UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO ACADÊMICO EM GEOGRAFIA

MARIA VALBERGLEI DO NASCIMENTO SILVA

EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA – CEARÁ. UMA ANÁLISE REFERENTE AOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA: POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL NO CEARÁ.

FORTALEZA – CEARÁ
2011

MARIA VALBERGLEI DO NASCIMENTO SILVA

EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, CEARÁ. UMA ANÁLISE REFERENTE AOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA: POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL NO CEARÁ.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Orientador: Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais

FORTALEZA - CEARÁ
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Silva, Maria Valberglei do Nascimento .
Exploração de pedreiras na região metropolitana de fortaleza ? ceará. Uma análise referente aos impactos sócio-ambientais no município de itaitinga: políticas para o desenvolvimento local no ceará. (recurso eletrônico) / Maria Valberglei do Nascimento Silva. - 2011.
1 CD-ROM: il.; 4 ¾ pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 92 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências e Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2011.
Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas. .
Orientação: Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais.

1. Pedreiras de Itaitinga. 2. Análise Geoambiental Integrada. 3. Degradação Ambiental. I. Título.

MARIA VALBERGLEI DO NASCIMENTO SILVA

EXPLORAÇÃO DE PEDREIRAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA, CEARÁ. UMA ANÁLISE REFERENTE AOS IMPACTOS SÓCIO-AMBIENTAIS NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA : POLÍTICAS PARA O DESENVOLVIMENTO LOCAL NO CEARÁ.

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Acadêmico em Geografia do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Geografia. Área de concentração: Análise Geoambiental e Ordenação do Território nas Regiões Semiáridas e Litorâneas.

Aprovada em: 5 de setembro de 2011

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jáder Onofre de Morais (Orientador)
Universidade Estadual do Ceará - UECE

Profª Drª Lidriana de Souza Pinheiro
Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR da
Universidade Federal do Ceará - UFC

Maria Ozilea Bezerra Menezes
Instituto de Ciências do Mar - LABOMAR da
Universidade Federal do Ceará

À professora Claudia Maria Magalhães Grangeiro.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela confiança que ele depositou em mim, me concedendo o dom da vida. Meus agradecimentos vão para pessoas muito especiais que descobri como amigas nesta caminhada.

Agradeço a minha querida mãe, Consita, por tudo, por todas as angústias divididas e pela busca de soluções somadas. Sou grata a Deus pela minha família, irmãs, sobrinhos, pai e cunhados, pelo apoio. Fica aqui meu sincero agradecimento à minha irmã, Valberlândia, que mesmo enfrentando os ranços de seu doutorado, me disponibilizou seu tempo, sua confiança e seu conhecimento. Agradeço a minha grande amiga, Cristiane Ferreira, que não mediu distâncias nem somou dificuldades em me estender a mão, que foram desde a oferta de sua residência às contribuições que estão neste trabalho, e ao Heródoto, seu marido, pelo grande apoio dado. Meus sinceros agradecimentos a minha eterna professora, Claúdia Grangeiro, responsável pelos meus primeiros passos dentro da vida acadêmica e que sempre me serviu de exemplo. Aos meus grandes amigos Denise e Lívio, que tantas vezes aguentaram o rojão comigo e me acolheram de maneira tão prestativa e sempre me fazendo sorrir nos momentos das dificuldades. Meus sinceros agradecimentos ao meu amigo do peito, Emanuel Lindemberg, pela sorte em tê-lo como amigo. Tantas vezes perdeu seu descanso nos finais de semana para desbravar comigo, de motocicleta, as pedreiras de Itaitinga e sem falar dos banhos de chuva e de lama que tomamos juntos.

Sou grata ao meu admirável orientador, prof. Dr. Jader Onofre de Morais, pela sua sensibilidade e humanidade. Conviver com ele, mesmo que por pouco tempo, me fez olhá-lo com olhos bem diferentes de dantes. Meus sinceros agradecimentos aos meus amigos Sandra, Jorge e Neide que tantas vezes ofereceram o ombro amigo. Agradeço aos colegas petianos pelas enriquecedoras discussões compartilhadas em minha agradável estada no PET; aos meus colegas da turma de mestrado, especialmente Andrea; aos colegas do Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica – LGCO, que me acolheram tão bem; à Professora Lidriana pela compreensão e sugestões tão ricas ao meu trabalho; à Professora Oziléia, pelas contribuições e apoio dado. Aos companheiros da Escola de Ensino Médio Ana Facó Alan, Onésimo e Lucimar, pela compreensão, pelo apoio dado, atitudes que jamais esquecerei.

RESUMO

Estudo acerca da problemática relacionada à atividade de pedreiras para produção de agregados, especificamente da pedra britada, no Município de Itaitinga. Este município pertence à Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), Estado do Ceará, e apresenta-se como um importante e estratégico fornecedor deste material, pois localiza-se a 26km da Capital do Estado. Esta atividade, no entanto, que era de grande importância para o desenvolvimento local, começa a ser percebida como geradora de inúmeros impactos socioambientais negativos, tornando-se causa de conflitos entre a população local e os donos de pedreiras. A pouca distância das pedreiras da área urbana deste município, enseja várias externalidades para a população residente nas adjacências, além das influências negativas diretas detectadas em todas as etapas do processo de produção e que tem como consequência a descaracterização da paisagem, a retirada da vegetação no local de extração, a fuga da fauna, ruídos e vibrações e a geração de poeiras. Então, para melhor entendimento da transformação do espaço causada por esta atividade e suas implicações socioambientais é necessário compreender quais os usos no território; como eles se desenvolveram historicamente; quem se beneficia dessa exploração; quais os influxos causados nos recursos naturais; que tipo de interferência os usos/exploração dos recursos minerais causam nos sistemas ambientais físicos e se vem gerando degradação ambiental. Para isso, este trabalho examina o ambiente do Município de Itaitinga, com suporte na interação dos componentes naturais e atividades econômicas, como evidências de degradação dos recursos minerais. Tem por pressuposto teórico-metodológico a análise geoambiental integrada, balizada por discussões críticas relacionadas ao processo de apropriação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Pedreiras de Itaitinga. Análise Geoambiental Integrada. Degradação Ambiental.

ABSTRACT

The present research to deal of the problematic related to the activity of quarries in the town of Itaitinga, specifically of the stone crushed. This town belongs to the Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), state of Ceará, and presents-itself as an important and strategic supplier of this stuff, therefore locates-itself to 26km of the capital of the state. However, this activity that was of big importance for the local development begins it to be perceived like impacts endless number generator social-environments negative, becoming causes of conflicts between the local population and the owners of quarries. To little distance of the quarries of the urban area of this town, at present eleven active quarries exist, has generated several externalities for the resident population in the proximities, beyond the straight impacts detected in all the phases of the trial of output and that has like consequence to destruction of the landscape, the retreat of the vegetation in the localities of extraction, the escape of the fauna, noises and vibrations and the generation of dust. Then, for a better understanding of the trial of transformation of the space caused by this activity and his implications social-environments have the need of understand which the existing uses in the territory; as they developed to the long of the history; who is benefited with that exploitation; which the impacts caused us natural resources; that kind of interference the uses/exploitation of the mineral resources causes us physical environmental systems and itself comes causing environmental degradation. For that, this work seeks to analyze the environment of the town of Itaitinga, from the interaction between the natural components and the economic activities, guided like evidences of degradation of the mineral resources. Having like theoretical-methodological budget the analysis geoenvironmental integrated, delimited by critical arguments related to the trial of appropriation of the natural resources.

Keywords: Exploitation of Quarries. Impacts Social-environments. Itaitinga.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	**Mapa de localização do Município de Itaitinga.....**	**32**
Figura 2 –	**Mapa da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF).....**	**35**
Figura 3 –	**Mapa Geológico de Itaitinga.....**	**42**
Figura 4 –	**Mapa Geomorfológico do Município de Itaitinga.....**	**43**
Figura 5 –	**Mapa das Bacias Hidrográficas de Itaitinga.....**	**44**
Figura 6 –	**Mapa de Unidades Fitoecológicas do Município de taitinga**	**46**
Figura 7 –	**Mapa de Solos do Município de Itaitinga.....**	**47**
Figura 8 –	**Mapa Climático do Município de Itaitinga.....**	**48**
Figura 9 –	**Material Proveniente da Pedra Britada.....**	**52**
Figura 10 –	**Etapa de Decapeamento na Pedreira Cebrita.....**	**54**
Figura 11 –	**Decapeamento - Restos de Vegetação Colocado Sobre a Mata.....**	**55**
Figura 12 –	**Foto Orifício para o Carregamento com Explosivos.....**	**56**
Figura 13 –	**Foto do Pátio de Britagem da Estrela Britagem.....**	**57**
Figura 14 –	**Proliferação do Material Particulado.....**	**59**
Figura 15 –	**Trabalhador Utilizando Ferramentas Manuais para a Produção de Meio-Fio.....**	**61**
Figura 16 –	**Rompedor Hidráulico Fragmentando Blocos de Rochas.....**	**61**
Figura 17 –	**Mapa de Localização das Pedreiras no Maciço Residual de Itaitinga.....**	**62**
Figura 18 –	**Extração Feita Por Meio do Sistema de Bancada.....**	**64**
Figura 19 –	**Pá Mecânica Carregando Caçambas com Blocos de Rochas.....**	**64**
Figura 20 –	**Peneira Utilizada para Separar Fragmentos de Rochas de Acordo com o Tamanho.....**	**65**
Figura 21 –	**Barreira Vegetal de Eucalipto (Pedreira Itaitinga).....**	**65**
Figura 22 –	**Carro-Pipa Umedecendo a Estrada.....**	**66**
Figura 23 –	**Funcionário Molhando os Blocos de Rochas Antes de Colocar no Britador Principal.....**	**67**
Figura 24 –	**Pedreira Itaitinga Vista do Centro da Cidade.....**	**68**
Figura 25 –	**Modelo de Extração sem Sistema de Bancadas (Pedreira Estrela Britagem).....**	**69**

Figura 26 – Bloco de Rocha que Desmoronou da Parte Superior da Pedreira (Pedreira Estrela Britagem)..... 70
Figura 27 – Caminho de Acesso à Parte Superior da Pedreira Estrela Britagem..... 70
Figura 28 – Etapa de Furo para Abertura do Orifício para Colocar Explosivos..... 71
Figura 29 – Mapa da Expansão Urbana no Município de Itaitinga (1970-2010)..... 85

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de Empregos Formais nos Municípios da RMF, 2008..... 36

Tabela 2 – Esgotamento Sanitário, Municípios da RMF, 2008..... 36

Tabela 3 – Produto Interno Bruto por Municípios da RMF, 2007..... 37

Tabela 4 – Área e Ano de Criação, Segundo os Municípios da Região.... 38

Tabela 5 – Metropolitana de Fortaleza (RMF)..... 39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 13
2 BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS..... 16
2.1 REVISÃO DE LITERATURA..... 16
2.1.1 O conceito de natureza e a natureza ocidentalizada..... 17
2.1.2 A crise ambiental no século XX..... 19
2.1.3 A necessidade em discutir a questão ambiental e a inversão do discurso..... 20
2.1.4 Geografia e os aspectos ambientais – outra visão..... 21
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS..... 24
2.2.1 Análise e interpretação de imagem de satélite..... 25
3 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA..... 31
3.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO..... 31
3.2 CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA 33
3.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS..... 41
3.4 COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL..... 42
4 RECURSOS MINERAIS..... 49
4.1 A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS MINERAIS PARA AS ATIVIDADES HUMANAS..... 49
4.2 ATIVIDADE MINERAL NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA..... 50
4.3 PROCESSO DE EXTRAÇÃO..... 53
4.4 MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS..... 59
4.5 CARACTERIZAÇÃO DAS PEDREIRAS INDUSTRIAIS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA..... 60
4.5.1 Pedreira Itaitinga..... 62
4.5.2 Pedreira Estrela (início da lavra: anos 1980)..... 68
4.5.3 Cebrita..... 72
4.5.4 Pedreira Natasha..... 72
4.5.5 Pedraleza..... 72
4.5.6 Pedreira Britânia..... 73
5 APLICAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS..... 74
5.1 PROPOSTA PARA A MEDIÇÃO DE EMISSÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR..... 74

5.1.1 Locais de coleta do material particulado: ambientes de mineração e urbano..... 74
5.1.2 Técnicas para medição de ruídos..... 79
5.2 EXPANSÃO DO PERÍMETRO URBANO DE ITAITINGA E PROXIMIDADE COM AS PEDREIRAS..... 83
6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES..... 86
REFERÊNCIAS..... 88

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos minerais pela humanidade é intrínseca a sua existência e faz parte da sua história desde os seus primórdios. Sua modalidade de uso está diretamente ligada ao desenvolvimento técnico de cada momento histórico. Desde a Pré-História, no período Paleolítico (Idade da Pedra Lascada) e no Neolítico (Idade da Pedra Polida), mesmo de modo rudimentar, já eram empregadas técnicas de transformação de rochas em ferramentas e utensílios, como raspadores, furadores, lesmas na pedra lascada e de artefatos de pedra polida, respectivamente. Inclusive, esses períodos, Paleolítico e Neolítico, são tomados como marcos históricos de transformações da humanidade e do surgimento das primeiras conformações de organização social, com o desenvolvimento da agricultura.

Com o desenvolvimento de novas técnicas de utilização das rochas e minerais e avanço do modo de organização social, a utilização desta matéria-prima auferiu novos sentidos, o que definiu a quantidade a ser extraída para servir de transformação em novos produtos.

O emprego dos minerais não metálicos, mais especificamente, os denominados agregados de uso direto na construção civil, representados por areia, cascalho e brita, são dos mais utilizados no mundo. Deste modo, atreladas a uma maior procura por estes materiais estão as discussões que envolvem os aspectos socioambientais.

A pedra britada é considerada um agregado artificial, pois passa por um processo de fragmentação para uso direto na construção civil. A indústria extrativa deste material afeta praticamente todos os principais aspectos relativos ao meio ambiente, repercutindo de maneira muito marcante sobre a natureza e a sociedade. Estas interferências são detectadas em todas as etapas da produção.

As interferências do processo de produção da pedra britada e as consequentes transformações ambientais começam com o capeamento - que é a retirada do material superficial. Nesta fase, são removidas a vegetação e o solo, para a exposição do material rochoso. Este material removido é depositado em locais chamados de “bota fora”, deste modo, impacta diretamente tanto a área a ser minerada quanto áreas contíguas àquelas.

Na sequência, ocorre a operação denominada de fogo primário – que é o desmonte da rocha, fase que exige perfuração e o carregamento da rocha com explosivos. Nesta etapa, acontecem as explosões responsáveis pelas vibrações, poeiras e lançamento de fragmentos de rochas.

Com a desagregação do material, inicia-se o momento de transporte e desmonte secundário. Na ocasião começa o beneficiamento. Os caminhões transportam o produto até o britador, os blocos maiores são desagregados com o auxílio de máquinas. O britador se encarrega de triturar e classificar a rocha de acordo com o tamanho, separando por peneiras e pilhando estas britas em locais a céu aberto. O último estágio da produção se dá com a estocagem e transporte do produto para comercialização.

No que ser refere a este processo de produção da pedra britada, devem ser considerado diversos aspectos socioambientais relacionados a esta atividade, como: descaracterização da paisagem, retirada da vegetação, tanto no local de extração como para a criação da infraestrutura de estocagem e escoamento da produção, fuga da fauna, ruídos e vibrações, geração de poeiras, dispersão de blocos e poluição sonora.

Com efeito, este estudo demanda compreender as principais transformações socioambientais resultantes da produção da pedra britada (granito), no Município de Itaitinga-Ceará. Ressalta-se que o fator locacional das pedreiras deste Município é de fundamental importância na intensificação da problemática socioambiental, uma vez que, nas últimas décadas, a cidade vem se expandindo em direção à área de mineração.

Outro fator relevante no tocante à intensificação dos problemas socioambientais na área em estudo são as modalidades e mecanismos de exploração, beneficiamento, estocagem e escoamento do processo de produção da pedra britada, assim como suas externalidades.

Sendo assim, faz-se necessário um estudo da dinâmica ambiental desta localidade e das implicações da atividade de exploração das pedreiras, seu beneficiamento e suas externalidades para a população.

Mediante o entendimento da relação ambiente versus processo exploratório, espera-se que seja suplantada a visão essencialmente econômica, chegando a uma óptica na qual a comunidade e empresários tenham melhor conhecimento do ambiente onde vivem. Para isso, faz-se necessário compreender

elementos geográficos municipais relevantes, como, os componentes geoambientais e os usos do território.

Em associação a estes elementos, é necessário compreender como essas modalidades de uso do território se desenvolveram historicamente; quais as maneiras de exploração atual; quem se beneficia com essa exploração; quais os impactos causados aos outros recursos naturais; que tipo de interferência os usos/exploração dos recursos minerais causam nos sistemas ambientais físicos e se geram degradação ambiental.

Nesse contexto, vale ressaltar o fato de que a atividade de extração mineral, geralmente, não se encontra na lista de grandes preocupações das autoridades, de um modo geral, como atividade de influxo negativo ao meio ambiente, exceto quando está relacionada a graves acidentes de trabalho. Possivelmente, em virtude de ser uma atividade concentrada, que acontece pontualmente, não suscita muitos questionamentos, pois na maioria das vezes, os problemas causados aos sistemas biofísicos e aos sistemas sociais ficam restritos aos que vivenciam esse processo. Estudos acerca da exploração de minerais e rochas, entretanto, se fazem necessários, em virtude de que a evolução histórica do Brasil, e atualmente a das grandes cidades brasileiras, como apontam Bitar (1997), Polleto (2006), estão marcadas por esse tipo de atividade.

A percepção de que o Município de Itaitinga é um fornecedor estratégico deste tipo de material (o Município possui grande concentração de pedreiras e algumas olarias), principalmente para a capital do Estado, Fortaleza, conduz aos questionamentos expostos anteriormente, uma vez que é notória a existência de conflitos de interesses entre o Poder Público Municipal, os munícipes e os proprietários das pedreiras. Para contemplar os aspectos suscitados, porém, se delinearam alguns objetivos, como compreender o ambiente do Município de Itaitinga, com suporte na interação dos componentes naturais e atividades econômicas materializadas na mineração de brita, como evidências de degradação dos recursos naturais. Os objetivos específicos são:

a) 1 Realizar um diagnóstico geoambiental do Município de Itaitinga.
b) 2 Verificar quais as modalidades de exploração da pedra britada.
c) 3 Fazer um levantamento histórico da ocupação da área.
d) 4 Compreender os conflitos entre ocupação da terra e atividade de exploração mineral.
e) 5 Identificar os níveis de degradação do meio ambiente no Município de Itaitinga.

2 BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

A Geografia moderna teve como seus precursores o naturalista Alexander von Humboldt e o filósofo e historiador Karl Ritter, que concebiam a Ciência Geográfica como um saber holístico. Consoante Moreira (2006), trazia uma ideia comum do Iluminismo e compartilhada por ambos, a noção de uma natureza como essência interior de todas as coisas. Tatham (1959, apud MOREIRA, 2006) expressa que, para Ritter, "[...] a geografia centralizava-se no homem; seu objeto era o estudo da terra, do ponto de vista antropocêntrico procurar relacionar o homem com a natureza e ver a conexão entre o homem e a sua história e o solo onde viveu". Na perspectiva de Humboldt, no entanto, embora a Geografia também tivesse como centro o homem, deveria ser pesquisada a relação da vida orgânica com a inorgânica na superfície terrestre.

Na segunda metade do século XIX, porém, com o advento do Positivismo na Geografia, iniciou-se um processo de fragmentação da visão holística do Iluminismo, separando, de início, os estudos complementares sobre a Geografia de Humboldt e Ritter. Em sequência a esse processo, foi fragmentada em diversas geografias sistemáticas, agregando-as em seguida por seus conteúdos comuns, dando início, ao nascimento da Geografia Física e da Geografia Humana. A natureza passou, então a ser vista, naquele momento, como uma coisa física, uma natureza inorgânica, criando paralelamente outro conceito de homem, então excluído da natureza (MOREIRA, 2006).

Destarte, a fragmentação/especialização e aglutinação em campos comuns do conhecimento fazem aflorar estudos que mais tarde foram transformados nas denominadas escolas geográficas. Com Ratzel, foi inaugurada uma tradição na Geografia de "[...] ver o homem em sua relação com a natureza por meio da mediação do espaço político do Estado" (MOREIRA, 2006). As obras de Friedrich Ratzel tinham grande influência dos estudos de Darwin, principalmente, no que diz respeito às seleções das espécies. Baseado na ideia de que as condições naturais ditam a maneira de viver, Ratzel criou a Teoria do Espaço Vital, com a finalidade de legitimar as ações imperialistas alemãs. Paul Vidal de La Blache, que recebeu

influência de Ratzel, invalidando a Teoria da Oposição entre as escolas deterministas e possibilistas, criada pelo historiador Lucien Febvre. Desta maneira, defendia o ponto de vista de que o ser humano tem o poder de interferir e modificar a natureza.

2.1.1 O conceito de natureza e a natureza ocidentalizada

Como evidencia Gonçalves (2002), o conceito de natureza não é natural, sendo ele instituído de acordo com a sociedade e a cultura inseridas num determinado contexto histórico. Ainda para Gonçalves (2002), "[...] não existe uma relação com a natureza a não ser por meio de um conjunto de significações socialmente instituído e, portanto, passível de ser reinventado num processo aberto e complexo, contraditório e indefinido sempre em condições históricas e geograficamente determinadas". Neste experimento, será traçado um rápido percurso por meio das distintas visões de natureza.

Com os filósofos pré-socráticos, a natureza tinha um significado bem diferente daquele que a concebemos hoje. Esta eterna e em perene transformação e denominavam-na de "physis" (em grego, "physis" vem de um verbo que significa fazer surgir, fazer brotar, fazer nascer, produzir) de acordo com Chauí (1994). Pensando a "physis", o filósofo pré-socrático pensava o ser e a partir da "physis" podia então chegar a uma compreensão da totalidade do real (GONÇALVES, 2002). A "physis", pois, seria o elemento imutável e eterno que estava na origem da natureza e de suas transformações.

Com Platão e Aristóteles, no entanto, houve um enaltecimento do homem e das ideias em detrimento da totalidade do período pré-socrático. Então, o conceito de natureza ou "physis", passou a ser modificado, sendo transformado numa natureza desumanizada. Como assinala Gonçalves (Op.cit, 2002), é, no entanto, com o pensamento judaico-cristão, trazido para o ocidente, com a ideia de que o homem é a imagem e semelhança de Deus, que coloca o homem em posição de hierarquia em relação aos demais habitantes e elementos da terra. Se o **deus** pré-socrático era um deus terrestre, o **Deus** que se configura no ocidente, na Idade Média, é um Deus que habita os céus e não mais este mundo.

Durante a Idade Média, embora não fosse rejeitada de todo a obra Clássica pagã, esta era reinterpretada para se colocar a serviço da verdade cristã. Não havia, porém, uma preocupação maior do que aquela voltada para as coisas divinas. Foi somente por volta do ano 1.000 que a Europa alcançou certa estabilidade e o mundo “estático” medieval começou a ganhar movimento (TARNAS, 2000).

Vieram algumas inovações tecnológicas que permitiram o ambiente natural começar a ser explorado de um modo até então inexistente. Mesmo assim, o conhecimento não era visto de maneira totalmente utilitária e o olhar contemplativo sobre a natureza ainda predominava.

Com o Renascimento chegando ao campo religioso, todavia, e a Revolução Cientifica e a Revolução Filosófica, novos paradigmas começaram a ser constituídos e a Ciência assumiu um papel utilitário, em que o ser humano a usaria para compreender a natureza a fim de controlá-la. Com René Descartes, o homem passou a ser o centro do mundo e a natureza divisada como um recurso a serviço do homem. O desinteresse em relação às coisas naturais, na Idade Média, foi então, substituído e o antropocentrismo consagrou a capacidade humana de dominar a natureza.

Na sociedade ocidental moderna, instituiu-se a ideia de uma natureza objeto exterior ao homem, havendo, assim, uma separação das Ciências Naturais em relação às Ciências Humanas. Desde então, é expressa uma nova ordem seguidora dos ditames da burguesia, na qual, ciência e técnica começam a caminharem juntas, uma vez que são exigidas a investigação e a dominação da natureza. Então, esta passa a ser concebida como um recurso a ser explorado, a fim de usá-lo para o desenvolvimento da nascente indústria. Esta outra visão sobre a natureza veio agregada a mudanças nas relações sociais então ocorrentes.

Com a consolidação deste pensamento, no século XIX, os bens naturais foram transformados em recursos e a sua exploração tornou-se cada vez mais intensa, com o objetivo de garantir maior produção de mercadorias vinculadas ao modo de produção capitalista, que pregou o desenvolvimento a qualquer custo. Esse acelerado processo de industrialização não foi acompanhado pela dinâmica dos elementos que compõem a natureza (MENDONÇA, 2002), ocorrendo, desta maneira, uma acentuada degradação do ambiente.

Dada a insustentabilidade do trato com os recursos naturais, começaram a aflorar vários questionamentos relacionados ao modelo ocidental de desenvolvimento, o que culminou na preocupação de várias ciências em discutir /compreender a problemática ambiental.

2.1.2 A crise ambiental no século XX

Mesmo se originando no final do século XIX, com a Revolução Industrial e a consequente degradação de várias cidades inglesas bem como, a pilhagem de bens naturais de vários países colonizados, a questão ambiental se deu com maior força no século XX e, principalmente, após da Segunda Guerra Mundial, promovendo expressiva mudança na maneira de ver o mundo. No século XX, vários desastres naturais marcaram profundamente o mundo, trazendo à tona discussões sobre a necessidade de rever este modelo de desenvolvimento e progresso.

Bernardes & Ferreira (2007) citam alguns desses desastres e suas consequências desastrosas. Um derramamento de metais pesados na Bahia de Minamato, no Japão, no final dos anos de 1950, causou a contaminação de peixes, animais domésticos e pescadores. A tão propalada Revolução Verde, que parecia ser um grande avanço na agricultura, foi denunciada pela Bióloga Rachel Carson, em 1962, em seu livro Primavera Silenciosa, que alertou para utilização excessiva de inseticidas e pesticidas, que acabou por contaminar solos, águas e pessoas; o lançamento de bombas atômicas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki causando a morte de mais de 100 mil pessoas; o acidente na usina nuclear de Chernobil, em 1986, na antiga União Soviética, que provocou a morte direta de 100 pessoas. Todos esses desastres puseram em xeque a visão de que a ciência e a técnica resolveriam todos os problemas do mundo.

2.1.3 A necessidade em discutir a questão ambiental e a inversão do discurso

Como assinala Gonçalves (2004),

> Dizer que a problemática ambiental é, sobretudo, uma questão de ordem ética, filosófica e política é desviar de um caminho fácil que nos tem sido oferecido: o de que devemos nos debruçar sobre soluções práticas, técnicas, para resolver os graves problemas de poluição, desmatamento e erosão. Esse caminho nos torna prisioneiros de um pensamento herdado que é, ele mesmo, parte do problema analisado.

Apesar de todos esses aspectos, estamos diante de um discurso que nos apresenta, frequentemente, soluções individualizadas para a problemática ambiental e a crítica a este modelo de produção, que acarreta em todos estes problemas, de nenhuma maneira é feita.

Assim, somos forçados a nos perguntar: como acreditar que todo discurso que vem sendo feito na mídia e muitas vezes nas escolas e universidades, realmente, trará uma transformação socioambiental, se o nosso modelo de produção continua o mesmo – quando vivemos num sistema que prega a racionalidade econômica em detrimento da racionalidade social, e que mantém um modelo de desenvolvimento incapaz de enxergar outra alternativa? Nesse contexto, observamos que, ante de uma crise financeira, somos aconselhados a consumir.

2.1.4 Geografia e os aspectos ambientais – outra visão

Como destaca Christofoletti (1995, p. 334), “[...] a problemática das mudanças ambientais insere-se com muita propriedade no campo de ação da Geografia Física”. Corroborando, assim, a afirmação de Souza (2000, p. 08), ao assinalar que a Geografia Física tem papel de importância inquestionável no tratamento integral da conservação de cada unidade geoambiental, uma vez que cada uma é dotada de potencialidades e limitações de uso específico dos recursos. Na lição de Nascimento (2004/2005), “[...] o objetivo básico e fundamental da Geografia Física é o estudo dos geossistemas, pois, eles fornecerão informações sobre a dinâmica da natureza”. Consoante assinala, porém, o último autor, a Geografia Física é parte da Ciência Geográfica, sendo, assim, subjugada às Ciências Humanas e da Natureza. Para Suertegaray (2006, p. 93), há “ [...] a necessidade de compreender as mediações, não só na ordem das relações físico-naturais, mas destas com as dimensões que demandam da construção das relações sociais”. Amparado em Monteiro (1990), Nascimento (2006, p. 07) diz que “[...] estudos sobre a questão ambiental devem se apoiar num conceito de ambiente próximo ao de espaço geográfico, pois as instâncias naturais e socioeconômicas ensejam níveis de preservação e/ou degradação inerentes à própria forma de organização da sociedade no território”.

A Geografia contemporânea, com suas variadas vertentes, dentre elas a Geografia que aborda a relação sociedade – natureza, propõe-se trazer discussões não somente no âmbito da relação uso dos recursos naturais e escassez, como também, a busca do entendimento da dinâmica dos elementos naturais, como as distintas modalidades de apropriação destes pelas diversas classes sociais. São vários os autores que abordam a relação sociedade-natureza dentro da Geografia. Assim, a proposta deste trabalho pretende estabelecer um embasamento teórico com vista a dar suporte aos procedimentos metodológicos, tanto na abordagem referente ao entendimento da dinâmica dos sistemas ambientais físicos, como em relação à problemática socioambiental gerida com amparo na interferência dos diversos grupos sociais.

Para tratar da abordagem socioambiental na Ciência Geográfica, cabe aqui a discussão feita por Mendonça (2004), ao esclarecer que a utilização do termo socioambiental aufere evidência desde a Conferência das Nações Unidas para o Desenvolvimento e Meio ambiente (Rio-ECO/92), que, em suas discussões, possibilitou um novo entendimento relacionado aos problemas ambientais, em que a sociedade adquiriu uma nova dimensão; sendo que a junção do termo sócio ao vocábulo ambiental "[...] enfatiza o envolvimento da sociedade enquanto sujeito, elemento, parte fundamental dos processos relativos à problemática ambiental contemporânea" (MENDONÇA, 2004, p. 126). De acordo com esse autor,

> Na concepção aqui defendida, um estudo elaborado em conformidade com a geografia socioambiental deve emanar de problemáticas em que situações conflituosas, decorrentes da interação entre a sociedade e a natureza, explicitem degradação de uma ou de ambas. A diversidade das problemáticas é que vai demandar um enfoque mais centrado na dimensão natural ou mais na dimensão social, atentando sempre para o fato de que a meta principal de tais estudos e ações vai na direção da busca de soluções do problema, e que este deverá ser abordado a partir da interação entre estas duas componentes da realidade". (2004, p.134).

Na perspectiva de Suertegaray, que também aborda o estudo da Geografia no âmbito da relação sociedade- natureza, o atual avanço da técnica permite "[...] a intervenção não só nas formas como nos processos naturais (...)". "Na qual não se deve tratar a natureza numa dimensão de interface com a sociedade, mas como uma dimensão de transmutação/transfiguração". (SUERTEGARAY, 2004 p. 115). A mesma autora (2006, p. 93) afirma que "[...] a necessidade de compreender as mediações, não só na ordem das relações físico-naturais, mas destas com as dimensões que demandam da construção das relações sociais".

Para o entendimento do meio físico, no entanto, se convencionou propor uma discussão que adote como referencial teórico deste estudo a abordagem sistêmica que recebe ênfase como proposta de superação do método cartesiano mecanicista, sendo este desenvolvido com apoio no pensamento Iluminista. Tal linha reflexiva buscava conhecer a realidade, partindo do conhecimento de suas partes e por meio da sistematização e compreensão da natureza procurava entendê-la com a finalidade de melhor dominá-la (LIMBERGER, 2006, p 96-97).

A teoria sistêmica desenvolveu-se nos Estados Unidos com R. Defay, em 1929 e Ludwig von Bertalanffy, desde 1932, tendo, assim, as primeiras aplicações desta teoria tendo sido feita na Termodinâmica e na Biologia (CHRISTOFOLETTI, 1979).

Para o estudo da Geografia Física, baseado na análise sistêmica, adotou-se a teoria geossistêmica mencionada pela primeira vez nos anos de 1960, pelo russo Sotchava e, mais tarde, pelo francês Georges Bertrand. O conceito de geossistemas para o primeiro autor não possuía precisão espacial, enquanto Bertrand estabelece uma hierarquização da paisagem, constituída por seis níveis espaçotemporais: as unidades superiores representadas pela zona, o domínio e a região; e as unidades inferiores, representadas pelo geossistema, geofácies e geótopo (BERTRAND, 1968).

Para Bertrand , a escala de interesse da abordagem geográfica está nas unidades inferiores.

> O geossistema é uma unidade dimensional estendida entre alguns quilômetros quadrados e algumas centenas de quilômetros quadrados, pois é nesta escala que se localiza a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que evoluem as combinações dialéticas mais interessantes para o geógrafo", sendo assim, uma escala compatível com a escala humana (BERTRAND, 1968).

Souza (2000) aplica a análise geoambiental que se baseia no geossistema de Bertrand mais a ecodinâmica de Tricart, onde ele analisa os estados tendencionais dos sistemas ambientais ou geossistemas, tratando de vulnerabilidade, potencialidade e limitação. São consideradas três categorias de ambientes, a saber: ambientes estáveis; de transição e fortemente instáveis. Mediante esta análise, pode-se conhecer as características de cada sistema ambiental, garantindo melhor maneira de uso e ocupação compatível com as potencialidades e limitações de cada um.

Algumas ressalvas também devem ser feitas em relação ao conceito de ambiente, pois este é bastante amplo, seu emprego possui diversos significados. Sendo assim, é necessário definir de que modo esse conceito será tratado nesta pesquisa. Como assinala Sanchez, (2008),

> Conceituar o termo “ambiente” está longe de ter somente relevância acadêmica ou teórica. O entendimento amplo ou restrito do conceito determina o alcance de políticas públicas, de ações empresariais e de iniciativas da sociedade civil. No campo da avaliação de impacto ambiental, define a abrangência dos estudos ambientais, das medidas mitigadoras ou compensatórias, dos planos e programas de gestão ambiental (SANCHEZ, 2008, p. 19).

Nesse contexto, vale citar a definição de meio ambiente para a legislação brasileira, que é: “Conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas” (Lei Federal nº 6.983, de 31 de agosto de 1981, art. 3°, I).

Ainda Sanchez (2008) enfatiza que, “Por um lado, ambiente é o meio de onde a sociedade extrai os recursos essenciais à sobrevivência e os recursos demandados pelo processo de desenvolvimento socioeconômico. (....) Por outro lado, o ambiente é também o meio de vida, de cuja a integridade depende da manutenção de funções ecológicas essenciais à vida.”

2.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento operacional deste trabalho privilegia: levantamentos bibliográficos de dados estatísticos e documentos; análise e interpretação de material geocartográfico (mapeamento) e reconhecimento, in loco, da área, salientando que estas etapas são importantes para a coleta de dados e informações necessárias a uma reflexão mais aprofundada sobre o objeto da pesquisa.

Os equipamentos utilizados foram: GPS Garmim Etrex Legend H, notebook Itautec processador Pentium Dcore memória de 3G, HD 320 GB e sistema operacional Seven Home Bas, câmera digital sansung 12.2 mega pixels. Impressora multifuncional Canon MP 190.

A revisão bibliográfica foi realizada utilizando o acervo de livros, teses e periódicos das bibliotecas da UECE (Universidade Estadual do Ceará) UFC (Universidade Federal do Ceará), SEMACE (Secretaria de Meio Ambiente do Ceará), IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas), IPECE (Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará), FIEC (Federação das Indústrias do Ceará), DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral) e CPRM (Serviço Geológico do Brasil). Também foram realizadas pesquisas referentes ao tema em livros, artigos, periódicos, jornais e revistas disponíveis no portal de periódicos da CAPES e em revistas eletrônicas de várias universidades brasileiras.

Nos trabalhos de campo, com visitas à cidade de Itaitinga e às pedreiras, foram obtidos dados empíricos, mediante observações e registros fotográficos. As observações feitas em campo resultaram em relatórios que serviram de suporte para a análise cartográfica e para corrigir mapas e averiguar a aproximação da verdade terrestre. A observação da paisagem que existe e que é produzida em Itaitinga serviu para compreender as reais causas do processo de uso, ocupação e apropriação das áreas vulneráveis dos sistemas ambientais, com destaque para as pedreiras instaladas na serra de Itaitinga.

Para este experimento, foram visitadas seis pedreiras industriais de Itaitinga. Em cada uma delas, observou-se a organização interna, a estrutura de trabalho, a forma de extração, o uso de equipamentos por funcionários e as medidas tomadas para mitigar o impacto desta atividade.

2.2.1 Análise e interpretação de imagem de satélite

Para espacialização das informações pertinentes ao estudo sob relato, foram utilizados dados de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento, procedendo-se ao georreferenciamento e ao realce da imagem com a base cartográfica do Município, georreferenciada com o Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, tendo com Datum Horizontal o South American - SAD 1969 –– Zona 24 Sul.

Vale salientar que o sensoriamento remoto é uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície. (FLORENZANO, 2007, p. 11).

Nesse contexto, para melhor identificar os componentes geoambientais, foram utilizadas as técnicas de geoprocessamento, buscando a compreensão das inter-relações já aludidas com vistas a análise, comparação e cruzamento de informações obtidas por meio de imagens orbitais. As técnicas adotadas na pesquisa são resultantes do avanço das tecnologias dos Sistemas de Informações Geográficas – SIG.

Desse modo, de acordo com Florenzano (2007), pode-se delinear que,

> O Sistema de Informação Geográfica – SIG é um sistema computacional que permite armazenar e integrar informações geográficas de diferentes fontes e escalas. As informações no SIG devem ser georreferenciadas, ou seja, com localização geográfica definida por coordenadas [...] (FLORENZANO, 2007, p. 38).

Xavier-da-Silva (2001) ressalta que o SIG é um sistema capaz de operar sobre seus dados, reestruturando-os para ganhar conhecimento sobre posições, extensões e relacionamentos taxonômicos, espaciais e temporais contidos em suas bases de dados.

Na compreensão de Câmara e Queiroz (2001), é possível indicar entre as principais características dos SIG's a capacidade de inserir e integrar, em base única de dados, informações espaciais provenientes de dados cartográficos, censitários e cadastros urbano e rural, imagens de satélites, redes e modelos numéricos do terreno, oferecendo mecanismos para combinar as várias informações por via de algoritmos de manipulação e análise, bem assim para consultar, recuperar, visualizar e plotar conteúdo da base de dados georreferenciado.

Em virtude de sua aplicabilidade, o geoprocessamento é uma importante ferramenta cartográfica que possibilita melhor análise visual e numérica nas modificações da paisagem, integrando em um só banco de dados informações numéricas e espaciais. Esse processo viabiliza o cruzamento e a sobreposição dessas informações que são determinantes para o entendimento das evoluções espaciais e temporais dos distintos fenômenos ocorridos na área de estudo.

O conceito de geoprocessamento pode ser descrito como um conjunto de técnicas matemáticas e computacionais capazes de operar sobre uma informação ou dado que tenha expressão espacial. É definido por Xavier-da-Silva (2001) como um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para transformá-los em informação (que é o acréscimo de conhecimento) relevante.

Foi utilizado como principal ferramenta de análise e mapeamento da área em estudo o Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING 4.3), software esse genuinamente brasileiro, desenvolvido pelo INPE, e o software livre espanhol gvSIG, trabalhando na perspectiva do uso das tecnologias de informações geográficas livres, tendo em vista sua capacidade de criar, gerar e armazenar dados concretos e precisos sem nenhum custo adicional. Daí serem conhecidos como softwares livres. Além desses softwares, foi necessária a utilização do sotfware proprietário ArcGIS 9.3, em virtude de sua robustez na parte de layout e na análise espacial.

Foram utilizadas imagens disponíveis pelo Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS e CBERS-2B) que apresenta, respectivamente, um pixel de 20 metros e de 2,50 metros e do Land Remote Sensing Satellite (LANDSAT) com um pixel de 30 metros. Vale destacar que o satélite CBERS-2B utiliza o sensor High Resolution Camera ou Câmera Pancromática de Alta Resolução (HRC).

Esses dois satélites fornecem melhores resoluções espectral, espacial, radiométrica e temporal (além do custo-benefício), que abrangem a radiação da porção do visível e infravermelho refletido do espectro eletromagnético, possibilitando a identificação ambiental da área sob exame.

Foram adquiridos no site da National Aeronautics and Space Administration NASA (Administração Nacional do Espaço e da Aeronáutica), https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/, duas imagens geocover no formato Mrsid, onde essas serviram como referência para registrar/georeferenciar às imagens orbitais da área em estudo. As cenas geocover possuem um pixel de 14,5 metros e são ortorretificadas, possibilitando, assim, referência espacial e precisão planimétrica de até 1:100.000 na execução do registrar/georeferenciar das cenas LANDSAT 5.

Para análise altimétrica, foi utilizada a cena (SA-24-Z-C) do Shuttle Radar Topografia Mission (SRTM), depois de processada, revisada e disponibilizada pelo Banco de Dados Geomorfométrico do Brasil (TOPODATA) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), da qual foram geradas as curvas de níveis, de declividade, altimétrico e hipsométrico.

Para melhor identificar a cobertura vegetal e do solo, foram utilizados dados obtidos do satélite LANDSAT-5 com o sensor TM (Thematic Mapper), nas bandas 3, 4 e 5. Essas imagens são referentes à órbita 219, ponto 62.B (WRS) datada de 02 de novembro de 2009, que abrangem a radiação da porção do visível e infravermelho refletido do espectro eletromagnético. A cobertura do satélite CBERS e CBERS-2B refere-se às órbitas/pontos de cobertura 154/103 e 154/104, na composição R1, G2 e B3, datada de 04 de junho de 2010. Vale salientar que as imagens CBERS e LANDSAT foram disponibilizadas gratuitamente no catálogo de imagens do INPE-Brasil e serviram de parâmetros para delimitar os principais sistemas ambientais do Município de Itaitinga.

Tendo em vista a resolução espectral e radiométrica dos referidos sensores mencionados anteriormente, foi utilizada uma aerofotogrametria datada de 2000 da zona de voo 684-Z e 751-E na escala de 1:20.000, utilizada e disponibilizada pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará - IPECE, dos quais se originarão dados e mapas temáticos que contribuirá de maneira expressiva para almejar os resultados desejados no projeto, pois possui uma resolução espectral bem melhor. Essa mesma aerofotogrametria foi utilizada também para fazer o fusionamento com as imagens de satélites, para resultar num produto mais interessante de se trabalhar.

A base cartográfica no formato shapefile contendo os limites estaduais do Brasil, na escala 1:500.000, bem como o Mapa Estatístico Municipal em formato raster foi disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

A base cartográfica, incluindo dados vetoriais (shapefiles) nas escalas de mapeamento sistemático do Estado do Ceará de 1:100.000 e raster (imagens) referentes aos Limites Municipais; Bacias Hidrográficas; Climáticos; Geológico; Geomorfológico; Vegetacional; Pedológico e Áreas Urbanas foram disponibilizada gentilmente pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE, através da Gerência de Estatística, Geografia e Informação – GEGIN.

Foram utilizadas as cartas topografias folhas de Fortaleza MI 684 / SA.24-Z-C-IV e Baturité MI 751 / SB.24-X-A-I, em formato analógico e digital, na escala de 1:100.000, elaboradas pelo Ministério do Exército – Divisão de Serviço Geográfico – DSG em parceria com a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste elaborada no período de 1978 e 1980, disponibilizado pelo IPECE.

Para o trabalho de campo e reconhecimento da verdade terrestre, foi utilizado um GPS – Garmin Etrex Legend para georreferenciar os principais pontos de interesse do estudo, bem como criar trilhas nos principais arruamentos do Município e cruzar com os dados geocartográfico adquiridos e elaborados do objeto de estudo, para manter a veracidade e confiabilidade de acordo com a escala de trabalho adotado. Vale salientar que todas as informações geocartográficas foram trabalhadas e convertidas para o sistema de projeção UTM e zona 24 Sul.

Todas essas informações foram compiladas e serviram de base para elaborar a cartografia básica e temática do Município de Itaitinga, fazendo às devidas correções e/ou adaptações a verdadeira realidade de acordo com a escala de trabalho adotada.

Para facilitar a análise e unificar as estruturas de dados, foi montado no Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) um banco de dados (gerenciado por DBASE), onde foi possível integrar e manipular imagens e dados disponíveis para atender aos objetivos e pressupostos metodológicos do experimento.

Salientamos que os trabalhos de sensoriamento remoto e geoprocessamento fornecem requisitos imprescindíveis para qualificar e quantificar os atributos naturais em termos de potencialidades e limitações, para a ordenação do espaço geográfico, identificando e delimitando cartograficamente as unidades da paisagem no plano dos geossistemas.

Esses sensores remotos favorecem a mitigação das mudanças sobre o ambiente por meio da análise retrospectiva e estudo da evolução temporal. Isto se refere ao diagnóstico da evolução paisagística, às análises dos problemas socioeconômicos e à degradação do espaço geográfico, sobretudo, identificando os tipos de uso, ocupação e apropriação da natureza evidenciados na análise e no zoneamento geoambiental.

Expõe-se o fato de que todos os produtos geocartográficos foram trabalhados e modelados, em síntese, em plataforma livre (softwares livre), tendo em vista a propriedade de serem distribuídos gratuitamente e ter em suas funções aprimoradas pelo usuário, não demandando investimentos em aquisição e licença de uso.

O trabalho laboratorial foi desenvolvido no Laboratório de Geologia e Geomorfologia Costeira e Oceânica - LGCO do Programa de Pós-Graduação em Geografia - ProPGeo da Universidade Estadual do Ceará – UECE, em parceira com a Gerência de Estatística, Geografia e Informação – GEGIN do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE e com o Laboratório de Geoprocessamento – LabGeo/UECE.

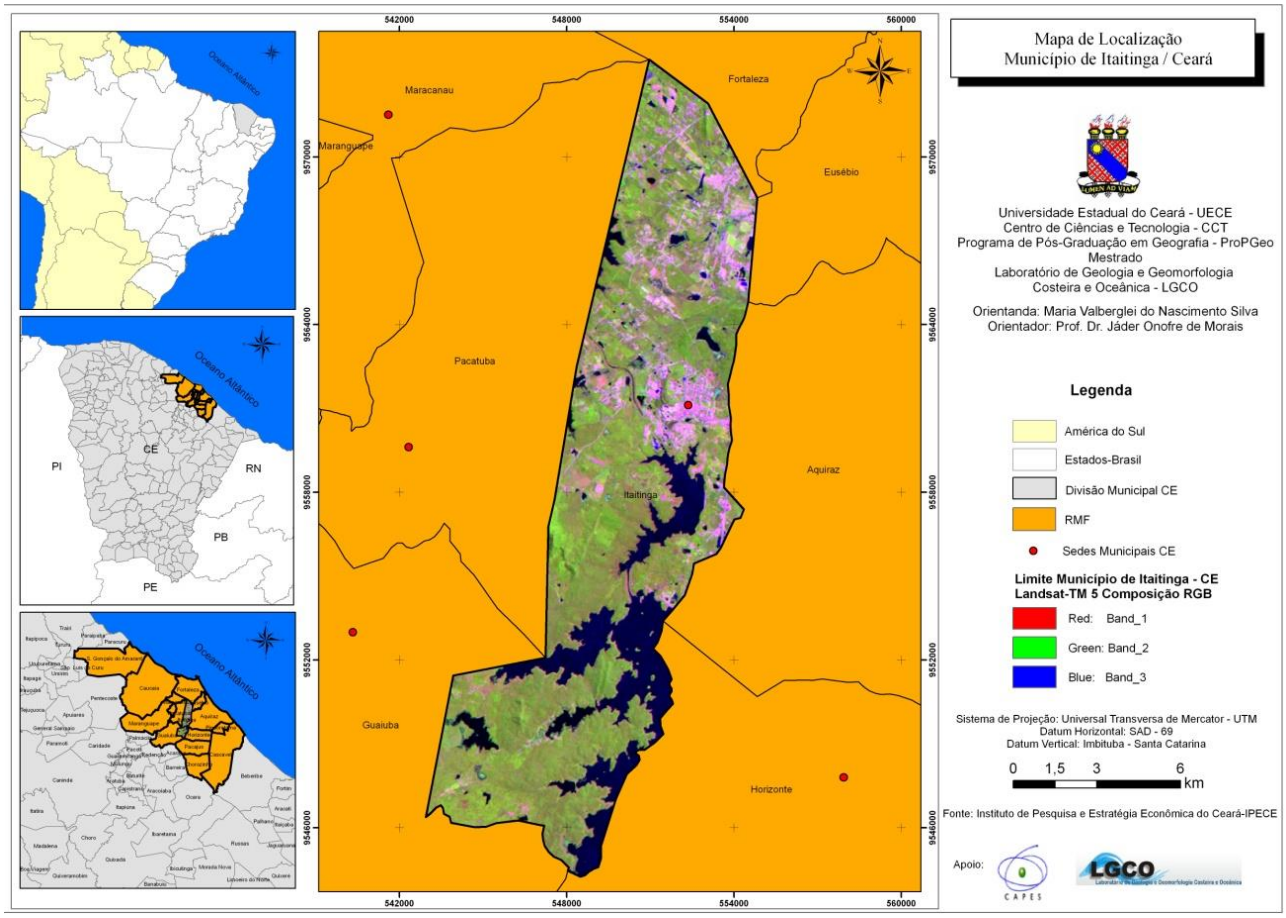
3 CONTEXTUALIZAÇÃO GEOGRÁFICA DA ÁREA

A contextualização da área de estudo é estruturada atentando para o tratamento dos dados ambientais e históricos do Município de Itaitinga. A análise da composição do ambiente e de suas variáveis expressa o quadro físico da área. O levantamento histórico exprime a interferência relacionada aos ambientes físicos, tendo como pano de fundo o seu histórico de ocupação.

3.1 LOCALIZAÇÕES DA ÁREA DE ESTUDO

O recorte espacial deste ensaio é a serra de Itaitinga. Esta unidade geomorfológica encontra-se no Município homônimo e está localizada na Região Administrativa 01, Microrregião de Fortaleza, a 26 km da Capital cearense, situando-se na porção nordeste do Estado do Ceará, fazendo parte da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), juntamente com os Municípios de Aquiraz, Caucaia, Cascavel, Chorozinho, Eusébio, Horizonte, Pacajus, Guaiúba, Maranguape, Maracanaú, Pacatuba, Pindoretama e São Gonçalo do Amarante (Figura 01). Sua sede localiza-se entre as coordenadas geográficas 3°58’10” de Lat.(S) E 38°31’41” Long.(WGR). Itaitinga limita-se ao norte com Fortaleza; ao sul, com Guaiúba; ao leste com os Municípios de Eusébio, Aquiraz e Horizonte; e ao oeste, com Pacatuba e Guaiúba. Sua área territorial corresponde a 151 km² e sua população total corresponde a 35.838 (IBGE, 2010).

Figura 1 – Mapa de localização do Município de Itaitinga



Fonte: Elaboração pelo autor

Este município originou-se do distrito de Cajazeiras criado em 1917 e que, em 1933, passou a pertencer ao Município de Pacatuba. Mediante o Decreto Estadual n° 448 passou a ser chamado de Pedreiras. Em 1943, foi novamente renomeado por meio do Decreto Estadual n° 1114 na qual ganha o nome de Itapó, que permaneceu até a sua emancipação política, que se deu em 1992 pela Lei N° 3.338/92. Desde então, juntamente com o Distrito de Gereraú, também desmembrado de Pacatuba, o novo Município recebeu a denominação de Itaitinga (palavra de origem Tupi) que etimologicamente significa “Rio das pedras brancas” (ita=pedra + y=rio + tinga+branca).

O município de Itaitinga é constituído pelos distritos: Centro (Itaitinga), Parque Cenezaré, Angorá, Vila Machado, Ponta da Serra, Santo Antônio, Antônio Miguel e Riachão (PPDU, 2001). A área que corresponde, atualmente, a este município passou a ser ocupada nos anos de 1930 com a chegada das primeiras famílias, e inclusive com o início da exploração de pedreiras pelo Departamento Nacional de Estradas e Rodagens – DNER.

3.2 CARACTERIZAÇÕES DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA

A institucionalização das regiões metropolitanas brasileiras teve origem no início dos anos de 1970, simultaneamente ao acelerado processo de urbanização brasileira, tendo por objetivo a busca de seu disciplinamento diante do boom econômico e de suas sequelas sociodemográficas. Nesse período, a preocupação do Governo Central era identificar pólos de desenvolvimento regional e caracterizar regiões homogêneas (COLE, 1967 apud NEGREIROS, 2001).

Foram criadas nove regiões metropolitanas, estabelecendo critérios de regionalização para planejar a sua integração na dinâmica econômica do País, desconsiderando-se as especificidades da organização socioeconômica e as peculiaridades das áreas aglomeradas que essas regiões abrangeriam (NEGREIROS, 2001).

No contexto da urbanização brasileira, identificam-se como determinantes do processo de metropolização: a urbanização acelerada dos anos 1960/1970; a intensa migração que se iniciou nos anos de 1950, com fluxos populacionais de sentido rural-urbano, e a migração acentuadamente urbana desde os anos 1970; a periferização das cidades médias e grandes; a segregação espacial, acompanhada pela favelização e deterioração de espaços com infraestrutura urbana; a conurbação e o surgimento das cidades-dormitório; e a especialização das funções urbanas e as demandas comuns por serviços e infraestrutura urbana (NEGREIROS, 2001).

Conceitualmente, conforme Silva,

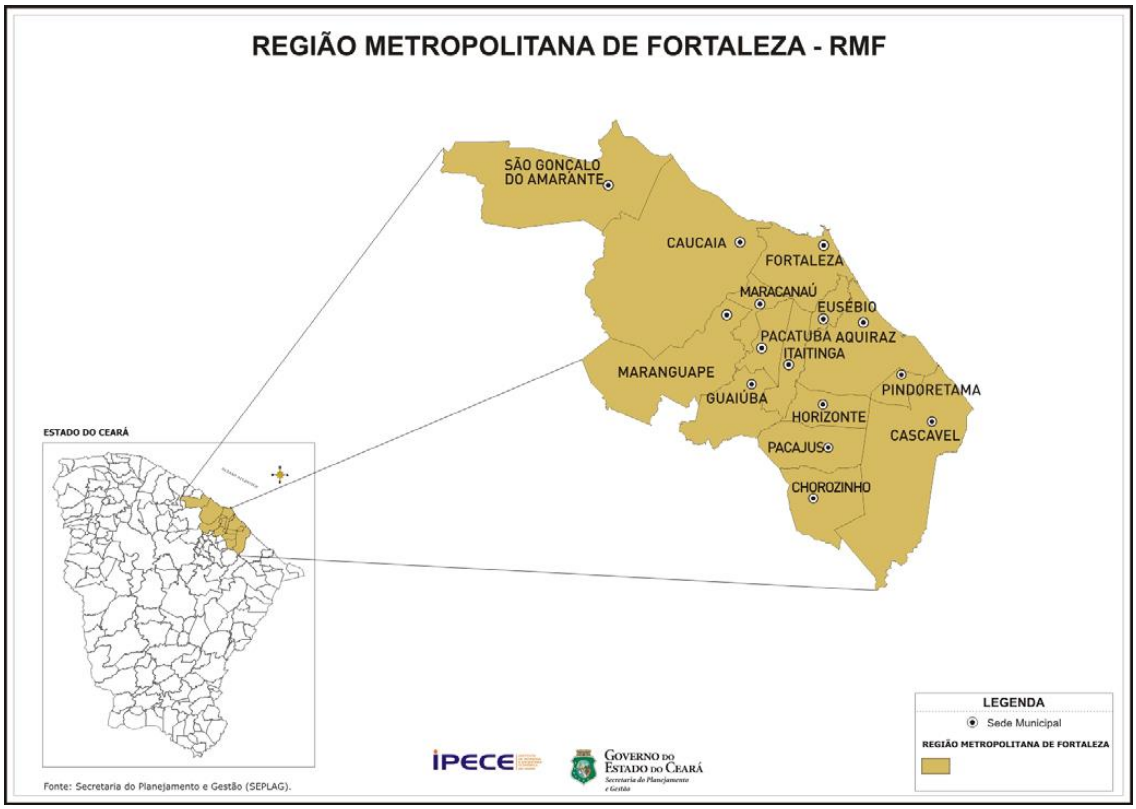
> [...] os recortes espaciais denominados “regiões metropolitanas” são aqueles detentores de uma elevada taxa de urbanização, agrupados na forma da lei para integração e organização do planejamento e execução de funções com interesses comuns metropolitanos, aglomerados urbanos e microrregiões. (P. 105, 2007).

A Região Metropolitana de Fortaleza está inserida nesse contexto onde sua criação data de 1973, sendo instituída e definida por força de lei, antes mesmo que se manifestasse efetivamente um processo de metropolização.

Caracteriza-se por apontar considerável desigualdade socioeconômica que também se expressa em desigualdade ambiental, haja vista a expressiva ocupação de áreas expostas à situação de insalubridade e sujeitas a riscos naturais e ambientais por uma população de baixo poder aquisitivo. Segundo o IPECE (2010) possui atualmente uma área de 5.783.6 km², com uma população total de 3.516.530 habitantes.

Atualmente, os municípios que fazem parte de sua configuração são: Fortaleza, São Gonçalo do Amarante, Caucaia, Maranguape, Maracanaú, Pacatuba, Guaiúba, Itaitinga, Eusébio, Aquiraz, Horizonte, Pacajus, Pindoretama, Chorozinho, Cascavel (Figura 02).

Figura 2 – Mapa da Região Metropolitana de Fortaleza.



Fonte: Instituto de Pesquisa e Estratégia do Ceará (IPECE), 2009.

É notória a deficiência ou ausência de políticas públicas efetivas que visam a discutir e propor ações no sentido de uma gestão urbana que tenha em vista os problemas sociais e ambientais inerentes ao processo de produção do espaço urbano da RMF. Um agravante dessa situação é a fragmentação promovida pela gestão na contextura municipal que na maior parte das vezes se dá de forma isolada.

Como informa Silva,

> A questão da gestão metropolitana está posta. A discussão em torno de temas que envolvem a preservação, conservação e manejo dos recursos naturais, a gestão de bacias hidrográficas, a estruturação de um sistema viário e de transporte, a distribuição e manutenção de equipamentos de serviços de educação e saúde, entre tantos problemas prementes, inerentes à aglomeração metropolitana, na perspectiva da melhoria da qualidade de vida da população, fazem da RMF, um espaço preferencial de políticas públicas. (2007, p. 121).

Tabela 1 - Número de empregos formais nos municípios da RMF, 2008

Discriminação	Número de empregos formais	%
Extrativa mineral	1.393	0,17
Indústria de transformação	152.623	19,6
Serviços industriais de utilidade pública	4.880	0,62
Construção civil	39.008	5
Comércio	124.993	16
Serviços	265.618	34
Administração pública	180.158	23
Agropecuária	6.933	0,89
Total	775.606	-

Fonte: IPECE, 2009, com base nos dados RAIS, 2008 – MTE.

Tabela 2 - Esgotamento sanitário, municípios da RMF, 2008

(continuação)

Macrorregião de Planejamento	Taxa de cobertura de esgoto (%)
Aquiraz	22,7
Cascavel	3,3
Caucaia	9,9
Chorozinho	0,0
Eusébio	18,3
Fortaleza	51,7
Guaiúba	26,4
Horizonte	2,2
Itaitinga	3,5
Maracanaú	17,3
Maranguape	5,7
Pacajus	0,1

(conclusão)

Pacatuba	6,4
Pindoretama	0,0
São Gonçalo do Amarante	18,9
Região Metropolitana de Fortaleza	40,4

Fonte: IPECE, 2009, com base nos dados da CAGECE/SEINFRA.

Tabela 3 - Produto Interno Bruto, por municípios da RMF, 2007

Macrorregião de Planejamento	PIB por setor (%)		
	Agropecuária	Indústria	Serviços
Aquiraz	8,0	38,6	53,5
Cascavel	7,8	32,8	59,4
Caucaia	2,2	29,9	68,0
Chorozinho	12,9	13,0	74,1
Eusébio	1,0	62,1	36,9
Fortaleza	0,1	20,3	79,6
Guaiúba	14,2	12,7	73,1
Horizonte	4,0	57,6	38,4
Itaitinga	3,3	23,5	73,1
Maracanaú	0,1	57,9	41,9
Maranguape	4,8	43,5	51,7
Pacajus	6,8	43,3	49,9
Pacatuba	1,5	49,6	48,9
Pindoretama	19,2	13,8	67,0
São Gonçalo do Amarante	14,9	19,6	65,5
Região Metropolitana de Fortaleza	0,9	26,7	72,4

Fonte: IPECE, 2009, com base nos dados IBGE.

Tabela 4 - Área e ano de criação, segundo os municípios da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF)

Macrorregião de Planejamento	Área (Km^2)	Ano de Criação do município
Região Metropolitana de Fortaleza	5.783,6	-
Aquiraz	481,0	1699
Cascavel	838,0	1833
Caucaia	1.227,9	1759
Chorozinho	278,4	1987
Eusébio	76,6	1987
Fortaleza	313,1	1725
Guaiúba	267,2	1987
Horizonte	160,0	1987
Itaitinga	150,8	1992
Maracanaú	105,7	1983
Maranguape	590,8	1851
Pacajus	254,4	1890
Pacatuba	132,4	1869
Pindoretama	72,9	1987
São Gonçalo do Amarante	834,4	1935

Fonte: IBGE/IPECE (2009)

Tabela 5 - Indicadores Demográficos

Macrorregião de Planejamento	Indicadores Demográficos		
	Densidade demográfica (hab./km^2) - 2009	Taxa de urbanização (%) 2000	Taxa média geométrica de crescimento anual 1991/2000 (%)
Região Metropolitana de Fortaleza	632,0	96,0	2,4
Aquiraz	184,4	90,4	3,0
Cascavel	81,1	83,1	2,3
Caucaia	272,3	90,3	4,7
Chorozinho	67,4	50,62	2,1
Eusébio	539,4	100,0	4,9
Fortaleza	8.001,4	100,0	2,2
Guaiúba	89,3	78,5	1,4
Horizonte	339,8	83,2	7,1
Itaitinga (1)	216,7	90,9	-
Maracanaú	1.908,2	99,7	1,5
Maranguape	187,1	74,1	2,3
Pacajus	234,6	77,8	3,7
Pacatuba	542,5	91,0	-1,7
Pindoretama	251,5	45,6	2,1
São Gonçalo do Amarante	51,5	62,0	2,2

Fonte: IBGE – Censos Demográficos 1991/2000. (1) Pertencente ao município de Pacatuba até 1991.

Tabela 6 - Domicílios particulares permanentes por situação e média de moradores (2007)

Macrorregião de Planejamento	Domicílios Particulares		
	Média de moradores	Quantidade	
		Urbana	Rural
Região Metropolitana de Fortaleza	.....	.....	.....
Aquiraz	3,7	16.358	1.488
Cascavel	3,7	14.628	2.602
Caucaia	.....	.....	.....
Chorozinho	3,6	2.990	2.056
Eusébio	3,8	10.054	-
Fortaleza	.....	.....	-
Guaiúba	3,9	4.464	1.224
Horizonte	3,7	11.586	1.559
Itaitinga	3,9	7.266	674
Maracanaú	.....	.....	.....
Maranguape	4,1	19.927	5.100
Pacajus	3,8	11.897	2.596
Pacatuba	4,1	14.206	1.951
Pindoretama	3,7	2.847	1.749
São Gonçalo do Amarante	3,8	6.683	3.921

Fonte: IBGE – Contagem da população 2007

3.3 ASPECTOS GEOLÓGICOS E GEOMORFOLÓGICOS

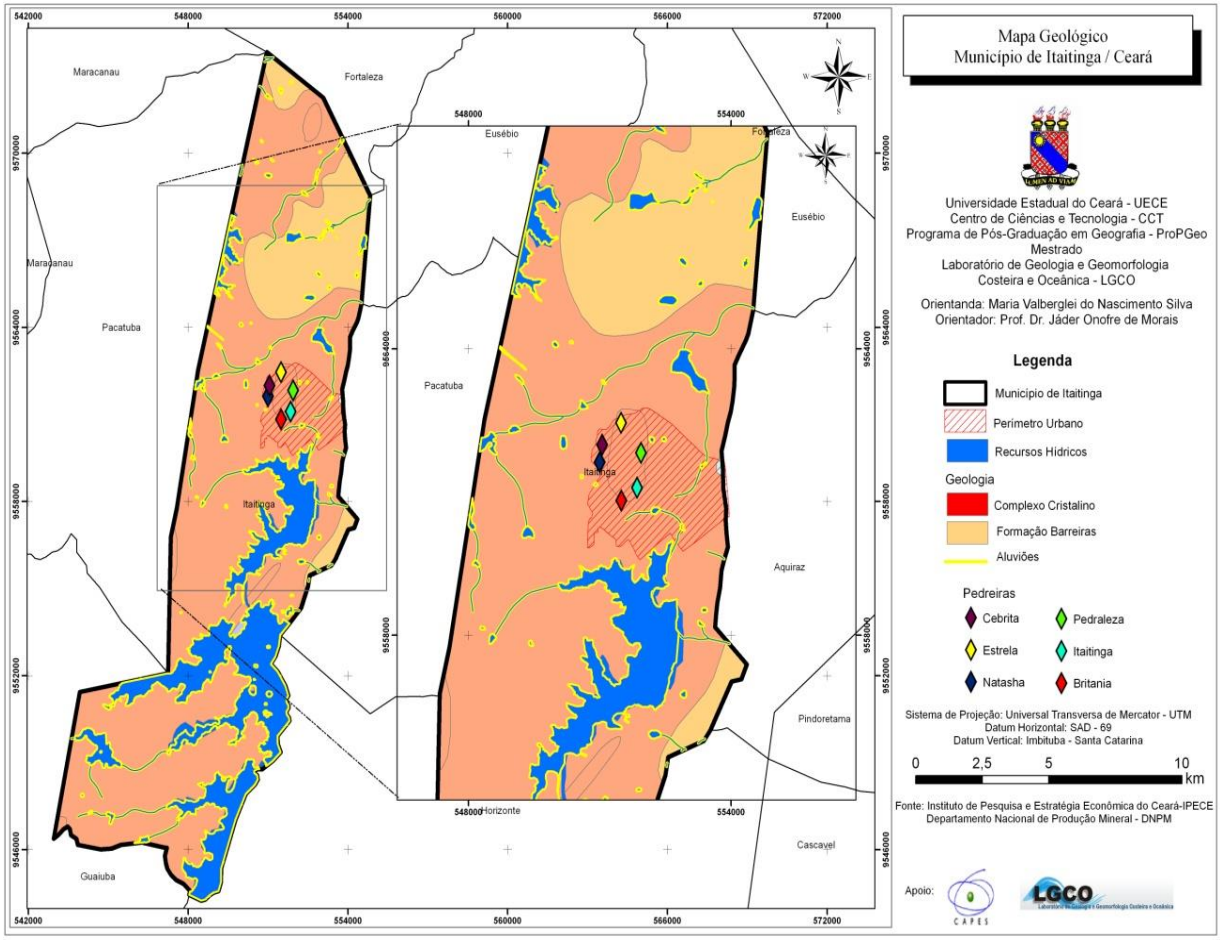
A região sob exame está inserida no chamado Dobramentos Jaguaribeanos da Província da Borborema (ALMEIDA et al., 1977). A Província Borborema foi conceituada por este autor para designar uma entidade geotectônica brasiliana localizada na porção nordeste da Plataforma Sul-Americana, entre os crátons de São Luís – Oeste da África e São Francisco – Congo, representando uma área onde foi efetiva a atuação de fenômenos termais, tectônicos, magmáticos no Neoproterozóico que perduraram, inclusive, ao longo do Cambro-Ordoviciano, com dois domínios geotectônicos fundamentais Pré-Cambrianos: os Terrenos Gnáissicos-Migmáticos (Maciços) e os Sistemas de Dobramentos (Cinturões Metamórficos) (SANTOS & BRITO NEVES, 1984).

A área estudada corresponde ao maciço granítico da serra de Itaitinga, dentro do Grupo Ceará (MOTA, 1998; CAVALCANTE, 1999). O contexto geológico/geotectônico deste maciço encontra-se encaixado com um posicionamento subconcordante à direção de folheação dos gnaisses xistosos (paraderivados), dentro da faixa de Dobramentos Jaguaribeano, com seu “emplacement” associado ao funcionamento da Zona de Cisalhamento Dúctil homônima (MOTA, 1998). Parte dos Dobramentos Jaguaribeanos é ocupada por estreitas e contínuas faixas supracrustais separadas por grandes e pequenos blocos gnáissicos-migmáticos (CAVALCANTE, 1999).

As rochas admitidas como tardias a pós-tectônicas (Psy1) formam cinco corpos bem definidos e individualizados, encontrando-se encaixadas em terrenos do complexo gnáissico-migmático, do Neoproterozóico, constituem o serrote de Itaitinga, Cachoeira, Baú e Jatobá e o corpo localizado nas proximidades de Água Verde.

A geologia da área de localização das pedreiras é formada de rochas do embasamento cristalino, cerca de 60%, sobrepostas de Coberturas Cenozóicas (MOTA, 1998). A geologia da área (Município de Itaitinga), no entanto, contempla rochas cristalinas (Complexo Cristalino), formações sedimentares (Formação Barreiras) e depósitos aluvionares (Aluviões), Figura 03.

Figura 3 – Mapa geológico do Município de Itaitinga

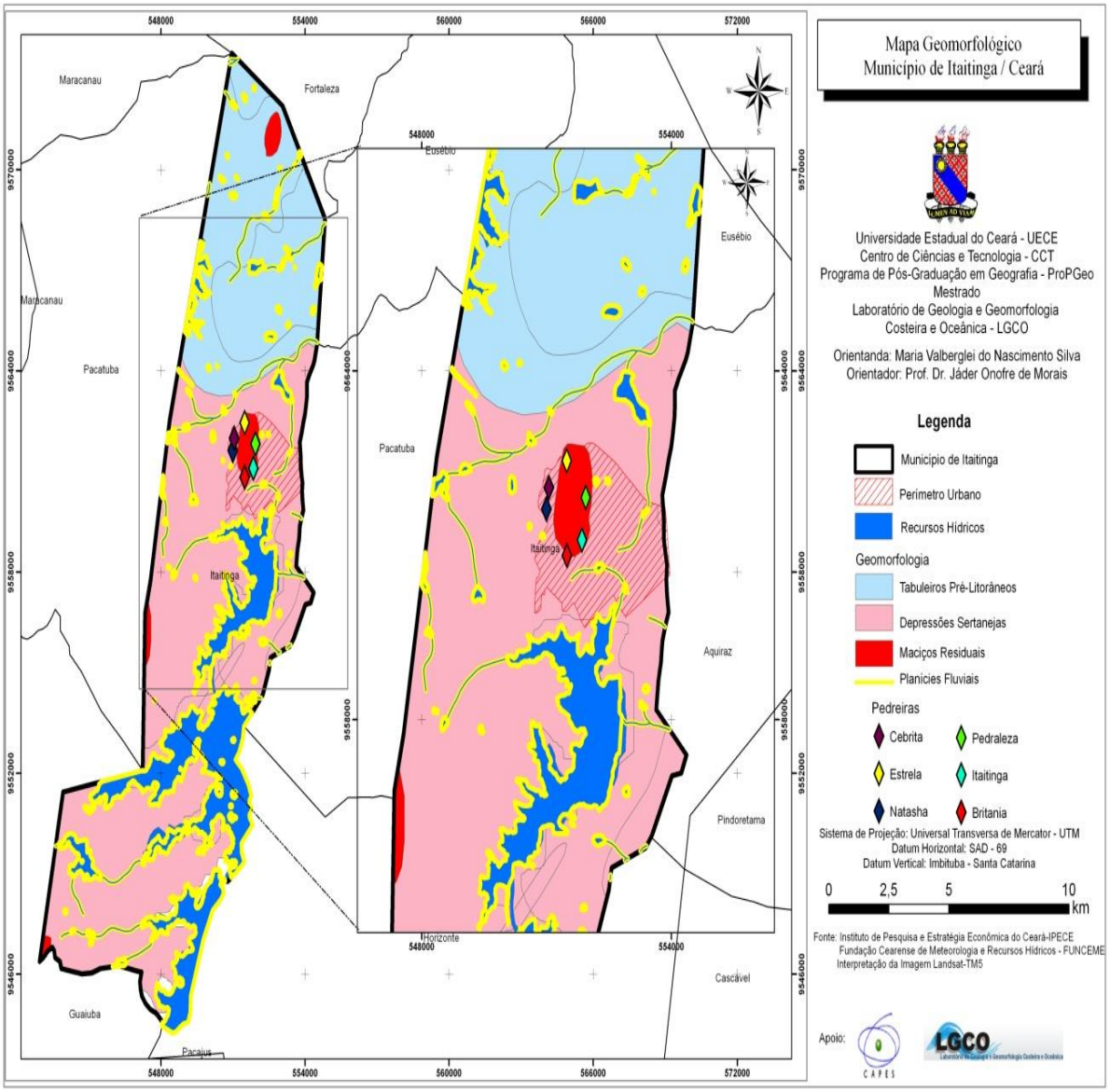


Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 COMPARTIMENTAÇÃO GEOAMBIENTAL

Adotando a compartimentação geoambiental utilizada por Souza (2007), que tem por base a delimitação geomorfológica e referencial teórico-metodológico o geossistema, foram identificadas as seguintes unidades geoambientais: os Tabuleiros Pré-Litorâneos, a Depressão Sertaneja (predominante), a Planície Fluvial e o Maciço Residual (onde se encontram localizadas as pedreiras). Figura 04.

Figura 4 – Mapa geomorfológico do Município de Itaitinga

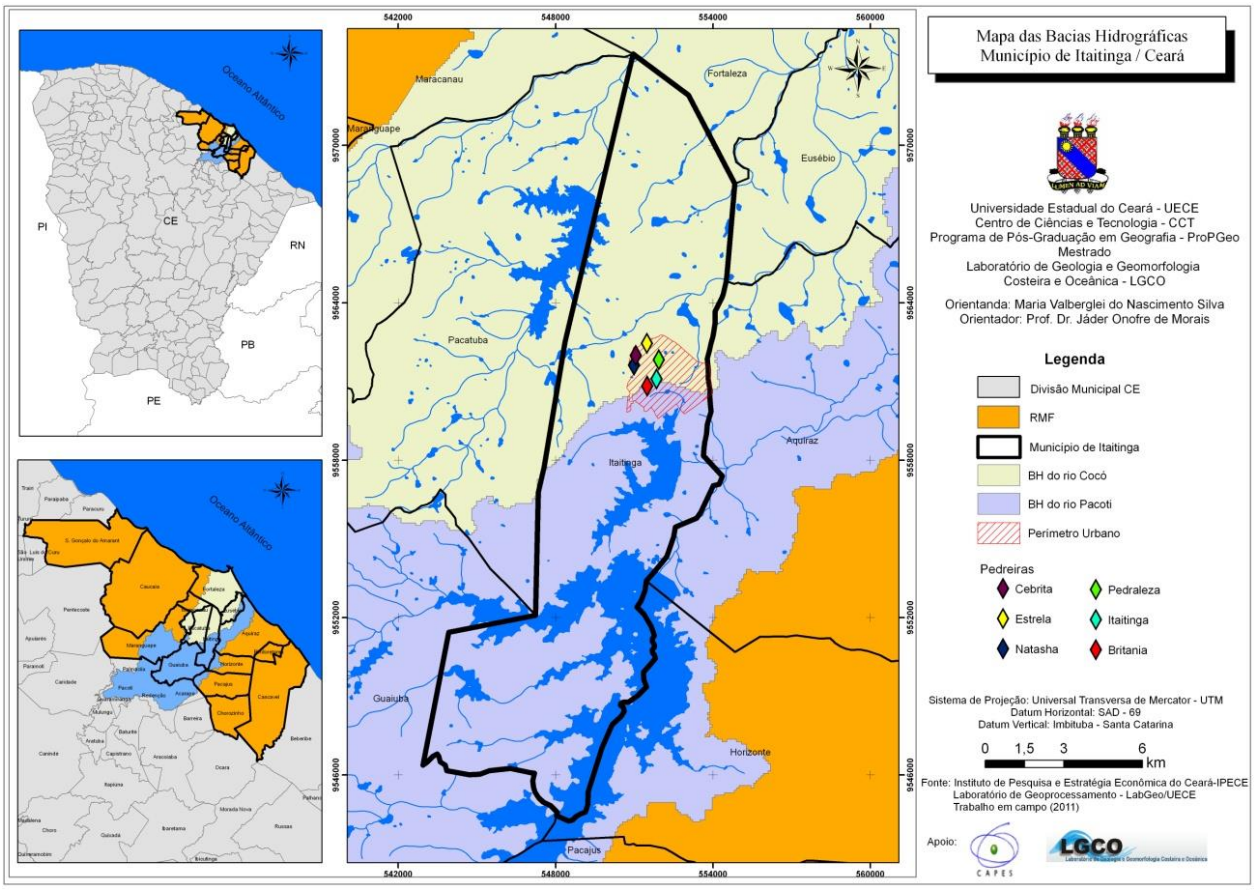


Fonte: Elaborado pelo autor

Neste contexto, foram descritos os ambientes com suas particularidades, tais como geologia, geomorfologia, recursos hídricos, solos e vegetação.

O Município de Itaitinga abrange duas grandes bacias hidrográficas do Estado do Ceará: a bacia do rio Pacoti e a bacia do rio Cocó (Figura 05). Dadas as condições climáticas, os cursos d'água são intermitentes sazonais, aumentando seu volume na época chuvosa.

Figura 5 – Mapa das bacias hidrográficas de Itaitinga.



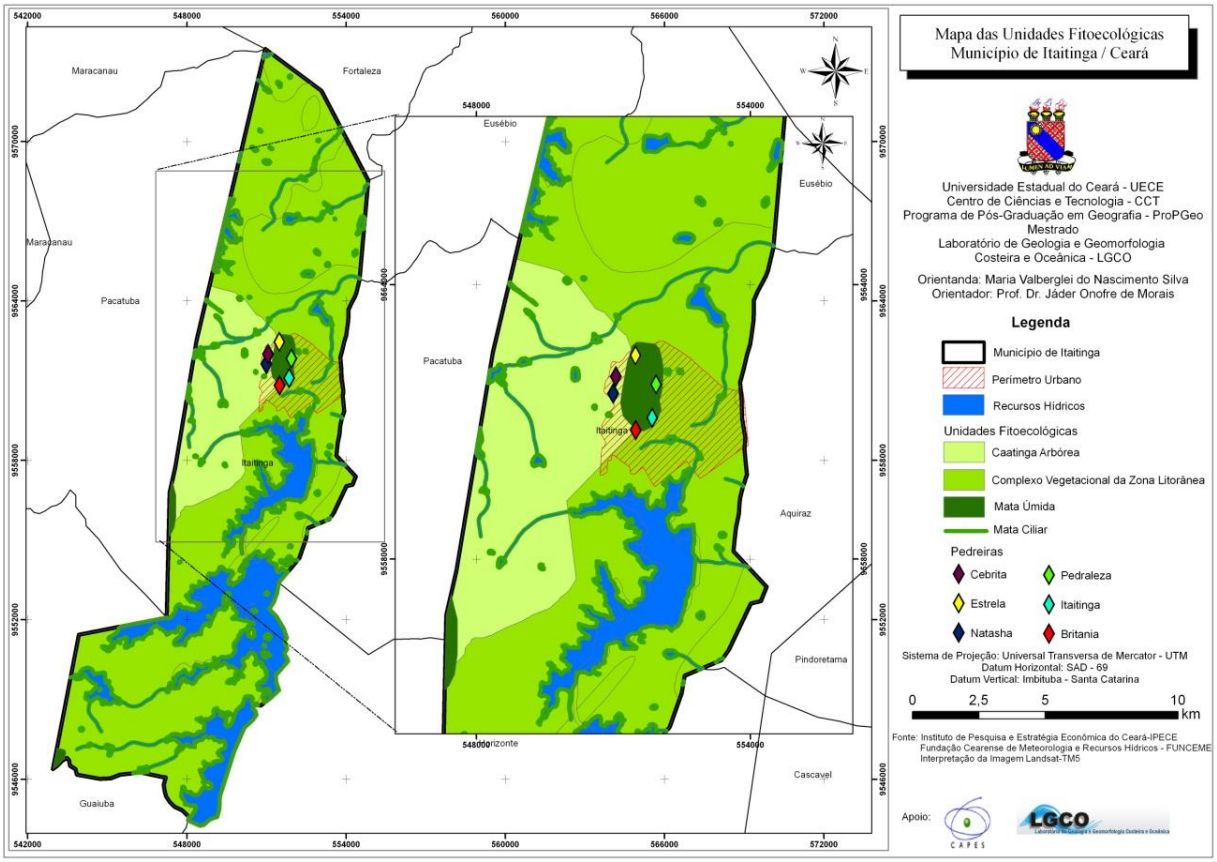
Fonte: Elaborado pelo autor

Vegetação e solos refletem as características ambientais: espécies típicas da caatinga predominam na Depressão Sertaneja; nos Tabuleiros Pré-litorâneos, tem-se o Complexo Vegetacional da Zona Litorânea; a Mata Ciliar de carnaúba ocorre nas planícies fluviais; nos Maciços Residuais ocorre a Mata úmida (Figura 06). Quanto aos solos, predominam no Município solos do tipo Argissolos, com exceção das planícies fluviais, com os Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e os Luvissolos (Figura 07). Os Tabuleiros Pré-Litorâneos se configuram como área de transição entre a Depressão Sertaneja e a Planície Litorânea. São formados por sedimentos de origem continental pertencentes à Formação Barreiras de origem mio-pleistocênica (Quartenário), possuem topografia plana, levemente inclinada na direção do litoral, formando uma rampa, com declividade de 0 a 3%. São cortados pelos rios Pacoti e Cocó. Apesar de apresentarem uma precipitação anual de 1350 e 1400 mm, dada a sua distribuição irregular (no tempo e no espaço), a drenagem local se caracteriza pela sazonalidade e pela intermitência do escoamento (Figura 08). São ambientes que possuem certa estabilidade, no entanto, se encontram bastante descaracterizados. Neste ambiente, ocorrem Argissolos recobertos pelo Complexo Vegetacional da Área Litorânea (Figura 07).

A Depressão Sertaneja, em geral, pode ser considerada superfície de aplainamento desenvolvida sobre rochas do embasamento cristalino, com predominância de uma vegetação de caatinga, com clima subúmido ou semiárido, com solos rasos ou medianamente profundo (Figura 08). Estes solos caracterizam-se por serem Argissolos e nesta região são recobertos por vegetação de Caatinga Arbórea e Complexo Vegetacional da Área Litorânea (Figuras 06 e 07).

A Planície Fluvial constitui faixas de acumulação aluvial, favorecendo a instalação de uma cobertura vegetal, a Mata Ciliar (Figura 06), constituída, principalmente, por carnaúba, com solos de alta fertilidade natural, boa disponibilidade hídrica e de matéria-prima para as atividades de mineração (areia grossa e argila). Estes ambientes são formados por deposição recente (Quartenário – Holoceno) de sedimentos, oriundos da ação fluvial.

Figura 6 – Mapa das unidades fitoecológicas do Município de Itaitinga.

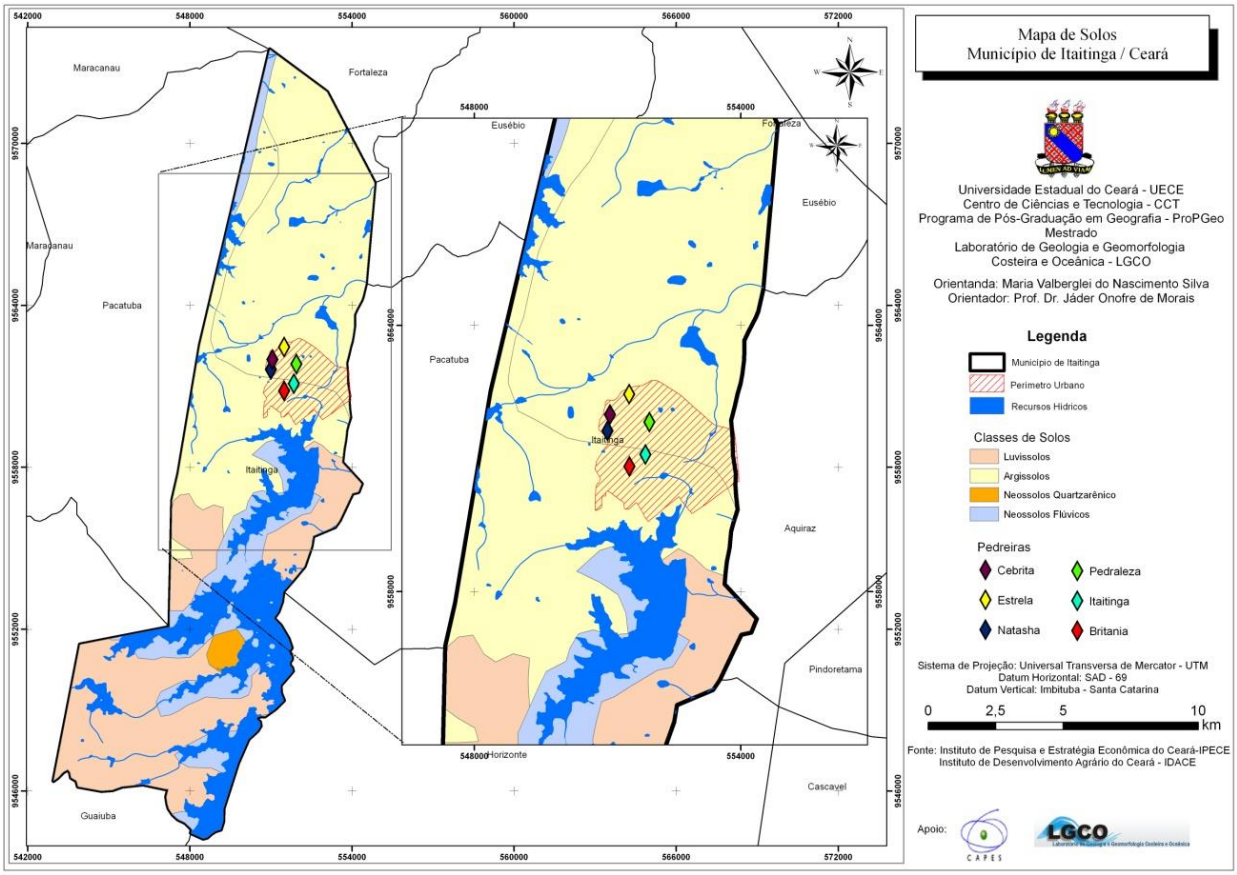


Fonte: Elaborado pelo autor

Nas Planícies Fluviais do rio Pacoti ocorrem Neossolos Flúvicos, Neossolos Quartzarênicos e Luvissolos, recobertos por Mata Ciliar e tendo como principal espécie a carnaúba (Copernícia cerífera), destacando-se da vegetação circundante (Complexo Vegetacional da Área Litorânea e Caatinga). Os Neossolos Flúvicos encontrados nas planícies fluviais possuem bom potencial de uso agrícola, em virtude da fertilidade natural, porém possuem limitações impostas pela drenagem, além de serem inadequados à ocupação urbana, já que sazonalmente são ocupados pelas cheias na época chuvosa (normalmente de fevereiro a maio).

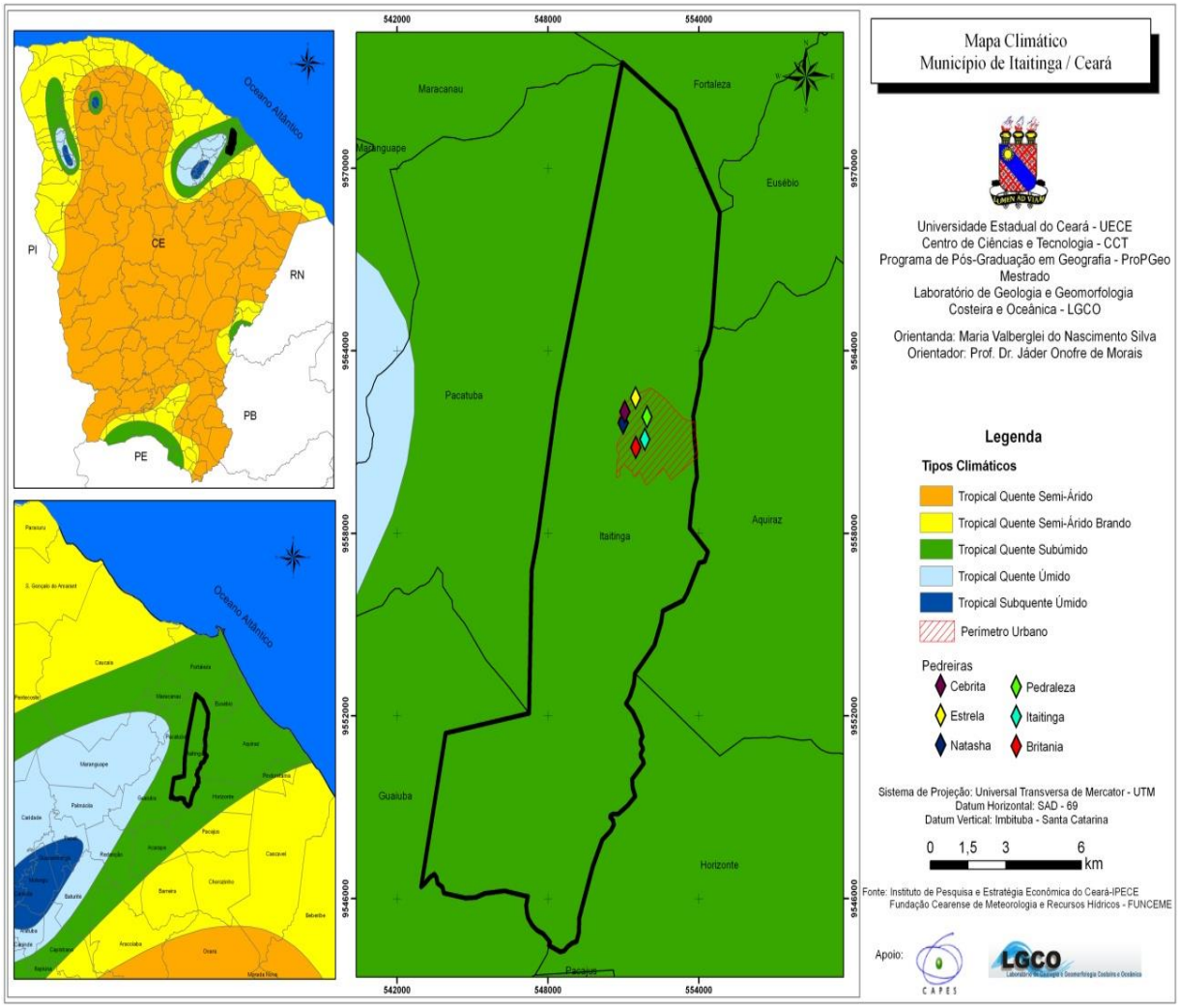
Os Maciços Residuais (serras cristalinas) compreendem a Serra de Itaitinga situada na porção central do Município. Este ambiente, da mesma forma que a Depressão Sertaneja, é composto de rochas gnáissico-migmáticas (Neoproterozóico), e derivam do trabalho seletivo da erosão, que rebaixou as áreas circundantes, constituídas de litologias mais tênues. As rochas encontradas neste ambiente possuem um intenso potencial a exploração da pedra britada. (Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza, 1998). As condições climáticas das serras cristalinas favorecem a formação de enclaves úmidos e subúmidos com vegetação de Mata Úmida recobrindo solos do tipo Argissolos, como no caso da Serra de Itaitinga.

Figura 7- Mapa de solos do Município de Itaitinga.



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 8 – Mapa climático do Município de Itaitinga.



Fonte: Elaborado pelo autor

4 RECURSOS MINERAIS

4.1 A IMPORTÂNCIA DOS RECURSOS MINERAIS PARA AS ATIVIDADES HUMANAS

A utilização dos recursos minerais trouxe riqueza e conforto para a humanidade, pois estes forneceram materiais e energia necessários para processar alimentos, construir estruturas e manufaturar bens de todos os tipos. Com efeito, observa-se que a humanidade obteve uma melhor qualidade de vida quando aprendeu a extrair e utilizar estes recursos (PRESS et al., 2006).

Os minerais e rochas têm importância inequívoca para as atividades humanas nos mais variados aspectos. Estes materiais terrestres têm presença definitiva no desenvolvimento econômico das nações. Foi a proximidade das minas de carvão e ferro em países como Alemanha, França, Inglaterra e Estados Unidos da América que propiciaram a fabricação do aço, um dos propulsores da Revolução Industrial, o que marcou uma era na história da humanidade. Já no século XX e início do século XXI a explotação do silício encontrado em regiões de bacias sedimentares deu inicio a outra era, ou seja, a Era Informacional, com o aparecimento do CHIP, revolucionando as técnicas de computação, a eletrônica, o armazenamento de dados, os sistemas de comunicação. A transformação de rochas e minerais se deu juntamente com a evolução humana, com o desenvolvimento de ferramentas e artefatos que propiciaram o desenvolvimento da agricultura e a construção de moradias. Desde então, surgia gradativamente a indústria da construção civil. Ao manipularem as rochas, descobriram uma maneira de obter fogo. Pela ação seletiva de elementos químicos naturalmente contidos em minerais, criou-se o adubo para a fertilização de solos. E a vegetação que se desenvolve neste solo absorve através de suas raízes os nutrientes minerais dos solos, convertendo-os em produtos para cura e alimentação do homem. Em todas as áreas da saúde humana e animal, os remédios levam no seu conteúdo inúmeros derivados de minerais. Portanto, seu estudo e aproveitamento trazem, sem dúvida, bem-estar para a sociedade de modo geral.

Impõe-se, entretanto, responsabilidade na exploração e explotação mineral, em virtude dos impactos ambientais que provocam, pelos danos que podem causar às populações nos entornos das minerações e pela retirada exacerbada, levando à exaustão de jazidas.

4.2 ATIVIDADES MINERAIS NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA

De acordo com as regras da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), (NBR: 7225 e 7211) agregado é definido como "[...] material natural de propriedades adequadas ou obtido por fragmentação artificial de pedra, de dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e de dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075mm." Entretanto, para o Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza (1998, pag. 25) entende-se como agregados "[...] as rochas e minerais industriais, naturais ou manufaturados, que dão volume e resistência em concreto de cimento Portland, em misturas de cimento betuminoso e em argamassas."

Segundo Mattos et al (2005, p. 95), os agregados, representados por areias, cascalhos e pedras britadas, podem ser classificados quanto a origem, densidade e tamanho dos fragmentos. De acordo com essa classificação, a pedra britada, quanto a sua origem, é considerada um agregado artificial, uma vez que passa por processo de fragmentação. Quanto à densidade, é classificada como um agregado normal. Relacionada ao tamanho, este material é definido, segundo as normas da ABNT, (NBR: 7225 e 7211) em:

- agregado graúdo – pedra britada ou brita ou pedregulho muito grosso, grosso e médio, com dimensões nominais de 100,0 mm e 4,8 mm;
- agregado miúdo – pedregulho fino, pedrisco grosso, médio e fino, areia grossa, média e fina, com dimensões nominais de 4,8 mm a 0,075 mm.

No que se refere ao material proveniente da pedra britada, temos (Figura 09):

 pedra britada numerada – pedra de tamanho definido, obtida por peneiramento, tendo por limites as aberturas nominais de duas peneiras consecutivas, entre as quais se consideram calibrados os seus fragmentos;

 pedra britada – material proveniente da britagem de pedra, com dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e dimensão nominal mínima igual ou superior a 4,8 mm;

 pedregulho – material natural inerte, de forma arredondada, com dimensão nominal máxima inferior a 100 mm e dimensão nominal mínima igual ou superior a 2,0 mm;

 pedregulho muito grosso – aquele compreendido de 100 a 50 mm;

 pedregulho grosso – aquele compreendido de 50 a 25 mm;

 pedregulho médio – aquele compreendido de 25 e 4,8 mm;

 pedregulho fino – aquele compreendido de 4,8 a 2,0 mm;

 pedrisco – material proveniente da britagem de pedra, com dimensão nominal máxima inferior a 4,8 mm e dimensão nominal mínima igual ou superior a 0,075 mm;

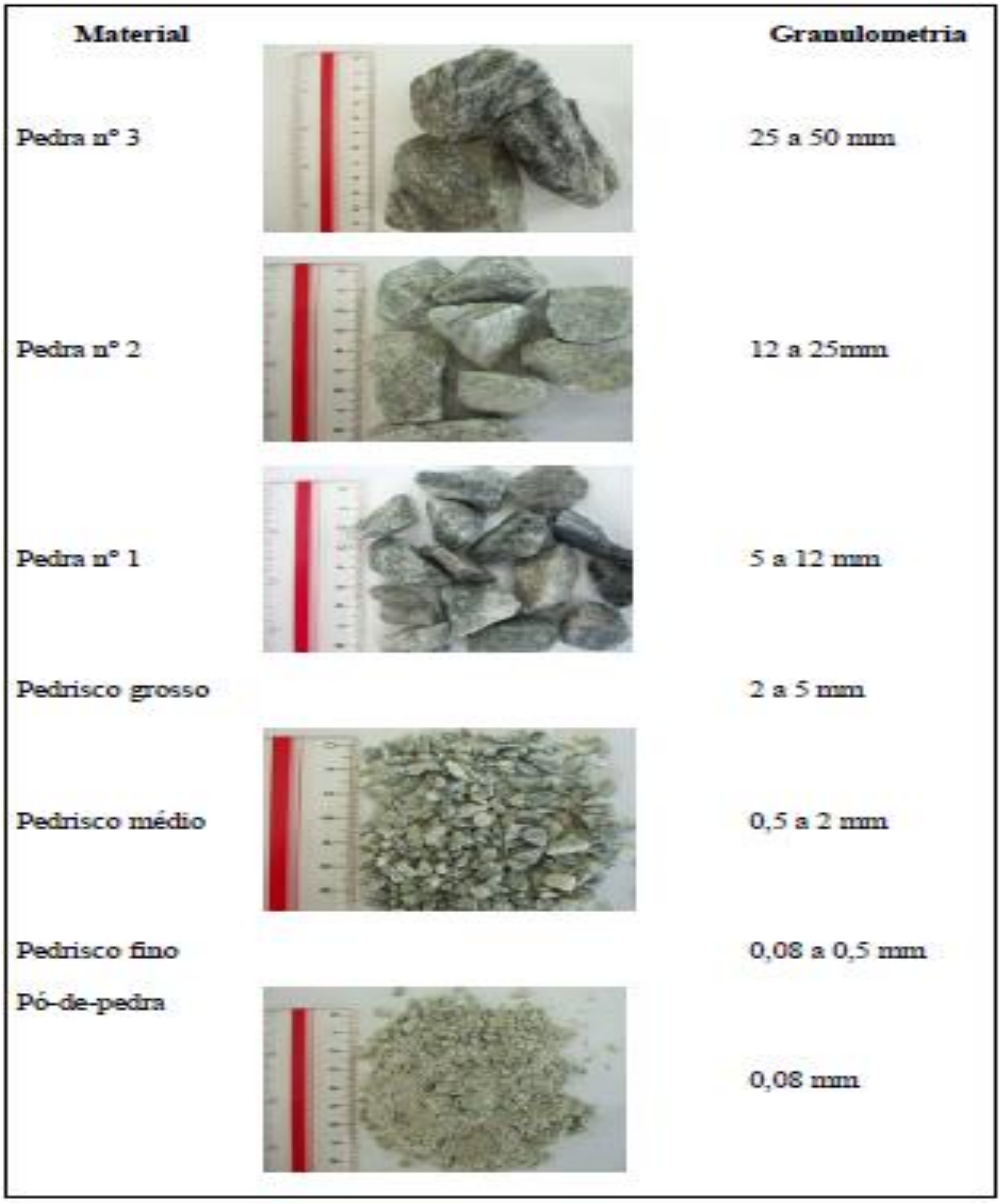
 pedrisco grosso – aquele compreendido de 4,8 a 2,0 mm;

 pedrisco médio – aquele compreendido de 2,0 a 0,42 mm;

 pedrisco fino – aquele compreendido de 0,42 a 0,075 mm;

 pó-de-pedra – material proveniente da britagem de pedra, com dimensão nominal máxima inferior a 0,075 mm.

Figura 9 - Material proveniente da pedra britada.



Fonte: ARAÚJO NETO, 2006.

Em relação ao uso da pedra britada Mattos et al (2005, p. 100) afirmam que sua utilização se deu com o advento do cimento Portland, associado ao desenvolvimento da tecnologia do concreto e do aço, dando novos rumos à construção civil, que passou a utilizar os fragmentos de rochas derivados da britagem. O quadro 01 mostra a especificação do produto quanto a granulometria e utilização.

Quadro 1 - Tipos de brita de acordo com a Norma 7225 da ABNT

Produto	ABNT 7225	Granulometria (mm)	Mercado	Utilização
Brita	Graduação 3	50	Brita 2 Grande	Pisos, pilares, grandes peças de concreto e sumidouros.
Brita	Graduação 3	37,5	Brita 2 Pequena	Pisos, pilares, grandes peças de concreto e sumidouros.
Brita	Graduação 2	32	Brita 1 Grande	Pisos, pilares, vigas, grandes peças de concreto e sumidouros.
Brita	Graduação 2	25	Brita 1 Pequena	Pisos, pilares, vigas, peças de concreto e concreto bombeado.
Brita	Graduação1	19	Brita Zero	Pilares, vigas, pré-moldados, peças de concreto e concreto bombeado.
Brita	Graduação 0	12,5	Pedrisco	Vigas, pré-moldados, peças de concreto e concreto bombeado.
Brita		9,5	Cascalho	Vigas, pré-moldados, peças de concreto e concreto bombeado.
Pó de Pedra		>4,5	Pó de Pedra	Vigas, pré-moldados, peças de concreto e concreto bombeado.

Fonte: Adaptado de Mattos et al.,2005

4.3 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

A realização das atividades de pedreiras acontece de modo semelhante nas diversas regiões do País, no entanto o que muda é o tipo de tecnologia utilizada e a preocupação ou não em amenizar os impactos ambientais negativos gerados por este tipo de atividade. Cabe aqui uma explicação sobre estas etapas que, neste trabalho, estão sendo divididas em cinco, ressaltando que a denominação utilizada para cada uma das etapas foi conhecida tanto com em trabalhos realizados em campo como por meio de leituras sobre o tema.

1 Decapeamento

O decapeamento é a retirada do material superficial e, consequentemente, envolve a remoção da vegetação e do solo (Figura 10). Após a limpeza do local, o material removido é depositado em locais chamados de bota-fora. Dependendo do critério de escolha do local, o bota-fora pode se transformar num problema a mais, no entanto algumas pedreiras já vêm trabalhando com o aproveitamento deste material para fechar antigas crateras feitas pela própria atividade da mineração, ou, então, utilizar à areia removida para uso na construção civil. Tratando-se das pedreiras visitadas, no entanto, a vegetação removida do local ainda representa um problema, uma vez não existe local apropriado para a deposição deste material (Figura 11). Na Pedreira Itaitinga, algumas árvores estão sendo replantadas na parte de baixo com a finalidade de servir como uma cortina vegetal.

Figura 10 - Etapa de decapeamento na Pedreira Cebrita. Máquina trabalhado.

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 11 - Decapeamento - Restos de vegetação colocado sobre a mata

Fonte: Elaborado pelo autor

2 Perfuração e carregamento com explosivos

Com a limpeza do local, o passo seguinte é a fase de perfuração e o carregamento com explosivos para o desmonte da rocha, operação denominada de “fogo primário” (Figura 12). Nesta etapa, acontecem as explosões responsáveis pelas vibrações, poeiras e lançamento de fragmentos de rochas. Com a desagregação do material, inicia-se o momento de transporte interno e desmonte secundário, etapa de fragmentação dos blocos de rochas maiores.

Figura 12 - Foto Orifício para o carregamento com explosivos.(5cm de diâmetro).

Fonte: Elaborado pelo autor

3 Transporte (interno) e desmonte secundário

Aqui começa o beneficiamento da rocha. O transporte interno (dentro da pedreira) se dá por meio de caçambas que transportam os blocos de rochas até o britador; os blocos maiores são desagregados com o auxílio de máquinas. Neste trabalho, a geração de poeira é bastante intensa, no entanto medidas, como o umedecimento do local, funcionam como paliativos. O britador se encarrega de triturar e classificar a rocha de acordo com o tamanho, separando através de peneiras e pilhando estas britas em locais a céu aberto (Figura 13).

Figura 13 - Foto do Pátio de Britagem da Estrela Britagem

Fonte: Elaborado pelo autor

4 Estocagem e transporte do produto para comercialização.

A última etapa da produção se dá com a estocagem e transporte do produto para comercialização.

Todo esse processo produz influxos negativos, como a descaracterização da paisagem; retirada da vegetação no local de extração; fuga da fauna; ruídos e vibrações; além da geração de poeiras.

4.4 MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS

Na atividade de extração de rochas, seja para a produção de agregados ou outro tipo de produto, não há somente a interferência nos sistemas ambientais. Essa atividade proporciona a supressão de grandes massas, vegetal ou de solos, como também modificações significativas na própria forma do relevo, com a formação de grandes crateras, agravando ainda mais o problema quando esta atividade não possui um plano de lavra que visa a minimizar os impactos mediante um estudo da área que alie o aproveitamento com a eficiência. Como bem ressaltam Baptisti et al (2004, p. 205), ao assinalar que "[...] a extração mineral é potencialmente degradadora do ambiente, e por mais que se desenvolva dentro dos melhores padrões de controle ambiental, sempre haverá um impacto residual". Corroboram a de Polleto (2006), ao afirmar que a atividade de exploração de pedreiras afeta todo o ambiente. Então, embora as modificações ambientais sejam necessárias para que se tenha matéria-prima necessária à demanda social, seu modo de explotação deve ser levado em conta, principalmente, quando envolve diretamente populações afetadas negativamente por este tipo de atividade.

De acordo com Sanchez (2006, p. 24), "[...] à poluição podem-se correlacionar certas grandezas físicas ou parâmetros químicos ou físico-químicos, que podem ser medidos e para os quais podem ser estabelecidos valores de referência, conhecidos como padrões ambientais". Dentre os cinco exemplos de poluentes abordados pelo autor, para a pesquisa, três foram relevantes:

1) 1 material particulado ou gases potencialmente nocivos na atmosfera, cujas concentrações podem ser medidas por métodos normalizados (são normalmente expressas em $\mu g/m^3$) e para alguns dos quais também existem padrões estabelecidos pela regulamentação;
2) 2 ruído, medido ordinariamente em decibéis- dB (A), cujos níveis de pressão sonora são fixados por textos legais ou normas técnicas; e
3) 3 vibrações, medidas, por exemplo, em mm/s, cujos valores são estabelecidos por normalização técnica.

Para esta investigação, no entanto, dada a indisponibilidade de equipamentos para a medição destes três parâmetros, concedemos atenção especial ao material particulado, mediante as observações feitas em campo e registros fotográficos. A figura 14 mostra visivelmente a proliferação de material particulado no processo de produção da brita.

Figura 14 - Proliferação de material particulado.

Fonte: Elaborado pelo autor

Quanto à degradação ambiental, Sanchez (2008) assegura que “[...] podemos afirmar que degradação ambiental seria, assim, uma perda ou deterioração da qualidade ambiental”. A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente define degradação ambiental como “alteração adversa das características do meio ambiente” (art. 3°, inciso II), definição suficientemente ampla para abranger todos os casos de prejuízo à saúde, à segurança, ao bem-estar das populações, às atividades sociais e econômicas, à biosfera e às condições estéticas ou sanitárias do meio, que a mesma lei atribui à poluição.

Assim, degradação ambiental pode ser conceituada como “[...] qualquer alteração adversa dos processos, funções ou componentes ambientais, ou como uma alteração adversa da qualidade ambiental(...) Assim como a poluição se manifesta desde um certo patamar , também a degradação pode ser percebida em distintos graus. Se o ambiente pode ser degradado de maneiras diversas, a expressão área degradada sintetiza os resultados da degradação do solo, da vegetação, muitas vezes, das águas. (SANCHEZ, 2008, p.27)

4.5 CARACTERIZAÇÃO DAS PEDREIRAS INDUSTRIAIS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE ITAITINGA

Dentre as pedreiras do Município de Itaitinga estão consideradas industriais, chamadas assim por terem uma produção mecanizada, e as pedreiras não industriais, onde o trabalho é feito de modo artesanal com a utilização de instrumentos simples (Figura 17). O material produzido também é diferenciado. Nas pedreiras industriais, produzem-se a pedra britada, o pó de pedra e a brita corrida, enquanto nas pedreiras não industriais, há a produção do meio fio, da alvenaria, do paralelepípedo, dentre outros produtos. Uma demonstração está nas figuras (15 e 16).

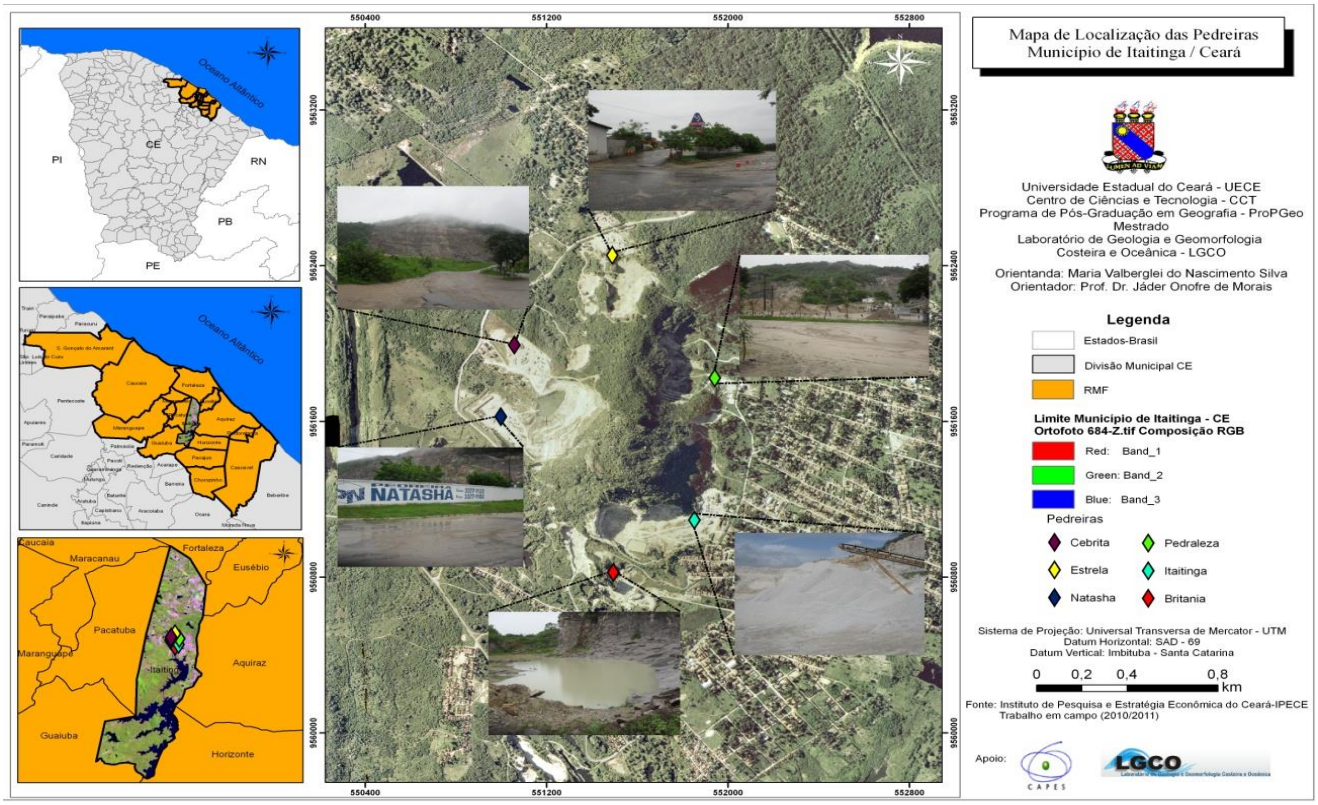
Figura 15 - Trabalhador utilizando ferramentas manuais para a produção de meio-fio (Pedreira não industrial).

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 16 - Rompedor hidráulico fragmentando blocos de rochas (Pedreira industrial)

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Mapa de localização das pedreiras no Maciço Residual de Itaitinga.



Fonte: Elaborado pelo autor

4.5.1 Pedreira Itaitinga

A Pedreira Itaitinga Companhia Limitada, de propriedade de Amarílio Cavalcante Junior, localizada na Av. coronel Virgílio Távora nº 34-Centro de Itaitinga, foi fundada em 26 de julho de 1987 e tem como substância explotada o granito. Esta empresa trabalha tanto com a extração como com a comercialização deste produto. A produção mensal de quantidade explotada corresponde, em média, a 25mil m³(alvenaria). O preço médio da pedra britada é de R$ 50,00. Embora a pedra britada seja o principal produto, produzem-se a brita corrida (uma espécie de mistura de brita com areia), o cascalho e o pó de pedra. Os principais mercados consumidores são as concreteiras e os depósitos, tendo como principal destino a Cidade de Fortaleza, capital do Estado do Ceará.

A citada organização trabalha com um sistema operacional mecanizado em toda a sua etapa de produção e beneficiamento. Como em toda pedreira, a atividade começa com a limpeza do terreno que equivale ao desmatamento (total) da área a ser explorada. Nesta pedreira, a vegetação tirada com a limpeza da área ainda não possui um local apropriado. O solo, no entanto, está sendo estocado, para a construção de uma estrada, medida que servirá para diminuir a produção de material particulado devido ao movimento constante de máquinas no local e otimizar a produção.

O tamanho da área a ser explorada varia de acordo com a demanda da produção. Após a limpeza total, a etapa seguinte é a preparação para o plano de fogo que, segundo foi informado, é feito por um profissional especializado. Deve-se ressaltar que o sistema adotado nesta pedreira se dá por via da construção de bancadas (Figura 18).

Após o desmonte da rocha, começam o transporte e a fragmentação dos blocos maiores. O transporte é feito em caçambas (Figura 19), abastecidas com uma pá mecânica, e a fragmentação dos blocos de rocha maiores é feita com o rompedor hidráulico, mais conhecido como pica-pau. As caçambas levam e descarregam a rocha no britador principal. Este britador fragmenta estas rochas em blocos menores, distribuídos para os demais britadores que, através de peneiras, as separam de acordo com o tamanho (Figura 20). Uma característica observada nesta pedreira é que todas as atividades são concentradas em um só espaço, o que agiliza o processo de produção.

Figura 18 - Extração feita através do sistema de bancada

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 19- Pá mecânica carregando caçambas com blocos de rochas.

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Peneira utilizada para separar fragmentos de rochas de acordo com o tamanho.

Fonte: Elaborado pelo autor

Em relação às medidas mitigadoras, algumas foram tomadas, como a criação de uma barreira vegetal (Figura 21), sendo que esta barreira é feita com eucalipto e outras espécies vegetais da própria serra, retiradas durante a etapa de decapeamento e replantadas na parte de baixo da pedreira. Esta barreira, no entanto, que possivelmente serviria como uma cortina, barrando a visão de parte da pedreira e impedindo a expansão das partículas de poeiras geradas pela atividade e também a expansão sonora, ainda é muito espaçada, o que parece que foi feito de maneira aleatória, uma vez que a pretensa barreira foi feita de modo descontínuo e a vegetação não foi suficiente.

Figura 21 - Barreira vegetal de eucalipto (Pedreira Itaitinga)

Fonte: Elaborado pelo autor

Outro exemplo de medida mitigadora adotado por essa pedreira, diz respeito à inibição da proliferação de material particulado, feita com base em ações simples com resultados visíveis. Após o plano de fogo e desmonte da rocha, que é o começo da etapa de beneficiamento, começa o movimento de caçambas dentro da pedreira; o chão é molhado continuamente com carro pipa, inibindo o surgimento de poeira (Figura 22).

Outro fator a se destacar é que em toda etapa de britagem a rocha é constantemente umidificada (Figura 23), inibindo a geração de material particulado. Este tipo de ação, no entanto, não elimina a proliferação do material particulado por completo, afetando, desta maneira, a vegetação mais próxima e há a necessidade de se ter um cuidado maior com o trabalhador, pois ele deve possa utilizar equipamentos de segurança, principalmente, mascaras protetoras.

Figura 22 - Carro-pipa umedecendo a estrada

Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 23 - Funcionário molhando os blocos de rochas antes de colocar no britador principal.

Fonte: Elaborado pelo autor

A aquisição de residências próximas à pedreira Itaitinga também foi considerada uma medida mitigadora, com a finalidade de evitar possíveis conflitos com vizinhos, porém deve-se destacar que, embora tenha havido a compra de algumas residências, muitas ainda estão localizadas próximas à pedreira.

Foi observado que esta pedreira é a que se encontra numa situação mais delicada, por se encontrar dentro do núcleo urbano, próxima de comércios, residências, terminal rodoviário, ou seja, locais de movimento intenso de pessoas. Além do mais, é a pedreira mais visível se observada do centro da sede de Itaitinga (Figura 24).

Figura 24 - Pedreira Itaitinga vista do centro da Sede.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5.2 Pedreira Estrela (início da lavra: anos de 1980)

A Pedreira Estrela Britagem é de propriedade do Coronel Cleber e está mais afastada do centro da cidade, porém, há muitas residências próximas que, de acordo com funcionários desta empresa, são, na maioria, pessoas que trabalham em atividades de pedreiras nas adjacências. O principal mercado consumidor desta pedreira também é a capital do Estado, Fortaleza. O preço do produto é parecido com o valor das demais pedreiras visitadas. O material produzido, também, varia – brita, brita corrida, pó-de-pedra, cascalho.

Quanto à atividade, ela não é concentrada em um só lugar e a exploração se dá em pelo menos dois locais. Nesta pedreira, não há um sistema de bancada (Figura 25), o que facilita a queda, sem obstáculos, de fragmentos de rochas, podendo causar acidentes (Figura 26).

Figura 25 - modelo de extração sem sistema de bancadas (Pedreira Estrela Britagem).

Fonte: Elaborado pelo autor

A extração feita por meio de bancadas, além de evitar acidentes, possibilita uma mobilidade maior de funcionários e máquinas, pois funciona como uma espécie de rampa, dando um acesso mais seguro ao topo da pedreira.

Figura 26 - Bloco de rocha que desmoronou da parte superior da pedreira (Pedreira Estrela Britagem).

Fonte: Elaborado pelo autor

Nesta pedreira, o caminho de acesso a sua parte superior não possui nenhuma segurança, como representado na figura 27. De acordo com funcionários, a queda de ovelhas é comum. O sistema de irrigação está em alguns britadores.

Figura 27 - Caminho de acesso a parte superior da Pedreira Estrela Britagem

Fonte: Elaborado pelo autor

Outro fator que vale ser destacado é que, nessa pedreira, ainda há trabalhadores que militam em condições bem precárias (Figura 28). O barulho gerado, embora não seja incômodo para quem está na parte externa da pedreira, é bastante incômodo para quem está dentro dela.

Figura 28 - Etapa de furo para abertura do orifício para colocar explosivos.

Fonte: Elaborado pelo autor

4.5.3 Cebrita

Está pedreira pode ser considerada uma das maiores entre as visitadas. Também está na parte mais alta do maciço de Itaitinga. Na sua organização interna, há uma separação entre o local de extração, beneficiamento do granito e de estocagem. A pedreira é a única que tem um refeitório para seus funcionários. A extração também se dá por via de bancadas e, de acordo com funcionários, o plano de fogo é realizado por um funcionário treinado periodicamente para a realização desta atividade. A pedreira Cebrita localiza-se mais afastada do espaço urbano, no entanto pode-se observar a existência de algumas residências nas suas adjacências. Outro fato a destacar é que nessa pedreira não existe um planejamento ou um local específico para depositar o bota-fora, acarretando duplo processo de degradação.

4.5.4 Pedreira Natasha

Não foi possível o acesso à parte interna desta pedreira, tampouco se pôde conversar com funcionários, no entanto, por ter sido desmembrada da pedreira Cebrita, podemos perceber do alto do maciço toda sua parte interna.

4.5.5 Pedraleza

A esta, não foi possível também o acesso. Tivemos apenas uma visão superficial, de fora.

4.5.6 Pedreira Britânia

Esta pedreira é menor do que as demais, no entanto fica bem próxima da área urbana. Foi informado que ela, malgrado ter algumas máquinas, não trabalha com a extração da brita.

5 APLICAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

A metodologia pensada para mensurar as partículas em suspensão e medir a poluição sonora, com a finalidade de produzir dados quantitativos relacionados às atividades de pedreiras em Itaitinga será descrita a seguir. Outra proposta de trabalho pode ser desenvolvida em outro momento, em razão da indisponibilidade de equipamento e impossibilidade de levantar dados em determinadas etapas de extração da rocha pelo fato de representar riscos muito altos. Foi feito, no entanto, um levantamento bibliográfico de trabalhos que discutem metodologias para serem aplicadas em pedreiras.

5.1 PROPOSTA PARA A MEDIÇÃO DE EMISSÃO DE MATERIAL PARTICULADO NO AR

5.1.1 Locais de coleta do material particulado: ambientes de mineração e urbano

1ª etapa: fabricação de telas com material que possibilite a retenção de partículas de até 1µm, visto que partículas em suspensão no ar podem apresentar diâmetros aerodinâmicos de 0 ~100µm) sendo que as de diâmetro menor do que 10µm são as mais perigosas à saúde humana (inaláveis). ALMEIDA, 1999,

> Partículas de 15µm ou maiores quando inaladas não ultrapassam as vias respiratórias superiores, sendo removidas ainda no nariz e na garganta, não alcançando portanto os pulmões. Partículas menores (aproximadamente 10 µm ou menores), quando inaladas, podem chegar até o sistema respiratório inferior, alcançando assim os alvéolos pulmonares (ALMEIDA, 1999, p.24).

2ª etapa: estas telas devem ser distribuídas entre os pontos mais altos da cidade e em distâncias diferenciadas das pedreiras, tanto na área urbana como em áreas vegetadas;

3ª etapa: a coleta deve ser feita durante o dia e no mesmo intervalo de tempo durante a noite, visto que na parte do dia, tem-se a atividade de pedreira e à noite não, possibilitando, desta maneira, fazer uma comparação da emissão de material particulado nestes dois períodos. Este mesmo experimento deve ser feito tanto no período chuvoso como sob estiagem;

4ª etapa: esse experimento poderá nos mostrar o alcance deste material particulado e também a sua concentração em distâncias variadas;

5ª etapa: como produto – geração de gráficos com suporte nos dados colhidos, assim como a produção de um mapa dentro da área de pedreira, indicando cada ponto (atividade) e suas respectivas quantidades (aproximadas) de emissão de material particulado. A produção de um mapa detectando nas adjacências das pedreiras os principais pontos de concentração de material particulado, assim como a área de alcance deste material;

6ª etapa: o resultado nos possibilitará ter uma ideia da emissão de material particulado relacionado às atividades de pedreiras, a fim de propor ações mitigadoras para o problema apresentado.

O material particulado é definido por Almeida (1999 pág. 17) como

> [...] partículas sólidas ou líquidas emitidas por fontes poluidoras do ar ou mesmo aquelas formadas na atmosfera, são denominadas de material particulado e, quando dispersas no ar, formam os chamados aerossóis. Quanto à origem, podem ser provenientes de fontes antropogênicas , podendo ainda ser emitidos diretamente por essas fontes (partículas primárias), bem como serem formadas na atmosfera a partir da interação de compostos preexistentes (partículas secundárias).

De acordo com Gruenzner, (2003),

O limite de tolerância para poeira respirável, expresso em mg/m³, é dado por:

$$LT = \frac{8}{\%\ \text{quartzo} + 2} \quad \text{mg/m}^3$$

O limite de tolerância para poeira respirável e não respirável, expresso em mg/m³, é dado por :

$$LT = \frac{24}{\%\ \text{quartzo} + 3} \quad \text{mg/m}^3$$

Ainda citando o mesmo autor, o limite de exposição para a sílica cristalina respirável (quartzo) é de 0,05mg/m², sendo esta tóxica para o macrófago alveolar em razão de suas propriedades que levam à destruição da membrana celular. Esse autor garante que a sílica é uma substância inerte e, no caso de ingestão, boa parte se dissolve no trato digestivo e é expelido pelo sistema urinário. A principal fonte de sílica é o quartzo, que existe em boa parte dos minerais com emprego na construção civil. Relacionado à produção de brita, de acordo com Cuchierato (2000, apud GRUENZNER, 2003), as britas são, em sua maioria, originadas de rochas de composição granítica (granito e gnaisses) e que, por sua vez, têm uma composição média de 67,03% de quartzo. A inalação de partículas de quartzo que chegam até o sistema respiratório inferior, no entanto, conduz a um processo fibriótico no pulmão, denominado de silicose.

Tabela 7 - Índice de morbidade hospitalar no município de Itaitinga

Índice de morbidade hospitalar no município de Itaitinga				
Ano	Óbitos (total)	Óbitos (homens)	Óbitos (mulheres)	Óbitos (doenças do aparelho respiratório)
2005	68	42	26	16
2006	6	4	2	1
2007	53	33	20	9 (6-homens, 3-mulheres)*
2008**	--------	--------	--------	----------
2009	8	6	2	Total 4 (3-homens; 1mulher)
2010	6	3	3	Total 1 (1-homem; 0 mulher)

Fonte modificada: IBGE, 2010.

* Os dados sobre óbitos por doenças respiratórias foram mostrados com separação entre homens e mulheres somente a partir de 2007.

** Não foram divulgados dados para o ano de 2008.

Sabendo-se que boa parte da mão de obra das pedreiras é formada por homens, as mulheres ficam restritas aos refeitórios, escritórios e recepção, e não têm contato direto com o material particulado. Quanto a este assunto, alguns dados da tabela devem ser consideradas para futuras verificações, tais como o levantamento, in loco, sobre se algum destes homens que faleceram por complicações no sistema respiratório trabalhavam em atividades de pedreiras.

Em 2005, 23,5% dos óbitos totais de Itaitinga foram decorrentes de doenças respiratórias, sendo que, deste total 61,76% eram homens. Em 2006, 16% dos óbitos decorreram de doenças respiratórias e, desta porcentagem, 66% eram homens. Já em 2007, 16,98 dos óbitos sucederam de doenças respiratórias e 11% do total de óbitos pelo mesmo motivo era de homens. No ano de 2008, não havia dados disponíveis. Em 2009, 37% do total de óbitos por conta de doenças respiratórias eram de homens. Levando em conta somente a porcentagem por doenças respiratórias, os homens representam 75% dos óbitos. Já em 2010, 16,6% do total de óbitos aconteceram por doenças respiratórias e todos são homens; não houve nenhum registro de óbito de mulheres por esse motivo em 2010. A seguir, no quadro 02, são descritos os efeitos nocivos da poluição atmosférica.

Quadro 2 - Efeitos da poluição atmosférica (saúde humana, a vegetação, fauna e materiais).

EFEITOS DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA	
Efeitos sobre a saúde humana	Irritação dos olhos e das vias respiratórias; redução da capacidade pulmonar; aumento da suscetibilidade a infecções virais e doenças cardiovasculares; redução da performance física; dores de cabeça; alterações motoras e enzimáticas; agravamento de doenças crônicas do aparelho respiratório (asma, bronquite, enfisema e pneumoconioses).
Efeitos sobre a vegetação.	Necrose do tecido das folhas, caule e frutos; a redução e/ou supressão da taxa de crescimento; o aumento da suscetibilidade a doenças. Danos ocasionados pela redução da penetração da luz, com consequente redução da capacidade fotossintetizadora, geralmente por deposição de partículas nas folhas; pela penetração de poluentes através dos estômatos (ASSUNÇÃO, 1998).
Efeitos sobre a fauna	Enfraquecimento do sistema respiratório; danos aos olhos, dentes e ossos; aumento da susceptibilidade a doenças; pestes e outros riscos ambientais relacionado ao stress; a diminuição das fontes de alimento e a redução da capacidade de produção.
Efeitos sobre os materiais	Deposição de partículas.

Fonte: Almeida (1999)

5.1.2 Técnicas para medição de ruídos

Para a medida de decibéis, seriam trabalhados dois eixos: ruídos gerados pelo fluxo de caminhão dentro da cidade e as vias mais movimentadas com a escolha de caminhos alternativos e o ruído gerado pela atividade de extração da rocha, de uma maneira geral, desde a explosão até o beneficiamento.

Ruídos do caminhão: detecção do horário de maior fluxo e a intensidade dos ruídos; marcados por de pontos no GPS e, simultaneamente, medir os decibéis daquele local e cronometrar o tempo de duração.

Quanto às explosões, também medir a intensidade e a duração de vários pontos na cidade. Também fazer essa medição dentro da pedreira (tanto no momento da explosão como em relação ao barulho originado pelas máquinas (britadores, rompedor hidráulico, pá carregadeira).

Como produto, teríamos um mapeamento, dentro das pedreiras, relacionando as etapas de produção com a geração de ruídos; assim, também, como um mapeamento indicando os pontos mais críticos dentro da cidade, relacionados à produção de ruídos por conta da atividade de mineração .

O trabalho de Araújo Neto - “Problemas gerados pela extração de rochas e propostas para a mitigação do impacto sonoro (2006)” afirma que, atualmente, é bastante normal separarmos sem nos dar conta, ruído e vibração, no entanto, quando analisada a literatura, percebemos que o que chamamos de som, na verdade, é uma vibração de ondas sonoras. Concomitante, neste, existem vibrações não detectáveis pelo sistema auditivo humano, os chamados infrassons (sons em baixa frequência em média 20 Hz). Nosso interesse em estudar tais vibrações se da pelo fato de: vibrações emitidas por explosões na lavra a céu aberto em pedreiras são apontadas como geradoras de vários problemas e conflitos (ondas sísmicas e níveis de pressão sonora ou sobrepressão geradas pelas explosões de superfície, como consequência do desmonte de rochas em pedreiras ou outros minerais) (ARAÚJO NETO, 2006).

A fonte ruidosa em questão, dentre os vários tipos de vibrações, produz o chamado: ruído impulsivo (duração menor do que um segundo), gerados pelas explosões, e agravados pelos ruídos intermitentes (gerados pelo trafego de maquinário pesado, funcionários e britadores, assim como pela esteira transportadora de minérios). Esses problemas com os ruídos, poeira e vibrações vêm desde o inicio do século, no entanto, com o avanço da urbanização, as cidades sofrem “inchaços” populacionais, fazendo com que a distância entre núcleos urbanos e pedreiras diminua consideravelmente (relacionando com a área de estudos: percebe-se que o núcleo urbano foi aproximando-se da pedreira e hoje existem casas a menos de 60 metros, da fonte ruidosa). Mesmo com todo o emprego de novas tecnologias para a lavra da rocha, a mitigação dos problemas ocasionados pela operação da pedreira torna-se difícil, tendo em vista a proximidade com a fonte ruidosa.

Dentre as medidas que as pedreiras vêm adotando para diminuir os danos aos núcleos urbanos, podemos destacar: os chamados planos de fogo (determina-se uma poligonal ajustada para cada lavra), utilizando-se, para tal, instrumentos de medições, tendo com isso a conciliação entre a produção mineral local sem ter problemas maiores com as manifestações das comunidades residentes no entorno da mina. Ter uma engenharia de explosivos e vibração bem estruturada pode vir a ser alternativa viável, para se conseguir diminuir os problemas ambientais e sociais na lavra das rochas em uma pedreira urbana. Medidas simples, como verificar a direção dos ventos e seus horários no planejamento de explosões podem vir a fazer total diferença, na produção mineral, neste caso.

A área ambiental vem se preocupando com esse tipo de empreendimento, em todos os níveis de operação: pré-instalação, exploração e encerramento das atividades. Foi verificada uma série de problemas graves, relacionados ao abandono da área explorada: cavas abandonadas e inundadas, encostas desmoronando, áreas vegetadas degradadas e entre outros. Com a fase industrial e um crescimento intenso dos centros urbanos, maior produção mineral foi exigida. Paralelamente a isso, as pessoas começaram a se instalar nos entornos das minas, ocasionando os conflitos sociais.

Explicações de vários mineradores desmontam o argumento de que eles teriam chegado aos locais instalados, antes da população. Esses meios físicos foram inclusive melhorados por estes: pavimentos, pontes etc. Por outro lado, há a mobilização popular com inúmeras denúncias nos órgãos públicos, motivadas pelo lançamento de rochas no momento da explosão, criando um clima conflituoso.

Então, o desafio, hoje, da mineração moderna é sem sombra de duvidas, reduzir os conflitos e ter uma boa estrutura de engenharia de explosivos e vibração, bem como adotar uma postura de ação responsável.

> Instrumentos como sismógrafos de engenharia, softwares, câmaras ultra-rápidas de filmagem de detonação da face e câmara de inspeção do interior de furo, equipamentos de perfilhamento de furos e de bancadas, plugs especiais para tamponamento, explosivos e acessórios específicos é possível diagnosticar qualquer tipo de problema vindo desta atividade. (ARAÚJO NETO, 2006).

De acordo com Araújo Neto (2006), sismógrafos de engenharia medem a velocidade de vibração de partícula em mm/s, sendo este, atualmente, o parâmetro mais aceito para correlacionar as vibrações com danos potenciais causados por detonações. Por outro lado sensores de pressão que medem a vibração do terreno são chamados geofones e usam transdutores. Tal equipamento pode conter em seu aparato um transdutor(uniaxial), ou três (triaxial). E o sensor para a sobrepressão atmosférica, em geral, medem uma das grandezas descritas a seguir:

- Velocidade – Sistemas eletromagnéticos;
- Aceleração - piezoelétricos;
- Sobrepressão – microfone.

O monitoramento sismográfico pode ser também utilizado para se avaliar o desempenho de explosivos e estabelecer conformidades com regulamentações, especificas para se evitar possíveis danos em edificações civis e desregulação ambiental. Algumas especificações para sismógrafo podem ser citadas:

- Frequência: 2 a 250 Hz;
- Precisão: +/-5% ou - 0,5% mm/s (0,02pol/seg), o que for maior:

- Densidade de vibração do sensor: <2,40 g/cm³ (150lb/pé³)
- Amostragem digital: pelo menos 1000 amostras/seg/canal;
- Temperatura de operação: - 12 a 49° C.

Explosões produzem ondas transientes transmitidas tanto pelo solo quanto pelo ar. Essa energia gerada se propaga através de vibrações. Então, os parâmetros que devem ser observados para se medir o impacto dessas explosões são: velocidade, aceleração e deslocamento de partícula do terreno, não deixando de lado a respectiva frequência.

5.2 EXPANSÃO DO PERÍMETRO URBANO DE ITAITINGA E PROXIMIDADE COM AS PEDREIRAS

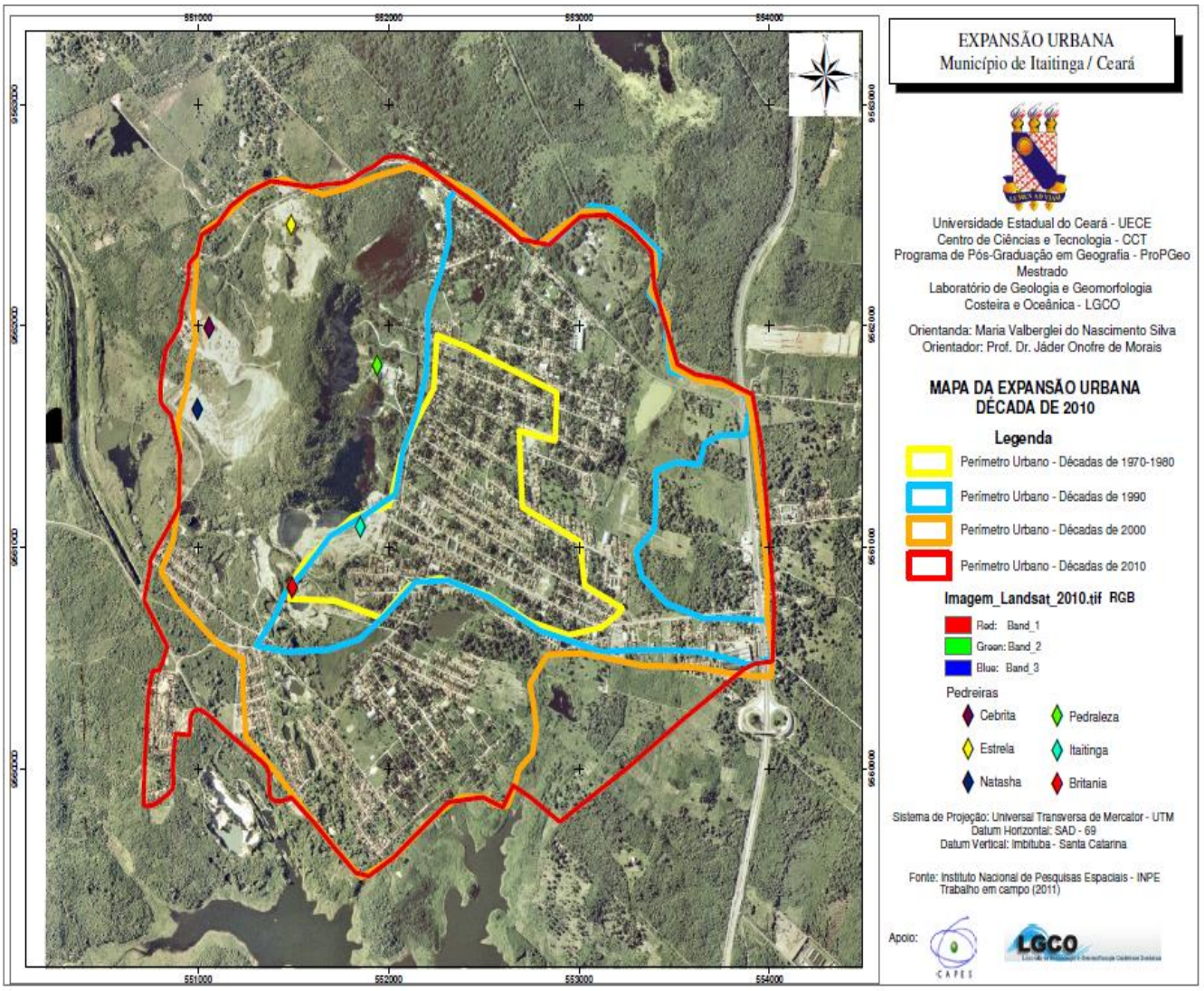
Como exposto anteriormente, a atividade de exploração mineral relacionada à extração do granito, que tem como principal produto a pedra britada de uso direto na construção civil, é feita, principalmente, em áreas próximas à Capital do Estado sendo que é nesta onde está concentrado o principal mercado consumidor.

Embora o território que compreende o Município de Itaitinga tenha sido ocupado desde os anos de 1930, a ocupação se deu de modo mais intenso a partir da década de 1970, quando também ocorreu implantação de uma pedreira do DNER (Departamento Nacional de Estradas e Rodagem), que pertencia ao DNIT. Esse órgão público dotou a localidade de Itaitinga, que até então pertencia ao Município de Pacatuba, de algumas obras de infraestrutura, como o alargamento e calçamento de ruas e iluminação.

Em relação ao processo de expansão da cidade, o que se percebe na Figura 29 (Mapa de Expansão Urbana) é que houve um avanço do espaço urbano sobre a área do maciço na qual está localizada, de forma acentuada, a atividade de extração do granito. As pedreiras estudadas são a Cebrita, Estrela Britagem, Natasha, Pedraleza, Itaitinga e Britânia, destas seis, da década de 1970 a 1980, somente as pedreiras Itaitinga e Britania estavam no limite do perímetro urbano que tinha uma área 1,1km². Nos anos de 1990, as duas pedreiras citadas anteriormente já se encontravam dentro da área urbana do Município que até então era de 2,8km². De 1990 a 2000, o avanço da urbanização se deu mais intensamente e englobou todas as seis pedreiras, o perímetro urbano do Município era de 6,9km². E, em 2010, o perímetro urbano era de 7,8 km².

A expansão do perímetro urbano de Itaitinga nos anos de 1970 a 2010 está sendo demonstrada na figura 29.

Figura 29 - Mapa da expansão urbana no município de Itaitinga (1970-2010)



Fonte: Elaborado pelo autor

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com o que foi detectado percebemos que, no curso do tempo, o espaço urbano de Itaitinga foi crescendo em direção às pedreiras, apontando, assim, uma grave deficiência no planejamento urbano deste município (emancipado em 1992) que acarretou inúmeros problemas, sendo que pedreiras e população ocupam o mesmo espaço. A maior expansão do perímetro urbano se deu no recorte temporal dos anos de 1990 a 2000, quando houve um aumento de 2,8 km² para 6,9 km², ou seja, de 4,1 km²do perímetro urbano. Outro ponto a ser considerado é o descumprimento, que em algumas pedreiras chega ser total, da legislação vigente para esse tipo de atividade que vai desde a forma de extração até a maneira como os funcionários exercem suas funções com a ausência de equipamentos adequados e, algumas vezes, em condições insalubres, notando, assim, que o fator econômico se sobressai em detrimento da preocupação com o social, havendo, desta maneira, um grande embate entre poder público, população local e donos de pedreiras.

Ainda cabe destacar a própria destruição dos sistemas biofíscos de modo tão intenso, como foi presenciado em levantamento de campo e registrado em fotos. Não há um planejamento prévio a fim de mitigar os influxos negativos causados por este tipo de atividade.

Como fator que poderá ser mostrado como positivo, além da disponibilidade de um material necessário ao desenvolvimento de qualquer cidade, é a geração de emprego que ocupa, na sua maioria, homens. As mulheres ficam restritas às recepções, escritórios e refeitórios.

Em futuros trabalhos que envolvam o estudo da exploração de recursos minerais em Itaitinga, poderão também ser trabalhadas, além das pedreiras que operam com a pedra britada, as pedreiras não industriais e as olarias, que também têm curso no Município sob exame.

Outro fator que merece um estudo à parte é a problemática das pedreiras abandonadas pois, além de não possuírem um reaproveitamento de seu espaço, ainda representam um grande perigo para população, pois constituem grandes crateras que não possuem nenhum sistema de proteção. Estudos direcionados à recuperação dessas áreas serão no futuro próximo de grande valia para o Poder Público, principalmente, em pedreiras abandonadas próximas, ou dentro do espaço urbano das cidades, como é o exemplo de Itaitinga.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Fernando Flávio Marques de. et al . Províncias estruturais brasileiras. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 8., 1977, Campina Grande, **Anais....** Campina Grande: SBG Núcleo Nordeste, 1977. p. 363-391. (Boletim Núcleo Nordeste da SBG, 6).

ALMEIDA, Ivo Torres de. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999. Disponível em: <http://www.bv.fapesp.br/pt/bolsas/90135/a-poluicao-atmosferica-por-material-particulado-na-mineracao-a-ceu-aberto/>. Acesso em: 11 ago. 2010.

ARANHA, Maria Lúcia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando:** introdução à filosofia**.** São Paulo: Moderna, 1986.

ARAÚJO NETO, Tito Luis de. **Problemas gerados pela extração de rochas e propostas para a mitigação do impacto sonoro**. 2006. 200 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAleYAJ/problemas-gerados-pela-extracao-rochas> . Acesso em: 05 jul. 2010.

BRASIL. Casa Civil. **Política Nacional de Meio Ambiente (PMNA)**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>. Acesso em: 05 jul. 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Plano Diretor de Mineração para a Região Metropolitana de Fortaleza.** Brasília, 1998.

BERNARDES, Júlia Adão; FERREIRA, Francisco Pontes Miranda de. Sociedade e Natureza. In: CUNHA, Sandra Baptista; GUERRA, Antonio José Teixeira (orgs). **A questão ambiental**: diferentes abordagens. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra,** São Paulo, v.13, p.1-21, 1969.

BITAR, Omar Yazbek. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na Região Metropolitana de São Paulo**. 1997. 187f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/pt-br.php>. Acesso em: 15 out. 2010.

BRANDÃO, R. L**. Sistema de informação para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza- Projeto SINFOR**: Diagnóstico Geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza: CPRM, 19995.

CÂMARA, G.; QUEIROZ, G. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em <www.dpi.inpe.br/teses/gilberto> Acesso em: 10 maio 2010.

CAVALCANTE, J. C. **Limites e evolução geodinâmica do sistema Jaguaribeano, Província Borborema, Nordeste do Brasil**. 1999. 193f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1999.

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia**. 13. ed. São Paulo: Ática, 2003.

COTRIM, Gilberto. **Fundamentos de filosofia:** elementos da história do pensamento, 12. ed. São Paulo: Saraiva, 1996.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

_____. **Análise de sistemas em geografia.** São Paulo: HUCITEC, 1979.

DANTAS, E.; COSTA, M. C. L. (Orgs.). **Vulnerabilidade socioambiental na Região Metropolitana de Fortaleza**. Fortaleza: UFC, 2009.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

GONÇALVES, Carlos Walter Porto. **OS (des) caminhos do meio ambiente**. 10. ed. São Paulo: Contexto, 2002.

GRUENZNER, Gerrit. **Avaliação da poeira de sílica:** um estudo de caso de uma pedreira – na Região Metropolitana de São Paulo. 2003. 145f. Dissertação (Metrado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-17122003-104641/pt-br.php>. Acesso em: 10 out. 2010.

GUERRA, Antônio Teixeira. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em mapas.** Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo1/11/125x.htm> . Acesso em: 12 jan. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Ceará em números 2010.** Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/ publicacoes/ceara _em_ numeros/2010/ >. Acesso em: 12 jan. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Itaitinga**. Fortaleza, 2000.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia,** v.15 n. 2, jul./dez. 2006. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas /geografia>. Acesso em: 5 jul. 2017.

MATTOS, Irani Clezer et al. Agregados. In: VIDAL, Wilson Hollanda et al. **Rochas e Minerais Industriais do Estado do Ceará.** Fortaleza: CETEM/ UECE/ DNPM/ FUNCAP/ SENAI, 2005.

MENDONÇA, Francisco de Assis. **Geografia e meio ambiente**. 6. ed. São Paulo: Contexto, 2002. (Caminhos da Geografia).

MOREIRA, Ruy**. Para onde vai o pensamento geográfico?** Por uma epistemologia crítica. São Paulo: Contexto, 2006.

MOTA, Roberto Freitas. **Geologia e diagnóstico geoambiental da região das pedreiras de Itaitinga, Estado do Ceará.** 1998. 145f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Fortaleza, Fortaleza, 1998.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. Degradação **ambiental e desertificação no Nordeste brasileiro**: o contexto da bacia hidrográfica do rio Acarar- Ceará. 2006. 205f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2006.

NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. **Revista da Casa de Geografia de Sobral**, Sobral, v. 6/7, n 1, p.167-179, 2005.

NEGREIROS, R.Gestão Metropolitana: um desafio que se renova. **Revista Curitiba**, n. 100, p. 81-92, jan./jun. 2001.

POLLETO, C. **A exploração de pedreiras na Região Metropolitana de São Paulo no contexto do planejamento e gestão do território.** 2006. 267f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PRESS, S.; GROTZINGER, E. J**. Para Entender a Terra**. Porto Alegre. Bookman, 2008.

RODRIGUES, Arlete Moysés. Manejo integrado, risco e vulnerabilidade social: evitar tragédias, corrigir problemas? In: PINHEIRO, Daniel R. de C. (org.). **Desenvolvimento sustentável:** desafios e discussões. Fortaleza: ABC Editora 2006, p. 57-71.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, E.J.; BRITO NEVES, B.B. Província Borborema. In: ALMEIDA, F.F.M.; HASUI. Y. (Coords). **O Pré-Cambriano do Brasil**. São Paulo: Edgard Blucher, 1984. 378p.

SANTOS, Jader de Oliveira; SOUSA, Marcos José Nogueira de. Compartimentação geoambiental e riscos ambientais associados na bacia hidrográfica do rio Cocó, Ceará. In: PINHEIRO, Daniel R. de C. (org.). **Desenvolvimento sustentável:** desafios e discussões. Fortaleza: ABC, 2006, p. 75-98.

SILVA, J. B. da. A região metropolitana de Fortaleza. In: SILVA, J. B. da. et al. **Ceará**: um novo olhar geográfico. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SOUZA, M.J.N.de. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do Estado do Ceará. In: SOUZA, M.N.DE. MORAES, J. O. DE; LIMA, L.C. **Compartimentação Territorial e gestão regional do Ceará**. Fortaleza: Editora FUNECE. 2000, p. 13-98.

_____. Compartimentação geoambiental do Ceará. In: SILVA, José Borzacchiello da et al. **Ceará um novo olhar geográfico**. 2.ed. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Questão ambiental : produção e subordinação da natureza. In:SILVA, José Borzacchiello da; LIMA, Luiz Cruz; DANTAS, Eustógio Wanderley Correia. (Orgs.). **Panorama da geografia brasileira II**. São Paulo: Annablume, 2006.

TARNAS, Richard. **A epopeia do pensamento ocidental**: para compreender as ideias que moldaram nossa visão de mundo. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

XAVIER DA SILVA, Jorge. **Geoprocessamento para a análise ambiental**. Rio de Janeiro: J. Xavier Silva, 2001