquer lugar onde exista a areia, seja em rios, cavas ou outros depósitos, sem as devidas autorizações.

Para Carneiro Leão (2001), a clandestinidade no segmento de areia pode acontecer com atividades legalizadas ou relativamente legalizadas ou em atividades totalmente ilegal.

No primeiro caso, em que pese o minerador esteja regularizado formalmente, possuindo a licença ambiental e o título minerário, a produção é parcialmente clandestina, como a produção em quantidade maior que a permitida, em local não autorizado ou quando ocorre a sonegação fiscal, mediante a apresentação de uma mesma nota fiscal para cargas distintas de minério. No segundo caso, o empreendedor está completamente ilegal, não dispendo de licenciamento ambiental e de título minerário.

3.8.1 Crimes decorrentes da extração ilegal de areia

Objetivando combater a extração ilegal de bens minerais o legislador tipificou certas condutas como criminosas.

O art. 2^o²², da Lei nº 8.176/1991, definiu como crime o ataque ao patrimônio público, na modalidade de usurpação, a exploração de matéria-prima pertencente à União, sem autorização legal ou em desacordo com as obrigações impostas pelo título minerário (BRASIL, 1991),

Como a mineração provoca uma grande transformação no meio, com conseqüente degradação ambiental, o legislador, visando regulamentar, normatizar e minimizar os efeitos da atividade minerária, previu no art. 55²³, da Lei nº 9.605/1998 (Lei dos Crimes Ambientais), que é crime pesquisar, lavrar ou extrair recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida. Responde nas mesmas penas que deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença ou concessão ou determinação do órgão competente (BRASIL, 1998).

O autor das condutas criminosas citadas acima responde, em concurso formal²⁴, pela prática dos delitos de usurpação de bem público e contra o meio ambiente, em decorrência dos bens jurídicos atingidos serem distintos (RAMADON, 2018). Esse é o mesmo entendimento adotado pelo STJ em debate similar:

Não existe conflito aparente de normas entre o delito previsto no Art. 55 da Lei n.º 9.605/98, que objetiva proteger o meio ambiente, e o crime do Art. 2.º, caput, da Lei n.º 8.176/91, que defende a ordem econômica, pois tutelam bens jurídicos distintos, existindo, na verdade, concurso formal. Precedentes (HC 149.247/SP, DJe 07/02/2011).

²² Lei nº 8.176/1991, Art. 2º Constitui crime contra o patrimônio, na modalidade de usurpação, produzir bens ou explorar matéria-prima pertencentes à União, sem autorização legal ou em desacordo com as obrigações impostas pelo título autorizativo.

Pena: detenção, de um a cinco anos e multa.

²³ Lei nº 9.605/1998 – Art. 55 Executar pesquisa, lavra ou extração de recursos minerais sem a competente autorização, permissão, concessão ou licença, ou em desacordo com a obtida:

Pena - detenção, de seis meses a um ano, e multa.

Parágrafo único. Nas mesmas penas incorre quem deixa de recuperar a área pesquisada ou explorada, nos termos da autorização, permissão, licença, concessão ou determinação do órgão competente.

²⁴ O Código Penal define, no seu art. 70, o que é concurso formal: “Quando o agente, mediante uma só ação ou omissão, pratica dois ou mais crimes, idênticos ou não, aplica-se-lhe a mais grave das penas cabíveis ou, se iguais, somente uma delas, mas aumentada, em qualquer caso, de um sexto até metade. As penas aplicam-se, entretanto, cumulativamente, se a ação ou omissão é dolosa e os crimes concorrentes resultam de desígnios autônomos, consoante o disposto no artigo anterior.

Ramadon (2018) relaciona outros crimes relacionados à extração mineral ilegal: fraudes na concessão/obtenção de permissões e licenças; falsificação ou adulteração de notas fiscais; corrupção de servidores da ANM (concessão de títulos autorizativos) e de órgãos ambientais (concessão de licenças), lavagem de dinheiro, prevaricação, advocacia administrativa, entre outros.

3.9 Órgãos responsáveis pela fiscalização e combate a extração ilegal de areia

São várias as instituições responsáveis por combater a extração ilegal de minérios no Brasil. Nesse tópico, a abordagem recai sobre essas organizações estatais e suas áreas de atuação.

Ramadon (2018) comentando sobre o enfrentamento aos crimes de exploração de areia no País, faz a seguinte afirmação: “E para esse combate, é necessário que o Estado tenha instituições fortes e que a sociedade tenha entidades constituídas de forma a colaborar com a denúncia desses crimes”.

3.9.1 Agência Nacional de Mineração (ANM)

A Agência Nacional de Mineração (ANM) foi criada através da Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017 (BRASIL, 2017), mas sua instalação só ocorreu por meio do Decreto nº 9.587, de 27 de novembro de 2018. O Decreto só entrou em vigor no dia 05 de dezembro de 2018, quando após um ano de sua criação, a ANM passou a exercer suas atribuições, ocorrendo a extinção oficial do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) (BRASIL, 2018).

A ANM é um órgão integrante da Administração Pública federal indireta, submetida ao regime autárquico especial e vinculada ao Ministério de Minas e Energia, tendo como finalidade, entre outras, implementar as políticas nacionais para as atividades integrantes do setor de mineração, compreendidas a normatização, a gestão de informações e a fiscalização do aproveitamento dos recursos minerais no País (artigos 1º e 2º²⁵, da Lei nº 13.575/2017) (BRASIL, 2017).

²⁵ Lei nº 13.575/2017:

Art. 1º Fica criada a Agência Nacional de Mineração (ANM), integrante da Administração Pública federal indireta, submetida ao regime autárquico especial e vinculada ao Ministério de Minas e Energia.
Art. 2º A ANM, no exercício de suas competências, observará e implementará as orientações e diretrizes fixadas no Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração), em

A Agência é vinculada ao Ministério de Minas e Energia e será dirigida por uma diretoria colegiada, composta por diretor-geral e mais 4 (quatro) diretores (art. 5^o²⁶, da Lei nº 13.575/2017) (BRASIL, 2017).

São competências da ANM, entre outras (art. 2^o, da Lei nº 13.575/2017) (BRASIL, 2017):

- Implementar a política nacional para as atividades de mineração;
- Regulamentar os processos administrativos relacionados à outorga de títulos minerários, com a fiscalização das atividades minerárias e a aplicação de sanções;
- Regular, fiscalizar, arrecadar, constituir e cobrar os créditos oriundos da CFEM, da taxa anual por hectare e das multas eventualmente aplicadas pela ANM; e
- Declarar a utilidade pública das áreas que serão objeto de desapropriação ou constituição de servidão mineral.

No exercício da atividade fiscalizatória, a ANM poderá realizar vistorias, notificar e autuar infratores, adotar medidas acautelatórias como de interdição e paralisação, impor sanções cabíveis, firmar termo de ajustamento de conduta, constituir e cobrar os créditos delas decorrentes, bem como comunicar aos órgãos competentes a eventual ocorrência de crimes (RAMADON, 2018).

3.9.2 Polícia Federal

A Polícia Federal é um órgão permanente, organizado e mantido pela União. Dentre suas diversas atribuições constitucionais, cabe a instituição a apuração de crimes contra bens, serviços e interesses da União ou de suas autarquias e empresas públicas (Art. 144, § 1^o, I²⁷, da Constituição Federal) (BRASIL, 1988). Assim, quando de uma eventual ocorrência de crimes de extração de areia, por ser este um bem mineral de propriedade da União, bem como os crimes ambientais decorrentes de tal

legislação correlata e nas políticas estabelecidas pelo Ministério de Minas e Energia, e terá como finalidade promover a gestão dos recursos minerais da União, bem como a regulação e a fiscalização das atividades para o aproveitamento dos recursos minerais no País, competindo-lhe:

²⁶ Lei nº 13.575/2017 - Art. 5^o A ANM será dirigida por Diretoria Colegiada, composta por um Diretor-Geral e quatro Diretores.

²⁷ Art. 144, § 1^o, I, da CF - § 1^o A polícia federal, instituída por lei como órgão permanente, organizado e mantido pela União e estruturado em carreira, destina-se a:

I - apurar infrações penais contra a ordem política e social ou em detrimento de bens, serviços e interesses da União ou de suas entidades autárquicas e empresas públicas, assim como outras infrações cuja prática tenha repercussão interestadual ou internacional e exija repressão uniforme, segundo se dispuser em lei;

atividade minerária ilícita, é responsabilidade da Polícia Federal a investigação dos fatos e identificação dos autores.

No âmbito da Polícia Federal, com o objetivo estratégico de especialização, por meio da Instrução Normativa nº 13/2005-DF/DPF, foram criadas a Divisão de Repressão a Crimes contra o Meio Ambiente e Patrimônio Histórico (DMAPH), com sede em Brasília, e as Delegacias de Repressão aos Crimes contra o Meio Ambiente e Patrimônio Histórico (DELEMAPH), localizadas nas Superintendências de cada unidade da Federação, com atribuições de apurar atos ilícitos de dano ao meio ambiente, praticados em detrimento do equilíbrio dos ecossistemas, fauna, flora e recursos minerais, da biodiversidade, da sobrevivência de espécimes ameaçados de extinção, o tráfico de animais silvestres, a biopirataria, dentre outros previstos em lei (BRASIL, 2005).

Ramadon (2018) entende que foi de grande importância estratégica a implantação de unidades especializadas na Polícia Federal para o enfrentamento à crimes de natureza ambiental e contra o patrimônio histórico, em decorrência da complexidade que envolve muitas investigações para combater tais delitos, com concurso de infrações penais de corrupção, formação de quadrilha, falsidade ideológica, exigindo constante aperfeiçoamento e conhecimento do tema por parte dos policiais envolvidos nas atividades investigatórias.

3.9.3 Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) foi criado por meio da Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Trata de uma “autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente” (art. 2º, da Lei nº 7.735/1989). Surgiu da fusão de quatro órgãos a SEMA, Secretaria Especial do Meio Ambiente, a SUDHEVEA, Superintendência da Borracha, a SUDEPE, Superintendência do Desenvolvimento da Pesca e o IBDF, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (art. 1º, da Lei nº 7.735/1989) (BRASIL, 1989).

O IBAMA, conforme disposto no já citado art. 2º, da Lei nº 7.735/1989, tem como finalidades: “exercer o poder de polícia ambiental”; “executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao

licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental [...]”; e “executar as ações supletivas de competência da União, de conformidade com a legislação ambiental vigente” (BRASIL, 1989).

De sorte, que com relação a atividade de extração de areia, o IBAMA atua tanto no licenciamento ambiental federal, como na fiscalização.

3.9.4 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)

O Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) é uma autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, criada pela Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente e integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) (BRASIL, 2007).

O ICMBio surgiu do desmembramento do IBAMA e tem como finalidades executar as ações da política nacional de conservação da natureza, podendo propor, implantar, gerir, proteger, fiscalizar e monitorar as Unidades de Conservação instituídas pela União.

Também cabe fomentar e executar programas de pesquisa, proteção, preservação e conservação da biodiversidade e exercer o poder de polícia ambiental para a proteção das unidades de conservação federais (art. 1º²⁸, da Lei nº 11.516/2007) (BRASIL, 2007).

²⁸ Lei nº 11.516/2007, Art. 1º Fica criado o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - Instituto Chico Mendes, autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de:

I - executar ações da política nacional de unidades de conservação da natureza, referentes às atribuições federais relativas à proposição, implantação, gestão, proteção, fiscalização e monitoramento das unidades de conservação instituídas pela União;

II - executar as políticas relativas ao uso sustentável dos recursos naturais renováveis e ao apoio ao extrativismo e às populações tradicionais nas unidades de conservação de uso sustentável instituídas pela União;

III - fomentar e executar programas de pesquisa, proteção, preservação e conservação da biodiversidade e de educação ambiental;

IV - exercer o poder de polícia ambiental para a proteção das unidades de conservação instituídas pela União; e

V - promover e executar, em articulação com os demais órgãos e entidades envolvidos, programas recreacionais, de uso público e de ecoturismo nas unidades de conservação, onde estas atividades sejam permitidas.

3.9.5 Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs)

Os Estados, por meios dos Órgãos Estaduais de Meio Ambiente (OEMAs), são os responsáveis pela análise dos estudos de impactos ambientais dos projetos e pela autorização de implementação de empreendimentos com potencial degradador de recursos minerais, por meio do sistema de licenciamento ambiental, previsto na Lei nº 6.938/1981, que dispõe sobre a política nacional do meio ambiente (BRASIL, 1981), regulamentada pelo Decreto nº 992.74/1990 (BRASIL, 1990).

Cabe aos OEMAs a competência, entre outras, para o licenciamento ambiental previsto no art. 5º²⁹, da Resolução CONAMA nº 237/1997 (BRASIL, 1997).

O órgão ambiental no estado da Paraíba é a Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA), que foi criada através da Lei nº 4.033, de 20 de dezembro de 1978, objetivando o desenvolvimento de uma política de proteção do meio ambiente³⁰.

A SUDEMA tem sede na cidade de João Pessoa, Capital do estado da Paraíba, e núcleos nas cidades de Campina Grande e Patos³¹.

Na Paraíba, é a SUDEMA a principal responsável pelo licenciamento ambiental da atividade de extração de areia, bem como exerce ação fiscalizatória sobre a exploração de tal minério.

3.10 A importância socioeconômica da areia

Os denominados agregados – areia, brita, cascalho - são a base da indústria da construção civil, e entram em misturas para produção de concreto, asfalto,

²⁹ Resolução CONAMA nº 237/97 - Art. 5º - Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento ambiental dos empreendimentos e atividades:

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV – delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Parágrafo único. O órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

³⁰ Disponível em <http://sudema.pb.gov.br>.

³¹ Idem.

argamassa ou como base para pavimentos. A produção de areia tem uma importância considerável no faturamento e na geração de empregos (RAMADON, 2018).

Para Santos (2013), a produção de areia sofre forte preconceito no Brasil, assim como todos os agregados para a construção civil, pois é vista apenas como grande geradora de impactos ambientais negativos, não sendo levado em consideração a valiosa contribuição na organização da vida moderna nos grandes centros urbanos, cada vez mais dependentes dos recursos minerais.

Como as políticas públicas³² de promoção na melhoria da qualidade de vida das pessoas tem relação direta com a construção civil, fica evidente a importância da mineração dos agregados da construção civil na vida das pessoas (FARIAS, 2011).

Certamente não é possível a construção de aeroportos, rodovias, ferrovias, moradias, unidades escolares, creches, hospitais, adutoras, barragens, usinas hidrelétricas etc., sem a utilização da areia e outros agregados (LA SERNE; REZENDE, 2011).

A areia e os demais agregados são de tamanha importância para a humanidade que o seu consumo tem relação direta com a situação econômica e social de um país, bem como o seu nível de desenvolvimento, uma vez que o uso de agregados é relacionado com a melhoria da qualidade de vida e geração de conforto. (CARNEIRO LEÃO, 2001). Segundo Santos (2013), nos Estados Unidos o consumo anual de areia é de 7,5t por habitante; na Europa 5t, enquanto no Brasil é de pouco mais de 1t por habitante/ano. O estado de São Paulo, o mais desenvolvido do país, com 4,5t, tem um consumo de areia bem próximo do europeu. Para Valderde (2002), o reduzido consumo de areia e outros agregados, em comparação aos índices dos países desenvolvidos, apresenta como indicativo do déficit habitacional e de infraestrutura do estado brasileiro.

Fica evidente que existe uma considerável variação regional de consumo de areia no Brasil, posto que o estado de São Paulo tem um consumo anual de 4,5t por habitante, enquanto nas regiões metropolitanas de Salvador e Fortaleza é inferior a 2t, demonstrando desequilíbrio no desenvolvimento entre as várias regiões do país. (SANTOS, 2013). Para realizar qualquer projeto de desenvolvimento nacional é preciso passar necessariamente pelo aumento significativo do consumo de agregados

³² É o caso, por exemplo, das políticas públicas de infraestrutura, de educação, de energia, de habitação, de saneamento básico, de segurança pública, de saúde e de transporte.

da construção civil, sendo relevante o estabelecimento de marcos regulatórios e políticas por parte do Poder Público voltadas para tal finalidade (FARIAS, 2011).

Conforme os dados disponíveis nos relatórios anuais de lavra (RALs) entregues anualmente à ANM (antigo DNPM), todos os estados brasileiros são produtores de areia. Acontece que os números apontados por intermédio dos RALs estão muito abaixo dos dados obtidos a partir do consumo de um importante produto complementar, o cimento. Em decorrência desse fato, as estatísticas publicadas pelo extinto DNPM (atual ANM) para areia são estimativas com base em dados de produtos complementares na indústria da construção, notoriamente cimento e asfalto (DNPM, 2016).

Na produção nacional de areia predominam as minas de pequeno porte, fato que pode ser esclarecido pela ocorrência de micromercados regionais. Tendo em vista que os custos de transportes inviabilizam transações comerciais entre grandes distâncias, existe uma grande limitação onde cada mina pode direcionar seus produtos. Assim, o nível de produção fica limitado aos volumes com que cada mercado regional pode absorver (DNPM, 2011).

Segundo Farias (2011), a extração de areia é o segmento da mineração nacional que tem o maior número de empresas (em sua grande maioria de pequeno porte) e gera o maior número de empregos. Juntamente com a brita, a produção de areia é a única a existir em todas as unidades federativas.

De acordo com dados da Associação das Entidades Produtoras de Agregados para a Construção Civil (ANEPAC)³³, no ano de 2014, o Brasil dispunha de 2.500 empresas legalizadas na exploração de areia, com a geração de 49.000 empregos diretos. No mesmo ano, segundo tal entidade, foram produzidas 439 milhões de toneladas de areia no País.

³³ Disponível em: <http://www.anepac.org.br/agregados/mercado>. Acesso em: 08 ago. 2018.

4 IMPACTOS AMBIENTAIS DECORRENTES DE EXTRAÇÃO DE AREIA

4.1 Conceito de impacto ambiental

Na literatura encontramos uma variedade de conceitos e definições de impacto ambiental. Seleccionamos alguns autores que trabalharam na definição de impacto ambiental, bem como os conceitos legais.

Para Sánchez (2013), “Impacto ambiental é a alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”.

Uma outra definição de impacto ambiental é fornecida pela norma ISO 14.001:2004. Segundo a tradução oficial brasileira da norma internacional³⁴, impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”.

Dias (2011) define impacto ambiental como a alteração no meio ambiente provocada pela ação humana. 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.

O conceito legal no Brasil para o termo impacto ambiental está previsto na Resolução do CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986, em seu art. 1º:

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, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
- V - a qualidade dos recursos ambientais (BRASIL, 1986, p. 1).

Sánchez (2013) critica a impropriedade dessa definição legal de impacto ambiental no Brasil, pois para o autor, trata-se, na verdade, de uma definição de

³⁴ As normas da Organização Internacional de Normatização – ISO (International Organization for Standardization) são traduzidas e publicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, entidade privada brasileira filiada à ISO. As normas ABNT são reconhecidas pelo governo por intermédio do Inmetro – Instituto Brasileiro de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.

poluição, como se observa na menção a “qualquer forma de matéria ou energia” como fator responsável pela “alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas”.

Elaborando distinção entre impacto ambiental e poluição, Sánchez (2013) leciona que impacto ambiental é um conceito mais amplo e substancialmente distinto de poluição. Enquanto poluição tem somente uma conotação negativa, impacto ambiental pode ser benéfico ou adverso (positivo ou negativo). Poluição refere-se a matéria ou energia (níveis admissíveis de emissão ou de concentração ou intensidade). Várias ações humanas causam significativo impacto ambiental sem que estejam fundamentalmente associadas à emissão de poluentes, como por exemplo, a construção de barragens ou a instalação de um parque de geradores eólicos. Toda poluição causa impacto ambiental, mas nem todo impacto ambiental tem a poluição como causa.

Interessante é o alerta que faz Sánchez (2013), com relação a um erro comum observado na leitura de muitos estudos de impacto ambiental. Para o autor, “impacto ambiental é, claramente, o resultado de uma ação humana, que é a sua causa. Não se deve, portanto, confundir a causa com a consequência”. Exemplificando a sua afirmação, o autor cita que uma construção de uma rodovia não é impacto ambiental, mas sim provoca impactos ambientais. Mencionando uma outra situação, afirma que o reflorestamento com espécies nativas não é um impacto ambiental benéfico, mas uma ação humana que tem o propósito de atingir certos objetivos ambientais, como a proteção do solo e dos recursos hídricos ou a recriação do hábitat de vida selvagem. Afirma ainda que “há de tomar cuidado com a noção de impacto ambiental como resultado de uma determinada ação ou atividade, não o confundindo com ela”.

4.2 Aspecto ambiental

O termo aspecto ambiental foi introduzido pela norma ISO 14.001:2004³⁵, assim definido no item 3.6: “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”. Tal termo era desconhecido dos profissionais envolvidos em avaliação de impactos ambientais, ou era utilizado

³⁵ A série ISO 14.000 é família de normas sobre gestão ambiental. Começaram a ser desenvolvidas em 1993, tendo por base uma norma britânica de 1992 e regulamentos europeus sobre auditoria e gestão ambiental. A família ISO 14.000 compreende normas sobre sistema de gestão, desempenho ambiental, avaliação de ciclo de vida de produtos, rotulagem ambiental (selo ambiental) e integração de aspectos ambientais no desenho de produtos (ecodesign) (SÁNCHEZ, 2013).

com outro enfoque. Com tal dispositivo normativo, a terminologia aspecto ambiental passou com o tempo a ser incorporado ao vocabulário de profissionais da indústria e de consultores, além de órgãos governamentais (SÁNCHEZ, 2013).

A emissão de poluentes e geração de resíduos são situações típicas descritas como aspectos ambientais. Produzir efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, resíduos sólidos, ruídos ou vibrações não é o objetivo das atividades humanas, mas esses aspectos estão indissociavelmente ligados aos processos produtivos. São, assim, elementos dessas atividades ou serviços. Aqueles elementos que podem interagir com o ambiente são chamados de aspectos ambientais (SÁNCHEZ, 2013).

A diferenciação entre aspecto e impacto ambiental é bem esclarecida por Sánchez (2013):

Uma característica positiva da diferenciação entre aspecto e impacto ambiental adotada pela norma é deixar claro que a emissão de poluente não é um impacto ambiental. Impacto é alteração da qualidade ambiental que resulta dessa emissão [...]. As ações humanas são as causas, os impactos são as consequências, enquanto os aspectos ambientais são os mecanismos ou os processos pelos quais ocorrem as consequências.

Conforme ainda Sánchez (2013), “aspecto ambiental pode ser entendido como o mecanismo através do qual uma ação humana causa um impacto ambiental”. No quadro 1, segundo o citado autor, são fornecidos exemplos desta cadeia de relações.

Quadro 1 – Exemplos de relações atividade-aspecto-impacto ambiental

Atividade		Aspecto ambiental		Impacto Ambiental
Lavagem de roupa	➔	Consumo de água	➔	Redução de disponibilidade hídrica
Lavagem de louça com detergentes	➔	Lançamento de água com detergentes	➔	Deterioração da qualidade água por eutrofização
Cozimento de pão em forno à lenha	➔	Emissão de gases e partículas	➔	Deterioração da qualidade do ar
Pintura de uma peça metálica	➔	Emissão de compostos orgânicos voláteis	➔	Deterioração da qualidade do ar
Armazenamento de combustível	➔	Vazamento	➔	Contaminação do solo e água subterrânea
Transporte de carga por caminhões	➔	Emissão de ruídos	➔	Incômodo aos vizinhos
Transporte de carga por caminhões	➔	Aumento do tráfego	➔	Maior frequência de congestionamentos

Fonte: Sánchez (2013).

4.3 A mineração e o meio ambiente

A mineração é uma atividade econômica de abrangência global, muitas vezes localizada em áreas remotas, ecologicamente sensíveis e menos desenvolvidas. Quando administrada de forma equilibrada, pode gerar empregos e rendas, trazer investimentos e infraestrutura de longo prazo. Porém, se mal gerida, a mineração pode também produzir degradação ambiental, deslocamento de populações, desigualdades socioeconômicas e aumentos de conflitos, entre outros problemas (ATLAS, 2017).

Os processos geológicos que dão origem aos depósitos minerais são os mesmos que condicionam a sua localização na crosta terrestre. Com frequência, os locais de ocorrência de depósitos minerais são ambientalmente sensíveis e importantes para a preservação da biodiversidade, dos recursos hídricos, da paisagem ou demais recursos com função ambiental de grande importância. Por esses aspectos é que se vincula a mineração como produtora significativa de impactos ambientais negativos (MECHI; SANCHES, 2010).

Não é possível o mundo sobreviver sem a mineração. Em cada produto comercializado, existe um percentual de minerais ou derivados deles. Cerca de 80% do que se utiliza atualmente têm alguma presença de minerais (FEIGELSON, 2017). O ser humano não tem a capacidade de escolher o local onde existirá uma determinada jazida mineral. Ela pode existir em qualquer lugar, a depender das condições geológicas. São várias as condicionantes que determinam a viabilidade da exploração de uma jazida, tais como o custo/benefício da extração, valor do mineral, localização, tamanho, e as disposições normativas (RAMADON, 2018).

A mineração, como trata de exploração de recursos naturais não renováveis da crosta terrestre, normalmente é tida como uma atividade extremamente impactante e não sustentável. Em contrapartida, a mineração é base da sociedade industrial moderna, fornecendo matéria-prima para todos demais ramos da economia, sendo imprescindível para o desenvolvimento. Os depósitos minerais são considerados estratégicos de tal forma que no Brasil, como na maioria dos países, são bens públicos, só podendo ser extraídos mediante autorização estatal. Os resultados ambientais e socioeconômicos do aproveitamento mineral dependem da forma na qual a atividade será planejada e, principalmente, como será executada (IBAMA, 2001).

4.3.1 Mineração de areia em área de preservação permanente – APP

Conforme previsão do art. 3º, II, da Lei nº 12.651/2012 (Nova Lei Florestal), as Áreas de Preservação Permanente (APPs) são: “áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservarem os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitarem o fluxo gênico de fauna e flora, protegerem o solo e assegurarem o bem-estar das populações humanas”.

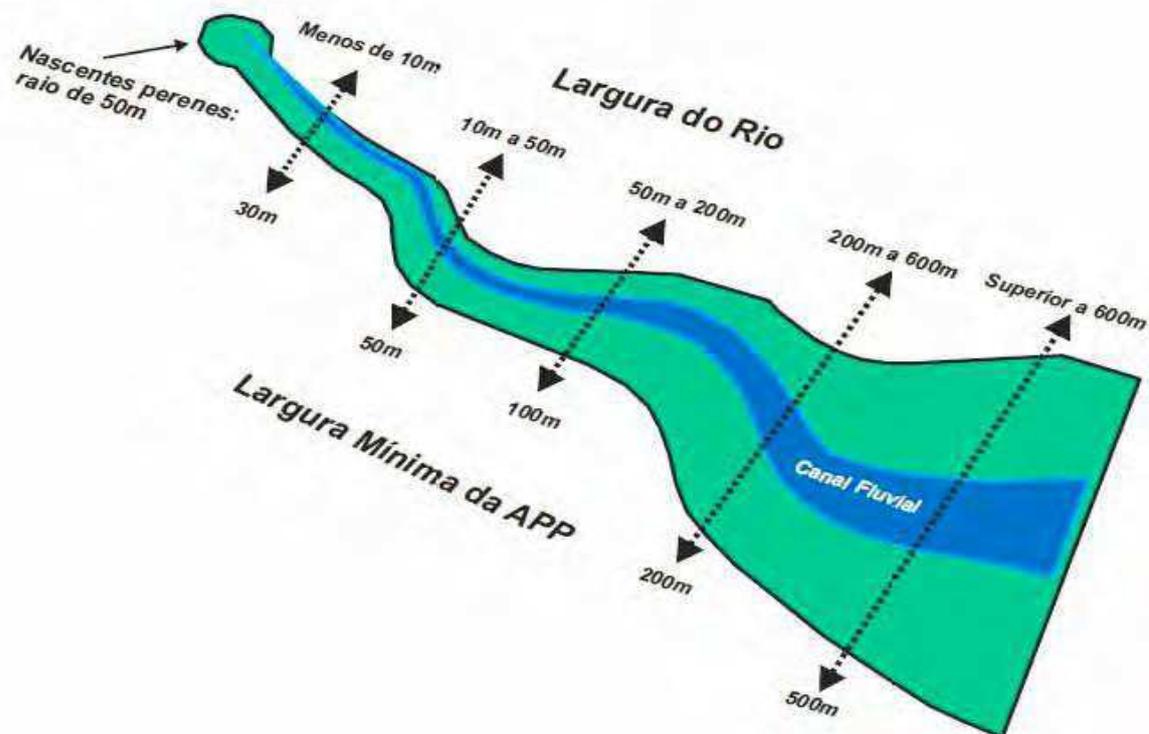
O art. 4º, da Lei nº 12.651/2012, estipula que são Áreas de Preservação Permanentes aquelas situadas em zonas rurais ou urbanas, dentre elas, as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d’água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d’água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d’água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d’água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros (Figura 12).

As Áreas de Preservação Permanente possuem características que visam resguardar a integridade dos ecossistemas e a sadia qualidade do meio ambiente. Dessa forma, a legislação é pela imodificabilidade dessas áreas, permitindo-se a intervenção e a supressão da vegetação excepcionalmente, na forma da lei (VIEIRA; REZENDE, 2015).

A Lei nº 12.651/12, em seu art. 3º, VIII, IX, X, 8º e 9º, prevê as hipóteses em se admite a exceção a impossibilidade de supressão de vegetação em Áreas de Preservação Permanente, de maneira que o Poder Público poderá autorizá-la em caso de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental, “permitindo, ainda, o acesso de pessoas e animais às Áreas de Preservação Permanente para obtenção de água e para realização de atividades de baixo impacto ambiental” (ASSUNÇÃO, 2013).

Figura 12 – Ocupação de APP em curso d'água natural



Fonte: Santos (2013).

É relevante a compreensão da expressão “interesse social” nesse contexto, pois permite que o Poder Público autorize a supressão de Áreas de Preservação Permanente para as atividades de pesquisa e extração de areia, argila, saibro e cascalho em caso de interesse social “devidamente comprovado, através de decisão motivada, em procedimento administrativo próprio, quando inexistir alternativa técnica e locacional” (CONCEIÇÃO; GUERRA; PINHEIRO, 2011).

4.4 Impactos e aspectos ambientais da extração de areia

A extração de areia, como outras formas de atividade minerária, pode acarretar diversos impactos ambientais. Estes podem ser positivos, proporcionando benefícios socioeconômicos, ou negativos, ocasionando diferentes prejuízos (MELO, 2010).

São listados e descritos, nos quadros 2, 3 e 4, os aspectos e impactos ambientais decorrentes da atividade de extração de areia em cursos d'água considerando as fases de instalação, operação e desativação de um empreendimento dessa natureza, tendo como base as referências bibliográficas de Lelles (2004), Melo

(2010), Nobre Filho (2012) e Nogueira (2016). Os impactos ambientais foram classificados como positivos e negativos.

Quadro 2 – Lista de aspectos e impactos ambientais relacionados à extração de areia em cursos d'água na fase de instalação

Fase de instalação	
Aspecto ambiental	Impacto ambiental positivo
Postos de trabalho que dependem da areia, como: caminhoneiros que transportam a areia, empregados da construção civil como um todo, pessoas ligadas ao comércio de materiais de construção em geral, além de profissionais liberais como geólogos, advogados e contadores.	Geração de empregos diretos e indiretos.
Aquisição de fatores de produção e à geração de empregos.	Dinamização do setor comercial e aquecimento da economia local.
Implantação da rede viária.	Contribuição para o desenvolvimento regional.
Obtenção, por partes dos governos estaduais e municipais, da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).	Aumento da receita dos governos estaduais e, principalmente municipais.
Aspecto ambiental	Impacto ambiental negativo
Lançamento de gases provenientes dos motores e de partículas sólidas, em virtude da utilização de maquinários em diferentes operações.	Depreciação da qualidade do ar.
Interferência advinda da abertura da rede viária e da remoção da vegetação, com a consequente depreciação da sua qualidade.	Incidência de processos erosivos no solo.
Compactação ocasionada pelo uso de máquinas pesadas e à impermeabilização promovida pela instalação da infraestrutura do empreendimento.	Diminuição da infiltração de água no solo.
Diminuição da fertilidade, plasticidade e aeração do solo, por causa da compactação pelo uso de maquinarias pesadas, e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo foi exposto.	Depreciação da qualidade do solo.
Surgimento de fenômenos erosivos, decorrentes da exposição do solo às intempéries.	Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d'água.
Supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo	Desregularização da vazão dos cursos d'água.

Fase de instalação	
Aspecto ambiental	Impacto ambiental negativo
Trabalhos de remoção da vegetação e abertura da rede viária e pela interferência direta nesta, decorrente da compactação dos solos, em virtude do tráfego de maquinarias pesadas.	Danos à microbiota do solo.
Concentração de operações nos ambientes ribeirinhos para a extração de areia.	Indução a uma instabilidade do solo nos ambientes ribeirinhos.
Supressão da cobertura vegetal nativa nas áreas destinadas à instalação das estruturas de extração de areia e da rede viária.	Redução espacial do “habitat” silvestre.
Geração de ruídos advindos do trânsito de maquinarias e pelo aumento de presença humana no local.	Estresse da fauna silvestre.
Supressão da cobertura vegetal nativa para a instalação do empreendimento, inclusive em ambientes de preservação permanente.	Achatamento da base genética das espécies vegetais terrestres.
Ruídos causados pelas máquinas nas diferentes operações de implantação do empreendimento.	Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de vizinhos situados no entorno do empreendimento.
Processo de retirada da vegetação e à descaracterização da paisagem natural.	Impacto visual, associado às instalações das estruturas.

Quadro 3 – Lista de aspectos e impactos ambientais relacionados a extração de areia em cursos d’água na fase de operação

Fase de operação	
Aspecto ambiental	Impacto ambiental positivo
Remoção dos sedimentos para a obtenção da areia.	Diminuição do assoreamento dos cursos d’água.
Extração da areia.	Aumento da oferta de areia com a consequente melhoria da qualidade de vida da população local, mediante a construção de obras públicas e de imóveis privados.
Postos de trabalho que dependem inteiramente da areia, tais como: caminhoneiros que transportam a areia, empregados da construção civil como um todo, indivíduos ligados ao comércio direto de materiais de construção em geral, além de profissionais liberais, como geólogos, advogados e contadores.	Geração de empregos diretos e indiretos.
Aquisição de fatores de produção e à geração de empregos.	Dinamização do setor comercial e intenso aquecimento da economia local.

Aspecto ambiental	Impacto ambiental positivo
Obtenção por partes dos governos estaduais e municipais, da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM).	Aumento da receita dos governos estaduais e, principalmente municipais.
Aspecto ambiental	Impacto ambiental negativo
Lançamento de gases provenientes dos motores e de partículas sólidas, em virtude da utilização de maquinarias em diferentes operações.	Depreciação da qualidade do ar.
Revolvimento e desagregação do material mineral no curso d'água, durante o processo de extração de areia.	Aumento da concentração de partículas em suspensão (turbidez) no curso d'água.
Uso de equipamentos de extração de areia nos leitos dos rios.	Alteração da calha original dos cursos d'água.
Eliminação dos bancos de sedimentos presentes nos leitos dos rios.	Possibilidade de interferência na velocidade e direção do curso d'água.
Utilização de máquinas nos diferentes tipos de operação.	Contaminação do curso d'água causada pelos resíduos, como óleos graxas lubrificantes, entre outros.
Lançamento de efluentes advindos do processo de drenagem da areia e por efluente doméstico gerado no empreendimento.	Depreciação da qualidade física, química e biológica da água superficial.
Geração de turbulência no curso d'água durante a extração de areia.	Estresse ocorrido na fauna aquática.
Consequências negativas no corpo hídrico, advindas de possíveis derramamentos de óleos, graxas e lubrificantes e do aumento da turbidez nos cursos d'água	Tendência ao achatamento da base genética das espécies animais aquáticos.
Aumento da turbidez nos cursos d'água.	Comprometimento da vida aquática devido à diminuição da produtividade global do seu ecossistema típico.
Aumento expressivo da turbidez da água e a elevação da possibilidade de sua contaminação.	Diminuição da possibilidade da utilização de múltiplos da água.
Ruídos causados pelas máquinas nas diferentes operações do empreendimento.	Depreciação da qualidade de vida dos trabalhadores e de seus vizinhos situados no entorno do empreendimento.
Descaracterização da paisagem com as estruturas de extração e da estocagem da areia.	Impacto visual.
Trepidações ocorridas com o uso de máquinas pesadas, podendo provocar avarias em pontes, estradas e construções que se encontram próximas ao local.	Depreciação do patrimônio público.
Utilização de mão-de-obra braçal, durante toda a vida útil do empreendimento.	Risco de possíveis acidentes de trabalho.

Aspecto ambiental	Impacto ambiental negativo
Formação de “panelões”, depressões no leito do rio, pela ação das dragas e outras máquinas.	Risco de acidentes para os banhistas.
Queda de areia durante o transporte para as fontes de consumo.	Possibilidade de ocorrência de acidentes automobilísticos.
Concentração de operações para a extração de areia.	Aumento da possibilidade de ocorrer acidentes nos ambientes onde houve instabilidade do solo
A mineração da areia tende a afastar os ribeirinhos, principalmente da beira dos rios e das matas-ciliares adjacentes.	Diminuição da topofilia (perda de identidade entre os ribeirinhos e o lugar)

Quadro 4 – Lista de aspectos e impactos ambientais relacionados a extração de areia em cursos d’água na fase de desativação

Fase de desativação	
Aspecto ambiental	Impacto ambiental positivo
Não lançamento de efluentes advindos do esgoto sanitário e da drenagem da areia.	Melhoria da qualidade química da água
Recuperação e reabilitação da área.	Favorecimento do processo de reocupação do “habitat” pela microbiota, e fauna terrestre e aquática
Regeneração da cobertura vegetal nas áreas anteriormente desnudadas para a instalação das estruturas de instalação de areia.	Melhoria da capacidade de suporte do meio para a fauna silvestre
Remoção das estruturas, recuperação e reabilitação da área utilizada no empreendimento.	Melhoria nos aspectos paisagísticos do local
Usufruto da área após a sua recuperação e reabilitação.	Possibilidade de dinamização do convívio social
Aspecto ambiental	Impacto ambiental negativo
Desativação do empreendimento, repercutindo negativamente sobre o desenvolvimento regional	Diminuição da oferta de areia

4.5 Avaliação de impactos ambientais

O termo avaliação de impactos ambientais (AIA) ingressou na literatura ambiental a partir da legislação americana denominada de National Environmental Policy Act (NEPA), aprovada em 1969, em vigor em 1º de janeiro de 1970, que trata da política nacional do meio ambiente dos Estados Unidos. Essa lei terminou por influenciar e servir de modelo para legislações em todo o mundo (SÁNCHEZ, 2013).

No Brasil, a primeira legislação federal a tratar de avaliação de impactos ambientais foi a Lei nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). O seu art. 9º, inciso III, define avaliação de impactos ambientais como um dos instrumentos para efetivação da política ambiental no país (BRASIL, 1981).

O instrumento de AIA foi fortalecido e sacramentado em nosso ordenamento jurídico com o art. 225, § 1º, IV, da Constituição Federal de 1988, ao determinar que incube ao Poder Público: “exigir na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade”. (BRASIL, 1988).

Um ponto fundamental quando às origens da avaliação de impacto ambiental é que o instrumento não nasceu pronto, mas como uma ideia a ser desenvolvida, evoluída e modificada ao longo do tempo de acordo com as lições aprendidas na experiência prática (SÁNCHEZ, 2013).

Cunha e Guerra (2010) conceituam AIA como um instrumento de política ambiental proposto para se proceder um exame sistemático dos impactos ambientais de uma ação proposta e de suas alternativas, em que os resultados obtidos sejam apresentados de forma adequada ao público e aos responsáveis pela tomada de decisão, e por estes considerados no processo em questão.

Um conceito bastante respeitado no meio acadêmico de AIA é o lecionado por Sánches (2013): “AIA é um processo de exame das consequências futuras de uma ação presente ou proposta”.

4.5.1 Métodos de avaliação de impactos ambientais

Conforme Sánches (2013), os métodos de AIA são ferramentas utilizadas para auxiliar na identificação dos impactos ambientais. Tais instrumentos foram desenvolvidos para facilitar o trabalho dos analistas, mas não se trata de “pacotões” acabados. Para o uso eficiente de tais ferramentas, necessita-se da participação de uma equipe multidisciplinar composta por profissionais que detenham conhecimento do projeto analisado e da dinâmica socioambiental do local potencialmente envolvido. A utilização de vários métodos durante a realização da AIA pode ser uma forma de reduzir as limitações e se obter resultados confiáveis que embasarão o processo de tomada de decisão. A literatura enumera vários métodos de AIA. Alguns dos mais empregados são descritos a seguir.

4.5.1.1 Método Ad Hoc

O método Ad Hoc tem como fundamento a formação de grupos de trabalho multidisciplinares, compostos por especialistas nas diversas áreas de conhecimento envolvidas no projeto a ser avaliado, de forma que cada grupo de especialistas colabora, conforme sua formação acadêmica e experiência profissional, com dados e informações para a redação de um relatório que irá relacionar os impactos ambientais do projeto (STAMM, 2003).

O uso do método Ad Hoc tem como vantagem a rapidez na estimativa dos impactos e também por ter baixo custo. Porém, o uso desse método não propicia a realização de um exame minucioso das intervenções e variáveis ambientais envolvidas, devido a um alto grau de subjetividade em seus resultados (CARVALHO; LIMA, 2010).

4.5.1.2 Listas de verificação (checklists)

O método de listas de verificação, ou checklists, são instrumentos bastante práticos e fáceis de utilizar. Algumas listas arrolam os impactos mais comuns associados a certos empreendimentos, como é o caso daquelas incluídas no Livro de Consultas sobre Avaliação Ambiental do Banco Mundial. Outras listas apontam os elementos ou fatores ambientais potencialmente afetados por determinado tipo de projetos (SÁNCHEZ, 2013).

A metodologia checklists é adequada às situações de escassez de dados e a apresentação da avaliação de impactos deve ser feita em curto espaço de tempo. Outras vantagens desse método são os menores custos e é facilmente compreendido pelo público em geral. Tem como aspecto negativo o alto grau de subjetividade, pois a ênfase está na análise qualitativa da avaliação (CARVALHO; LIMA, 2010).

4.5.1.3 Matrizes de interação

Uma matriz de interação é composta de duas listas, organizadas na forma de linhas e colunas. Em uma das listas são elencadas as principais atividades ou ações que compõem o empreendimento analisado e na outra são apresentados os principais componentes do sistema ambiental ou processos ambientais. A finalidade é identificar

as interações possíveis entre os componentes do projeto e os elementos do meio (SÁNCHEZ, 2013).

A metodologia de matriz de interações teve início a partir da tentativa de suprir as falhas observadas nas listagens de verificação (checklists). A Matriz de Leopold, do Serviço Geológico dos Estados Unidos, elaborada em 1971, é uma das mais conhecidas e utilizadas mundialmente, sendo que a mesma foi projetada com o intuito de avaliar os impactos associados a quase todos os tipos de implantação de projetos (BECELLI, 2010).

A mencionada matriz é composta de uma lista de 100 ações humanas que podem causar impactos ambientais, e outra lista de 88 componentes ambientais que podem ser afetados por ações humanas. Portanto, são 8.800 as interações possíveis. Após selecionar as ações e os componentes ambientais pertinentes, o analista deve identificar as interações possíveis, marcando a célula correspondente. Posteriormente, deve ser estabelecido a magnitude e a importância de cada impacto em uma escala que varia de 1 a 10. A partir daí, é possível identificar e avaliar se o impacto sob análise é positivo ou negativo (SÁNCHEZ, 2013).

Na atualidade, existem inúmeras variações da matriz de Leopold, tendo pouco a ver com a original, a não ser a forma de apresentação e de organização das linhas e colunas. Uma das críticas mais contundentes à matriz de Leopold e suas congêneres é que representam o meio ambiente como um conjunto de compartimentos que não se inter-relacionam. Por outro lado, a interação entre uma ação e um compartimento ambiental não caracteriza propriamente um impacto, entendido como alteração da qualidade ambiental (SÁNCHEZ, 2013).

Como aspectos positivos, o método de matriz de interação proporciona uma fácil compreensão do público em geral, compreende fatores sociais, acomoda dados qualitativos e quantitativos e fornece boa orientação para a realização dos estudos (CREMONEZ et al., 2014).

4.5.1.4 Diagramas ou redes de interação

Consiste em um método de AIA no qual é possível estabelecer a sequência dos impactos desencadeados por uma ação ambiental. Comumente a forma de representar essa cadeia de impactos é por meio de fluxogramas e gráficos (NOGUEIRA, 2016). Essa metodologia objetiva estabelecer uma sequência de

impactos ambientais provenientes de determinada intervenção, representando-os através de gráficos. As mesmas podem ainda ser usadas para orientar as medidas a serem propostas para a minimização dos impactos observados. Os métodos de redes de interações estabelecem relações do tipo causa-condição-efeito, propiciando, relativamente, uma apreciável e sucinta identificação dos impactos e suas inter-relações, assim como a identificação dos impactos indiretos e suas inter-relações. Além disso, identifica impactos indiretos e secundários de forma subsequente ao impacto principal (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

4.5.1.5 Superposição de cartas

Correspondem a métodos cartográficos desenvolvidos no âmbito do planejamento ambiental. Consiste em adaptar as técnicas de cartografia para aplicação em AIA, objetivando a localização e a identificação da extensão dos efeitos sobre o meio através da utilização de fotografias aéreas sobrepostas (FINUCCI, 2010). Nos dias atuais, com o auxílio de satélites e computação gráfica, a aplicação deste método tem se tornado mais simples e rápida e com precisão incomparavelmente superior aos métodos anteriores (STAMM, 2003).

A utilização do método de superposição de mapas apresenta como desvantagens a subjetividade dos resultados, a limitação na quantificação dos impactos e a difícil integração de impactos socioeconômicos, bem como não considerar a dinâmica dos sistemas ambientais. Porém, apresenta visualização espacial e geográfica dos fatores ambientais, tal como da extensão dos impactos e proporciona fácil comparação de alternativas. O desenvolvimento da informática e dos sistemas de informação geográfica e georeferenciamento, tem proporcionado que as operações com mapas fiquem extremamente ágeis, facilitando a utilização deste método (CARVALHO; LIMA, 2010).

4.5.1.6 Modelos de Simulação

Os modelos de simulação consistem em simulações computadorizadas com a utilização de inteligência artificial ou modelos matemáticos, visando reproduzir tanto quanto possível o comportamento de parâmetros ambientais ou as inter-relações entre as causas e os efeitos de determinadas ações (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

Apresenta como vantagens o fato de considerar a dinâmica dos sistemas ambientais, as interações entre fatores e impactos e as variáveis temporais, promover troca de informações, interações das disciplinas e a interpretação organizada de grande quantidade de variáveis quantitativas e qualitativas (FINUCCI, 2010).

Porém, o método exige técnicos especializados para o desenvolvimento dos modelos matemáticos e equipamentos específicos, apresentando assim, um custo elevado (CREMONEZ et al., 2014).

4.5.1.7 Metodologias quantitativas

Os métodos quantitativos de AIA trabalham com a associação de números e valores para as considerações avaliadas qualitativamente, sendo formulados no período de avaliação de impacto ambiental de um determinado projeto. A princípio, o desenvolvimento desta técnica partiu da necessidade de avaliar os impactos causados por empreendimentos que envolvem a utilização de recursos hídricos em suas atividades, a fim de promover uma abordagem sistemática, holística e hierarquizada do meio ambiente (CARVALHO; LIMA, 2010; OLIVEIRA; MOURA, 2009).

O ponto nevrálgico desta metodologia quantitativa é sua subjetividade. Além disso, esta não considera o público afetado pelo processo, as inter-relações entre os fatores do ambiente e não especifica a relação entre uma ação específica e seu respectivo impacto ambiental (OLIVEIRA; MOURA, 2009).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Área de estudo

A área de estudo compreende o trecho do rio Piancó, do ponto de encontro dos riachos Santa Inês e Condado, coordenadas geográficas 7°33'59,90"S e 38°28'2,63"W, no município de Conceição/PB, até a desembocadura no açude de Curema, coordenadas geográficas 7°9'44,74"S e 37°55'5,68"W, no município de Piancó, em um total em cerca de 110 Km de extensão, ilustrada na figura 13. No trajeto o rio abrange os municípios no sertão da Paraíba de Conceição, Ibiara, Diamante, Boa Ventura, Itaporanga e Piancó. Na tabela 10 estão contidos dados do IBGE sobre o espaço territorial, população, densidade demográfica, Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Produto Interno Bruto (PIB) per capita de cada um desses municípios.

Como a imensa maioria dos rios nordestinos, esse trecho do rio Piancó apresenta regime hidrológico intermitente, com a água fluindo somente após o período de chuvas na região, que acontecem normalmente de fevereiro a maio.

5.2 Período de realização do estudo

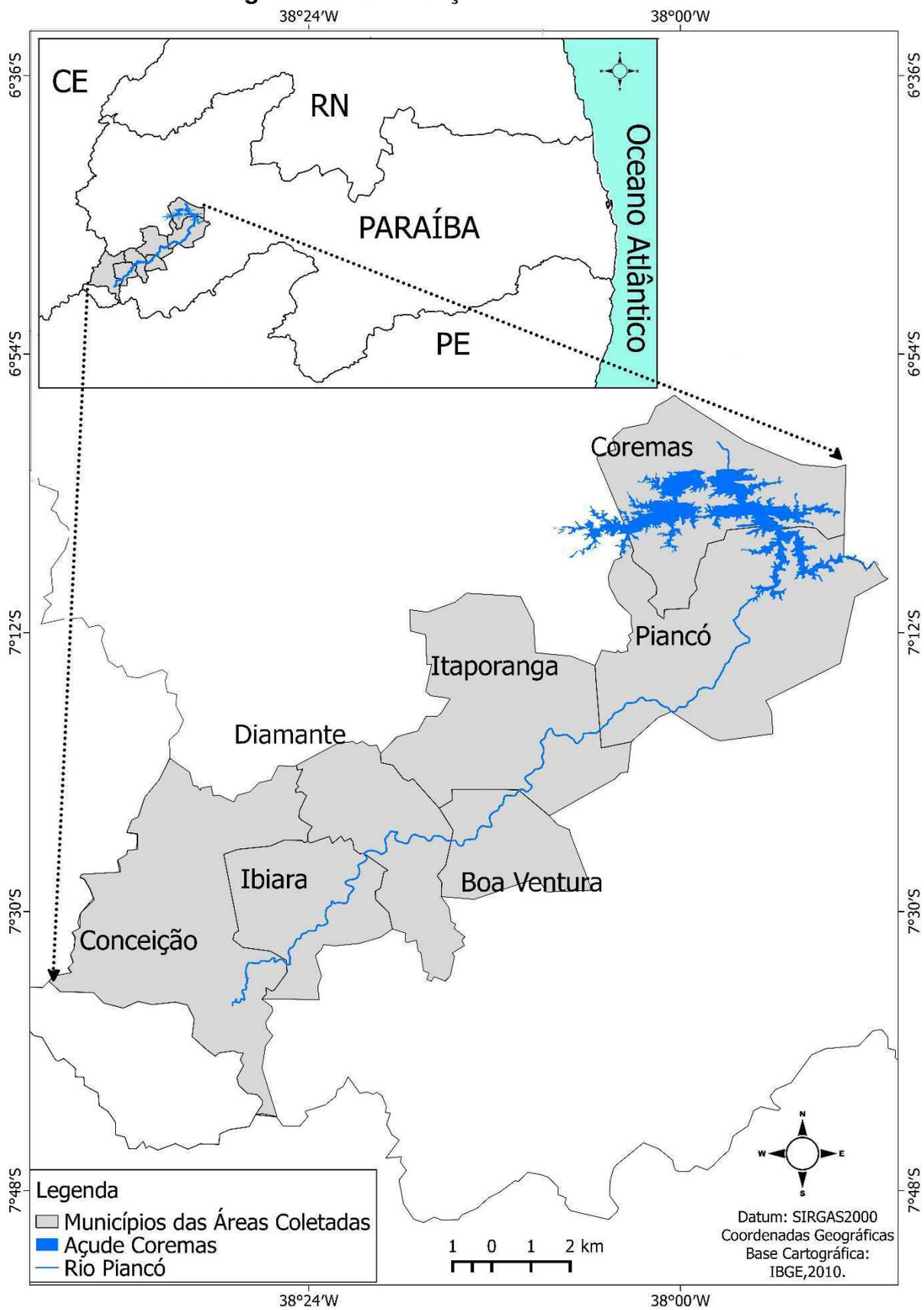
O estudo foi realizado no período de março de 2017 a janeiro de 2019, sendo que as etapas em campo foram desenvolvidas de junho de 2017 a janeiro de 2019, por meio de 10 visitas in loco.

Tabela 10 – Dados econômicos, sociais e físicos dos municípios da área de estudo

Municípios	Área (Km ²) (2017)	População (2010)	Densidade Demográfica (hab/Km ²)	IDH (2010)	PIB per capita (2016)
Conceição	579,436	18.363	31,69	0,592	R\$ 8.144,33
Ibiara	244,848	6.031	24,67	0,586	R\$ 7.742,19
Diamante	269,111	6.616	24,58	0,593	R\$ 7.520,57
Boa Ventura	170,580	5.751	33,71	0,599	R\$ 7.187,37
Itaporanga	468,059	23.192	49,55	0,615	R\$ 10.174,89
Piancó	564,735	15.465	27,38	0,621	R\$ 10.484,20

Fonte: IBGE (2018).

Figura 13 – Localização da área de estudo



Fonte: Autoria própria.

5.3 Métodos e materiais utilizados

5.3.1 Pesquisa bibliográfica e documental

Foi realizado um levantamento bibliográfico e documental sobre o objeto de estudo, tais como legislações, livros, monografias, dissertações, teses, periódicos, jornais, atas, pareceres, notas técnicas, visita em sítios de internet (ANM, DNOCS, IBAMA, CBH-PPA, ANA, AESA).

Para a pesquisa documental, foram objeto de pesquisa formal (requisição por meio de ofício) os seguintes órgãos:

(1) Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), atual ANM, solicitado informações que constam dos processos de registros de licenças para extração de areia no leito e margens do rio Piancó nos últimos cinco anos, precisamente nos municípios de Conceição, Ibiara, Diamante, Santana de Mangueira, Boa Ventura, Itaporanga e Piancó.

(2) Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (SUDEMA), pleiteado o fornecimento de todas as informações que constam dos processos de licenças ambientais concedidos por tal autarquia para extração de areia no leito e margens do rio Piancó nos últimos cinco anos, precisamente nos municípios de Conceição, Ibiara, Diamante, Santana de Mangueira, Boa Ventura, Itaporanga e Piancó;

5.3.2 Trabalho de campo

Realização de visitas de campo objetivando, em primeiro lugar, identificar os locais de extração de areia na área de estudo. A partir de tal identificação, foi realizado o georreferenciamento da área, determinação do modelo de exploração, verificação da legalidade da atividade e averiguação dos impactos ambientais existentes. Tudo foi devidamente registrado em fotografias e vídeos.

As visitas foram realizadas em períodos distintos do ano, inclusive em momentos de não exploração de areia no leito do rio Piancó, o que acontece quando o rio está com água em sua calha, decorrente do período chuvoso na região.

O georreferenciamento foi realizado com o uso de um receptor GPS (Global Position System) da marca/modelo Garmin GPSMAP 60CSx. As informações

levantadas em campo foram posteriormente posicionadas em mapas, elaborados com o auxílio dos programas GPS TrackMaker versão profissional 4.9 e QGis versão 2.18.21, utilizando o sistema de projeção de coordenadas geográficas e o de referência Datum SIRGAS 2000. Como ilustração do local foram utilizadas imagens de satélite disponíveis na rede mundial de computadores por meio dos aplicativos Google Earth Pro.

Para a realização do georreferenciamento de imagem digital com modelos lineares, foi definida a área de interesse localizada entre o perímetro das áreas de extração de areia de cada município levantado. Visando atender o objetivo de georreferenciamento das imagens do Google Earth, os pontos de coletas das áreas foram tomados como referência e as edificações para garantir uma homogeneização dos pontos de controle/checagem, que possibilitou a identificação na imagem e posterior rastreamento do GPS Garmim GPSMAP 60CSx.

Segundo Crosta (1992), é necessário identificar de 6 a 10 pontos de controle no mínimo em uma imagem de 1000 x 1000 pixels para realizar correções na imagem e a margem de erro recomendável deve ser de 1 pixel. Definiu-se uma quantidade de 15 pontos juntos para que todos estivessem bem distribuídos e que formassem uma rede homogênea em toda imagem, objetivando um melhor resultado do georreferenciamento.

O software utilizado para o registro da imagem foi o QGIS versão 2.18.21, sendo um programa de fácil utilização, intuitivo, de código aberto. A ferramenta do software para a realização do trabalho chama-se Georreferenciador localizada na aba raster do layout inicial. Foram georreferenciadas 8 imagens do Google Earth, pois correspondiam aos anos de 2010, 2011 e 2013, foram recortadas em um retângulo envolvente, correspondentes as áreas de extração e estocagem de areia no leito do Rio Piencó.

Os estudos qualitativos dos impactos ambientais foram realizados por meio de dois métodos de avaliação de impactos ambientais (AIA): matriz de interação e do checklist (listagem de verificação), que foram debatidos anteriormente. A escolha desses dois métodos baseou-se na relativa facilidade de aplicação e na complementariedade de informações que geram, pois, a matriz de interação possibilita a identificação dos impactos ambientais de forma gráfica, enquanto a listagem de verificação os aborda de forma analítica.

O primeiro método a ser utilizado foi a matriz de interação, desenvolvida como uma adaptação da matriz de Leopold, conforme sugestão de Nogueira (2016), contendo em suas linhas as atividades impactantes em sua sequência cronológica e nas colunas fatores ambientais relevantes, subdivididos nos meios físico, biótico e antrópico. Para a quantificação dos impactos ambientais foram propostos valores relativos a 'importância' dos impactos, variando de 1-3, devendo a 'magnitude' ser valorada de acordo com o empreendimento em que está se aplicando a matriz, esta variando de 1-5. Os impactos negativos receberam o sinal de menos. As linhas e as colunas da matriz foram definidas com base em consulta a literatura especializada.

A matriz apresenta 299 possíveis relações de impacto, as quais resultam da multiplicação do número de linhas (13), relacionadas as atividades impactantes, pelo de colunas (23), relacionadas aos fatores ambientais mais relevantes, sendo que 138 (46,15%), 115 (38,46%) e 46 (15,39%) referem-se, respectivamente, às fases de implantação, operação e desativação de um empreendimento tradicional de exploração de areia.

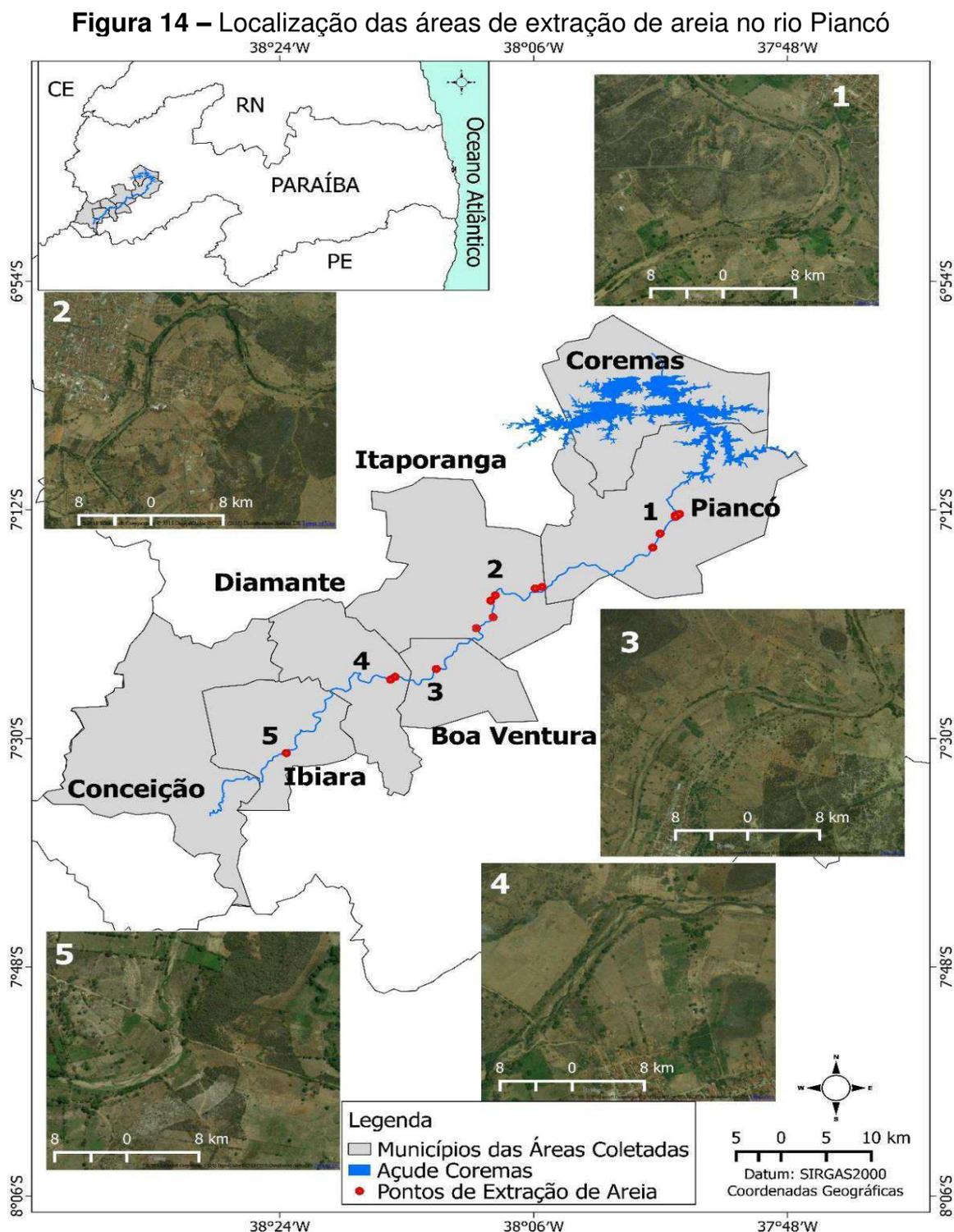
Em seguida, foi elaborada a lista de verificação (checklist), como forma complementar, no sentido de explicitar analiticamente os impactos ambientais detectados na matriz de interação. A lista de verificação foi desenvolvida com base nos impactos ambientais característicos da extração de areia em cursos d'água, cuja listagem foi sugerida por Lelles (2004) e Melo (2010). Os impactos, bem como os aspectos ambientais, são organizados de acordo com as fases do empreendimento (instalação, operação e desativação) e classificados como positivo e negativo.

Todos os métodos de avaliação de impacto ambiental, especialmente, quando utilizados de forma isolada, recebem críticas dos estudiosos. Por isso, nesse trabalho, houve a preocupação de utilização de mais de um método, especialmente, os dois mais aceitos e utilizados nas avaliações de impactos ambientais decorrentes das atividades de extração de areia - matriz de interação e lista de verificação - os quais se complementam e tem bastante aceitabilidade pelos órgãos ambientais.

Após a elaboração da matriz de interação e lista de verificação, foi dado tratamento estatístico dos dados quanto aos impactos ambientais com a aplicação do *software Excel 2013*.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas treze de áreas extração de areia nos municípios de Ibiara, Diamante, Boa Ventura, Itaporanga e Piancó, além de dois depósitos do mineral, conforme ilustrado na figura 14.



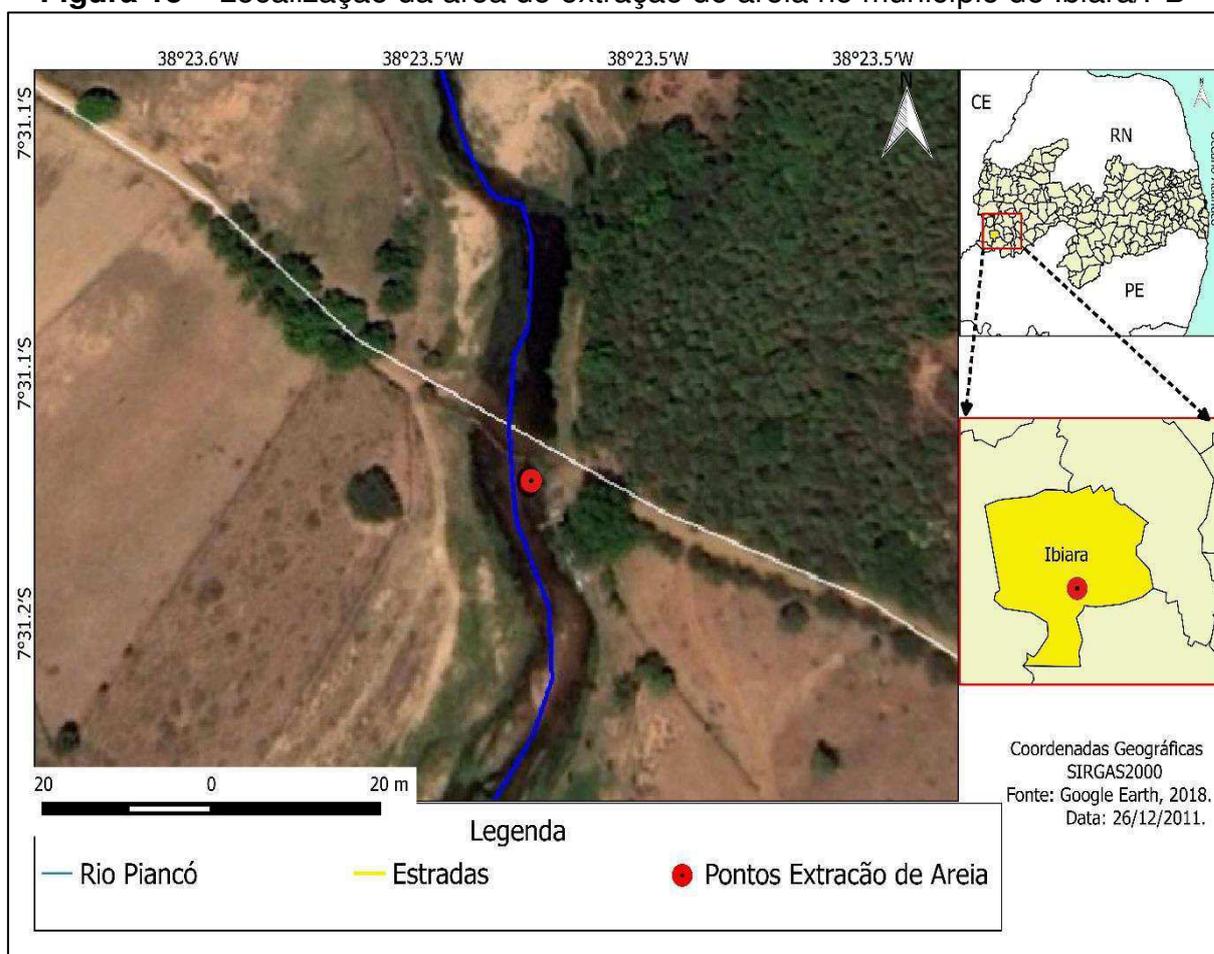
Fonte: Autoria própria.

6.1 Área de extração de areia no município de Ibiara/PB

6.1.1 Localização

Foi localizado um único local de extração de areia no município de Ibiara/PB, situado numa localidade rural denominada de Sitio Zé Bento, coordenadas geográficas 7°31'09,0" S e 38°23'31,8" W, conforme figura 15.

Figura 15 – Localização da área de extração de areia no município de Ibiara/PB



Fonte: Autoria própria.

6.1.2 Legalidade da exploração

A área não tem licenciamento da ANM e da SUDEMA, portanto a extração de areia no local é ilegal, estando sujeita as pessoas que exploram tal atividade a responder por processos criminais e administrativos.

6.1.3 Modus operandi

A extração de areia ocorre pelo método manual, com a utilização de equipamentos rudimentares como pás e enxadões, sendo o transporte realizado por veículo de tração animal (carroça).

São poucas as pessoas dedicadas a essa atividade, servindo basicamente para atender a construção civil do pequeno município de Ibiara. Não foi observado locais de estocagem de areia, sendo a retirada efetuada mediante encomenda pelo interessado no produto mineral.

6.1.4 Análise dos impactos ambientais

6.1.4.1 Matriz de interação

A matriz de interação referente à identificação e valoração das importâncias e magnitude dos impactos é apresentada na Tabela 11.

Das 299 relações de impactos possíveis, foram identificados e valorados 46 impactos ambientais, preenchendo apenas 15,39% da capacidade total de matriz. Ver representação na figura 16.

Para Lelles (2004), esse resultado se explica pelo fato das atividades impactantes (linhas da matriz) serem específicas, mantendo relações de impacto tão somente com determinados fatores ambientais (colunas da matriz).

Outro fator preponderante, nesse caso específico, é que por ser uma pequena área de exploração de areia, com a utilização de método de extração manual, transporte realizado por tração animal (carroças) e aos volumes de areia não serem significativos, apresentando, portanto, características que diferem de um empreendimento tradicional de mineração em leito de rio, já que não envolve a maioria das etapas previstas para um empreendimento dessa natureza.

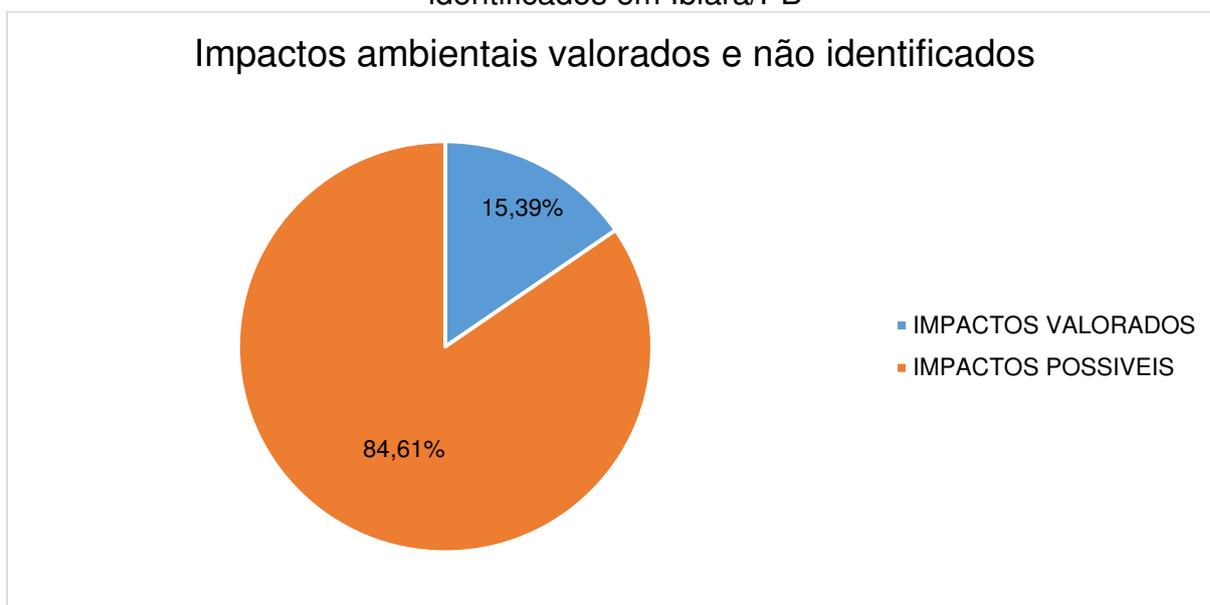
Tabela 11 – Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Ibiara/PB

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'ÁGUA																								
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																								
LOCALIZAÇÃO: Sítio Zé Bento, município de Ibiara/PB, coordenadas geográficas 7°31'09,0" S e 38°23'31,8" W																								
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																						
		MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO										
		AR		RECURSO HÍDRICO						RECURSO EDÁFICO			FLORA		FAUNA									
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECADADAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE	POLUIÇÃO SONORA
M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I		
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																							
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																							
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																							
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	1 (-) 1							1 (-) 1	1 (-) 1	1 (-) 1	1 (-) 1		1 (-) 1		1 (-) 1	1 1				1 1	1 (-) 1		
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	1 (-) 1				2 (-) 2		1 (-) 1	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2		2 (-) 2		1 (-) 1						1 (-) 1		
	INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																							
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	1 (-) 1		2 (-) 2			1 2	1 2	2 (-) 2		2 (-) 1	1 (-) 1	1 (-) 1	2 (-) 2	1 (-) 2	2 (-) 2	1 2	1 2	1 2		1 2	2 (-) 2		
	ESTOCAGEM																							
	DRENAGEM																							
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																							
	TRANSPORTE	1 (-) 1					1 2		1 (-) 2	2 (-) 1	2 (-) 1						1 2	1 2	1 2		1 2	3 (-) 2		
DESATIVACÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																							
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																							

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

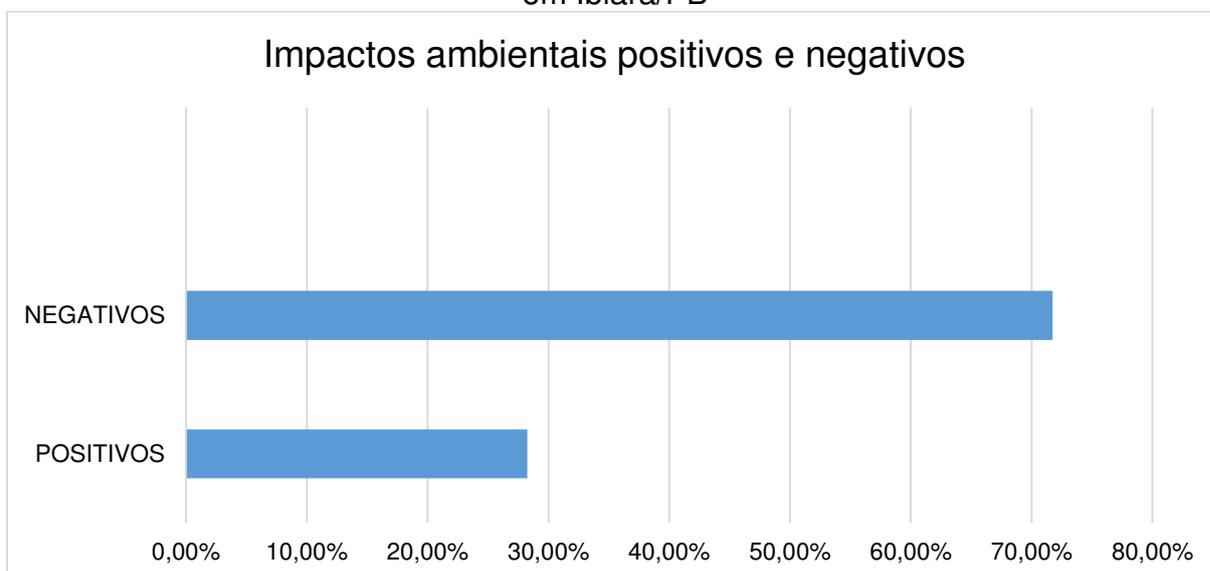
Figura 16 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Ibiara/PB



Fonte: Autoria própria.

Dos 46 impactos ambientais identificados, 33 foram impactos negativos, correspondente a 71,74%, enquanto 13 foram impactos positivos (28,26%), ilustrados na figura 17. Esses dados são compatíveis com os números obtidos por Lelles (2004) e Nogueira (2016), cujos resultados apresentaram, respectivamente, 78,42% e 74,19% de impactos ambientais negativos, justificando os autores, ser a extração de areia em curso d'água responsável por modificação radical do ambiente, pois retira do meio um recurso não renovável.

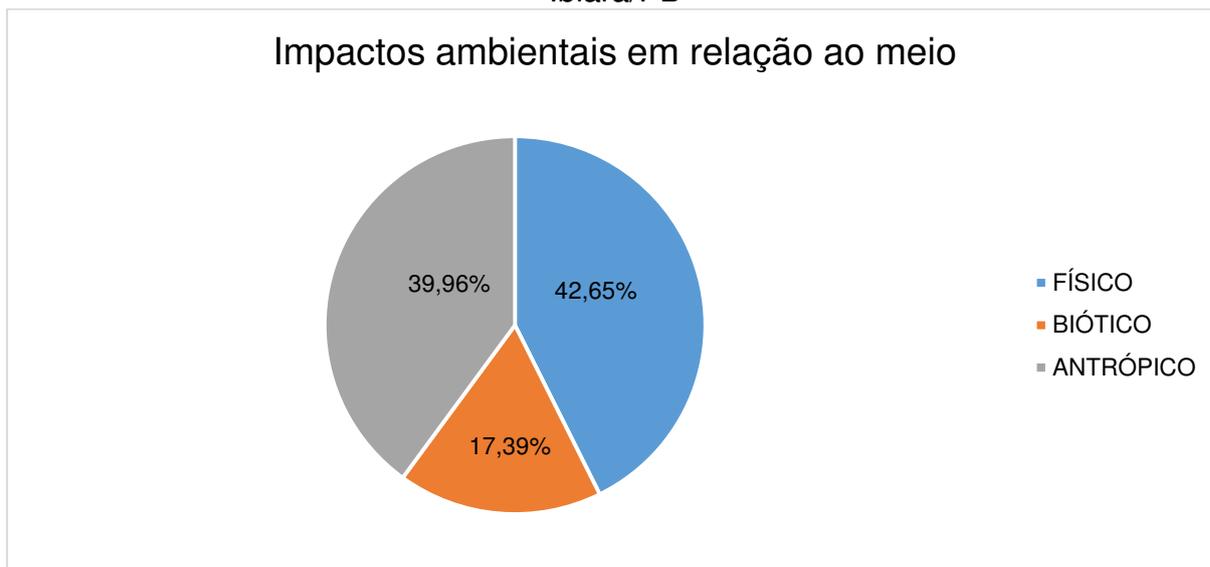
Figura 17 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Ibiara/PB



Fonte: Autoria própria.

A distribuição dos 46 impactos ambientais identificados com relação ao meio em que ocorrem ficou assim determinado: 21 impactos ambientais no meio físico, equivalente a 45,65%, 8 impactos ambientais no meio biótico, equivalente a 17,39%, e 17 impactos ambientais no meio antrópico, equivalente a 36,96%. Ver figura 18.

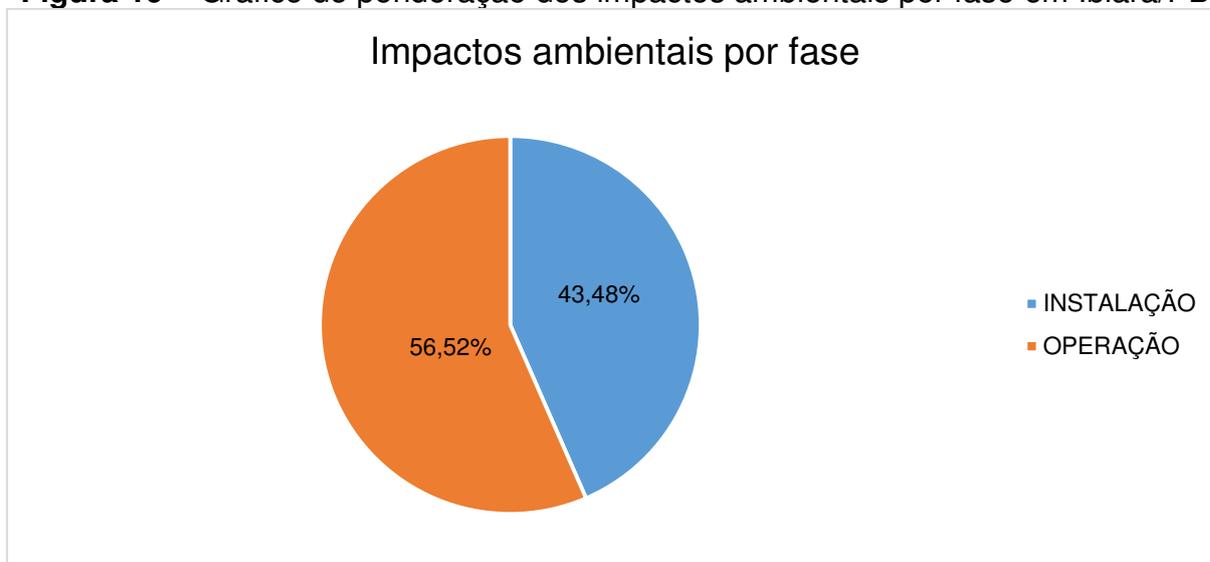
Figura 18 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Ibiara/PB



Fonte: Autoria própria.

Com referência as fases em que acontecem, dos 46 impactos ambientais identificados, 43,48% acontecem na fase de instalação, enquanto 56,52% correspondem a fase de operação, demonstrado na figura 19, a seguir.

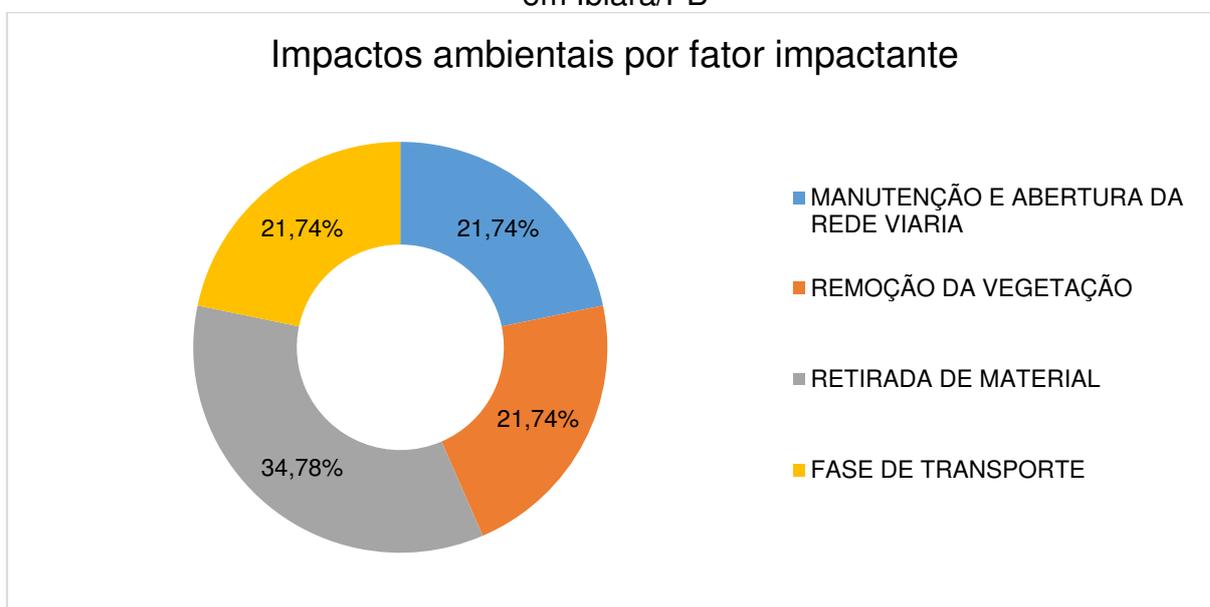
Figura 19 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Ibiara/PB



Fonte: Autoria própria.

Dos impactos ambientais valorados, 21,74% são na abertura e manutenção da rede viária, dos quais 80% são impactos negativos e 20% impactos positivos, 21,74% são na remoção da vegetação, destes 100% são impactos negativos, 34,78% são da retirada do material, dos quais 62,5% de impactos negativos e 37,5% de impactos positivos, e 21,74% são na fase de transporte, distribuídos em 50% de impactos positivos e 50% de impactos negativos. A figura 20 ilustra os impactos ambientais por fator impactante.

Figura 20 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fator impactante em Ibiara/PB

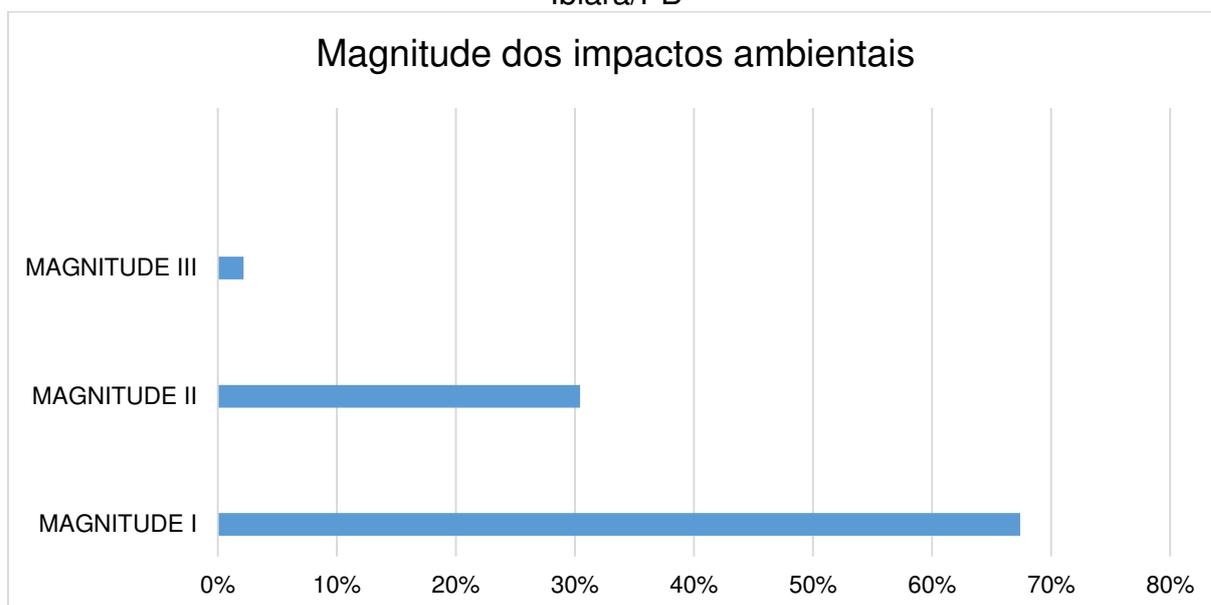


Fonte: Autoria própria.

Analisando a magnitude dos impactos ambientais identificados, 67,39% receberam o enquadramento como magnitude 1, 30,43% receberam o enquadramento como magnitude 2 e apenas 2,18% como magnitude 3, numa escala de 1- 5. A figura 21 consiste na representação gráfica desses números.

O resultado é compatível com o encontrado por Nogueira (2016), ao efetuar estudo de impactos ambientais no rio Paraibuna, município de Matias Barbosa/MG. Para o citado autor, ao observar que nenhuma interação recebeu ponderação de magnitude maior que 3, afirmou: “isso deve-se principalmente ao fato de o empreendimento ser de pequeno porte, conseqüentemente seus impactos tendem a possuir magnitude reduzida”.

Figura 21 – Gráfico de ponderação de magnitude dos impactos ambientais em Ibiara/PB



Fonte: Autoria própria.

6.1.4.2 Elaboração do checklist

A seguir, tendo por base os dados obtidos na matriz de interação, através da utilização do método checklist, são listados e analisados os impactos ambientais positivos e negativos, balizando-se por autores como Lelles (2004), Rufino et al. (2008), Nobre Filho et al. (2012) e Nogueira (2016), mas adaptando a realidade da área de estudo.

Impactos positivos:

1) Geração de emprego: Apesar da ilegalidade da atividade exploratória de areia na área, numa região de pouquíssimas oportunidades de emprego e renda, a possibilidade de ocupação laboral por parte dos carroceiros é um impacto positivo que deve ser considerado, em que pese a pequena magnitude, pois eles mesmos realizam todas as etapas na produção de areia, sem as mínimas condições de contratação de terceiros para auxiliar na realização das tarefas.

2) Oferta de areia: A disponibilidade de oferta de areia para o município de Ibiara/PB representa redução no preço do produto para o comércio local e, principalmente, para a população, pois certamente os custos seriam mais elevados caso a aquisição ocorresse em outros centros urbanos, já que 1/3 a 2/3 do valor da areia é decorrente do transporte. A oferta do produto também tem influência positiva

no processo da urbanização do município, já que é uma matéria prima essencial para a construção civil.

3) Crescimento do comércio: Decorrente da aquisição, no comércio local, dos meios de produção utilizados pelos carroceiros, bem como a disponibilidade de areia, propicia o incremento de transações comerciais nos estabelecimentos (lojas e depósitos de materiais de construção) que comercializam o produto.

4) Contribuição para o desenvolvimento regional: O desenvolvimento urbanístico do município de Ibiara, bem como a melhoria da qualidade de emprego e renda, terão impactos também em toda a região do Vale do Piancó, havendo ganhos de outros centros comerciais mais desenvolvidos, como Itaporanga, Conceição e Piancó.

5) Diminuição do assoreamento: O aprofundamento do canal do rio Piancó tem um aspecto muito importante, desassoreando parte da calha do rio, minimizando o impacto das inundações nos períodos das precipitações mais intensas. Além disso, com o aprofundamento do canal, o rio retém o fluxo de sedimento que flui a cada ano hídrico e impede que este material alcance os reservatórios rio abaixo, principalmente, o importante açude de Curema, contribuindo para minimizar o assoreamento desse estratégico corpo hídrico. A diminuição do assoreamento do leito do rio pode ser visualizada na figura 22.

6) Melhoria na vazão de água: Com o desassoreamento decorrente da retirada de areia, a vazão de água na calha do rio será facilitada, pois a água encontrará menos bancos de areia para transpor ou desviar ou para sua infiltração.

Impactos negativos:

1) qualidade do ar é afetada em decorrência da poeira criada para abrir uma rede viária ou na sua manutenção, na remoção da vegetação, mas, principalmente, na retirada e transporte do material. Em que pese ser utilizado equipamentos rudimentares, como pás, enxadas, picaretas, facões, mas na remoção do material é produzido poeira, portanto, partículas sólidas.

2) Alterações na geomorfologia fluvial em decorrência da retirada do material, eliminando barramentos naturais ou contribuindo para a formação de sedimentos, o que pode resultar em interferência no padrão de circulação das correntes e na velocidade do fluxo da água. Quando ocorre essa interferência, os processos de

erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados quando o rio recebe volumes consideráveis de água.

3) Leve assoreamento decorrente da retirada de uma pequena área de vegetação das margens do rio para acesso a jazida de areia.

4) Leve interferência da vazão do curso d'água, devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo.

5) Diminuição da infiltração de água no solo devido à compactação ocasionada pelo uso das carroças e animais. Na figura 24 observa-se claramente as marcas de pneus das carroças.

6) Incidência de processos erosivos no solo em virtude da interferência advinda da manutenção da rede viária, da remoção da vegetação e do transporte do material, com a conseqüente depreciação de sua qualidade.

7) Danos a microbiota do solo em virtude da diminuição de sua fertilidade, plasticidade e aeração, ocasionada pela compactação do solo e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo ficou exposto.

8) Impacto sobre a flora terrestre em função da supressão da cobertura vegetal nativa para manutenção da rede viária e acesso ao leito do rio, portanto, em ambiente de preservação permanente.

9) A flora aquática pode ser impactada como resultado dos trabalhos de retirada de areia, devido à presença de carroças e animais no leito do rio.

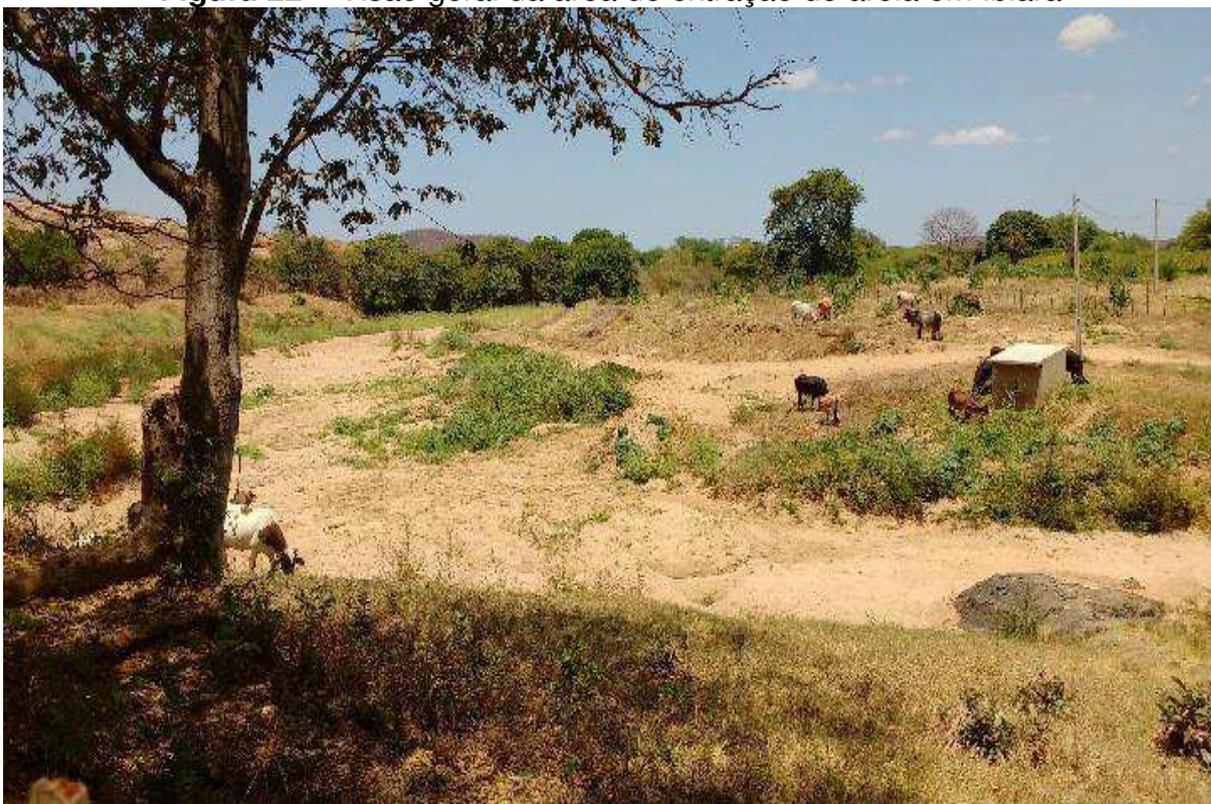
10) Redução espacial do habitat silvestre decorrente da supressão da cobertura vegetal, bem como estresse da fauna silvestre, ocasionado pelo aumento da presença humana no local.

11) A remoção da areia impacta diretamente em animais aquáticos que estão ocultos nas jazidas. Com a operação de retirada de areia ocorre a morte de várias espécies e o achatamento da base genética de animais aquáticos.

12) A área afetada pela extração de areia apresenta um aspecto visual negativo, decorrente da retirada de vegetação e do aspecto lunar da área explorada, a qual fica apresentando diversas crateras, descaracterizando a paisagem natural. Na figura 23, é possível observar o aspecto visual negativo deixado pela extração de areia.

13) Risco de acidente de trabalho em decorrência da utilização de mão de obra braçal durante todas as etapas de extração de areia, bem como uma considerável possibilidade de acidentes no trânsito decorrente do transporte de areia.

Figura 22 – Visão geral da área de extração de areia em Ibiara



Fonte: Autoria própria.

Figura 23 – Formação das crateras em decorrência de extração de areia em Ibiara



Fonte: Autoria própria.

Figura 24 – Marcas de pneus de carroças na área de extração de areia em Ibiara



Fonte: Autoria própria.

6.1.4.3 Outras fontes de danos ambientais no leito do rio Piancó

Pelas fotos das figuras 22, 23 e 24, facilmente é observável outras fontes de danos ambientais no rio Piancó, como animais (bovinos) pastando em seu leito, o que provoca a poluição por excreção dos mesmos, compactação do solo e destruição da vegetação. Temos também cerca de arame no leito do rio, postes de rede elétrica e uma construção de alvenaria destinada a uma bomba de água. Como não é objeto de estudo desta pesquisa, não iremos aprofundar em suas análises.

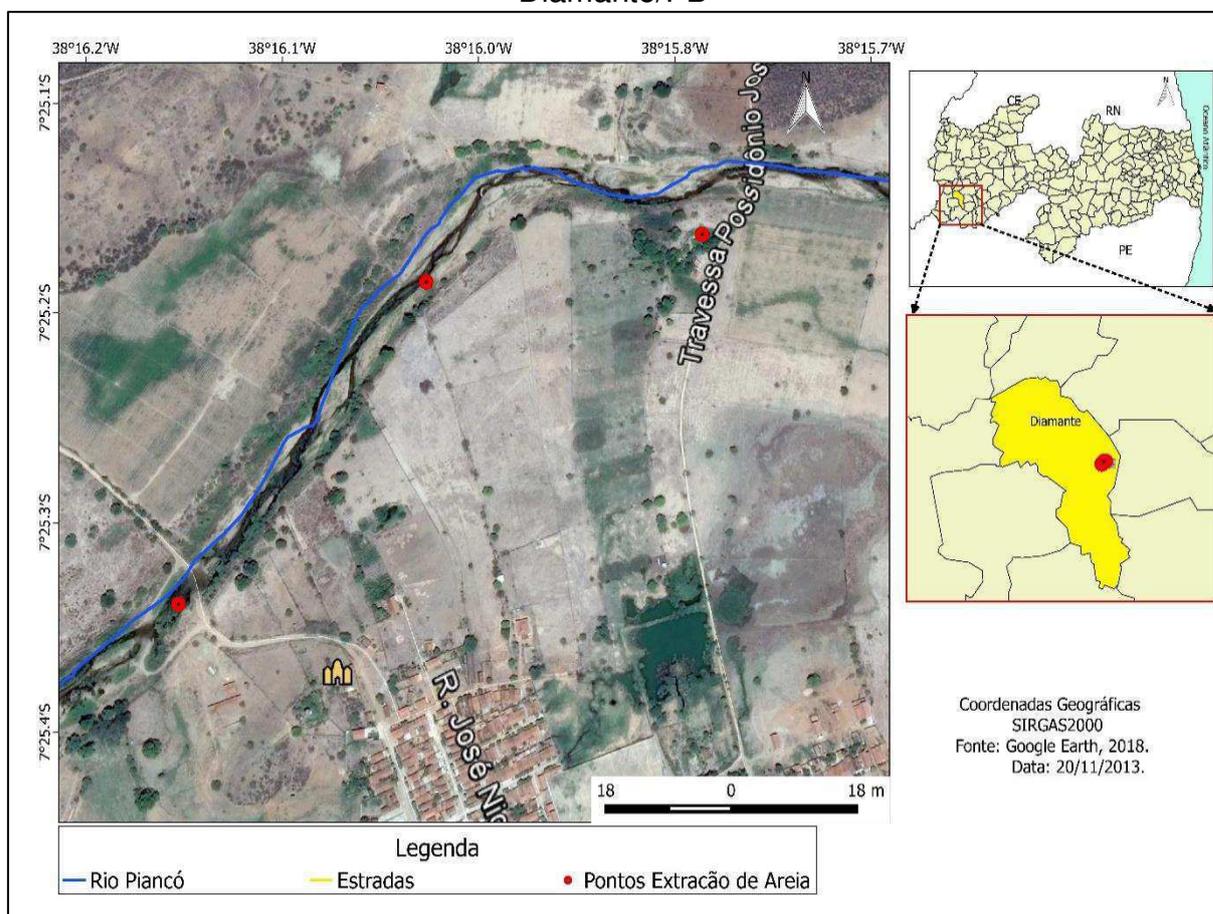
6.2 Áreas de extração de areia no município de Diamante/PB

6.2.1 Localização

Foram localizadas três áreas de extração de areia no município de Diamante/PB, situadas nas coordenadas geográficas 7°25'22,0" S e 38°16'08,6" W, 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W, 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W. Na figura 25, é possível

observar a proximidade das áreas, localizadas no leito do rio Piancó, nas imediações de vias de acesso que ligam a sede do município a zona rural.

Figura 25 – Localização das três áreas de extração de areia no município de Diamante/PB



Fonte: Autoria própria.

6.2.2 Legalidade da exploração

Nenhuma das três áreas possui licenciamento da ANM e da SUDEMA, o que torna ilegal a extração de areia. Assim, as pessoas que realizam a exploração do produto mineral podem ser responsabilizadas por crimes e infrações administrativas.

6.2.3 Modus operandi

Nas áreas de extração de areia no município de Diamante são utilizados os métodos manual e por desmonte mecânico. No método manual, mais de uma dezena de carroceiros, utilizam ferramentas rudimentares para exploração de areia e veículo

de tração animal (carroça) para realizar o transporte do material. No método por desmonte mecânico, a retirada de areia é realizada por um trator pá carregadeira, enquanto o transporte é executado por caminhões caçamba.

Em Diamante, além do maior número de áreas exploradas, foi observado um maior número de carroceiros, bem como a extração por desmonte mecânico, o que ocasiona um volume maior de extração de areia em comparação ao município de Ibiara. Diferentemente de Ibiara, em Diamante, foi observado a existência de estoques de areia (ver figuras 32, 33, 34 e 36).

6.2.4 Análise dos impactos ambientais

6.2.4.1 Matriz de interação

A matriz de interação é apresentada na tabela 12, com a identificação e valoração da importância e magnitude dos impactos observados.

Foram identificados e valorados 77 impactos ambientais, preenchendo agora 25,75% da capacidade total da matriz (299 relações de impactos possíveis). Ver figura 26. Em que pese ter aumentado consideravelmente o número de impactos observados em comparação com a área de extração no município de Ibiara/PB, não foi preenchido nem 50% da capacidade total da matriz. Lelles (2004), obteve como resultado o preenchimento de 40% total da matriz em sua pesquisa. Segundo o autor, os trabalhos que utilizam matriz de interação apresentam preenchimento de até 50% da capacidade total da matriz. Para o mesmo autor, esses resultados se explicam pelo fato das atividades impactantes (linhas da matriz) serem específicas, mantendo relações de impacto tão somente com determinados fatores ambientais (colunas da matriz).

Outro aspecto preponderante é preciso ser levado em consideração em relação a área sob análise: apesar de serem três locais de extração de areia, um maior número de pessoas extraindo o mineral e a utilização de maquinário (trator pá carregadeira e caminhão caçamba), e, portanto, os volumes de areia retirados serem mais significativos, ainda assim, as características divergem de um empreendimento legal de mineração em leito de rio, pois não estão envolvidos vários fatores impactantes previstos para um empreendimento desta natureza, típico de atividades ilegais, que se notabilizam pelo informalidade e improvisado de ações.

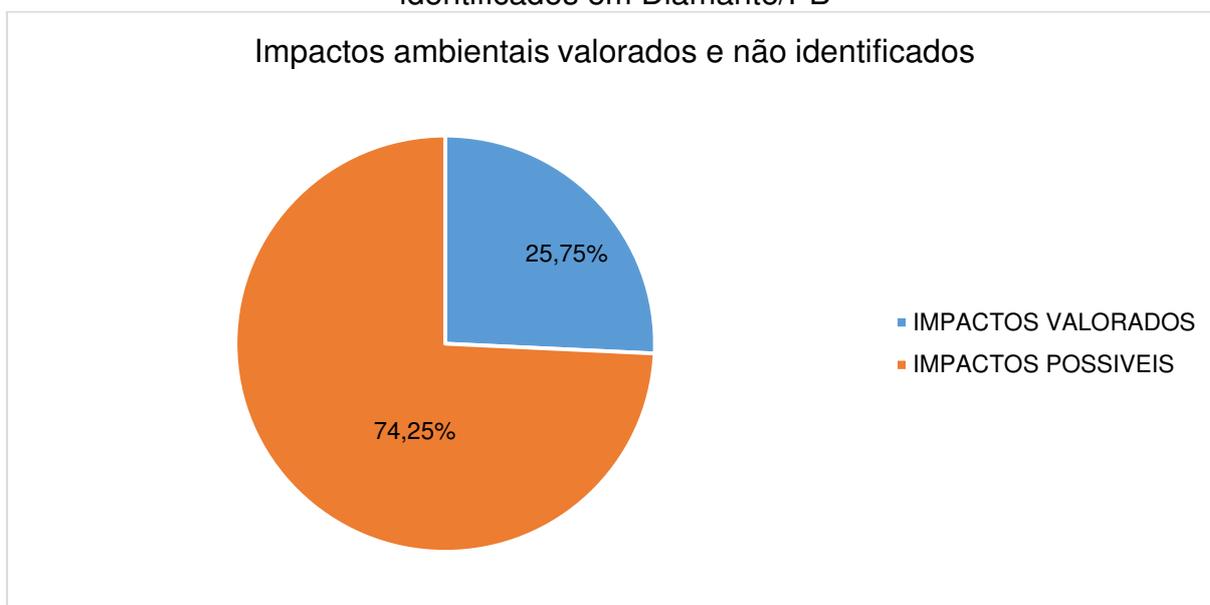
Tabela 12 – Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Diamante/PB

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'ÁGUA																									
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																									
LOCALIZAÇÃO: Município de Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'22,0" S e 38°16'08,6" W, 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W, 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W																									
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																							
		MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO						MEIO ANTRÓPICO									
		AR		RECURSO HÍDRICO				RECURSO EDÁFICO			FLORA		FAUNA												
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE	POLUIÇÃO SONORA	
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																								
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																								
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																								
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	2 (-) 1	2 (-) 1							1 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1		2 (-) 1	2 1		1 1			2 1	2 (-) 1	2 (-) 1	
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	2 (-) 1	2 (-) 1			2 (-) 2		1 (-) 1	1 (-) 1	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2		3 (-) 2		2 (-) 1						2 (-) 1	2 (-) 1	
	INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																								
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	2 (-) 1	2 (-) 1	3 (-) 2			2 3	2 2	2 (-) 2	3 (-) 2		2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	2 2	2 2		2 2	3 (-) 2	2 (-) 1	
	ESTOCAGEM	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 2				2 (-) 1	2 (-) 2	3 (-) 2		2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	2 2	2 2		2 2	3 (-) 2	2 (-) 1	
	DRENAGEM																								
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																								
	TRANSPORTE	2 (-) 1	2 (-) 1					2 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 1	2 (-) 2						2 2	2 2	2 2		2 2	3 (-) 2	2 (-) 1	
DESATIVAÇÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																								
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																								

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

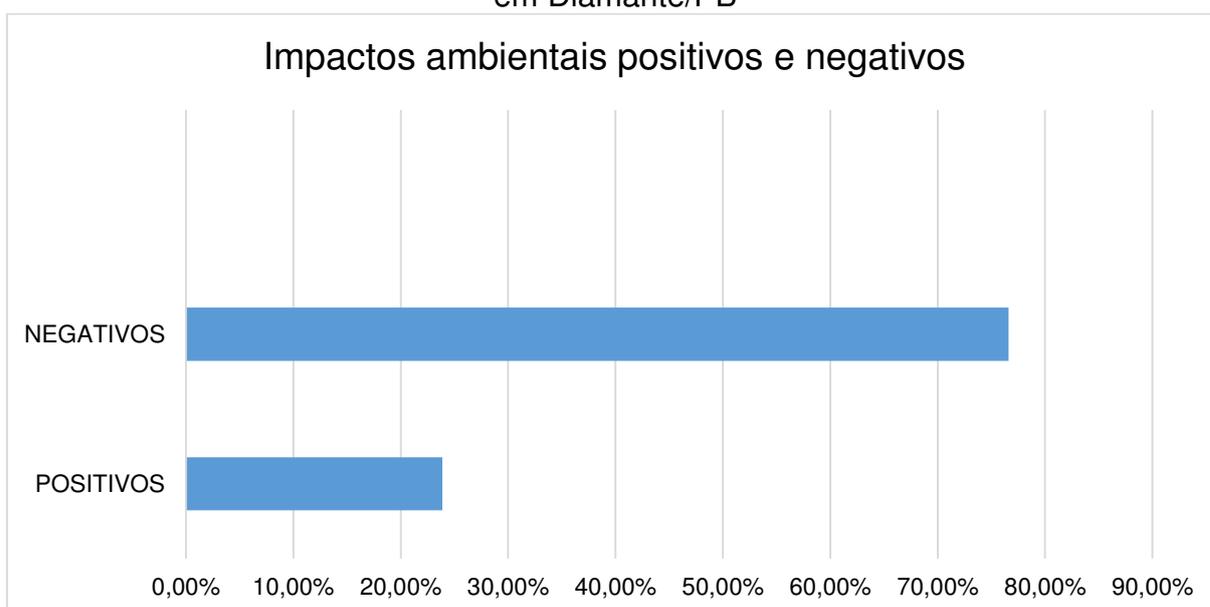
Figura 26 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Diamante/PB



Fonte: Autoria própria.

Dos 77 impactos ambientais identificados, 59 foram impactos negativos, correspondente a 76,62%, enquanto 18 foram impactos positivos (23,88%), ilustrados na figura 27. O aumento da incidência de impactos negativos pode ser explicado pelo uso de maquinaria, pelo maior número de áreas, pelo maior número de pessoas explorando o mineral e, conseqüentemente, os maiores volumes de extração de areia.

Figura 27 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Diamante/PB



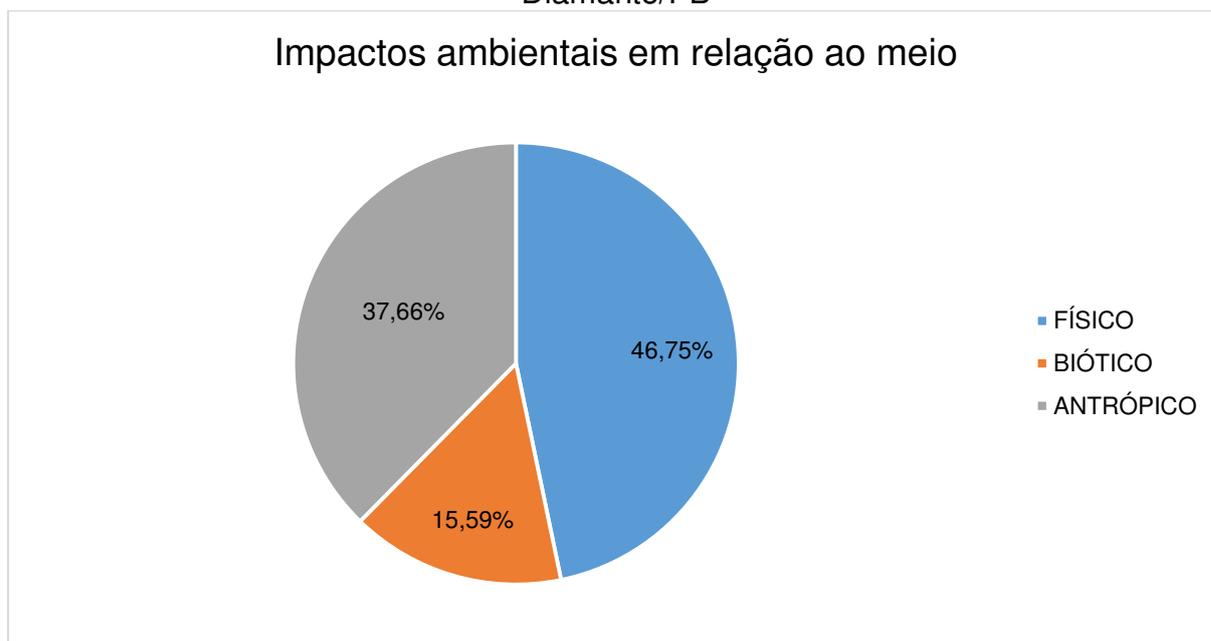
Fonte: Autoria própria.

Os números encontrados, nesse estudo, estão próximos aos resultados obtidos na pesquisa realizada por Lelles (2004) e Nogueira (2016), cujos dados apresentaram, respectivamente, 78,42% e 74,19% de impactos ambientais negativos.

Nobre Filho (2012), ao realizar a análise sobre a sustentabilidade ambiental da extração de areia ao longo do canal ativo do rio Canindé, no município de Paramoti/CE, obteve como resultados: 64,4% de impactos adversos e 35,5% de caráter benéfico.

Com relação ao meio ambiente em que acontecem, o total correspondente aos 77 impactos ambientais identificados, ficou assim distribuído: 36 impactos ambientais em meio físico, equivalente a 46,75%, 12 impactos ambientais em meio biótico, equivalente a 15,59%, e 29 impactos ambientais em meio antrópico, equivalente a 37,66%. Ver figura 28.

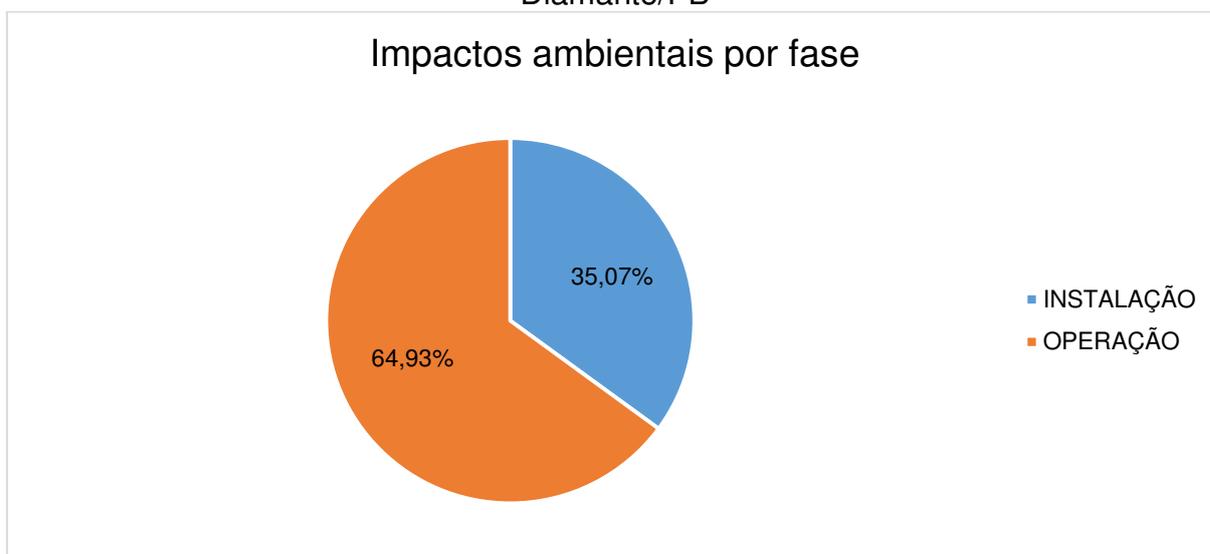
Figura 28 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Diamante/PB



Fonte: Autoria própria.

Ao analisar em que momento ocorrem, dos 77 impactos ambientais identificados, 35,07% acontecem na fase de instalação, enquanto 64,93% surgem na fase de operação. Ver figura 29.

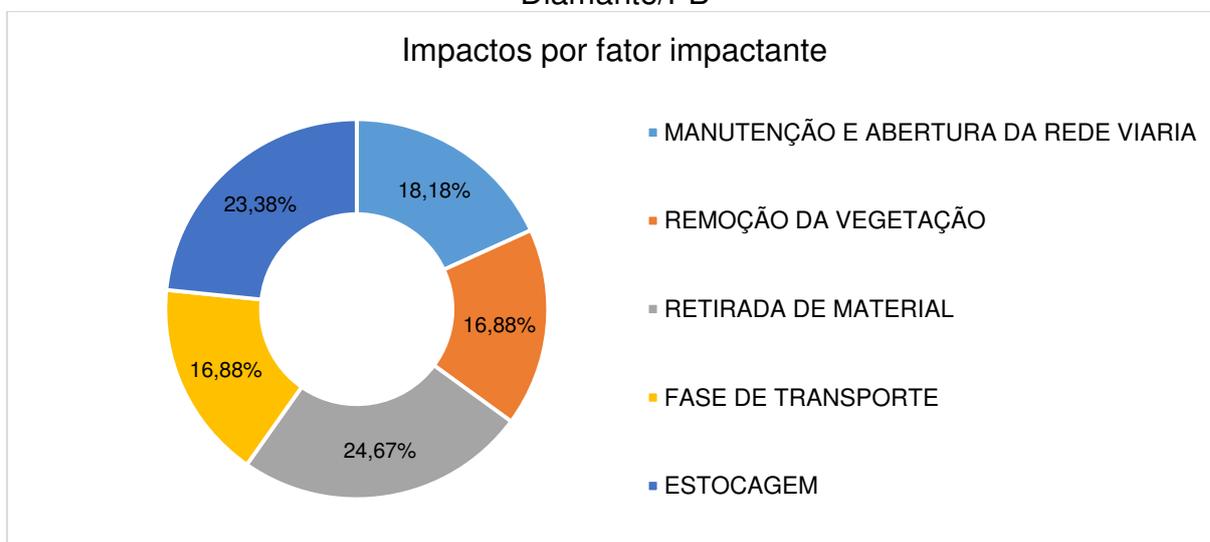
Figura 29 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Diamante/PB



Fonte: Autoria própria.

Em referência aos fatores impactantes, dos 77 impactos ambientais valorados, 18,18% são na abertura e manutenção da rede viária, dos quais 78,57% são impactos negativos e 21,43% impactos positivos; 16,88% são na remoção da vegetação, destes 100% são impactos negativos; 24,67% são na retirada do material, dos quais 68,42% de impactos negativos e 31,58% de impactos positivos; 23,38% são na estocagem, sendo 77,78% de impactos negativos e 22,22% de impactos positivos; e, 16,88% no transporte, distribuídos em 61,54% de impactos negativos e 38,46% de impactos positivos. A figura 30 ilustra os impactos ambientais por fator impactante.

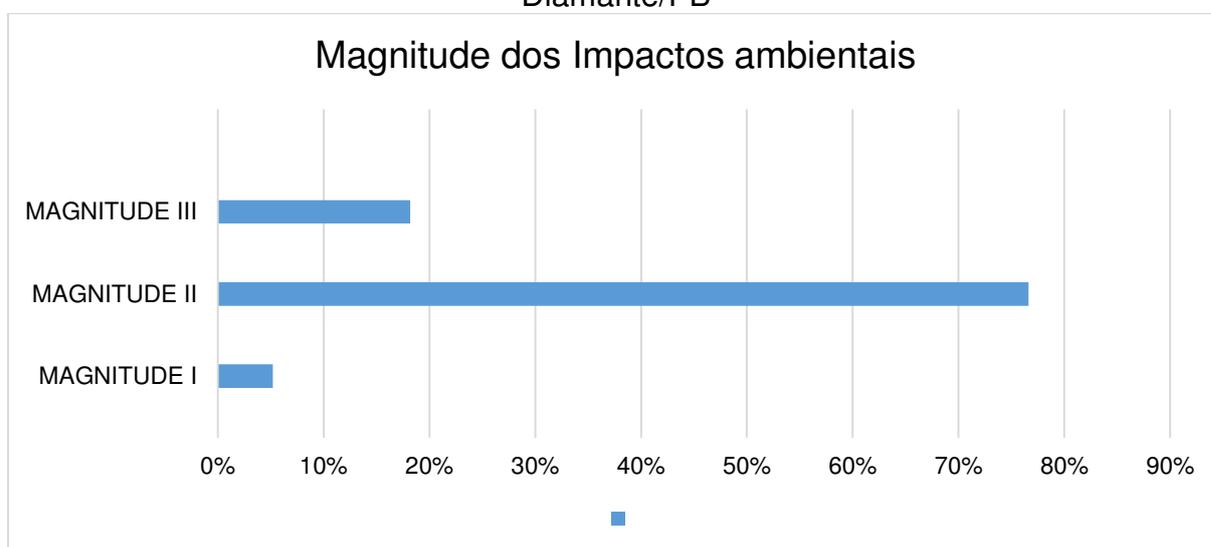
Figura 30 – Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Diamante/PB



Fonte: Autoria própria

Dos valores apurados da magnitude, 5,20% receberam o enquadramento como magnitude 1, 76,62% receberam o enquadramento como magnitude 2 e 18,18% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Não foram classificados nenhum impacto como magnitude 4 e 5. A figura 31 consiste na representação desses números. Percebe-se que a magnitude dos impactos no município de Diamante é mais elevada em comparação ao município de Ibiara, pelos fatores já apontados, como: quantidade maior de áreas exploradas, índice mais elevado de pessoas e uso de maquinário, o que naturalmente potencializa os impactos. Em que pese essa considerável elevação da magnitude dos impactos, os resultados ainda estão dentro dos números encontrados por Nogueira (2016), ao efetuar estudo de impactos ambientais no rio Paraibuna, município de Matias Barbosa/MG. Para o citado autor, ao observar que nenhuma interação recebeu ponderação de magnitude maior que 3, afirmou: “isso deve-se principalmente ao fato de o empreendimento ser de pequeno porte, conseqüentemente seus impactos tendem a possuir magnitude reduzida”. Nobre Filho et al. (2012), ao estudar a sustentabilidade ambiental da extração de areia ao longo do canal ativo do rio Canindé, em Paramoti/CE, utilizando uma classificação um pouco diferente em relação a magnitude, obteve os seguintes resultados: “86,6% são de pequena magnitude, 13,3% são de média magnitude e nenhum impacto de grande magnitude foi registrado”. Fazendo uma comparação dos nossos atributos com as de Nobre Filho et al. (2012), 1 e 2, corresponderia a pequena magnitude, 3 a média e 4 e 5 a grande magnitude. Percebe-se, assim, a compatibilidade dos resultados.

Figura 31 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Diamante/PB



Fonte: Autoria própria.

6.2.4.2 Elaboração do checklist

Após a obtenção de dados da matriz de interação, por meio da utilização do método checklist, são listados e discutidos os impactos ambientais positivos e negativos, tendo por base listagens de verificação elaboradas por Lelles (2004), Rufino et al. (2008), Nobre Filho et al. (2012) e Nogueira (2016).

Impactos positivos:

1) Geração de emprego: Em Diamante/PB também não é diferente a dificuldade de oportunidades de emprego e renda. Assim, apesar do aspecto ilegal da extração de areia, tal atividade propicia a geração de trabalho informal e renda para carroceiros, motoristas de caminhões caçambas e operador de máquina, em um número maior de beneficiários, e suas respectivas famílias, em comparação ao município de Ibiara/PB, conforme apontado pela análise da magnitude deste impacto ambiental.

2) Oferta de areia: A extração de areia na própria sede do município de Diamante/PB propicia benefícios diretos para a população e o comércio local, pois reduz o preço do mineral, devido a diminuição dos custos com o transporte, que é o responsável por um 1/3 a 2/3 do preço final do produto. Uma maior oferta de areia representa também uma facilidade para o processo de urbanização do município, pois é produto primordial para a indústria da construção civil. Os volumes de extração de areia e, portanto, de oferta de areia, são maiores em Diamante/PB em comparação com o município de Ibiara/PB, conforme apontam os dados de magnitude deste impacto.

3) Crescimento do comércio: A compra de meios de produção, combustíveis, óleos lubrificantes e peças de veículos no comércio local, bem como a própria oferta de areia, ocasiona o aumento de vendas, proporcionado, assim, o crescimento da atividade comercial no município de Diamante/PB.

4) Contribuição para o desenvolvimento regional: Como consequência da melhoria nos índices de emprego, renda e do urbanismo no município de Diamante/PB, impactos positivos serão estendidos a todo Vale do Piancó, sendo beneficiados indiretamente outros municípios, principalmente os que possuem um comércio mais desenvolvido, como Itaporanga, Conceição e Piancó.

5) Diminuição do assoreamento: A retirada de areia provoca o aprofundamento do canal do rio Piancó, auxiliando no desassoreamento do curso d'água, por

consequência, reduzindo o impacto de cheias em períodos de chuvas mais fortes. Ver figura 32, inclusive com o aparecimento da água do lençol freático, decorrente da remoção da camada superior de areia. Outro aspecto importante acontece como decorrência do aprofundamento da calha do rio, que é a retenção de parte do sedimento que flui a cada ano hídrico, evitando que este material alcance as barragens e açudes rio abaixo, como é o do estratégico reservatório Curema-Mãe d'Água.

6) Melhoria na vazão de água: A vazão de água no canal do rio é melhorada como consequência do desassoreamento, tendo em vista que a água encontrará menor volume de areia para transpor.

Impactos negativos:

1) A qualidade do ar é prejudicada pelas atividades impactantes de abertura de uma rede viária ou na sua manutenção, na remoção da vegetação, na retirada, transporte e estocagem de areia, com a emissão, para a natureza, de partículas sólidas e de gases de combustão, especialmente, decorrente do emprego de maquinarias (tratores, pá carregadeira e caminhões caçambas).

2) A geomorfologia fluvial é alterada como consequência da retirada e da estocagem do material. Esta última é realizada, no município de Diamante/PB, no próprio leito do rio ou em suas margens. Com a eliminação de barramento naturais ou facilitação na formação de sedimentos, pode provocar interferência no padrão de circulação das correntes e na velocidade do fluxo da água. Quando ocorre essa interferência, os processos de erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados quando o rio recebe volumes consideráveis de água.

3) Leve assoreamento pode ser ocasionado pela retirada da vegetação para a manutenção da rede viária e acesso a jazida de areia.

4) Uma Interferência leve da vazão do curso d'água pode ocorrer devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo.

5) Contaminação do solo e da água por óleo e lubrificantes utilizados na retroescavadeira e caminhões caçambas, com maior importância e magnitude nas atividades de retirada, estocagem e transporte do material.

6) Diminuição da infiltração de água no solo devido à compactação ocasionada pelo uso das carroças, animais e, principalmente, pelo uso de maquinarias. Nas

figuras 32 a 36 observa-se as marcas de pneus de carroças, caminhões caçambas e trator pá carregadeira.

7) Ocorrência de processos de erosão no solo como decorrência da manutenção da rede viária, da remoção da vegetação e do transporte do material, com a conseqüente depreciação de sua qualidade.

8) Prejuízos a microbiota do solo como resultado da redução de sua fertilidade, plasticidade e aeração, provocada pela compactação do solo e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo ficou exposto.

9) Impactação sobre a flora terrestre devido a remoção de vegetação nativa para manutenção da rede viária e acesso ao leito do rio, para a retirada e estocagem de areia, numa área considerada de preservação permanente.

10) A flora aquática pode ser atingida como conseqüência dos trabalhos de retirada e estocagem de material, devido à presença de maquinaria pesada, carroças e animais no leito do rio.

11) Diminuição espacial do habitat silvestre decorrente da supressão da cobertura vegetal, bem como estresse da fauna silvestre, ocasionado pelo aumento da presença humana no local e da produção de sons provocados por tratores e caminhões caçambas.

12) Impactos em animais aquáticos ocultos nas jazidas de areia. Nas operações de retirada e estocagem do material pode acontecer a morte de várias espécies de animais aquáticos e a redução da sua base genética.

13) O aspecto paisagístico da área de extração de areia é bastante afetado, como resultado da supressão da vegetação e das “panelas” (crateras) que surgem pela atividade exploratória. Nas figuras 32, 33 e 36 é possível perceber a descaracterização natural pela atividade minerária.

14) Os Riscos de acidentes de trabalho podem ocorrer tanto pelas atividades praticadas pelos carroceiros, mas com maior potencial, pelo uso da maquinaria (trator pá carregadeira e caminhões caçambas), sendo possível nas cinco atividades impactantes que foram observadas nas áreas de extração de areia no município de Diamante/PB, com magnitude 3 para as atividades de retirada, estocagem e transporte do material.

15) O Uso de diferentes máquinas gera poluição sonora em todas as cinco atividades impactantes registradas.

Figura 32 – Carroceiro e estocagem de areia dentro do leito do rio Piancó em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W



Fonte: Autoria própria.

Figura 33 – Caminhão caçamba, estoque de areia e compactação do solo no leito do rio Piancó em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W



Fonte: Autoria própria.

Figura 34 – Estocagem de areia no acesso ao rio Piancó em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W



Fonte: Autoria própria.

Figura 35 – Local de extração de areia nas proximidades da estação de tratamento de água da CAGEPA em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'09,3" S e 38°15'49,4" W



Fonte: Autoria própria.

Figura 36 – Local de extração de areia em Diamante/PB, coordenadas geográficas 7°25'22,0" S e 38°16'08,6" W



Fonte: Autoria própria.

6.3 Área de extração de areia no município de Boa Ventura/PB

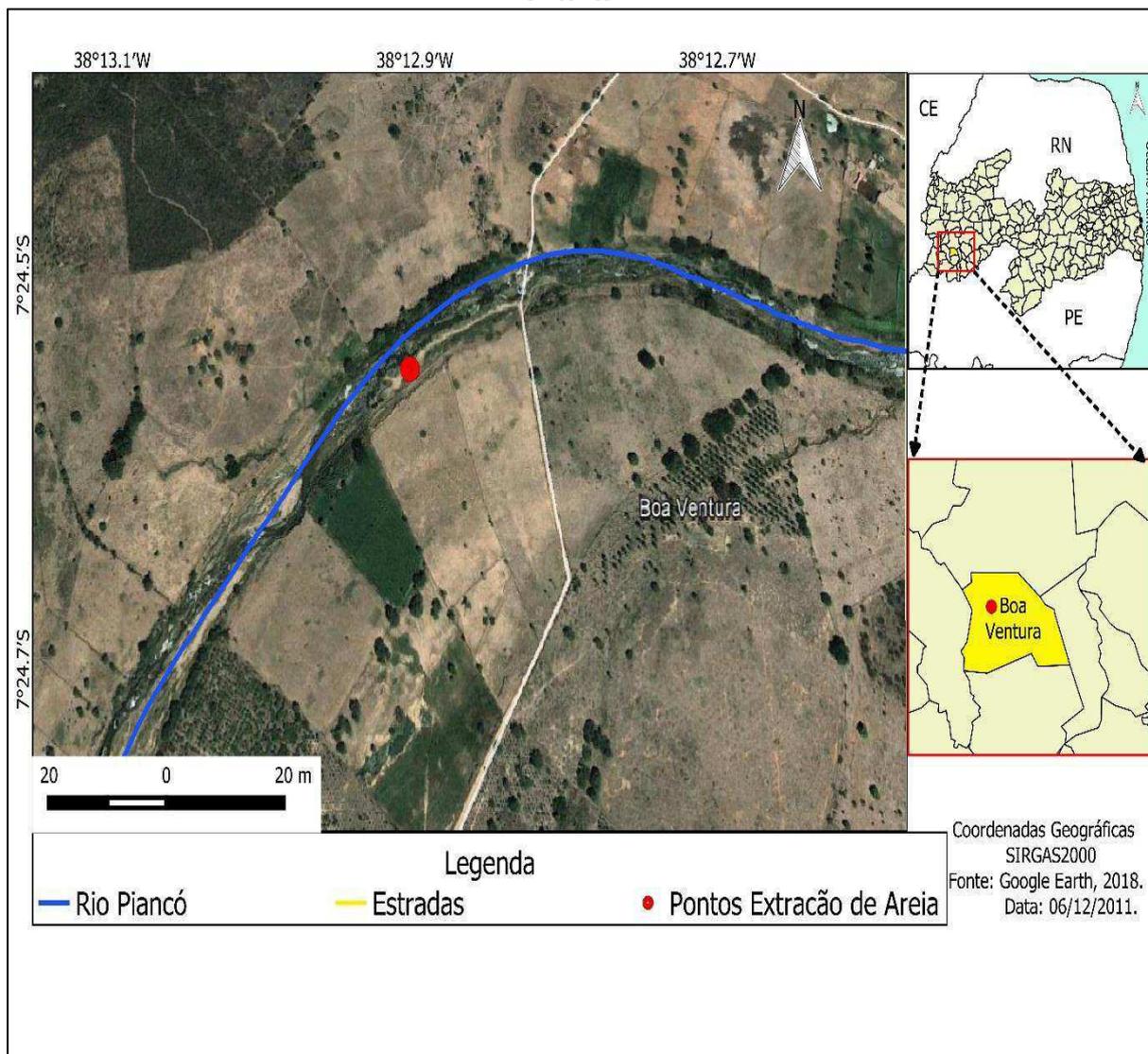
6.3.1 Localização

Foi encontrado um único local de exploração de areia no município de Boa Ventura/PB, situado nas coordenadas geográficas 7°24'31,8" S e 38°12'54,2" W, com ilustração na figura 37.

6.3.2 Legalidade da exploração

A área também não possui o registro de licenciamento na ANM, bem como licença do órgão estadual do meio ambiente no estado da Paraíba (SUDEMA). Assim, a atividade minerária é completamente ilegal.

Figura 37 – Localização da área de extração de areia no município de Boa Ventura/PB



Fonte: Autoria própria.

6.3.3 *Modus operandi*

Como ocorre com em Ibiara/PB, a extração de areia no leito do rio Piancó no município de Boa Ventura/PB acontece apenas com a utilização do método manual, caracterizado pelo uso de ferramentas rudimentares como pás e enxadões, enquanto o veículo de tração animal (carroça) é usado para o transporte do mineral.

Também foi observado a ocorrência de estoques de areia, demonstrando ser mais volumosa a extração do mineral em comparação com Ibiara/PB.

6.3.4 Análise dos impactos ambientais

6.3.4.1 Matriz de interação

Na tabela 13, é apresentada a matriz de interação de impactos no município de Boa Ventura/PB, com a indicação de identificação e valoração da importância e magnitude dos impactos detectados.

Das 299 relações de impactos possíveis, foram identificados e valorados 61 impactos ambientais, correspondente a 20,40% do preenchimento total da matriz. Ver ilustração contida na figura 38.

Lelles (2004), em sua pesquisa denominada de “Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais Oriundos da Extração de Areia em Cursos d’Água”, obteve como resultado o preenchimento de 40% total da matriz.

Um resultado semelhante foi obtido por Nogueira (2016), que preenchendo 40,79% da capacidade total da matriz de interação, em seu trabalho intitulado “A Extração de Areia em Cursos d’Água e seus Impactos: Proposição de uma Matriz de Interação”.

Para Lelles (2004), os pesquisadores que utilizaram em seus trabalhos científicos o método de matriz de interação para avaliação de impactos ambientais, alcançaram como resultado o preenchimento de no máximo 50% da capacidade total da matriz. Ainda segundo o nominado autor, esses resultados se explicam pelo fato das atividades impactantes (linhas da matriz) serem específicas, mantendo as relações de impacto tão somente com determinados fatores ambientais (colunas da matriz).

Na área de extração de areia em Boa Ventura/PB ocorre uma redução do número de impactos identificados e valorados em comparação com Diamante/PB, de 25,75% para 20,40%. Tal fenômeno se explica pela menor área de exploração em Boa Ventura/PB e a não utilização de maquinaria (trator pá carregadeira e caminhões caçambas).

Em comparação com Ibiara/PB, acontece um acréscimo de impactos identificados e valorados em Boa Ventura/PB, com um percentual de 15,39% para 20,40%. Tal ocorrência pode ser explicada pelo maior número de carroceiros e a existência da atividade impactante de estocagem de areia na área de exploração em Boa Ventura/PB.

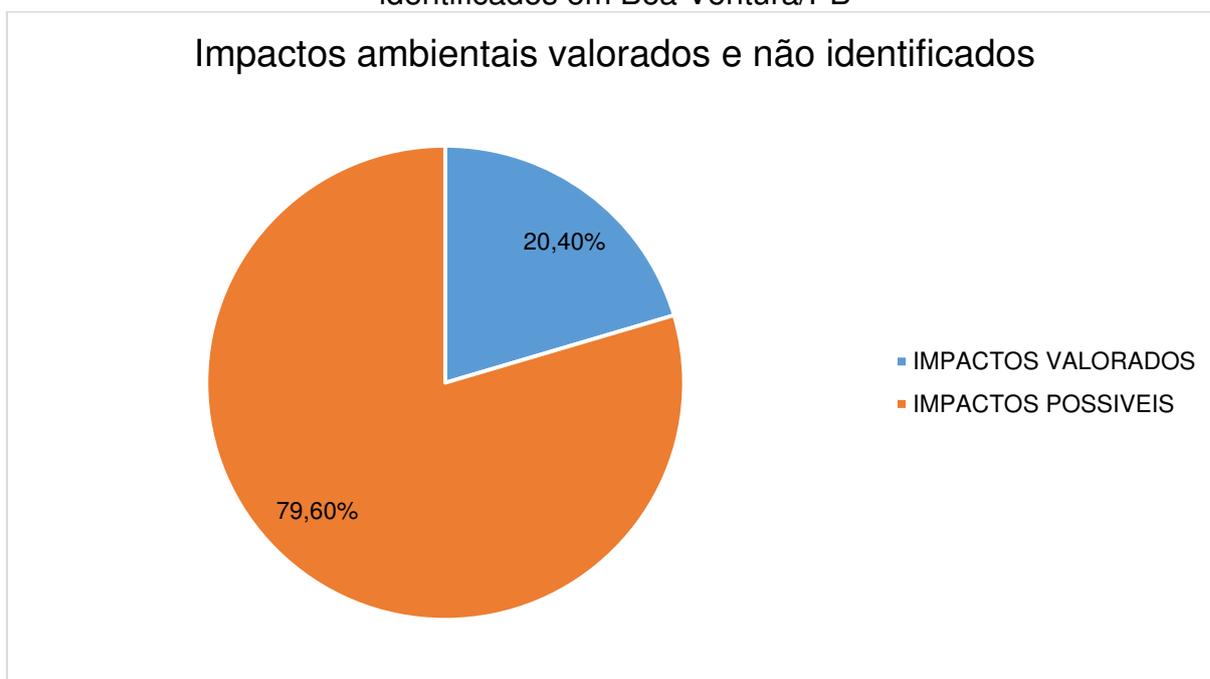
Tabela 13 – Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Boa Ventura/PB

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'ÁGUA																								
EMPREENHIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																								
LOCALIZAÇÃO: Município de Boa Ventura/PB, coordenadas geográficas 7°24'31,8" S e 38°12'54,2" W																								
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																						
		MEIO FÍSICO										MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO								
		AR		RECURSO HÍDRICO						RECURSO EDÁFICO			FLORA		FAUNA									
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE	POLUIÇÃO SONORA
M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																							
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																							
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																							
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	1 (-) 1																						
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	1 (-) 1				2 (-) 2			1 (-) 1															
INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																								
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	1 (-) 1		2 (-) 2			2 2	1 2																
	ESTOCAGEM	1 (-) 1		2 (-) 2				1 (-) 1																
	DRENAGEM																							
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																							
	TRANSPORTE	1 (-) 1						1 2																
DESATIV/AÇÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																							
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																							

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

Figura 38 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Boa Ventura/PB



Fonte: Autoria própria.

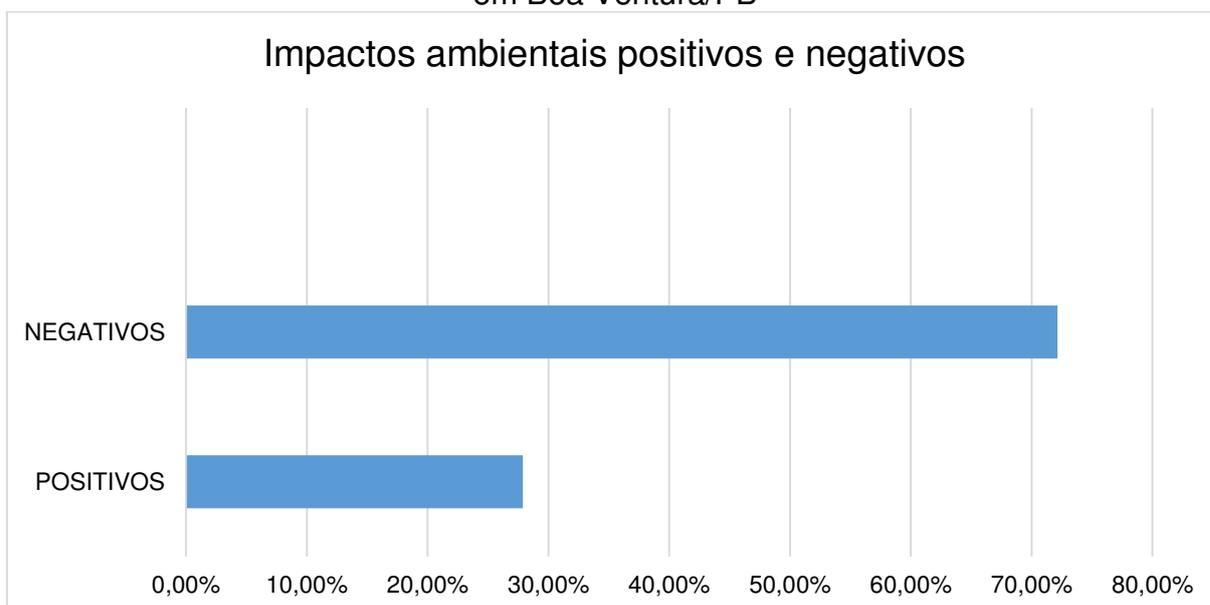
No município de Boa Ventura/PB, dos 61 impactos ambientais identificados, 44 foram impactos negativos, o que corresponde a um total de 72,13%, enquanto 17 foram impactos positivos, equivalente a um percentual de 27,87%, como ilustrado na figura 39.

No estudo, foi verificado que ocorreu uma redução nos índices de impactos negativos e um considerável aumento de impactos positivos, quando comparado aos números obtidos no município de Diamante/PB, devido a uma menor área de extração, bem como a não utilização de maquinaria, como foi observado no município de Boa Ventura/PB.

Os resultados também são compatíveis com os obtidos no estudo de Lelles (2004) e Nogueira (2016), cujos dados apresentaram, respectivamente, 78,42% e 74,19% de impactos ambientais negativos.

Nobre Filho (2012), ao realizar uma pesquisa sobre a extração de areia no rio Canindé, município de Paramoti/CE, obteve os seguintes resultados: 64,4% de impactos adversos e 35,5% de caráter benéfico.

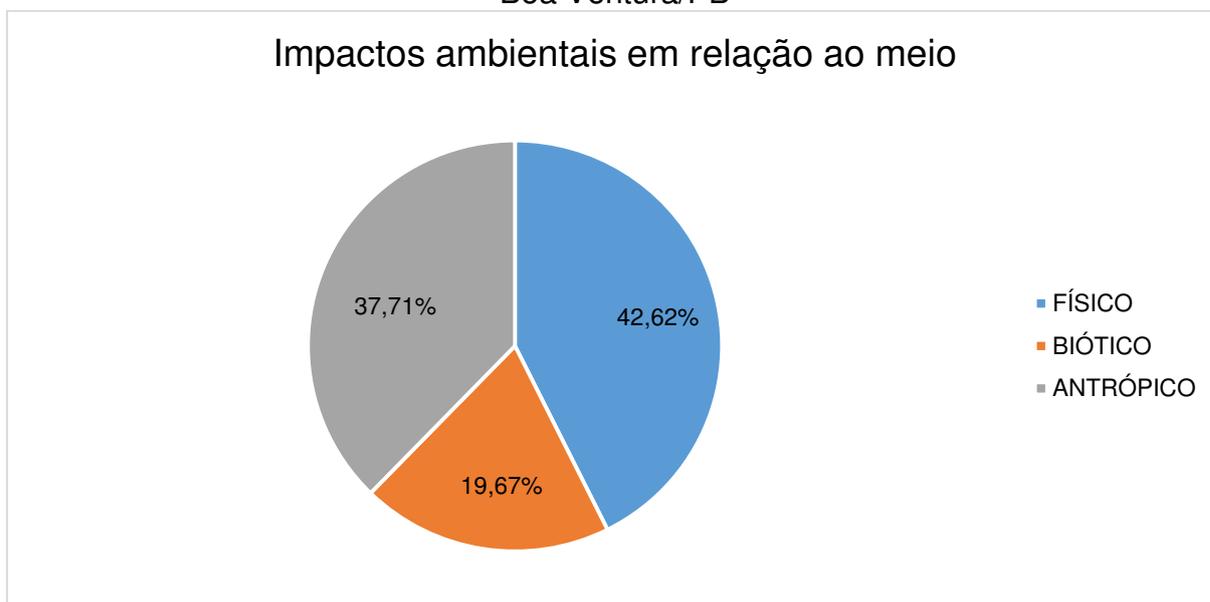
Figura 39 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Boa Ventura/PB



Fonte: Autoria própria.

Analisando o meio em que ocorrem, dos 61 impactos ambientais identificados, 26 impactos acontecem no meio físico, correspondente a 42,62%, 12 impactos no meio biótico, equivalente a 19,67% e 23 impactos no meio antrópico, correspondente a 37,71%. Fica demonstrado que o meio físico é o mais atingido pelos impactos ambientais decorrentes da mineração. Resultados semelhantes foram apurados nos municípios de Ibiara/PB e Diamante/PB. Ver figura 40.

Figura 40 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Boa Ventura/PB

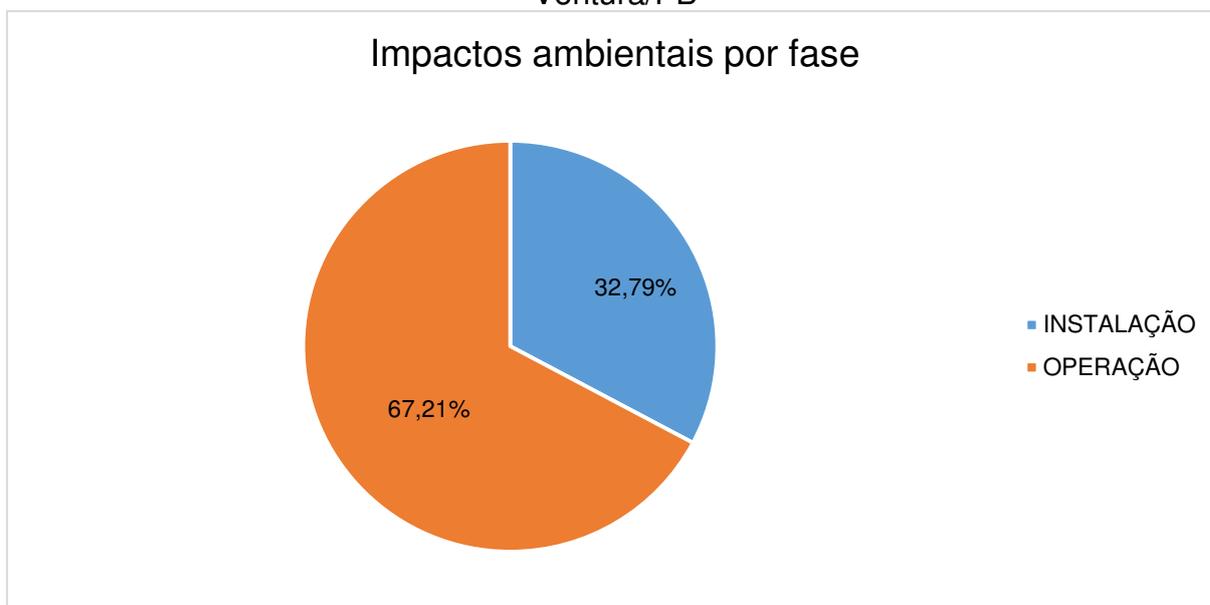


Fonte: Autoria própria.

Ao examinar em que fase ocorrem os 61 impactos ambientais identificados, 32,79% surgem na fase de instalação, enquanto a 67,21% acontecem na fase de operação. Ver A figura 41.

Pelos resultados obtidos, fica evidente que a fase de operação é a de maior concentração de impactos ambientais, pois é nela que estão as atividades impactantes de retirada, estocagem e transporte de areia, analisadas a seguir.

Figura 41 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Boa Ventura/PB

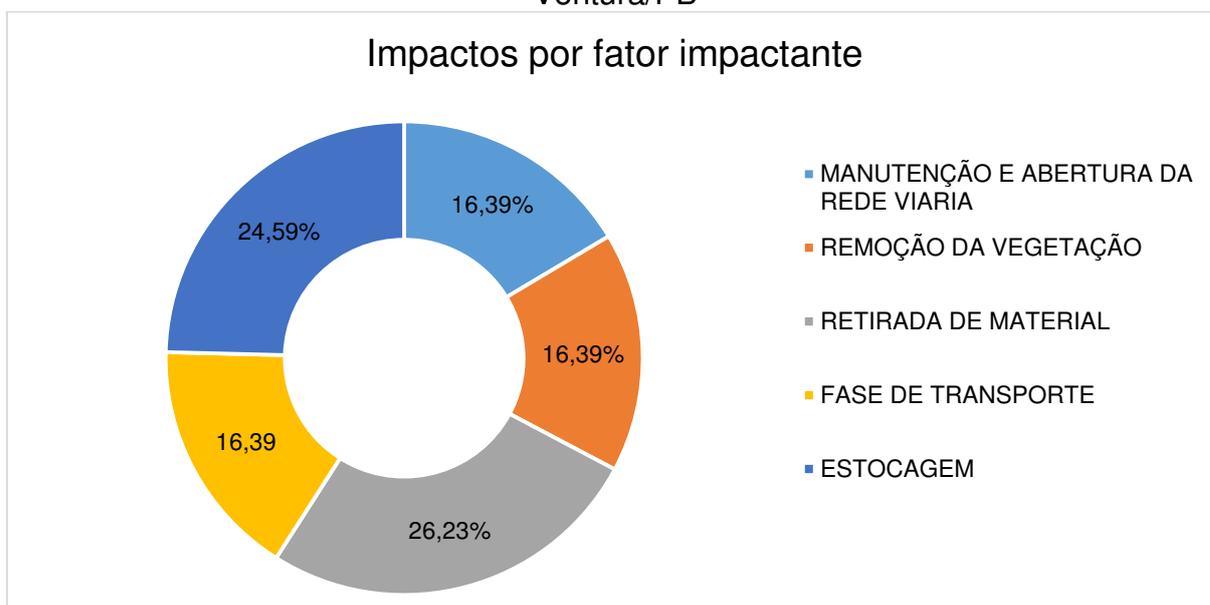


Fonte: Autoria própria.

Averiguando os fatores impactantes, dos 61 impactos ambientais identificados, 16,39% são na abertura e manutenção da rede vária, dos quais 80% são impactos negativos e 20% impactos positivos; 16,39% são na remoção da vegetação, destes 100% são impactos negativos; 26,23% são na retirada do material, dos quais 62,50% de impactos negativos e 37,50% de impactos positivos; 24,59% são na estocagem, sendo 73,33% de impactos negativos e 26,67% de impactos positivos; e, 16,39% no transporte, distribuídos em 50% de impactos negativos e 50% de impactos positivos.

A figura 42 ilustra os impactos ambientais por fator impactante. As atividades mais impactantes são a retirada do material e a estocagem do material, ambas com números elevados de impactos ambientais negativos. Chama a atenção para o fato da retirada da vegetação ocasionar 100% de impactos ambientais negativos.

Figura 42 – Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Boa Ventura/PB

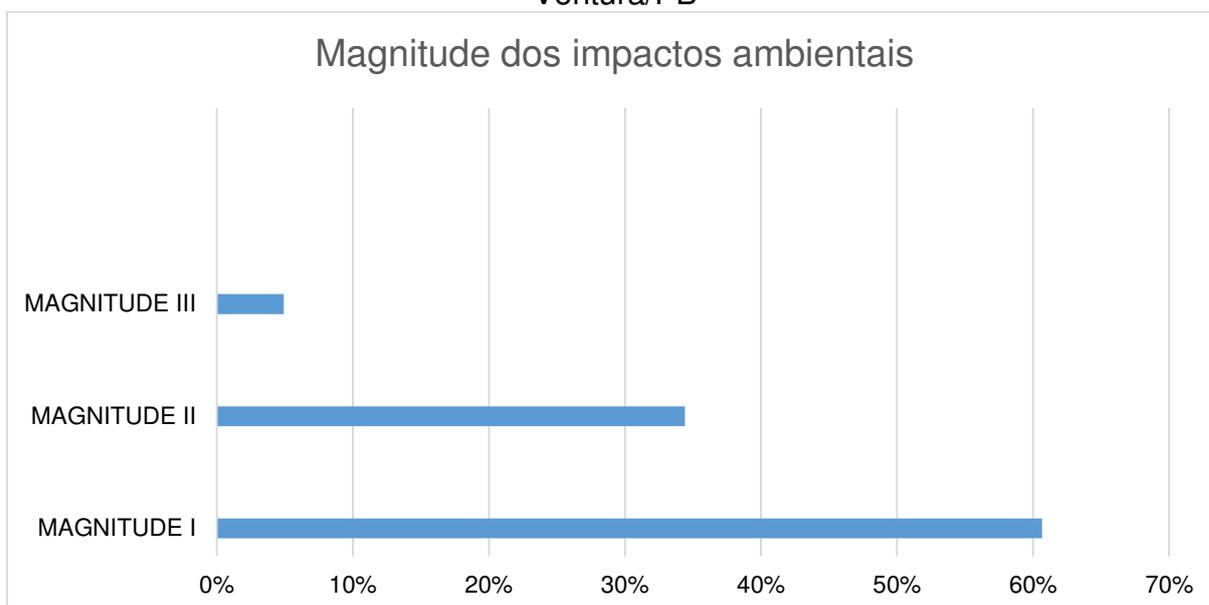


Fonte: Autoria própria.

Ao pesquisar os valores apurados com relação a magnitude dos impactos, foram obtidos os seguintes resultados: 60,66% dos impactos identificados foram classificados como magnitude 1, 34,42% como magnitude 2 e 4,92% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Não foram classificados nenhum impacto como magnitude 4 e 5. Na figura 43, consta a representação gráfica desse resultado. É perceptível a diminuição dos índices da magnitude de impactos classificada como 2 e 3 no município de Boa Ventura/PB em comparação com o município de Diamante/PB. Essa redução é decorrente da não utilização de maquinário e menor área de exploração no município de Boa Ventura/PB. Os resultados com relação a magnitude em Boa Ventura/PB e Ibiara/PB são relativamente próximos, com uma magnitude levemente mais elevada no município de Boa Ventura/PB, devido a existência de estocagem de areia e de um maior número de carroceiros.

Para Nogueira (2016), ao não encontrar nenhuma interação superior a 3 em sua pesquisa realizada no rio Paraibuna, no município mineiro de Matias Barbosa, significa que o empreendimento é de pequeno porte e, por consequência, seus impactos tendem a possuir magnitude reduzida. Investigando a extração de areia ao longo do canal ativo do rio Canindé, no município cearense de Paramoti, Nobre Filho et al. (2012), utilizando uma classificação um pouco diferente em relação a magnitude, obteve os seguintes resultados: “86,6% são de pequena magnitude, 13,3% são de média magnitude e nenhum impacto de grande magnitude foi registrado”.

Figura 43 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Boa Ventura/PB



Fonte: Autoria própria.

6.3.4.2 Elaboração do checklist

A partir dos resultados obtidos na matriz de interação, através do uso do método checklist, são listados e analisados os impactos positivos e negativos, baseando-se em listagens de verificação lecionadas por autores que estudaram a extração de areia no leito de rios, tais como Lelles (2004), Rufino et al. (2008), Nobre Filho et al. (2012) e Nogueira (2016).

Impactos positivos:

1) Geração de emprego: A atividade de extração de areia gera empregos informais para mais de uma dezena de carroceiros no município de Boa Ventura/PB, proporcionando a tais pessoas uma alternativa de renda numa região de muita dificuldade de oportunidade de empregos formais.

2) Oferta de areia: A população e o comércio no município de Boa Ventura/PB são beneficiados diretamente com a exploração de areia realizada no próprio município, pois o preço do produto tem forte influência com o transporte, já que o frete pode representar de 1/3 a 2/3 do valor final do mineral.

3) Crescimento do comércio: A aquisição de meios de produção por parte dos carroceiros, bem como a própria oferta de areia, provoca uma elevação da atividade comercial no município de Boa Ventura/PB.

4) Contribuição para o desenvolvimento regional: Em decorrência do aumento de empregos, mesmo que informais, renda e do desenvolvimento urbanísticos no município de Boa Ventura/PB, ocasionam benefícios que contribuem para o desenvolvimento regional de todo o Vale do Piancó, principalmente para as cidades polos, como Itaporanga/PB, Piancó/PB e Conceição/PB.

5) Diminuição do assoreamento: A extração de areia torna mais profundo a calha do rio Piancó, contribuindo no seu desassoreamento, conseqüentemente, minimizando o risco de cheias nos momentos de chuvas mais fortes. Outra decorrência positiva do afundamento do canal do rio é a retenção de parte do sedimento que flui a cada ano hídrico, impedindo que este material alcance os reservatórios rio abaixo, especialmente, o açude de Curema. Observar figura 46.

6) Melhoria na vazão de água: é uma decorrência do desassoreamento do canal do rio, pois a água quando voltar a correr no seu leito encontrará menos barramentos de areia para transpor. Apresentam aspecto positivo quando da execução das atividades impactantes de retirada e transporte de areia.

Impactos negativos:

1) A qualidade do ar sofre prejuízos com a emissão, para a natureza, de partículas sólidas decorrentes das atividades impactantes de abertura de uma rede viária ou na sua manutenção, na remoção da vegetação, mas, especialmente, na retirada e transporte de areia.

2) A geomorfologia fluvial é afetada como consequência da retirada e da estocagem de areia. Esta última é realizada também, no município de Boa Ventura/PB, no próprio leito do rio ou em suas margens. Com a eliminação de barramento naturais ou facilitação na formação de sedimentos, pode provocar interferência no padrão de circulação das correntes e na velocidade do fluxo da água. Quando ocorre essa interferência, os processos de erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados quando o rio recebe maiores volumes água.

3) A retirada da vegetação para manutenção da rede viária e acesso a jazida de areia pode ocasionar leve assoreamento do rio, já que as árvores servem como represamento natural, evitando a entrada de sedimentos no leito de um curso d'água.

4) A vazão do curso d'água pode sofrer interferência negativa devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo. Além do mais, os estoques

de areia na própria calha do rio, se não tirados antes da vinda das chuvas (fevereiro a maio), podem provocar uma alteração na vazão da água no local.

5) Compactação do solo provocada pelo uso das carroças e animais, gerando a diminuição da infiltração de água no solo. Nas figuras 45 e 46 é possível observar claramente as marcas de pneus das carroças.

6) Acontecimento de processos erosivos no solo como resultado da manutenção da rede viária, da remoção da vegetação e do transporte do material, com a conseqüente depreciação de sua qualidade.

7) Dano a microbiota do solo decorrente da redução de sua fertilidade, plasticidade e aeração, ocasionada pela compactação do solo e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo ficou exposto.

8) Prejuízo sobre a flora terrestre como resultado da remoção de vegetação nativa para manutenção da rede viária e acesso ao leito do rio, para a retirada e estocagem de areia, numa área considerada de preservação permanente.

9) A flora aquática pode ser impactada como resultado dos trabalhos de retirada e estocagem de material, devido a presença de carroças e animais no leito do rio.

10) Redução do habitat silvestre como consequência da supressão da vegetação, bem como estresse da fauna silvestre, ocasionado pelo aumento da presença humana no local

11) Lesão aos animais aquáticos ocultos nas jazidas de areia. Nas atividades de retirada e estocagem do material pode provocar a mortandade de várias espécies de animais aquáticos e a redução da sua base genética.

12) Deterioração do aspecto paisagístico da área de extração de areia, como resultado da supressão da vegetação e das “panelas” (crateras) que surgem pela atividade exploratória. Nas figuras 44 a 47 é possível visualizar a alteração paisagística no leito do rio Piancó no município de Boa Ventura, resultado da extração de areia no local.

13) Riscos de acidentes de trabalho podem ocorrer como resultado da utilização de mão de obra braçal em todas as atividades impactantes para extração de areia, com um potencial considerável de acidentes de trânsito na fase de transporte do material.

Figura 44 – Área de retirada e estocagem de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 45 – Área de retirada de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 46 – Área de retirada de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB, com visualização de uma via de acesso lateral dentro do leito do rio



Fonte: Autoria própria.

Figura 47 – Área de retirada de areia no leito do rio Piancó em Boa Ventura/PB, fazendo surgir uma vala com água



Fonte: Autoria própria.

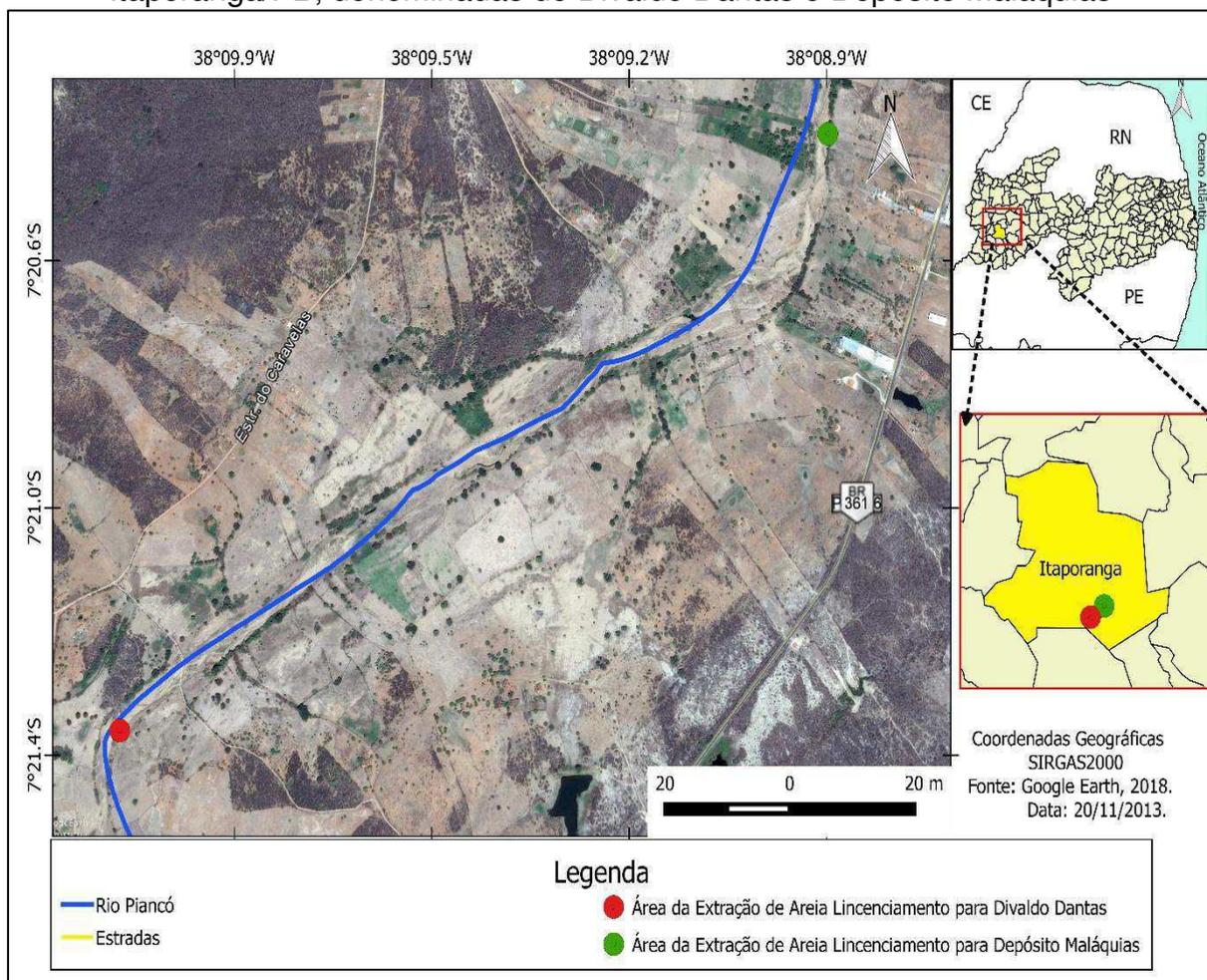
6.4 áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB

6.4.1 Localização

Foram localizadas cinco áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB, bem como um local de estocagem. Por critérios de proximidade, modus operandi da extração e situação legal da área, foram divididas da seguinte forma:

1. Áreas com registro de licenciamento na ANM de Divaldo Dantas e de Depósito de Construção de Malaquias Ltda., com coordenadas geográficas, respectivamente, $07^{\circ}21'19,4''$ S e $38^{\circ}10'03,6''$ W – $07^{\circ}20'18,4''$ e $38^{\circ}08'52,2''$ W. Figura 48.

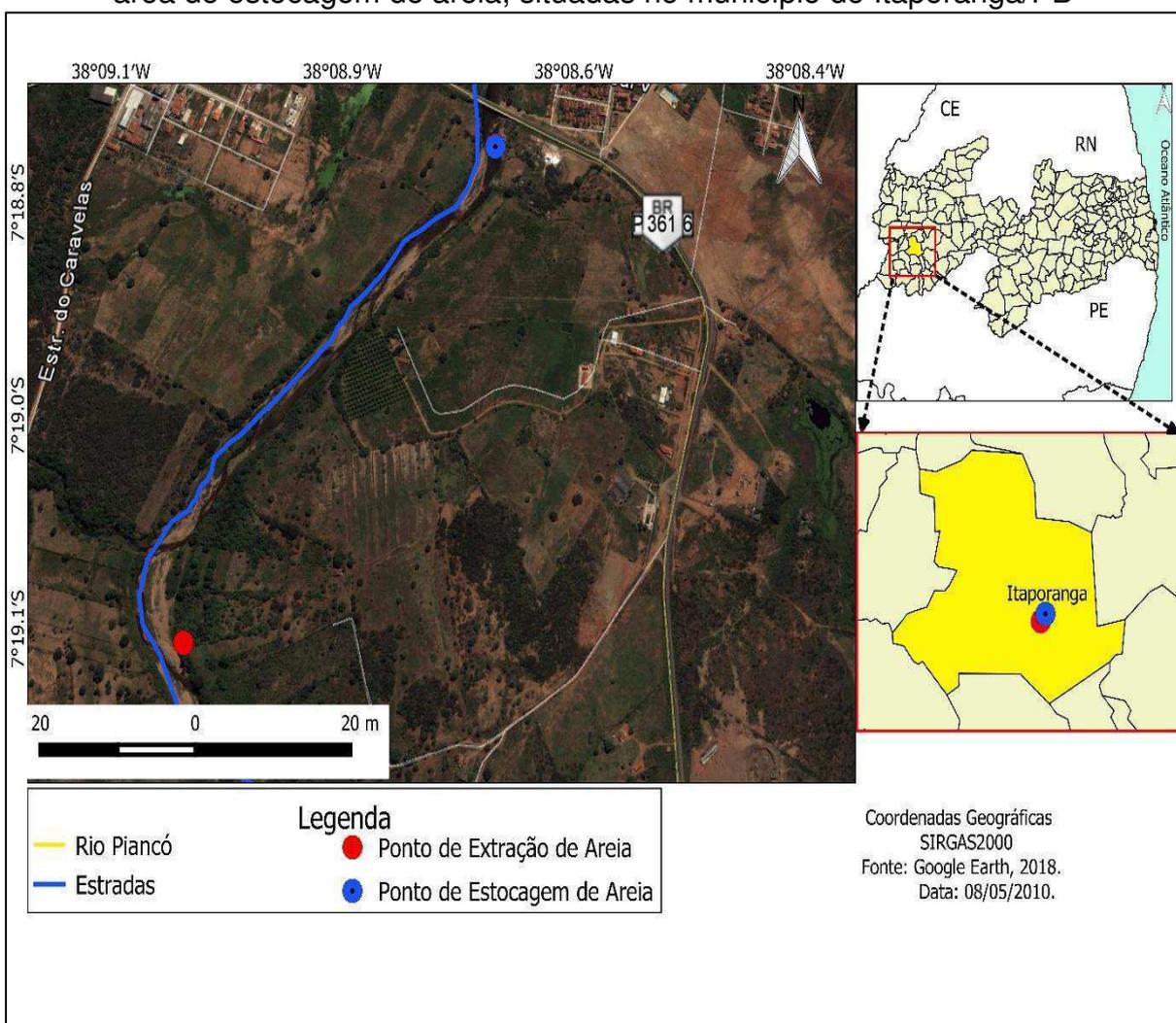
Figura 48 – Localização de áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB, denominadas de Divaldo Dantas e Depósito Malaquias



Fonte: Autoria própria.

2. Área de extração de areia de carroceiros, com coordenadas geográficas $7^{\circ}19'09,1''$ S e $38^{\circ}09'02,7''$ W e área de estocagem de areia, com coordenadas geográficas $7^{\circ}18'43,9''$ S e $38^{\circ}08'43,3''$ W. Ver figura 49.

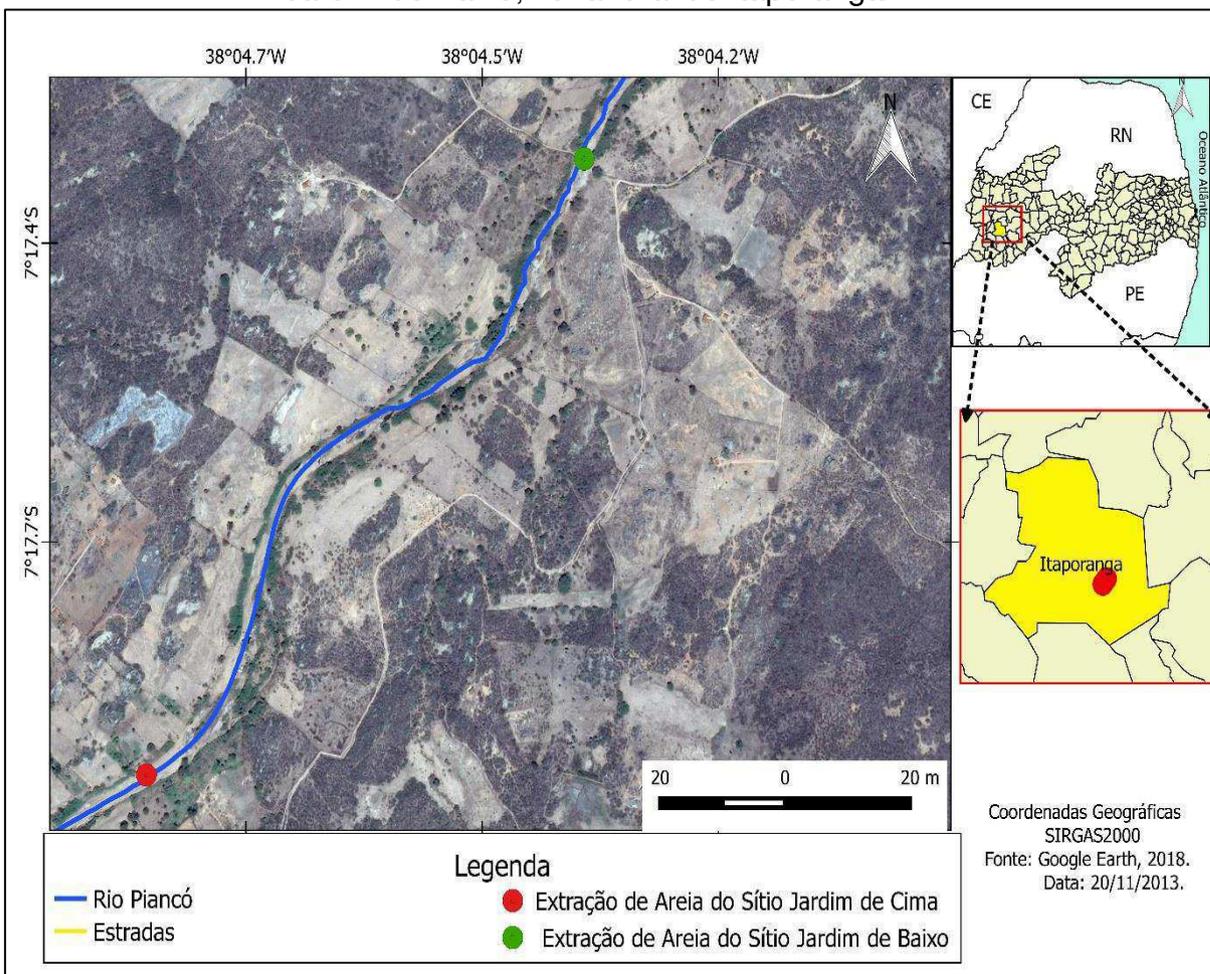
Figura 49 – Localização de área de extração de areia realizada por carroceiros e área de estocagem de areia, situadas no município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

3. Áreas de extração de areia nos sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo, localizadas na zona rural de Itaporanga/PB, coordenadas geográficas, respectivamente, $7^{\circ}17'56,1''$ S e $38^{\circ}04'50,5''$ W - $7^{\circ}17'18,8''$ S e $38^{\circ}04'21,0''$ W. Ver figura 50.

Figura 50 – Localização das áreas de extração de areia nos sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo, zona rural de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

6.4.2 Legalidade da exploração

No quadro 5 consta a situação do registro de licenciamento para extração de areia perante a ANM, concedidos para Divaldo Dantas e Dm Depósito de Construção Malaquias Ltda.

Quadro 5 – Áreas com registro de licenciamento perante a ANM em Itaporanga/PB

PROCESSO	ÁREA_HA	TÍTULO	NOME TITULAR	MUNICÍPIO
846.007/2016	4,83	Licenciamento	Divaldo Dantas	Itaporanga
846.112/2009	38,6	Licenciamento	Dm Depósito de Construção Malaquias	Itaporanga

Fonte: DNPM (2018)

Contudo, foram consultados os titulares do título minerário, os senhores Divaldo Dantas (atual Prefeito do município de Itaporanga/PB) e o empresário Valdeci Malaquias, os quais afirmaram que não estão explorando mais areia no leito do rio Piancó, inclusive o segundo citado já deu entrada para suspensão do registro de licenciamento na ANM e da licença ambiental perante a SUDEMA. Este alegou problemas de acesso ao leito do rio Piancó por dificuldades impostas pelos proprietários de imóveis que são banhados pelo curso d'água, o que fez desistir da exploração de areia. Desta forma, em que pese as áreas possuírem registro de licenciamento junto a ANM e licença ambiental concedida pela SUDEMA, a extração de areia realizada à revelia dos titulares também se reveste de ilegalidade, sujeitando aos infratores sanções penais e administrativas.

As áreas de exploração dos carroceiros e os sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo, não tem registros de licenciamento perante a ANM e licença ambiental por parte da SUDEMA, determinando também a ilegalidade da atividade de mineração de areia.

Assim, é possível inferir que em todo o município de Itaporanga/PB, o mais populoso e importante do Vale do Piancó, a extração de areia atualmente é completamente ilegal.

6.4.3 Modus operandi

Nas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção Malaquias Ltda., a extração de areia acontece com a utilização do método de desmonte mecânico, por meio do uso de tratores pá carregadeira, sendo o transporte do material efetuado por caminhões caçambas.

Na área utilizada por carroceiros, o método utilizado para a extração de areia é o manual, por meio do uso de pás e enxadões. O transporte do mineral é executado por meio de veículos de tração animal (carroças). Para acessar ao local da jazida, os carroceiros percorrem, aproximadamente, 700 m por dentro do leito do rio Piancó, por vezes atravessando pontos com água. O retorno para os locais de entrega e estocagem é o mesmo. Figura 68. Os carroceiros efetuam a estocagem de areia em um terreno e em uma via pública próximos a ponte da BR-361 sobre o rio Piancó. Figura 69.

No sítio Jardim de Cima, o método para extração de areia é o mecânico, mediante o uso de retroescavadeira e caminhão caçamba. Enquanto no sítio Jardim

de Baixo, o método para exploração de areia é o manual, por meio do uso de ferramentas rudimentares (pás e enxadas) e veículo de tração animal (carroça) para o transporte.

6.4.4 Análise dos impactos ambientais

6.4.4.1 Matriz de interação

6.4.4.1.1 Das áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda.

Na tabela 14, é apresentada a matriz de interação de impactos nas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB, com a identificação e valoração da importância e magnitude dos impactos detectados.

Das 299 relações de impactos possíveis, foram identificados e valorados 77 impactos ambientais, correspondente a 25,75% do preenchimento total da matriz. Igual resultado foi obtido na área de extração de areia do município de Diamante/PB.

Nessas duas áreas sob análise em Itaporanga/PB, resultados semelhantes aos aferidos em Diamante/PB, também foram obtidos em relação a classificação em impactos negativos (76,62%) e positivos (23,88%), com referência aos meios físico (46,75%), biótico (15,59%) e antrópico (37,66%), relativo as fases de instalação (35,07%) e operação (64,93%), bem como no que diz respeito as atividades impactantes de abertura/manutenção de uma rede viária (18,18%, dos quais 78,57% negativo e 21,43% positivo), remoção da vegetação (16,88%, dos quais 100% negativo), retirada do material (24,67%, dos quais 68,42% negativo e 31,58% positivo), estocagem do material (23,38%, dos quais 77,78% negativo e 31,58% positivo) e transporte (16,88%, dos quais 61,54% negativo e 38,46% positivo).

O grande diferencial dessas duas áreas de extração de areia em Itaporanga/PB é referente a magnitude. Dos 77 impactos identificados, 5,20% receberam o enquadramento como magnitude 1,57, 14% receberam o enquadramento como magnitude 2 e 37,66% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Não foram observados impactos como magnitude 4 e 5.

Tabela 14 – Matriz de avaliação de impactos ambientais de extração de areia no município de Itaporanga/PB – áreas licenciadas

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'ÁGUA																							
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																							
LOCALIZAÇÃO: Município de Itaporanga/PB, coordenadas geográficas 7°21'19,4" S e 38°10'03,6" W e 7°20'18,4" S e 38°08'52,2" W																							
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																					
		MEIO FÍSICO										MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO							
		AR		RECURSO HÍDRICO						RECURSO EDÁFICO		FLORA		FAUNA									
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRCADÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																						
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																						
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																						
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	2 (-) 1	2 (-) 1								1 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1		2 1		1 1		2 1	2 (-) 1	2 (-) 1
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	2 (-) 1	2 (-) 1			2 (-) 2			1 (-) 1	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2		2 (-) 1						2 (-) 1	2 (-) 1
	INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																						
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	2 (-) 1	3 (-) 2	3 (-) 2			3 3	2 2	3 (-) 2	3 (-) 2		3 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	3 2	3 2		3 2	3 (-) 2	3 (-) 2
	ESTOCAGEM	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 2				2 (-) 1	2 (-) 2	3 (-) 2		2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	3 2	3 2		3 2	3 (-) 2	3 (-) 2
	DRENAGEM																						
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																						
	TRANSPORTE	2 (-) 1	2 (-) 1						2 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 1	2 (-) 2				2 2	3 2	3 2		3 2	3 (-) 2	2 (-) 2
DESATIVACÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																						
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																						

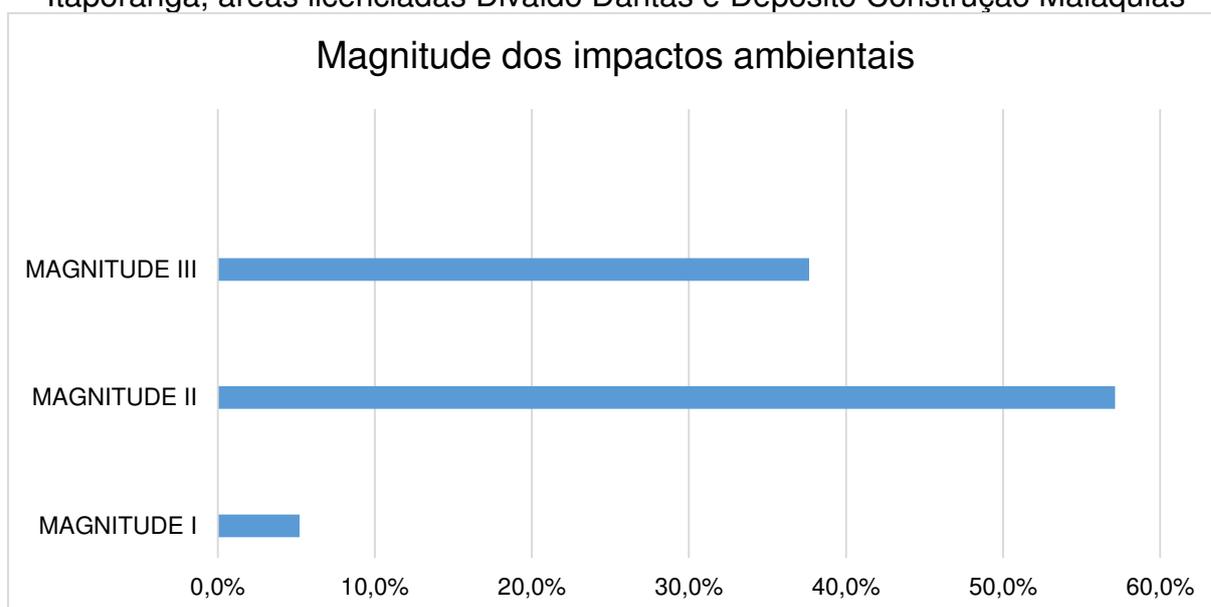
Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

A figura 51 consiste na representação desses números. É perceptível como ocorreu um aumento da magnitude dos impactos nessas duas áreas de extração de Itaporanga/PB, especialmente, a elevação dos índices de magnitude 3. Tal ocorrência pode ser explicada pelo uso só do método de desmonte de mecânico, mediante o emprego de maquinaria (tratores e caminhões caçambas), e do mercado consumidor da maior cidade do Vale do Piancó, que é Itaporanga/PB, que demanda cada vez mais areia para emprego na construção civil de obras públicas e de empreendimentos privados. Assim, a extração de areia nessas duas áreas é bem mais volumosa do que nas três áreas do município de Diamante/PB.

Apesar dessa relevante elevação da magnitude dos impactos, os resultados obtidos estão compatíveis com os encontrados por Nogueira (2016), ao trabalhar com os impactos no rio Paraibuna, município de Matias Barbosa/MG. Para o mencionado autor, ao perceber que nenhuma interação da matriz recebeu ponderação da magnitude maior que 3, significa que é um empreendimento de pequeno porte, e, portanto, seus impactos tendem a ter magnitude reduzida. Nobre Filho et al. (2012), ao pesquisar a extração de areia do rio Canindé, município de Paramoti/CE, utilizando uma classificação um pouco diferente em relação a magnitude, obteve os seguintes resultados: “86,6% são de pequena magnitude, 13,3% são de média magnitude e nenhum impacto de grande magnitude foi registrado”.

Figura 51 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Itaporanga, áreas licenciadas Divaldo Dantas e Depósito Construção Malaquias



Fonte: Autoria própria.

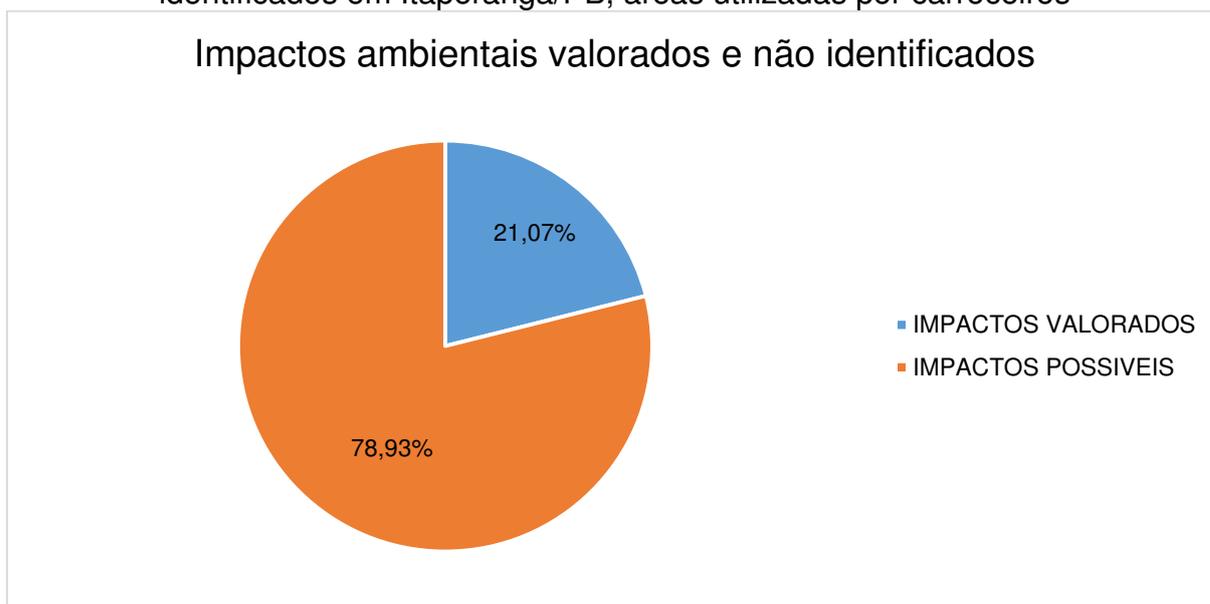
6.4.4.1.2 Das áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas pelos carroceiros

A matriz de interação de impactos em áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas por carroceiros no município de Itaporanga, com a identificação e valoração da magnitude dos impactos observados, é apresentada na tabela 15.

A matriz possui 299 relações de impactos possíveis. Nas áreas sob análises, foram identificados e valorados 63 impactos ambientais, equivalente a 21,07% do preenchimento total da matriz (figura 52). O resultado é muito próximo do alcançado em Boa Ventura/PB, que ficou com 20,40% de sua matriz. A similaridade decorre do mesmo método de extração de areia, o manual, e da extensão da área explorada.

Em contrapartida, comparando com os resultados aferidos em Diamante/PB e nas duas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB, com preenchimento de 25,75% do total da matriz, nas áreas exploradas pelos carroceiros, em Itaporanga/PB, acontece uma redução para 21,07% das relações de impactos possíveis na matriz. Os números mais elevados em Diamante/PB e nas áreas com registro de licenciamento em Itaporanga/PB decorrem da utilização de maquinaria e da maior área de extração de areia.

Figura 52 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros



Fonte: Autoria própria.

Tabela 15 – Matriz de avaliação de impactos ambientais em Itaporanga/PB – áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas por carroceiros

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'ÁGUA																												
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																												
LOCALIZAÇÃO: Município de Itaporanga/PB, coordenadas geográficas 7°19'09,1" S e 38°09'02,7" W e 7°18'43,9" S e 38°08'43,3" W																												
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																										
		MEIO FÍSICO											MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO											
		AR		RECURSO HÍDRICO					RECURSO EDÁFICO				FLORA		FAUNA													
		PARTICULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECADAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE	POLUIÇÃO SONORA				
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I					
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																											
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																											
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																											
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	1	(-)	1								1	(-)	1	1	(-)	1	1				1	1	1	(-)	1		
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	1	(-)	1				2	(-)	2		1	(-)	1	2	(-)	2	(-)	2						2	(-)	1	
INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																												
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	1	(-)	1		2	(-)	2			2	2	1	2		2	(-)	2	1	(-)	1	1	2	(-)	2	2	(-)	2
	ESTOCAGEM	1	(-)	1		2	(-)	2				2	(-)	1		2	(-)	1	(-)	1	(-)	1	2	(-)	2	3	(-)	2
	DRENAGEM																											
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																											
	TRANSPORTE	1	(-)	1							1	2		1	(-)	2	(-)	1	2	(-)	1	(-)	2		2	2	2	2
DESATIVACÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																											
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																											

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

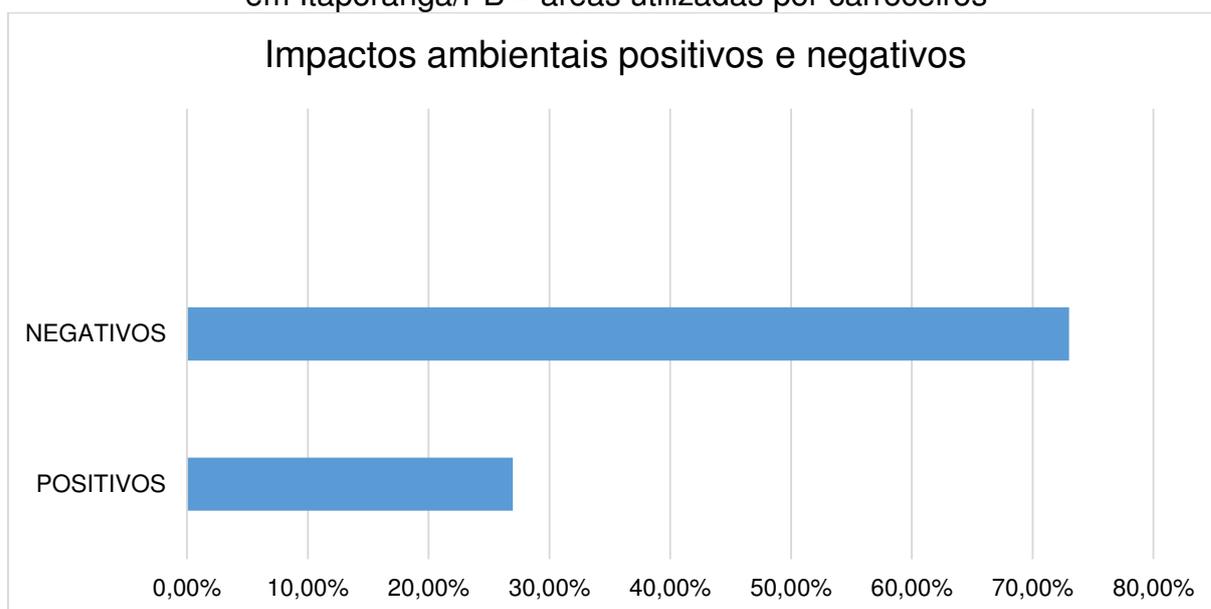
Fonte: Autoria própria.

Nas áreas de extração e de estocagem de areia utilizada por carroceiros no município de Itaporanga/PB, dos 63 impactos ambientais identificados, 46 foram impactos negativos, correspondente a 73,02%, enquanto 17 foram impactos positivos (26,98%), ilustrados no gráfico 53. Novamente, os resultados são próximos dos aferidos no município de Boa Ventura/PB: 71,74% de impactos negativos e 28,26% de impactos positivos.

Também ocorre compatibilidade com os resultados alcançados nos trabalhos de Lelles (2004) e Nogueira (2016), respectivamente, 78,42% e 74,19% de impactos ambientais negativos.

Nobre Filho (2012) obteve como resultados: 64,4% de impactos adversos e 35,5% de caráter benéfico, ao analisar a exploração de areia no rio Canindé, no município cearense de Paramoti.

Figura 53 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Itaporanga/PB – áreas utilizadas por carroceiros



Fonte: Autoria própria.

Dos 63 impactos ambientais identificados, 25 impactos ocorrem no meio físico, equivalente a 39,68%, 15 impactos no meio biótico, correspondente a 23,81% e 23 impactos no meio antrópico, equivalente a 36,51%. Fica demonstrado novamente que o meio físico é o mais impactado pela extração de areia. Ver figura 54.

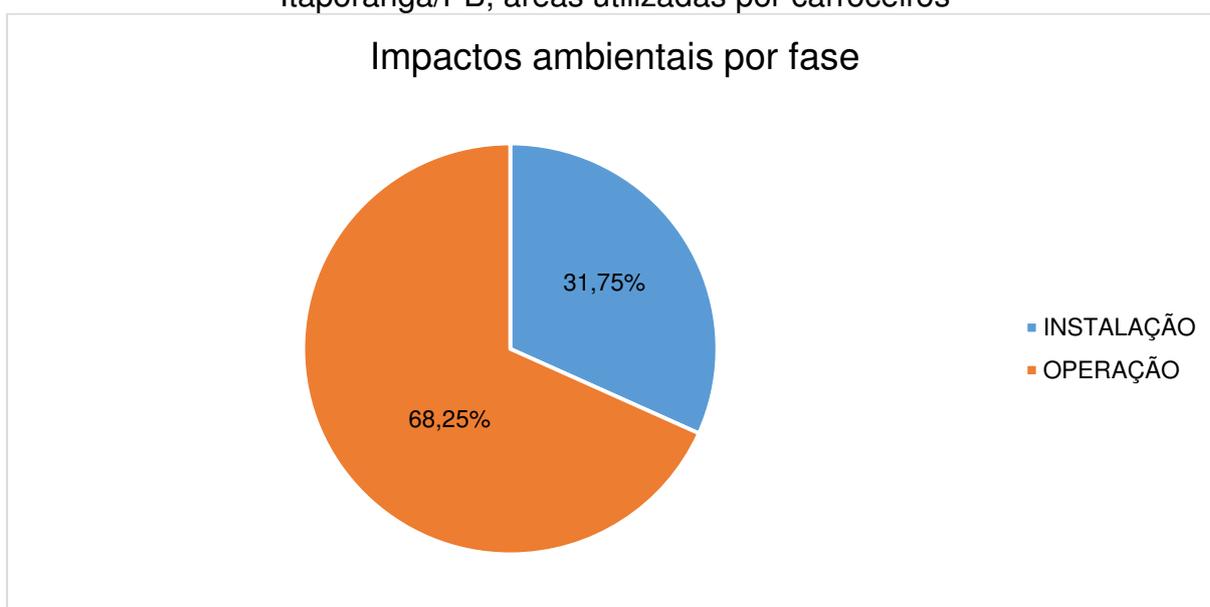
Figura 54 – Gráfico de ponderação de impactos ambientais em relação ao meio em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros



Fonte: Autoria própria.

Ao pesquisar em que fase ocorrem os 63 impactos ambientais identificados, 31,75% acontecem na fase de instalação, enquanto 68,25% ocorrem na fase de operação. Figura 55. Esses números são similares aos obtidos em Boa Ventura/PB: 32,79% (fase de instalação) e 67,21% (fase de operação). Fica evidente que é fase de operação concentra o maior número de impactos ambientais.

Figura 55 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros

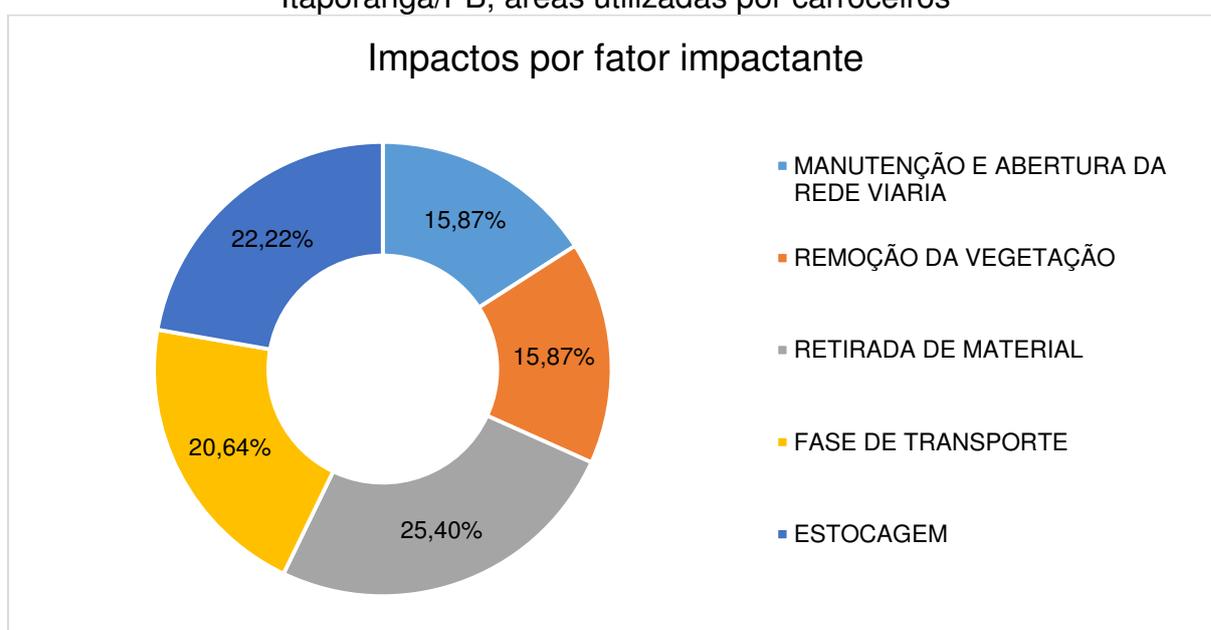


Fonte: Autoria própria.

Analisando os fatores impactantes, dos 63 impactos ambientais identificados, 15,87% são na abertura e manutenção da rede viária, dos quais 80% são impactos negativos e 20% impactos positivos; 15,87% são na remoção da vegetação, destes 100% são impactos negativos; 25,40% são na retirada do material, dos quais 62,50% de impactos negativos e 37,50% de impactos positivos; 22,22% são na estocagem, sendo 71,43% de impactos negativos e 28,57% de impactos positivos; e, 20,64% no transporte, distribuídos em 61,54% de impactos negativos e 38,46% de impactos positivos, como ilustrado na figura 56.

As atividades mais impactantes são a retirada do material e a estocagem do material, ambas com números elevados de impactos ambientais negativos. A atividade de transporte do material registrou um aumento 4,25% de impactos em comparação com a área de Boa Ventura/PB. Tal fenômeno decorre do fato dos carroceiros percorrerem, aproximadamente, 700 metros pelo leito do rio Piancó para chegar no local de exploração de areia, com igual percurso de volta. Esse trecho costuma acumular durante boa parte do ano água, por vezes oriundas de esgotamento sanitário. Com isso, acontece um aumento dos impactos decorrentes do transporte.

Figura 56 – Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Itaporanga/PB, áreas utilizadas por carroceiros



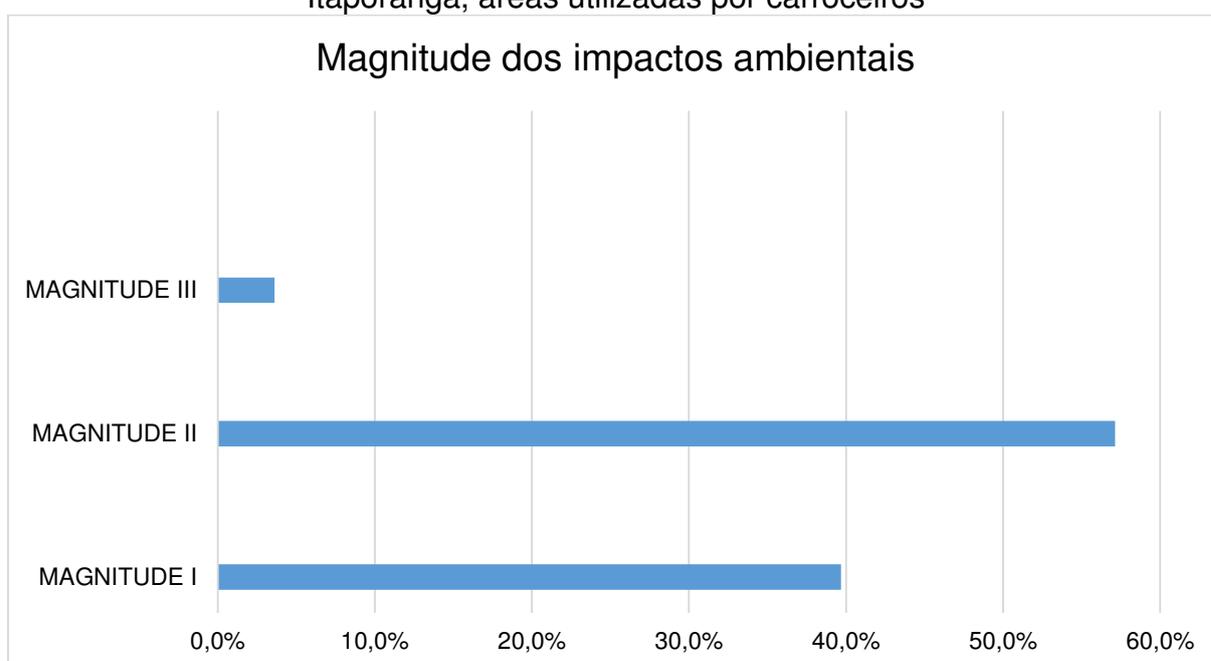
Fonte: Autoria própria.

Ao detalhar os valores apurados com referência a magnitude dos impactos, foram obtidos os seguintes resultados: 39,68% dos impactos identificados foram classificados como magnitude 1, 57,14% como magnitude 2 e 3,18% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Não foram classificados nenhum impacto como magnitude 4 e 5. Figura 57. Foi observado um aumento considerável dos índices da magnitude dos impactos classificado como 2 em comparação com o município de Boa Ventura/PB. O fenômeno é explicado pelo maior número de carroceiros e de mercado consumidor no município de Itaporanga/PB.

Para Nogueira (2016), em sua pesquisa realizada no rio Paraibuna, no município Matias Barbosa/MG, ao não encontrar nenhuma interação superior a 3, entende que o empreendimento é de pequeno porte e, por consequência, seus impactos tendem a possuir magnitude reduzida.

Nobre Filho et al. (2012), estudando a exploração de areia ao longo do canal ativo do rio Canindé, no município de Paramoti/CE, usando critério um pouco diferente em relação a magnitude, obteve os seguintes resultados: “86,6% são de pequena magnitude, 13,3% são de média magnitude e nenhum impacto de grande magnitude foi registrado”.

Figura 57 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Itaporanga, áreas utilizadas por carroceiros



Fonte: Autoria própria.

6.4.4.1.3 Das áreas de extração nos sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo

A matriz de interação referente à identificação e valoração das importâncias e magnitude dos impactos nas áreas dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo é apresentada na Tabela 16.

Das 299 relações de interações possíveis, foram identificados e valorados 77 impactos ambientais, equivalente a 25,75% do preenchimento total da matriz. Resultado idêntico foi alcançado no município de Diamante/PB e nas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda., no município de Itaporanga/PB.

Nos locais de extração de areia dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo também foram obtidos resultados semelhantes aos aferidos em Diamante/PB e nas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda., no município de Itaporanga/PB, com relação aos seguintes aspectos: classificação em impactos negativos (76,62%) e positivos (23,88%); com referência aos meios físico (46,75%), biótico (15,59%) e antrópico (37,66%); relativo as fases de instalação (35,07%) e operação (64,93%), bem como no que diz respeito as atividades impactantes de abertura/manutenção de uma rede viária (18,18%, dos quais 78,57% negativo e 21,43% positivo), remoção da vegetação (16,88%, dos quais 100% negativo), retirada do material (24,67%, dos quais 68,42% negativo e 31,58% positivo), estocagem do material (23,38%, dos quais 77,78% negativo e 31,58% positivo) e transporte (16,88%, dos quais 61,54% negativo e 38,46% positivo).

Nas áreas de extração de areia dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo, apresentaram os seguintes valores relativos a magnitude de impactos: 2,60% receberam o enquadramento como magnitude 1, 76,62% receberam o enquadramento como magnitude 2 e 20,78% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Não foram classificados nenhum impacto como magnitude 4 e 5.

Tabela 16 – Matriz de avaliação de impactos ambientais em Itaporanga/PB – áreas de extração dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo

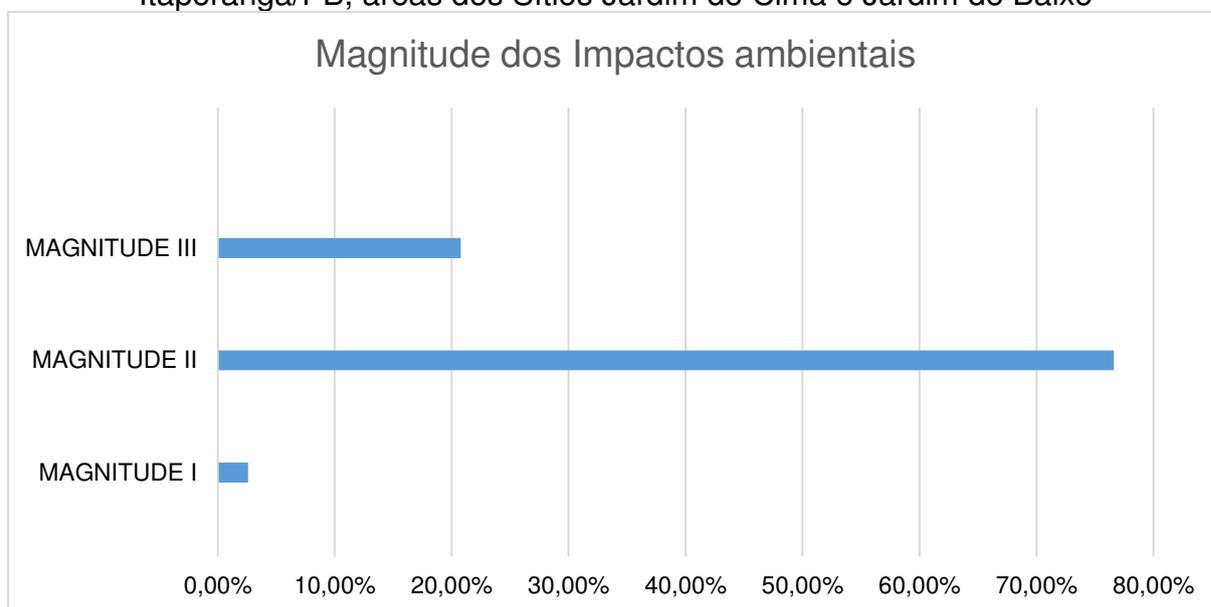
MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'AGUA																								
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																								
LOCALIZAÇÃO: Município de Itaporanga/PB, coordenadas geográficas 7°17'56,1" S e 38°04'50,5" W e 7°17'18,8" S e 38°04'21,0" W																								
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																						
		MEIO FÍSICO										MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO								
		AR		RECURSO HÍDRICO						RECURSO EDÁFICO			FLORA		FAUNA									
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECADADAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE	POLUIÇÃO SONORA
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																							
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																							
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																							
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	2 (-) 1	2 (-) 1																					
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	2 (-) 1	2 (-) 1			2 (-) 2			1 (-) 1	2 (-) 1	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2		3 (-) 2						2 (-) 1	2 (-) 1	
	INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																							
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	2 (-) 1	2 (-) 1	3 (-) 2				2 3	2 2	2 (-) 2	3 (-) 2		2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	2 2	2 2		2 2	3 (-) 2	3 (-) 2
	ESTOCAGEM	2 (-) 1	2 (-) 1						2 (-) 1	2 (-) 2	3 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	2 2	2 2		2 2	3 (-) 2	3 (-) 2
	DRENAGEM																							
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																							
	TRANSPORTE	2 (-) 1	2 (-) 1						2 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 (-) 2					2 2	2 2	2 2		2 2	3 (-) 2	2 (-) 2
DESATIVAÇÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																							
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																							

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

A figura 58 apresenta a representação desses valores. Comparando com os dados obtidos no município de Diamante/PB, percebe-se uma leve elevação da magnitude 3 dos impactos ambientais obtidos nas áreas exploratórias dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo. Porém, se comparado com a magnitude dos impactos aferidos nas áreas nas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda., no município de Itaporanga/PB, os dados obtidos relativos a magnitude 3 são inferiores nos locais de extração dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo. O que existe de característica semelhante entre as áreas analisadas é a utilização de maquinaria (tratores e caminhões caçambas). Porém, o que as diferencia em relação a magnitude é o volume de extração e o uso exclusivo de maquinaria por parte das nas áreas com registro de licenciamento de Divaldo Dantas e de Dm Depósito de Construção de Malaquias Ltda., no município de Itaporanga/PB. É mais vantajoso economicamente a exploração nessas duas áreas licenciadas, devido à proximidade com o centro consumidor, que é a zona urbana de Itaporanga/PB.

Figura 58 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Itaporanga/PB, áreas dos Sítios Jardim de Cima e Jardim de Baixo



Fonte: Autoria própria.

6.4.4.2 Elaboração do checklist

Após a obtenção de dados da matriz de interação, por meio da utilização do método checklist, são listados e discutidos os impactos ambientais positivos e

negativos em todas as áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB, tendo por base listagens de verificação elaboradas por Lelles (2004), Rufino et al. (2008), Nobre Filho et al. (2012) e Nogueira (2016).

Impactos positivos:

1) Geração de emprego: Apesar da natureza ilegal da extração de areia nas áreas sob análise, pelos motivos já elencados, a atividade exploratória proporciona a geração de emprego informal e renda para dezenas carroceiros, motoristas de caminhões caçambas e operadores de máquinas.

2) Oferta de areia: Para Itaporanga/PB, a maior e mais desenvolvida cidade do Vale do Piancó, é muito importante para o seu crescimento a extração de areia nas proximidades do centro urbano, a fim de redução dos custos com o transporte, que é o responsável por 1/3 a 2/3 do preço final do produto. Uma maior oferta de areia representa um facilitador para o processo de urbanização do município, pois é produto essencial na construção civil. Os volumes de extração de areia no município de Itaporanga/PB são maiores do que no município de Diamante/PB, conforme aponta os dados de magnitude deste impacto, gerando assim, um incremento da oferta de areia para a população e o comércio local.

3) Crescimento do comércio: O comércio local é beneficiado diretamente com a aquisição de meios de produção, combustíveis, óleos lubrificantes e peças de veículos. Além do mais, a própria oferta de areia provoca o aumento de vendas do produto, impulsionando a atividade comercial no município de Itaporanga/PB.

4) Contribuição para o desenvolvimento regional: As melhorias nos índices de emprego, renda e urbanismo no município de Itaporanga/PB, terão reflexos positivos nas demais cidades que compõem o Vale do Piancó.

5) Diminuição do assoreamento: O aprofundamento da calha do rio Piancó, decorrente da remoção de areia, auxilia no desassoreamento do curso d'água, por consequência, reduzindo o impacto de cheias em períodos de chuvas mais fortes. Nas figuras 59, 61 e 70, é possível visualizar o surgimento de água do lençol freático, consequência da retirada da camada superior de areia. Outro aspecto importante decorrente do aprofundamento do canal do rio é a retenção de parte do sedimento que flui a cada ano hídrico, evitando que este material alcance as barragens e açudes rio abaixo, como é o do estratégico reservatório Curema-Mãe d'Água.

6) Melhoria na vazão de água: Como decorrência do desassoreamento, a vazão de água na calha do rio é facilitada, já que as águas, quando chegam no período de chuvas, terão menores volumes de areia para transposição e infiltração.

Impactos negativos:

1) A qualidade do ar é afetada com a emissão, para o meio ambiente, de partículas sólidas e de gases de combustão, principalmente, como consequência do uso de tratores e caminhões caçambas. Nas áreas que não existe emprego de maquinarias, como nas de extração dos carroceiros e no Sítio Jardim de Baixo, estão livres da ocorrência de poluentes por gases de combustão.

2) A geomorfologia fluvial é alterada como consequência da retirada e da estocagem do material no próprio leito ou em suas margens. A única exceção em relação a estocagem de areia em Itaporanga/PB ocorre por conta dos carroceiros, que armazenam o produto em uma via pública e em um terreno próximo a ponte da BR-361 sobre o rio Piancó, naquele município. Com a eliminação de barramento naturais ou facilitação na formação de sedimentos, pode provocar interferência no padrão de circulação das correntes e na velocidade do fluxo da água. Quando ocorre essa interferência, os processos de erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados quando o rio recebe volumes consideráveis de água.

3) Assoreamento pode ser ocasionado pela retirada da vegetação para a manutenção da rede viária e acesso a jazida de areia.

4) Interferência da vazão do curso d'água pode ocorrer devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo.

5) Contaminação do solo e da água por óleo e lubrificantes utilizados nos tratores, retroescavadeira e caminhões caçambas, com maior importância e magnitude nas atividades de retirada, estocagem e transporte do material. Nas áreas com registro de licenciamento para Divaldo Dantas e Dm de Construção Malaquias Ltda., foi muito perceptível esse impacto ambiental, sendo encontrado diversas embalagens de lubrificantes e marcas de óleo na areia do rio. Figuras 62 e 66. Isso demonstra a total falta de cuidado na proteção ambiental por parte dos operadores de maquinarias, bem como é um indicativo que a área é explorada de forma clandestina, pois é muito provável que fato dessa natureza não ocorresse no caso de extração por parte dos titulares do título mineral, já que são sujeitos mais facilmente as fiscalizações por parte dos órgãos de controle.

6) Redução da infiltração de água no solo devido à compactação provocada pelo uso das carroças, animais e, principalmente, pelo uso de maquinarias. Nas figuras 64, 64, 65, 70 e 71 observa-se as marcas de pneus de carroças, caminhões caçambas, trator pá carregadeira e retroescavadeira.

7) Ocorrência de processos de erosão no solo com a consequente depreciação de sua qualidade.

8) Dano à microbiota do solo como resultado da redução de sua fertilidade, plasticidade e aeração, provocada pela compactação do solo e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo ficou exposto.

9) Prejuízo à flora terrestre devido a remoção de vegetação nativa para manutenção da rede viária e acesso ao leito do rio, para a retirada e estocagem de areia, numa área considerada de preservação permanente.

10) A flora aquática pode ser impactada como consequência dos trabalhos de retirada e estocagem de material, devido a presença de maquinaria pesada, carroças e animais no leito do rio.

11) Diminuição espacial do habitat silvestre decorrente da supressão da cobertura vegetal, bem como estresse da fauna silvestre, ocasionado pelo aumento da presença humana no local e da produção de sons provocados por tratores e caminhões caçambas.

12) Impactos em animais aquáticos ocultos nas jazidas de areia. Nas operações de retirada e estocagem do material pode acontecer a morte de várias espécies de animais aquáticos e a redução da sua base genética.

13) O aspecto paisagístico da área de extração de areia é bastante afetado, como resultado da supressão da vegetação e das “panelas” (crateras) que surgem pela atividade exploratória. Nas figuras 59, 60, 63, 67 e 70 é possível perceber a descaracterização natural pela atividade minerária.

14) Os Riscos de acidentes de trabalho podem ocorrer tanto pelas atividades praticadas pelos carroceiros, mas com maior potencial, pelo uso da maquinaria (trator pá carregadeira e caminhões caçambas), sendo possível nas cinco atividades impactantes que foram observadas nas áreas de extração de areia no município de Itaporanga/PB, com magnitude 3 para as atividades de retirada, estocagem e transporte do material quando se usa maquinaria.

15) O Uso de diferentes máquinas gera poluição sonora em todas as cinco atividades impactantes registradas.

Figura 59 – Área de extração de areia com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB, com compactação do solo por maquinaria



Fonte: Autoria própria.

Figura 60 – Supressão de vegetação em área de preservação permanente na área de extração de areia com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 61 – Surgimento de água do lençol freático decorrente do volume de areia extraído da área com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 62 – Embalagem de óleo lubrificante jogado no leito do rio Piancó na área com registro de licenciamento de Divaldo Dantas, município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 63 – Área com registro de licenciamento de Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB



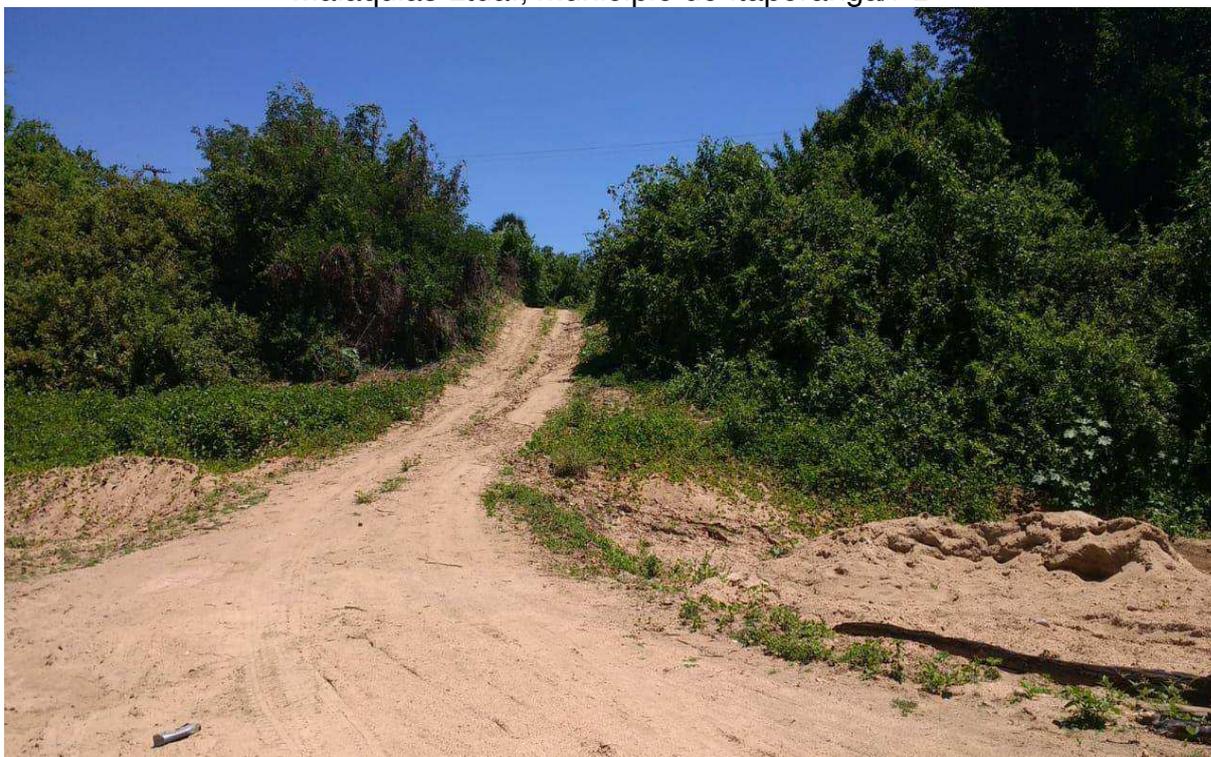
Fonte: Autoria própria.

Figura 64 – Compactação do solo provocado por maquinaria em área com registro de licenciamento de Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB



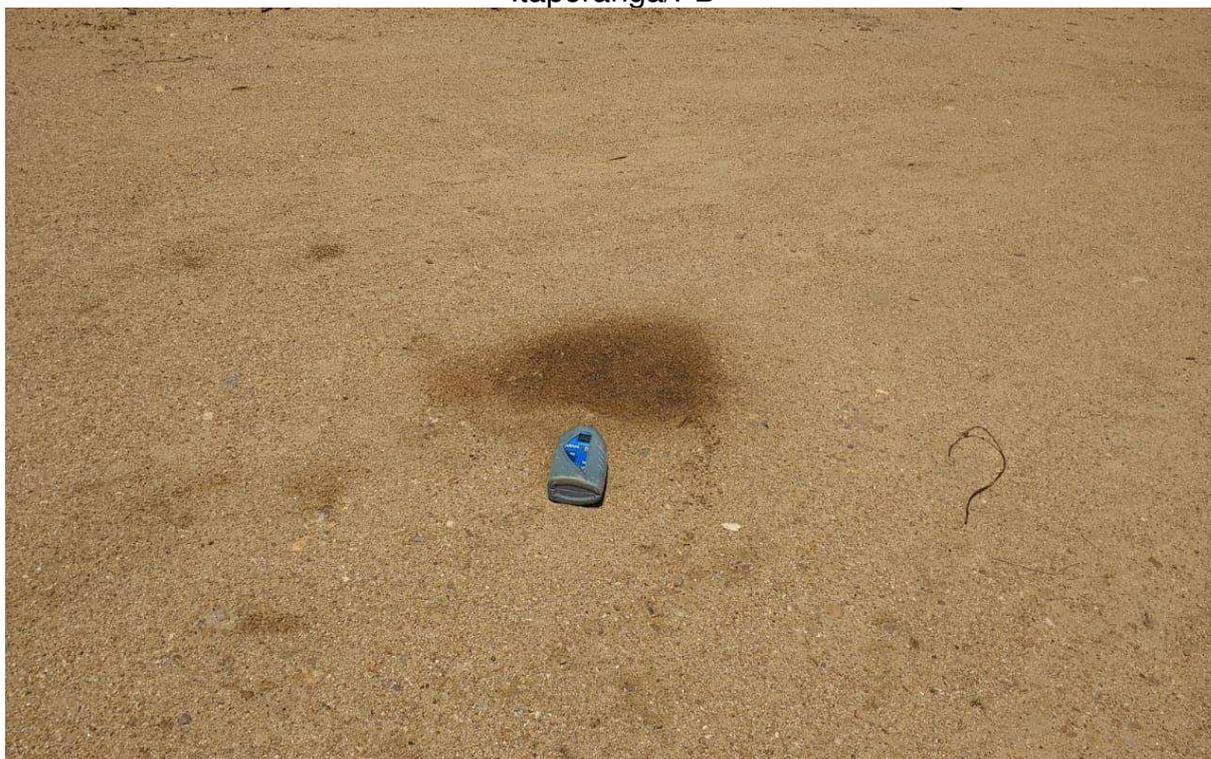
Fonte: Autoria própria.

Figura 65 – Supressão de vegetação em área de preservação permanente na área de extração de areia com registro de licenciamento de Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 66 – Embalagem e mancha de óleo lubrificante na área com registro de licenciamento do Depósito de Construção Malaquias Ltda., município de Itaporanga/PB



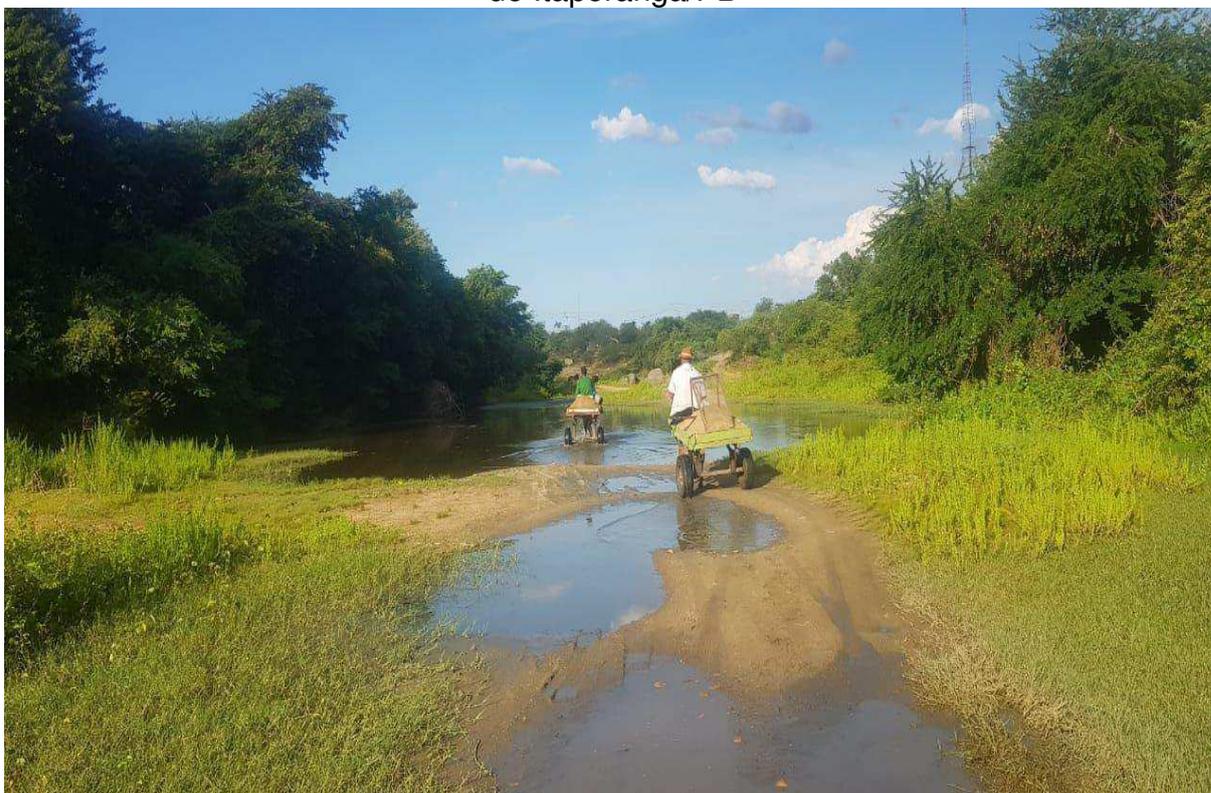
Fonte: Autoria própria.

Figura 67 – Área de extração de areia dos carroceiros no município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 68 – Carroceiros carregados de areia no do leito do rio Piancó/PB, município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 69 – Área de estocagem de areia utilizada pelos carroceiros no município de Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 70 – Área de extração de areia no Sítio Jardim de Cima, Itaporanga/PB



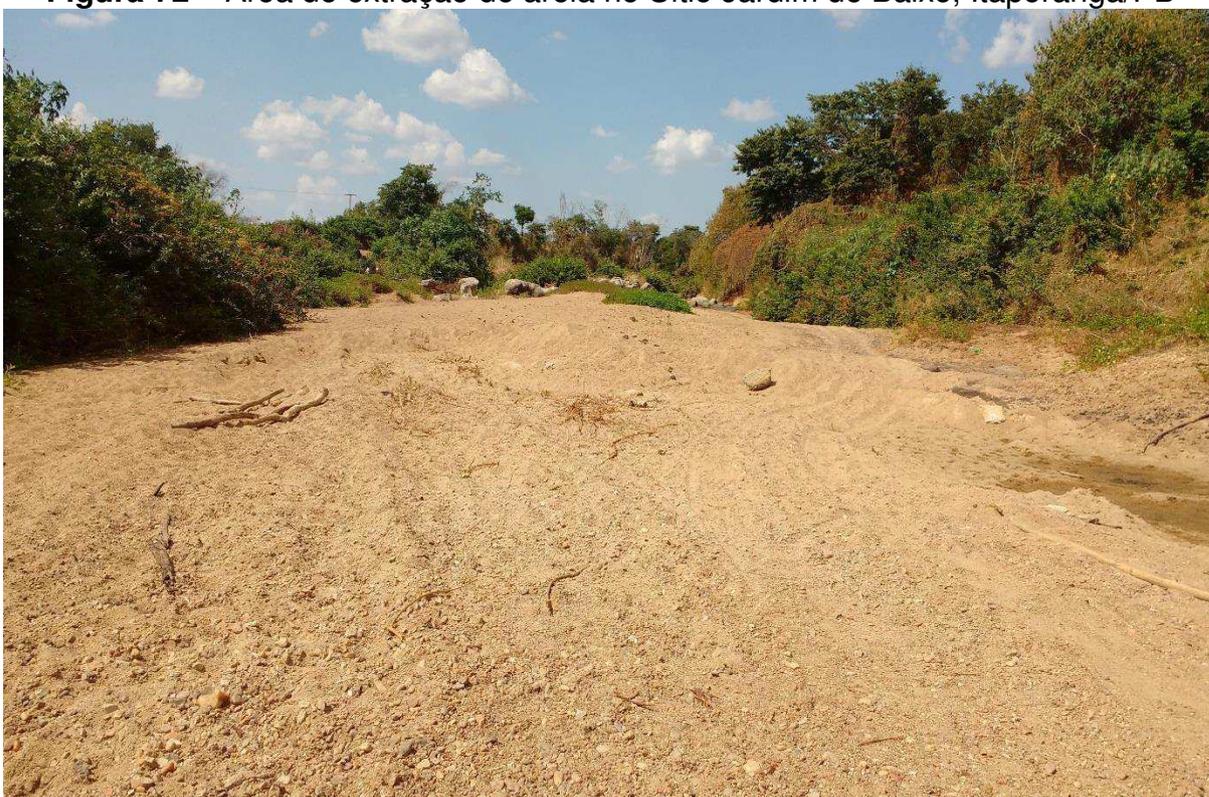
Fonte: Autoria própria.

Figura 71 – Via de acesso à área de extração de areia no Sítio Jardim de Cima, Itaporanga/PB, com supressão da vegetação de área de preservação permanente



Fonte: Autoria própria.

Figura 72 – Área de extração de areia no Sítio Jardim de Baixo, Itaporanga/PB



Fonte: Autoria própria.

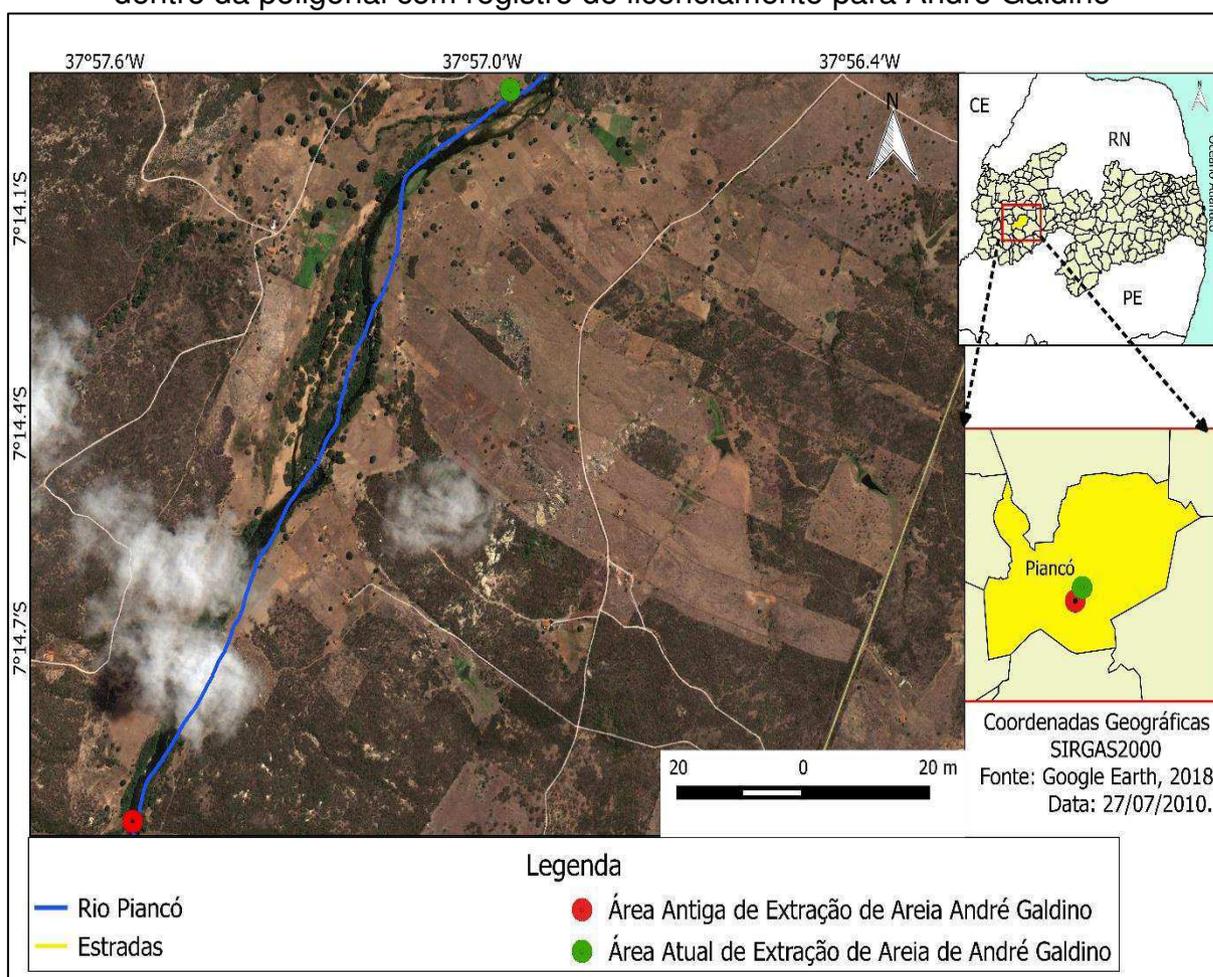
6.5 Áreas de extração de areia no município de Piancó/PB

6.5.1 Localização

Foram localizadas três áreas de extração de areia no município de Piancó/PB, bem como dois locais de estocagem. Por critérios de proximidade, modus operandi da extração e situação legal da área, foram divididas da seguinte forma:

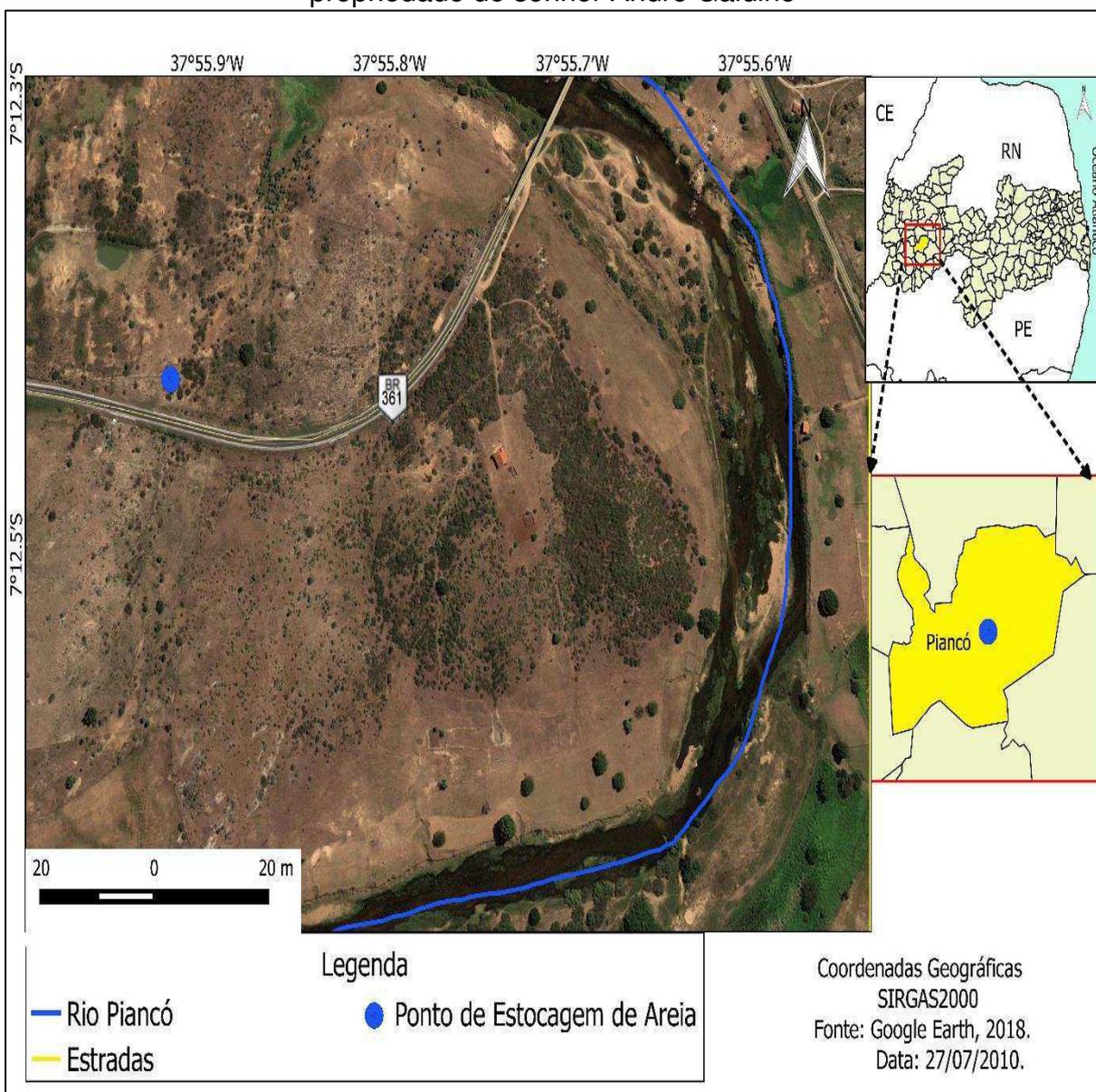
1. Duas áreas localizadas dentro da poligonal com registro de licenciamento na ANM para Antônio André Galdino Soares, coordenadas geográficas $7^{\circ}13'52,4''S$ e $37^{\circ}56'52,4''W$ e $7^{\circ}14'58,3''S$ e $37^{\circ}57'33,5''W$, ilustradas na figura 73, e um local de estocagem de areia, coordenadas geográficas $7^{\circ}12'25,9''S$ e $37^{\circ}55'57,0''W$ (figura 74).

Figura 73 – Localização de áreas de extração de areia no município de Piancó/PB, dentro da poligonal com registro de licenciamento para André Galdino



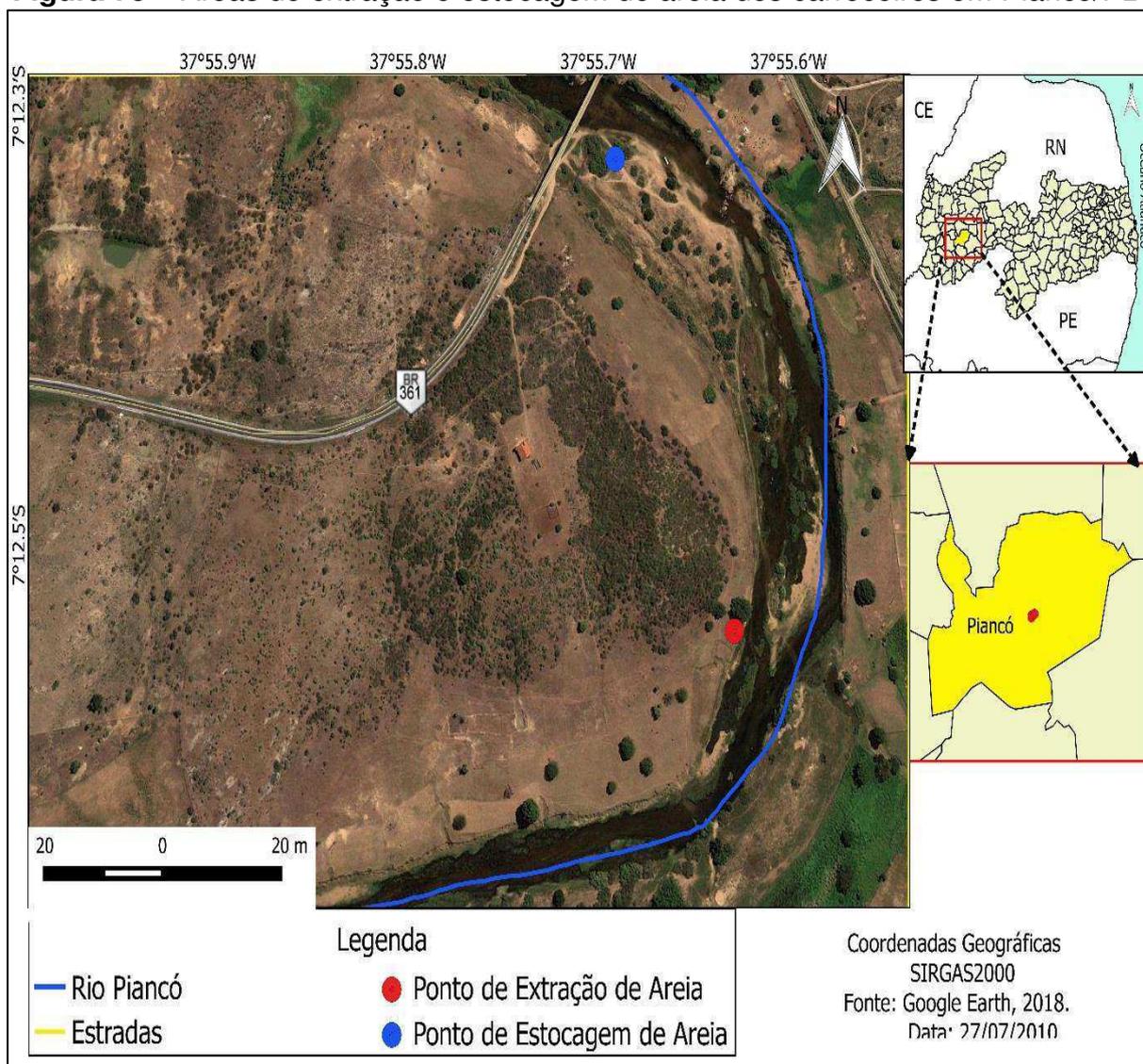
Fonte: Autoria própria.

Figura 74 – Localização da área de estocagem de areia no município de Piancó/PB, propriedade do senhor André Galdino



Fonte: Autoria própria.

2. Área de extração de areia dos carroceiros no município de Piancó/PB, com coordenadas geográficas 7°12'33,1"S e 37°55'35,6" W e área de estocagem de areia, com coordenadas geográficas 7°12'19,3"S e 37°55'39,4"W, como ilustrada na figura 49.

Figura 75 – Áreas de extração e estocagem de areia dos carroceiros em Piancó/PB

Fonte: Autoria própria.

6.5.2 Legalidade da exploração

O quadro 6 consta a situação do registro de licenciamento para extração de areia perante a ANM, concedido para Antônio André Galdino Soares.

Quadro 6 – Área com registro de licenciamento perante a ANM em Piancó/PB

PROCESSO	ÁREA_HA	TÍTULO	NOME TITULAR	MUNICÍPIO
846.043/2012	40,19	Licenciamento	Antônio André Galdino Soares	Piancó

Fonte: DNPM (2018).

As duas áreas de exploração de areia localizadas dentro da poligonal com registro de licenciamento para André Galdino, figura 73, se revestem de legalidade, estando regularizada a atividade exploratória perante a ANM e a SUDEMA. Diga-se de passagem, das treze áreas de extração de areia localizadas nos 110 Km de extensão do rio Piancó que fora objeto deste trabalho, apenas as duas sob responsabilidade do empresário André Galdino estão legalizadas, inclusive com o preenchimento do RAL (Relatório Anual de Lavra) e o recolhimento da tributação devida (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM).

A área de extração de areia mostrada na figura 75, explorada quase sempre por carroceiros da cidade de Piancó/PB, não possui título autorizativo por parte da ANM, bem como o devido licenciamento ambiental expedido pela SUDEMA, constituindo ilegal a atividade minerária e, portanto, sujeitando aos responsáveis as penalidades impostas pela legislação vigente.

6.5.3 Modus operandi

Nas áreas de exploração localizadas dentro da poligonal de André Galdino, a extração de areia ocorre com o uso do método de desmonte mecânico, por meio do uso de trator pá carregadeira, enquanto o transporte do material é realizado por caminhões caçambas.

Para permitir a continuidade do fornecimento de areia durante o período chuvoso, em que a extração de areia é interrompida devido a impossibilidade das máquinas operarem com água correndo na calha do rio, o empresário providencia uma grande estocagem de areia na área mostrada na figura 74. Imagem dessa área de estocagem pode ser observada na figura 89. Portanto, o uso desses estoques provoca o aumento do preço da areia no município de Piancó/PB, pois acontece uma diminuição da oferta do produto devido ao período chuvoso, bem como os custos de operação são mais altos para o empresário, tendo que carregar duas vezes os caminhões caçambas, uma vez na jazida e outra vez no depósito de estocagem, evidentemente, em momentos diferentes.

Já na área usada por carroceiros, o método utilizado para a extração de areia é o manual, por meio do uso de ferramentas como pás e enxadões. O transporte do mineral é realizado por meio de veículos de tração animal (carroças). Para acessar ao local da jazida, os carroceiros percorrem, aproximadamente, 500 m por dentro do leito

do rio Piancó, por vezes atravessando pontos com água. O retorno para os locais de entrega é o mesmo. Figura 91.

Objetivando também disporem de areia para fornecimento no período chuvoso, os carroceiros costumam realizar também estocagem do mineral na área ilustrada na figura 49 (ponto azul). Figura 92.

6.5.4 Análise dos impactos ambientais

6.5.4.1 Matriz de interação

6.5.4.1.1 Das áreas de extração e estocagem de areia do empresário André Galdino

Na tabela 17 é apresentada a matriz de interação de impactos no município de Piancó/PB, para as áreas de extração e de estocagem de areia do empresário André Galdino, com a indicação de identificação e valoração da importância e magnitude dos impactos detectados.

Das 299 relações de impactos possíveis, foram identificados e valorados 78 impactos ambientais, correspondente a 26,09% do preenchimento total da matriz. Figura 76. Foi o maior índice de preenchimento da matriz de interação obtido em nossa pesquisa, pouco superior aos resultados aferidos em Itaporanga/PB (áreas de Divaldo Dantas e Depósito Malaquias) e Diamante/PB. Esse resultado, levemente superior em Piancó/PB, pode ser explicado pelo registro do impacto positivo de arrecadação de tributo, por ser tratar de um empreendimento legalizado.

Em sua pesquisa denominada de “Avaliação Qualitativa de Impactos Ambientais Oriundos da Extração de Areia em Cursos d’Água”, Lelles (2004) obteve como resultado o preenchimento de 40% total da matriz. Resultado semelhante foi obtido por Nogueira (2016), preenchendo 40,79% da capacidade total da matriz de interação em seu trabalho intitulado “A Extração de Areia em Cursos d’Água e seus Impactos: Proposição de uma Matriz de Interação”. Segundo Lelles (2004), os pesquisadores que utilizaram em seus trabalhos científicos o método de matriz de interação para avaliação de impactos ambientais, alcançaram como resultado o preenchimento de no máximo 50% da capacidade total da matriz.

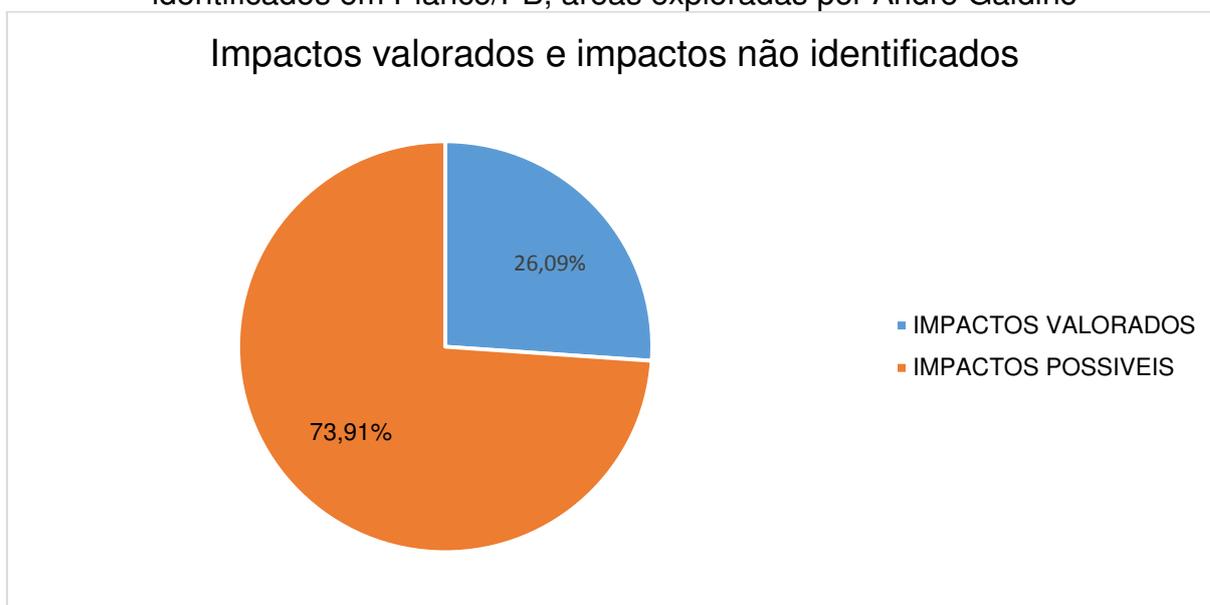
Tabela 17 – Matriz de avaliação de impactos ambientais em Piancó/PB – áreas de extração do empresário André Galdino

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'AGUA																							
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: André Galdino																							
LOCALIZAÇÃO: Município de Piancó/PB, coordenadas geográficas 7°13'52,4"S e 37°56'62,4"W / 7°14'58,3"S e 37°57'33,5"W																							
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																					
		MEIO FÍSICO										MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO							
		AR		RECURSO HÍDRICO				RECURSO EDÁFICO				FLORA		FAUNA									
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECADADAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE
M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	M I	
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																						
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																						
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																						
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	2 (-) 1	2 (-) 1					1 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1	2 (-) 1		2 (-) 1		2 (-) 1	2 1		2 1		2 1	2 (-) 1	2 (-) 1
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	2 (-) 1	2 (-) 1			2 (-) 2		1 (-) 1	1 (-) 1	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2		3 (-) 2		2 (-) 1					2 (-) 1	2 (-) 1
	INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																						
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	2 (-) 1	3 (-) 2	3 (-) 2			3 3	2 2	3 (-) 2	3 (-) 2		3 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	3 2	3 2	3 2	3 2	3 (-) 2	3 (-) 2
	ESTOCAGEM	2 (-) 1	3 (-) 2						3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	3 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 2	2 2	3 2	3 2	3 2	3 2	3 (-) 2	3 (-) 2
	DRENAGEM																						
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																						
	TRANSPORTE	2 (-) 1	2 (-) 1					2 2	2 (-) 2	2 (-) 2	3 (-) 1	2 (-) 2					2 2	3 2	3 2		3 2	3 (-) 2	2 (-) 2
DESATIVÇÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																						
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																						

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

Figura 76 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais valorados e não identificados em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino



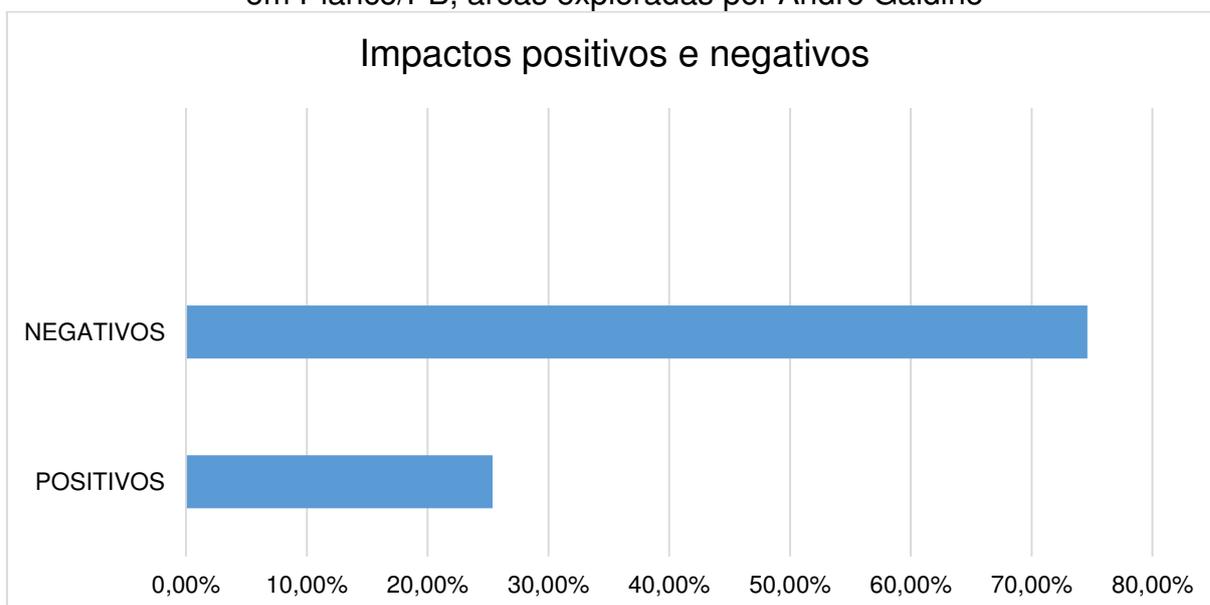
Fonte: Autoria própria.

Dos 78 impactos ambientais identificados, 58 foram impactos negativos, correspondente a 74,36%, enquanto 20 foram impactos positivos (25,64%), ilustrados na figura 77. Das áreas que utilizam maquinaria (trator e caminhões caçambas), as exploradas por André Galdino foram as que apresentam menor índice de impactos negativos e maior índice de impactos positivos. Essa leve variação para menos ou para mais, respectivamente, nos impactos negativos e nos impactos positivos, pode ser explicada pela legalidade do empreendimento, que, na maioria dos casos, termina por apresentar aspectos positivos que não são observados em explorações não legalizadas.

Os números observados, nesse estudo, encontram-se compatíveis com os resultados obtidos nas pesquisas realizadas por Lelles (2004) e Nogueira (2016), cujos dados apresentaram, respectivamente, 78,42% e 74,19% de impactos ambientais negativos.

Nobre Filho (2012), ao analisar a sustentabilidade ambiental da extração de areia, ao longo do canal ativo do rio Canindé, no município de Paramoti/CE, obteve os seguintes resultados: 64,4% de impactos adversos e 35,5% impactos de caráter benéfico.

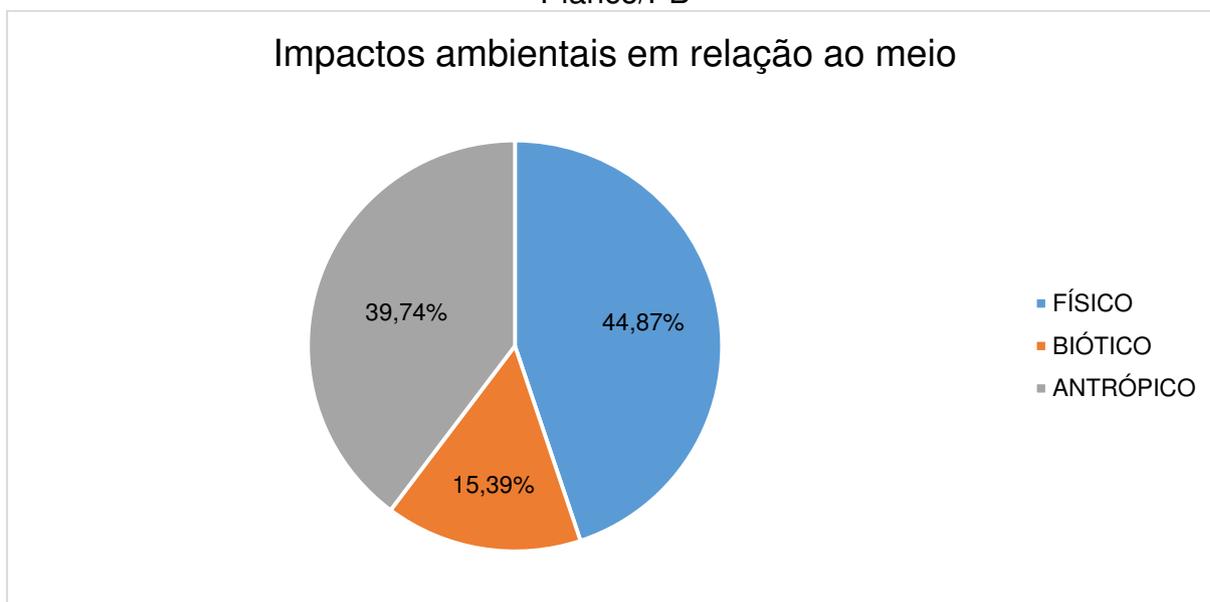
Figura 77 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais positivos e negativos em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino



Fonte: Autoria própria.

Analisando o meio em que ocorrem, dos 78 impactos ambientais identificados, 35 impactos acontecem no meio físico, correspondente a 44,87%, 12 impactos no meio biótico, equivalente a 15,39% e 31 impactos no meio antrópico, correspondente a 39,74%. Figura 78. O meio físico é o mais atingido pelos impactos ambientais decorrentes da mineração. Resultados semelhantes foram apurados em todas áreas analisadas em nossa pesquisa.

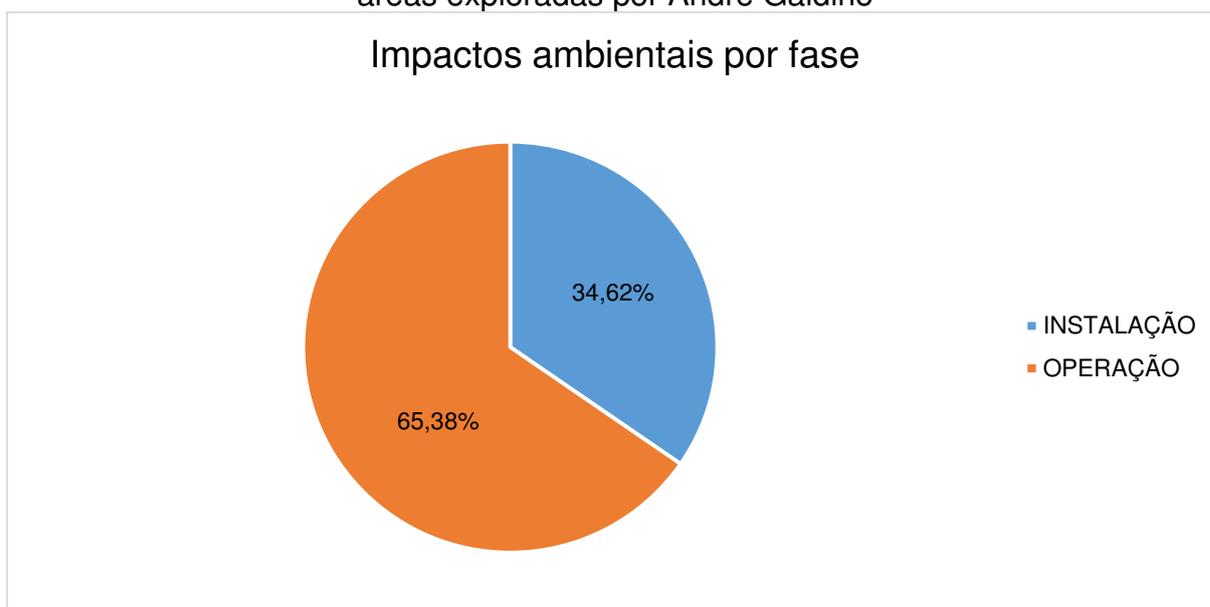
Figura 78 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais em relação ao meio em Piancó/PB



Fonte: Autoria própria.

Ao verificar em que fase ocorrem os 78 impactos ambientais identificados, 34,62% surgem na fase de instalação, enquanto a 65,38% acontecem na fase de operação. Figura 79. Pelos resultados obtidos, fica evidente que a fase de operação é a de maior concentração de impactos ambientais, pois é nela que estão as atividades mais impactantes: retirada, estocagem e transporte de areia.

Figura 79 – Gráfico de ponderação dos impactos ambientais por fase em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino

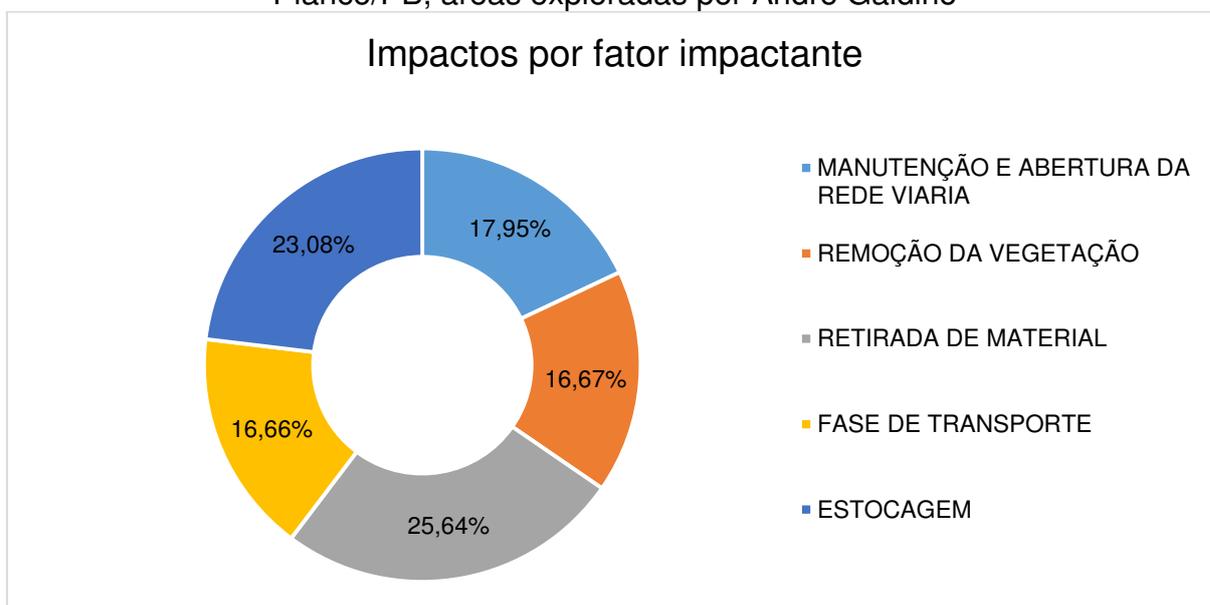


Fonte: Autoria própria.

Averiguando os fatores impactantes, dos 78 impactos ambientais identificados, 17,95% são na abertura e manutenção da rede viária, dos quais 78,57% são impactos negativos e 21,43% impactos positivos; 16,67% são na remoção da vegetação, destes 100% são impactos negativos; 25,64% são na retirada do material, dos quais 65% de impactos negativos e 35% de impactos positivos; 23,08% são na estocagem, sendo 72,22% de impactos negativos e 27,78% de impactos positivos; e, 16,66% no transporte, distribuídos em 61,64% de impactos negativos e 38,46% de impactos positivos.

A figura 80 ilustra os impactos ambientais por fator impactante. As atividades mais impactantes são a retirada do material e a estocagem do material, ambas com números elevados de impactos ambientais negativos.

Figura 80 – Gráfico de ponderação dos impactos por fator impactante em Piancó/PB, áreas exploradas por André Galdino

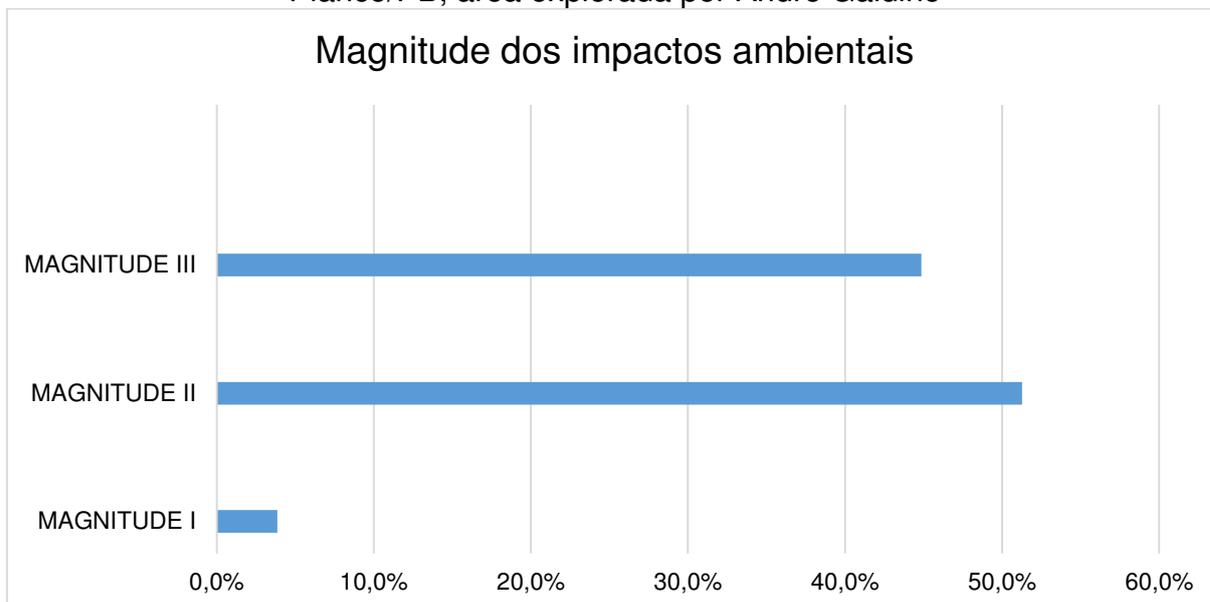


Fonte: Autoria própria.

Ao pesquisar os valores apurados com relação a magnitude dos impactos, foram obtidos os seguintes resultados: 3,85% dos impactos identificados foram classificados como magnitude 1, 51,28% como magnitude 2 e 44,87% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Não foram classificados nenhum impacto como magnitude 4 e 5. Na figura 81, consta a representação gráfica desses resultados. Foi observado um aumento considerável da magnitude de impactos classificada como 3 nas áreas exploradas por André Galdino, em Piancó/PB. Tal fenômeno pode ser explicado por ser a área que se extrai os maiores volumes de areia de todas as áreas objetos dessa pesquisa, tendo como consequência que os impactos ambientais tenham a magnitude mais elevada.

Apesar dessa elevação dos índices de magnitude 3, para Nogueira (2016), ao não encontrar nenhuma interação superior a 3 em sua pesquisa realizada no rio Paraibuna, no município mineiro de Matias Barbosa, significa que o empreendimento é de pequeno porte e, por consequência, seus impactos tendem a possuir magnitude reduzida. Investigando a extração de areia ao longo do canal ativo do rio Canindé, no município cearense de Paramoti, Nobre Filho et al. (2012), utilizando uma classificação um pouco diferente em relação a magnitude, obteve os seguintes resultados: “86,6% são de pequena magnitude, 13,3% são de média magnitude e nenhum impacto de grande magnitude foi registrado”.

Figura 81 – Gráfico de ponderação da magnitude dos impactos ambientais em Piencó/PB, área explorada por André Galdino



Fonte: Autoria própria.

6.5.4.1.2 Das áreas de extração e de estocagem de areia utilizadas pelos carroceiros em Piencó/PB

A matriz de interação de impactos em áreas de extração e de estocagem de areia utilizada por carroceiros no município de Piencó/PB, com a identificação e valoração da importância e magnitude dos impactos observados, é apresentada na tabela 18.

Das 299 possíveis relações de impactos da matriz, foram identificados e valorados 63 impactos ambientais, equivalente a 21,07% do preenchimento total da matriz. O resultado é rigorosamente igual ao obtido para as áreas de extração e de estocagem de areia dos carroceiros no município de Itaporanga/PB. Tal fato decorre de características similares, tais como: modelo manual de extração de areia, quantidade de carroceiros, extensão da área explorada, necessidade de deslocamento no leito do rio para chegar e sair da jazida de areia e local de extração, embaixo ou nas proximidades da ponte da BR-361 sob o rio Piencó, nas imediações da zona urbana do município de Piencó/PB.

Tabela 18 – Matriz de avaliação de impactos ambientais em Piancó/PB – áreas de extração dos carroceiros

MATRIZ DE AVALIAÇÃO DE IMPACTOS - EXTRAÇÃO DE AREIA EM CURSO D'AGUA																									
EMPREENDIMENTO/RESPONSÁVEL: Não identificado																									
LOCALIZAÇÃO: Município de Piancó/PB, coordenadas geográficas 7°12'33,1"S e 37°55'35,6"W / 7°12'19,3"S e 37°55'39,4"W																									
FASE	ATIVIDADE IMPACTANTE	FATORES AMBIENTAIS																							
		MEIO FÍSICO								MEIO BIÓTICO				MEIO ANTRÓPICO											
		AR		RECURSO HÍDRICO						RECURSO EDÁFICO			FLORA		FAUNA										
		PARTÍCULAS SÓLIDAS	GASES DE MOTORES	GEOMORFOLOGIA FLUVIAL	TURBIDEZ	ASSOREAMENTO	DESSOREAMENTO	VAZÃO	CONTAMINAÇÃO POR ÓLEO/LUBRIFICANTE	COMPACTAÇÃO	EROSÃO	MICROBIOTA	TERRESTRE	AQUÁTICA	TERRESTRE	AQUÁTICA	ASPECTO PAISAGÍSTICO	EMPREGO	OFERTA DE AREIA	CRESCIMENTO DO COMÉRCIO	ARRECADADAÇÃO DE TRIBUTOS	DESENVOLVIMENTO REGIONAL	RISCO DE ACIDENTE	POLUIÇÃO SONORA	
M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I	M	I		
INSTALAÇÃO	REGISTRO DE EXTRAÇÃO DE AREIA																								
	AQUISIÇÃO DE FATORES DE PRODUÇÃO																								
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																								
	ABERTURA/MANUTENÇÃO DE REDE VIÁRIA	1 (-)	1							1 (-)	1	1 (-)	1	1 (-)	1	1 (-)	2	1			1	1	1 (-)	1	
	REMOÇÃO DA VEGETAÇÃO	1 (-)	1			2 (-)	2		1 (-)	1	2 (-)	2	2 (-)	2	2 (-)	2	2 (-)						2 (-)	1	
	INSTALAÇÃO DAS ESTRUTURAS																								
OPERAÇÃO	RETIRADA DO MATERIAL	1 (-)	1	2 (-)	2		2	2	1	2		2 (-)	2	2 (-)	1 (-)	1	2 (-)	2	2 (-)	2	2	2	2	2 (-)	2
	ESTOCAGEM	1 (-)	1	2 (-)	2						2 (-)	1	2 (-)	1 (-)	1	2 (-)	2	2 (-)	3 (-)	2	2	2	2	2 (-)	2
	DRENAGEM																								
	CONTRATAÇÃO DE MÃO DE OBRA																								
	TRANSPORTE	1 (-)	1						1	2		1 (-)	2	2 (-)	1	2 (-)	1	2 (-)		2	2	2	2	2	3 (-)
DESATIVACÃO	RETIRADA DAS ESTRUTURAS DE ESTAÇÃO DE AREIA																								
	RECUPERAÇÃO E REABILITAÇÃO DA ÁREA																								

Atributos: M - Magnitude (1 - 5) / I - Importância (1 - 3)

Fonte: Autoria própria.

Comparando com os resultados aferidos nas áreas de extração do empresário André Galdino, em Piancó/PB, que teve um preenchimento de 26,09%, acontece uma redução para 21,07% das relações de impactos possíveis na matriz área exploratória dos carroceiros de Piancó/PB. Os números mais elevados nas áreas de André Galdino decorrem da utilização de maquinaria, do volume de extração e de maior área de exploração de areia.

Em sua pesquisa, Lelles (2004) obteve como resultado o preenchimento de 40% total da matriz.

Nogueira (2016), em seu trabalho, alcançou resultado bem parecido, preenchendo 40,79% da capacidade total da matriz de interação.

De acordo com Lelles (2004), os pesquisadores que utilizaram em seus trabalhos científicos o método de matriz de interação, para realizar a avaliação de impactos ambientais, alcançaram como resultado o preenchimento de, no máximo, 50% da capacidade total da matriz.

Os demais resultados obtidos nas áreas de extração e de estocagem de areia, usadas pelos carroceiros no município de Piancó/PB, são os seguintes: classificação em impactos negativos (73,02%) e impactos positivos (26,98%); com referência aos meios físico (39,68%), biótico (23,81%) e antrópico (36,51%); relativo as fases de instalação (31,75%) e operação (68,25%). No que diz respeito as atividades impactantes de abertura e/ou manutenção de uma rede viária (15,87%, dos quais 80% são negativos e 20% são positivos), remoção da vegetação (15,87%, dos quais 100% são negativos), retirada do material (25,40%, dos quais 62,5% são negativos e 37,5% são positivos), estocagem do material (22,22%, dos quais 71,43% são negativos e 28,57% são positivos) e transporte (20,64%, dos quais 61,54% são negativos e 38,46% são positivos); com relação a magnitude de impactos, 39,68% receberam o enquadramento como magnitude 1, 57,14% receberam o enquadramento como magnitude 2 e 3 e 18% como magnitude 3, numa escala de 1 a 5. Observou-se que esses resultados também estão em consonância com os obtidos nas áreas de extração e estocagem de areia, usadas pelos carroceiros no município de Itaporanga/PB.

Destaca-se que os motivos são os mesmos apontados anteriormente, por ocasião da análise do preenchimento da matriz.

6.5.4.2 Elaboração do checklist

Baseando-se nos dados obtidos a partir da matriz de interação, por meio da utilização do método checklist, são listados e discutidos os impactos ambientais positivos e negativos em todas as áreas de extração de areia no município de Piancó/PB, tendo por base listagens de verificação elaboradas por Lelles (2004), Rufino et al. (2008), Nobre Filho et al. (2012) e Nogueira (2016).

Impactos positivos:

1) Geração de emprego: Nas áreas exploratórias do empresário André Galdino, seus trabalhadores são contratados de maneira formal, com todas as vantagens e garantias trabalhistas e previdenciárias. De todas as áreas analisadas, é única em que ocorre essa geração de emprego formal. Isso é uma das consequências positivas de um empreendimento legalizado. Existem dois caçambeiros autônomos que prestam serviço para o mencionado empresário.

Na área de exploração dos carroceiros em Piancó/PB vigora o emprego informal. Apesar da natureza ilegal da extração de areia, a atividade proporciona a geração de ocupação laboral informal e renda para dezenas de carroceiros.

2) Oferta de areia: Em que pese o município de Piancó/PB ter a terceira maior população das cidades do Vale do Piancó, é a edilidade de melhor IDH e renda per capita dos municípios da região (IBGE, 2018). Portanto, para manter o seu crescimento, é importante a disponibilidade de oferta de areia extraída no próprio município, reduzindo os custos com o transporte, que é o principal componente do preço final do produto. Em volume de extração de areia, Piancó/PB fica apenas atrás do município de Itaporanga/PB. Porém, a maior área exploratória de areia em todo o Vale do Piancó pertence ao empresário André Galdino, a qual está localizada no município de Piancó/PB.

3) Crescimento do comércio: Com a necessidade de aquisição de meios de produção, combustíveis, óleos lubrificantes e peças de veículos, o comércio local é beneficiado diretamente. A atividade comercial no município de Piancó/PB também é impulsionada pela própria comercialização de areia realizada pelos estabelecimentos do ramo de construção civil.

4) Contribuição para o desenvolvimento regional: As cidades que compõem a região denominada do Vale do Piancó serão beneficiadas indiretamente como

decorrência da melhoria dos indicadores de emprego, renda e urbanismo no município de Piancó/PB.

5) Diminuição do assoreamento: A retirada de areia da calha do rio Piancó tem um efeito positivo no desassoreamento do curso d'água, minimizando os impactos de cheias nos períodos de chuvas fortes. Na figura 87, é possível visualizar o surgimento de água do lençol freático, consequência da retirada da camada superior de areia. Outro ponto importante decorrente do aprofundamento do canal do rio é a retenção de parte do sedimento que flui a cada ano hídrico, evitando que este material alcance as barragens e açudes rio abaixo, como é o do estratégico reservatório Curema-Mãe d'Água. Oportuno registrar que a foz do rio Piancó no açude de Curema, fica localizada no município de Piancó/PB, e não no município de Coremas/PB, como muitos imaginam.

As figuras 84, 85 e 86 mostram em períodos diferentes o aspecto positivo do desassoreamento do rio advindo da extração de areia. Após um período de nove meses sem atividade exploratória, o local que denominamos de antiga área de extração de areia de André Galdino, após receber os sedimentos advindos do período chuvoso do ano de 2018, acumulou novamente grande quantidade de areia, repondo completamente os volumes antes do início da mineração no local.

6) Melhoria na vazão de água: Também como resultado do desassoreamento, a vazão de água na calha do rio é facilitada, pois as águas, quando chegam no período da quadra chuvosa na região (fevereiro a maio), encontrarão menores volumes de areia para transposição e infiltração.

7) Arrecadação de tributo, mediante o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM). O correspondente a 60% dessa tributação é repassado pela União para Piancó/PB, único município, entre aqueles citados neste trabalho, beneficiado com a arrecadação de tributo advindo da extração de areia no Rio Piancó, devido a legalidade exploratória do empreendimento do empresário André Galdino.

Impactos negativos:

1) A qualidade do ar é comprometida com a emissão, para a natureza, de partículas sólidas e de gases de combustão, principalmente, como consequência do uso de tratores e caminhões caçambas. Na área explorada pelos carroceiros de

Piancó/PB está livre da ocorrência de poluentes por gases de combustão, já que não há emprego de maquinarias.

2) A geomorfologia fluvial é alterada como consequência da retirada de areia. Com a eliminação de barramento naturais ou facilitação na formação de sedimentos, pode provocar interferência no padrão de circulação das correntes e na velocidade do fluxo da água. Quando ocorre essa interferência, os processos de erosão e desestabilização das margens e taludes são dinamizados quando o rio recebe volumes consideráveis de água.

3) Assoreamento pode ser ocasionado pela retirada da vegetação para a manutenção da rede viária e acesso a jazida de areia.

4) Interferência da vazão do curso d'água pode ocorrer devido à supressão da cobertura vegetal e da compactação do solo.

5) Contaminação do solo e da água por óleo e lubrificantes utilizados nos tratores e caminhões caçambas, com maior importância e magnitude nas atividades de retirada, estocagem e transporte do material nas áreas de extração de Areia de André Galdino. Evidentemente, na área de extração dos carroceiros, não existe a ocorrência de tal impacto ambiental.

6) Diminuição da capacidade do solo de infiltrar água devido à compactação provocada pelo uso das carroças, animais e, principalmente, pelo uso de maquinarias. Nas figuras 82, 83, 84, 87, 88, 90 e 91, observa-se as marcas de pneus de carroças e máquinas pesadas, além das próprias máquinas e veículos no leito do rio.

7) Incidência de processos erosivos no solo com a consequente depreciação de sua qualidade.

8) Prejuízo à microbiota do solo como resultado da redução de sua fertilidade, plasticidade e aeração, provocada pela compactação do solo e da remoção da matéria orgânica nas áreas onde o solo ficou exposto.

9) Dano à flora terrestre devido a remoção de vegetação nativa para manutenção da rede viária e acesso ao leito do rio, bem como para a retirada de areia, numa área considerada de preservação permanente.

10) Impacto sobre a flora aquática como resultado das atividades de retirada e transporte do material, devido a presença de maquinaria pesada, carroças e animais no leito do rio.

11) Redução espacial do habitat silvestre decorrente da supressão da cobertura vegetal, bem como estresse da fauna silvestre, ocasionado pelo aumento da presença

humana no local e da produção de sons provocados por tratores e caminhões caçambas.

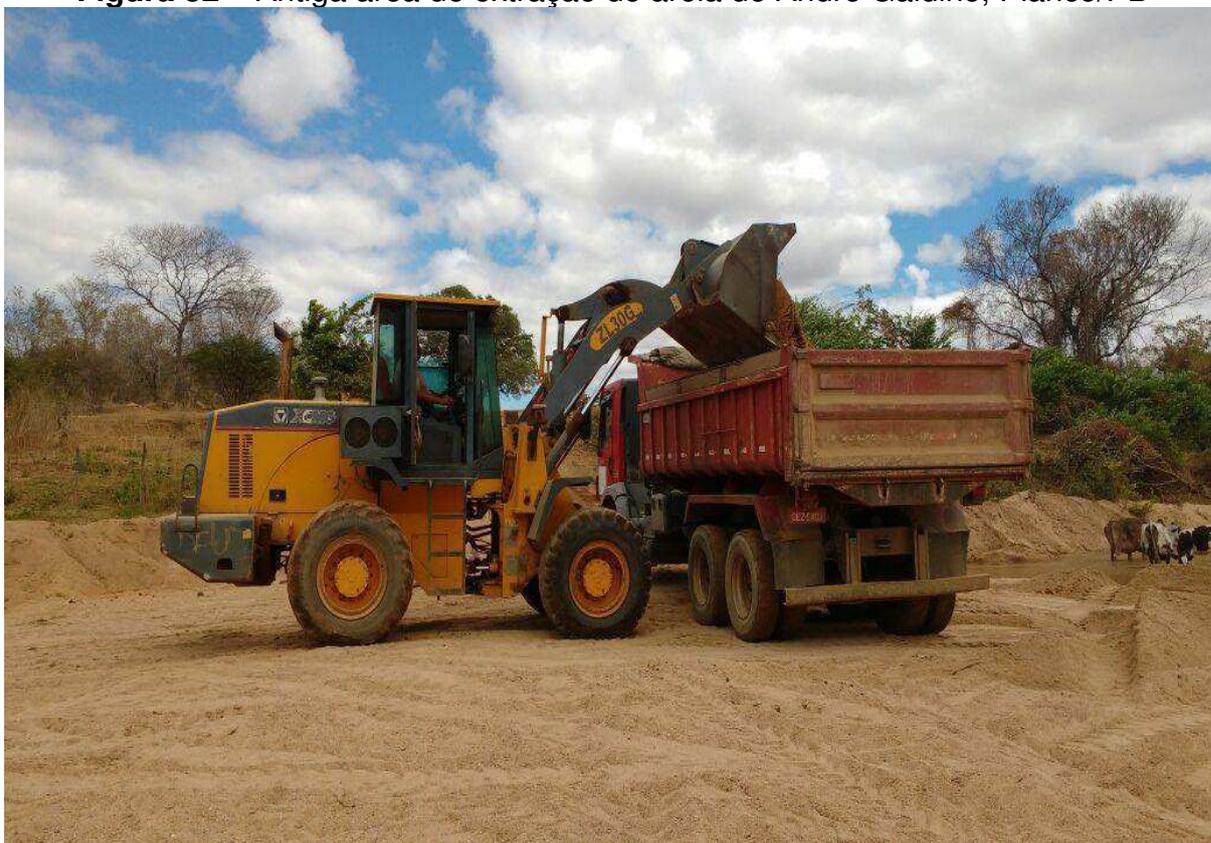
12) Impactos em animais aquáticos ocultos nas jazidas de areia. Nas operações de retirada do material pode acontecer a morte de várias espécies de animais aquáticos e a redução da sua base genética.

13) Afetação do aspecto paisagístico da área de extração de areia, como resultado da supressão da vegetação e das “panelas” (crateras) que surgem pela atividade exploratória. Nas figuras 83, 87, 90 e 91 é possível perceber a descaracterização natural pela atividade minerária.

14) Os Riscos de acidentes de trabalho podem ocorrer tanto pelas atividades praticadas pelos carroceiros, mas com maior potencial, pelo uso da maquinaria (trator pá carregadeira e caminhões caçambas).

15) O Uso de diferentes máquinas gera poluição sonora em todas as cinco atividades impactantes registradas.

Figura 82 – Antiga área de extração de areia de André Galdino, Piancó/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 83 – Supressão de vegetação na antiga área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 84 – Máquinas trabalhando no leito do rio Piancó, antiga área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB. Foto de 20/09/2017



Fonte: Autoria própria.

Figura 85 – Antiga área de extração de areia de André Galdino no período chuvoso.
Foto em 30/04/2018



Fonte: Autoria própria.

Figura 86 – Antiga área de extração de areia de André Galdino após 9 meses sem atividade exploratória. Foto em 18/09/2018



Fonte: Autoria própria.

Figura 87 – Atual área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 88 – Máquina trabalhando na atual área de extração de areia de André Galdino, município de Piancó/PB. Perceptível a compactação do solo e a supressão da vegetação para construção de uma via de acesso ao leito do rio



Fonte: Autoria própria.

Figura 89 – Área de estocagem de areia de André Galdino, município de Piancó/PB



Fonte: Autoria própria.

Figura 90 – Área de extração de areia dos carroceiros no município de Piancó/PB



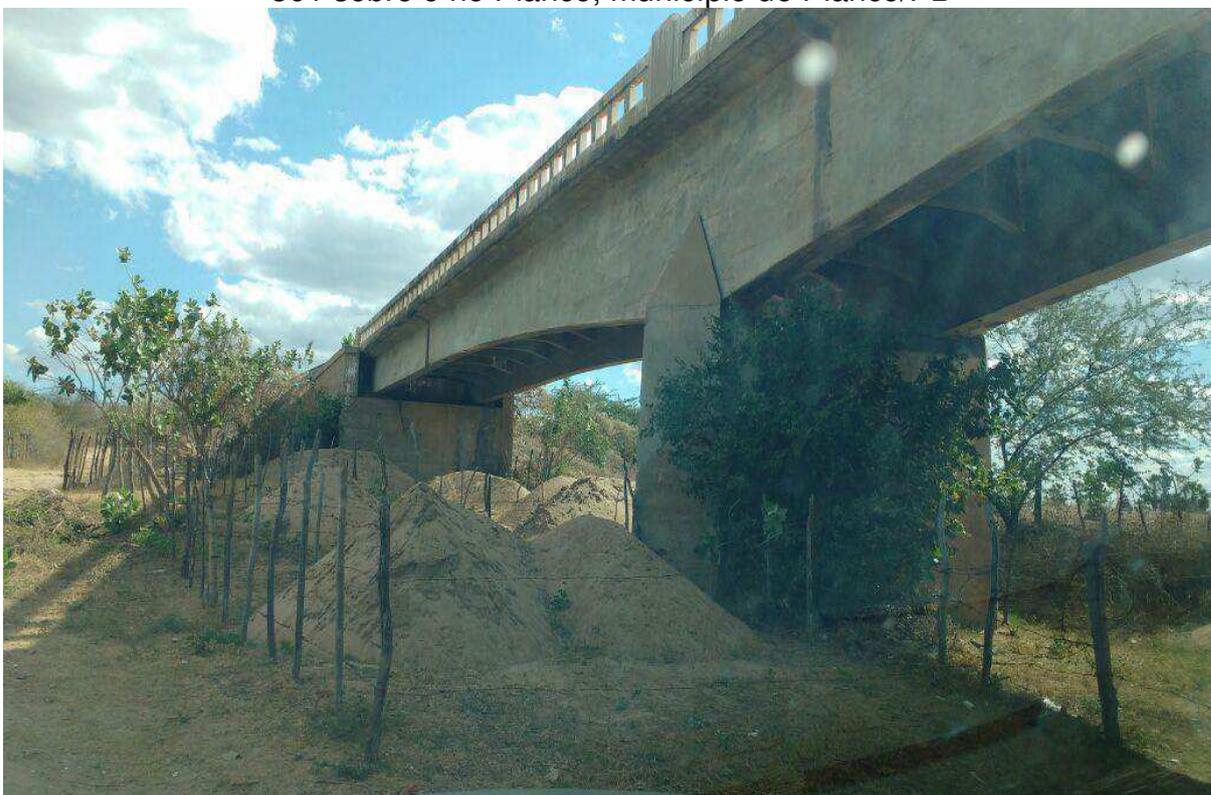
Fonte: Autoria própria.

Figura 91 – Marcas de pneus de carroças e de veículo e rastros de animais em via improvisada no leito do rio Piancó, município de Piancó/PB, utilizada pelos carroceiros



Fonte: Autoria própria.

Figura 92 – Área de estocagem de areia dos carroceiros, embaixo da ponte da BR-361 sobre o rio Piancó, município de Piancó/PB



Fonte: Autoria própria.

6.6 Proposição de medidas de controle ambiental

Os resultados obtidos nessa pesquisa demonstram que em todas as áreas estudadas mais de 70% dos impactos ambientais decorrentes da extração de areia no rio Piancó são negativos. Isso denota a necessidade da adoção de medidas preventivas ou mitigadoras do efeito desses impactos sobre o meio ambiente. Em contrapartida, os dados também mostram que a atividade de mineração de areia proporciona impactos positivos, os quais devem ser valorizados e potencializados.

Uma característica marcante da mineração de areia no rio Piancó/PB é a ilegalidade da atividade. Das treze áreas identificadas e estudadas de extração de areia, apenas duas estão legalizadas, ambas localizadas dentro da mesma área (poligonal) licenciada para o empresário André Galdino.

Essa situação de ilegalidade, que se arrasta por algumas décadas, demonstra a falta de fiscalização por parte dos órgãos ambientais e de mineração, os quais apresentam muitas carências de recursos humanos e materiais.

Como a clandestinidade e a informalidade de uma atividade econômica gera diversos prejuízos ao Poder Público e a sociedade em geral, é imperioso promover a regularização das áreas de lavras atualmente exploradas. Cabe uma ação conjunta e coordenada de órgãos federais como a ANM e ANA, estadual como a SUDEMA, prefeituras municipais, além do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piancó-Piranhas-Açu, de preferência com a supervisão do Ministério Público Federal, a fim de encontrar mecanismos para promover e proporcionar a legalização dessas áreas.

Com relação aos carroceiros e caçambeiros, propõe-se a criação de uma ou mais cooperativas ou outra forma de associativismo, proporcionando um maior poder de representatividade perante o Poder Público, bem como a capacidade de regularização das jazidas. Certamente, melhor organizados, terão condições de explorar com maior eficiência o mineral, as condições de trabalho e renda serão melhoradas, bem como a gestão ambiental sairá fortalecida. Necessário que o Poder Público Municipal crie as condições necessárias para implementação dessas cooperativas, inclusive com apoio de pessoal.

Importante que a prioridade para legalização das jazidas seja dada as pessoas que exploram a atividade atualmente, pois em caso contrário, elas continuarão explorando clandestinamente areia.

A seguir, listamos algumas medidas mitigadoras de impactos ambientais negativos que deveriam ser adotadas pelos areeiros:

1) Efetuar, periodicamente, revisão mecânica nas máquinas e veículos utilizados para a extração e transporte de areia, bem como acondicionar e manusear adequadamente óleos, graxas e lubrificantes, de maneira a impedir a contaminação dos recursos hídricos e dos solos;

2) Evitar o excesso de compactação do solo e a retirada indiscriminada da vegetação;

3) Na implantação ou manutenção da rede viária, procurar minimizar o número de estradas e acessos ao rio, com menor interferência possível na vegetação;

4) Otimizar a realização de tarefas nas jazidas, de maneira a reduzir o tempo de operação de tratores, minimizando a geração de ruídos e poeira, bem como a emissão de gases de combustão;

5) Cobrir devidamente a areia com lona ou material similar por ocasião do transporte;

6) Utilizar abafador de ruído nas máquinas, bem como protetores auriculares para os trabalhadores;

7) Implantar projetos de revegetação das áreas degradadas;

8) Evitar utilizar trajetos de deslocamentos por dentro do leito do rio, como tem ocorrido com os carroceiros em Itaporanga/PB e Piancó/PB;

9) Proibir a retirada de areia das margens ou áreas próximas;

10) Procurar encontrar áreas para estocagem de areia com uma distância de segurança de no mínimo 500 metros do rio Piancó, a fim de evitar que o mineral, no período chuvoso, seja levado novamente ao leito do curso d'água, contribuindo para seu assoreamento.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados alcançados, extraíram-se as seguintes conclusões:

1. Foram localizadas e georreferenciadas treze áreas de extração de areia na área de estudo, sendo que destas, onze são ilegais conforme determinam as legislações minerária e ambiental.

2. Os métodos utilizados para exploração do mineral são o manual e o desmonte mecânico.

3. Mediante a utilização do método de avaliação matriz de interação, complementado pelo método lista de verificação (checklist), foi possível analisar e determinar os impactos ambientais em cada área de exploração de areia identificada, sendo que a maior incidência destes é negativo (70% ou mais), mas de baixa e média magnitude.

4. Os impactos ambientais negativos nas áreas de mineração de areia identificadas no rio Piancó afetam a qualidade do ar, os recursos hídricos, o solo, a fauna, a flora e os aspectos paisagísticos.

5. A ilegalidade da extração de areia potencializa os impactos ambientais negativos, pois é uma lavra que não é submetida a um licenciamento ambiental, inclusive de um plano de recuperação de área degradada (PRAD).

6. A ilicitude da atividade minerária gera prejuízos financeiros aos municípios e as populações de tais localidades pelo não recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), bem como para os areeiros que exercem atividades laborais sem garantias dos direitos trabalhistas e previdenciários.

7. A atividade minerária de extração de areia, por ser a base da construção civil, tem uma importância relevante para o desenvolvimento econômico e social dos seis municípios que compõem a área de estudo dessa pesquisa, gerando emprego, renda e possibilitando melhoramentos significativos na urbanização dos centros urbanos, especialmente em áreas como habitação, rede viária, infraestrutura e saneamento.

8. O desassoreamento do canal do rio Piancó constitui outro importante impacto positivo, pois reduz os riscos de inundações nos períodos de chuvas mais intensas e retém com mais intensidade os sedimentos que fluem a cada ano hídrico, o que impede que o material alcance reservatórios rio abaixo, como o estratégico complexo Curema-Mãe d'Água.

9. Para tirar da informalidade e da ilegalidade mais de uma centena de exploradores de areia do vale do Piancó, carroceiros, operadores de máquinas e caçambeiros, é de fundamental significância a criação de uma ou mais cooperativas de extração mineral ou outra forma de associativismo.

Com a utilização de medidas visando reduzir os impactos ambientais negativos decorrentes da extração de areia, bem como a legalização da atividade, a mineração de areia no rio Piancó é totalmente possível e viável. O desenvolvimento da mineração de areia precisa ser analisado com base em uma visão ampla, traçada em projetos que envolvam os aspectos sociais, econômicos e ambientais, os quais sejam perfeitamente contemplados na exploração do mineral, almejando desta maneira, a concretização do desenvolvimento sustentável da atividade.

A preservação ambiental do rio Piancó adquire maior importância em virtude de ser previsto a sua perenização, agraciado com o terceiro ramal do eixo norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) na Paraíba, com a entrada da água se dando pelo açude Condado, no município de Conceição/PB, proporcionando mais segurança hídrica para o complexo Curema-Mãe d'Água e, conseqüentemente, à bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu. Além disso, influenciará substancialmente a continuidade de extração de areia no rio Piancó, com a passagem um curso d'água intermitente em boa parte do ano, para um rio perenizado, o que deverá modificar o modelo de exploração.

Por se tratar de um estudo pioneiro na área de extração de areia no rio Piancó, as estimativas e resultados qualitativos apresentados podem servir como referencial para estudos futuros no próprio rio, bem como subsidiar pesquisas em outros cursos d'água que possuem tal atividade exploratória.

REFERÊNCIAS

- AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Plano estadual de recursos hídricos relatório final**. Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/relatorios/hidrologico>. Acesso em: 07 mar. 2016.
- ALMEIDA, A. S. **Métodos de mineração**. In: TANNO, L. C.; SINTONI, A. (Coord.). *Mineração e Município: Bases para planejamento e gestão dos recursos minerais*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2003. (Publicações IPT, 2850).
- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piranhas-Açu** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2014. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2017.
- ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: Regiões hidrográficas brasileiras** – Edição Especial. -- Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 10 jun. 2018.
- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu** / Agência Nacional de Águas. -- Brasília: ANA, 2016. Disponível em: <http://www.ana.gov.br>. Acesso em: 05 jul. 2017.
- ARAGÃO, Alexandre dos Santos. **Curso de Direito Administrativo**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Forense, 2013.
- ASSUNÇÃO, Haroldo Celso de. **As áreas rurais consolidadas no código florestal de 2012: uma análise sob a perspectiva da função socioambiental da propriedade**. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável), Escola Superior Dom Helder Câmara. Belo Horizonte: 2013.
- ATLAS: **Mapeando os objetivos de desenvolvimento sustentável na mineração**. Publicação do Fórum Econômico Mundial, Genebra, Suíça, 2017. Disponível em: http://www.undp.org/content/dam/undp/library/Sustainable%20Development/Extractives/Mining%20Atlas%20Vers%C3%A3o%20Final_Lan%C3%A7amento_Portuguese.pdf. Acesso em: 10 dez. 2018.
- BARBOSA, R. L. **Outorga hídrica sob a ótica da análise multicriterial. Estudo de caso: reservatório Coremas-Mãe D'Água/PB**. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental do Programa de Pós-Graduação do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, 2008.
- BECHELLI, C. B. **Utilização de matriz de impactos como ferramenta de análise em estudos de impacto de vizinhança: edifício residencial em Porto Rico – PR**. In: XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre. 2010.
- BRANDT, W. **Avaliação de cenários em planos de fechamento de minas**. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. (Ed.) *Recuperação de áreas degradadas*. Viçosa:

UFV/Departamento de Solos/Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 131-134

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm. Acesso em: 30 set. 2018.

_____. Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, **Código de Mineração**. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Decreto-Lei/Del0227.htm. Acesso em: 01 nov. 2018.

_____. Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=328>. Acesso em: 15 dez. 2018.

_____. Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015018/2018/Decreto/D9406.htm#art83. Acesso em: 13 dez. 2018.

_____. Decreto nº 9.587, de 27 de novembro de 2018. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9587.htm. Acesso em: 20/11/2018.

_____. Instrução Normativa nº 13/2005-DF/DPF, de 15 de junho de 2005. Disponível em: <http://www.pf.gov.br/institucional/acessoainformacao/institucional/instrucao-normativa-no.-013-2005-dg-dpf-de-15-de-junho-de-2005>. Acesso em: 10 nov. 2018.

_____. Lei nº 5.173, de 27 de outubro de 1966. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L5173.htm. Acesso em: 18 nov. 2018.

_____. Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6567.htm. Acesso em: 01 nov. 2018.

_____. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm. Acesso em 01 nov. 2018.

_____. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7735.htm. Acesso em: 05/12/2018.

_____. Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7805.htm. Acesso em 15 nov. 2018.

_____. Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8001.htm. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. Lei nº 8.176, de 8 de fevereiro de 1991. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8176.htm. Acesso em: 05 mai. 2017.

_____. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9605.htm. Acesso em: 05 mai. 2017.

_____. Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11516.htm. Acesso em: 05 dez. 2018.

_____. Lei nº 13.540, de 18 de dezembro de 2017. Disponível em:
http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2017/Lei/L13540.htm. Acesso em: 20 nov. 2018.

_____. Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. Disponível em:
<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2017/lei-13575-26-dezembro-2017-786006-publicacaooriginal-154626-pl.html>. Acesso em: 05 dez. 2018.

_____. Portaria do DNPM nº 155, de 12 de maio de 2016. Disponível em:
<http://www.dnpm.gov.br/aceso-a-informacao/legislacao/portarias-do-diretor-geral-do-dnpm/portarias-do-diretor-geral/portaria-dnpm-no-155-de-2016>. Acesso em: 30 nov. 2018.

_____. Resolução do CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em:
<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 16 nov. 2018.

_____. Resolução do CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>. Acesso em: 18 nov. 2018.

CARNEIRO LEÃO, M. A. C. **A mineração de agregados e o meio ambiente na região da grande Natal**: Diagnóstico, compatibilização e recomendações para sua viabilização. Dissertação de mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2001.

CARVALHO, D. L.; LIMA, A. V. **Metodologias para avaliação de impactos ambientais de aproveitamentos hidrelétricos**. XVI Encontro Nacional dos Geógrafos: Porto Alegre, RS, 2010.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo 2017**. Disponível em:
<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2018/06/Relatorio-de-Qualidade-das-aguas-Interiores-no-Estado-de-SaoPaulo-2017.pdf>. Acesso em: 27 nov. 2018.

CONCEIÇÃO, Maria Collares Felipe; GUERRA, Isabella Franco; PINHEIRO, Gabriela Guimarães. **Área de preservação permanente e reserva legal florestal no código florestal brasileiro**. In: AMARAL, Flávio; COUTINHO, Ronaldo (coord.). Tutela jurídica das áreas protegidas (Lei nº 9.985/2000). Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; FEROLDI, M.; CAMARGO, M. P.; KLAJN, F. F.; FEIDEN, A. **Avaliação de impacto ambiental: metodologias aplicadas no Brasil**. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.13, n.5, dez. 2014, p.3821-3830 Revista do Centro do Ciências Naturais e Exatas - UFSM, Santa Maria/RS.

CUNHA, B. C.; GUERRA, A. J. T. **Avaliação e perícia ambiental**. 10ª Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010, 286 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL - DNPM. **Anuário mineral brasileiro 2006**. Brasília: DNPM, 2006. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em: 08 mar. 2018.

_____. **Anuário mineral brasileiro 2010**. Brasília/DF: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2011. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2018.

_____. **Agregados minerais: agregados para a construção civil**. Brasília/DF: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2013. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em 20 ago. 2018.

_____. **Sumário mineral 2015**. Brasília/DF: Departamento Nacional da Produção Mineral, 2015. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br>. Acesso em 20 ago. 2018.

_____. Serviço de Gestão de Títulos DNPM/PB, **Parecer nº 081/2018-DEFAM-PB/ABLA**. Campina Grande/PB, 2018.

DIAS, E. G. C. S., **Avaliação de impacto ambiental de projetos de mineração no estado de São Paulo: a etapa de acompanhamento**. 2001. Tese de Doutorado – USP, 2001.

FARIAS, T. Q. **Plano de recuperação de área degradada na atividade mineral de extração de areia: análise de sua efetividade na região metropolitana de João Pessoa/PB**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/2011.

FEIGELSON, B. É preciso conciliar desenvolvimento sustentável com projetos de mineração. **Revista Consultor Jurídico**, publicado em 5 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://www.conjur.com.br/2017-dez-05/bruno-feigelson-preciso-conciliar-protacao-ambiental-mineracao>. Acesso em: 19 dez. 2018.

FINUCCI, M. **Metodologias utilizadas na avaliação do impacto ambiental para a liberação comercial do plantio de transgênicos**. 230f. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2010.

FRANCO, A. L. M. **Análise da dinâmica e estrutura do fluxo e da morfologia da confluência dos rios Paraná e Paranavaí, PR/MS**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Guarulhos. Guarulhos/SP, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE – IBAMA. **Manual de normas e procedimentos para licenciamento ambiental no setor de extração mineral.** Brasília/DF, Agosto de 2011. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo demográfico 2010: cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 30 jul. 2018.

_____. **População estimada em 2018 e censo demográfico em 2010: população, cidades.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb>. Acesso em: 15 ago. 2018.

ISMAEL, F. C. M. **Avaliação de impactos ambientais nas águas do trecho perenizado do rio Piancó e seus possíveis efeitos na produção agroindustrial primária local.** Pombal/PB, 2016, Dissertação de Mestrado – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande. Pombal/PB, 2016.

LA SERNA, H. A.; REZENDE, M. M. **Agregados para a construção civil.** Disponível em: sindibrita.org.br/servicos/agregados_para_construcao_civil.pdf. Acesso em: 10 ago. 2018.

LELLES, L. C. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais oriundos da extração de areia em cursos d'água.** 2004. 91 f. Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2004.

LELLES, L. C; GRIFFITH, J. J; MARTINS, S. V. **Perfil ambiental qualitativo da extração de areia em cursos d'água.** Revista Árvore, v. 29, n. 3. 2006.

LIMA, C. A. G. **Análise e sugestões para diretrizes de uso das disponibilidades hídricas superficiais da bacia hidrográfica do rio Piancó, situada no estado da Paraíba.** Tese de Doutorado em Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande/PB, 2004.

MECHI, A; D.L. SANCHES. **Impactos ambientais da mineração no estado de São Paulo.** Revista Estudos Avançados, volume 24, nº 68, São Paulo, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142010000100016&script=sci_arttext&tIng=es. Acesso em 19 dez. 2018.

MELO, T. F. S. **Diagnóstico ambiental em área de exploração mineral: o porto de Areia Estrela, em Ponta Grossa - PR.** 2010. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Curso do Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2010.

MOURA, E. M. **Avaliação da disponibilidade hídrica e da demanda hídrica no trecho do rio Piranhas-Açu entre os açudes de Coremas Mãe D'Água e Armando Ribeiro Gonçalves.** Dissertação de Mestrado – Curso do Programa de

Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2007.

NOBRE FILHO, P.A. **Impactos ambientais causados pela extração de areia no canal ativo do rio Canindé – Paramoti – Ceará.** Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geologia. Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2009.

NÓBREGA, M. D. A. C. **Domínio das águas no trecho perenizado do rio Piancó pelos reservatórios Coremas e Mãe D'Água:** estudo de caso. Dissertação de Mestrado – Curso do Programa de Pós-Graduação em Sistema Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal/PB, 2016.

NOGUEIRA, G. R. F. **A extração de areia em cursos d'água e seus impactos: proposição de uma matriz de interação.** Faculdade de Engenharia da UFJF, Juiz de Fora/MG, 2016. Disponível em: <http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/TFC>. Acesso em: 04 jun. 2017.

OLIVEIRA, F. C.; MOURA, H. J. T. Uso das metodologias de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. **PRETEXTO**, v.10, n.4, p.79-98. 2009.

PEREIRA JÚNIOR, A.; LIMA, N. C. A. Avaliação qualitativa dos impactos ambientais durante o processo produtivo da mineração de areia no rio Xingú, Altamira-PA. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.230-259/, abr./jun. 2018.

PERITO CRIMINAL. **Perfil das mineradoras de areia.** Disponível em: <http://www.peritocriminal.com.br/meioambiente>>. Acesso em: 10 ago. 2018.

RAMADON, L. F. **A Extração Ilegal de areia no Brasil.** Rio de Janeiro, 2016.

_____. **A Extração ilegal de areia no Brasil e no Mundo.** Rio de Janeiro, 2018.

RUFINO, A. C. S.; FARIAS, M. S. S.; DANTAS NETO, J. Avaliação qualitativa da degradação ambiental provocada pela mineração de areia-região do médio curso do Rio Paraíba. **Revista de Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 1, p. 047-064, 2008.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impactos ambientais:** conceitos e métodos. São Paulo, Oficina de Textos, 2008.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impactos ambientais:** conceitos e métodos. São Paulo, 2º Edição, 2013.

SANTOS, D. N. **Análise da extração de areia no trecho livre do canal do alto curso do rio Paraná, entre os municípios de Guaíra e Marilena (PR):** impactos ambientais e aplicabilidade. Rio Claro/SP, 2013, Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro/SP, 2013.

SANTOS, D. N; 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. **Geociências**, São Paulo, UNESP, v. 29, n. 4, p. 603-612, 2010.

SCIENTEC. Associação para o Desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia. **Plano diretor dos recursos hídricos**: bacia do Piancó e do Alto Piranhas. João Pessoa/PB, 1997.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª edição, 4ª reimpressão. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária. Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

STAMM, H. R. **Método para avaliação de impacto ambiental (AIA) em projetos de grande porte**: estudo de caso de uma usina termelétrica. (Tese de Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2003.

VALVERDE, F. M. **Agregados para a construção civil**. In: Departamento Nacional de Produção Mineral. *Balanco mineral brasileiro 2001*. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2002.

VIEIRA, E. G; REZENDE, E. N. Exploração mineral de areia e um meio ambiente ecologicamente equilibrado: é possível conciliar? **Revista Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 2, p. 171-192, mai/ago 2015.