



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E GEOFÍSICA
CP: 1.639 CEP: 59.072-970 NATAL-RN TEL(FAX): 215-3831

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE GUAMARÉ (RN): SIMULAÇÃO DE RISCO ÀS ATIVIDADES DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA

Autor:

ALFREDO MARCELO GRIGIO

Orientador:

Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro (DG/PPGG-UFRN)

Co-orientadora:

Profa. Dra. Helenice Vital (DG/PPGG-UFRN)

Natal – RN, março de 2003

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E GEOFÍSICA
CP: 1.639 CEP: 59.072-970 NATAL-RN TEL(FAX): 215-3831

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

APLICAÇÃO DE SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA NA DETERMINAÇÃO DA VULNERABILIDADE NATURAL E AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE GUAMARÉ (RN): SIMULAÇÃO DE RISCO ÀS ATIVIDADES DA INDÚSTRIA PETROLÍFERA

Autor:

ALFREDO MARCELO GRIGIO

*Dissertação de Mestrado apresentada em 28
de março de 2003, para obtenção do título
de Mestre em Geodinâmica pelo Programa
de Pós-Graduação em Geodinâmica e
Geofísica da UFRN.*

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro (Orientador)

Prof. Dr. Antonio Paranhos Filho (DHT/CCET/UFMS)

Profa. Dra. Helenice Vital (DG/CCET/PPGG/UFRN)

Natal – RN, março de 2003

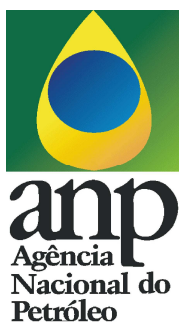


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEODINÂMICA E GEOFÍSICA
CP: 1.639 CEP: 59.072-970 NATAL-RN TEL(FAX): 215-3831

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertação desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGG/UFRN), tendo sido subsidiada pelos seguintes agentes financiadores:

- o Agência Nacional do Petróleo – ANP/PRH-22,
- o Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, através do Programa de Recursos Humanos da ANP para o setor Petróleo e Gás Natural – PRH-ANP/MME/MCT,
- o MARPETRO (FINEP/PETROBRÁS/CTPETRO): Monitoramento Geoambiental de Áreas Costeiras na Zona Petrolífera de Macau, inserida no Estado do Rio Grande do Norte (RN),
- o GERCO-IDEMA: Zoneamento Ecológico Econômico dos Estuários do Rio Grande do Norte,
- o PETRORISCO (FNDCT/FINEP/CNPq/CTPETRO): monitoramento ambiental das áreas de risco a derrames de petróleo e derivados.



“... a tecnologia aprimorou e fortaleceu a capacidade do ser humano de enviar informações, mas não há nada que ajude às pessoas a assimilá-las ou separá-las entre úteis e inúteis”

Sir Roger Penrose (Fórum Econômico Mundial, 1997)

Dedico a todos aqueles que sonharam com este momento, mas que por alguma razão não conseguiram alcançar.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof. Dr. Venerando Eustáquio Amaro, que com a transmissão de seus valiosos conhecimentos, sua amizade, atenção e muita compreensão, aliados à confiança que me depositou, contribuiu decisivamente para o êxito desse trabalho e, principalmente, por nos incentivar a buscar o melhor de nós.

À co-orientadora Profa. Dra. Helenice Vital, pelos ensinamentos e incentivo durante a elaboração desse trabalho e, especialmente, por confiar no meu perfil profissional.

Ao Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pela aceitação no referido Curso, e por darem a oportunidade, subsídio, e incentivo para a conclusão do curso de Mestrado, através de seus professores, funcionários e infraestrutura.

À Secretaria da PPGG, Nilda, pela sua eficiência, dedicação e carinho, com os quais tem merecido o título de “anjo da guarda” dos alunos.

À Agência Nacional do Petróleo/PRH-22, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Laboratório de Geoprocessamento (GEOPRO), por disponibilizar a infraestrutura.

Aos professores Marco Antonio Diodato (CNPq/UFRN), Francisco de Assis Mendonça (UFPR), Salete Kozel (UFPR), Eliane Ferretti (TUIUTI) e Antonio Paranhos Filho (UFMS), por delinear, direcionar e incentivar a minha vida profissional.

Aos colegas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e, em particular, aos do Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica.

À colega geógrafa Iracema Miranda da Silveira, pelas valiosas informações, discussões e opiniões fornecidas.

Aos colegas do Laboratório de Geoprocessamento, pelas preciosas horas de trabalho e de descontração: Angélica, Michael, Armando, Paulete e Liliane.

Aos colegas do Laboratório GGEMMA, Zuleide, Flávia, Werner e Marcelo, por me socorrer nas horas de dúvidas, pelas horas de descontração e pelo cafezinho da tarde.

Ao colega geógrafo Marcelo dos Santos Chaves, pela amizade e por me auxiliar prontamente no ingresso ao PPGG.

Às amigas Araci e Ava pela amizade, horas de descontração e principalmente pelo apoio moral e logístico.

Ao casal de amigos Patrícia e Heriberto, pela amizade e apoio logístico.

Ainda desejo expressar meus mais sinceros agradecimentos, pela compreensão, amizade e apoio recebido de todos que, voluntária ou involuntariamente, participaram no desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

As atividades referentes a esse trabalho foram desenvolvidas dentro do âmbito dos Projetos MARPETRO (FINEP/PETROBRÁS/CTPETRO), GERCO – IDEMA e PETRORISCO. O Estado do Rio Grande do Norte possui duas zonas ambientais distintas: a terrestre e a marítima, que se caracterizam como zonas homogêneas em relação aos recursos naturais. Nestes cenários está inserido o Município de Guamaré, localizado no Litoral Norte, que apresenta ampla exploração petrolífera e salineira, com grande expansão da carcinicultura. Este trabalho tem por objetivo geral, identificar, mapear e interpretar a evolução do uso e ocupação do solo e a vulnerabilidade ambiental do Município de Guamaré (RN), tendo como base o uso de uma metodologia para a interpretação multitemporal de imagens de sensores remotos e reconhecimento de campo, integrados em ambiente Sistema de Informação Geográfica (SIG). Foi realizado um ensaio preliminar sobre a vulnerabilidade do entorno a acidentes nas instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré. O período de 1996 a 2001 verificou uma alteração mais significativa no uso e ocupação do solo provocado pelo aparecimento de classes antes não existentes (carcinicultura, açude e assentamento) e pela redução drástica das áreas de salinas. Nos anos analisados, o surgimento da atividade da criação de camarão no município não afetou significativamente o sistema manguezal, já que houve o aproveitamento das antigas salinas. Provavelmente o manguezal já sofreu esse impacto em épocas anteriores quando da instalação das salinas. Em termos de uso e ocupação do solo, no município de Guamaré, a presença do Pólo Petrolífero de Guamaré não demonstrou influência direta sobre a dinâmica municipal. A economia local parece ser mais afetada por variáveis macroeconômicas (estaduais e federais), apesar dos *royalties* pagos pela Petrobrás à prefeitura municipal. Em relação à evolução da linha de costa, durante o período de 1989 a 1998, a contribuição dos processos de acreção e erosão foi equitativa (49,9 % e 50,1 %, respectivamente); no período de 1998 a 2000, o processo de acreção foi de significativa importância contribuindo com 91,2 % da área afetada pelos processos e, no período de 2000 a 2001, aconteceu uma inversão da contribuição dos processos, prevalecendo o da erosão com 78,1 %. Verificou-se que 96,77 % da área do município está classificada dentro das categorias de vulnerabilidade ambiental muito baixa, baixa e média. As áreas que compreendem as atividades de carcinicultura contribuem com 93,84 % do total da categoria muito alta de vulnerabilidade. Dos cruzamentos testados para a confecção de mapas de vulnerabilidade a diferentes acidentes, para o entorno das instalações da indústria petrolífera, as áreas que foram mais destacadas e merecem especial atenção são: Pólo petrolífero de Guamaré, lagoas de Cajarana e De Baixo, de atividades de carcinicultura próxima do Pólo, Assentamento De Baixo e todas as áreas dentro do limite de 200 m a cada lado das pistas de dutos. O trabalho deixou explícito que as atividades antrópicas participam ativamente no Município de Guamaré, não apenas nos seus aspectos econômicos e culturais, mas também impregnando suas marcas na paisagem local.

ABSTRACT

The activities regarding this work were developed inside the context of the MARPETRO (FINEP/PETROBRÁS/CTPETRO) and GERCO – IDEMA projects. The State of Rio Grande do Norte comprises two different environmental areas: the terrestrial and the marine, that are characterized as homogeneous areas in relation to the natural resources. In these panoramas is inserted the Municipal district of Guamaré, located in the North littoral and presents wide petroleum and salt exploration, with great expansion of the carcinoculture. This work has for general purpose, to identify, to map and to interpret the evolution of the use and occupation of the soil and the environmental vulnerability of the Municipal district of Guamaré (RN), having as base the use of a methodology for the multi-time interpretation of images of remote sensing and field recognitions, integrated in a Geographical System of Information (GIS) environment. It was executed a preliminary trial on the vulnerability of the surrounds with relation to accidents in the installations and ducts of the Guamaré Petroleum Pole. The period from 1996 to 2001 verified a more significant alteration in the use and occupation of the soil provoked by the appearance of classes no existent in the past (carcinoculture, dam and people establishment) and for the drastic reduction of the areas of salt beds. In the analyzed years, the appearance of the activity of the shrimp creation in the municipal district didn't affect the system of mangroves significantly, since there was the utilization of the old salt beds. Probably the mangrove already suffered that impact in previous times when of the installation of the salt beds. In terms of the use and occupation of the soil, in the municipal district of Guamaré, the presence of the Guamaré Petroleum Pole didn't demonstrate direct influence on the municipal dynamics. The local economy seems to be more affected for variables macro- economic (state and federal), in spite of the royalties payed by Petrobrás to the municipal city hall. In relation to the evolution of the coast line, during the period from 1989 to 1998, the contribution of the accretion processes and erosion was equitable (49,9% and 50,1%, respectively); in the period from 1998 to 2000, the accretion process was of significant importance contributing with 91,2% of the affected area for the processes and, in the period from 2000 to 2001, an inversion of the contribution of the processes happened, prevailing the one of the erosion with 78,1%. It was verified that 96,77% of the area of the municipal district are classified inside of the categories of environmental vulnerability very low, low and medium. The areas that comprehend the carcinoculture activities contribute with 93,84% of the total of the category of very high vulnerability. Of the crossings tested for the making of vulnerability maps to different accidents, for the surround of the facilities of the petroleum industry, the areas that were more outstanding and deserving special attention are: Guamaré Petroleum Pole, Cajarana and De Baixo ponds, of activities of carcinoculture close of the Pole, “people establishment” De Baixo and all of the areas inside of the limit of 200 m to each side of the ducts lines. The work made clearly explicit that the antropic activities participate actively in the Municipal district of Guamaré, not just in their economical and cultural aspects, but also impregnating their marks in the local landscape.

RESUMEN

Este trabajo fue desarrollado dentro del ámbito de los proyectos MARPETRO (FINEP/PETROBRÁS/CTPETRO) y GERCO – IDEMA. El Estado de Rio Grande do Norte (RN) tiene dos zonas ambientales diferenciados: terrestre y marítima, que se caracterizan como zonas homogéneas con relación a los recursos naturales. Dentro de estas zonas está inserido el Municipio de Guamaré, localizado en el Litoral Norte y que se destaca por la exploración petrolífera y salinera, con gran expansión del cultivo de camarón. Este trabajo tiene como objetivo general, identificar, mapear e interpretar la evolución del uso y ocupación del suelo y la vulnerabilidad ambiental del Municipio de Guamaré (RN), basada en una metodología para la interpretación multitemporal de imágenes de sensores remotos y reconocimientos de campo, integrados en un entorno del Sistema de Información Geográfica (SIG). Fue realizado un ensayo preliminar sobre la vulnerabilidad a accidentes del entorno de las instalaciones, gasoductos y oleoductos del Polo Petrolífero de Guamaré. El período de 1996 a 2001 verificó una alteración más significativa en el uso y ocupación del suelo provocado por el surgimiento de clases antes no existentes (cultivo de camarón, represa y asentamiento) y por la reducción drástica de las áreas de salinas. En el municipio durante los años analizados el surgimiento de la actividad de cultivo de camarón no afectó significativamente al sistema de manglares, pues se aprovecharon las antiguas salinas. Probablemente el manglar ya sufrió ese impacto en épocas anteriores cuando fueron instaladas las salinas. Con relación al uso y ocupación del suelo en el municipio de Guamaré, la presencia del Polo Petrolífero de Guamaré no demostró ninguna influencia directa sobre la dinámica municipal. La economía local parece ser mas afectada por variables macro económicas (estaduales y federales), a pesar de los *royalties* pagados por la empresa Petrobrás al municipio. Con relación a la evolución de la línea de costa, durante el periodo de 1989 a 1998, la contribución de los procesos de progradación y erosión fue equitativa (49,9 % y 50,1 % respectivamente); durante el periodo de 1998 a 2000, el proceso de progradación fue de significativa importancia contribuyendo con 91,2 % del área afectada por los procesos y durante el periodo de 2000 a 2001, ocurrió una inversión de la contribución de los procesos prevaleciendo el de la erosión con 78,1 %. Se verificó que 96,77 % del área del municipio está clasificada dentro de las categorías de vulnerabilidad ambiental muy baja, baja y media. De los cruzamientos testados para la confección de mapas de vulnerabilidad a diversos accidentes, para el entorno de las instalaciones de la industria petrolífera, las áreas que se destacaran más y que merecen una especial atención son: Polo petrolífero de Guamaré, lagos de Cajarana y De Baixo, de actividades de cultivo de camarón próximo del Polo, Asentamiento De Baixo y todas las áreas dentro del límite de 200 m a cada lado de las pistas de oleoductos. El trabajo dejó explícito que las actividades antrópicas participan activamente en el Municipio de Guamaré no apenas en lo que se refiere a aspectos económicos y culturales sino también impregnando sus marcas en el paisaje local.

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Resumen	v
Lista de Ilustrações	xi
Lista de Tabelas	xvi
Apresentação	xix

CAPÍTULO 1

Considerações iniciais

1.1	INTRODUÇÃO	01
1.2	OBJETIVOS	03
1.3	JUSTIFICATIVA	03
1.4	LOCALIZAÇÃO GEOGRÁFICA E VIAS DE ACESSO DA ÁREA DE ESTUDO	06
1.5	ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS	06
1.6.	ASPECTOS FISIOGRAFICOS	21
1.6.1	Clima	21
1.6.2	Insolação	23
1.6.3	Ventos	23
1.6.4	Correntes	25
1.6.5	Hidrografia e marés	28
1.6.6	Solos	28
1.6.6.1	Areias quartzosas distróficas (AQd)	28
1.6.6.2	Areias quartzosas marinha distróficas (Amd)	29
1.6.6.3	Solonchak solométzico e solo de manguezais (SKM)	30
1.6.6.4	Podzólico vermelho-amarelo eutrófico latossólico	32
1.6.7	Vegetação	32
1.7	TRAFEGABILIDADE DOS SOLOS	33
1.8	GEOLOGIA REGIONAL	34
1.8.1	Embasamento cristalino	34

1.8.2	Bacia Potiguar	36
1.8.2.1	Estratigrafia	37
1.8.2.2	Arcabouço estrutural da Bacia Potiguar	42
1.9	GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO	46
1.9.1	Cretáceo	47
1.9.1.1	Formação Jandaíra (Kj)	47
1.9.2	Tércio-Quaternário	49
1.9.2.1	Formação Barreiras (TQb)	49
1.9.3	Quaternário	51
1.9.3.1	Depósitos Eólicos (Dunas Fixas) (Qdf)	51
1.9.3.2	Depósito de Planície de Maré (Qpm e Qpi)	53
1.9.3.3	Depósitos Flúvio-marinho (Qfm)	54
1.9.3.4	Depósitos Flúvio-estuarinos (Qfe)	55
1.9.3.5	Depósitos Eólicos (Dunas Móveis) (Qdm)	55
1.9.3.6	Depósitos Aluvionares (Qa)	57
1.9.3.7	Depósitos de Sedimentos de Praia Recentes	58
1.10	CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO	59
1.11	GEOMORFOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO	60
1.11.1	Superfície de Aplainamento e/ou Tabuleiro Costeiro	63
1.11.2	Planície interdunar	63
1.11.3	Dunas fixas	64
1.11.4	Dunas móveis	65
1.11.5	Planície de deflação	66
1.11.6	Planície aluvionar	67
1.11.7	Zona de estirâncio	67
1.11.8	Planície de maré – Supramaré e Intermaré	67
1.11.9	Terraço flúvio-estuário (Planície estuarina)	68
1.11.10	Terraço marinho	69
1.11.11	Ilhas Barreiras	70
1.11.12	Barras arenosas emersas	70
1.11.13	Barras arenosas emersas na baixa-mar	71

1.12	SENSIBILIDADE AMBIENTAL	73
------	--------------------------------------	-----------

CAPÍTULO 2

Fundamentação teórica

2.1	INTRODUÇÃO	76
2.2	ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO: REQUISITO PARA O GERENCIAMENTO DOS RECURSOS DA TERRA	77
2.3	ORGANIZAÇÃO DO ESPAÇO: A PERCEPÇÃO DO ESPAÇO POR GEOPROCESSAMENTO	80

CAPÍTULO 3

Procedimentos metodológicos

3.1	INTRODUÇÃO	84
3.2	MÉTODOS DE TRABALHO	86
3.2.1	Levantamento bibliográfico	86
3.2.2	Processamento dos dados	88
3.2.3	Alimentação dos dados em ambiente SIG	93
3.2.4	Mapas temáticos	95
3.2.5	Processamento e análise dos dados em ambiente SIG	98
3.2.5.1	Evolução da linha de costa	98
3.2.5.2	Evolução do uso e ocupação do solo	100
3.2.5.3	Vulnerabilidade ambiental	102
3.2.5.4	Ensaio preliminar sobre a vulnerabilidade a acidentes do entorno das instalações e dutos do pólo petrolífero	107
3.2.6	Resultados	111

CAPÍTULO 4

Sensoriamento remoto e técnicas de PDI aplicados como subsídio à análise da evolução geoambiental do município de Guamaré

4.1	INTRODUÇÃO	112
-----	-------------------------	------------

4.2	ANÁLISE DESCRITIVA DAS COMPOSIÇÕES COLORIDAS EM RGB E RGBI	114
4.2.1	Composição RGB-4-2-3	114
4.2.2	Composição RGB-5-4-2	117
4.2.3	Composição RGB-4-2-NDWI	119
4.2.4	Razão de banda em composição RGB-7/4-5/3-4/3	119
4.2.5	Composição RGB-1-2-3	122
4.2.6	Composição RGB-1-2-NDVI	123
4.2.7	Razão de banda em composição RGBI-7/4-5/2-4/3-PAN	123
4.3	IDENTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS E DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	126

CAPÍTULO 5

Análise evolutiva do município de Guamaré

5.1	INTRODUÇÃO	132
5.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	133
5.2.1	Artigo submetido a revista científica (Análise multitemporal do uso e ocupação do solo, em áreas de atuação da indústria petrolífera, com base em produtos de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica: Município de Guamaré (RN))	133
5.2.2	Resumo expandido submetido a congresso científico (Método de análise multitemporal do uso e ocupação do solo, com base em produtos de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica, aplicado ao Município de Guamaré (RN))	156
5.3	EVOLUÇÃO DA LINHA DE COSTA	162
5.3.1	Artigo submetido na revista: ISPRS – Journal of Photogrammetry & Remote Sensing da International Society for Photogrammetry & Remote Sensing (Method of analysis of the coast line evolution based in remote sensing and geographical information system products: Guamaré District, Rio Grande do Norte State, northeast Brazil) ...	162

CAPÍTULO 6

Vulnerabilidade natural e ambiental e simulação de risco às atividades do setor de petróleo do Município de Guamaré

6.1	INTRODUÇÃO	181
6.2	ANÁLISE DA VULNERABILIDADE DO MUNICÍPIO DE GUAMARÉ	183
6.2.1	Vulnerabilidade natural	183
6.2.2	Vulnerabilidade ambiental	188
6.3	ENSAIO PRELIMINAR SOBRE A VULNERABILIDADE A ACIDENTES DO ENTORNO DAS INSTALAÇÕES E DUTOS DO PÓLO PETROLÍFERO DE GUAMARÉ	194

CAPÍTULO 7

Conclusões

Conclusões	205
-------------------------	------------

CAPÍTULO 8

Referências bibliográficas

Referências bibliográficas	210
ANEXOS	223

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1	Localização da área de estudo, Município de Guamaré (RN) ...	07
Figura 1.2	Mapa Base do Município de Guamaré (RN)	08
Figura 1.3	População, por faixa etária, do Município de Guamaré (RN) (Fonte: IBGE, 2000)	10
Figura 1.4	Comportamento das precipitações máxima, média e mínima mensais ao longo do ano, para o período de 1980 a 2000, na estação climatológica de Macau (RN)	22
Figura 1.5	Temperaturas médias mensais, médias das máximas e das mínimas e máximas e mínimas absolutas, para o período de 1980 a 2000, na estação climatológica de Macau (RN)	22
Figura 1.6	Umidade relativa média mensal, para o período de 1961 a 2000, na estação climatológica de Macau (RN)	23
Figura 1.7	Média da insolação média diária e da nebulosidade média diária, para o período de 1980 a 2000, na estação climatológica de Macau (RN)	24
Figura 1.8	Linhas de fluxo atmosférico ao nível das dunas na faixa costeira do Estado do Rio Grande do Norte	25
Figura 1.9	Comportamento da direção (seta) e intensidade (números no interior das setas) das correntes no sistema Galinhos-Guamaré (RN)	26
Figura 1.10	Comportamento da temperatura no sistema Galinhos-Guamaré (RN)	27
Figura 1.11	Comportamento da salinidade no sistema Galinhos-Guamaré (RN)	27
Figura 1.12	Mapa de associação de solos do Município de Guamaré (RN)	31
Figura 1.13	Mapa de trafegabilidade dos solos do Município de Guamaré (RN)	35
Figura 1.14	Embassamento cristalino sobre o qual depositaram-se os sedimentos da Bacia Potiguar	36
Figura 1.15	Coluna estratigráfica da Bacia Potiguar	39
Figura 1.16	Mapa geológico simplificado da Bacia Potiguar. SPA, sedimentos de praia e aluviões	40

Figura 1.17	Mapa de localização e arcabouço estrutural da Bacia Potiguar	43
Figura 1.18	Modelo proposto por Fonseca (1996) para a compartimentação do litoral norte entre as falhas Afonso Bezerra e Carnaubais	43
Figura 1.19	Composição colorida RGB 3-2-1, Landsat 5-TM, órbita ponto 214-064 (13-06-2000), baixa-mar 08:30 hs. Detalhe de alguns aspectos da porção submersa. a) Alto topográfico. b) Linhas de sandwaves paralelizadas. c) Plumas de sedimentos em suspensão ao longo da linha de costa	45
Figura 1.20	Mapa geológico simplificado do Município de Guamaré (RN)	48
Figura 1.21	Afloramento carbonático, bastante inconsolidado, localizado as margens da Lagoa Cajarana, Município de Guamaré (RN)	49
Figura 1.22	(a) Visualização do afloramento 1 da Formação Barreiras. (b) Detalhe do afloramento 1 da Formação Barreiras. Município de Guamaré (RN). 2002. Coordenada do ponto 336	52
Figura 1.23	Visualização do afloramento 2 da Formação Barreiras. Município de Guamaré (RN). 2002. Coordenada do ponto 336	52
Figura 1.24	Vista parcial de depósito eólico (Dunas Fixas) do Município de Guamaré (RN)	53
Figura 1.25	Vista parcial de depósito flúvio-marinho do Município de Guamaré (RN)	55
Figura 1.26	Vista parcial de depósito flúvio-estuarino do Município de Guamaré (RN)	56
Figura 1.27	Vista parcial dos depósitos eólicos (Dunas Móveis) do Município de Guamaré (RN)	56
Figura 1.28	Vista parcial dos depósitos eólicos (Dunas Móveis) do Município de Guamaré (RN)	57
Figura 1.29	Vista parcial dos depósitos aluvionares do Município de Guamaré (RN)	58
Figura 1.30	Vista parcial do Depósito de Sedimentos de Praia Recentes do Município de Guamaré (RN)	59
Figura 1.31	Mapa de unidades geomorfológicas do Município de Guamaré (RN)	62
Figura 1.32	Vista parcial da Superfície de aplainamento e/ou Tabuleiro costeiro, no Município de Guamaré (RN)	63

Figura 1.33	Vista parcial de dunas fixas, próximas ao Pólo Industrial de Guamaré (RN)	65
Figura 1.34	Vista parcial da Planície de deflação no Município de Guamaré (RN)	66
Figura 1.35	Vista parcial da planície de maré, zona de Supramaré. Município de Guamaré (RN)	68
Figura 1.36	Vista parcial da planície de maré, zona de Intermaré. Município de Guamaré (RN)	69
Figura 1.37	Vista parcial de terraços flúvio-estuarino no Município de Guamaré (RN)	70
Figura 1.38	Vista aérea de terraços marinhos no Município de Guamaré (RN)	71
Figura 1.39	Vista aérea da ilha barreira, denominada “Ilha do Amaro”, no Município de Guamaré (RN)	72
Figura 1.40	Vista parcial de barras arenosas emersas do Município de Guamaré (RN)	72
Figura 1.41	Vista parcial de uma barra arenosa emersa na baixa-mar do Município de Guamaré (RN)	73
Figura 1.42	Mapa de sensibilidade ambiental ao derramamento de óleo para o Município de Guamaré (RN)	75
Figura 2.1	Diagrama de representação do ambiente como sistema	82
Figura 3.1	Roteiro utilizado no desenvolvimento da pesquisa integrando as atividades desenvolvidas para o município de Guamaré (RN)	85
Figura 3.2	Índice das cartas topográficas do Estado do Rio Grande do Norte, escala 1:100.00, destacando a carta utilizada neste trabalho	86
Figura 3.3	Articulação da Folha de Guamaré, escala 1:50.000	87
Figura 3.4	Localização da órbita ponto das imagens Landsat 5-TM e 7-ETM+	88
Figura 3.5	(a) Banda 2 sem <i>stretch</i> do seu histograma de frequência. (b) Banda 2 com <i>stretch</i> do seu histograma de frequência. (c) Composição colorida RGB 5-4-3 sem <i>stretch</i> . (d) Composição colorida RGB 5-4-3 com <i>stretch</i> por <i>Default Linear Transform</i> (Transformação Linear Mínimo-Máximo). (e) Composição colorida RGB 5-4-3 com <i>stretch</i> por <i>Histogram Equalizer</i> (Equalização de Histograma)	92

Figura 3.6	Veículo utilizado para controle de campo, equipado com GPS de navegação, acoplado a um computador tipo Notebook	95
Figura 3.7	Mapa de pontos de controle de campo	96
Figura 3.8	Layers antes do corte apresentando a posição do polígono base, utilizado como referência	99
Figura 4.1	Composições coloridas RGB-4-2-3. a) Landsat 5-TM (02/08/1989). b) Landsat 7-ETM+ (05/04/2001)	115
Figura 4.2	Composições coloridas RGB-5-4-2. a) Landsat 5-TM (02/08/1989). b) Landsat 7-ETM+ (05/04/2001)	118
Figura 4.3	Composições coloridas RGB-4-2-NDWI. a) Landsat 5-TM (02/08/1989). b) Landsat 7-ETM+ (05/04/2001)	120
Figura 4.4	Composições coloridas em RGB das razões de bandas 7/4-5/3-4/3. a) Landsat 5-TM (02/08/1989). b) Landsat 7-ETM+ (05/04/2001)	121
Figura 4.5	Composições coloridas das bandas do sensor SPOT 4-HRVIR (26/01/1996). a) RGB-1-2-3. b) RGB-1-2-NDVI	124
Figura 4.6	Composição colorida em RGBI das razões de banda 7/4-5/2-4/3-PAN para a imagem Landsat 7-ETM+ (05/04/2001)	125
Figura 6.1	Mapa de vulnerabilidade natural do Município de Guamaré (RN)	184
Figura 6.2	Mapa de vulnerabilidade ambiental do Município de Guamaré (RN)	190
Figura 6.3	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por vazamento, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 1	196
Figura 6.4	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por vazamento, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 2	197
Figura 6.5	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por vazamento, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 3	198
Figura 6.6	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por explosão, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 1	201

Figura 6.7	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por explosão, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 2	202
Figura 6.8	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por fuga tóxica, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 1	203
Figura 6.9	Mapa de vulnerabilidade a acidente, por fuga tóxica, do entorno das instalações e dutos do Pólo Petrolífero de Guamaré (RN). Composição 2	204
Prancha 4.1	Identificação das classes de unidades geomorfológicas e de uso e ocupação do solo, do Município de Guamaré (RN)	128
Prancha 4.2	Identificação das classes de unidades geomorfológicas e de uso e ocupação do solo, do Município de Guamaré (RN)	129
Prancha 4.3	Identificação das classes de unidades geomorfológicas e de uso e ocupação do solo, do Município de Guamaré (RN)	130
Prancha 4.4	Identificação dos tipos de vegetação de caatinga do Município de Guamaré (RN)	131

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1	Demografia do Município de Guamaré (RN)	07
Tabela 1.2	Taxa de crescimento da população, urbana e rural, do Município de Guamaré (RN)	09
Tabela 1.3	Faixa etária da população do Município de Guamaré (RN)	09
Tabela 1.4	Óbito, discriminado por faixa etária e sexo, para o Município de Guamaré (RN), durante o ano de 1998	10
Tabela 1.5	Percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes, discriminados por anos de estudo, no Município de Guamaré (RN)	11
Tabela 1.6	Percentual de pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes, discriminados por classes de rendimento nominal mensal, no Município de Guamaré (RN)	12
Tabela 1.7	Domicílios particulares, por forma de abastecimento de água, em número e porcentagem, do Município de Guamaré (RN), no ano de 2000	15
Tabela 1.8	Domicílios particulares, por destino do lixo do Município de Guamaré (RN), no ano de 2000	15
Tabela 1.9	Domicílios particulares, por existência de banheiro ou sanitário e tipo de esgotamento sanitário, do Município de Guamaré (RN), no ano de 2000	16
Tabela 1.10	Efetivo dos rebanhos, em cabeças, e da produção de leite de vaca, em litros, e de ovos de galinha, em dúzias, do Município de Guamaré (RN)	18
Tabela 1.11	Demonstrativo sintético das receitas e despesas do Município de Guamaré (RN), referente ao ano de 1997	20
Tabela 1.12	Característica da associação dos solos solonchak solonétzico e solos de mangue	30
Tabela 1.13	Unidades geológicas descritas por Silveira (2002)	47
Tabela 1.14	Proposta de divisão para o “Grupo Barreiras”	50
Tabela 3.1	Características espectrais e espaciais dos sensores orbitais	89
Tabela 3.2	Tábua de Maré do porto de Macau (RN), para cada data distinta das imagens trabalhadas	90

Tabela 3.3	Coordenadas dos pontos marcados pelo GPS em trabalho de campo	97
Tabela 3.4	Tabela gerada pela união de dois temas	99
Tabela 3.5	Tabela gerada pela união de dois temas, acrescida da nova classificação	100
Tabela 3.6	Tabela de cruzamento temporal gerado pela extensão <i>ArcView Spatial Analyst v1.1</i>	101
Tabela 3.7	Valores de estabilidade de unidades de paisagem	102
Tabela 3.8	Classes de vulnerabilidade de unidades de paisagem	103
Tabela 3.9	Grau de vulnerabilidade das classes dos mapas temáticos	105
Tabela 3.10	Grau de vulnerabilidade das classes do mapa de uso e ocupação do solo	106
Tabela 3.11	Pesos calculados para cada fator na análise <i>de vulnerabilidade ambiental</i>	107
Tabela 3.12	Cálculo do fator de vulnerabilidade do entorno	109
Tabela 3.13	Distância dos <i>buffers</i> , segundo os tipos de instalação e acidentes e fonte bibliográfica	109
Tabela 3.14	Grau de vulnerabilidade do entorno, segundo os tipos de instalação, de acidente e de zona de impacto e de influência	110
Tabela 4.1	Bandas espectrais do Landsat 5-TM, do Landsat 7-ETM+ e do SPOT sensor HRV: características e aplicações	116
Tabela 6.1	Vulnerabilidade natural, em hectares e %, do Município de Guamaré (RN)	185
Tabela 6.2	Vulnerabilidade natural, categoria <i>média</i> , em hectares e %, do Município de Guamaré (RN)	185
Tabela 6.3	Vulnerabilidade natural, categoria <i>alta</i> , em hectares e %, do Município de Guamaré (RN)	186
Tabela 6.4	Vulnerabilidade natural, categoria <i>muito alta</i> , em hectares e %, do Município de Guamaré (RN)	187
Tabela 6.5	Vulnerabilidade natural discriminada por compartimento, em hectare e %, do Município de Guamaré (RN)	188
Tabela 6.6	Vulnerabilidade ambiental, em hectare e %, do município de Guamaré (RN)	191
Tabela 6.7	Vulnerabilidade ambiental, categoria <i>baixa</i> , em hectare e %, do município de Guamaré (RN)	192

Tabela 6.8	Vulnerabilidade ambiental, categoria <i>média</i> , em hectare e %, do município de Guamaré (RN)	193
Tabela 6.9	Vulnerabilidade ambiental, categoria <i>muito alta</i> , em hectare e %, do município de Guamaré (RN)	194
Tabela 6.10	Vulnerabilidade ambiental do Município de Guamaré (RN), em hectare e %, discriminada por tipo de composição de cruzamento para o fator vazamento	199

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)