

**ANÁLISE CRÍTICA DOS MAPAS DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL A DERRAMES DE
PETRÓLEO NO TERMINAL AQUAVIÁRIO NORTE CAPIXABA**

RELATÓRIO I

Junho de 2012

1- Introdução

Os grandes acidentes de derrame de óleo, como por exemplo, o da Exxon Valdez, 1989, Golfo Árabe, 1991, ou o acidente da Baía de Guanabara- janeiro 2000, que tiveram grande repercussão pela mídia, tem aumentado o nível de conscientização sobre a necessidade de preservação ambiental. Conseqüentemente, a sociedade tem sido mais exigente nas questões dos danos ambientais, assim como as empresas de petróleo, conscientes do seu papel no desenvolvimento sustentado, têm se voltado para estudos sobre o planejamento de contingências e o pronto atendimento nas ocorrências de acidentes, buscando o emprego de técnicas de preservação ambiental.

Os mapas de sensibilidade, que vêm sendo utilizados desde a década de 70, representam uma importante ferramenta técnico-gerencial para a priorização dos ambientes a serem protegidos, nos quais devam ser aplicados ou concentrados esforços em casos acidentais/emergenciais, de forma a reduzir as conseqüências ambientais tanto do derrame quanto dos esforços de limpeza.

Os impactos de um derrame podem ser minimizados se os locais mais sensíveis ao contato com óleo, como, por exemplo, os manguezais, puderem ser protegidos. Os mapas auxiliam no direcionamento dos recursos disponíveis de resposta a um derrame de óleo para as áreas aonde a atuação dessa resposta venha a ser a mais eficaz dentro dos condicionamentos presentes.

Entretanto, a prática tem nos mostrado que conhecer as áreas mais sensíveis não é suficiente para garantir uma proteção efetiva, resultando então a necessidade de uma nova

classificação que permitisse o conhecimento das áreas em uma ordem de prioridade para o deslocamento dos meios de proteção e combate a derrame de óleo. Assim, os ambientes passariam a ser classificados pela sua vulnerabilidade.

1.1- Conceito de Vulnerabilidade

Ao contrário de sensibilidade ambiental a derrames de óleo, que é uma questão bem definida que vem sendo estudada há algumas décadas (GUNDLACH, 1978) e para qual já existem normas técnicas oficiais (MMA, 2004), a questão de susceptibilidade ambiental e vulnerabilidade ainda não dispõe de normas que regulamentem a aplicação destas técnicas.

O termo vulnerabilidade é definido de diversas maneiras e pode-se encontrar em uma mesma publicação definições distintas como é o caso da obra *Vulnerabilidade Ambiental. Desastres Naturais ou Fenômenos Induzidos?* (Santos, 2007), na qual em vários capítulos utiliza o conceito de vulnerabilidade com uma conotação diferente da que será aqui adotada. Dependendo do tipo de fenômeno considerado, o termo vulnerabilidade pode apresentar significado específico. Assim, para o estudo de deslizamentos pode ser mais conveniente a conceituação da ONU (2004) que considera Vulnerabilidade como o conjunto de processos e condições resultantes de fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais, os quais determinam quanto uma comunidade ou elemento em risco estão suscetíveis ao impacto dos eventos perigosos. Compreende, assim, tanto aspectos físicos (resistência de construções e proteções da infraestrutura) como fatores humanos, tais como, econômicos, sociais, políticos, técnicos, ideológicos, culturais, educacionais, ecológicos e institucionais.

Segundo Andersen & Gosken (1989), vulnerabilidade ambiental consiste em qualquer conjunto de fatores ambientais de mesma natureza que, diante de atividades que estão

ocorrendo ou que venham a ocorrer, poderá sofrer diversidade e afetar, de forma total ou parcial, a estabilidade ecológica da região em que ocorre (Andersen e Gosken, 1989).

Para Costa & Col (2006), mapa de vulnerabilidade ambiental refere-se à suscetibilidade do ambiente e pressões antrópicas e o objetivo dos mapas de vulnerabilidade é representar o conhecimento do comportamento atual do terreno, em relação às respostas dos processos de uso do solo. Com os mapas é possível conhecer áreas potencialmente estáveis, para fins de melhor tratamento dessa área para um uso e ocupação atual e futura.

Araújo & Col afirmam que os mapas de vulnerabilidade ambiental são ferramentas de extrema importância na identificação da vulnerabilidade da linha de Costa e seus entornos, diante da ocorrência de impactos ambientais locais ou regionais, sem, entretanto definirem vulnerabilidade ou o tipo de impacto.

Segundo Figueiredo & Col, a vulnerabilidade ou fragilidade ambiental está relacionada com a suscetibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação, sendo no caso em estudo, à ação do aporte de nutrientes num corpo d'água. Quanto maior a vulnerabilidade da bacia, menor a chance de recuperação do ambiente.

Para Nóbrega (2003), a vulnerabilidade ambiental pode ser estimada a partir da integração entre os fatores geoambientais e socioeconômicos de uma área, tais como: tipos de unidades geológicas, de unidades geomorfológicas, cobertura vegetal e uso e ocupação do solo.

Quanto ao termo suscetibilidade Vedovello e Marcelo (2007) afirmam que, “de forma simples, a avaliação de suscetibilidade a deslizamentos consiste em apresentar um zoneamento da área estudada em classes que indicam a maior ou menor predisposição do terreno para a deflagração do fenômeno estudado”. Fica claro que os conceitos de vulnerabilidade e suscetibilidade dependem muito do contexto em que está sendo utilizado.

1.2- Vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo

Braga e Walfir (2007) ao estudarem os efeitos de um derrame de óleo em uma praia de macromaré localizada no Pará adotaram a definição da NOAA (2002) para sensibilidade e não definiram vulnerabilidade.

Embora Noenberg e Lana (2002) tivessem por objetivo sumarizar o conhecimento corrente a respeito da sensibilidade de sistemas alagadiços costeiros a derrames de óleo, os autores em nada contribuem para o esclarecimento da questão e levam os leitores a dúvidas quanto ao emprego das expressões sensibilidade e vulnerabilidade.

Os conceitos apresentados por Silva e Araújo (2004) e CONAMA (2008) atualmente definem a tendência a definição de vulnerabilidade que é entendida como decorrente da sensibilidade e da susceptibilidade ou probabilidade do local atingido por derrame de óleo.

A elaboração de mapas de vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo vem sendo exigida, nos processos de licenciamento de instalações da indústria de Petróleo, há alguns anos, somente em 2004 Silva e Araújo (2004) apresentaram definições para suscetibilidade e vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo:

- 1- Suscetibilidade “Suscetibilidade ambiental a derrames de óleo é a tendência ou probabilidade que uma localidade seja atingida por óleo, no caso de derrames

ocorridos sob condições ou cenários pré-estabelecidos, ou seja, através de simulações”.

2- Vulnerabilidade “Vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo indica a capacidade de um ambiente sofrer lesões ou danos, no caso de um derrame de óleo que ocorra em determinadas condições”.

Estas definições têm sido usadas, até presente data, mas consideramos conveniente a reformulação da definição de vulnerabilidade para:

Vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo indica a capacidade de um ambiente sofrer lesões ou danos, em face de sua sensibilidade ambiental a derrames de óleo e a sua suscetibilidade ambiental a derrames de óleo.

Do ponto de vista legal, embora a elaboração de mapas de vulnerabilidade seja um item exigido nos processos de licenciamento não há nenhum texto legal que apresente uma definição para vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo.

Quanto à metodologia para elaboração, recentemente a resolução CONAMA nº 378/2008 estabeleceu que “a análise de vulnerabilidade deverá levar em consideração: a probabilidade de o óleo atingir determinadas áreas e a sua sensibilidade”. Porém nenhuma referência é feita sobre o procedimento a ser adotado para a elaboração dos mapas de classificação dos ambientes quanto a sua vulnerabilidade a derrames de óleo.

Rocha (2008) afirma que “a vulnerabilidade um ambiente está associada a dois fatores: sensibilidade e susceptibilidade” e que a “sensibilidade ambiental está relacionada ao nível de resposta de um ambiente gerado por um determinado tensor antrópico, como o vazamento de óleo ou derivado” sendo que, por outro lado, “a susceptibilidade conecta-se à

probabilidade de um ambiente ser atingido por algum evento ou cenário accidental. A suscetibilidade é determinada centralmente pelas condições do ambiente, e a presença de fontes efetivas de contaminação que possam atingir a área em foco. Assim, o nível de vulnerabilidade é dado pela associação da sensibilidade com a probabilidade dos ambientes serem atingidos por um tensor antrópico”.

Apesar de definir vulnerabilidade, sensibilidade e suscetibilidade, Rocha não apresentou nenhuma proposta para efetivamente correlacionar estas variáveis.

Assim, a proposta de Silva e Araújo (2004) até a presente data é única e vem sendo aplicada sempre que se deseja obter mapas de vulnerabilidade a derrame de óleo (SILVA, 2007) e (SILVA, 2008), para tanto são considerados cenários para acidentes em um determinado ponto e por meio de simulações sucessivas é calculada a suscetibilidade de um determinado trecho ser impactado por um acidente envolvendo derrame de óleo no ponto considerado.

Atualmente a tendência das técnicas da área ambiental é a adoção das definições seguidas por Silva e Araújo (2004); que atende a resolução CONAMA nº 378/2008.

A aplicação do abáco proposto por Silva e Araújo (2004), em que a suscetibilidade de cada trecho e a sensibilidade são consideradas, permite a classificação da vulnerabilidade em cinco níveis: Muito alta; Alta; Média; Baixa e Muito baixa.

2- Área de Estudo

O estudo foi realizado para o litoral do Estado do Espírito Santo no trecho compreendido entre, a Foz do Rio Doce a Itaúnas com cerca de 130.000 metros de litoral oceânico.

A área abrangida por este estudo de vulnerabilidade compreende os municípios de Linhares, São Mateus e Conceição da Barra com uma população total de cerca de 279.000 habitantes.

3- Metodologia

Os mapas de vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo para o Terminal Aquaviário do Norte Capixaba (TNC) foram gerados com a utilização da técnica descrita por SILVA e ARAUJO (2004) e que atende aos requisitos da Resolução CONAMA nº 398 de 11 de Junho de 2008, que determina que a análise da vulnerabilidade deverá levar em consideração a probabilidade do óleo atingir determinadas áreas e a sensibilidade destas áreas.

Os cenários acidentais considerados estão relacionados nas Tabelas 1 e 2, onde estão indicadas todas as condições, para cada cenário usado nas simulações.

3.1- Mapas de sensibilidade ambiental a derrames de petróleo

Foram utilizados mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo elaborados pela Tecgraf e de acordo com as metodologias descritas por Araújo, Muehe e Silva (2001) e MMA (2002).

3.2- Suscetibilidade ambiental a derrames de petróleo

A suscetibilidade ambiental a derrames de óleo foi determinada pela TecGraf com base nos dados obtidos pela ASA (2010) que realizou os estudos de Modelagem de Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para o Terminal Aquaviário Norte Capixaba.

Para a determinação da dispersão do óleo foram realizadas simulações utilizando-se o modelo OILMAP desenvolvido pela ASA. Este modelo é uma ferramenta utilizada para o acompanhamento e previsão do deslocamento de qualquer tipo de óleo derramado em acidentes com petróleo.

Neste estudo foi considerado um ponto de risco localizado em frente ao TNC, sendo sua localização definida de acordo com análise de risco realizada pela TRANSPETRO. A Tabela 3 apresenta as coordenadas geográficas do ponto de risco.

Tabela 3 - Coordenadas geográficas (WGS84) do ponto de risco.

PONTO DE RISCO	LATITUDE	LONGITUDE
P1	18°58,67'S	39°42,37'W

No estudo realizado pela ASA, foram simulados derrames com volume de pior caso (480 m³), definido na análise de risco realizada pela TRANSPETRO e que está em consonância com a Resolução do CONAMA de nº 398/08 (Brasil, 2008). As simulações foram então conduzidas com derrames de pior caso, com vazamentos instantâneos, com duração de 24 e 60 horas durante os períodos de verão e inverno e com dois tipos de produtos derramados, Petróleo Espírito Santo (ESSA) e Petróleo Fazenda Alegre (FAZA).

No modo probabilístico foi considerada a variabilidade de forçantes ambientais. Assim, as simulações de comportamento da pluma foram realizadas através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas em duas condições principais

correspondendo aos períodos de verão e inverno (Tabela 1). Foram realizadas cerca de 300 simulações.

Para a elaboração dos cenários determinísticos foram usadas diferentes condições meteorológicas e oceanográficas como apresentado na tabela 2.

Tabela 1– Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo

CENÁRIOS	PRODUTO	VOLUME (m ³)	PERÍODO	DURAÇÃO DO DERRAME (HORAS)	TEMPO DE SIMULAÇÃO (HORAS)
TNC_480_ESSA_VER_24H	ESSA	480	Verão	Instantâneo	24
TNC_480_ESSA_VER_60H	ESSA	480	Verão	Instantâneo	60
TNC_480_FAZA_VER_24H	FAZA	480	Verão	Instantâneo	24
TNC_480_FAZA_VER_60H	FAZA	480	Verão	Instantâneo	60
TNC_480_ESSA_INV_24H	ESSA	480	Inverno	Instantâneo	24
TNC_480_ESSA_INV_60H	ESSA	480	Inverno	Instantâneo	60
TNC_480_FAZA_INV_24H	FAZA	480	Inverno	Instantâneo	24
TNC_480_FAZA_INV_60H	FAZA	480	Inverno	Instantâneo	60

Fonte: ASA, 2010

Tabela 2 - Cenários considerados nas simulações probabilísticas de derrames de óleo.

CENÁRIOS	PRODUTO	VOLUME (m ³)	PERÍODO	DURAÇÃO DO DERRAME (HORAS)	TEMPO DE SIMULAÇÃO (HORAS)
TNC_480_ESSA_VER_24H	ESSA	480	Verão	Instantâneo	24
TNC_480_ESSA_VER_60H	ESSA	480	Verão	Instantâneo	60
TNC_480_FAZA_VER_24H	FAZA	480	Verão	Instantâneo	24
TNC_480_FAZA_VER_60H	FAZA	480	Verão	Instantâneo	60
TNC_480_ESSA_INV_24H	ESSA	480	Inverno	Instantâneo	24
TNC_480_ESSA_INV_60H	ESSA	480	Inverno	Instantâneo	60
TNC_480_FAZA_INV_24H	FAZA	480	Inverno	Instantâneo	24
TNC_480_FAZA_INV_60H	FAZA	480	Inverno	Instantâneo	60

Fonte: ASA, 2010

3.3- Características dos petróleos utilizados nas simulações

Com base nas informações disponíveis para a área em estudo foram realizadas simulações com os óleos ESSA e FAZA, cujo conjunto de características (Tabelas 3 e 4) foram fornecidas pela PETROBRAS através de análises físico-químicas dos óleos. Vale ressaltar, que nos casos onde as características físico-químicas dos óleos necessárias para a realização das simulações no modelo OILMAP, não foram definidas pela PETROBRAS, estes valores foram adotados a partir de óleos semelhantes pertencentes ao banco de dados da **ASA**.

Tabela 3- Características do petróleo Espírito Santo (ESSA)

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	ESSA
<i>Densidade (g/cm³) a 20°C</i>	0,901*
Viscosidade dinâmica (cP) a 25°C	83,14*
Tensão interfacial (dina/cm)	35,00*
Conteúdo máximo de água para emulsões (%)	30,00**
Espessura mínima (mm)	0,10**
Ponto de ebulição inicial (K)	430,00*
Gradiente da curva de evaporação	670,00*
Constante de evaporação A	8,10*
Constante de evaporação B	12,20*

Fonte: *PETROBRAS

**Banco de Dados da ASA.

Fonte: ASA, 2010

Tabela 4- Características do petróleo Fazenda Alegre (FAZA)

PARÂMETRO	VALOR
Nome do óleo	FAZA
<i>Densidade (g/cm³) a 20°C</i>	0,974*
Viscosidade dinâmica (cP) a 25°C	3.180,00**
Tensão interfacial (dina/cm)	39,80**
Conteúdo máximo de água para emulsões (%)	30,00**
Espessura mínima (mm)	0,10**
Ponto de ebulição inicial (K)	510,00*
Gradiente da curva de evaporação	590,00*
Constante de evaporação A	12,90*
Constante de evaporação B	14,80*

Fonte: *PETROBRAS

**Banco de Dados da ASA

Fonte: ASA, 2010

3.4- Descrição dos cenários simulados

Como no modo probabilístico é considerada a variabilidade das forçantes ambientais, as simulações de comportamento da pluma são realizadas através da variação das condições meteorológicas e oceanográficas, divididas em duas condições principais correspondendo aos períodos de verão (janeiro a março) e inverno (junho a agosto). Para que se pudesse incorporar a variabilidade destas forçantes, foi realizada com o modelo OILMAP uma série de 600 simulações em cada cenário probabilístico.

As simulações probabilísticas foram realizadas através da variação aleatória do momento de início do derrame dentro do período para o qual foi elaborado o modelo hidrodinâmico (períodos de verão e inverno de 2009). A Tabela 7 apresenta os cenários probabilísticos simulados neste estudo.

A partir da análise dos resultados das simulações probabilísticas foram selecionados os cenários determinísticos críticos a partir de cada cenário probabilístico, adotando como critério a maior extensão de toque de óleo na costa.

3.5- Resultados das simulações probabilísticas

Os resultados das simulações probabilísticas mostraram que, as maiores áreas calculada, com probabilidade de ocorrência de óleo na água, ocorreram para o período de inverno, sendo a maior delas de, aproximadamente, 700 km², resultante do cenário com derrame de óleo ESSA, simulado por 60 horas. A partir dos resultados probabilísticos é também possível observar a probabilidade de toque na costa em todos os cenários, indicando, assim, probabilidade do óleo atingir a costa em menos de 24 horas. Observou-se, também, que os cenários de inverno apresentaram as maiores extensões de toque de óleo

na costa, sendo a maior extensão resultante do cenário com derrame de óleo ESSA, simulado por 60 horas.

3.6- Mapas de Vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo

Os dados de suscetibilidade e as sensibilidades de segmentos do litoral no entorno do TNC sensibilidade a derrames de óleo foram utilizados pela TECGRAF para gerar os mapas de vulnerabilidade aplicando-se o ábaco proposto por Araújo e Silva (2004). (Figura 1).

3.7- Análise Crítica da Vulnerabilidade Ambiental a Derrames de Óleo

Para a realização da análise crítica da vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo a região de estudo foi dividida em 8 áreas. A análise crítica foi realizada avaliando-se os segmentos pertencentes a cada uma das áreas. As áreas correspondem as oito folhas do mapa de sensibilidade ambiental a derrames de óleo, que devido a superposição das mesmas foram recortadas conforme mostrado na figura 2.

4- Informações Toxicológicas e Ecológicas dos produtos

4.1- Características dos petróleos ESSA e FAZA

As características dos petróleos ESSA e FAZA usados nas simulações são apresentadas nas tabelas 3 e 4.

4.2- Informações Toxicológicas

Produto: Petróleo (INMETRO, nº 8311/2011)

Contatos ocasionais de petróleo com a pele podem causar lesões irritantes e contatos repetidos e prolongados podem causar dermatite em pessoas suscetíveis;

O contato de petróleo com os olhos causa irritação com vermelhidão das conjuntivas;

A ingestão acidental de petróleo em grandes quantidades provoca irritação do trato intestinal resultando em náuseas, vômito e diarreia;

A ingestão de petróleo pode causar pneumonia química por aspiração durante o vômito;

A inalação de vapores e névoas de petróleo em altas concentrações pode causar leve irritação das mucosas e do trato respiratório superior, com sensação de desconforto.

4.3 - Informações Ecológicas

O petróleo forma películas superficiais sobre a água, a sua solubilidade em água embora baixíssima o torna moderadamente tóxico à vida aquática. Derramamentos de petróleo podem causar mortalidade dos organismos aquáticos, prejudicar a vida selvagem, particularmente às aves. Pode transmitir qualidades indesejáveis à água, afetando o seu uso. Na área de estudo, por se tratar de área de desova de tartarugas pode afetar a incubação dos ovos.

O solo pode ser afetado por percolação do petróleo, havendo degradação a qualidade das águas do lençol freático.

Índice de Sensibilidade	Susceptibilidade (%)									
	0-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100
1	Light Blue	Light Blue	Light Blue	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
2	Light Blue	Light Blue	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
3	Light Blue	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
4	Light Green	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow
5	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange
6	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange
7	Light Green	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange
8	Light Green	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red
9	Yellow	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red
10	Yellow	Yellow	Orange	Orange	Red	Red	Red	Red	Red	Red

Legenda:

Muito baixa



Baixa



Média



Alta



Muito alta



Figura 1- Ábaco para Classificação da Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo.

5- Informações Socioeconômicas Ambientais

5.1- Caracterização

No litoral do Espírito Santo abrangido por este estudo as planícies sedimentares quaternárias apresentam o seu maior desenvolvimento nas adjacências da desembocadura do Rio Doce e no vale do Rio São Mateus. (Foto 3).

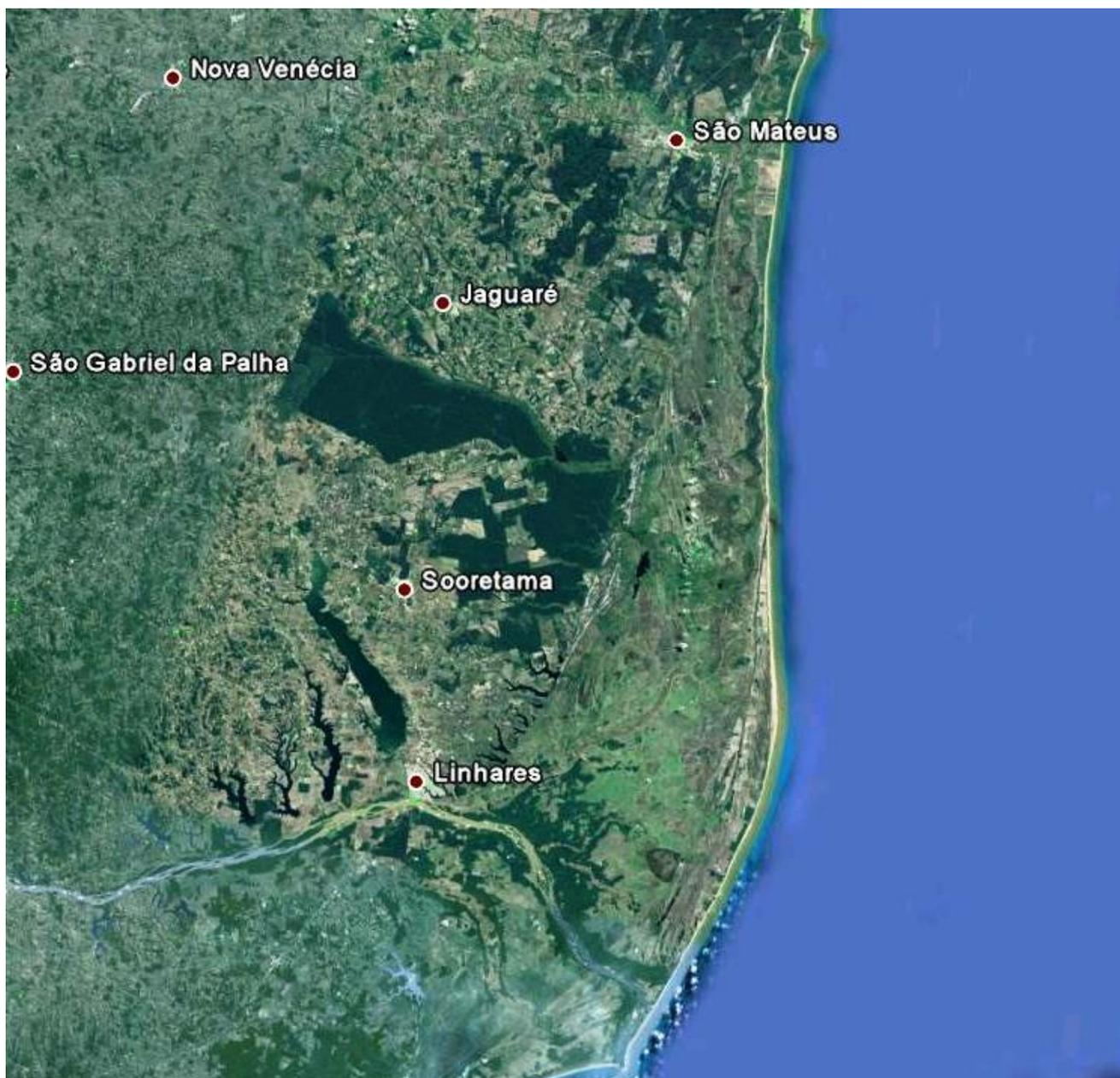
A plataforma Continental defronte da área de estudo pertence ao compartimento fisiográfico Bahia Sul- Espírito Santo que se estende de Belmonte (BA) a Regência (ES). A plataforma nesta área tem uma largura média de 230 km.

A composição mineralógica dos sedimentos da plataforma nesta região é predominante carbonática com concentração de CaCO_3 superior a 75 %.

Segundo Martin e col. (1996, 1997) o litoral do Espírito Santo é dividido fisiograficamente em cinco setores. A região de estudo abrange os setores 1 e 2 considerados no estudo de Martin.

O setor 1 compreende o litoral entre a divisa do Estado da Bahia e a cidade de Conceição da Barra, caracterizado por planícies costeiras estreitas, associadas as desembocaduras dos rios Itaúnas e São Mateus.

O setor 2 compreende a planície costeira deltaica do Rio Doce que estende-se de Conceição da Barra a Barra do Riacho. Este trecho do litoral capixaba é onde os depósitos quaternários atingem o seu máximo desenvolvimento.



Fotografia 3- Imagem de satélite da região de estudo no entorno do Terminal Aquaviário Norte Capixaba- TNC
Fonte: GOOGLE Earth

5.2- Acesso

O Terminal Aquaviário Norte Capixaba está localizado na Região Sudeste ao Norte do Estado do Espírito Santo. A área de estudo é contornada pela BR 101 que se torna a sua principal via de acesso rodoviário. A partir da BR 101 o acesso rodoviário até o litoral se torna possível por estradas estaduais.

É possível o acesso marítimo a região de estudo, pois existem na região os portos de Regência e de Conceição da Barra. A região também dispõe de aeroportos de pequeno porte em São Mateus e Linhares.

5.3- Clima

Na região onde se localiza o TNC, a temperatura média é de 22°C, oscila entre 15 e 30°.

Os ventos de maior frequência e intensidade são os provenientes dos quadrantes NE-ENE e SE respectivamente. Na planície deltaica do Rio Doce, as ondas procedem principalmente dos setores NE-E e SE-E. A altura das ondas para este litoral geralmente não ultrapassa 1,5 m, sendo que as alturas mais frequentes variam de 0,9 a 0,6 m.

As praias da região de estudo são extensas, compostas por areias provenientes dos Rios Doce, São Mateus e Itaúnas.

As inversões sazonais na direção e intensidade da corrente longitudinal em função dos ventos e ondas no litoral estudado são responsáveis por eventos erosivos nas praias situadas nas desembocaduras dos rios da área de estudo, como por exemplo, Povoação e Bugia.

As barras fluviais dos rios desta região são envergadas para o sul, o que resultante da deriva de sedimentos mais atuante.

5.4- Aspecto Sócio Econômico

A população da região onde se localiza o Terminal Aquaviário do Norte Capixaba é de aproximadamente 279.000 pessoas distribuídas nos municípios de Conceição da Barra, Linhares e São Mateus, conforme mostrado na tabela 4, o município de Conceição da Barra é o que apresenta menor população. Na temporada turística a população da região aumenta consideravelmente.



Fotografia 1

Desmatamento para expansão de pastagens, junto a campo de petróleo no litoral do Espírito Santo. (Foto - Gabriel H. da Silva, 03/01/94).



Fotografia 2

Desenvolvimento do núcleo urbano, junto a campo de petróleo no litoral do Espírito Santo. (Foto - Gabriel Henrique da Silva, 03/01/94).

Tabela 4- Distribuição da população da região onde se localiza o TNC e distâncias em linha reta das sedes dos municípios e localidades até o litoral.

MUNICÍPIO	LOCALIDADE	DISTÂNCIAS ATÉ O LITORAL (KM)	HABITANTES
LINHARES	SEDE DO MUNICÍPIO	35	141.306
	POVOAÇÃO	1	
	SANTA JULIA	2	
	FAZENDA CEARA	2	
	BOA VISTA	7	
	FAZENDA CAMPINA ALEGRE	8	
	SUTA	5	
	FAZENDA LAGOINHA	1,5	
	FAZENDA PALMEIRA	1	
SÃO MATEUS	SEDE DO MUNICÍPIO	12	109.028
	URUSSUQUARA	1	
	FAZENDA BOA VISTA	2	
	FAZENDA DO PONTO	2	
	CAMPO GRANDE	0,8	
	BARRA NOVA	2,5	
	TÁBUAS	1	
	RANCHINHO	1,5	
	FAZENDA ALDEIA DO COCO	1	
	MURIRICU	3	
	GURIRI	0,3	
	MALEIRO DE CIMA	2,5	
	BOA VISTA	2,5	
	BARREIRAS	2	
CONCEIÇÃO DA BARRA	SEDE DO MUNICÍPIO	0,5	28.449
	SANTANA	2,5	
	GUAXINDIBA	0,5	
	BELEM	1,5	
	PÉROLA	0,7	
	ITAUNAS	0,7	

A implantação de loteamentos e a criação de novas áreas de pastos perto do litoral contribuem consideravelmente para o aumento da degradação ambiental. (Fotos 1 e 2) da região que ainda apresenta grande extensões de litoral desabitadas.

5.5- Economia

A economia da região onde se localiza o Terminal Aquaviário do Norte Capixaba abrange principalmente atividades ligadas ao turismo, pesca, além da indústria de extração e transporte de petróleo que praticamente é a única atividade industrial de porte na região de estudo.

A atividade de turismo é de grande importância na região. A média de permanência dos turistas é entre 2 a 3 dias e há um empenho dos municípios em melhorar a infraestrutura na área turística de modo a aumentar a permanência dos turistas para quatro dias.

5.6- Aspectos Ambientais

A área de estudo é bem preservada com longos trechos de praia desocupadas.

A ausência de reentrâncias no litoral do Norte Capixaba implica que os manguezais de região sejam encontrados nas desembocaduras dos rios (São Mateus, Ipiranga, Itaúnas) e ao longo dos cursos d'água. Esta caracterização faz com que os manguezais fiquem abrigados em áreas dificultando desta forma o seu contato com o óleo proveniente de um possível derrame ocorrido no mar esta situação é bem diferente da encontrada em manguezais localizados em baías onde o petróleo proveniente de um possível derrame pode atingi-los.

Nas condições dos acidentes simulados, a região litorânea no entorno do Terminal Aquaviário Norte Capixaba pode ser classificado como de baixa vulnerabilidade a derrames de óleo.

Embora o litoral do Norte Capixaba possa ser considerado como de baixa sensibilidade ambiental a derrames de óleo. A área correspondente à cidade de Conceição da Barra merece uma atenção especial como será descrito no item 7.8 .

Praticamente a única atividade industrial na região de estudo é exercida pela Petrobras.

A seguir serão comentadas as vulnerabilidades das oito áreas estudadas no litoral Norte Capixaba.

6- Resultados

6.1- Sensibilidade ambiental a derrames de óleo

Os mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo para o litoral do Norte Capixaba estão apresentadas simplificadamente sob a forma de figuras (Figuras 2 a 9). O litoral do Norte Capixaba apresenta feições com índices de sensibilidade 1,3,4 e 10, predominando a sensibilidade 4 devido as grandes extensões de praias existentes na região.

6.2- Susceptibilidade ambiental a derrames de óleo

O estudo das derivas da mancha de óleo realizada pela ASA (ASA- 2010) permitiu a elaboração dos mapas de suscetibilidade ambiental a derrames de óleo e que estão apresentadas simplificadamente sob a forma de figuras (Figuras 10 a 17).

6.3- Vulnerabilidade ambiental a derrames de petróleo no entorno do TNC

A análise das derivas da mancha de óleo nos cenários estabelecidos permitiu o levantamento das probabilidades de toque de óleo na costa. Estes dados juntamente com os de sensibilidade ambiental a derrame de óleo foram usados para a determinação da vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo.

O litoral do Terminal Aquaviário Norte Capixaba foi classificado em relação a sua Vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo de acordo com o método desenvolvido por Araújo & Silva (2003) e CONAMA (2008). Os resultados obtidos são apresentados sob forma de figuras (Figuras 18 a 25) e tabelas (Tabelas 5 e 6).

TABELA 5 – Distribuição da Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo no Terminal Aquaviário Norte Capixaba

Folha	Denominação	Muito Alta (m)	Alta (m)	Média (m)	Baixa (m)	Muito Baixa (m)	Sub Total	
1	Povoação – Monsarás	—	—	—	17000		17000	
2	Cacimbas	—	—	—	17500		17500	
3	Ipiranga	—	—	—	16500		16500	
4	Barra Seca/ Pontal do Ipiranga		—	10500	16500	—	27000	
5	Barra Nova	8500	—	16000	500		25000	
6	Ranchinho	—	—	1500	4300	10200	16000	
7	Guriri/ Meleiras		—	—		16000	16000	
8	Conceição da Barra	—	—	14000	6000	9000	29000	
Subtotal		8500	—	42000	78300	35200		
Total								164000

TABELA 6 – Distribuição Percentual da Vulnerabilidade Ambiental a derrames de petróleo no Terminal Aquaviário Norte Capixaba

Folha	Denominação	(m)	Muito Alta (%)	Alta (%)	Média (%)	Baixa (%)	Muito Baixa (%)	
1	Povoação – Monsarás	17000	—	—	—	100	—	
2	Cacimbas	17500	—	—	—	100	—	
3	Ipiranga	16500	—	—	—	100	—	
4	Barra Seca/ Pontal do Ipiranga	27000	34,0	—	38,9	61,1	—	
5	Barra Nova	25000	—	—	64,0	2	—	
6	Ranchinho	16000	—	—	9,4	26,9	63,7	
7	Guriri/ Meleiras	16000	—	—	—	—	100	
8	Conceição da Barra	29000	—	—	48,3	20,7	31,0	
Subtotal								16400
%			5,2	—	25,7	47,7	21,4	

7- Análise da vulnerabilidade de cada área e impacto ambiental nas atividades socioeconômicas.

A região estudada abrange aproximadamente 130.000 metros de linha de litoral costeiro onde predominam praias de grandes extensões e que são separadas pelas desembocaduras de rios.

7.1- ÁREA 1- POVOAÇÃO- MONSARÁS

Esta área abrange o litoral do município de Linhares, conforme apresentado na folha 1 do mapa de vulnerabilidade ambiental a derrames de petróleo. Trata-se de uma região pouco povoada.

A vulnerabilidade a derrame de óleo em toda área, ou seja 17000 metros de litoral é baixa (100%). Os impactos causados por um derrame de óleo nesta região seriam: sobre a biota, embarcações fundeadas e incômodos a população local. Das oito áreas consideradas para o Terminal Aquaviário Norte Capixaba é uma que apresentam a menor vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo. A maior concentração populacional encontra-se na localidade de Povoação que dista 1 km do litoral os efeitos de um possível derrame de petróleo nesta região sobre a população seriam mínimos. As atividades econômicas afetadas seriam a pesca e o uso da praia, onde é praticado o surf.

7.2- ÁREA 2- CACIMBAS

Esta área também apresenta 100 % de vulnerabilidade baixa. A densidade populacional local é mais baixa do que a de Povoação/ Monsarás.

O impacto de um derrame de petróleo nesta área causará pequenos transtornos aos moradores, principalmente aqueles mais próximos ao litoral. As atividades econômicas afetadas nesta região seriam a pesca e o uso da praia, que é pouco frequentada devido a dificuldade de acesso.

7.3- ÁREA 3- IPIRANGA

Esta região apresenta 16500 metros de litoral com sensibilidade baixa. Desta forma, os impactos decorrentes de um derrame seriam mínimos, semelhantes aos de Povoação e Cacimbas.

7.4- ÁREA 4- BARRA SECA/ PONTAL DO IPIRANGA

Esta região abrange 16500 metros de litoral oceânico e 16500 de mangues abrigados, totalizando 27000 metros. Nesta área predomina a vulnerabilidade média 64%, as suas características socioeconômicas são semelhantes à área 3. Por apresentar uma maior vulnerabilidade, esta região merece uma atenção especial na prevenção e combate a derrames de óleo, já que o manguezal de Barra Nova poderá ser atingido.

7.5- ÁREA 5- BARRA NOVA

Na área 5 estão situadas as instalações da PETROBRAS, monobaia, oleodutos e tanques. Com um litoral oceânico de 16000 metros e 8500 metros de mangue é a única área estudada no Terminal Aquaviário Norte Capixaba que apresenta vulnerabilidade muito alta 34% com predominância da vulnerabilidade média 64% e 2% de vulnerabilidade baixa. A população é muito pequena e constituída por funcionários da Petrobras que operam no Terminal Aquaviário do Norte Capixaba. Os efeitos de um possível derrame de petróleo seria incômodos sobre a população local e danos a biota.

7.6- ÁREA 6- RANCHINHO

A área de Ranchinho possui um litoral com extensão de 16000 metros apresentando vulnerabilidade ambiental a derrame de óleo média (9,4%), baixa (26,9%) e muito baixa. Por apresentar primordialmente vulnerabilidade muito baixa, os impactos decorrentes de um derrame de óleo serão muito pequenos e sentido principalmente sobre a biota.

7.7- ÁREA 7- GURIRI/ MELEIRAS

Com um litoral de 16000 metros, a área de Guriri/ Meleiras tem 100% do seu litoral com vulnerabilidade ambiental a derrames de óleo muito baixa. Embora a área apresenta uma grande atividade socioeconômica (turismo) faz com que os impactos de um possível derrame de óleo sejam mínimos nesta região, com prejuízos para as atividades ligadas ao turismo, transtornos a população e danos a biota que já se encontra estressada pelo uso da praia, principalmente no verão.

7.8- ÁREA 8- CONCEIÇÃO DA BARRA

A área de Conceição da Barra, com 15000 metros de litoral oceânico e 14000 metros de mangues tem a característica de ser a única área da região de estudo que apresenta uma alta densidade populacional. Nesta área são observados trechos do litoral com vulnerabilidade média de 25,7%, baixa de 47,7% e muito baixa.

Os impactos de um acidente envolvendo derrame de óleo na área de Conceição da Barra serão sentidos pela população principalmente nos indivíduos que habitam residências próximas do mar. O impacto se manifestará sobre a forma de incômodos como náuseas, dores de cabeça, dores nos olhos e de garganta provocados pelas substâncias voláteis presentes no petróleo.

Do ponto de vista econômico a atividade de turismo será a mais afetada, sendo que os efeitos serão maiores no verão.

8- Comentários:

Em todas as áreas descritas da região onde se localiza o TNC em que há atividades antrópicas um incidente com derrames em princípio não causa danos a saúde do homem, uma vez que dificilmente haverá contato da população com o produto vazado. Mesmo os componentes das equipes de combate ao derrame não sofrem danos, pois atuam protegidos por equipamentos de proteção individual. Em algumas ocasiões indivíduos da população do entorno do acidente se queixam de irritações das vias respiratórias e do odor desagradável, mas não são registrados casos graves de intoxicação humana.

Raramente são descritos derrames seguidos de incêndios ou explosões. Nestes casos, há a possibilidade de indivíduos, instalações e embarcações próximas ao evento serem atingidos.

A biota pode ser intoxicada em diferentes níveis, acarretando inclusive a morte de indivíduos. O número de indivíduos afetados depende do produto vazado, do tamanho da comunidade. Na região onde se localiza o TNC deverá ser redobrado os esforços para a proteção as áreas de desova de tartarugas de modo a garantir que a reprodução das mesmas não seja afetada.

9- Referências Bibliográficas:

- ANDERSEN, I.J e GOSK, J. Applicability of Vulnerability Maps. TNO Committee for Hydrological Research: Proceeding and Information. The Netherlands. 1987, v. 38, p. 321-332
- ASA- Applied Science Associates- Modelagem de Transporte e Dispersão de Óleo no Mar para o Terminal Aquaviário Norte Capixaba (TNC).
- ARAÚJO, A.B. e V.E, AMARO- Elaboração de Mapas de Vulnerabilidade Ambiental na Região de Grossos e Tibau do Norte, porção setentrional do litoral do RN, a partir de produtos multitemporais de sensoriamento remoto- Anais XI SBSR, Belo Horizonte, Brasil, 05 - 10 de abril de 2003, INPE, p. 1479 - 1484.
- ARAÚJO, S. I; SILVA, G. H e DIETER, M. - *Manual básico para elaboração de mapas de sensibilidade ambiental a derrames de óleo no sistema Petrobras: ambientes costeiros e estuarinos*, Cenpes/Petrobras. Outubro/2001;
- BRAGA, F.P.S e WALFIR, P.- SEDIMENTOLOGIA E MORFOLOGIA DA PRAIA DE MACROMARÉ DE AJURUTEUA, PARÁ: UM ESTUDO PARA DEFINIÇÃO DE INDICES DE

SENSIBILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO- PDPETRO, Campinas, SP
6.2.0235-1 - 1/9 21-24 de Outubro de 2007.

- CONAMA- Resolução CONAMA nº 398 de 11 de Junho de 2008;
- FIGUEIREDO, M. C. B. ; TEIXEIRA, A. S.; ARAÚJO^{II}, L.F.P^I; ROSA^I, M.F; PAULINO^{IV}, W.D; MOTA^V, S.; ARAÚJO^V, J.CI- Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização- Eng. Sanit. Ambient. vol.12 no.4 Rio de Janeiro Oct./Dec. 2007
- GUNDLACH, E.R.; HAYES, M.O- Vulnerability of Coastal Environment to oil spill impacts. Marine Technology Journal. V. 12, nº 4- (17-18), 1978;
- INMETRO- Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos- FISPQ nº 8311- 2011.
- LANA, P.C. A sensibilidade de manguezais e marismas a impactos por óleo: fato ou mito? Uma avaliação da vulnerabilidade de sistemas costeiros a derrames de óleo. Revista: Geografares, Vitória, nº 3, jun. 2002.
- MUEHE, D. (org.)- Erosão e Pro gradação do Litoral Brasileiro- Brasília- MMA- PGGM, 2006;
- MMA. Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo. MMA-Brasil, 2002;
- MMA. Especificações e normas técnicas para a elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamentos de óleo. MMA-Brasil, 2004;
- NÓBREGA, L. C. 2003. *Estudo Multitemporal dos Aspectos Geoambientais na Região do Complexo Lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guaraíras. Municípios de Ares. Senador Georgino Avelino e Tibau do Sul / RN, com vista a Elaboração do Mapa de Vulnerabilidade Ambiental.* Relatório de Graduação do curso de Geologia da UFRN, 115p.

- NOERNBERG, M.A. A sensibilidade de manguezais e marismas a impactos por óleo: fato ou mito? Uma avaliação da vulnerabilidade de sistemas costeiros a derrames de óleo. Revista: Geografares, Vitória, nº 3, jun. 2002.
- ONU- Organização das Nações Unidas- 2004. Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives. Inter-agency Secretariat International Strategy for Disaster Reduction (ISDR), Genebra- Suíça, www.unisdr.org. 398p. e anexos.
- PETROBRAS. *Adaptação do índice de sensibilidade ambiental a derramamentos de óleo da national oceanic and atmospheric administration - NOAA às feições fluviais amazônicas*, Cenpes/Petrobras, 2002;
- ROCHA, T. C. F.- Mapeamento da Sensibilidade Ambiental do Litoral de Ubatuba-SP a Vazamentos de Petróleo- Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Geociências e Meio Ambiente da UNESP, Rio Claro-SP, 2008 p. 7
- SILVA, G. H- *Análise Crítica da Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo na área sob influência do Terminal de Belém-2007*;
- SILVA, G. H- *Análise Crítica da Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo na Baía de Guanabara-2008*;
- SILVA, G. H; ARAUJO, S. I. – *Gerenciamento de derrames de petróleo: Sensibilidade ambiental x Susceptibilidade ambiental x Vulnerabilidade ambiental- II Encogerco, Salvador, Novembro – 2004*;
- SANTOS, R.F.- *Vulnerabilidade Ambiental, Desastre Naturais ou Fenômenos Induzidos?*- Brasília: MMA, 2007.
- VEDOVELLO, R. e MACEDO, E.S- *Deslizamentos de Encostas in SANTOS, R.F.- Vulnerabilidade Ambiental, Desastre Naturais ou Fenômenos Induzidos?*- Brasília: MMA, 2007.

10- Equipe Técnica:

Gabriel Henrique da Silva. Químico. CRQ: 03200062

Mônica D. Corrêa da Silva. Bióloga. CRBio: 32957/02D

Robson Simonin Ribeiro. Biólogo. CRBio: 15514/02D

Pedro Sant' Anna Cortez. Oceanógrafo. RG: 12495573-3

Nova Caravana Consultoria e Serviços Sócio Ambientais Ltda-ME – CTF: 2532914

ANEXO I

MAPAS DE SENSIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMES DE PETRÓLEO NO NORTE CAPIXABA

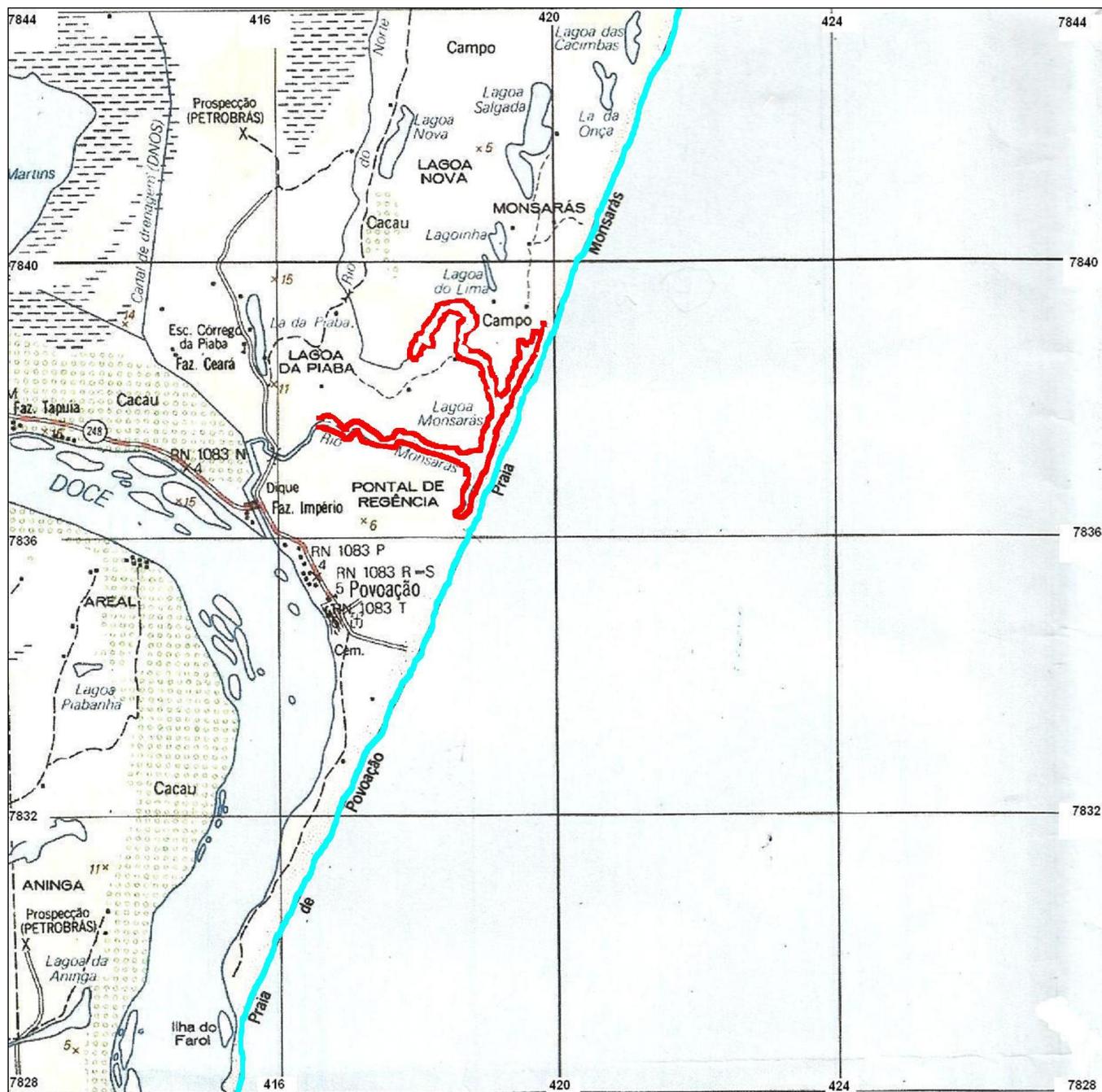


Figura 2- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 1- Povoação- Monsarás.

 ISA/ISL-4
 ISA/ISL-10

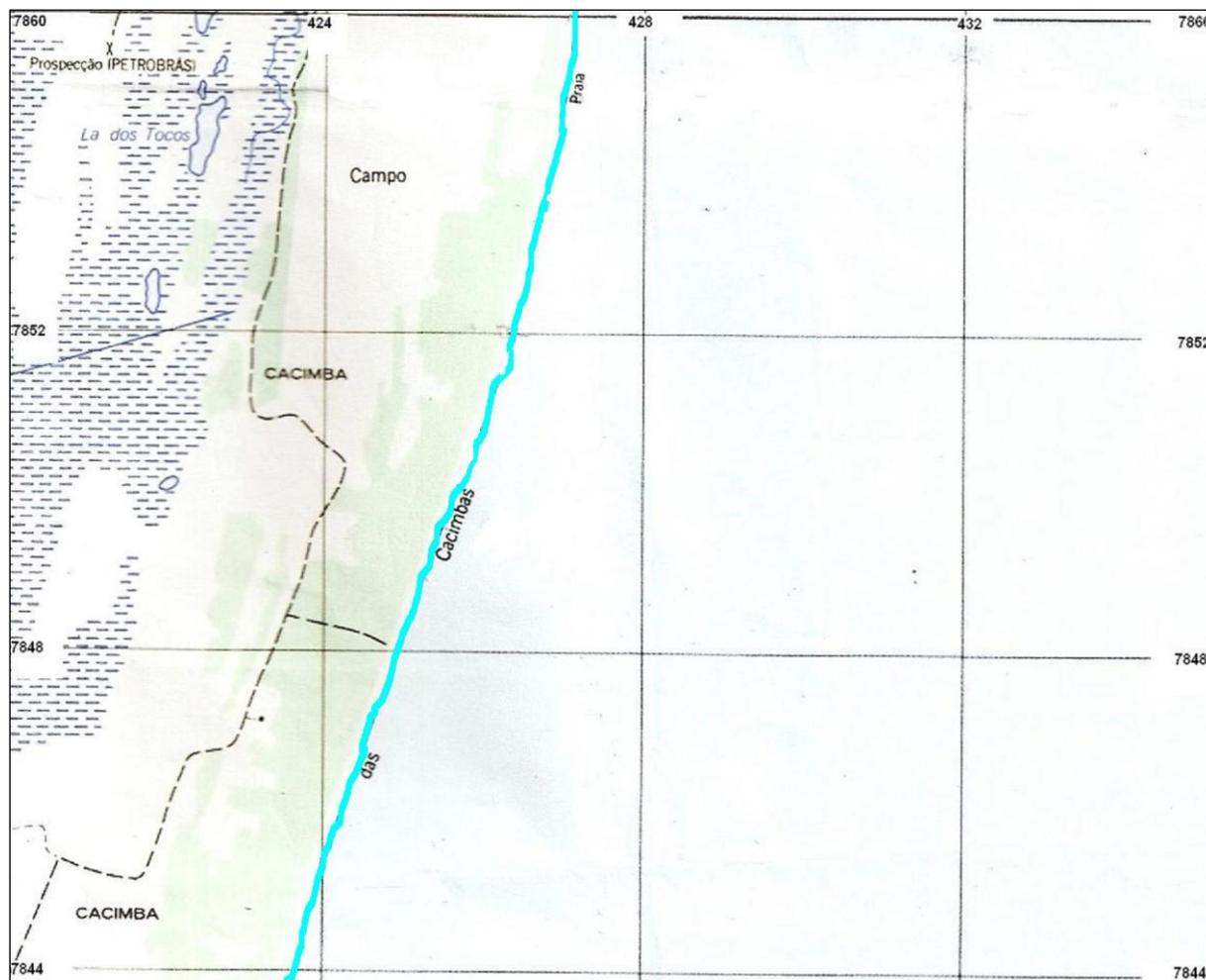
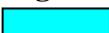


Figura 3- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 2- Cacicimbas
 ISA/ISL-4

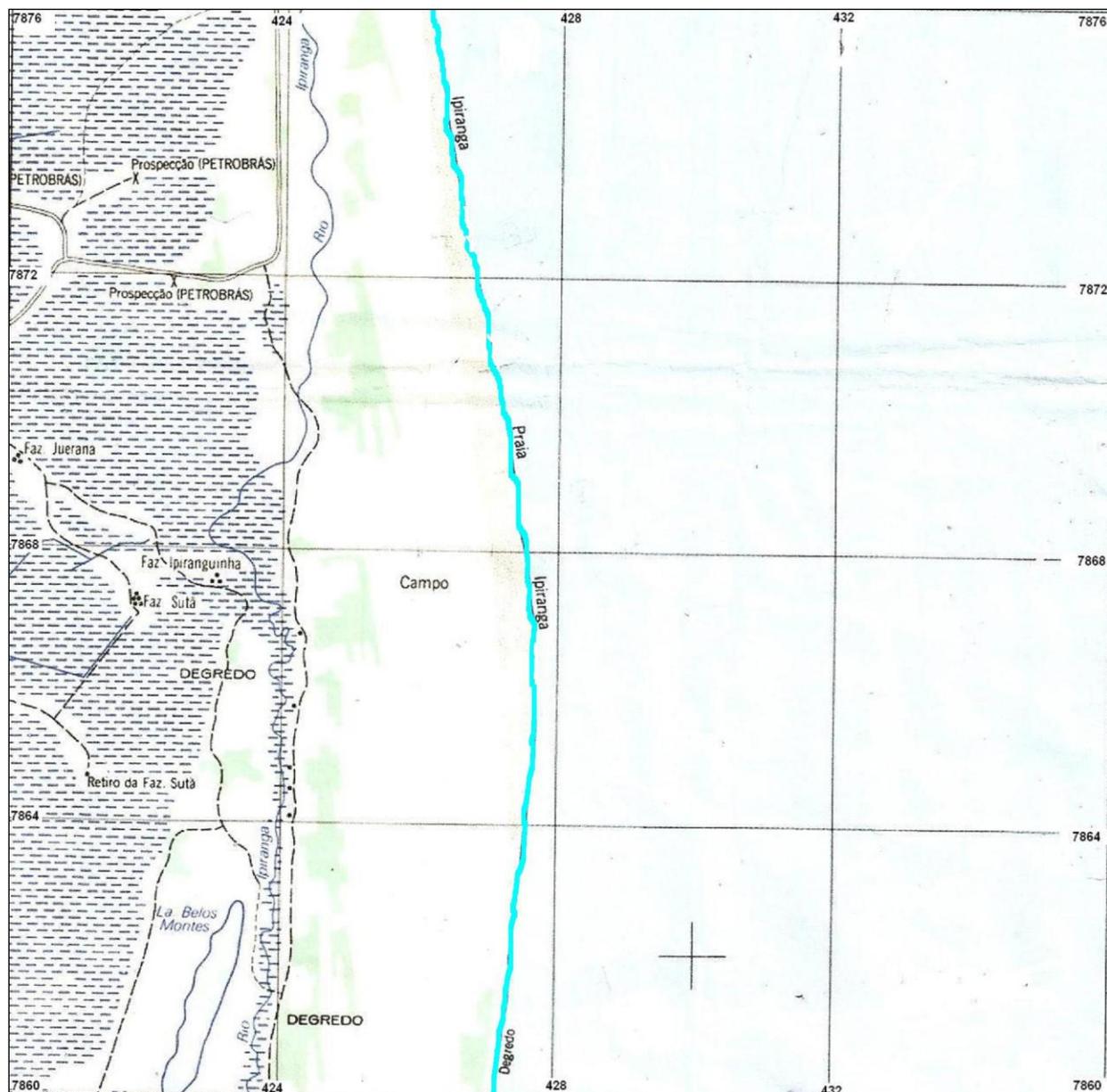


Figura 4- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 3- Ipiranga
ISA/ISL-4

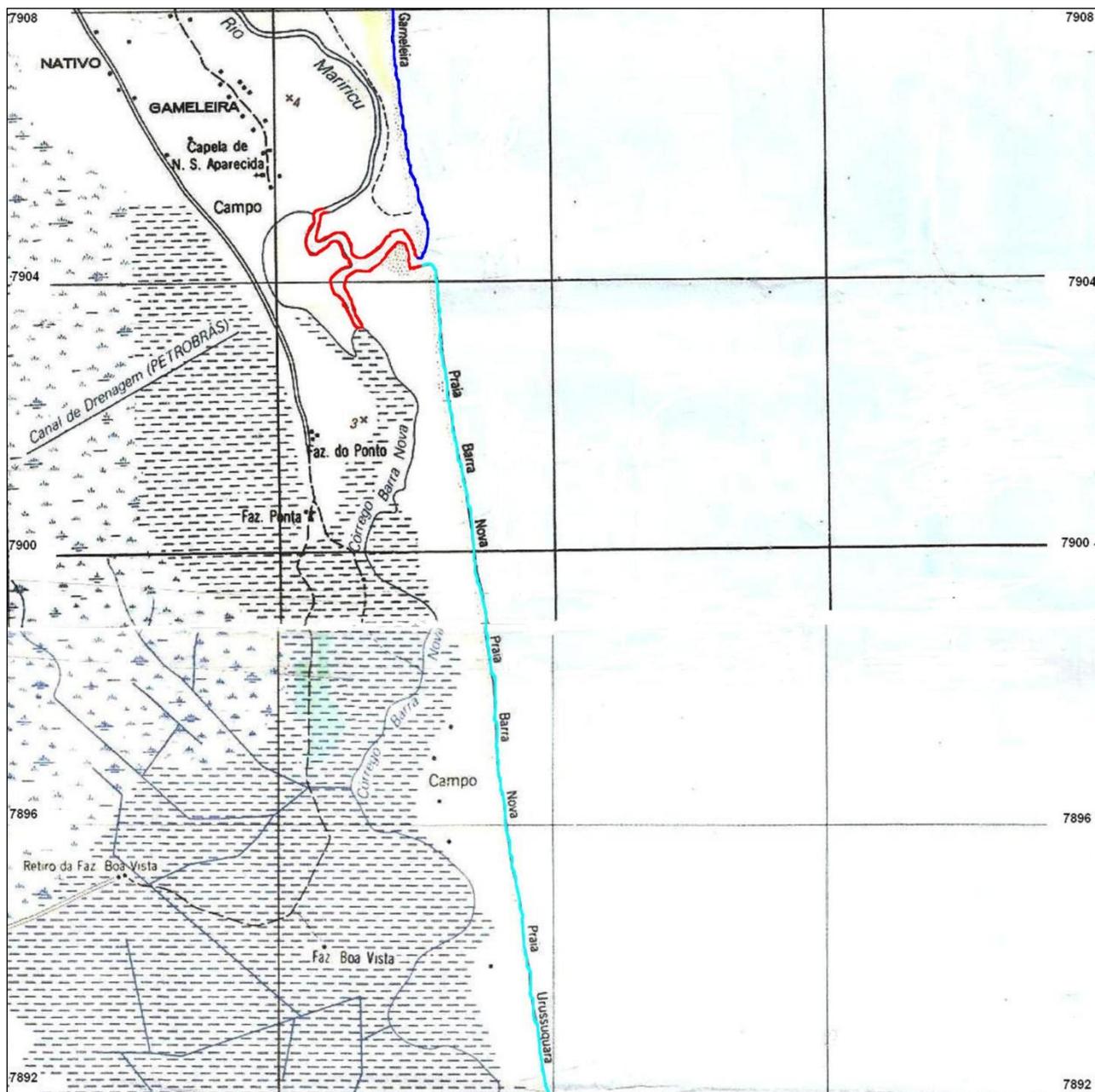


Figura 6- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 5- Barra Nova



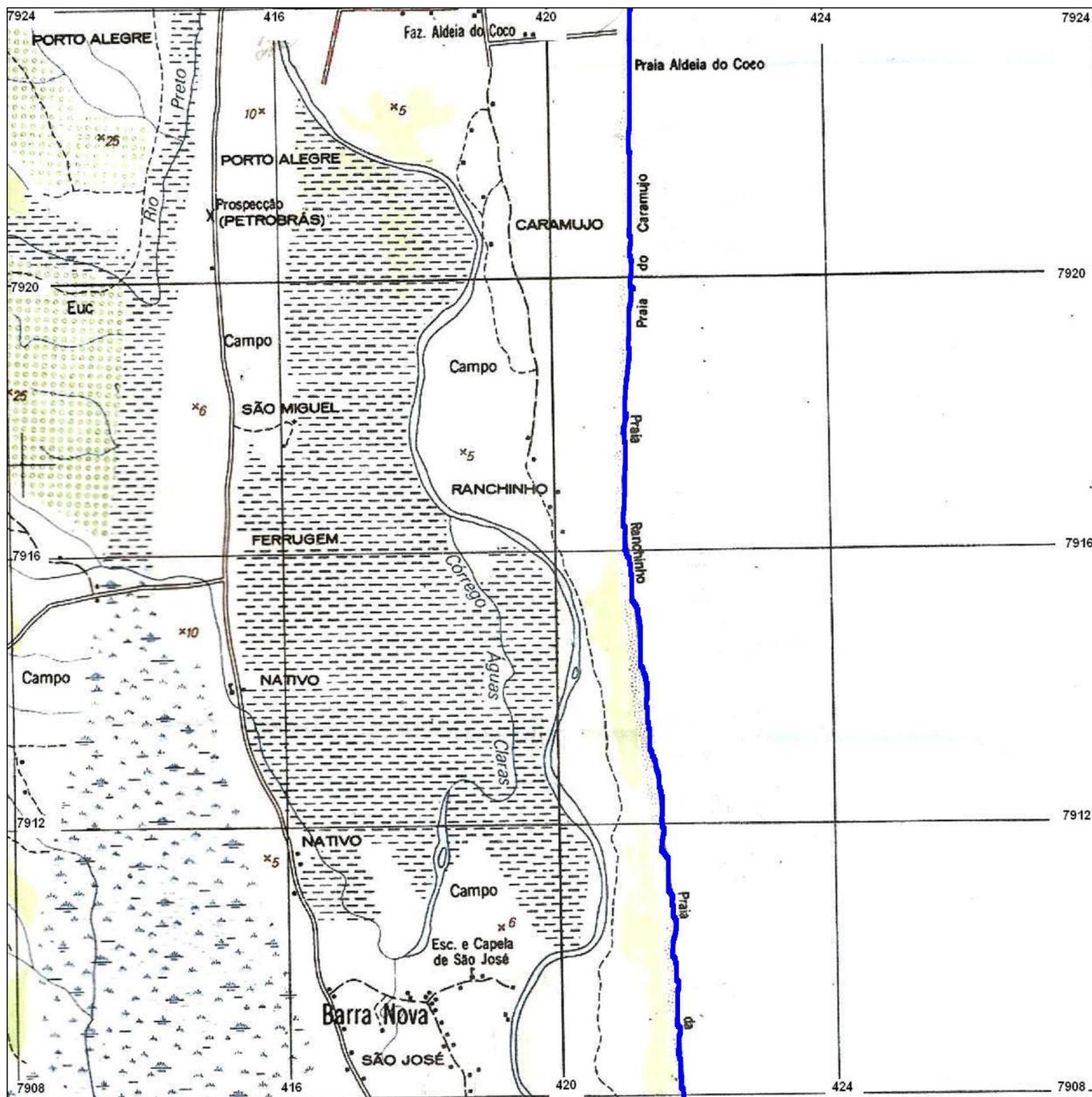


Figura 7- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 6- Ranchinho
ISA/ISL-3

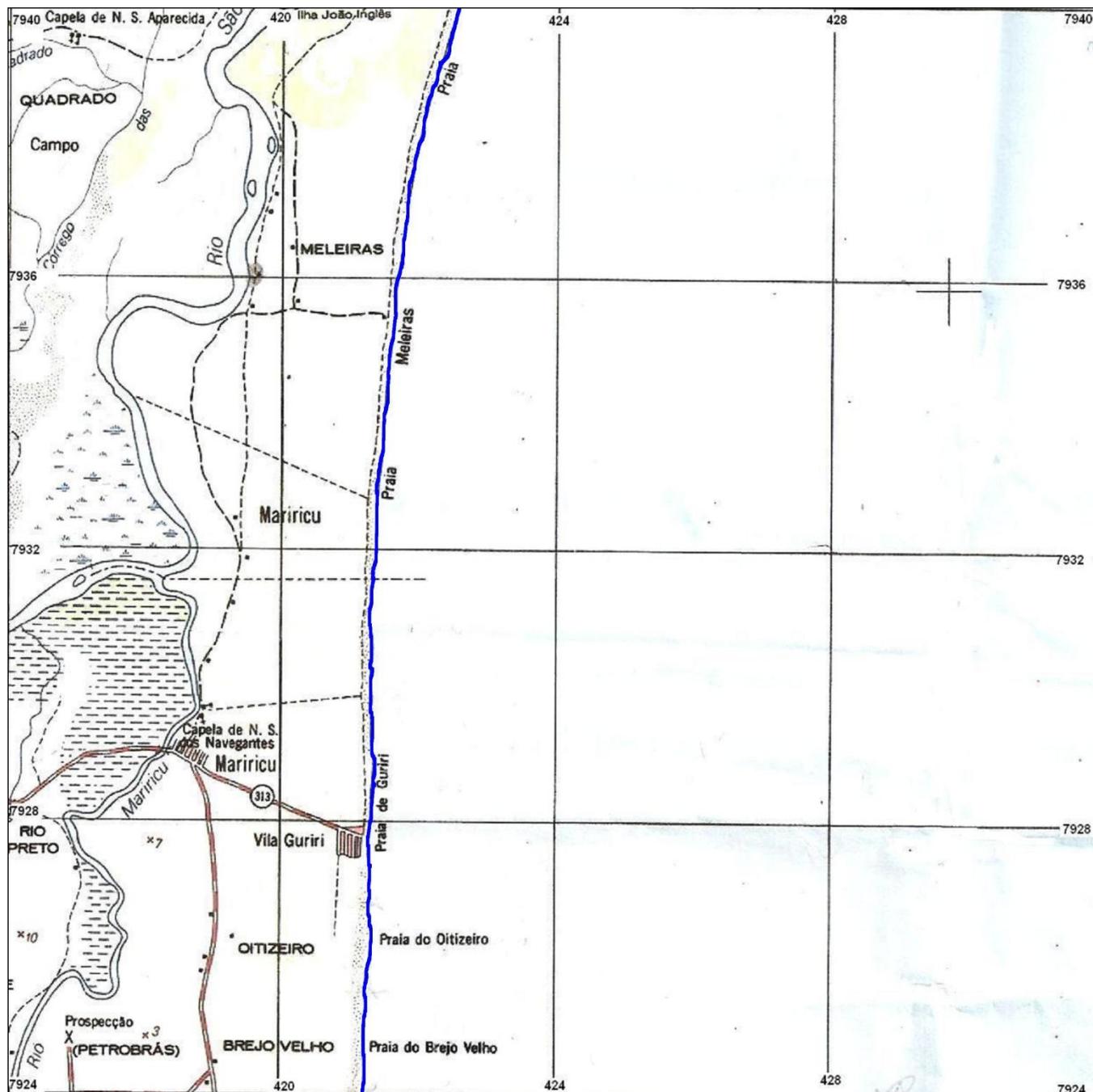


Figura 8- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 7- Guriri
ISA/ISL-3

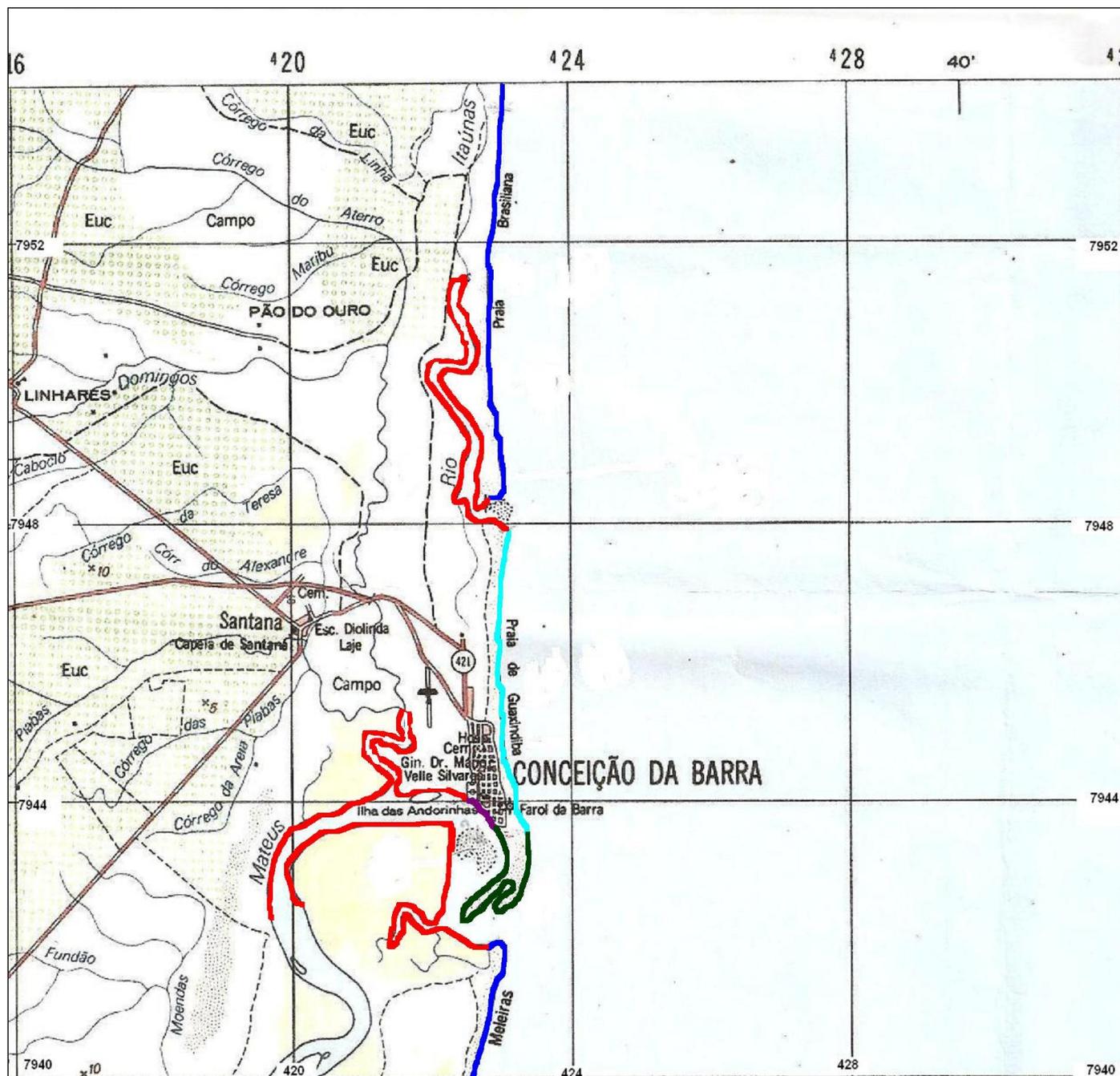
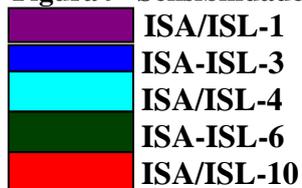


Figura 9- Sensibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 8- Conceição da Barra



ANEXO II

MAPAS DE SUSCETIBILIDADE AMBIENTAL A DERRAMES DE PETRÓLEO NO NORTE CAPIXABA



Figura 10- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha1- Povoação- Monsarás
0-10 %

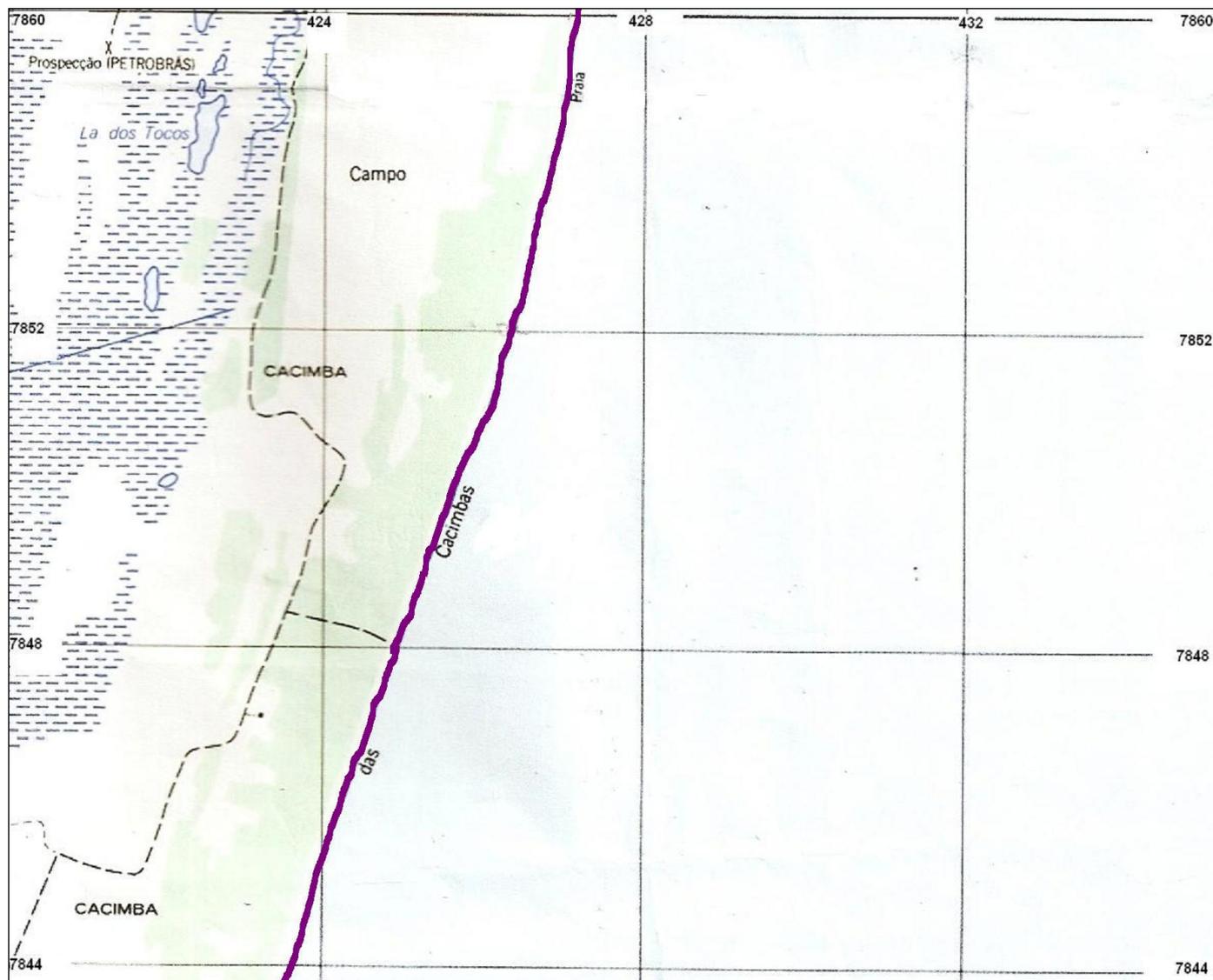


Figura 11- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 2- Cacimbas

 0-10 %

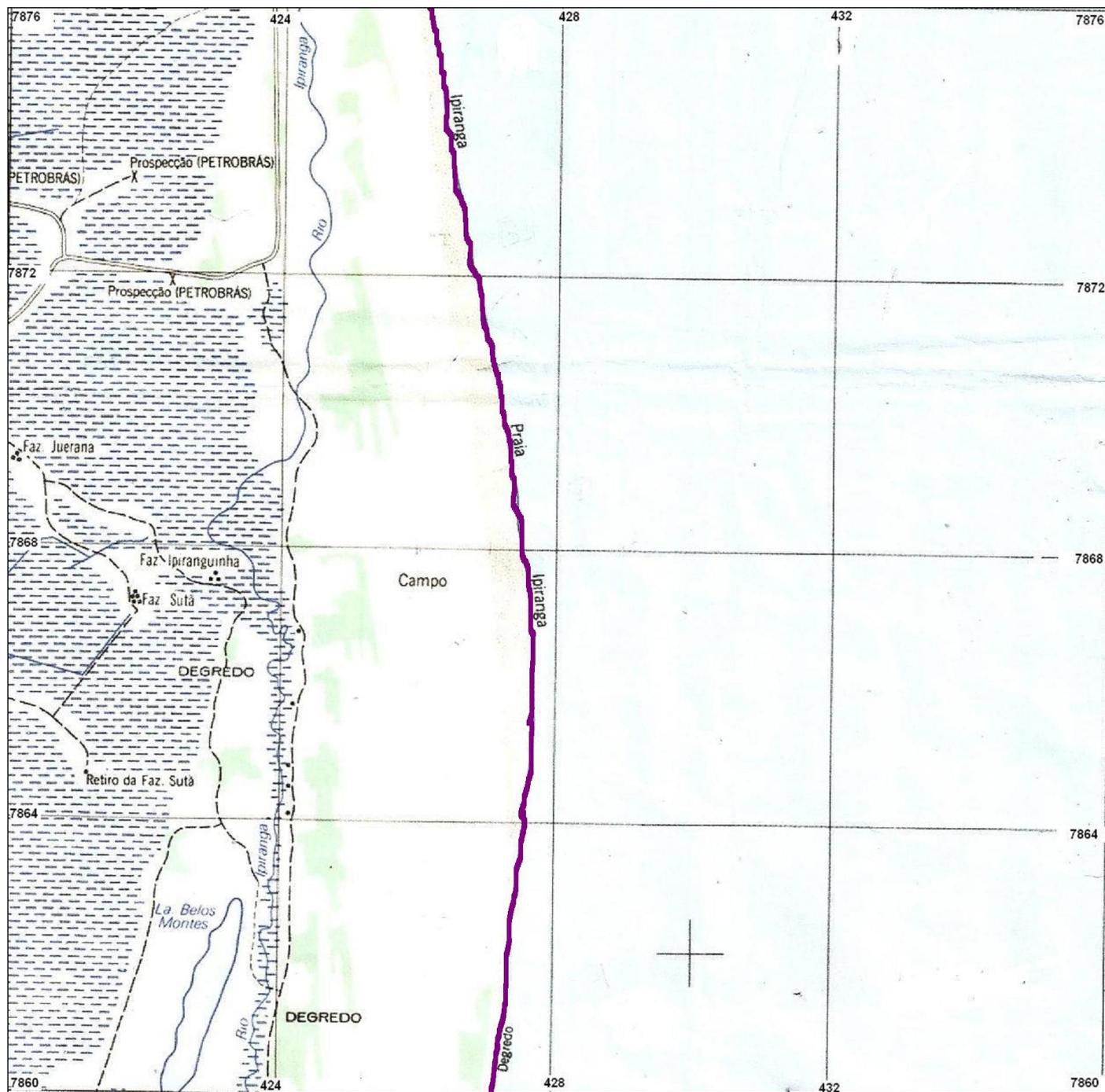


Figura 12- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 3- Ipiranga

0-10 %

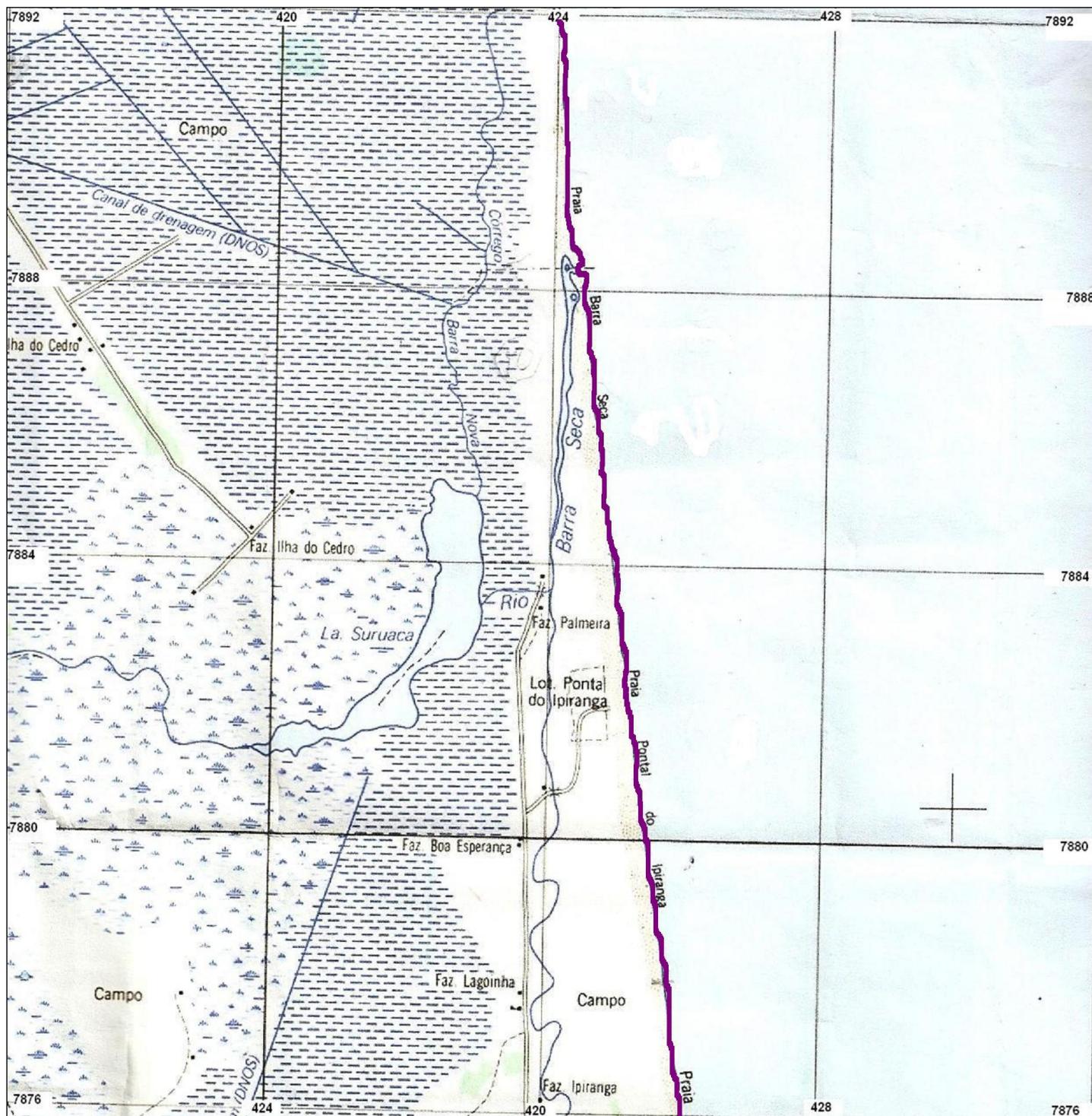


Figura 13- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 4- Barra Seca
0-10 %

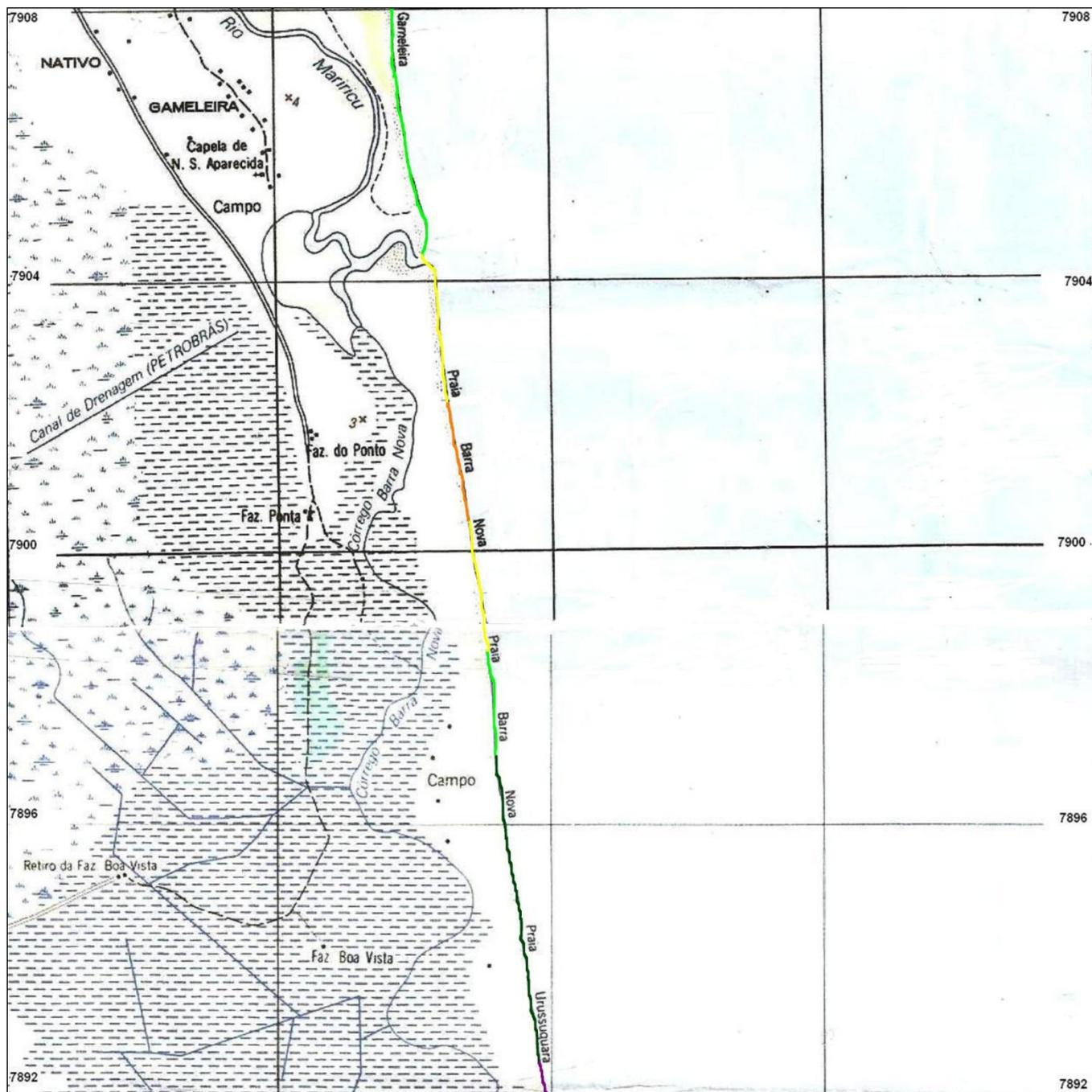
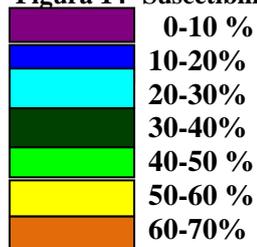


Figura 14- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 5- Barra Nova



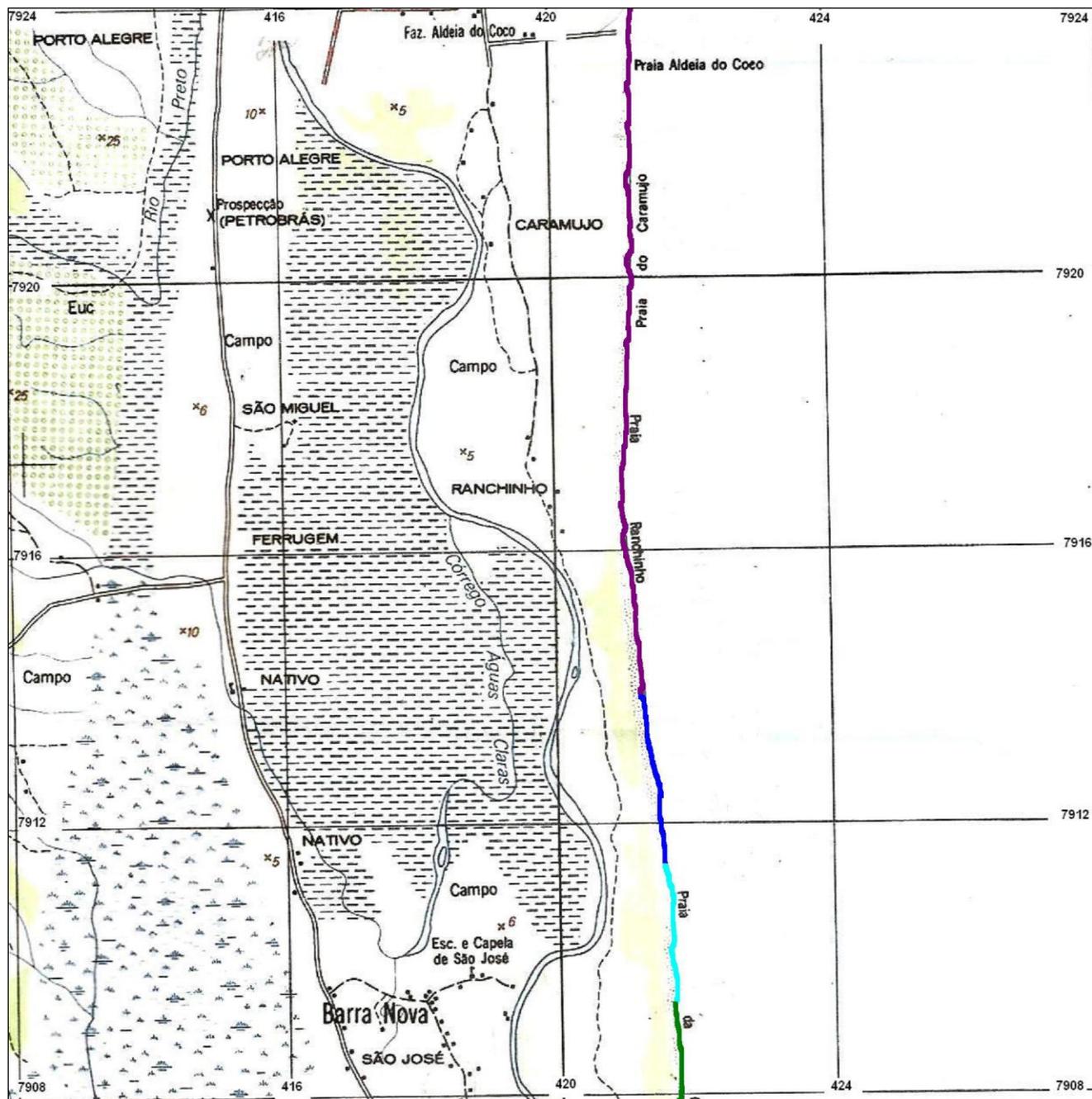
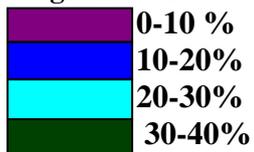


Figura 15- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 6- Ranquinho



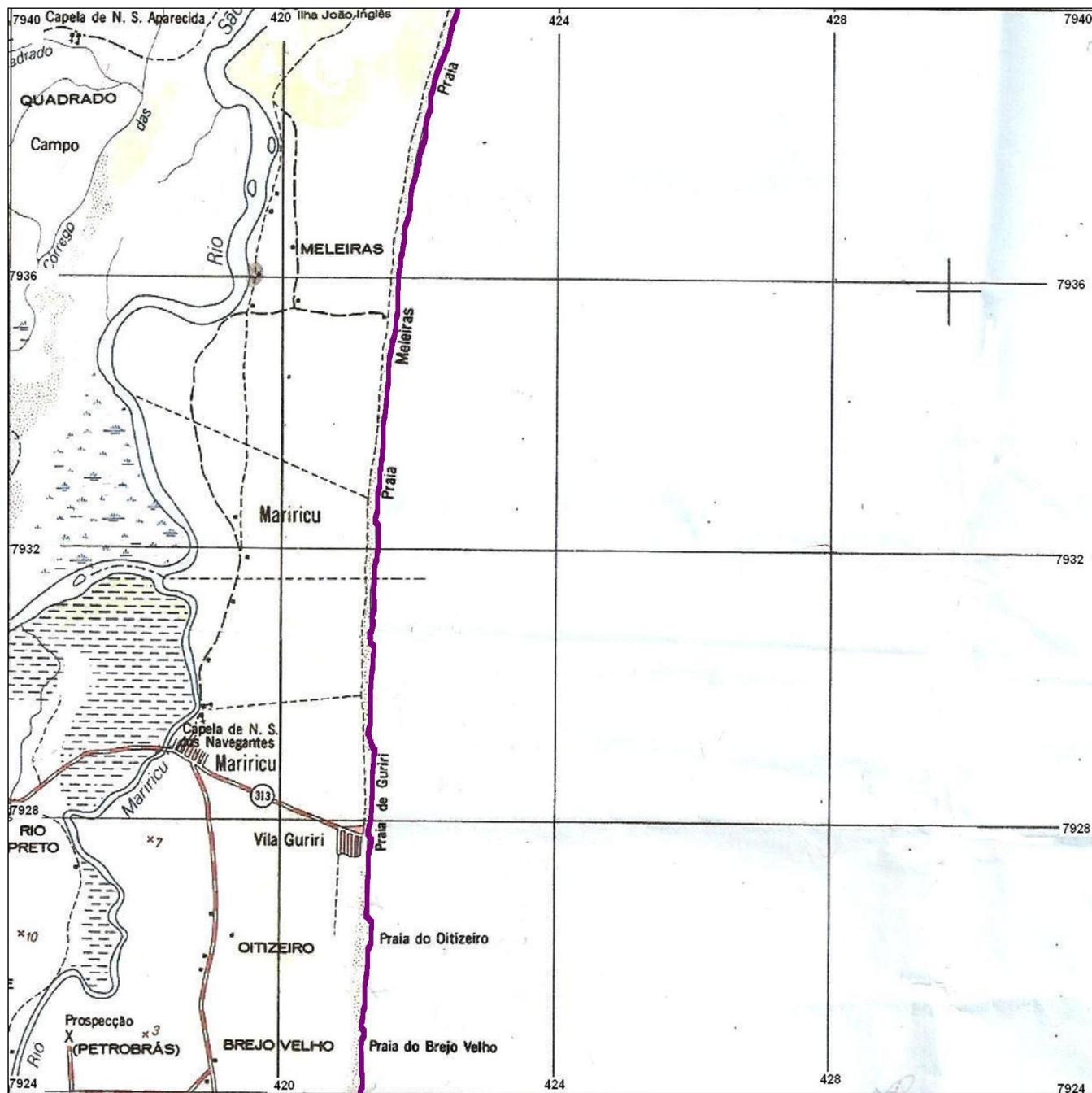


Figura 16- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 7- Guriri

0-10 %

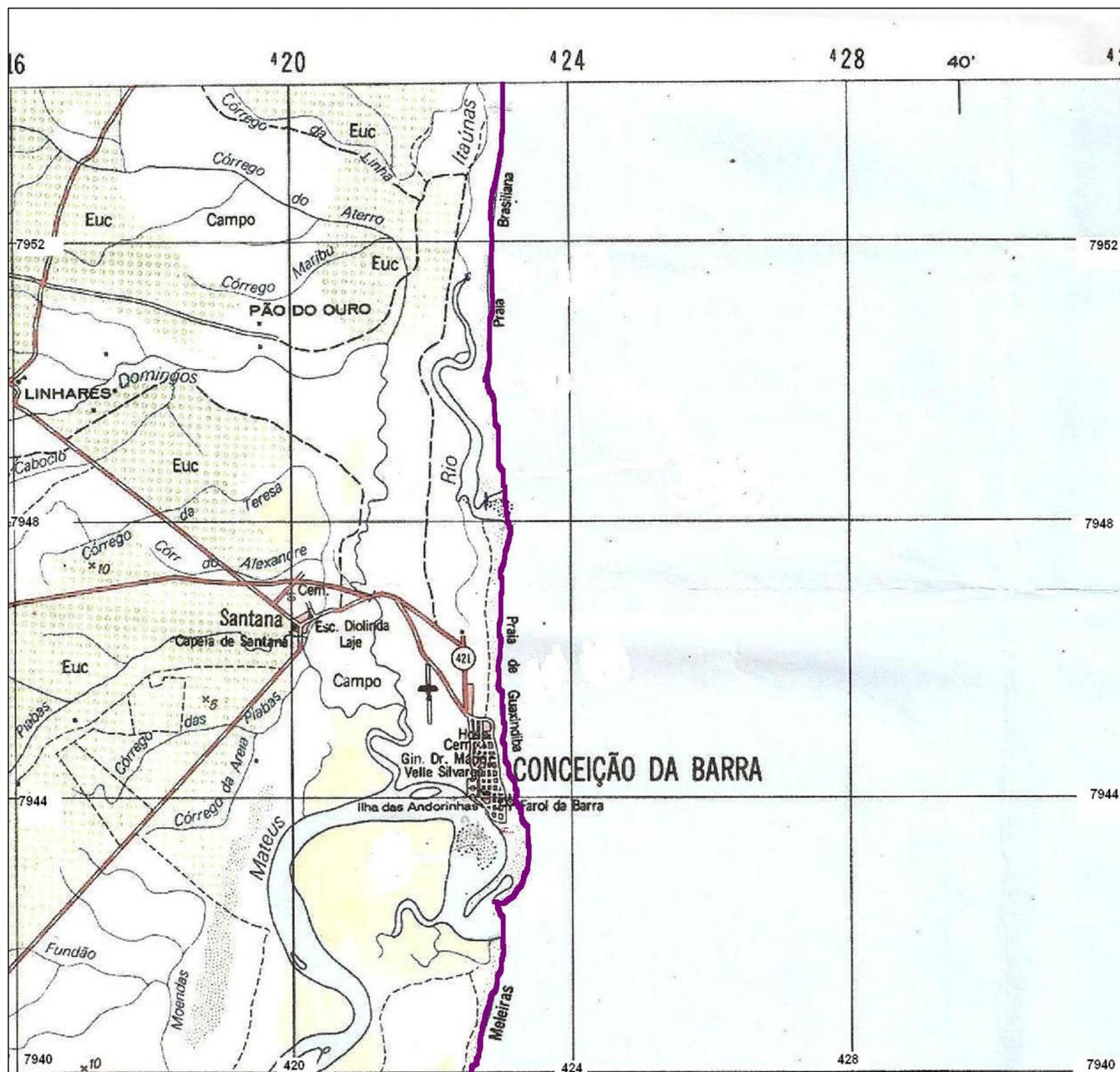


Figura 17- Suscetibilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 8- Conceição da Barra
0-10 %

ANEXO III

MAPAS DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL A DERRAMES DE PETRÓLEO NO NORTE CAPIXABA

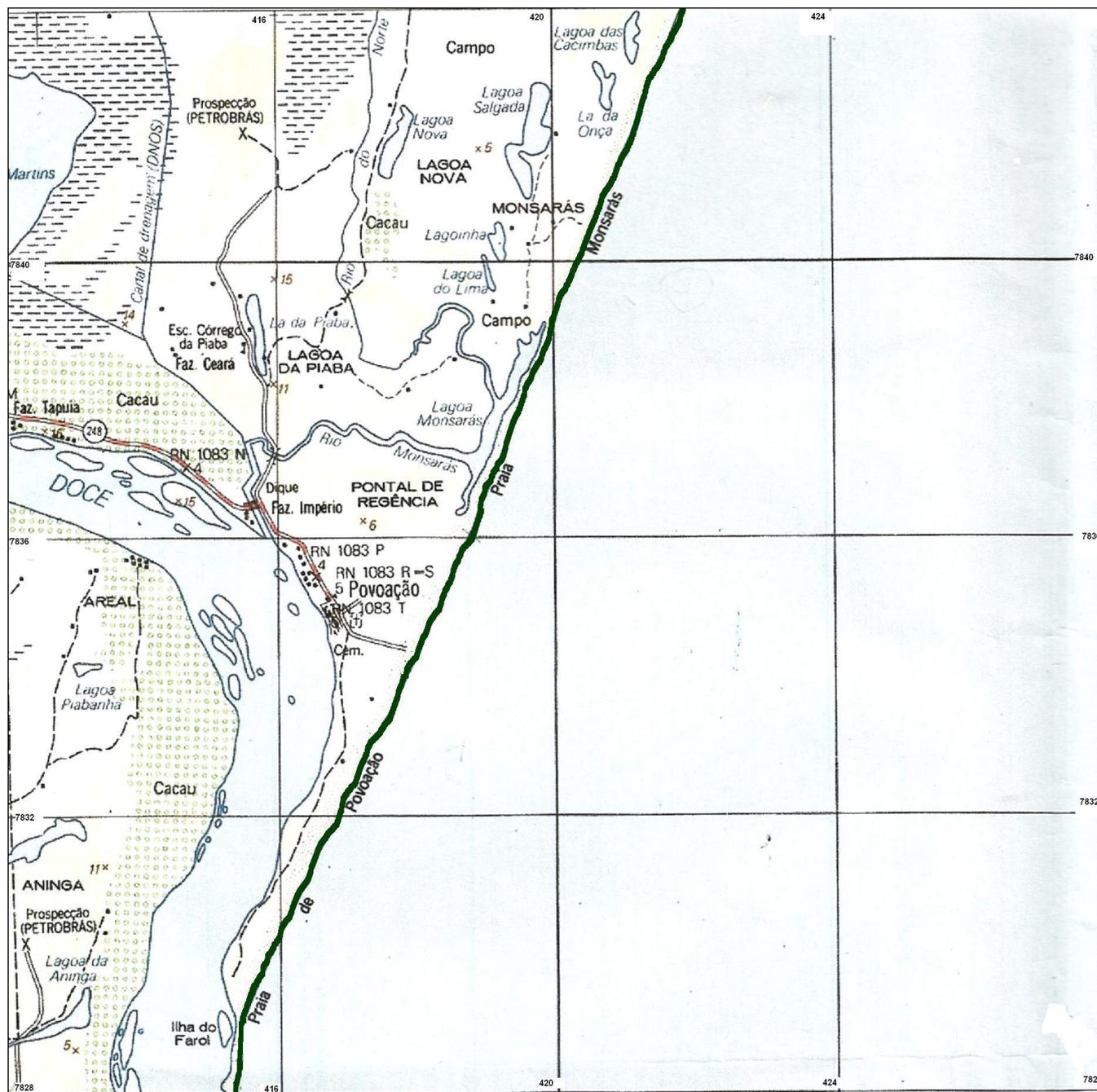


Figura 18- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 1- Povoação-Monsarás

 **Vulnerabilidade Baixa**

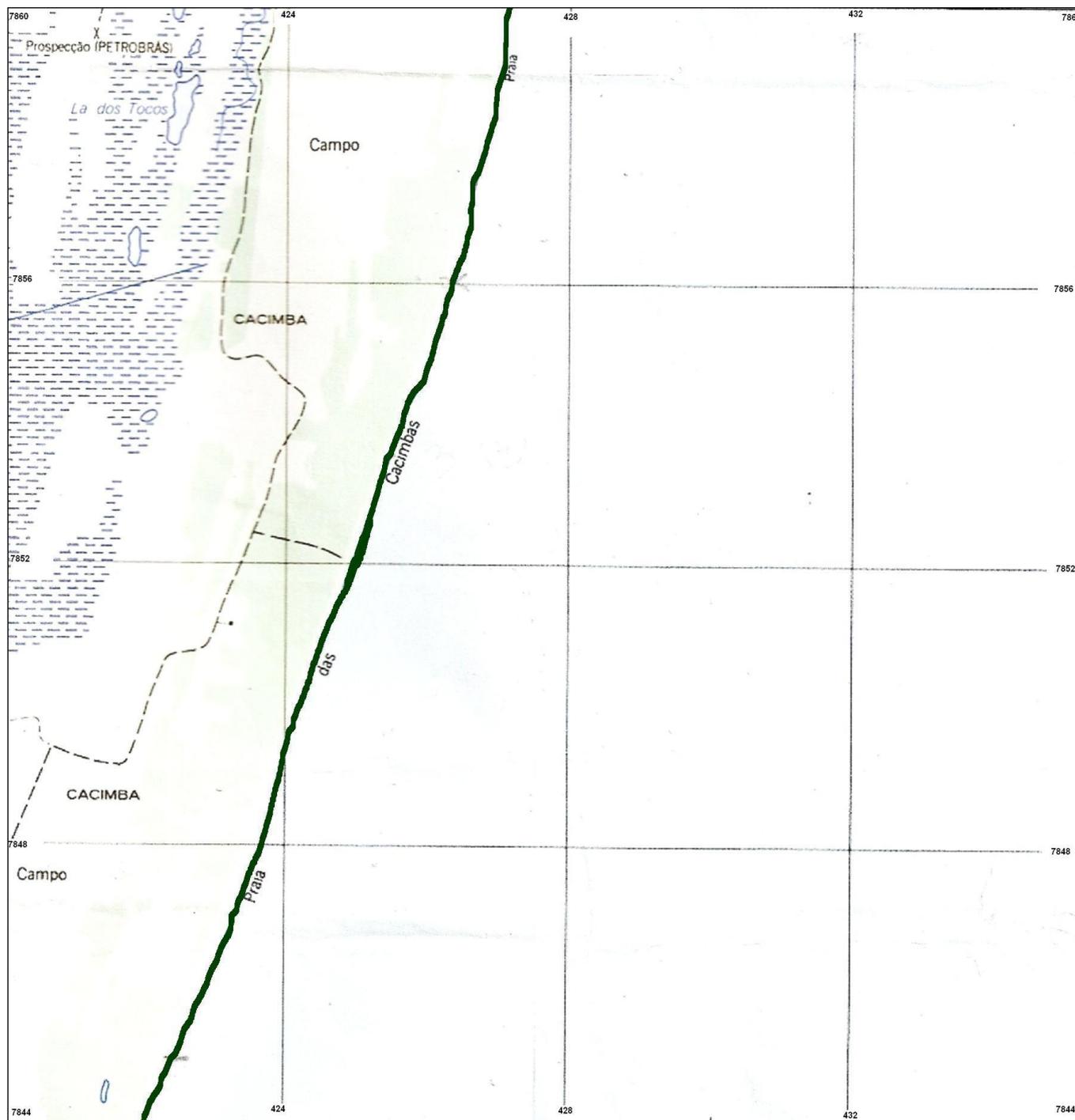


Figura 19- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 2-Cacimbas

 - Vulnerabilidade Baixa

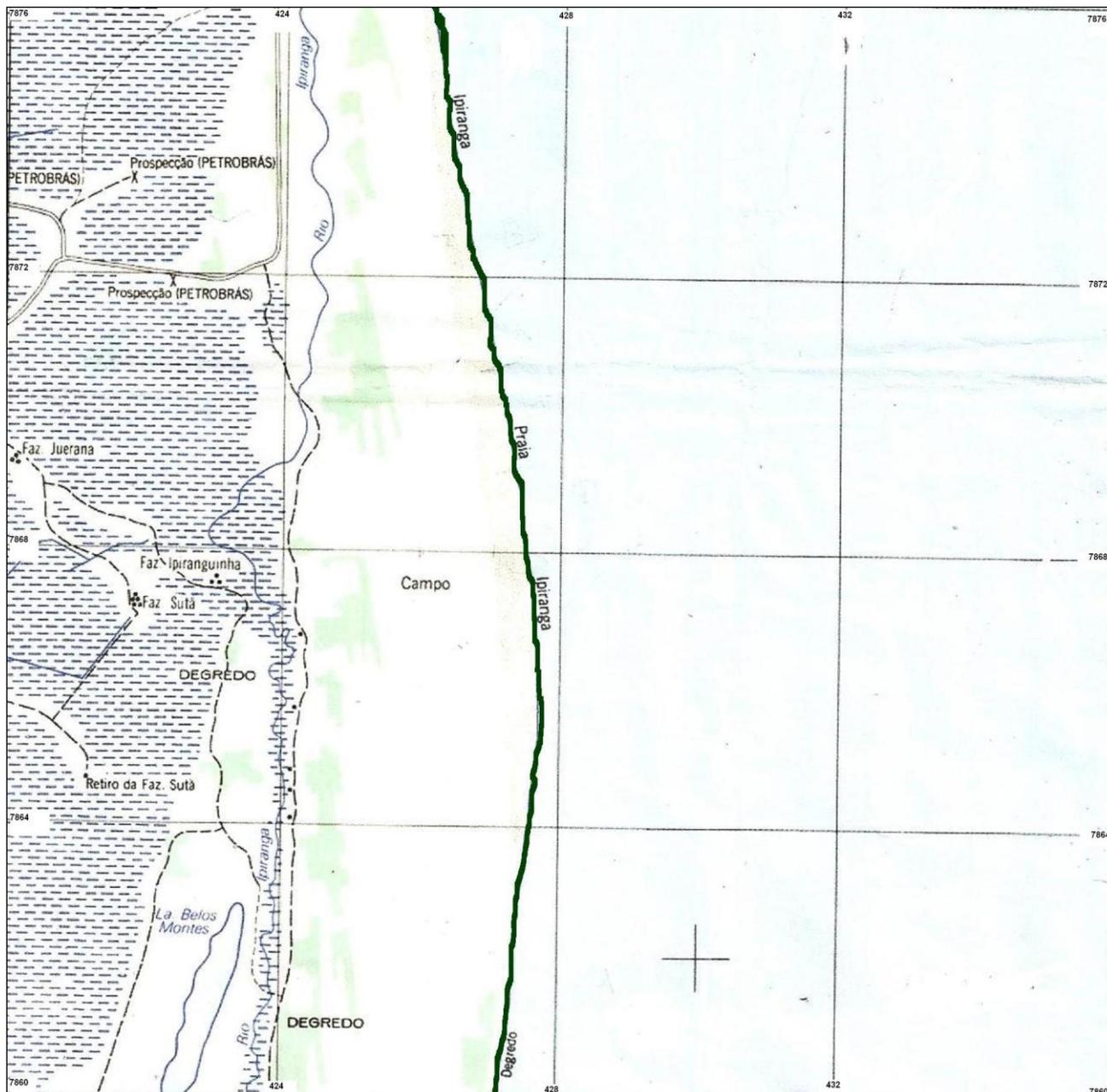


Figura 20- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 3-Ipiranga

Vulnerabilidade Baixa



Figura 21- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 4- Barra Seca

- Vulnerabilidade Baixa

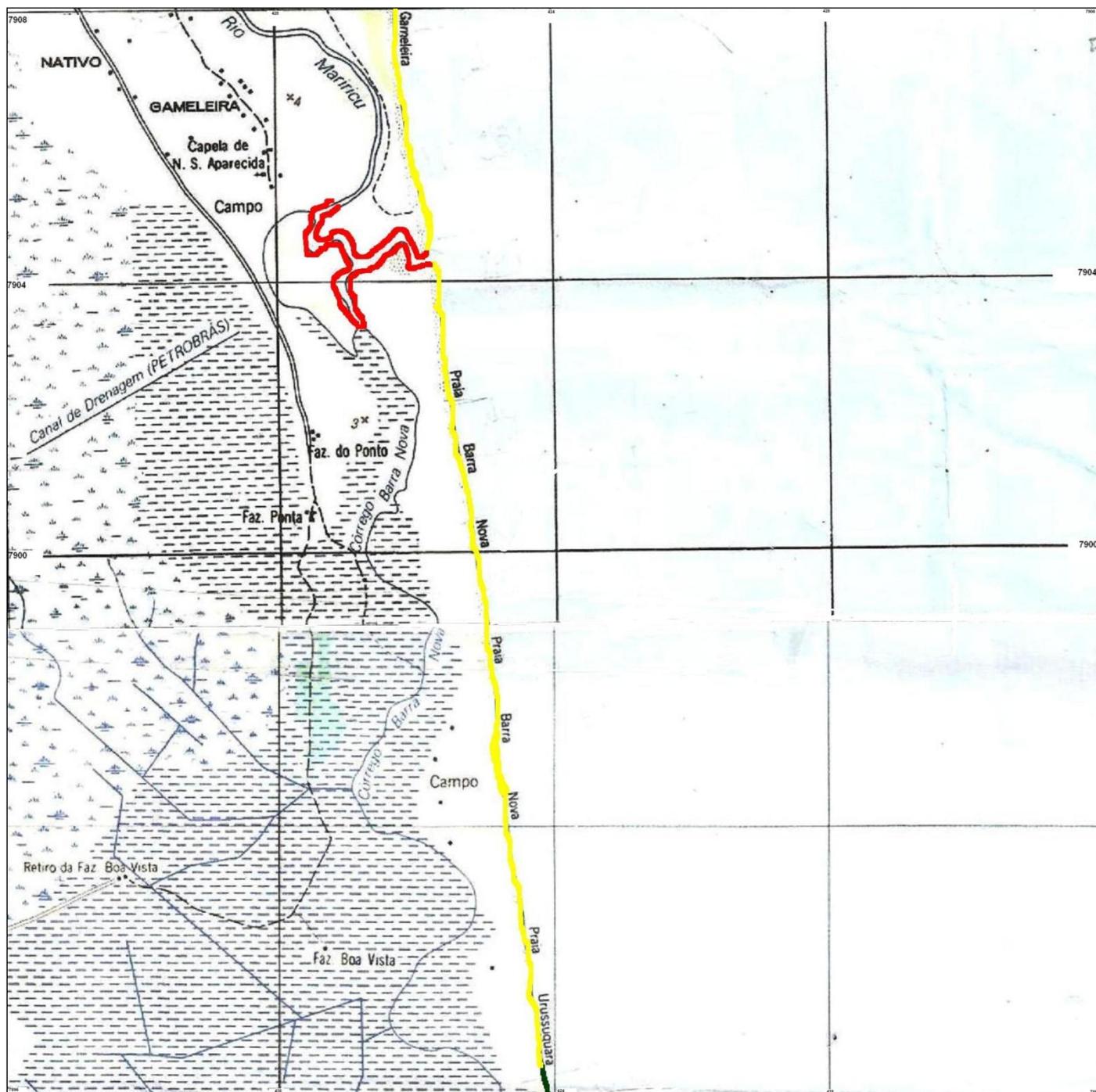
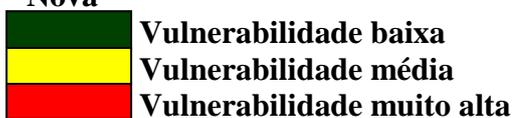


Figura 22- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 5- Barra Nova



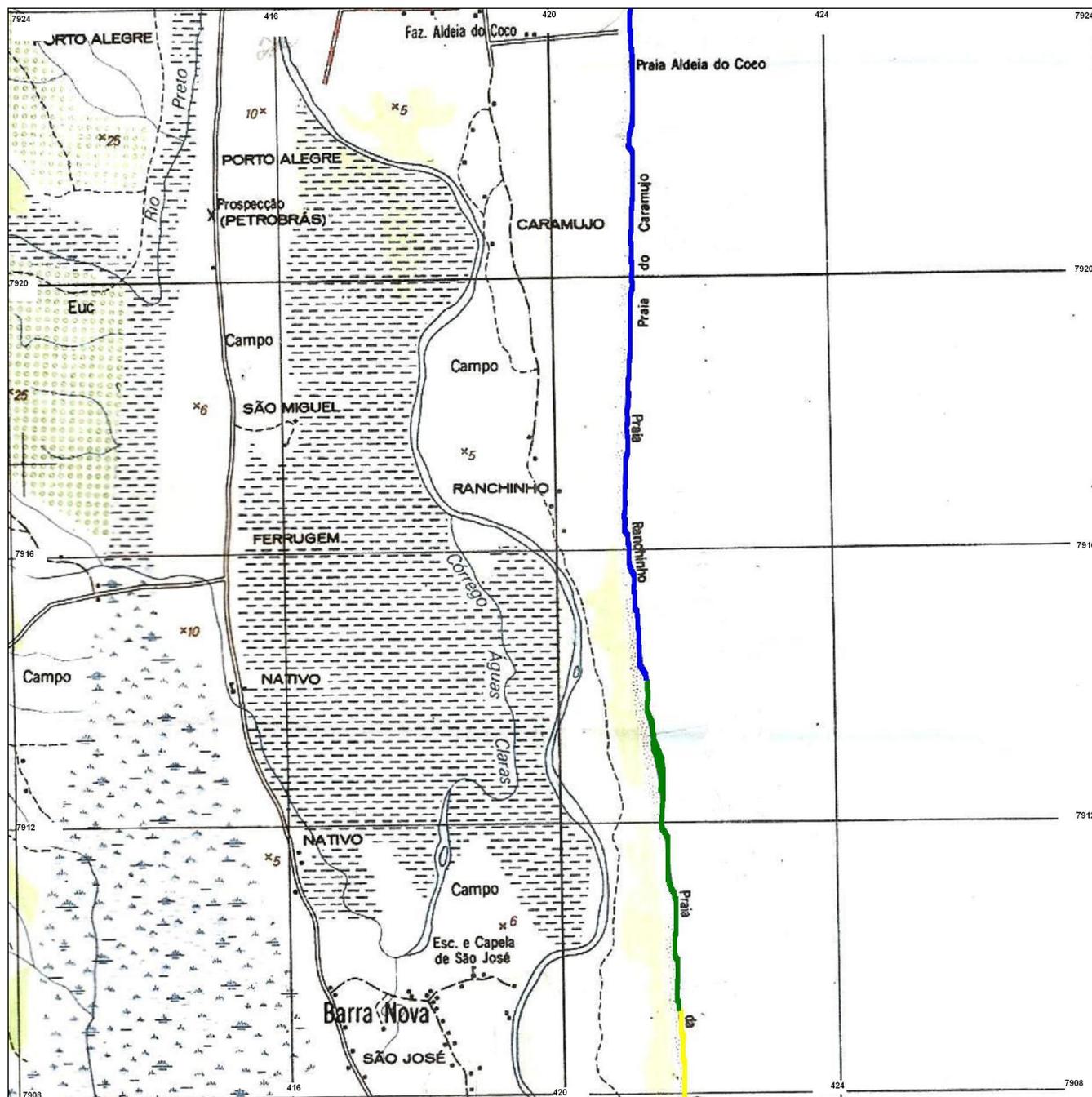


Figura 23- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 6-Ranchinho

- Vulnerabilidade muito baixa
- Vulnerabilidade baixa
- Vulnerabilidade média

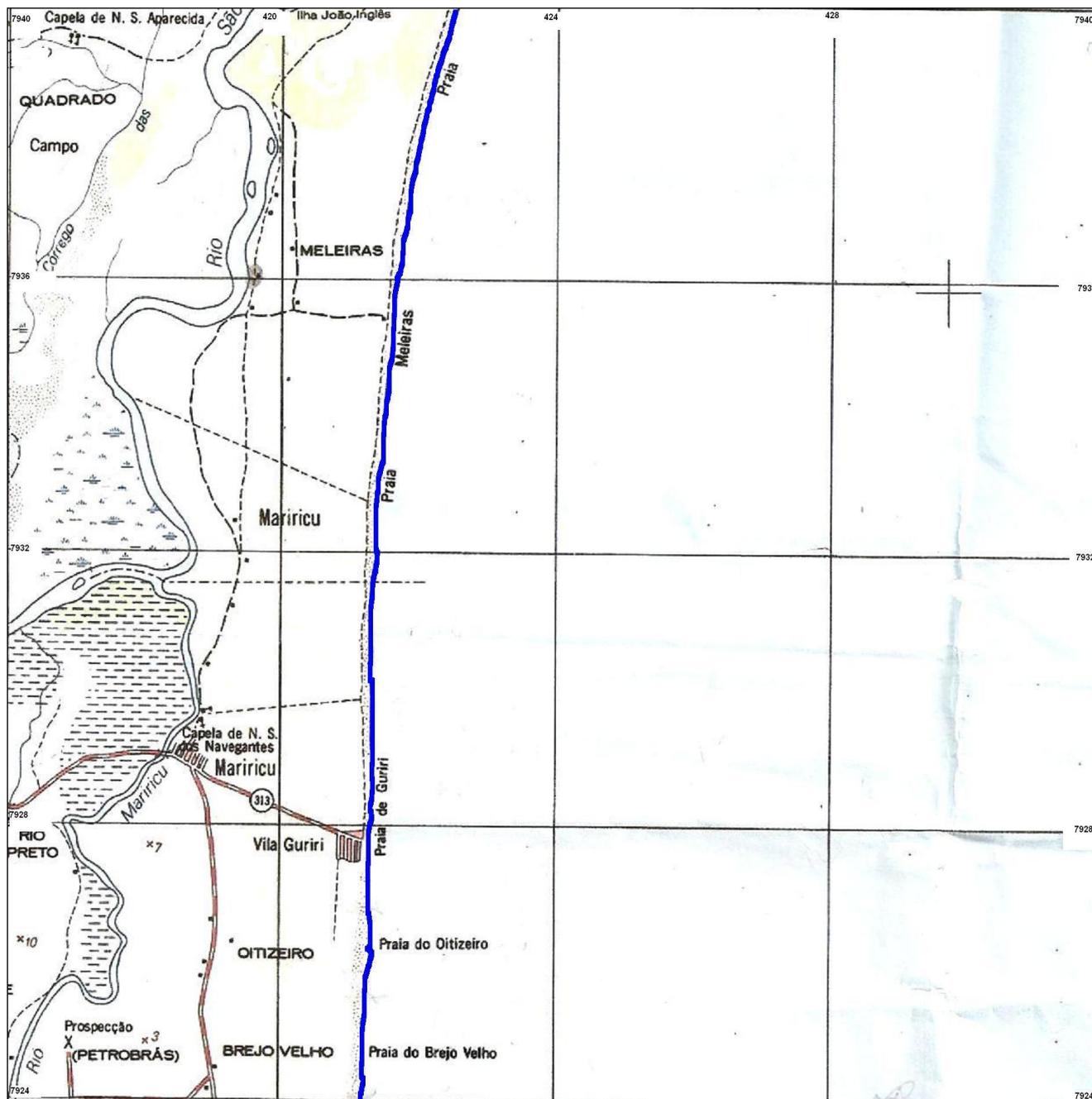


Figura 24- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 7- Guriri- Meleiras
Vulnerabilidade muito baixa

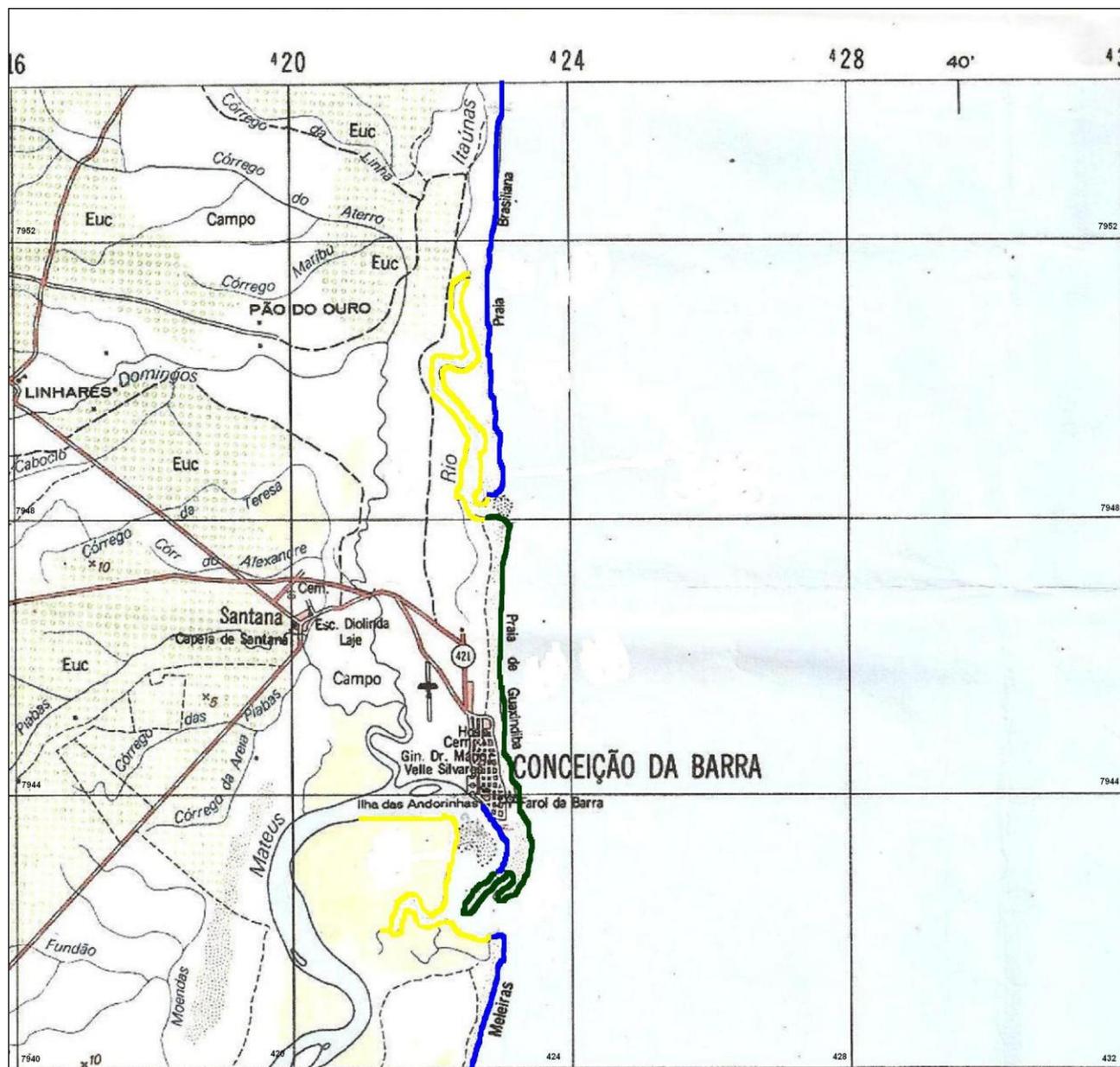


Figura 25- Vulnerabilidade Ambiental a derrames de óleo do Norte Capixaba- Folha 8- Conceição da Barra

- Vulnerabilidade muito baixa
- Vulnerabilidade baixa
- Vulnerabilidade média