



Copyright 2005, Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás - IBP

Este Trabalho Técnico Científico foi preparado para apresentação no 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás, a ser realizado no período de 2 a 5 de outubro de 2005, em Salvador. Este Trabalho Técnico Científico foi selecionado e/ou revisado pela Comissão Científica, para apresentação no Evento. O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pelo IBP. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões do Instituto Brasileiro de Petróleo e Gás, Sócios e Representantes. É de conhecimento e aprovação do(s) autor(es) que este Trabalho será publicado nos Anais do 3º Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás

USO DO GEOPROCESSAMENTO (SR E SIG) EM MAPEAMENTOS AMBIENTAIS DE ÁREAS DE EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO NA BACIA POTIGUAR (RN)

Reinaldo A. Petta¹, Rodrigo Castellani¹, Orlando A. F. Filho¹, Michael Meyer²,
Cynthia R. Duarte¹, Nilton L. Silva¹

¹ Depto Geologia UFRN - Pós-Graduação em Geociências UFRN, Campus Universitário
59.970-072 Natal (RN) - petta@geologia.ufrn.br

² Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen (Alemanha)
m.meyer@rwth-aachen.de

Resumo – Este estudo apresenta um roteiro metodológico das técnicas de álgebra de mapas utilizadas para obtenção das cartas de Vulnerabilidade Ambiental e Natural a derrame de petróleo da região do campo petrolífero do Canto do Amaro, localizado na Bacia Potiguar/RN, através da utilização de um Sistema de Informações Geográficas associado a um banco de dados. A metodologia envolve o levantamento dos recursos naturais da área utilizando-se informações Geológicas, Geomorfológicas, Pedológicas, Vegetação e Uso e Ocupação do Solo, através de técnicas de sensoriamento remoto associadas a técnicas tradicionais de mapeamento. A vulnerabilidade ambiental e natural das unidades homogêneas foi estabelecida considerando a interrelação entre os processos de morfogênese e pedogênese, integradas a análises do tipo de rocha, solo, relevo, vegetação, e da carta de uso e ocupação do solo. Para se alcançar esses resultados, foi desenvolvido um banco de dados geográfico que permite a análise espacial das informações geradas e que pode ser utilizado como um sistema de ferramentas de apoio a decisões de gestão, diagnóstico e ações de controle ambiental em áreas de risco para a exploração de petróleo.

Palavras-Chave: Gerenciamento Ambiental; Sistema de Informação; Sensoriamento Remoto

Abstract – This paper presents a methodological itinerary of the techniques of algebra of maps used for obtaining of the maps of Environmental and Natural Vulnerability to petroleum exploration on the oil field of the Canto do Amaro, located in the Potiguar Basin (RN), through the use of a Geographical Information System (GIS) associate to a database. The methodology involves the cadastre of the natural resources of the area using information of Geology, Geomorphology, Pedology, Vegetation and Use and Occupation of the Soil, through techniques of remote sensing associated to traditional techniques of field mapping. The environmental and natural vulnerability of the homogeneous units was established considering the relation between the morphogenesis and pedogenesis processes, integrated into analyses of the rock type, soil, relief, vegetation, and the use and occupation of the terrain. To reach those results, it was developed a geographical database that it allows analyzes the spatial distribution of the dates and the generated information and that it can be used as a system of support administration decisions, diagnosis and actions of environmental control in risk areas for the exploration of petroleum.

Keywords: Environmental Administration, Information System, Remote Sensing

1. Introdução

A Bacia Potiguar - área alvo da exploração de petróleo no Rio Grande do Norte - é uma região onde nas duas últimas décadas a PETROBRAS aumentou consideravelmente suas atividades exploratórias, tornando-a a primeira produtora nacional de óleo em terra e, a segunda considerando-se a produção em terra e mar, ficando atrás somente da Bacia de Campos (RJ). Dessa maneira houve uma expansão de toda sua infra-estrutura de exploração, aumentando consideravelmente o número de poços em terra (mais de 1.600 poços, somente na área física deste projeto) e, conseqüentemente, aumentando também, sua estrutura de transporte do óleo e/ou gás por dutos, a partir dos novos campos, além da instalação das lagoas de tratamento e locais de descarte de efluentes, estações de bombeamento e de tratamento.

A partir dos conceitos básicos, onde se estabelece que os desastres sejam resultantes das vulnerabilidades e dos riscos ligados às atividades super ou sub dimensionadas, constata-se que existe a necessidade premente de se desenvolver um trabalho de pesquisa interdisciplinar voltado ao estudo das condições físico-ambientais das principais áreas de risco, e o levantamento das feições sócio-econômicas da região, definindo suas vulnerabilidades frente ao risco a desastres do sistema exploratório de óleo e gás da Petrobrás, nesta região, visando-se a geração de uma cartografia



temática das mais diversas áreas e um banco de dados que reflita as condições ambientais vigentes, apoiando a tomada de decisões.

Outro aspecto importante a considerar é que, os acidentes com a produção de óleo e gás natural no continente não afetam única e exclusivamente às áreas de risco exploratório no continente, mas, certamente, podem atingir os núcleos habitacionais, as coberturas vegetais e suas peculiaridades de fauna e flora, os aquíferos subterrâneos, as áreas estuarinas com suas comunidades pesqueiras, os setores de produção de sal e, finalmente, podem alcançar as águas costeiras prejudicando a fauna e a flora marinha e o ecoturismo potiguar que constitui uma outra importante fonte de desenvolvimento do Estado. Nesse contexto, esse trabalho objetivou elaborar a avaliação da vulnerabilidade ambiental para a região, por meio de técnicas de geoprocessamento em um SIG, e disponibilizar uma ferramenta de apoio à tomada de decisão para o planejamento ambiental para a região do Canto do Amaro (RN).

2. Localização da Área de estudo

A área de estudo localiza-se na região noroeste do Estado do Rio Grande do Norte, a 260 km de Natal e 20 km da cidade de Mossoró, nos municípios de Mossoró e Areia Branca. Possui como principais vias de acesso a BR 304 e as RN's 011, 102 e 103 (fig. 01).

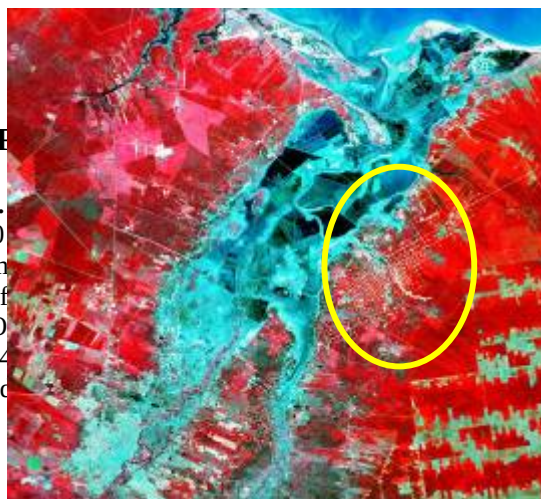


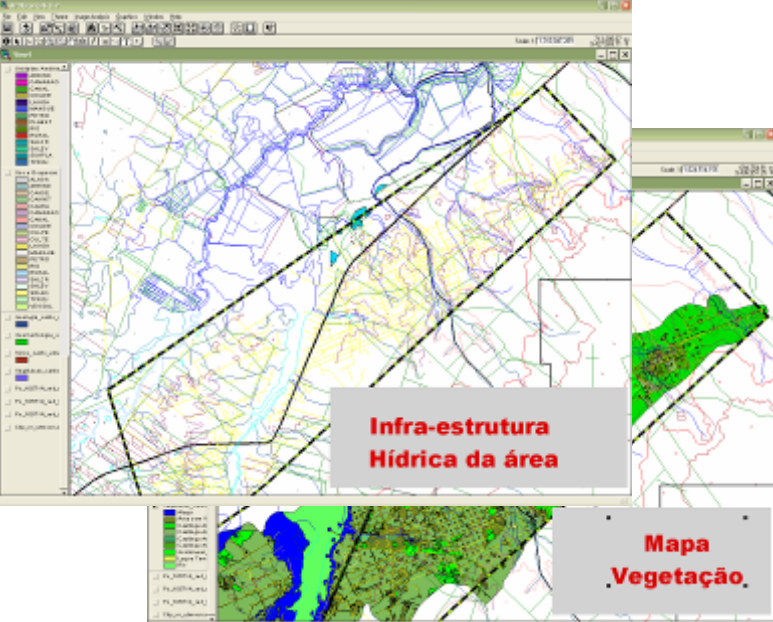
Fig. 01 - Localização da área de estudo e Imagem Spot (03/2001)

3. F

3.1.

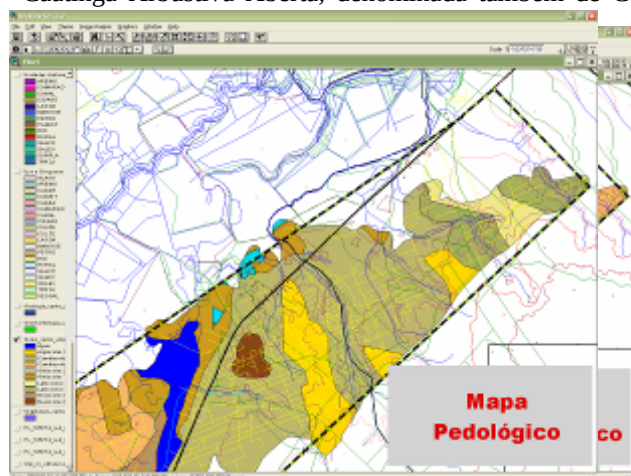
250
cam
prof
MO
de 4
proc

área alvo deste estudo, possui uma área total de aproximadamente 1.600 poços, que são Mossoró e Areia Branca e é hoje o maior campo petrolífero do Brasil. Foram identificadas 32 zonas portadoras de hidrocarbonetos em que o principal reservatório produtor de óleo do campo é a Zona Açucena (Cretáceo da Bacia Potiguar), possuindo uma profundidade média de 400 metros a 200 metros. A maior parte dos poços têm revestimento



de 7 polegadas e completação dupla. A produção bruta dos poços escoia para 11 estações coletoras e daí para a Estação Central de Canto do Amaro. Na Estação Central, parte da água produzida é separada e tratada na Estação de Tratamento de Efluentes e, a seguir reinjetada em poços de injeção que fazem parte do sistema de recuperação secundária aplicada no Campo. O restante, juntamente com o óleo, é enviado para a estação de Tratamento de Óleo e Efluentes em Guamaré. De Guamaré, após tratamento, o óleo segue para as refinarias através de navios petroleiros. A água separada em Guamaré é tratada para descarte no mar de acordo com os índices e parâmetros permitidos pela legislação ambiental.

3.2. – Vegetação - O mapeamento da vegetação (Fig. 02) foi executado utilizando-se as imagens do satélite IKONOS II, que possui resolução espacial de 1m no Pancromático e 4m nas outras bandas, em vetorização via tela de computador. A vegetação da Caatinga domina o Canto do Amaro, que é formada por plantas adaptadas ao clima semi-árido ou tropical quente e seco e que sobrevive com pouca água, chegando a perder suas folhas nos períodos de maior estiagem. Apresenta fisionomia que pode distinguir em três tipos: (1) Caatinga Arbórea Arbustiva Fechada, (2) e (3) Caatinga Arbustiva Aberta, denominada também de Caatinga Secundária, pela presença abundante de leguminosas



principalmente as Juremas.

Fig. 02- SIG com Mapa da Vegetação

Fig. 03 – SIG com Mapa da Estrutura Hídrica da Área

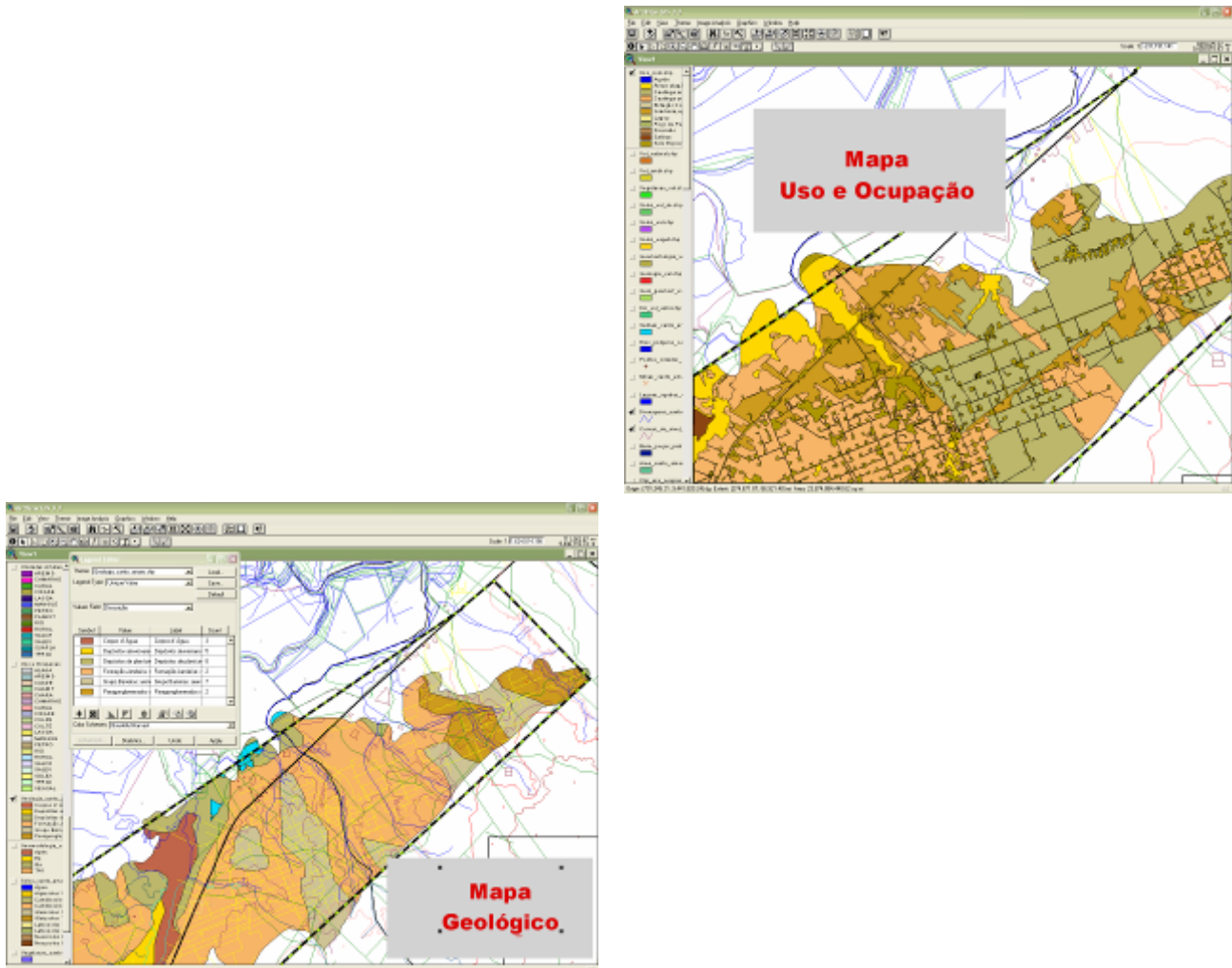
3.3- - Recursos Hídricos - A figura 03 exibe o mapa hidrográfico da região do Canto do Amaro, o qual apresenta suas principais drenagens e seus açudes e lagoas existentes. Para a confecção deste mapa utilizou-se as cartas topográficas da SUDENE folhas Areia Branca e Mossoró na escala de 1:100.000, para as principais drenagens e as imagens Ikonos 2 para o mapeamento dos açudes e lagoas, bem como para o detalhamento das drenagens.

3.4 - Solos - Na região do Canto do Amaro foram mapeados oito tipos de solos (Fig. 04), segundo a classificação da EMBRAPA-CNPS (1999). Os solos da área de estudo (Fig. 05) foram identificados como: (i) Latossolos Vermelho, (ii) Argissolos Vermelho Amarelos, (iii) Neossolos, (iv) Neossolos Litólicos, (v) Neossolos Quartzarênicos, (vi) Neossolos Flúvicos, (vii) Gleissolos Tiomórficos, e (viii) Cambissolos Háplicos.

Fig. 04- SIG com Mapa Pedológico

Fig. 05- SIG com Mapa Geomorfológico

3.5 – Geomorfologia- O modelamento geomorfológico na área de estudo, é resultante da evolução geológica (regressões e transgressões marinhas) interagindo com a ação dinâmica da natureza (clima, ventos, marés, ondas e correntes marinhas) e com a ação antrópica. O mapa Geomorfológico do Canto do Amaro (Fig. 05) foi elaborado a partir do Mapa Geomorfológico do Estado do Rio Grande do Norte executado pelo Projeto RADAM BRASIL na escala de 1:1.000.000, e em estudos desenvolvidos pelo IDEMA, aliado às imagens de satélites Ikonos e controle de campo. Apresenta as seguintes unidades geomorfológicas: (i) Planície fluvio-marinha (Apmf), (ii) Superfície pediplanada (Ep), e



(iii) Formas tabulares (t41).

3.6 - Geologia – A área de estudos encontra-se inserida no contexto geológico da Bacia Potiguar, apresentando uma área de 48.000 km², sendo 21.500 km² correspondem à parte emersa e 26.500 km² a plataforma e talude continentais. A exemplo das bacias marginais, a Bacia Potiguar é resultante dos esforços decorrentes da formação do Oceano Atlântico, cujo processo teve início no Mesozóico, durante a ruptura do Gondwana, no Neocomiano. A Bacia pode ser dividida em quatro megassequências: Megassequência Mesozóica Rift (Formação Pendências), Grupo de Sequências Mesozóicas Transicionais (Formações Pescada e Alagamar), Grupo de Sequências Mesozóicas Fluvio-marinhas Transgressivas (Formações Açú, Ponta do Mel, Ubarama e Jandaíra) e Grupo de Sequências Mesozóicas Fluvio-marinhas Regressivas (Formações Guamaré, Tibau e Barreiras). Completando este último grupo de sequências estão os sedimentos Quaternários.

O mapa Geológico Simplificado do Canto do Amaro (Fig. 06) 3.15 foi elaborado a partir da compilação de dados existentes, interpretação de imagens Spot e Ikonos e trabalhos de campo. Apresenta quatro categorias geológica: (i) Depósitos de planícies e canais de maré (Qm), (ii) Paleocascalheiras (TQc), (iii) Grupo Barreiras (TQb), (iv) Formação Jandaíra (Kj).

Fig. 06- SIG com Mapa Geológico

Fig. 07- SIG com Mapa Uso e Ocupação

3.7 - Uso e Ocupação do Solo - No uso atual das terras foram utilizados produtos de sensoriamento remoto recente e de alta resolução espacial (satélite IKONOS II). Para a caracterização deste uso foram adotados os procedimentos contidos nas Normas Técnicas para Mapeamento de Recursos Naturais Através de Sensoriamento Remoto (INCRA, 1995) e no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 1999). O limite de cada uso da terra, tendo a imagem IKONOS II como base, incluindo a estrutura viária e drenagem, foram interpretadas e digitalizados na escala 1:2.000, no aplicativo ArcView GIS 3.2a. A partir da interpretação visual identificaram-se 12 categorias de uso para a obtenção do mapa de uso das terras (Fig. 07), contemplando classes representadas na tabela abaixo.

Classes	Área (há)	%
Caatinga arbórea fechada	1772.33	38.96
Caatinga arbustiva arbórea fechada	317.47	6.98
Caatinga arbustiva aberta	1008.36	22.17
Gramínia, agrícolas, piceiras	627.59	13.80
Solo Exposto	297.94	6.55
Áreas alagáveis	199.39	4.38
Açude	99.84	2.19
Lagoa	4.63	0.10
Salinas	75.63	1.66
Estação Coletora	14.05	0.31
Base de Poços	120.06	2.64
Povoado	18.45	0.41
Total	4555.17	100.00

Tabela 02 – Classes de Uso do Solo da área do Projeto

4 - Processamento Digital de Imagens (PDI)

Com o propósito de extrair informações do conjunto de imagens IKONOS 2 da área de estudo e elaborar os mapas temáticos da região do Canto do Amaro, foram gerados tratamentos de imagens obtidas pela transformação por componentes principais a partir das quatro bandas espectrais (azul (1), verde (2), vermelho (3) e IVP (4)) de cada imagem. Inicialmente gerou-se uma imagem contendo as informações de refletância das quatro bandas em uma única imagem, processo este conhecido como “merge de bandas”, sendo em seguida esta imagem processada pela análise por componentes principais (APC). Por fim, foram feitas classificações supervisionadas, pelo método de máxima verossimilhança e do Paralelepípedo, a partir das APC geradas, no intuito de se identificar possíveis classes de uso e ocupação do solo. A definição das classes ou amostras de treinamento foi realizada a partir de observações preliminares feitas em campo, como também de feições identificáveis na própria imagem. A melhor classificação obtida, para esta parte da imagem IKONOS 2, foi a de máxima verossimilhança utilizando uma probabilidade de aceitação igual a 0,5.

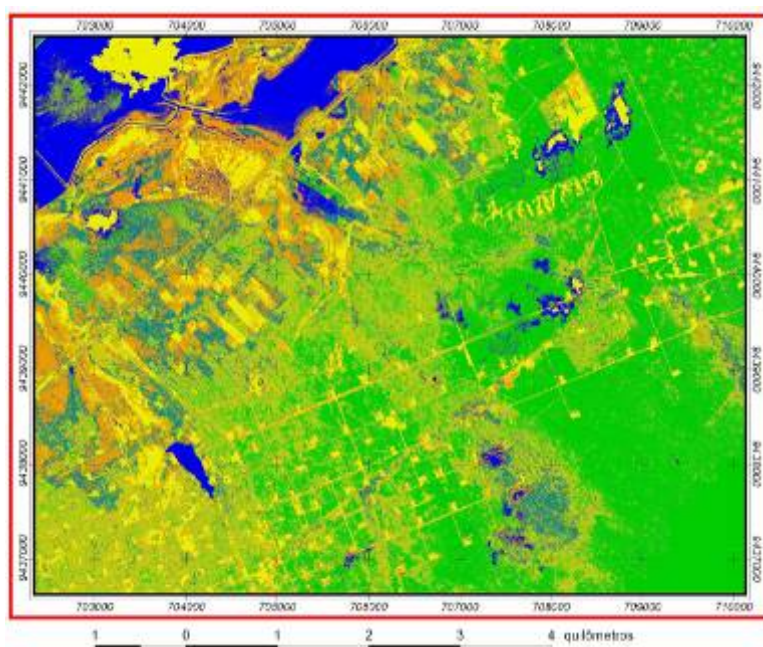


Fig. 08 Classificação Supervisionada Utilizando o Método de Máxima Verossimilhança, (limiar de aceitação igual a 0,5) de Parte da Imagem IKONOS 2, Transformada por uma APC.



5- Vulnerabilidade Natural e Vulnerabilidade Ambiental

A primeira etapa do trabalho consistiu na análise individual de cada uma das informações contidas nos mapas temáticos. O conjunto de todas essas informações foi integrado para gerar e armazenar uma base de dados georreferenciados com o software ArcView 3.2, possibilitando com isso uma análise sistemática de cada elemento dos

mapas temáticos. Desta forma, as informações armazenadas, podem ser gerenciadas para dar início ao cruzamento dos dados que resulta nos mapas de Vulnerabilidade Natural e Vulnerabilidade Ambiental.

O resultado dos cruzamentos dos mapas temáticos deste trabalho possibilitou a criação do mapa de vulnerabilidade natural. Os mapas que foram utilizados para a confecção do mapa de vulnerabilidade natural são: Mapa Geomorfológico, Mapa Unidades Geológicas, Mapa de Solos e Vegetação. Com base no mapa de vulnerabilidade natural realizou-se um segundo cruzamento que resultou no mapa de Vulnerabilidade Ambiental. O cruzamento dos mapas foi baseado no conceito de estabilidade de unidade considerando-se a análise ecodinâmica descrita por Tricart (1977).

A integração dos dados temáticos foi feita segundo um modelo utilizado por Barbosa (1997), Crepani et al, (1996) e Grigio (2003). O cruzamento dos mapas foi realizado utilizando-se o módulo Geoprocessing Wizard do software ArcView GIS 3.2, que possibilita o cruzamento entre dois mapas. Primeiramente, foi realizado o cruzamento entre os mapas de unidades geomorfológicas e de geologia simplificada. Posteriormente entre os mapas de associação de solos e de vegetação. Na sequência, foram cruzados os dois mapas resultado dos cruzamentos anteriores e calculou-se a média aritmética dos valores de vulnerabilidade de cada classe. O resultado pode ser visto na figura 09 que apresenta o mapa das vulnerabilidades ambientais da área.

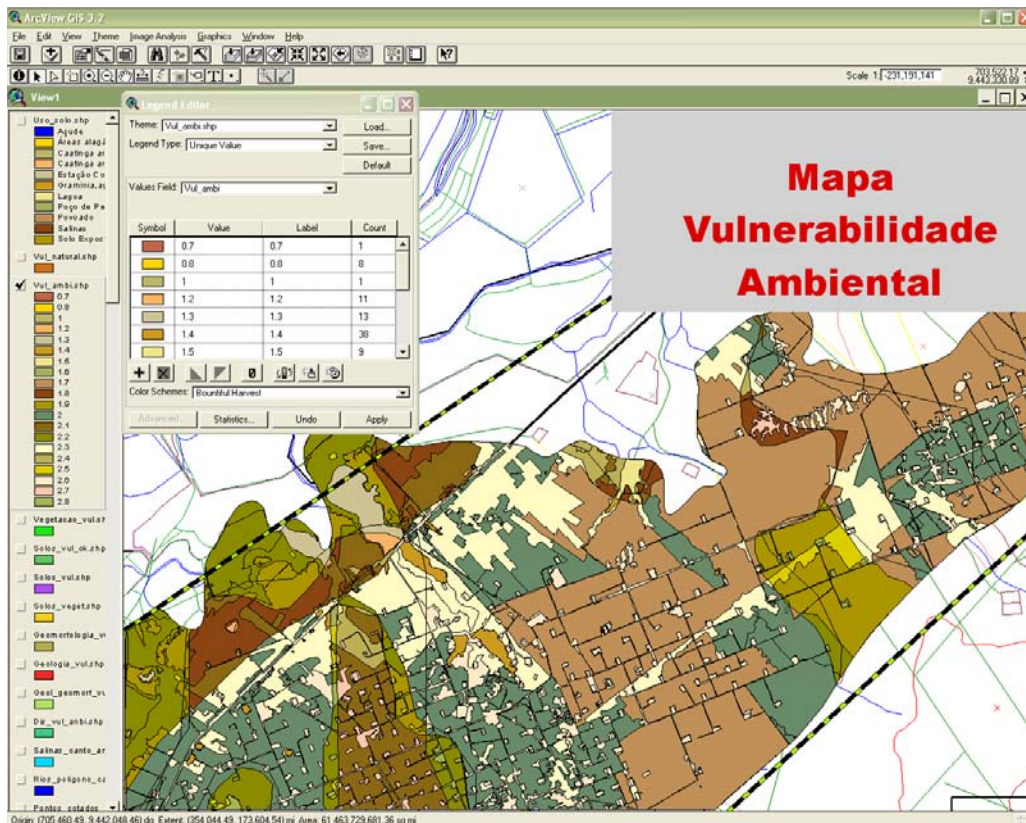


Fig. 09 – SIG com Mapa de Vulnerabilidade Ambiental da área do Canto do Amaro (RN)

6- Conclusões

O mapa de vulnerabilidade ambiental foi possível ser elaborado em função da existência de uma base de dados digitais georreferenciados os quais forneceram os elementos temáticos necessários para a análise. A análise das práticas de gestão ambiental permitirá verificar sua adequação às condições locais e regionais e identificar as dificuldades, limitações e consequências de sua implementação na gestão da área petrolífera do Canto do Amaro, podendo contribuir positivamente para a preservação dos recursos ambientais e prevenção de acidentes. O mapa interpretativo, então, poderá se tornar prescritivo, indicando, além das áreas mais vulneráveis ambientalmente, aquelas mais adequadas ao

desenvolvimento de projetos específicos. As possibilidades de inter-relações entre este mapa de vulnerabilidade ambiental e outras informações de interesse específico são inúmeras, fornecendo resultados espacializados e georreferenciados, tornando-se uma ferramenta importante e útil de apoio à decisão.

7. Referências

- BARBOSA, C. C. F. 1997. Álgebra de mapas e suas aplicações em Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São Paulo, Dissertação de Mestrado, 126p.
- CASTELLANI, R. 2004 - Utilização de Técnicas em Sistemas de Informações Geográficas para a determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental da região do Campo Petrolífero do Canto do Amaro na Bacia Potiguar/RN- Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós Graduação em Geociências -. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado. 115p.
- CREPANI, E.;MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. 1996. Curso de Sensoriamento Remoto Aplicado ao Zoneamento Ecológico-Econômico. São José dos Campos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
- GRIGIO, A. M. 2003. Aplicação do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica na Determinação da Vulnerabilidade Natural e Ambiental do Município de Guamaré (RN): Simulação de Risco às Atividades da Indústria Petrolífera. Centro de Ciências Exatas e da Terra. Programa de Pós Graduação em Geodinâmica e Geofísica. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado. 222p.