



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

AVALIAÇÃO DOS RISCOS E VULNERABILIDADES NA INFRAESTRUTURA EXPLORATÓRIA NO CAMPO PETROLÍFERO CANTO DO AMARO, MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RN¹

Antonio Costa Filho²; Marx Prestes Barbosa³; Antonio Reinaldo Petta⁴

RESUMO

O trabalho na região do campo petrolífero Canto do Amaro teve como objetivo de avaliar os riscos e as vulnerabilidades da estrutura exploratória de petróleo. Para tal foi feito um detalhado levantamento de campo, quando a maioria dos poços exploratórios foi visitada.

Foram coletadas 7 (sete) amostras de solos para análise dos riscos à infiltração de óleo, para as quais foram determinados os valores da DTA, que para 57% solos estão acima da média de 1,41 mm/cm, e apresentando uma textura franco-arenosa e areia franca para os 43% restantes, cujas DTA foram menores que 0,86 mm/cm. Os testes de infiltração de água/óleo nesses solos mostraram que a VIB da água é alta a muito alta e a do óleo foi de baixa a média. Pela análise das VIB, o solo com maior risco ao derrame de óleo são os latossolos Vermelho Amarelo (LVA) e o de menor risco são os Neossolos Flúvicos (RU). Foram aplicados questionários a 10% das famílias da comunidade para caracterizar o perfil socioeconômico e ambiental da população local. A região está submetida à intensa pressão antrópica em consequência das atividades das indústrias petrolífera e salinera e atividades agropastoris. As análises dos diagnósticos mostraram que a vulnerabilidade social global da população é da ordem de 66%, índice muito alto, e que mostram o seu alto grau de pobreza. Essa vulnerabilidade é ocasionada pela falta de políticas públicas para o desenvolvimento ambientalmente sustentável, que vise à diminuição dos riscos, com inclusão social e proteção ambiental.

Palavras-chave: Riscos e vulnerabilidades, exploração petrolífera.

VALUATION OF RISKS AND VULNERABILITIES IN THE OILFIELD EXPLORATORY INFRASTRUCTURE CANTO DO AMARO, MUNICIPALITY OF MOSSORÓ, STATE OF RIO GRANDE DO NORTE, BRAZIL

ABSTRACT

The work in the oilfield Canto do Amaro aimed to evaluate the risks and vulnerabilities of the oil exploration structures. For this, was made a detailed field work, and the majority of the exploratory wells was visited. Were collected seven soil samples for the oil infiltration risk analysis, and for which one were determined the values of DTA that for 57% of the soils is above the average of 1.41 mm/cm, presenting a franc-sand texture and sand-franc for the remaining 43%, whose DTA were smaller than 0.86 mm/cm. The tests of water/oil infiltration in these soils showed that the water VIB was high to very high and for oil was low to medium. The analysis of VIB showed that the soil with a higher risk to the oil spill are the Latossolos Vermelho Amarelo (AVL) and of lowest risk are Neossolos Flúvicos (UK). Questionnaires were applied to 10% of families of the community to characterize the environmental and socioeconomic profile of the local population. The region is subject to intense human activities pressure as result of the oil and salt exploration and agriculture activities. The analyses of the diagnoses showed that the global vulnerability of the population is around 66%, index too high that show its high level of poverty. The vulnerability its caused by the fault of publics politics for development maintainable environmental, that's seeks to the decrease of the risks, with social inclusion and environmental protection.

Keywords: Risks and vulnerabilities, petroliferous exploration.

Trabalho recebido em 20/01/2010 e aceito para publicação em 28/03/2010.

¹ Parte do trabalho da tese apresentada pelo primeiro autor ao curso de doutorado em Recursos Naturais para obtenção do título de doutor;

² Doutor, Professor, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Mineração e Geologia, Av. Aprígio Veloso, 882 – 58.429-140 – Campina Grande – PB, e-mail: antonio@dmg.ufcg.edu.br ou acf_acf@uol.com.br, (83)3310-1293; (83)8802-9238; fax (83)3310-1168

³ Doutor, Professor, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, e-mail: marx@deag.ufcg.edu.br

⁴ Doutor, Professor, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Geologia, e-mail: petta@geologia.ufrn.br

1. INTRODUÇÃO

Uma das principais questões discutida em todos os fóruns que tratam dos desastres é a atividade mineradora. A mineração é considerada uma atividade predatória, mas assim será na medida em que o custo final não considerar o preço a ser pago pelos possíveis danos, os quais atingem o conforto e até mesmo a segurança do homem. A mineração artesanal (pequena mineração e garimpos) gera conflitos ambientais e sociais, pois no geral o trabalho é informal. Pelo setor mineral há dificuldade da aplicação dos instrumentos legais de proteção do meio ambiente e de regulamentação da atividade mineradora, assim como, da implementação de políticas públicas que favoreçam efetivamente um desenvolvimento sustentável. A mineração é uma atividade essencial ao desenvolvimento econômico da humanidade. No entanto ela deve ocorrer com o mínimo de impacto sobre o meio ambiente. A mineração a céu aberto é a que mais produz danos e riscos ao meio ambiente. A mineração da gipsita na região da Chapada do Araripe (PE) tem afetado diretamente no meio ambiente e é uma das causadoras de núcleos de desertificação na região, através do desmatamento da caatinga para o refinamento da gipsita e a

redução dos custos de transporte (BARBOSA et al., 2005).

A região do Semiárido brasileiro é caracterizada por condições sociais e ambientais bastante vulneráveis. A intervenção das atividades humanas nesse cenário tem propiciado a degradação acentuada dos recursos naturais, originando em algumas áreas os denominados “núcleos de desertificação” associados com o nível muito grave de degradação das terras (ARAÚJO et al., 2000).

A análise ambiental, parte da investigação de processos naturais visa estabelecer relações com processos e estruturas sociais. Ela tem como objetivo diagnosticar e prognosticar riscos e potencialidades ambientais em relação à sociedade.

O conhecimento do meio ambiente onde se realiza um estudo é fundamental para compreensão dos processos que nele se realizam, pois os fatores ecológicos bióticos e abióticos, bem como a infraestrutura de uma área, interagem com as atividades humanas de forma a influenciar no sucesso dos empreendimentos.

Os riscos ambientais urbanos são riscos decorrentes do uso e ocupação do solo urbano, com destaque para a ocupação desordenada, riscos industriais, contaminação química e orgânica. Reduzir

a vulnerabilidade urbana significa minimizar riscos (CORTEZ, 2003).

A utilização do petróleo traz grandes riscos para o meio ambiente desde o processo de extração, transporte, refino, até o consumo, com a produção de gases que poluem a atmosfera. Os piores danos acontecem durante o transporte de combustíveis, com vazamentos em grande escala de oleodutos.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1 Características da área de estudo

A área da pesquisa está localizada no estado do Rio Grande do Norte, na Microrregião Homogênea de Mossoró e compreende um território de aproximadamente 127,37 km², delimitado pelos meridianos 37°22'35.12" e 37°00'53.7" de longitude oeste e pelos paralelos 05°17'25.37" e 05°01'05.15" de latitude sul. O ponto central da área de estudo tem o meridiano 37°10'34.64" de longitude oeste e o paralelo 5°07'22,78" de latitude sul. O acesso à região se dá pela BR-304, a partir da cidade de Natal, que dista 277 km da Cidade de Mossoró, podendo ser alcançada pela BR 405 e por diversas outras rodovias estaduais. O acesso ao principal campo petrolífero da região, o Canto do Amaro, se dá pela BR110 que ligam Mossoró à cidade de

Areia Branca (RN) num percurso 45 km. (Figura 1).

2.2 A política de segurança da Petrobrás

Em sua **POLÍTICA DE SEGURANÇA, MEIO AMBIENTE E SAÚDE (SMS)** a PETROBRAS tem definidas suas próprias diretrizes de segurança, meio ambiente e saúde. Ao todo são 15 diretrizes. Dentre delas podem ser destacar como as mais importantes:

- **“Avaliação e Gestão dos Riscos”** (Nº 3) – *“Riscos inerentes às atividades da empresa devem ser identificados, avaliados e gerenciados de modo a evitar a ocorrência de acidentes e/ou assegurar a minimização de seus efeitos”*.
- Implementação de gestão de riscos de acordo com sua natureza e magnitude, nos diversos níveis administrativos.
- **“Operação e Manutenção”** (Nº 5) – *“As operações da empresa devem ser executadas de acordo com procedimentos estabelecidos e utilizando instalações e equipamentos adequados, inspecionados e em condições de assegurar o atendimento às exigências de segurança, meio ambiente e saúde”*.
- **“Contingência”** (Nº 11) – *“As situações de emergência devem estar*

previstas e ser enfrentadas com rapidez e eficácia visando à máxima redução de seus efeitos”.

- **“Relacionamento com a Comunidade”** (Nº 12) – *“A empresa deve zelar pela segurança das comunidades onde atua, bem como mantê-las informadas sobre impactos e/ou riscos eventualmente decorrentes de suas atividades”.*

Quanto a Prevenção, um dos pontos a ser destacado enfatiza que *“A prevenção envolve ainda a avaliação das condições geotécnicas das faixas de terra por onde passam dutos, que podem ser afetadas pelas marés, chuvas e erosão”.* No entanto não trata das linhas de superfície, que transportam o óleo desde o poço até as estações coletoras, nos campos petrolíferos.

2.3 Levantamentos realizados

O trabalho na região do campo petrolífero Canto do Amaro teve como objetivo de avaliar os riscos e as vulnerabilidades da estrutura exploratória de petróleo. Para tal foi feito um detalhado levantamento de campo, quando a maioria dos poços exploratórios foi visitada. Na etapa final de campo foram coletados

dados para realizações das características físicas do solo (ensaio de infiltração e coleta de amostra de solo) para o estudo das vulnerabilidades dos solos à contaminação por óleo, e foram aplicados questionários de fatores de vulnerabilidades: social, econômico, seca e tecnológica na comunidade rural (SILVA, 2002). Os questionários dos diagnósticos socioeconômico e ambiental foram aplicados por amostragem (10% do total das famílias residentes na área em apreço).

Para o cálculo de vulnerabilidade foi utilizado o SISCÁV (Sistema de cálculo de Vulnerabilidade) que é um software que calcula as vulnerabilidades de indivíduos, famílias, grupos ou comunidades, como suporte a mitigação e ao desenvolvimento de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável (BARBOSA et al., 2003).

A metodologia constou da observação e descrição das condições de toda a infraestrutura montada pela PETROBRÁS para a extração do óleo, definindo-se os riscos ao meio ambiente e a população local.

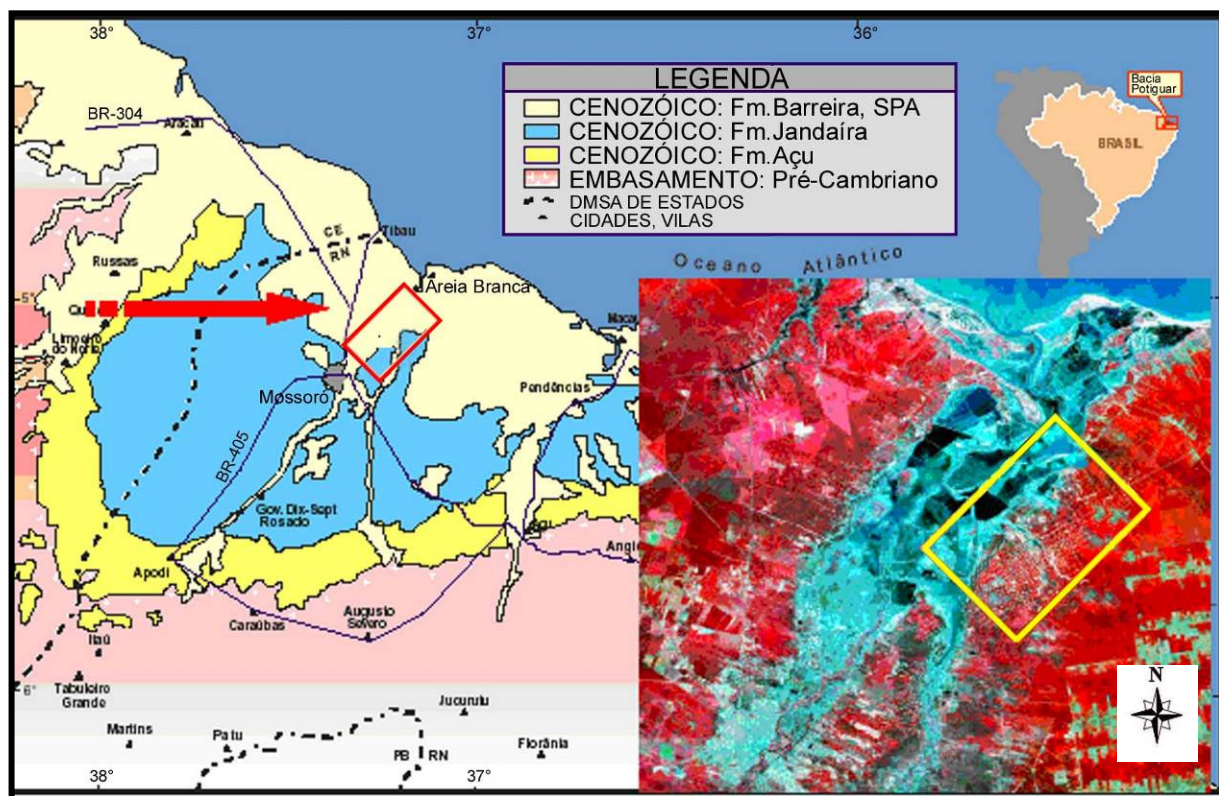


Figura 1 – Mapa de localização da área de pesquisa e imagem Spot, mostrando o Campo de Mossoró (RN), com áreas de concentração de poços de exploração de petróleo e dutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Riscos na exploração de Petróleo no campo Canto do Amaro

Os resultados da avaliação dos riscos e da vulnerabilidade do sistema exploratório do campo petrolífero Canto do Amaro mostraram que as diretrizes da PETROBRÁS, no geral, não estão sendo observadas.

A sinalização, principalmente das linhas de produção é muito precária, e nos locais onde ela aparece está mal conservada, e tomada pelo mato (Figura 2). Em alguns pontos as linhas de produção estão sinalizadas, chamando atenção para o

risco, como esta observada nas proximidades do poço CJ-015. No entanto a conservação está muito ruim, pois tanto as placas como os dutos estão envolvidos pelo mato seco.

A população na região é essencialmente rural. Na maioria são pequenos proprietários rurais ou camponeses empregados nas propriedades maiores. A atividade agropecuária na região está representada por algumas propriedades de médio a grande porte, como as fazendas Frei Antônio e Canto do Amaro e por pequenas propriedades.

A atividade agropecuária, desenvolvida de forma extensiva, baseia-se

na criação de bovinos, ovinos e caprinos. A cultura agrícola basicamente é para o autoconsumo e as principais culturas são o milho e feijão.

O acesso a estas linhas por animais e pela população é livre. Segundo o relato de moradores locais, onde ocorrem conjuntos de linhas (várias linhas disponibilizadas de modo paralelo) tem havido desastres com os animais de maior porte, como os bovinos, que ficam presos entre elas, quebrando suas patas. Tal acidente também pode acontecer com os humanos, ao tentar atravessá-las.

As linhas, na grande maioria dos casos parecem não receber a manutenção devida e muitas vezes estão locadas diretamente sobre os solos, com risco de serem corroídas pela ferrugem, além de estarem envoltas pela vegetação, que no período de estiagem está sob o risco da autocombustão (Figura 3). As linhas de

produção nem sempre estão de acordo com as normas de segurança, ou seja, apoiadas sobre cavaletes de cimento armado ou de ferro, com proteções laterais e com placas de sinalização. Na Figura 3 elas estão sobre cavaletes de cimento armado e ferro, que as protegem da corrosão (umidade, salinização, etc.), no entanto, a conservação fica a desejar, pois estão envolvidas pelo mato (vegetação herbácea, gramíneas e pequenos arbustos), com alto risco de incêndio pela combustão natural no período de seca. Pelo quadro que se apresenta, já faz tempo que não há um trabalho de conservação, com retirada da vegetação que cresce entre as linhas. Também não existe nenhuma placa de sinalização e nem cerca de proteção (COSTA FILHO, 2007).



Figura 2 – Linhas de produção com sinalização precária e tomada pelo mato.



Figura 3 – Linhas de produção sem estar de acordo com as normas de segurança.

Outra situação de risco e vulnerabilidade das linhas de produção, é que elas aparecem também depositadas diretamente sobre o solo, ao longo de diversas estradas de terra da região. Próximo ao poço CAM-691, a linha de produção se encontra em situação de risco, por estar depositada diretamente sobre o solo, ao longo de uma das estradas da área estando vulnerável a corrosão e à erosão do corte da estrada (Figura 4). Outra situação de risco observada é o cruzamento das linhas de produção (dutos) com as estradas, que às vezes as cruzam sem estar



Figura 4 – Linha de produção ao longo de uma estrada da área em situação de risco.

Mais uma situação de risco e vulnerabilidade foi verificada nas proximidades do poço CAM-490, como mostrado na Figura 6. Cabe salientar que o tráfego de veículos na região não é

sinalizado, e enterrado, muito próximo da superfície, o que acarreta uma situação grave de risco e vulnerabilidade. Além de a linha estar praticamente na superfície, veículos pesados, como se pode notar pelas marcas dos pneus, que transita diretamente sobre ela, e não existe nenhuma placa de alerta. Esta linha deveria estar enterrada, e de preferência ter uma estrutura de concreto por baixo da estrada, por dentro da qual a linha passaria. Na superfície deveria estar sobre cavaletes, como a que passa ao largo (Figura 5).



Figura 5 – Risco observado no cruzamento das linhas de produção com as estradas e sem sinalização ou de serviço.

pequeno e pelas estradas passam desde carroças puxadas por animais, automóveis, ônibus escolares, caminhões pesados e tratores, etc.



Figura 6 – Risco das linhas de produção depositadas diretamente sobre o solo. Ponto próximo ao poço CAM-490 (x = 699.207 ; y = 9.431.611)

Outra situação de risco e vulnerabilidade estudada foi à relação das estruturas de exploração ao meio ambiente, mais precisamente com o estuário dos rios Apodi-Mossoró, onde estão localizadas as salinas. Em alguns casos os cavaletes de sustentação dos dutos, que transportam o

óleo dos poços localizados dentro do estuário para as estações receptoras no continente, foram corroídos pela água do mar, que invade o estuário durante as marés cheias, e as linhas jazem diretamente sob o fundo (Figuras 7, 8 e 9).



Figura 7 – Linha de produção do poço CAM-268. Deterioração dos cavaletes de ferro pela água do mar.



Figura 8 – Aspectos de deterioração dos cavaletes de sustentação e duto em risco de corrosão pela água do mar.

Da mesma forma que o sal corroeu os cavaletes, ele pode corroer o duto, o que coloca em risco o estuário – contaminação por vazamento de óleo, pois o duto

apoiado diretamente sob o fundo (Figura 9) está vulnerável à ação da água do mar, colocando em risco o ambiente aquático do estuário dos rios Apodi-Mossoró e as

salinas da região. Esta é uma situação de extrema vulnerabilidade das estruturas de produção e de extremo risco para o meio ambiente. O estuário é explorado por diversas companhias na extração de sal marinho, além de ser a principal fonte de

proteína para a população ribeirinha, através da pesca. O principal risco ao desastre é a corrosão das linhas de produção pelo sal do mar que pode provocar derrames de óleo e comprometimento do ecossistema.



Figura 9 – Alta vulnerabilidade da estrutura de exploração, observada às margens do estuário dos rios Apodi-Mossoró.

Além das linhas de produção, a estrutura de exploração nos poços nem sempre está bem conservada. As instalações elétricas que suprem de energia os motores dos cavalos-de-pau, nem sempre estão dispostas de forma segura. Geralmente eles estão enterrados, protegidos por um tubo de borracha, no entanto é não raro encontrar os cabos

diretamente sobre o terreno (Figura 10), por cima do qual passam os veículos que fazem coleta de óleo para análise, veículos de manutenção, e outros. Mesmo que a fiação esteja protegida por um conduíte de borracha, na superfície do solo ela estará vulnerável ao desgaste pelo tempo, e até mesmo a roedores.



Figura 10 – Cabo de energia elétrica solto no solo, sobre o qual há tráfico de veículos.

Durante os trabalhos de campo verificou-se que no poço CAM - 514 tinha havido um vazamento de óleo, devido ao rompimento da caixeta. Na área estava trabalhando uma equipe de emergência. Como o poço estava em funcionamento, à energia elétrica demorou a ser desligada. O óleo jorrou sobre as áreas vizinhas e sobre toda a estrutura, inclusive sobre a fiação elétrica de alimentação da estação automática de transmissão de dados (Figura 11), caracterizando um risco a incêndio. Na Figura 12 se vê primeiro



Figura 11 – O óleo jorrado atinge a instalação elétrica da estação automática de transmissão de dados.

plano parte do solo contaminado por óleo, raspado da superfície; as setas azuis mostram manchas de solos ainda impregnadas por óleo; as setas vermelhas mostram monturos da vegetação que foi cortada por ter sido impregnada por óleo, para evitar incêndio.

Vários poços apresentam as cisternas de proteção entupidas com areia e até mesmo cheias de óleo que vazam dos poços, com risco de incêndio e de infiltração no solo (Figura 13).

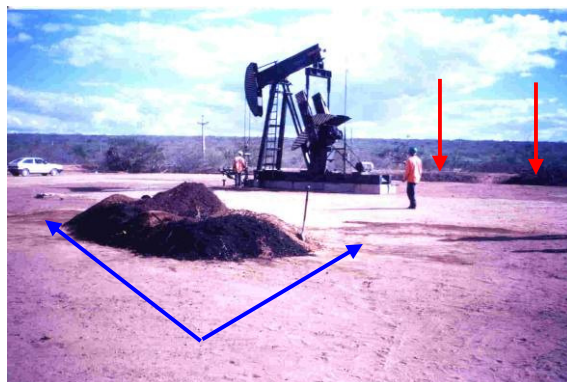


Figura 12 – Equipe de emergência em ação no poço CAM – 514.

Os riscos e as vulnerabilidades não estão somente associados aos dutos e aos poços. Durante os trabalhos de campo verificou-se que as estações coletoras também não estão isentas dos riscos e das vulnerabilidades. No geral todas estão cercadas e exibem placas de alertas e avisos, no entanto nem sempre as cercas estão em bom estado e os portões sempre estão abertos. Isto facilita o acesso de



Figura 13 – Cisterna entupida com acúmulo de óleo, com risco de incêndio e de infiltração no solo.

Alguns poços apresentam-se aparentemente em conformidade com as normas de segurança (Figuras 15, 16, 17 e 18). Na Figura 15 e 16 observa-se o poço CAM - 197. Este foi um dos poucos poços que encontramos durante os trabalhos de campo que pode ser considerado estar

pessoas e animais às instalações, como mostrado na Figura 14. Este fácil acesso deixa as estações altamente vulneráveis, até mesmo a ações de terroristas, embora de um modo geral esta possibilidade geralmente é descartada. Além disso, este fácil acesso é um risco à população local, que adentra as estações, principalmente para pasturar os animais. Em nenhuma delas foram encontrados seguranças.



Figura 14 – As estações coletoras apresentam vulnerabilidades de suas estruturas e riscos a acidentes.

dentro das normas de segurança, embora se possa notar que a área está sob um processo erosivo pela erosão laminar e por sulcos incipientes.



Figura 15 – Poço CAM-197. Avanço do processo erosivo, pela erosão laminar e por sulcos incipientes.



Figura 16 – Poço CAM - 197. Detalhe da estrutura de segurança do poço. Nota-se que o portão está trancado por um cadeado. A cisterna está limpa e a estrutura está bem conservada.

Na Figura 17 e 18 observa-se detalhe da estrutura de segurança do poço. Embora a estrutura esteja bem conservada, a segurança está falha, pois o portão está

aberto, não tem tranca e nem cadeado, possibilitando o fácil acesso ao seu interior.



Figura 17 – Poço que aparentemente está dentro das normas de segurança.



Figura 18 – Detalhe da estrutura de segurança do poço.

A maioria dos poços não possui cercas de proteção. O acesso à estrutura é livre para pessoas e animais, caracterizando

uma situação de risco, e ao mesmo tempo uma situação de vulnerabilidade da estrutura (Figuras 19 e 20).



Figura 19 – Caprinos pastam junto a um dos poços. Segundo relato de moradores é comum acidentes com animais, pois os mesmos sobem nos cavalos.



Figura 20 – Área de pecuária, onde a estrutura do poço encontra-se fora das normas de segurança.

3.2 Riscos de contaminação do solo

Durante o levantamento de campo foi realizada uma coleta de 7 (sete) amostras de solo presentes na área do campo petrolífero Canto do Amaro, para determinação física, a uma profundidade de 30 cm da superfície, das quais se realizou análise de laboratório, que possibilitou a associação de um conjunto de informações referentes às características físicas do solo de cada unidade mapeada e dos parâmetros: Capacidade de Campo (Cc), Ponto de Murchamento (Pm), Densidade Aparente (Da) e Disponibilidade Total da Água do solo

(DTA). Foram georreferenciados todos os pontos de tomada das informações de determinação dos parâmetros de campo e dos ensaios de infiltrações, onde cada ponto associado ao solo ou teste de infiltrações contém informações básicas necessárias. Os valores obtidos em laboratório e no campo são mostrados na Tabela 1. Simultaneamente, foram realizados ensaios de infiltração de água e óleo nas referidas classes de solo, com objetivo de determinar a capacidade de infiltração acumulada (I) e a velocidade de infiltração aproximada (VIa), em função das características do solo.

Tabela 1 – Características físicas dos solos analisados no campo Canto do Amaro.

| Solos – Siglas | Cc (%) | Pm (%) | Da (g/cm ³) | DTA (mm/cm) | Coordenadas Geográficas | |
|-------------------|-----------|-----------|----------------------------|----------------|-------------------------|-------------|
| | | | | | Latitude S | Longitude W |
| RU | 21,77 | 11,26 | 1,46 | 1,53446 | 5° 09'58.3" | 37°14'29.2" |
| CX + RU | 29,23 | 16,44 | 1,35 | 1,72665 | 5°09'11.0" | 37°14'39.4" |
| GJ | 11,58 | 2,49 | 1,89 | 1,71801 | 5°07'21.6" | 37°13'49.9" |
| CX + RL | 10,86 | 6,16 | 1,84 | 0,8648 | 5°05'40.0" | 37°09'57.6" |
| PVA + RL | 31,12 | 12,22 | 1,40 | 2,646 | 5°06'59.7" | 37°11'29.7" |
| LVA+ RQ | 6,33 | 1,71 | 1,74 | 0,80388 | 5°03'51.4" | 37°07'9.7" |
| LVA | 5,19 | 1,97 | 1,83 | 0,58926 | 5°03'22.7" | 37°06'9.2" |

RU- Neossolos Flúvicos; **CX + RU** – Cambissolos Háplicos + Neossolos Flúvicos; **GJ** – Gleissolos Tiomórficos; **CX + RL** – Cambissolos Háplicos + Neossolos Litólicos; **LVA + RQ** – Latossolos Vermelho Amarelo + neossolos Quartzarênicos; **LVA** – Latossolos vermelho Amarelo.

A Tabela 2 mostra a classificação textural dos solos determinada em laboratório, que indica que a maioria dos solos tem alta porcentagem de areia, ou

seja, alta permeabilidade. A textura influencia na capacidade de infiltração, adsorção e percolação dos fluidos.

Tabela 2 – Classificação textural dos solos analisados

| Solos | | | | | | | |
|----------------|---------------|--------------|--------------|-----------|------------|---------------|-----------|
| | PVA+RL | CX+RU | CX+RL | GJ | LVA | LVA+RQ | RU |
| Textura | FAA | F | FA | FA | FA | AF | AF |

FAA – Franco argilo arenoso; F – Franco; FA – Franco arenoso; AF – Areia franca.

A análise de risco de contaminação dos solos e do lençol freático por óleo em caso de desastre (por exemplo, derrame de óleo) foi baseada nos dados de Disponibilidade Total da Água (DTA).

A média dos valores de DTA foi igual a 1,41 mm/cm. Todos os solos com valor de DTA acima desta média (Tabela 6.5) foram considerados de risco alto a infiltração e armazenamento de óleo em caso de um derrame, sendo que o risco

maior está associado ao solo Cambissolo Háplico (CX) + Neossolo Litólico (RL), cujo DTA calculado foi igual a 2,65 mm/cm. Por terem alta capacidade de armazenamento, alto risco de infiltração, estes solos foram considerados de baixo risco de transmissão de óleo derramado ao lençol freático. Quando presente, a matéria orgânica retém de duas a três vezes o seu peso em líquido, aumentando assim a capacidade de infiltração e armazenamento

(SALOMÃO et al., 1995). Os solos com valor de DTA abaixo da média (solos de textura arenosa, porosos, altamente permeáveis que permitem uma rápida infiltração dos fluídos) foram considerados de risco médio a baixo ao armazenamento (retenção) de óleo em caso de um derrame sendo que o risco menor está associado ao solo Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) cujo DTA foi igual a 0,58 mm/cm. Por terem alta permeabilidade (baixa capacidade de retenção de fluídos) estes solos foram considerados de alto risco de transmissão de óleo ao lençol freático.

Os ensaios de infiltração de água/óleo nos 7 (sete) pontos amostrados tiveram uma duração média de aproximadamente 3 horas.

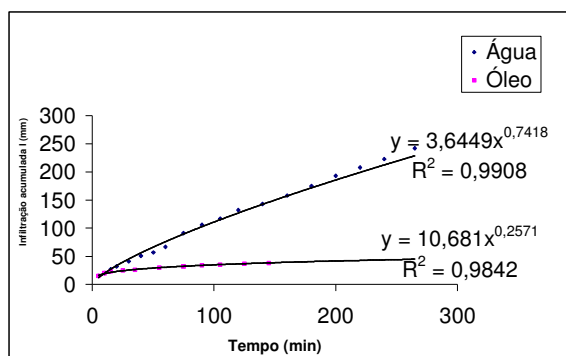


Figura 21 – Infiltração acumulada da água/óleo em função do tempo (Ponto X-1).

Nas Figuras 23 e 24 são apresentados os gráficos do ponto X-6 (Latossolos Vermelho Amarelo - LVA + Neossolos Quartzarêmicos - RQ) onde se observa uma VIB muito alta que para a água chega a alcançar 900 mm/h. Para o

As capacidades máximas de infiltrações tomadas como média I (mm/h) em função do tempo de infiltração dos solos em estudos, foram determinadas através da construção das curvas de infiltração acumulada e de velocidade de infiltração através da plotagem dos dados de infiltração acumulada (mm) versus tempo (min).

No ponto X-1 (Neossolos Flúvicos - RY) a VIB (Velocidade de Infiltração Básica) alcançou de 45 mm/h para água (velocidade muito alta), o que classifica a textura deste solo como arenosa. Para o óleo, devido a sua alta viscosidade a VIB foi de 3 mm/h, considerada baixa (Figuras 21 e 22).

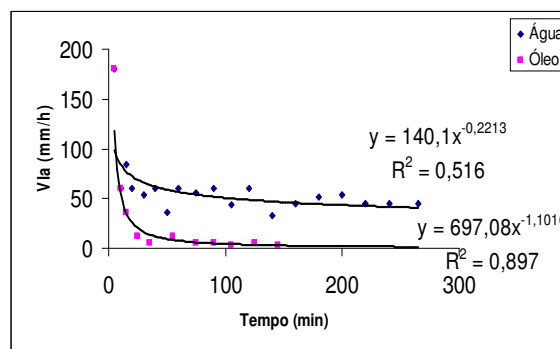


Figura 22 – Velocidade de infiltração aproximada da água/óleo em função do tempo (Ponto X-1).

óleo a VIB também é muito alta no valor de 60 mm/h. Tanto a VIB para a água como para o óleo definem a textura desses solos como arenosa.

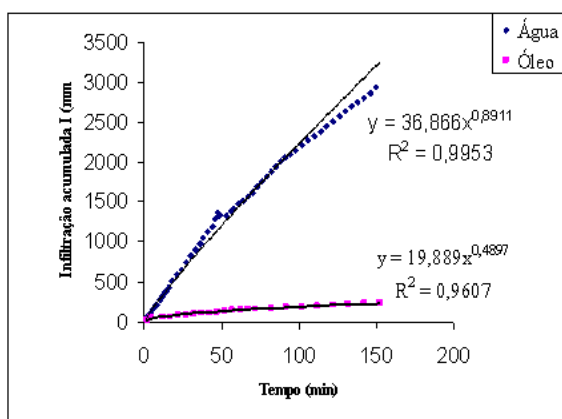


Figura 23 – Infiltração acumulada da água/óleo em função do tempo (Ponto X-6).

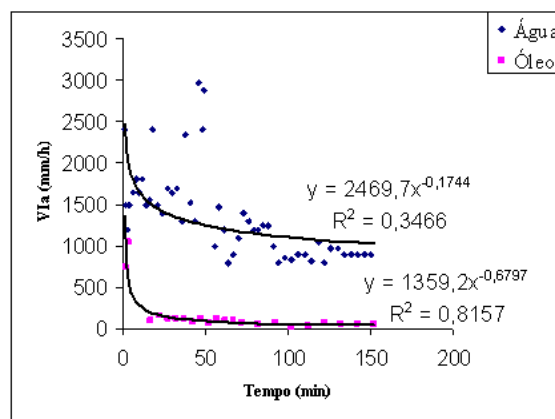


Figura 24 – Velocidade de infiltração aproximada da água/óleo em função do tempo (Ponto X-6).

Pela análise das VIB dos solos e com base nos critérios da classificação da textura dos solos de Bernardo (2005) na área do campo petrolífero de Canto do Amaro, o solo com maior risco frente a um derrame de óleo é o do ponto X-6, classificado como Latossolos Vermelho Amarelo (LVA) e o que apresenta o menor risco são os Neossolos Flúvicos (RU) no ponto X 1.

4. CONCLUSÕES

Apesar de ser uma área de uso agrícola, com predominância da pecuária extensiva, o principal agente degradador das terras tem sido a exploração petrolífera. Áreas de onde foi retirado o solo como materiais de empréstimo não foram recuperados, e hoje representam um

estágio avançado do processo da desertificação.

Quanto à estrutura de exploração de óleo, o estudo concluiu que as normas de segurança não estão sendo corretamente observadas, pois falta proteção dos poços, permitindo o fácil acesso de pessoas e animais a eles; falta de conservação e de sinalização adequada, o que tem proporcionado acidentes, conforme relatos locais.

O estudo dos riscos de contaminação do lençol freático por infiltração de óleo, nos solos em caso de derrame mostrou que o solo Latossolo Vermelho Amarelo (LVA) com DTA igual a 0,58 mm/cm é de alto risco de transmissão de óleo ao lençol freático e que o solo Cambissolo Háplico (CX) + Neossolo Litólico (RL), cujo DTA calculado foi igual a 2,65 mm/cm foram

considerados de baixo risco de transmissão de óleo derramado ao lençol freático.

Os resultados deste estudo mostraram que a maior parte da infraestrutura de exploração não observa as regras mínimas de segurança, traduzida em altos riscos de desastres e vulnerabilidades da população local, que exerce atividade agropastoril e extrativista do sal, como também a esta própria infraestrutura.

A riqueza dada pela exploração do petróleo e do sal não trouxe nenhum benefício social e econômico à população pobre da região, que continuam excluídos e invisíveis à sociedade.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), a Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRÁS, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Parque Tecnológico da Paraíba (PaqTc), a Associação Técnica Científica Ernesto Luiz de Oliveira (ATECEL), pelo apoio oferecido para execução desta pesquisa científica.

6. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. E.; BARBOSA, M. P.; MORAES NETO, J. M. Geoprocessamento no estudo de degradação ambiental e dos riscos a desastres no município de Sousa, Paraíba, desde uma perspectiva social. **Anais XI SBSR**. Belo Horizonte, MG: INPE, 05-10 abril 2000. p.1715-1724.
- BARBOSA, M. P.; FERNANDES, M. F.; SILVA, M. J.; GUIMARÃES, C. L.; COSTA, I. C. **Diagnóstico Socioeconômico ambiental da APA Chapada do Araripe: Ceará, Pernambuco e Piauí**. Projeto APA. Convênio ATECEL/GRUPO GESTÃO. Campina Grande, PB. 2005. 231 p.
- BARBOSA, M. P.; GARCIA, F. P.; SUAVÉ, J. P.; **SISCAV – Sistema de Cálculo de Vulnerabilidades**. Apoio IAI/LARED e CNPq. Campina Grande, UFCG, 2003. Disponível em: <<http://150.165.79.19:8080/SISCAV/index.jsp>>. Acesso em: 04 ago. 2006.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 7. ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005.
- CORTEZ, H. Riscos Ambientais Urbanos. **Revista Mais Brasil**, novembro/2003. Disponível em: <<http://www.camaradecultura.org/riscos-urbanos.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2007.
- COSTA FILHO, A. **Riscos e Vulnerabilidades – campo petrolífero Canto do Amaro, Mossoró-RN**. 2007. 167 f. Tese (Doutorado) - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2007.
- PETROBRÁS. **Política de Segurança, meio ambiente e saúde**.

Disponível em: <http://www2.petrobras.com.br/portal/meio_ambiente.htm>. Acesso em: 15 ago. 2005.

SALOMÃO, F. X. T. & IWASA, O. Y **Erosão e a ocupação rural e urbana. Curso de geologia Aplicada ao Meio Ambiente.** (Coord.) Geral Yazbek Bitar. São Paulo: ABGE/IPT, 1995. (Série meio ambiente).

SILVA, E. P. **Estudo da vulnerabilidade socioeconômico-ambiental e dos riscos a desastre ENOS (EL Niño Oscilações Sul) no município de Picuí – Paraíba:** 2002. 147p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Departamento de Engenharia Agrícola. Universidade federal de campina Grande, Campina Grande, 2002.