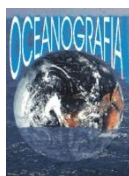




Universidade Federal do Pará



Faculdade de Oceanografia



Instituto de Geociências

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CASSIANA DE ARAÚJO RIBEIRO

**IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS AO TRANSPORTE DE
COMBUSTÍVEIS NA RODOVIA BR-156, NO ESTADO DO AMAPÁ (AP)**

BELÉM - PARÁ

JANEIRO - 2012

CASSIANA DE ARAÚJO RIBEIRO

IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS AO TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS
NA RODOVIA BR-156, NO ESTADO DO AMAPÁ (AP)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Oceanografia do Instituto de
Geociências da Universidade Federal do Pará,
para a obtenção do título de Bacharel em
Oceanografia.

Orientador: Dra. Odete Fátima Machado da
Silveira

Belém-Pará

2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca Geólogo Raimundo Montenegro Garcia de Montalvão

- R484i Ribeiro, Cassiana de Araújo
Identificação de áreas vulneráveis ao transporte de combustíveis na rodovia BR-156, no estado do Amapá (AP) / Cassiana de Araújo Ribeiro; Orientador: Odete Fátima Machado da Silveira – 2012
75 f. : il.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação em oceanografia) – Universidade Federal do Pará, Instituto de Geociências, Faculdade de Oceanografia, Belém, 2012.
1. Derramamento de Óleo – Amapá (AP). 2. Vulnerabilidade Ambiental. 3. Sensoriamento Remoto. I. Silveira, Odete Fátima Machado da, *orient.* II. Universidade Federal do Pará. IV. Título.

CDD 22^a ed.: 363.7382098116

CASSIANA DE ARAÚJO RIBEIRO

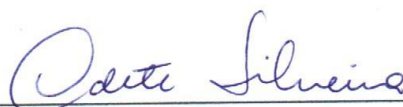
IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS AO TRANSPORTE DE COMBUSTÍVEIS
NA RODOVIA BR-156, NO ESTADO DO AMAPÁ (AP)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Faculdade de Oceanografia da Universidade
Federal do Pará – UFPA, em cumprimento às
exigências para obtenção do grau de Bacharel
em Oceanografia

Data da Defesa: 16/01/12

Conceito: BOM

Banca Examinadora:



Dra. Odete Fátima Machado da Silveira – Orientadora
Doutora em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Dr. Marcelo Rollnic – Membro
Doutor em Oceanografia Física
Universidade Federal do Pará (UFPA)



Msc. Suzan Waleska Pequeno Rodrigues – Membro
Mestre em Geologia e Geoquímica
Universidade Federal do Pará (UFPA)

A Deus, meu eterno protetor e encorajador.

A Ele seja dada toda honra e toda glória.

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente, pelo dom da vida e do conhecimento. Por ser meu fiel amigo e permanecer comigo em todos os momentos, me guiando e me impulsionando a vencer os desafios e me capacitando para chegar aonde cheguei. Serei sempre grata a Deus por tudo.

Aos meus melhores pais, Eda Ribeiro e Ronaldo Ribeiro, a quem devo tudo que sou. Por me amarem incondicionalmente e sempre me apoiarem e me darem a força que eu precisava em momentos em que eu achava que não iria conseguir. Obrigado por acreditarem em mim, mesmo quando eu não acreditava. Meu sonho se realiza e essa vitória é nossa. Eu amo vocês!

Aos meus amados irmãos, por sempre estarem presentes, na alegria e na tristeza e (sempre) nos “puxões” de orelha dados a “caçulinha”. Illana, Thiago, Filipe e Daniel, amo vocês incondicionalmente.

Agradeço à Professora Doutora Odete Silveira, pelo apoio, compreensão, dedicação, paciência, pelos ensinamentos enriquecedores, pelos “puxões” de orelha, e, sobretudo, por acreditar em mim e depositar a confiança para tornar possível a realização deste trabalho. Pelos conselhos em todos os momentos que necessitei, sejam eles profissionais e pessoais. Um exemplo de pessoa e profissional que irei me espelhar ao longo da minha vida. Muito obrigada!

À Dr^a. Valdenira Santos, pela hospitalidade em sua casa durante a campanha de campo.

À Faculdade de Oceanografia, ao Instituto de Geociências e a Universidade Federal do Pará, pelo suporte e infraestrutura necessária para a conclusão da minha graduação, se tornando uma segunda casa, lugar este de aprendizado aos quais levarei bons momentos.

A Agência Nacional do Petróleo (ANP) que através do Programa de Recursos Humanos da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (PRH), me concedeu a bolsa de graduação durante dois anos e apoiou tal pesquisa, na pessoa do coordenador do convênio UFPA/ANP/PRH-06, professor André Andrade e Renata Hidalgo.

Ao Laboratório de Imagens do Trópico Úmido (LAIT), pelo total apoio e infraestrutura para a realização deste trabalho. Em especial, aqueles que sempre me ajudaram

e, com boa vontade, se dispuseram a me ensinar e tirar dúvidas quando a situação ficava complicada com ArcGis e o Spring. Paulo, Rafinha, Susan e Wilson, o meu muito obrigado.

Agradeço ao Professor Doutor Marcelo Rollnic e a Mestre Susan Waleska Pequeno Rodrigues, por aceitarem fazer parte da minha banca examinadora.

Aos meus queridos amigos que tive o privilégio de conhecer, na turma de Oceanografia 2008: Luiza (Luba), Inaiê, Nanda, Nathy e Lúcio. Agradeço pelos ótimos momentos, pela amizade que permanecerá, pelos momentos difíceis em que pude contar com vocês e pelos maravilhosos momentos que virão. SUCESSO EQUIPE!

Não poderia deixar de mencionar aos amigos que também foram importantes pra mim nessa caminhada: Paulo Victor (P.V.), Eloise (Elôzinha), Marcos Vinícius (Malandro), Thaís Cassiano (Xará), Otávio (Frejat), Kleper e Danielle Ratis. Agradeço por tudo!

Ao professor e amigo Alessandro Bérghamo, pela paciência, amizade, confiança e credibilidade depositadas em mim, do qual eu não poderia deixar de agradecer. Pelos conselhos dados, pela ajuda, atenção em momentos de eventuais “stresses” e injeções de ânimo indispensáveis.

Ao Laboratório de Oceanografia Geológica e Geofísica Marinha (LIOG), por toda estrutura e aprendizado, desde que fiz parte do laboratório. E, é claro, aos integrantes do mesmo: Lidiane (lidoca), Fran, Priscila, Fábio (Japa), Marcio e todos que de alguma forma me ajudaram, com conselhos profissionais e pessoais, tirando dúvidas, ou até mesmo em momentos de lazer. Ao Gustavo pelo grande apoio na viagem de campo, e sempre com boa vontade em me ajudar. Muito obrigada “lioguinós”!

Ofereço meus sinceros agradecimentos, a todos aqueles que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Deus abençoe a todos.

“Diz-se que, mesmo antes de um rio cair no oceano ele treme de medo. Olha para trás, para toda a jornada, os cumes, as montanhas, o longo caminho sinuoso através das florestas, através dos povoados, e vê à sua frente um oceano tão vasto que entrar nele nada mais é do que desaparecer para sempre. Mas não há outra maneira. O rio não pode voltar. Ninguém pode voltar. Voltar é impossível na existência. Você pode apenas ir em frente. O rio precisa se arriscar e entrar no oceano. E somente quando ele entra no oceano é que o medo desaparece. Porque apenas então o rio saberá que não se trata de desaparecer no oceano, mas tornar-se oceano. Por um lado é desaparecimento e por outro lado é renascimento. Assim somos nós. Só podemos ir em frente e arriscar. Coragem! Avance firme e torne-se Oceano!”

OSHO

RESUMO

O Amapá caracteriza-se com o maior percentual de seu território destinado à conservação, abrigando parques nacionais, reservas biológicas, florestas nacionais, estações ecológicas e áreas de proteção ambiental. A rodovia BR-156, atravessa longitudinalmente todo o estado do Amapá, onde corta drenagens e muitos igarapés, que possuem ligação com a Planície Costeira. É através dessa rodovia, que se dá o transporte de combustíveis, tendo como uma maior frequência a ameaça a acidentes no trajeto e, conseqüentemente, afetando os ecossistemas próximos. Este trabalho tem por objetivo geral, identificar as áreas críticas ao transporte de combustíveis na rodovia BR-156, tendo como base o uso de uma metodologia de interpretação de sensores remotos e reconhecimento de campo, integrados ao mapeamento das unidades de paisagem com dados em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Foi confeccionado o mapa de Vulnerabilidade Ambiental no entorno da rodovia BR-156, bem como a identificação das principais drenagens, aliado as observações do uso e ocupação às imediações ao longo da estrada. Verificou-se que a maior parte da área está classificada dentro da categoria de vulnerabilidade ambiental muito baixa, e de baixa a média. Dos resultados do mapa de vulnerabilidade ambiental ao entorno da rodovia, as áreas que foram mais destacadas foram às proximidades da estrada, onde apresentou ocupação urbana, associadas, também, as áreas de Formação Barreiras e as Planícies Fluviomarinhas e Fluvioacustres. O trabalho mostrou que os resultados obtidos, em conjuntos com as importantes drenagens cortadas pela rodovia, aliado a falta de uma malha rodoviária em boas condições de infraestrutura, são importantes fatores que contribuem para classificar essa área como crítica ao transporte de combustíveis.

Palavras-chave: Derramamento de Óleo – Amapá (AP). Vulnerabilidade Ambiental. Sensoriamento Remoto.

ABSTRACT

Amapá is characterized with the highest percentage of its land used for conservation, housing national parks, biological reserves, national forests, ecological stations and areas of environmental protection. The BR-156 highway along the entire state of Amapá, where many streams and drainage cuts, which have connection with the Coastal Plain. It is through this highway, which provides transportation fuels, with a higher frequency as the threat of accidents on the path and, consequently, affecting nearby ecosystems. This work aims to generally identify critical areas for the transport of fuel on the highway BR-156, based on the use of a methodology for interpretation of remote sensing and field recognition, integrated mapping of landscape units with data systems Geographic Information System (GIS). It was made the map of environmental vulnerability in the around of the highway BR-156, as well as identifying the major drainages, combined with the observations of the surrounding land use and settlement along the road. It was found the most of the area is classified into the category of very low environmental vulnerability, and low to medium. The results of the environmental vulnerability map of the around of the highway, the areas that were most prominent were the around of the road, performing urban settlement, associated, also, the areas of Training Barriers and fluvial marine and fluvial lacustrine plains. The study showed that the results obtained, together with the significant cut in highway drainage, combined with a absence of highway infrastructure in good condition are important factors contributing to classify that area as critical to transportation fuels.

Keywords: Oil Spill, Environmental Vulnerability, Remote Sensing

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 -	Destino do óleo derramado em ambientes de água doce.	20
Figura 2 -	Imagem de satélite indicando a localização da área de estudo, com destaque para rodovia BR-156.	23
Figura 3 -	Oscilação da média mensal da precipitação e temperatura no Estado do Amapá, com base em séries temporais de 1961 a 1990.....	24
Figura 4 -	Carta geológica da área de estudo, na rodovia BR-156, e seu entorno no Estado do Amapá.	26
Figura 5 -	Unidades morfoestruturais do Estado do Amapá.	30
Figura 6 -	Carta geomorfológica da área de estudo, na rodovia BR-156, e seu entorno no Estado do Amapá.	31
Figura 7 -	Carta de vegetação da área de estudo, na rodovia BR-156, e seu entorno no Estado do Amapá.....	33
Figura 8 -	Rodovia BR-156 sentido Macapá-Oiapoque em viagem de campo realizado em 14/11/2011.....	38
Figura 9 -	Fluxograma exemplificando o processo da extração de drenagem.	42
Figura 10 -	Fluxograma exemplificando o processo da criação da declividade a partir de dados SRTM.	43
Figura 11 -	Mapa de drenagem com seus respectivos pontos em GPS, utilizado em campanha de campo.	47
Figura 12 -	Mapa de drenagem do Setor 1.....	49
Figura 13 -	Fichas dos principais pontos amostrados e suas características	50
Figura 14 -	Mapa de drenagem do Setor 2.....	53
Figura 15 -	Fichas dos principais pontos amostrados e suas características.	54
Figura 16 -	Mapa de drenagem do Setor 3.....	57

Figura 17 -	Fichas dos principais pontos amostrados e suas características.....	58
Figura 18 -	Trecho da BR-156 entre Calçoene e Oiapoque, em viagem de campo realizado em 14/11/2011.....	59
Figura 19 -	Trecho entre Calçoene e Oiapoque, em viagem de campo realizado em 14/11/2011.....	60
Figura 20 -	Mapa de Uso e Ocupação do Solo no entorno da rodovia BR-156.	64
Figura 21 -	Mapa de declividade no entorno da rodovia BR-156.....	65
Figura 22 -	Mapa de Vulnerabilidade Ambiental às áreas críticas ao transporte de óleo, na rodovia BR-156.....	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Representação dos domínios florísticos do Estado do Amapá	32
Tabela 2 -	Características das cenas SRTM utilizadas.....	41
Tabela 3 -	Classes de Declividade com os respectivos valores da escala de vulnerabilidade.....	43

LISTA DE ABREVIACOES

CPTEC	- Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CPRM	- Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DEM	- Digital Elevation Model
EPA	- Environmental Protection Agency
ESA	- European Space Agency
ETM+	- Enhanced Thematic Mapper Plus
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPEA	- Instituto de Pesquisa Econmica Aplicada
GPS	- Global Position System
M. A.	- Milhões de Anos
MMA	- Ministério do Meio Ambiente
MPEG	- Museu Paraense Emílio Goeldi
NASA	- National Aeronautics and Space Administration
PIXEL	- Picture x Elements
SAR	- Synthetic Aperture Radar
SRTM	- Shuttle Radar Topography Mission
ZEE	- Zoneamento Econmico e Exclusivo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 JUSTIFICATIVA.....	18
3 OBJETIVOS.....	20
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ACESSO.....	21
5 CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS	23
5.1 CLIMA.....	23
5.2 GEOLOGIA.....	24
5.2.1 Geologia Regional.....	24
5.3 GEOMORFOLOGIA.....	27
5.4 VEGETAÇÃO.....	31
5.4.1 Floresta Densa de Terra Firme.....	33
5.4.2 Cerrado.....	33
5.4.3 Floresta de Transição.....	34
5.4.4 Floresta de Várzea.....	34
6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	36
6.1 RODOVIA BR-156.....	37
6.2 VULNERABILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO.....	37
7 MATERIAIS E MÉTODOS.....	39
7.1 MISSÃO SRTM.....	39
7.2 PROCESSAMENTO DE DADOS DE ELEVAÇÃO SRTM.....	39
7.2.1 Processamento para extração de drenagens.....	40

7.2.2 Criação do Mapa de Declividade da Área de Estudo.....	41
7.3 ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS.....	43
7.3.1 Ensaio preliminar sobre a vulnerabilidade a acidentes no entorno da rodovia BR-156	43
7.3.2 Mapeamento das unidades de paisagem.....	43
7.4 TRABALHO DE CAMPO.....	45
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
8.1 CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS USOS E OCUPAÇÃO NAS IMEDIAÇÕES DA RODOVIA BR-156.....	47
8.1.1 Setor 1	47
8.1.2 Setor 2	50
8.1.3 Setor 3	55
8.1.4 Fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes na rodovia BR-156....	59
8.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS CRÍTICAS AO TRANSPORTE DE ÓLEO NA BR-156	61
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	67
REFERÊNCIAS	71
ANEXO	76
ANEXO A - COORDENADAS DOS PONTOS REGISTRADOS COM GPS, EM TRABALHO DE CAMPO	77

1. INTRODUÇÃO

O Amapá caracteriza-se com o maior percentual de seu território destinado à conservação, abrigando parques nacionais, reservas biológicas, florestas nacionais, estações ecológicas e áreas de proteção ambiental. É na zona costeira onde se concentra um significativo percentual de Unidades de Conservação, muitas delas de caráter restrito, com grande afinidade com os recursos pesqueiros (COSTA NETO, 2006).

A segurança das operações de exploração, produção e refino e transporte de óleo e seus derivados, implementados nos últimos anos pela indústria, têm diminuído os riscos de acidentes, entretanto, estes eventos têm ocorrido pelo derramamento acidental de óleo durante as atividades de transporte (CUNHA et. al, 2004). Os danos decorrentes são uma ameaça as águas das regiões próximas as zonas costeiras, ocasionando a contaminação desses recursos hídricos. Estima-se que a quantidade de óleo derramada anualmente em todo o mundo ultrapasse 4,5 milhões de toneladas (ESA, 1998).

A malha rodoviária brasileira concentra cerca de 60% do volume de cargas transportadas no país, percentual que tende a crescer tendo em vista a expansão do comércio entre os países da América Latina. No entanto, a infra-estrutura das nossas rodovias, a precariedade da frota de veículos transportadores de cargas e diversos outros problemas favorecem substancialmente o aumento do número de acidentes (IPEA, 2006).

Os acidentes ocorridos em áreas costeiras e marinhas, resultantes de acidentes com embarcações, são bem mais registrados como o ocorrido com a Balsa “Miss Rondônia” (BERREDO et. al., 2000). Os derrames ocorrentes do transporte de óleo em regiões continentais urbanas e rurais podem causar também enormes prejuízos financeiros e socioambientais e são, na maior parte das vezes, menos valorizados pela mídia.

Alguns fatores contribuem para a ocorrência de acidentes em áreas continentais, onde o transporte é feito principalmente pelo transporte rodoviário, tais como: o desenho e desnível topográficos significativos das estradas, existência ou não de pavimentação, condições de sinalização, tipo de solo, imperícia, etc.

Uma das razões pelas quais os acidentes com transporte de produtos perigosos têm sido fortemente regulamentados deve-se ao avanço da legislação ambiental federal em vigor, complementada, nos diferentes estados pelas leis ambientais estaduais. No Amapá, vários

acidentes com transporte de óleo nas rodovias federais e estaduais já foram registrados, a exemplo do ocorrido no município de Serra do Navio, no ano de 2008 (SOUZA FILHO, et. al., 2008).

A Rodovia BR-156, corta longitudinalmente o Estado do Amapá, onde apresenta uma distribuição Norte – Sul, e está sobre as áreas do Planalto Rebaixado da Amazônia, desde Macapá até o município de Calçoene. A partir daí, até o município de Oiapoque, ela corre por sobre as rochas do Complexo Guianense, em regiões de relevo com maior movimentação. Esta rodovia corta drenagens e muitos igarapés, que possuem ligação com a Planície Costeira, aos quais fazem parte de diferentes Unidades de Conservação. É através desta rodovia que se dá o transporte de combustíveis, tendo como consequência, uma maior frequência de ameaças e acidentes aos ecossistemas próximos. Assim, este estudo tem como intuito identificar os pontos críticos ao transporte de combustíveis na BR-156, no Estado do Amapá.

2. JUSTIFICATIVA

A relevância desse trabalho está demonstrada na vocação da planície costeira amapaense para a conservação, que se dá em função da integridade de seus recursos de biodiversidade.

Grande parte dos ecossistemas é cortada pela BR-156 e são alcançados pelas drenagens. As Unidades de Conservações (UC's) costeiras representam cerca de 80% do Setor Atlântico da costa amapaense. Aliado a essa característica, está a presença de várias comunidades ribeirinhas que vivem às imediações das drenagens cortadas pela BR-156, os quais dependem da integridade desse recurso para sua subsistência.

O desenho da estrada, a falta de pavimentação e os problemas provocados pela intensidade das chuvas repercutem de diversas maneiras já que a energia elétrica gerada para a sede municipal e às diversas comunidades do interior do município de Oiapoque é feita à base de óleo diesel. As diversas localidades do Oiapoque consomem juntas cerca de 141.450 litros de óleo diesel por ano, ou 14.145 litros ao mês (CARVALHO, 2006). De acordo com Sant'Anna (1998), esse óleo diesel chega ao porto de Macapá, onde o seu acesso é realizado em quatro modalidades, ferroviária, aquaviária-marítima, hidroviária e rodoviária. Esta última é realizada, principalmente pela rodovia BR-156, onde é distribuído por todo Estado.

Atualmente é possível trafegar da capital até o município do Amapá. Deste trecho em diante, as obras de terraplanagem estão bastante adiantadas. Porém, devido ao clima Amazônico, corre-se o risco de destruir boa parte da terraplanagem realizada, caso a mesma não tenha sido executada com qualidade.

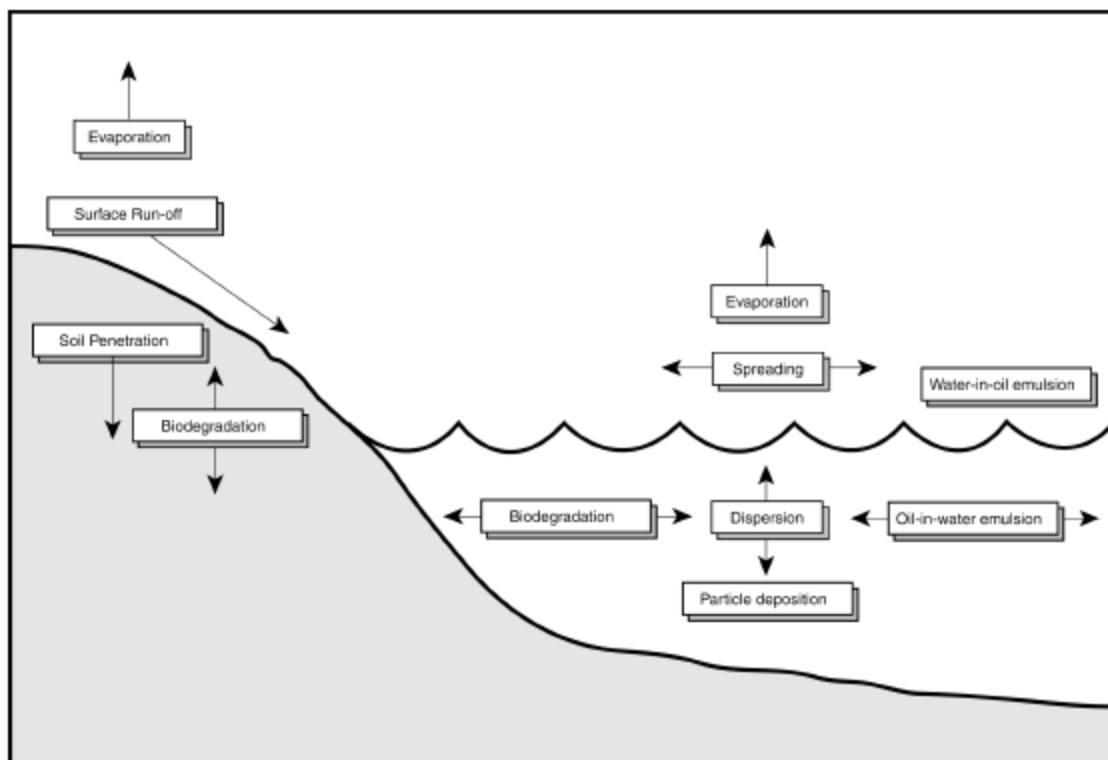
Alguns fatores contribuem para a ocorrência de acidentes com derramamentos de óleo em áreas continentais, onde é feito principalmente pelo transporte rodoviário, tais como: o desenho e desnível topográfico das estradas, existência ou não de pavimentação, condições de sinalização, tipos de solos, imperícia dos condutores, etc. Fatores estes, que são notados na rodovia BR-156. Vários acidentes com o transporte de óleo já foram registradas no estado, a exemplo do ocorrido no município de Serra do Navio, no ano de 2008 (SOUZA FILHO et. al., 2008).

Entretanto, é difícil prever quando um derramamento de petróleo irá ocorrer, sua magnitude e a extensão dos seus impactos. São necessárias ações preventivas que venham minimizar possíveis impactos causados por um eventual acidente.

Os derramamentos de óleo podem causar sérios impactos naturais biológicos e socioeconômicos, bem como prejuízo as empresas exploradoras. Diferentes tipos de habitats possuem vulnerabilidades variadas aos efeitos da contaminação por óleo e diferentes capacidades de recuperação, principalmente em drenagens, riachos e lagos (Figura 1). Em determinadas áreas a recuperação pode acontecer rapidamente, enquanto que em outras áreas a recuperação pode levar anos.

A análise de vulnerabilidade ambiental tem como objetivo identificar os recursos ambientais passíveis de serem atingidos por um derramamento de óleo, estabelecendo o grau de vulnerabilidade dos mesmos, de modo que eles possam receber proteção prioritária, de forma a reduzir as conseqüências ambientais, tanto do derrame quanto dos acidentes no transporte.

Figura 1 - Destino do óleo derramado em ambientes de água doce.



Fonte: (EPA, 1999).

3. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo identificar, através de dados geológicos, geomorfológicos, de vegetação, declividade, uso e ocupação do solo e da rede de drenagem, aliado a estudos de campo, os pontos de riscos ao transporte de combustíveis na região da rodovia BR-156, no estado do Amapá.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificação e classificação das principais drenagens no entorno da rodovia BR-156;
- Identificar quais os principais usos e ocupação no trajeto da BR-156;
- Geração de mapas de vulnerabilidade ambiental nas imediações da rodovia BR-156 das áreas vulneráveis ao transporte de combustíveis, em escala de 1:1.200.000.

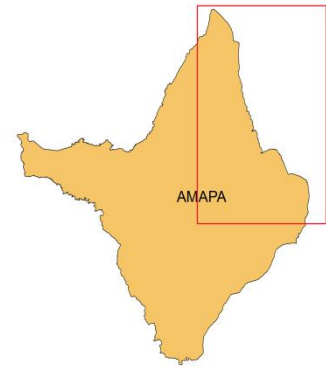
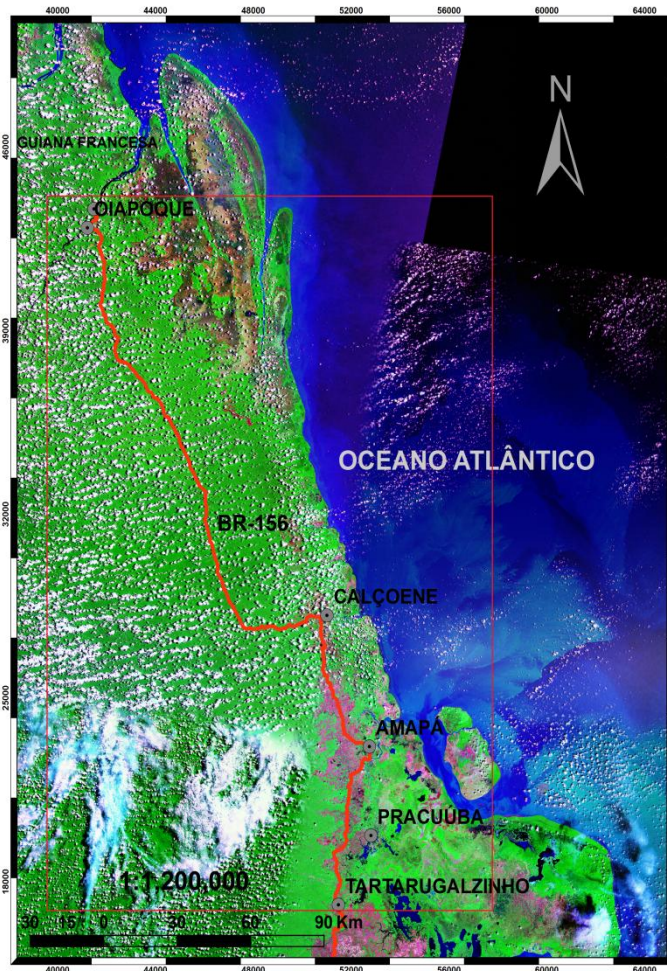
4. LOCALIZAÇÃO E ACESSO A ÁREA

A BR-156 é uma rodovia federal localizada no Estado do Amapá, que vai do município de Oiapoque, na fronteira com a Guiana Francesa, até Laranjal do Jari, no sul do Amapá, e cobre uma distância de 805 km. Esta rodovia corta todo o Estado do Amapá no extremo norte brasileiro, e está inserida, em sua grande parte, no Planalto Rebaixado da Amazônia.

A área de estudo do presente trabalho, corresponde às imediações da rodovia BR-156, englobando os municípios de Tartarugalzinho, Amapá, Calçoene e Oiapoque, bem como outras localidades e povoados, percorrendo uma distância de aproximadamente 420 km, como mostrado na Figura 2.

A região é de difícil acesso, pois grande parte desta rodovia encontra-se em péssimo estado de conservação, situação essa que se agrava bastante no período chuvoso. Partindo de Belém, uma das formas de acesso é seguir até Macapá por via aérea (40 minutos) ou por via fluvial (de 24 a 48 horas). A partir de Macapá, segue-se por via rodoviária, pela BR-156 até o município de Tartarugalzinho, indo em direção ao norte do Estado até o município de Oiapoque, em uma viagem que leva aproximadamente de 11 a 12 horas, dependendo da situação da estrada.

Figura 2. Imagem de satélite indicando a localização da área de estudo, com destaque para rodovia BR-156.



Fonte: Imagem (ZULU/NASA, 2000) (R7,G4,B2).

5. CARACTERÍSTICAS FISIOGRAFICAS

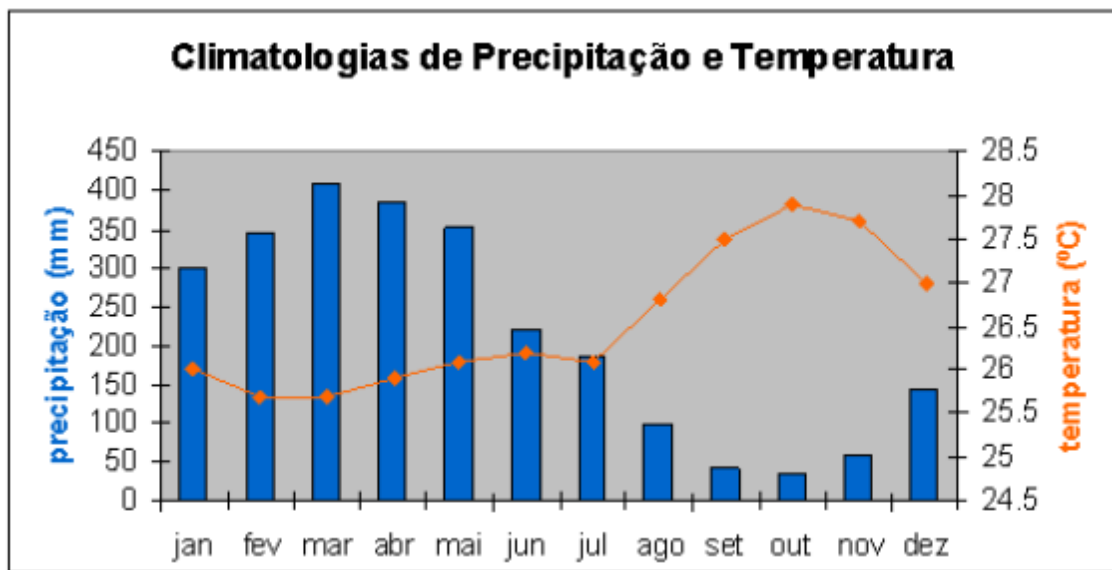
5.1. CLIMA

Na região norte do Brasil, o clima caracteriza-se por ser quente e úmido possuindo uma grande estabilidade, sofrendo pequenas variações ao longo das estações climáticas, que não são muito evidentes, pois a região está próxima a linha do Equador.

De acordo com Bruck et. al (19-- apud SILVEIRA, O. F.; SILVEIRA, O. T.; COSTA NETO, (2004), a Região Norte possui temperatura média anual com pouca variação sazonal, em torno de 26°C (Figura 3), sendo mais elevadas entre os meses de setembro e novembro e mais amenas nos meses de julho a agosto. Pela Classificação Climática de Köppen, o clima da região se enquadra no tipo AF-MF (Clima litoral dos ventos alísios e temperatura uniformemente elevadas).

O regime pluviométrico do litoral amapaense é tropical, caracterizado por um período bastante chuvoso com mais 70% do total anual de janeiro a julho, e um período de sub-seca de agosto e se prolonga até dezembro com precipitações entre 100 a 550 mm mensais (INPE, 2007).

Figura 3. Oscilação da média mensal da precipitação e temperatura no Estado do Amapá, com base em séries temporais de 1961 a 1990.



Fonte: (CPTEC, 2011).

5.2. GEOLOGIA

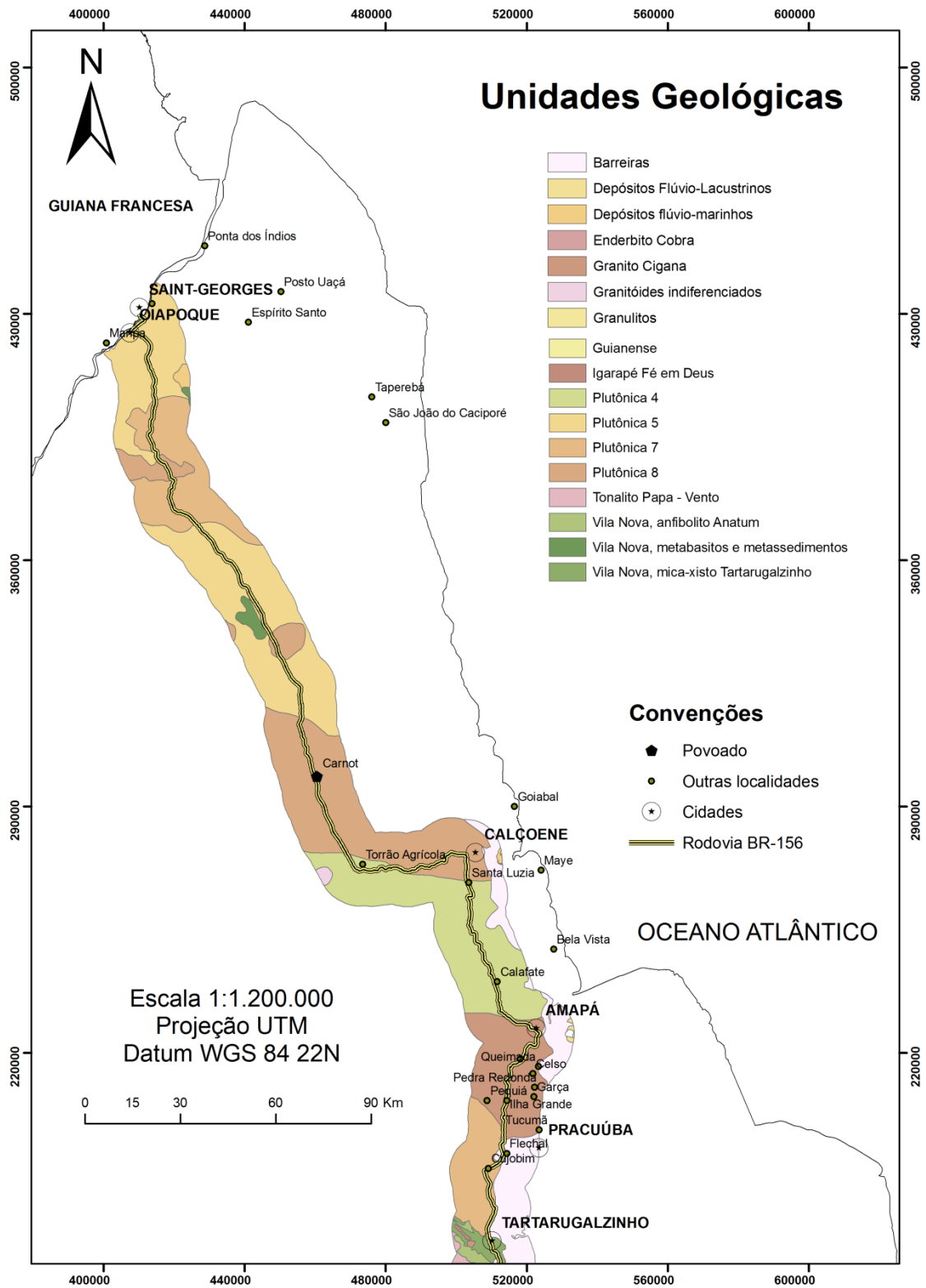
5.2.1. **Geologia Regional**

Segundo Lima et al. (1974), a geologia regional engloba o Quaternário, o Terciário, o Triássico – Cretáceo e o Pré-Cambriano, períodos que encontram-se representados em seis províncias geológicas: Cráton Guinês, Embasamento Guriense, Faixa Orogênica Tumucumaque-Vila Nova, Província Alcalina Maicuru-Mapari, Província Toleítica Oaipoque-Araguaria e a Cobertura Cenozóica da Plataforma do Amapá. O Cráton Guinês, o Embasamento Guriense e a Faixa Orogênica Tumucumaque-Vila Nova, constituem-se de rochas metamórficas pré-cambrianas dobradas em estilos diferentes e falhados. A Faixa Orogênica é melhor representada por rochas intrusivas alcalinas e ultrabásicas-alcalinas enquanto que a Província Toleítica é caracterizada por intrusões de diabásio em forma de diques paralelos de direção N-NW. A Cobertura Cenozóica ocorre na orla do Atlântico, sendo o Terciário encontrado desde Macapá até o Rio Uaçá e o Quaternário se apresenta como uma planície flúvio-marinha desde Macapá até o Oaipoque (BOAVENTURA; NARITA, 1974) (Figura 4).

Segundos estudos realizados na área, a estratigrafia da área tem como unidade basal o Complexo Guianense, de fácies mesometamórfico a catametamórfico, cuja orogêgese remonta a idades superiores de 2.550 M.A (Ciclo Guriense). Entretanto, um evento orogenético posterior provocou o rejuvenecimento isotópico nas rochas do Complexo, pois datações acusam idades entre 2.100 - 1.800 M.A (Ciclo Transamazônico). O Grupo Vila Nova é o conjunto metamórfico imediatamente sobreposto, de fácies epimetamórfico a mesometamórfico, cujas datações indicam também uma orogênese ocorrida há 1.800 - 2.100 M.A .Aparentemente, a porção mais oriental do Cráton Guianês foi uma área submetida a epirogênese positiva, desde o final do Pré-Cambriano até o início do Terciário, já que são ausentes registros de sedimentação paleozóica e mesozóica (LIMA et al., 1974).

O Terciário encontra-se em uma estreita faixa e é representado por uma sedimentação de pelitos, psamitos e psefitos do Grupo Barreiras, que, em toda a extensão oeste, transgride sobre rochas do Complexo Guianense. Este grupo se expressa morfológicamente como platôs baixos dissecados ou como relevo colinoso, com rede de drenagem bastante densa e ramificações de canais de cabeceira que sugerem uma retomada de erosão recente.

Figura 4: Carta geológica da área de estudo, na rodovia BR-156, e seu entorno no Estado do Amapá.



Fonte: Modificado do(CPRM, 2002 - Folha NA/NB.22-Macapá).

O Arqueano está representado por rochas granítico-gnáissicas do Complexo Guianense e do Cinturão Granulítico Tumucumaque (CGT). Segundo Moltalvão e Bezerra (1985), o Complexo Guianense faz parte de um complexo de rochas de terrenos metamórficos de médio a alto grau que representam o embasamento do estado do Amapá, que agrupa gnaisses, granitos, tonalitos e granulitos ácidos e básicos (LIMA et al 1974).

O Cinturão Granulítico Tumucumaque está representado por granulitos ácidos e básicos, constituídos por piriclasitos, charnoquitos e enderbitos (LIMA et. al., 1982).

Lima et al (op. cit.) cita, que, no Proterozóico Inferior, estágio de formação dos oceanos, devido a processos distensionais, o material máfico e ultramáfico produzido pelo extravasamento foi metamorfozido constituindo o Grupo Vila Nova, composto por rochas meta-máficas, ultramáficas, meta ácidas de origem vulcânica, xistos, quartzitos e formações ferríferas.

Lima et al. (1991) redefiniram o Cinturão Granulítico Tumucumaque (CGT), adotando a designação de Suíte Metamórfica Ananaí – Tartarugal Grande. Segundo João e Marinho (1982b) estabeleceram as litologias desta suíte e propuseram um quadro estratigráfico para a região. A unidade mais antiga é constituída pela Suíte Metamórfica Ananaí, que inclui a unidade Piraclisito Mutum (composto principalmente por hiperstênio – piroclásio granulitos e algumas ocorrências de quartzitos bandados com leitões ferríferos).

Com a abertura do Oceano Atlântico, a Bacia do Amazonas foi submetida a uma subsidência acentuada, recebendo intensa sedimentação clástica, constituída de arenitos, siltitos, argilitos e conglomerados vermelhos de ambiente fluvial, os quais compõem a Formação Alter do Chão (LIMA et. al. op.cit.). Do período entre o Paleoceno e o Mioceno, mudanças climáticas e processos intempéricos permitiram o desenvolvimento dos depósitos lateríticos /bauxíticos verificados no Amapá (LIMA et al. op.cit.). Durante o Pleistoceno, oscilações climáticas com reflexos nos processos erosivos e deposicionais, além de interferências tectônicas, teriam como resultante a compartimentação atual do relevo (LIMA , op cit.).

As coberturas sedimentares do Cenozóico se restringem a orla do Atlântico; a Formação Barreiras aflora desde Macapá - AP até o Rio Uaçá numa estreita banda que se adelgaça rumo ao norte sob formas de platôs de cotas baixas, sendo constituído por lutitos, ruditos e rudáceos. O Quaternário se encontra na faixa litorânea de largura variável, desde o

Oiapoque-AP até Macapá-AP, constituindo várias áreas de planície de inundação (*tidal flats*), pantanosas (*tidal marshes*) e lagos residuais com uma sedimentação mista, marinha e fluvial (LIMA et al., 1974).

O Paleoproterozóico compreende o Complexo Máfico – Ultramáfico Bacuri que intrude as rochas do Complexo Guianense (PIMENTEL et al., 2002). Além deste, inclui as rochas metavulcanossedimentares do Grupo Vila Nova (LIMA, op. cit.). O Mesoproterozóico está representado por rochas vulcânicas félsicas do Grupo Iricoumé e pelas vulcânicas alcalinas do Grupo Mapará (HORIKAHA, 2003).

Enxames de diques de rochas básicas, da Suíte Intrusiva Cassiporé correspondem ao magmatismo básico ocorrido no Mesozóico (VEIGA et al., 1985).

É importante destacar, quanto a estruturas, na porção central do Estado do Amapá, abrangendo as regiões do Rio Flechal e do Rio Tartarugal Grande e da localidade de Lourenço e, indo em direção à fronteira com a Guiana Francesa, na região de Caroni, foi definido o Cinturão de Cisalhamento Caroni-Quatro Pancadas. Trata-se de um cinturão cujo “*trend*” NW-SE é bem marcado na região do Rio Flechal, através da Falha Quatro Pancadas. Na porção mais ao norte do Estado do Amapá, na região do Baixo Rio Uaçá e, adentrando na Guiana Francesa, foi definido o Cinturão de Cisalhamento Baixo Uaçá. Este cinturão exibe um trend NNW-SSE, bem caracterizado nas rochas metavulcano-sedimentar do Grupo Vila Nova (AVELAR, 2002).

5.3. GEOMORFOLOGIA

Lima et al. (1974) identificaram 5 (cinco) unidades morfoestruturais no Estado do Amapá, sendo elas os: Planaltos Residuais do Amapá, Planalto Rebaixado da Amazônia, Colinas do Amapá, Depressão Periférica do Norte do Pará e Planície Flúvio-Marinha Macapá-Oiapoque. Porém Lima, Bezerra & Araújo (1991) atribuíram uma nova classificação também representada por 5 (cinco) unidades morfoestruturais: Planície Costeira do Amapá, Planalto Rebaixado da Amazônia, Planalto da Bacia da Amazônia, Planalto Dissecado Jari-Araguari e Planalto Dissecado do Norte do Amapá (Figura 5 e 6).

No ponto de vista geomorfológico, podemos identificar que os Planaltos Residuais são representados por maciços residuais dissecados pelos intensos processos fluviais (SILVEIRA,

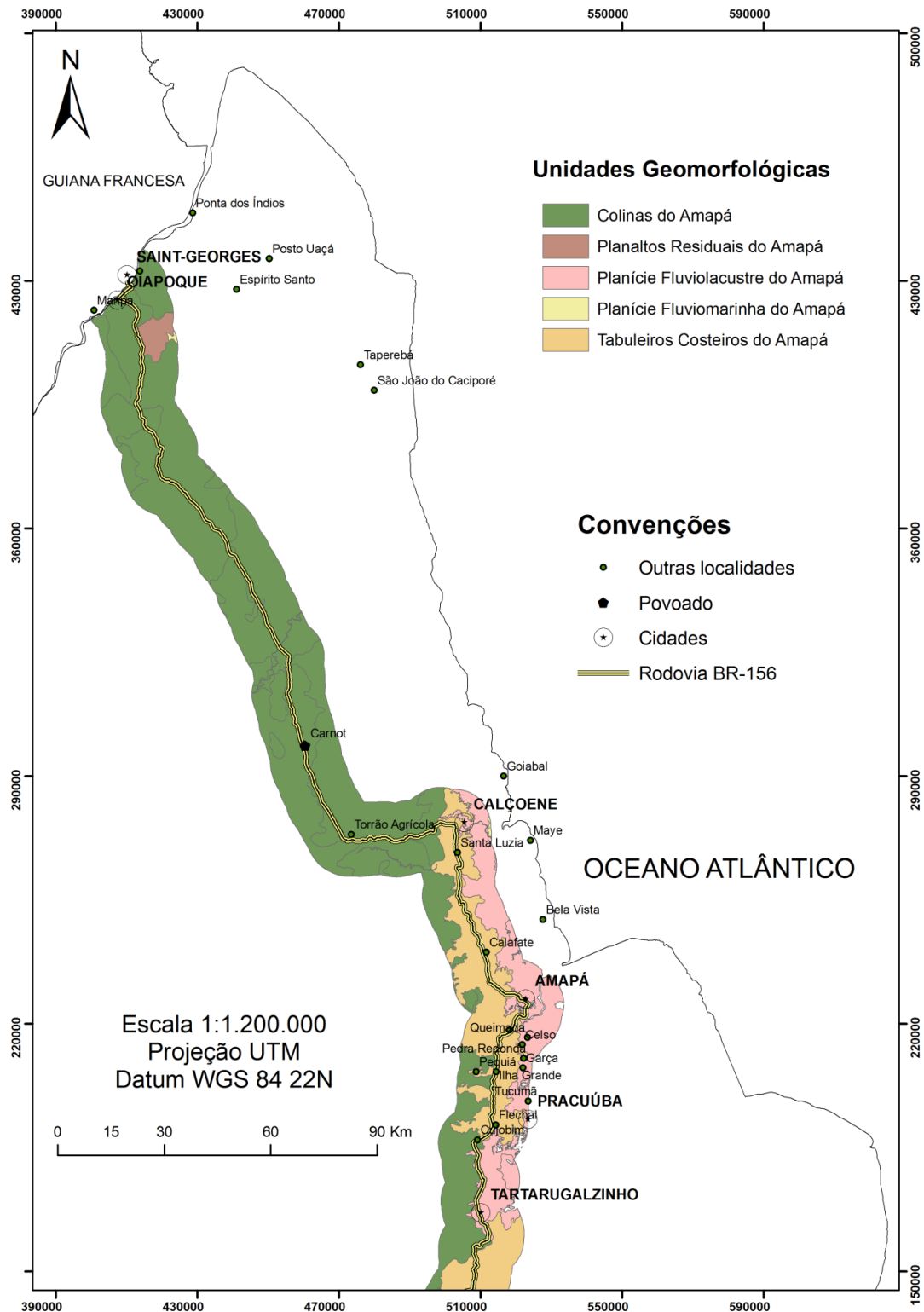
1998). Porém o Planalto Rebaixado da Amazônia é caracterizado por ser composto por sedimentos do Grupo Barreiras e ocorrem na porção ocidental do estado.

As Colinas do Amapá apresentam grande expressão areal e localizam-se no domínio morfoclimático dos planaltos residuais e das áreas colinosas revestidas por floresta densa. É produto da dissecação do Complexo Guianense e Grupo Barreiras por extensa superfície de pediplanação. Variam em altitude entre 150 e 200 metros, diminuindo essa altitude em direção ao litoral. No sul do estado são representadas por colinas de topo aplainado revestido por crostas ferruginosas, acompanhando o litoral na parte leste do Rio Araguari (SANTOS, 1994). As colinas do Amapá é a maior expressão espacial na área de estudo por onde a rodovia BR-156 está assentada (Figura 5). Segundo Boaventura & Narita (1974), esta unidade resultou da dissecação de extensa superfície pediplanada que truncou predominantemente litologias do Complexo Guianense seccionando sedimentos da Formação Barreiras, como já mencionadas anteriormente.

A Planície Costeira do Amapá pode ser subdividida em dois setores segundo a sua morfologia e gênese, cuja referência foi o Rio Flechal. Ao norte do mesmo, a área foi considerada como de origem predominantemente marinha, enquanto que ao sul, os processos fluviais foram considerados mais importantes, sendo o agente principal o Sistema de Dispersão Amazônico (SILVEIRA, 1998). De acordo com Boaventura & Narita (op. cit), esta unidade, constitui-se principalmente por sedimentos arenosos, siltosos, argilosos e vasas.

Silveira (op. cit.) caracterizou o Domínio Norte através da ocorrência de feições morfológicas resultantes de processos fluviais e marinhos antigos e atuais, sendo as Planícies de Cheniers as feições morfológicas mais antigas e os Terraços de Abrasão e as Planícies Arenosas as feições mais atuais.

Figura 6: Carta geomorfológica da área de estudo, na rodovia BR-156, e seu entorno no Estado do Amapá.



Fonte: Modificado de IBGE (2008).

5.4. VEGETAÇÃO

O Amapá, é reconhecido como um dos estados com a menor taxa de desmatamento do Brasil, ainda dispõe de cerca de 98% de suas florestas nativas intactas (IEPA, 1998).

De acordo com ZEE (2008), a diversificação de ambientes naturais do Amapá corresponde à própria diversidade de seus domínios florísticos, com grande expressão e abrangência territorial. Entre eles destacam-se ao longo da orla litorânea, os manguezais; florestas de várzea diretamente ligada aos ambientes ribeirinhos; florestas de terra firme com maior representação no Estado e florestas de transição em áreas de tensão ecológica. Também incluem os cerrados e os campos inundáveis ou de várzea em áreas deprimidas de planície aluvial, como exemplificado na figura 7.

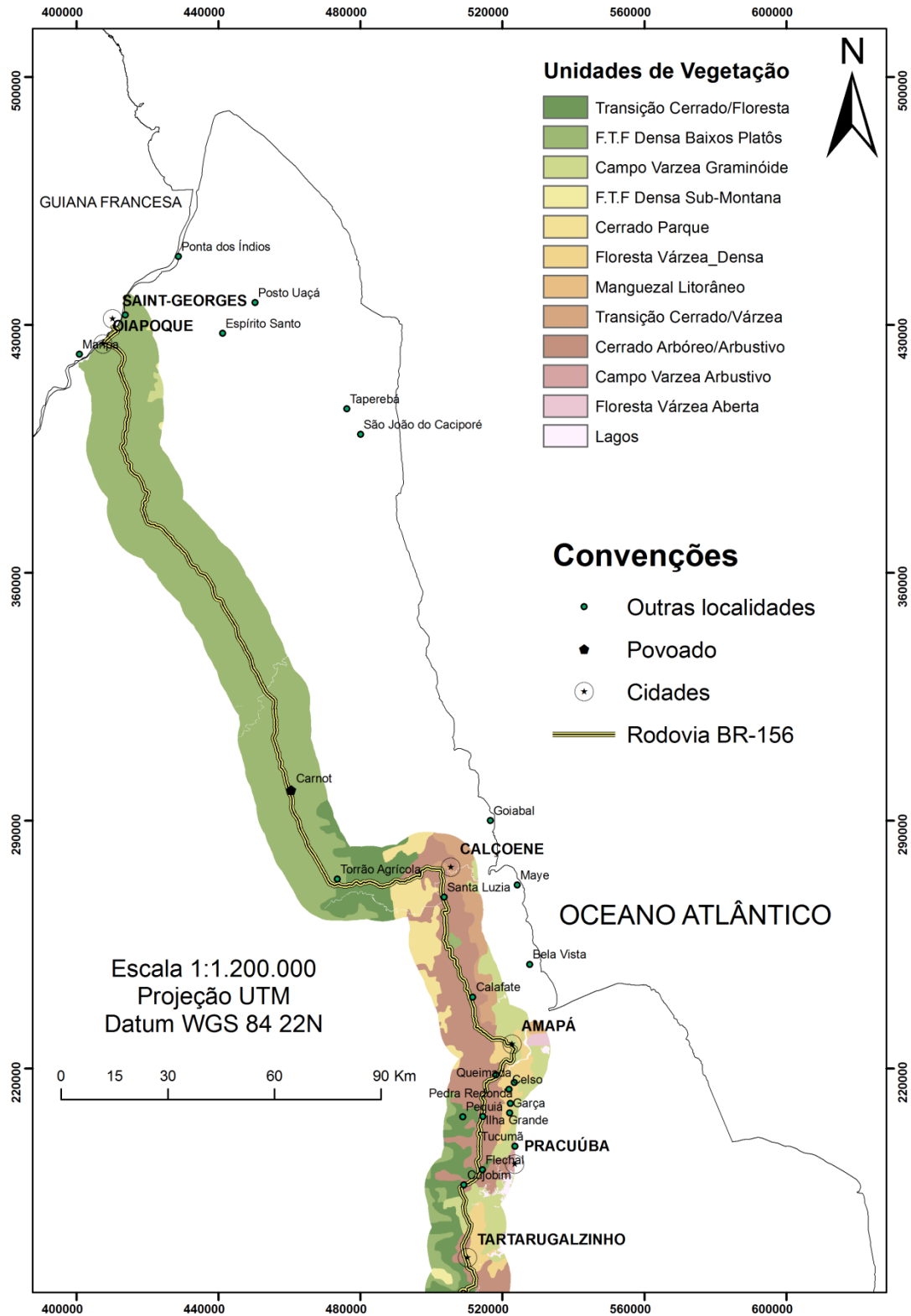
Tabela 1. Representação dos domínios florísticos do Estado do Amapá.

NATUREZA	Distribuição/Área (Km ²)
Manguezal	2.784,97
Floresta de Várzea	6.959,25
Floresta Densa de Terra Firme	103.081,58
Floresta de Transição	3.905,92
Cerrado	9.861,89
Campos de Várzea	16.065,35
Águas Superficiais	794,74
TOTAL	143.453,70

Fonte: ZEE (2008).

A vegetação da área de entorno da rodovia BR-156 é constituída predominantemente pelos domínios de Floresta Densa de Terra Firme, Cerrado, Floresta de Transição e Floresta de Várzea (Figura 7).

Figura 7. Carta de vegetação da área de estudo, na rodovia BR-156, e seu entorno no Estado do Amapá.



Fonte: Modificado de IBAMA (2008).

5.4.1. Floresta Densa de Terra Firme

A Floresta Densa de Terra Firme é o tipo de vegetação mais representativa da região, cuja a área de distribuição corresponde a 103.081,58 km² o equivalente a mais de 2/3 do território (Tabela 1). Dentre as características da floresta densa de terra firme, destacam-se: máxima diversidade por unidade de área, estrutura de alto porte, estratificações diferenciadas segundo tipologias locais e frequentes níveis de especialização (ZEE, 2008).

Geralmente, as maiores considerações sobre este tipo de floresta são atribuídas às suas espécies emergentes, porém considerando a frequência da diversidade em importância econômica das espécies da vegetação, destacam-se os grupos de árvores mais importantes como os angelins, acapu e sucupira (Leguminosae), castanha-do-brasil, sapucaias e matamatás (Lecythidaceae), breus (Burseraceae), louros (Lauraceae), maçaranduba, maparajuba e abiuranas (Sapotaceae) (ZEE, op. cit.).

5.4.2. Cerrado

Os campos savânicos do Estado do Amapá estão distribuídos no sentido norte-sul e na sua porção sudoeste, semelhante fisionomicamente aos cerrados do planalto central, cobrindo uma superfície de 9.861,89 km², que correspondem a 6,87 % do Estado. Caracterizada por árvores tortuosas, suberificadas, de folhas raramente decíduais, bem como por formas biológicas adaptadas aos solos deficientes, profundos e aluminizados (RADAMBRASIL, 1974).

Os cerrados estão associados aos solos aluminizados, derivados do Grupo Barreiras, constituídos por sedimentos areno-argilosos, arenosos, argilo-siltosos e conglomerados, assentados em discordância sobre as rochas Pré-Cambrianas do Complexo das Guianas (LIMA et al., 1991 ; RABELO ; CHAGAS, 1995).

Sua identidade fisionômica é dada pela vegetação que se apresenta na forma campestre, marcada por uma flora lenhosa dispersa, com profundas adaptações fisiológicas e morfológicas às condições limitantes do meio físico e às formas de manejos inadequados, via de regra através de queimadas sazonais (ZEE, 2008). Portanto é possível definir duas tipologias básicas pra esse ambiente:

- Cerrado arbóreo-arbustivo: tipo florístico marcado pela presença de um estrato lenhoso pouco diversificado e muito sensível a diferenciações locais do meio. Seus

representantes arbóreos mais importantes situam-se em torno de 7 a 12 metros de altura e os mais freqüentes são: bate-caixa (*Salvertia convalaeodora*), sucuúba (*Himathanthus articulata*) e caimbé (*Curatella americana*);

- Cerrado parque: tipo florístico caracterizado pelo domínio do estrato herbáceo com presença de elementos lenhosos dispersos, sem nenhuma relação definida de distância entre si. O cerrado parque é mais freqüente em áreas de relevo ondulado, ou mesmo em áreas aplainadas ou abaciadas (ZEE, 2008).

5.4.3. Floresta de Transição

Classificada como Floresta de Transição (ZEE, 2002) e como Floresta Ombrófila Aberta de Terras Baixas (VELOSO et al., 1991) e, associadas a eventos neotectônicos que imprimiram uma nova fisiografia à região dos lagos, originando terraços que isolaram fragmentos do ecossistema, que hoje encontram-se circundado por campos inundados, florestas de várzea (planície de inundação) e cerrado (COSTA NETO, 2006).

A floresta de transição constitui um tipo vegetacional ligado a condições ecológicas particulares, o que lhes atribui características próprias, dependentes dos estágios sucessórios de seus componentes e do conjunto de influências de seus ambientes limítrofes. Dado isso, é possível observar-se formas diferenciadas de floresta de transição que podem expressar parte da diversidade dos ambientes envolvidos, ou mesmo ater-se à diversidade de apenas um desses ambientes (ZEE, 2008). Este tipo de vegetação representa 2,72 % do Amapá o que corresponde a uma cobertura de 3.905,92 Km² (ZEE, op. cit.).

5.4.4. Floresta de Várzea

As florestas de várzea ocupam 6.959,25 km² (4,85%) da cobertura vegetal do Estado e aproximadamente 15,46 % do setor costeiro estuarino (ZEE, 1998). São ecossistemas ripários, energeticamente abertos, que estão associados a rios de água branca, com grande aporte de água doce e sedimentos decorrentes do ciclo diário de enchentes e vazantes representados pelas marés semidiurnas. Devido às inundações, é carreada diariamente para essas áreas uma grande quantidade de material sedimentar, o que lhe confere alta fertilidade (ZEE, 1998 ; MPEG, 1998).

Sua área de abrangência e maior concentração ocorrem principalmente em margens de rios de água barrenta onde, de certo modo, passa a ser regulada pelos regimes de marés. Na

medida em que se avalia o comportamento desse ambiente, a partir das áreas estuarinas para o interior do continente, observa-se profunda redução florística possivelmente ligada às alterações físico-químicas das águas desses rios (ZEE, 2008).

Na linha de costa, a floresta de várzea é substituída pelos manguezais. No interior da planície inundável encontram-se formações de florestas de várzea com estrutura e diversidade diminuída em relação às formas ribeirinhas. Fala-se então em floresta aberta de várzea, em oposição a outra que passa a constituir uma forma de Floresta Densa de Várzea (ZEE, op. cit.).

6. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão abordados os conceitos de vulnerabilidade ambiental as áreas críticas ao transporte de óleo na rodovia, bem como abordar características da BR-156 e os métodos utilizados para a realização dos mapeamentos desta área utilizando o sensoriamento remoto como principal ferramenta.

6.1. RODOVIA BR-156

A rede rodoviária implantada no Amapá possui uma extensão de aproximadamente 2.515 km, sendo 943 km de rodovias federais, 901 km de rodovias estaduais e 617 km de rodovia municipais (ZEE, 2008).

A BR-156 é uma rodovia federal que abrange o município de Laranjal do Jari, no sul do estado, até o município do Oiapoque na fronteira com a Guiana Francesa, no norte do Estado do Amapá, percorrendo uma distância de 805 km. De acordo com o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2011), a BR-156 é classificada como uma rodovia longitudinal, pois corta o estado do Amapá na direção Norte-Sul.

A BR-156 é a “espinha dorsal” dos transportes amapaenses, cuja pavimentação na porção norte, tem por finalidade maior interligar fisicamente o Brasil aos países vizinhos da região Norte (França, Suriname, Guiana Francesa e Venezuela). Este desenvolvimento possibilitará um melhor intercâmbio comercial, movimentação de grande potencial turístico regional e local, redução de gargalos infra-estruturais para melhoramentos do trânsito de mercadorias, pessoas, entre outros (SILVA & RÜCKERT, 2007).

A pavimentação da rodovia está bem avançada, porém há, ainda, muitos pontos críticos para o transporte de mercadorias e pessoas, no seu extremo norte, principalmente entre Calçoene e Oiapoque, inclusive nos meses de período chuvoso. A partir de Tartarugalzinho a situação da rodovia piora bastante, com muitos buracos ao longo do percurso. De Tartarugalzinho até o município de Calçoene a situação da estrada faz com que a velocidade dos veículos seja reduzida a fim de evitar prováveis acidentes.

De acordo com a análise de Silva & Pastana (2006), para se ter acesso, principalmente aos municípios do norte do estado, como Oiapoque, partindo de cidades principais, como Macapá e Santana, só é possível através da BR-156, ou por via aérea. Porém, o custo do transporte aéreo é alto para a curta distância entre as cidades.

Atualmente, diversas pontes de concreto estão sendo construídas no trecho dos municípios de Ferreira Gomes e Oiapoque em substituição às pontes de madeira, que se encontravam em péssimo estado de conservação.

As viagens pela rodovia duram aproximadamente 12 horas por uma estrada constituída de asfalto e terra batida, sendo que nesta extensão são quantificados 60% de asfaltamento que saindo de Macapá atinge o município de Calçoene. O percurso inverso Oiapoque/Macapá conta com 50 km de pavimentação (OLIVEIRA & GUERRA, 2010). Nesse trajeto das 50 pontes existentes, a maior parte é construída de madeira, facilitando a passagem por cima dos rios, riachos e igarapés, destacando as precárias condições dessas estruturas e o constante perigo para viajantes, veículos, e transporte de qualquer produto perigoso, uma vez que alguns trechos são estreitos, erodidos e cercados de abismos, por muitas vezes inviáveis para o tráfego em consequência da grande camada de lama que se formam durante a estação chuvosa (OLIVEIRA & GUERRA, op. cit.) (Figura 8).

Figura 8. Rodovia BR-156 sentido Macapá-Oiapoque em viagem de campo realizado em 14/11/2011.



6.2. VULNERABILIDADE AMBIENTAL AO DERRAMAMENTO DE ÓLEO

Uma definição de vulnerabilidade que aborda os diferentes fatores é esboçada por IDEA (2002 *apud* ESCOBAR e ANGEL, 2006).

“A vulnerabilidade é a probabilidade que um sujeito ou elemento exposto a uma ameaça natural, tecnológica ou antrópica, de acordo com o grau de fragilidade de seus elementos (como infra-estrutura, moradia, atividades produtivas, grau de organização, sistemas de alerta, desenvolvimento político institucional entre outro), sofra danos ou perdas humanas e materiais no momento do impacto do fenômeno assim como ter dificuldades de recuperar-se, a curto, médio ou longo prazo”.

Em outras palavras, vulnerabilidade é à disposição de uma comunidade para sofrer tensão, ou a consequência do enfraquecimento de qualquer dispositivo protetor, podendo ser definido como o grau pelo qual um sistema, ou parte de um sistema, pode reagir adversamente à ocorrência de um evento perigoso (SMITH, 1992; MARANDOLA Jr e HOGAN, 2004).

O derramamento é considerado qualquer forma de liberação de óleo e derivados para o ambiente, incluindo o despejo, escape, vazamento e transbordamento. Óleo nesse contexto deve ser entendido como petróleo e seus derivados, incluindo óleo cru, óleo combustível, borra, resíduos de petróleo, produtos refinados e mistura de água e óleo em qualquer proporção (MMA, 2002).

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1. MISSÃO SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*)

Em fevereiro de 2000, o ônibus espacial *Space Shuttle Endeavour* foi lançado para uma missão de imageamento ininterrupto da superfície terrestre, durante 11 dias, operando a 233 km de altitude com um moderno sistema SAR interferométrico (InSAR), que permitiu a confecção de um Modelo Digital de Elevação (DEM - *Digital Elevation Model*), em escala global, da superfície terrestre, cobrindo aproximadamente 80% da Terra, entre 60° N e 57° S de latitude (HELM et al., 2002).

Os dados de SRTM são conjuntos dos resultados de um esforço de empresas como a NASA e a Agência Nacional de Inteligência Geoespacial (NGA), bem como em parceria com empresas italianas e alemãs, com o objetivo de gerar um modelo de elevação digital da Terra.

O sistema InSAR do SRTM operou com dois pares de antenas em banda X e banda C. Os dados obtidos com banda X possuem resolução de 1 arc sec (~ 30m) e cobrem uma área de 58 milhões de km² da superfície terrestre, enquanto que aqueles obtidos com banda C possuem resolução de 3 arc sec (~90m), cobrindo uma área de 119 milhões de km². Os dados adquiridos em banda C foram processados pela Agência Espacial Americana (*NASA/JPL-Jet Propulsion Laboratory*), enquanto que, os dados obtidos com banda X foram processados conjuntamente pela Agência Espacial Alemã (*DLR-German Aerospace Center*) e Agência Espacial Italiana (*ASI Italian Space Agency*) (RABUS et al., 2003).

Após o processamento dos dados InSAR, os mesmos foram disponibilizados no formato DEM (*Digital Elevation Model*), com coordenadas geográficas e datum vertical e horizontal WGS-84, com resolução espacial horizontal de 30 para a banda X e resolução espacial horizontal de 90 para a banda C. A acurácia do DEM SRTM é de ± 16 m para acurácia vertical absoluta e ± 6 m para a acurácia vertical relativa (RABUS et al., 2003).

7.2. PROCESSAMENTO DOS DADOS DE ELEVAÇÃO SRTM

Os dados de SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) foram obtidos através da base de dados fornecidos pela NASA (<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>), em formato *.hgt*. Foram utilizadas 16 cenas SRTM, correspondentes aos arquivos *hgt N00W050*, *hgt N00W051*, *hgt N00W052*, *hgt N00W053*, *hgt N01W050*, *hgt N01W051*, *hgt N01W052*, *hgt N01W053*, *hgt N02W051*, *hgt N02W052*, *hgt N02W053*, *hgt N03W051*, *hgt N03W052*, *hgt*

N03W053, *hgt* N04W052 e *hgt* N04W053 do período de 11 de fevereiro de 2000. Na tabela abaixo (Tabela 2) são encontradas as principais características das cenas utilizadas.

Tabela 2. Características das cenas SRTM utilizadas.

Plataforma/Sensor	Data de Aquisição	Ângulo de incidência (<i>near – far</i>)	Resolução Espacial (m)	Tamanho do <i>Pixel</i> (m)	Swath (Km)
Endeavour/InSAR	FEV, 2000	17° - 65°	90	90	111

Os dados em *.hgt* foram manipulados no Programa *Global Mapper V 5.1*, onde foram exportados para o programa *ArcGis 9.3*, já reprojetoado do arquivo original para UTM, e exportada do arquivo *.hgt* para *geotiff*.

7.2.1. Processamento para extração de drenagens

O processo de extração de drenagem (Figura 9) foi realizado no software *ArcGis 9.3*, onde inicialmente, os arquivos foram projetados nos sistemas de coordenadas em UTM em WGS 84 Zona 22N.

Para a extração de drenagem, foi utilizada, primeiramente a ferramenta *Hidrology*, onde, porém, foi necessária a mudança de alguns atributos da imagem. As correções foram realizadas na tabela de atributos utilizando o *Con*. Após este processo foi feito o *fill* para o preenchimento da superfície do raster e remover as imperfeições das imagens. Foi executada a direção do fluxo das drenagens, pois o raster gerado a partir deste processo serviu de base para a construção de outros rasters.

Utilizou-se o *flow accumulation* para identificar canais, córregos e locais topograficamente altos. Sobre a superfície raster, o programa consegue determinar as linhas de direção de fluxo da drenagem sobre o terreno, esta análise acontece *pixel a pixel* dentro da imagem, levando-se em consideração os valores de elevação de cada *pixel*. Após este processamento obtém-se um novo raster chamado de *flow Direction*.

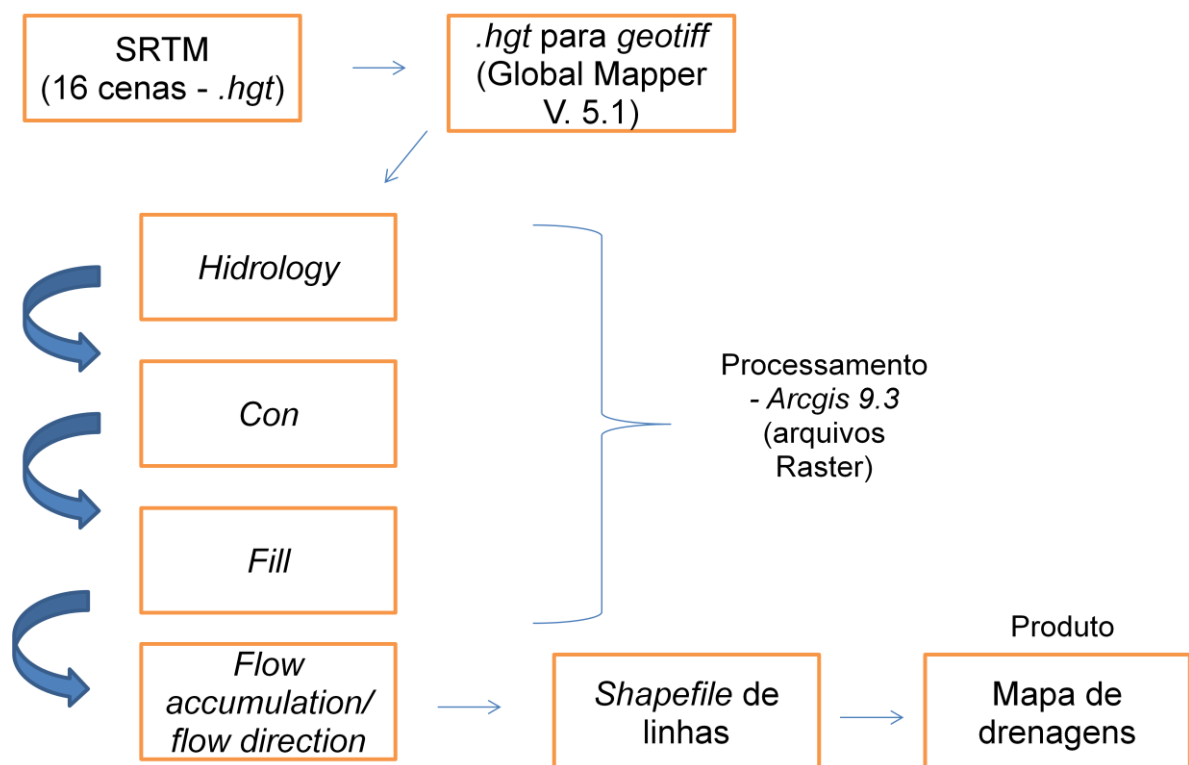
A averiguação da hierarquização foi baseada na proposta de Strahler (1952) apud Lima (2002), na qual os canais iniciais sem tributários são denominados de primeira ordem,

onde a confluência de dois canais de primeira ordem surge os segmentos de canais de segunda ordem, e assim por diante.

Após esses processos os rasters das imagens foram transformados em arquivos de vetor para *Shape File* de linhas, para a classificação segundo a metodologia de Soares & Fiori (1976).

Importante destacar que houve erros na extração automática da drenagem, devido à baixa declividade da planície costeira do Amapá. Houve, então, a necessidade de realizar as devidas correções manualmente no editor do *ArcGis 9.3*, com o auxílio visual da imagem Landsat 7, ETM+ de 18/11/2000, disponível no banco de dados da NASA <http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>.

Figura 9. Fluxograma exemplificando o processo da extração de drenagem.



7.2.2. Criação do mapa de declividade da área de estudo

Inicialmente, os arquivos em *.hgt* foram manipulados no *Global Mapper V 5.1* e exportados em *geotiff* para o software *Spring 5.0* (Figura 10). Neste programa, foi realizado a

altimetria da imagem, assim criando uma grade numérica modificado de Crepani et. al (2001) para o tema declividade (Tabela 3). Nas opções da grade de declividade, foi escolhida a opção porcentagem.

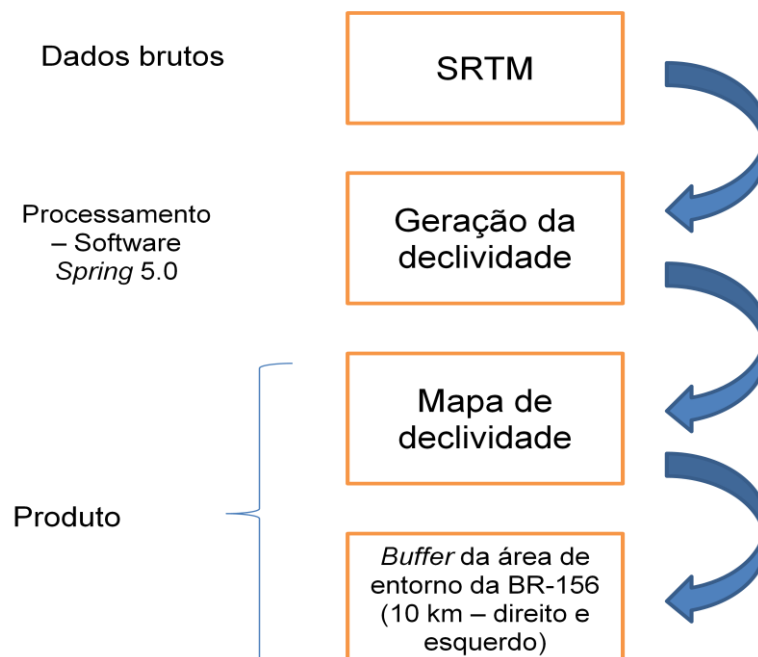
Tabela 3. Classes de Declividade com os respectivos valores da escala de vulnerabilidade.

CLASSES MORFOMÉTRICAS	DECLIVIDADE (%)	VALORES DE VULNERABILIDADE
Muito Baixa	< 2	1,0
Baixa	2 – 6	2,0
Média	6 – 20	3,0
Alta	20 – 50	4,0
Muito Alta	> 50	5,0

Fonte: Modificado de Crepani et. al (2001).

Após a criação do mapa, o mesmo foi convertido da forma matricial para um vetor e exportado para o software *ArcGis* 9.3 para a realização do *buffer* da área de entorno da rodovia BR-156.

Figura 10. Fluxograma exemplificando o processo da criação da declividade a partir de dados SRTM.



7.3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS TEMÁTICOS

7.3.1. Ensaio preliminar sobre a vulnerabilidade a acidentes no entorno da rodovia BR-156

Após atender os objetivos deste trabalho e de posse de um banco de dados consistente da área de abrangência da rodovia BR-156, foi possível realizar um ensaio sobre a vulnerabilidade a acidentes com o transporte de óleo.

A área de abrangência dos acidentes foi estipulada com base nos critérios adotados em trabalhos realizados em outros países e pelas características ambientais da região.

Para a delimitação do entorno foi utilizada a técnica de criação de *Buffer* disponível no software *ArcGis* 9.3. De acordo com Grigio (2003), para a delimitação do entorno foram consideradas três áreas de influências de acidentes: zona de impacto, a zona de influência direta e a zona de influência indireta. A primeira refere-se à área receptora do agente poluidor, a segunda corresponde à área posteriormente afetada e é dependente da rapidez da detecção do evento e na escolha apropriada na medida de controle, e a última representa o pior cenário, ou seja, se houver demora na aplicação de medida de controle acrescida de outros fatores, como por exemplo, o climático. Portanto, foi estipulado o *buffer* com área de abrangência de 10 km da margem direita da rodovia, e 10 km da margem esquerda.

De posse das *shapes* de geologia, geomorfologia, vegetação, declividade e uso e ocupação do solo, foi possível confeccionar os *buffers* da área de entorno ao longo da rodovia, através do mapa de *buffer* da estrada, assim gerando o mapa de vulnerabilidade ambiental para a identificação de áreas críticas ao transporte de óleo.

7.3.2. Mapeamento das unidades de paisagem

Seguindo a metodologia adaptada descrita por Crepani et. al (2001) foram atribuídos fatores de vulnerabilidade (relativos e empíricos) aos seguintes temas analisados: declividade, vegetação e geomorfologia. Os temas referentes à geologia e uso e ocupação do solo foram descritos seguindo a adaptação da metodologia de Nascimento e Dominguez (2009).

Para os temas referentes à geologia, geomorfologia, vegetação e uso e ocupação do solo, foram utilizados arquivos em *Shapefile* disponíveis no site do CPRM, IBGE, IBAMA e INPE, respectivamente.

Realizou-se a integração dos dados tendo por base os mapeamentos do uso e ocupação do solo, declividade, geologia, geomorfologia e vegetação, procedendo ao desenvolvimento de rotinas para a conversão de dados matriciais e vetoriais (*rasters*), com o tamanho de célula de 90 m. Foi utilizado o software *Arcgis 9.3* para o desenvolvimento das operações, utilizando a extensão *Spatial Analyst*. O índice de vulnerabilidade foi calculado pelos valores atribuídos a cada classe de um determinado tema (*raster*), utilizando a ferramenta *Raster Calculator*.

Tais valores consideram os processos que poderiam ser influenciados caso houvesse um provável acidente no percurso, convencionados nas seguintes classes: muito baixa, baixa, baixa a média, alta e muito alta. Estes valores variam de 1 a 5 e representam o comportamento esperado para cada tema.

Com os valores atribuídos a cada tema, chegou-se ao mapa final de vulnerabilidade ambiental através de uma média aritmética entre os valores definidos conforme a equação (1).

$$\text{Vulnerabilidade Ambiental} = (\text{Ge} + \text{Gf} + \text{Vg} + \text{Us} + \text{D}) / 5 \quad (1)$$

onde: “Ge” representa aos valores atribuídos ao tema geologia; “Gf” ao valores atribuídos ao tema geomorfologia; “Vg” aos valores atribuídos ao tema vegetação; “Us” aos valores atribuídos ao uso e ocupação do solo e “D” aos valores atribuídos ao tema declividade.

8. TRABALHO DE CAMPO

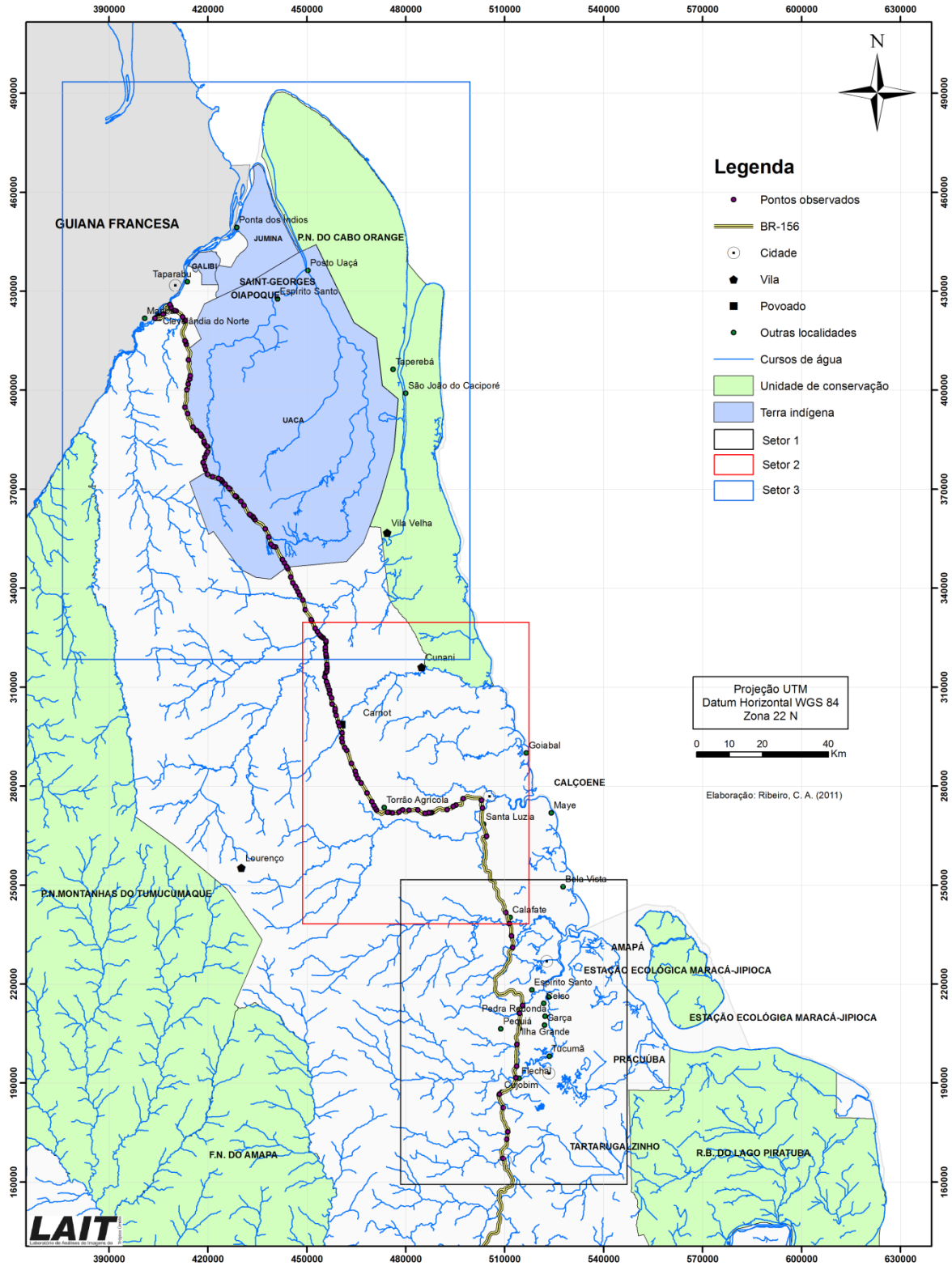
A campanha de campo foi realizada no período de 13 a 15 de novembro de 2011, e foi dividida em duas etapas:

A primeira etapa corresponde ao dia 14 de novembro de 2011, onde de Macapá partiu-se em direção ao Oiapoque, pela rodovia BR-156. A partir de Tartarugalzinho, foram coletados os pontos onde, levaram-se em consideração, as drenagens que eram cortadas pela rodovia e foram validados os pontos anteriormente observados no mapa preliminar de drenagem levado ao campo. A viagem foi realizada com um veículo do modelo Ford Ranger, com tração nas quatro rodas e com o auxílio do motorista contratado do Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (IEPA). Na coleta de pontos de observação foi utilizado o GPS do tipo Garmim 76 CSx.

A segunda etapa da campanha consistiu nas observações dos ambientes naturais, das drenagens, dos lagos represados pela construção da rodovia que a cortavam e na descrição das condições da estrada em cada ponto anteriormente coletado no GPS. Foram, também, foram descritos e fotografados 151 pontos da área em questão para a caracterização dos prováveis pontos críticos ao transporte de óleo na rodovia. Para esse procedimento utilizou-se a câmera fotográfica modelo SONY Cyber-shot, com 14.1 megapixels.

A figura 11 apresenta a rota percorrida pelas áreas visitadas. Observa-se que a área estudo foi dividida em 3 Setores, para uma melhor visualização dos locais para coleta dos pontos de observação, que corresponde ao Setor 1, entre Tartarugalzinho e Amapá; ao Setor 2, entre o município do Amapá e o povoado de Carnot; e ao Setor 3, entre o povoado de Carnot até o município de Oiapoque.

Figura 11. Mapa de drenagem com seus respectivos pontos em GPS, utilizado em campanha de campo.



9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

9.1. CARACTERIZAÇÃO DOS PRINCIPAIS USOS E OCUPAÇÃO NAS IMEDIAÇÕES DA RODOVIA BR-156

9.1.1. Setor 1

No setor 1 (Figura 12), foram observados 14 pontos onde as drenagens e pequenos córregos, cortam a rodovia BR-156. A partir de Tartarugalzinho até o ponto 14, as drenagens não foram interrompidas e a estrada é pavimentada com a presença de acostamento, principalmente nas pontes.

O Ponto 1, representado pela figura 11, mostra a drenagem cortada pela rodovia BR-156, onde a ponte apresenta uma pavimentação adequada. Esta drenagem flui em direção as regiões dos lagos, possuindo habitações próximas a este rio, predominando em suas margens ainda a mata ciliar e aparentemente não sendo alvo de poluição. O mesmo padrão é observado em todos os outros pontos (2, 6, 9, 11, 13 e 14 – Tabela 5) (Figuras 13), apresentando pequenas diferenças na densidade populacional em suas proximidades, mostrando que algumas dessas drenagens são utilizadas para subsistência das comunidades ribeirinhas que vivem às imediações da rodovia.

Quanto à classificação das drenagens neste setor, possuem um padrão predominantemente dendrítico observando que a densidade das drenagens são médias, possuindo uma sinuosidade mista com angularidade alta. Tem uma tropia multidirecional, com uma assimetria forte e formas anômalas em meandros isolados, em arco e em cotovelo (Figura 10). Importante destacar, que a vazão das drenagens mostrou-se menor que o padrão da vazão média, devido a campanha de campo ter sido realizada no período menos chuvoso (Novembro/2011).

As fotos foram obtidas a partir do lado direito da ponte, no sentido Macapá-Oiapoque.

Figura 12. Mapa de drenagem do Setor 1

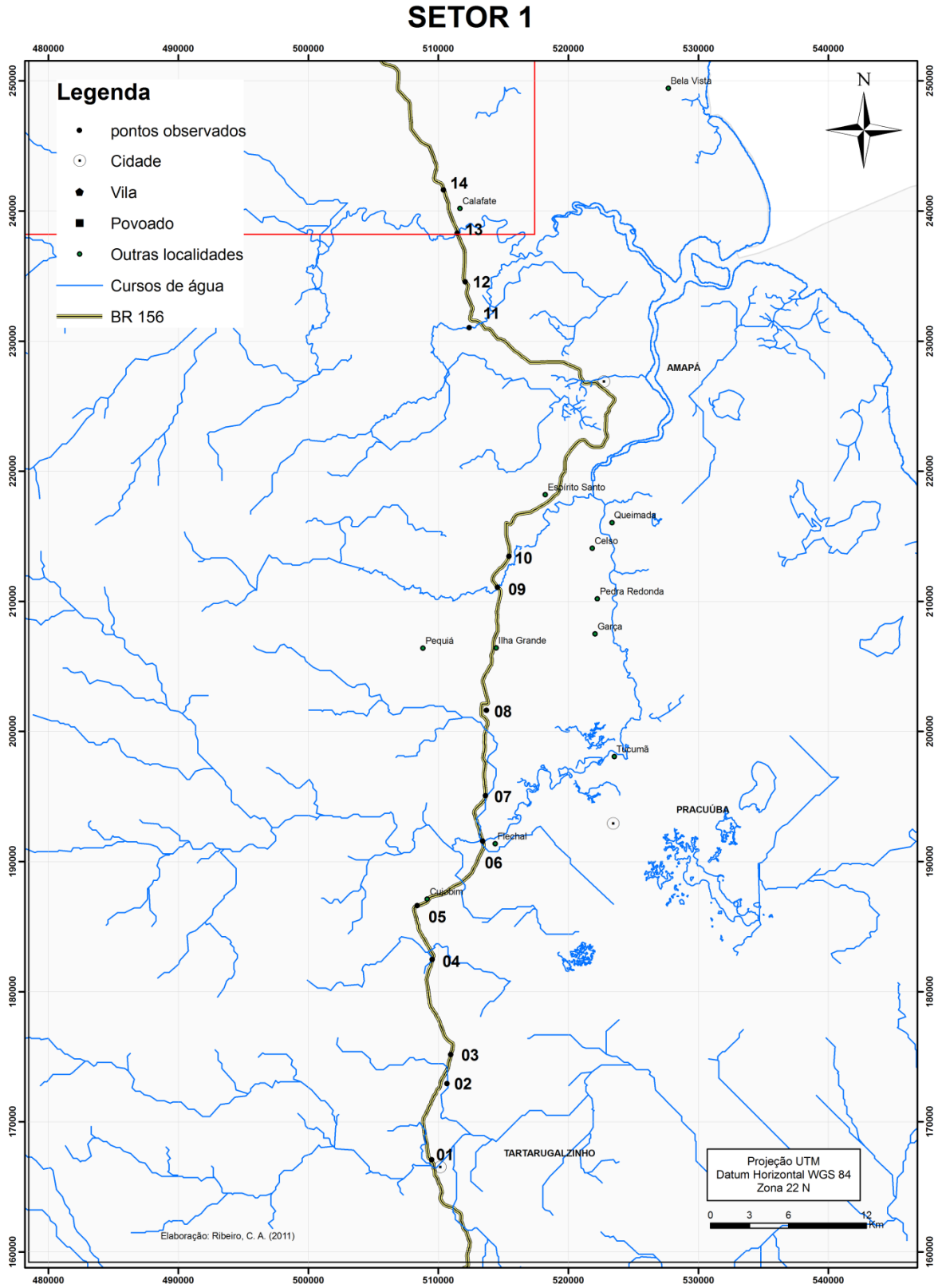


Figura 13. Fichas dos principais pontos amostrados e suas características. **Ponto 1 (A):** Tartarugalzinho. Possui ponte pavimentada com acostamento. Drenagem flui para a região dos lagos; **Ponto 2 (B):** Tartarugalzinho. Possui ponte pavimentada com acostamento; **Ponto 9 (C):** Igarapé Água Branca, onde possui ponte pavimentada com acostamento. Presença de mata ciliar. Drenagem fluindo leste para oeste; **Ponto 13 (D):** Rio Amapá Grande, onde possui ponte pavimentada com acostamento. Presença de habitações e uso do rio para lazer. Drenagem fluindo de leste para oeste; **Ponto 11(E):** Igarapé Rasa, onde possui ponte com acostamento. Presença de mata ciliar, e fluxo de drenagem que corre de leste para oeste; **Ponto 14 (F):** Igarapé do Padre, onde possui ponte pavimentada com acostamento. Presença de mata ciliar.



9.1.2. Setor 2

No Setor 2 (Figura 14) foram observados 67 pontos onde as drenagens e pequenos córregos, cortam a rodovia BR-156. A partir da localidade de Calafate (Ponto 14), no Amapá, até o Ponto 81, a estrada deixa de ser pavimentada.

A rede de drenagem, entre outros fatores ambientais considerados, pode representar um dos mais importantes componentes a ser impactado em caso de derrame acidental de óleo. A rede de drenagem neste setor mostrou-se bastante densa em comparação com o Setor 1.

Quanto à classificação das redes de drenagens neste setor, se observa um padrão dendrítico onde a densidade da drenagem é classificada como alta, com uma sinuosidade mista e angularidade alta. Possui uma tropia multidirecional desordenada, com assimetria fraca possuindo formas anômalas de meandros isolados e em arco.

Apresentam irregularidades na rodovia devido a descaracterização das drenagens, através da terraplanagem (Figura 15) para a construção da estrada, acarretando na destruição e aterramento do fluxo de rios e córregos da região (Figura 15). Em consequência muitas drenagens, ficam sem fluxo e sem alimentação com sua outra margem formando pequenos lagos e pântanos ao entorno da rodovia. Observa-se também, que algumas áreas onde o nível de base da estrada é igual ao da drenagem, podem haver inundações em épocas chuvosas, dificultando ainda mais o trajeto neste ponto. Nota-se que neste percurso, além de não haver pavimentação adequada, não há mais acostamento, com pontes de madeira sobre alguns rios, em péssimo estado de conservação (Figura 15). É importante ressaltar a presença de Floresta Secundária em muitos pontos neste Setor.

Em alguns pontos deste Setor nota-se que, ao longo da rodovia, algumas construções foram realizadas para tentar manter o fluxo dos rios, com sistemas de manilhas. Porém, algumas estão em precárias situações (Figura 15) e outras tornam-se material inutilizado pela atual troca das antigas manilhas por um novo sistema, devido ao projeto das obras de pavimentação da BR-156.

Observam-se, também, pressões antrópicas neste percurso, associados a pequenos vilarejos e povoados, a exemplo do povoado de Carnot (Figura 15). Os prováveis acidentes implicam na exposição e na contaminação dos cursos de água das drenagens próximas utilizadas pela população que reside ao entorno da rodovia.

É possível observar entre os municípios de Tartarugalzinho e Calçoene, grandes áreas de terra para o plantio de pinho e eucalipto. Durante a viagem realizada foi possível observar também muitos veículos transportando cargas, inclusive de combustíveis, bem como, veículos de transporte de passageiros.

Figura 14. Mapa de drenagem do Setor 2

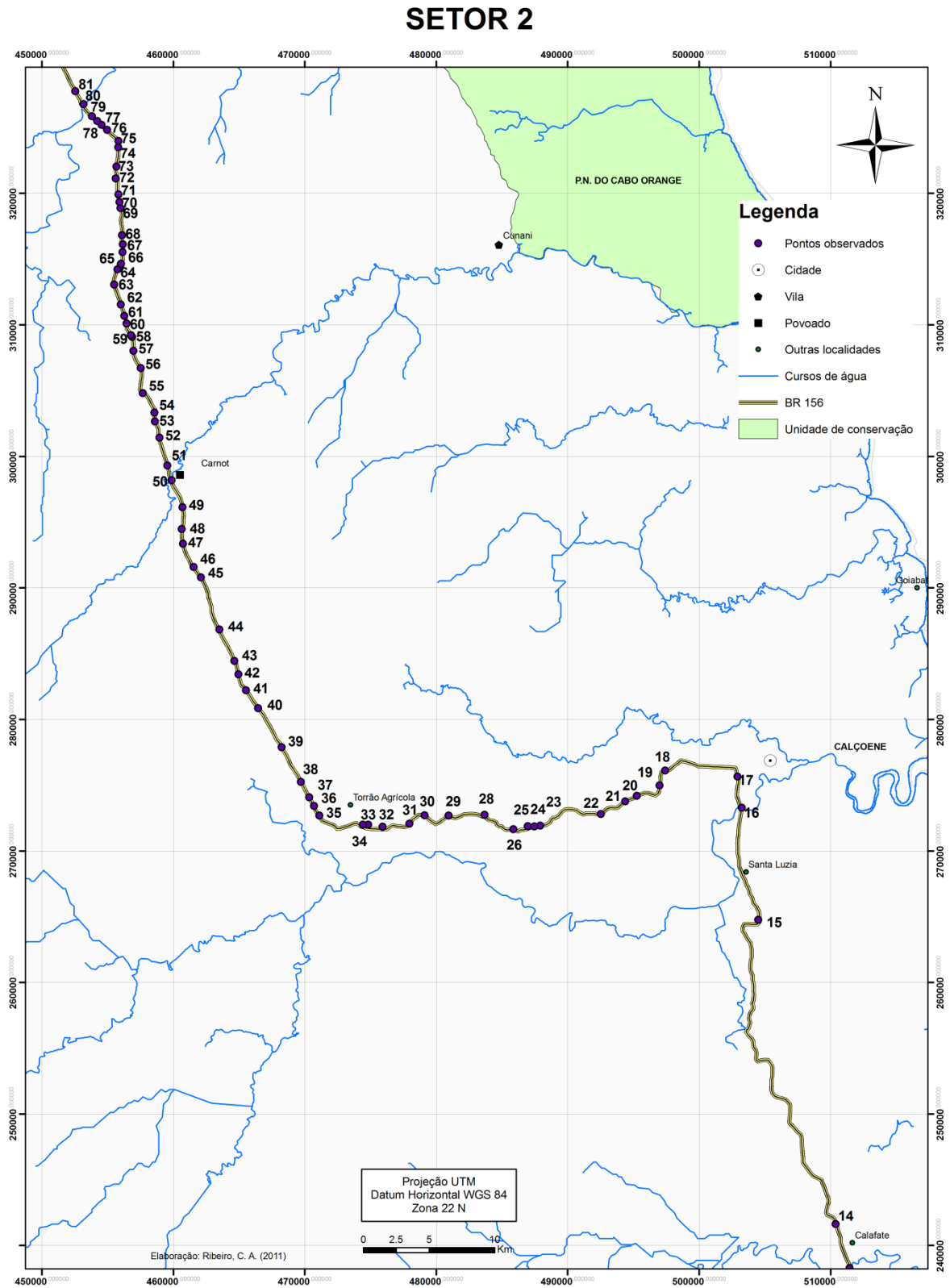


Figura 15. Fichas dos principais pontos amostrados e suas características. **Ponto 16 (A):** Tartarugalzinho Rio Calçoene, com ponte de madeira com acostamento. Presença de habitações, com o fluxo da drenagem que corre de leste para oeste. Margem direita da estrada (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 18 (B):** Substituição das antigas pontes de madeira, por pontes estruturadas. Trecho em obras, para futuro asfaltamento. Margem esquerda da estrada (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 24 (C):** Drenagem interrompida, cortando a alimentação do rio, criando pequenos lagos em umas das margens (margem direita sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 41 (D):** Ponte de madeira. Drenagem com fluxo que corre de leste para oeste. Sedimento de fundo arenoso. Margem direita (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 29(E):** Drenagem interrompida. Manilhas em situações precárias, auxiliando no fluxo da água de uma margem a outra. (Margem esquerda sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 48 (F):** Povoado de Carnot, ponte de madeira, com presença de moradias próxima a este rio. Rio utilizado para lazer, lavar roupa, etc. Margem direita (sentido Macapá-Oiapoque).





9.1.3. Setor 3

No setor 3 (Figura 16) foram observados 70 pontos onde as drenagens e pequenos córregos, cortam a rodovia BR-156. Após o povoado de Carnot, até o Ponto 151 localizado em Clevelândia do Norte (Oiapoque), a rede de drenagem mostrou-se bem mais densa em comparação o Setor 1 e Setor 2.

Muitas das drenagens que são cortadas pela rodovia, neste Setor, localizam-se em áreas de reservas indígenas e nas proximidades das Unidades de Conservação, mostrado nas figuras 28 e 29, no qual essas populações utilizam rios e igarapés, para a própria subsistência.

A critério de classificação das redes de drenagens neste setor se observa que a densidade da drenagem é classificada como alta, com uma sinuosidade mista e angularidade alta. Possui uma tropia multidirecional desordenada, com assimetria fraca possuindo formas anômalas de meandros isolados, em arco e em cotovelo.

Apresenta as mesmas características de corte da estrada sobre as drenagens do Setor 2, com uma diferença neste Setor, apresentando mais rios represados pela construção da rodovia (Figura 17). Presença de pontes de madeira em estado precário de conservação, como mostrado na figura 17.

Às proximidades do município de Oiapoque, observa-se um pequeno trajeto até Clevelândia do Norte, da rodovia com adequada pavimentação, e a presença de acostamentos e sistemas de manilhas com pontes de concreto, mantendo a integridade dos igarapés e rios que se localizam no entorno da rodovia. Este trecho apresenta a presença de habitações ribeirinhas, bem como balneários destinados a lazer e fazendas para agricultura, agropecuária e pastagem (Figuras 17).

Figura 16. Mapa de drenagem do Setor 3.

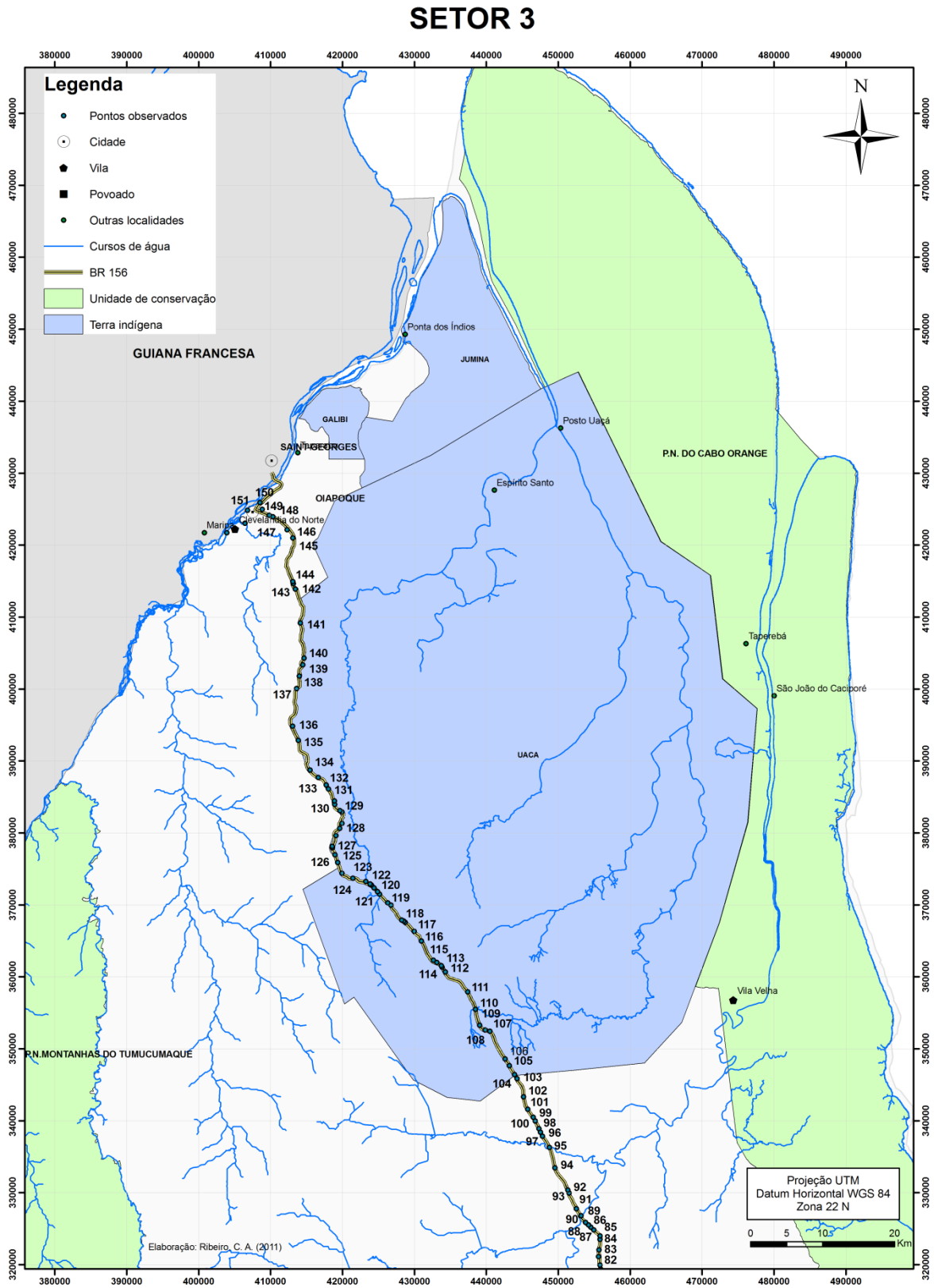


Figura 17. Fichas dos principais pontos amostrados e suas características. **Ponto 75 (A)**: Rio Cassiporé. Ponte de madeira, com as estruturas em precárias condições. Margem esquerda da rodovia (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 98 (B)**: Local da reserva indígena da Aldeia Tukai. Margem direita da rodovia (sentido Macapá – Oiapoque); **Ponto 117 (C)**: Igarapé Curipi, sob ponte de madeira. Local de reserva indígena. Drenagem com fluxo de direita para esquerda. Rio deságua no Rio Uaçá. Margem direita da rodovia (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 104 (D)**: Oiapoque. Estrada pavimentada com acostamento. Presença de habitações e balneários, com o rio em sistema de manilhas. Margem direita (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 141 (E)**: Oiapoque. Estrada pavimentada com acostamento. Presença de habitações e balneários, com o rio em sistema de manilhas. Margem direita (sentido Macapá-Oiapoque); **Ponto 147 (F)**: Igarapé Patauí, no Oiapoque. Presença de habitações nas proximidades do rio. Margem esquerda da rodovia (sentido Macapá-Oiapoque).



9.1.4. Fatores que contribuem para a ocorrência de acidentes na rodovia BR-156

As principais causas de acidentes no transporte de combustíveis, que podem ocorrer na rodovia BR-156, é relativa às más condições da via, situação essa que é agravada diretamente pela falta de uma melhor infra-estrutura da malha rodoviária no Estado, bem como a insuficiência de recursos para o controle efetivo do trânsito nesta rodovia. Acrescentado a este fator, se inclui o fato desta malha rodoviária ser bastante extensa e apresentar em diversos trechos condições precárias de pavimentação (Figura 18 e 19), como observado no percurso de Calçoene ao Oiapoque, capazes de intensificar a probabilidade de acidentes. Em diversos trechos da BR-156 existem problemas relacionadas à falta de sinalização, manutenção e asfaltamento da estrada, onde a mesma foi construída sobre drenagens. Alguns pontos ao longo da rodovia, a mesma apresenta uma inclinação acentuada em relação ao solo, podendo causar desabamento de terra em alguns trechos ocasionando, assim, dificuldades no percurso em período chuvoso (Figura 18).

Figura 18 - Trecho da BR-156 entre Calçoene e Oiapoque, em viagem de campo realizado em 14/11/2011.



Figura 19 - Trecho entre Calçoene e Oiapoque, em viagem de campo realizada em 14/11/2011.



Como observado, na rodovia BR-156, há muitas drenagens cortadas e interrompidas, que podem ser comprometidas em acidentes com derramamento de óleo, sendo considerado de extrema gravidade, dado ao grau de dano que podem ocasionar as populações ribeirinhas, bem como a flora e a fauna aquática. Portanto, os efeitos adversos causados pelo derramamento acidental de óleo nas drenagens e imediações podem ser agudos (rápido início e evolução) e, principalmente, crônicos (início demorado, porém de longa duração).

9.2. IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS VULNERÁVEIS AO TRANSPORTE DE ÓLEO NA RODOVIA BR-156

O mapa de vulnerabilidade ambiental (Figura 22) está distribuído da seguinte forma: vulnerabilidade muito baixa (1,0 – 1,6), vulnerabilidade baixa (1,7 – 2,2), vulnerabilidade de baixa a média (2,3 – 2,9), vulnerabilidade alta (3,0 – 3,5) e vulnerabilidade muito alta (3,6 – 5,0).

As áreas com menor pressão antrópica (Figura 20) apresentam vulnerabilidade muito baixa, e são delimitadas, no compartimento das Colinas do Amapá (próximo ao Oiapoque) e áreas associadas aos Tabuleiros Costeiros (próximo ao Amapá), pelas formações vegetais da Floresta Densa de Baixos Platôs e cerrado arbóreo/arbustivo. Estão assentadas sobre rochas plutônicas, associadas à alta estabilidade da litologia possuindo declividade variando entre menor que 2 a 6 %, ou seja, superfícies planas (Figura 21).

As classes relacionadas à vulnerabilidade ambiental baixa, segundo a Figura 22, apresentam uma relativa pressão antrópica (Figura 20) e estão distribuídas em grandes áreas das Colinas do Amapá, nos Tabuleiros Costeiros e nas Planícies Fluvioacustres do Amapá, sendo dominados pela Floresta Densa de Terra Firme de baixos platôs, pelo cerrado arbóreo/arbustivo e Floresta de Várzea Densa. Estão assentadas em granitos e por sobre rochas plutônicas, possuindo uma declividade em torno de 2 a 6 % na porção mais ao norte da rodovia e menor que 2 % na porção sul (Figura 21). Esta classe representou a maior parte correspondente à vulnerabilidade na rodovia.

A vulnerabilidade ambiental de baixa a média (Figura 22) está representada na área do compartimento das Colinas do Amapá em conjunto com os tabuleiros costeiros do Amapá, na área de entorno de Torrão Agrícola e Calçoene. Está compartimentada, também, na Planície Fluvioacustre do Amapá, nas áreas de entorno entre Tartarugalzinho e Amapá e, em pequenas áreas da Planície Fluvioamarinha, mais ao extremo norte da estrada. Corresponde ao domínio de vegetação de Transição Cerrado/Floresta, Floresta de terra firme densa submontana, ao cerrado arbóreo/arbustivo, as floresta de várzea aberta, aos campos de várzeas graminóides e as áreas de Floresta densa de várzea. Essas áreas estão assentadas por sobre rochas plutônicas, anfíbolitos Vila Nova e pela Formação Barreiras. Sua declividade fica em torno de menor que 2 % na porção mais ao sul da rodovia e entre 2 a 6 % próximo a Calçoene (Figura 21).

A vulnerabilidade ambiental correspondente a classe alta e muito alta (Figura 22) está representada em pequenas áreas distribuídas ao redor da rodovia e nas áreas de compartimento das Planícies Fluviomarinha e Fluvioacustre do Amapá, as terras úmidas que ocupam as áreas rebaixadas. Esta classe abrange, portanto, os ecossistemas mais sensíveis da região. Os valores da classe de vulnerabilidade alta e muito alta próxima a rodovia, apresentam uma alta pressão antrópica através da ocupação urbana ao longo da rodovia e em locais de agricultura e agropecuária, associadas a essa região (Figura 20). Engloba as vegetações de várzeas e ambientes transicionais. Corresponde a áreas assentadas na Formação Barreiras e aos depósitos Flúvio marinhos com valores de declividade variando entre menor que 2 a 6 % (Figura 21).

É importante destacar, que no quesito declividade, a área de entorno da rodovia BR-156 permanece, em geral, com a caracterização do relevo plano e suavemente ondulado, possuindo pequenos valores de vulnerabilidade ambiental associados à declividade.

Pode-se perceber que as diferentes composições apresentam uma mesma tendência, em relação à distribuição de categorias, onde a maioria das áreas ficou concentrada nas categorias de vulnerabilidades muito baixa, baixa e média. A categoria que mais se destacou foi a de vulnerabilidade baixa ocorrendo em maior parte na composição do mapa.

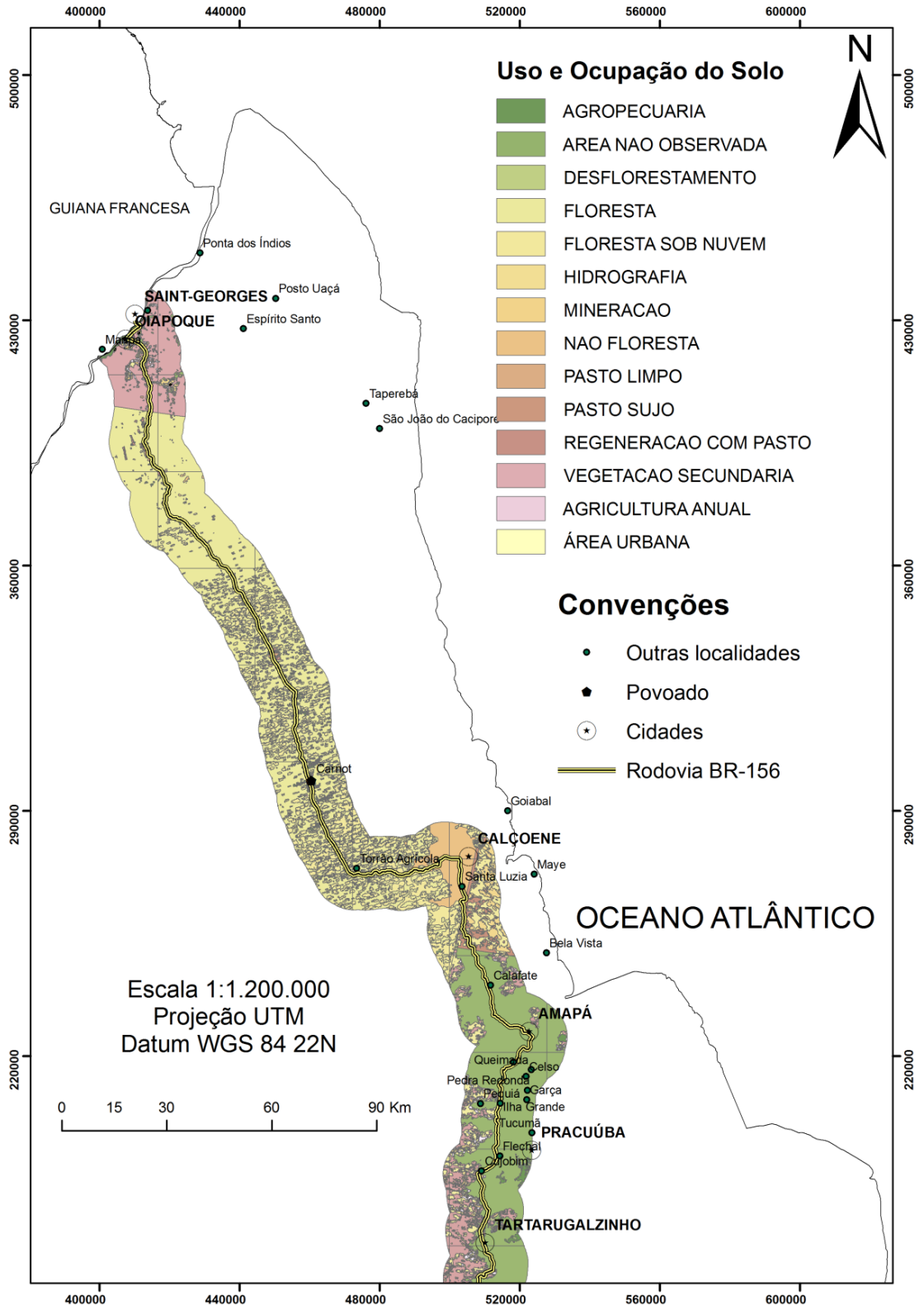
A categoria de vulnerabilidade alta e muito alta é registrada ao longo de todo entorno da rodovia, principalmente próximos à estrada não apresentando uma grande significância, porém se destaca pelo seu grande significado de alerta as áreas críticas ao transporte de óleo. Esta categoria tem grande importância principalmente pela indicação das áreas que devem ser, em caso de acidente, constantemente monitoradas. As outras categorias servem como margem de segurança e delimitam a rodovia em caso de acidentes com derramamentos de óleo.

O cruzamento com o mapa de uso e ocupação do solo determinou o grau de vulnerabilidade ao entorno da rodovia e mostrou resultados interessantes, já que se levaram em consideração os prejuízos econômicos, materiais e humanos, indicadores muito importantes dos quais não poderiam ser desprezados.

Deste modo, a integração dos mapas permitiu uma ampla classificação das áreas ao entorno da rodovia BR-156, segundo seu maior ou menor grau de vulnerabilidade. A identificação das cinco classes de vulnerabilidade apresentada no presente trabalho permite estabelecer critérios as prováveis áreas críticas ao derramamento de óleo, principalmente,

naquelas áreas que apresentam vulnerabilidade ambiental alta e muito alta. Em contrapartida, as áreas menos vulneráveis apresentam menor potencialidade de impactos a possíveis derramamentos de óleo, em face de maior sustentabilidade oferecida pelos fatores físicos da geologia e das rochas mais coesas, como no caso dos tabuleiros e colinas do Amapá.

Figura 20. Mapa de Uso e Ocupação do Solo no entorno da rodovia BR-156.



Fonte: Modificado de TerraClass, INPE (2008).

Figura 21. Mapa de declividade no entorno da rodovia BR-156.

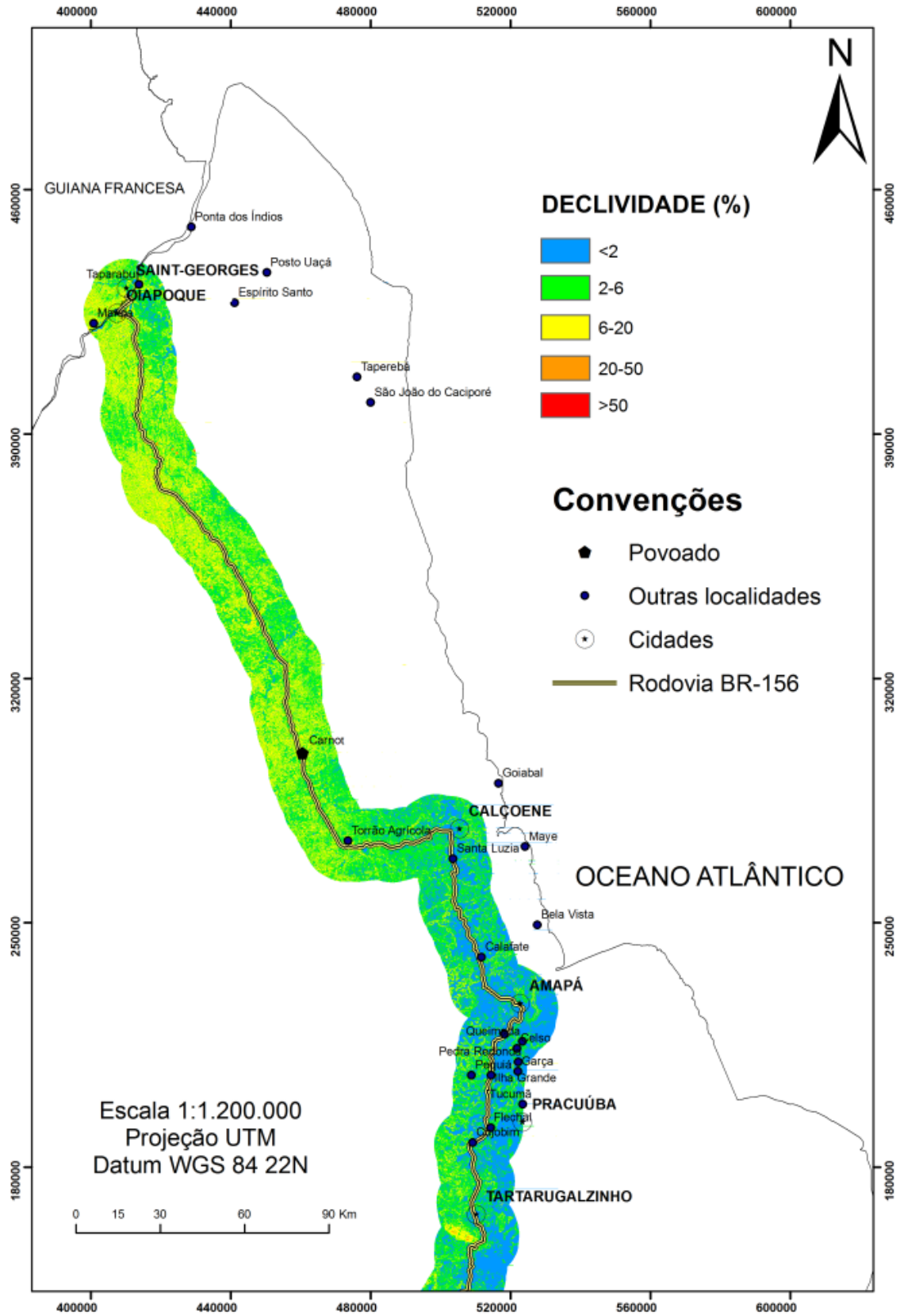
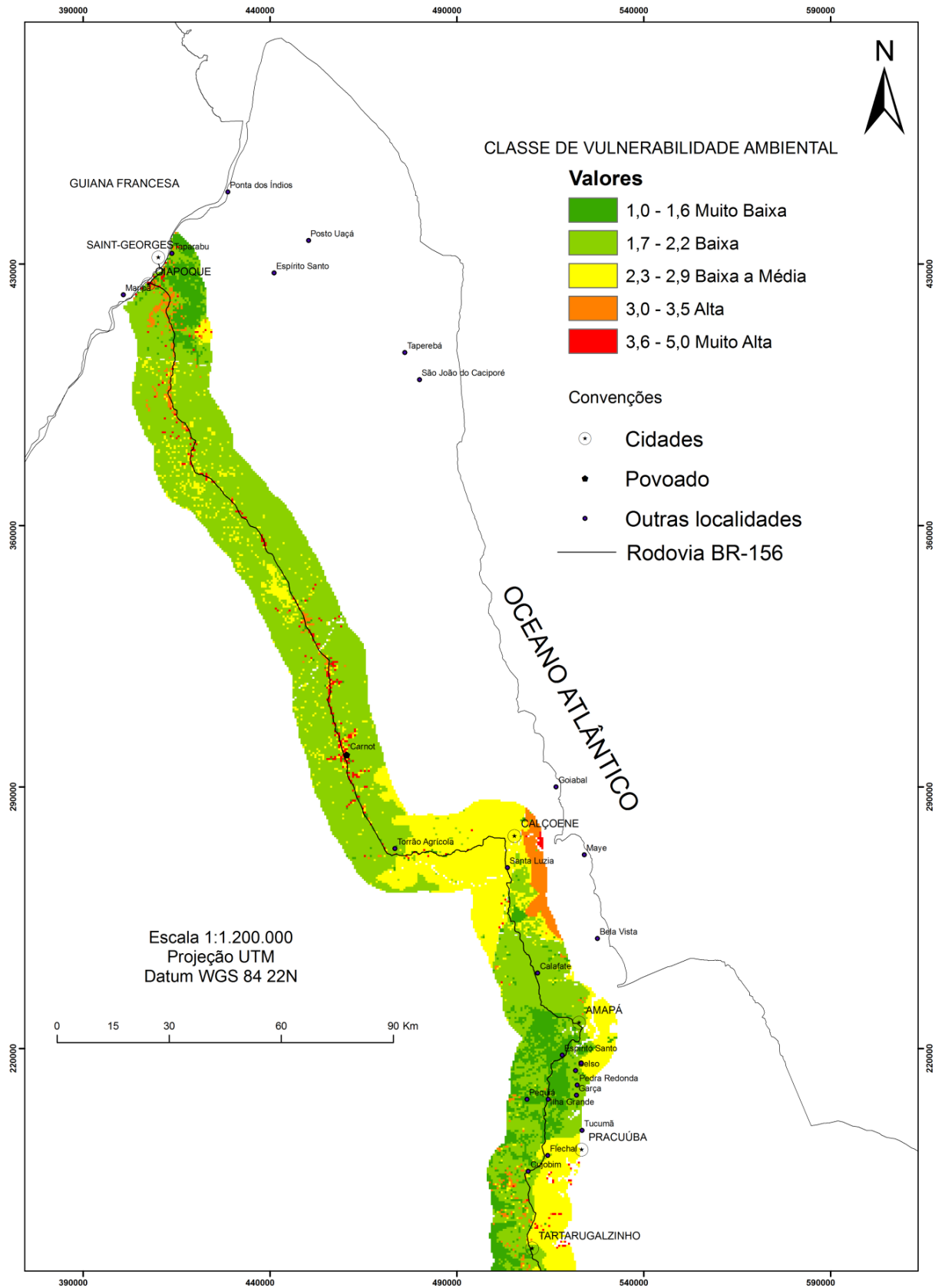


Figura 22. Mapa de Vulnerabilidade Ambiental às áreas críticas ao transporte de óleo, na rodovia BR-156.



10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do Sensoriamento Remoto em conjunto com as técnicas de processamento digital de imagens, mostrou ser uma ferramenta eficiente para a identificação das principais áreas críticas ao transporte de óleo, no entorno da rodovia BR-156.

O uso do produto da imagem SRTM para extração automática de drenagem não se mostrou eficiente na área de estudo, devido à pequena altimetria da Planície Costeira do Amapá, ao qual não foi possível mapeá-las com exatidão, causando erros na sua extração automática. Sugere-se que as extrações de drenagens nesta área sejam realizadas por imagens de sensores com melhores resoluções espaciais, para um resultado significativo.

Os resultados obtidos no que diz respeito à vulnerabilidade ambiental, são produtos de um banco de dados limitados, pois seria necessária a obtenção de maiores informações, assim como levantamento mais apurados, para uma visão detalhada deste tema. Contudo, as informações elaboradas nesse trabalho se sustentam no embasamento bibliográfico que podem servir de indicativo para estudos de trabalhos posteriores mais detalhados, na área em questão.

Dentro dos critérios adotados a área de entorno da rodovia BR-156, apresentou, em sua maioria, vulnerabilidade ambiental baixa, seguido de vulnerabilidade ambiental de baixa a média. As áreas que compreendem as áreas urbanizadas, agricultura, agropecuária, a áreas de Formação Barreiras associadas as Planície Fluviomarinha e Fluvio lacustre, além das drenagens próximas a rodovia, correspondem às áreas de categoria muito alta de vulnerabilidade ambiental.

Aos cruzamentos realizados para a confecção do mapa de Vulnerabilidade Ambiental a acidentes no transporte na rodovia, as áreas que se destacam e merecem especial atenção são todas dentro do limite da estrada, destacando-se a área de abrangência entre Calçoene e Oiapoque, onde a rodovia não apresenta pavimentação adequada podendo acarretar em prováveis acidentes, neste percurso.

O trabalho mostrou que, as atividades antrópicas ao redor da rodovia, em conjunto com as importantes drenagens cortadas pela mesma, aliado a falta de uma malha rodoviária em boas condições de infraestrutura, são importantes fatores que contribuem para classificar essa área como crítica ao transporte de combustíveis.

É importante destacar que o mapa de Vulnerabilidade Ambiental é uma projeção das áreas de maiores riscos a acidentes com derramamentos de óleo. O que determinará a amplitude da mancha de óleo será a magnitude do vazamento, ou seja, ocorrendo um tombamento de um caminhão-tanque a mancha de óleo teria um comportamento mais homogêneo, com um difícil processo de diluição e com uma permanência maior no ambiente devido ao grande número de lagos represados e drenagens sem fluxo cortados pela BR-156, a exemplo do que ocorreu em Serra do Navio, no ano de 2008.

As atividades de transporte de óleo são de grande risco para o meio ambiente e para as pessoas que vivem ao entorno da rodovia. Percebeu-se que, aparentemente, a população local não está ciente dos riscos e não está preparada para enfrentá-los. Cabe aos órgãos responsáveis das indústrias petrolíferas adotarem as medidas necessárias para prevenir, evitar e remediar acidentes que possam vir a danificar o ambiente onde todos necessitam, direta ou indiretamente, para viver. Portanto, a criação de um plano de contingência torna-se extremamente importante, na área de estudo em questão.

REFERÊNCIAS

- AVELAR, V. G. *Geocronologia Pb-Pb em zircão e Sm-Nd e a rocha total da porção centro-norte do estado do estado do Amapá-Brasil: implicações para a evolução geodinâmica do setor oriental do escudo das Guianas*. 2002. 225 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Pará, Pós - Graduação em Geologia e Geoquímica, Centro de Geociências, Belém, 2002.
- BERREDO, J.F.; MENDES, A.C.; SALES, M.E.C.; SARMENTO, J.P. Nível de Contaminação por Óleo nos Sedimentos de Fundo e na Água do Rio Pará, Decorrente do Acidente com a Balsa Miss Rondônia. In: PROST, M.T. *Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental*. , Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2001. 120p.
- BOAVENTURA, F. M. C.; NARITA, C. Geomorfologia da folha NA/NB-22-Macapá. In: *Projeto RADAM. Folha NA/NB-22-Macapá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação, uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: DNPM. 1974. p.467. (Levantamento dos Recursos Naturais, 6).
- BRUCK, E. C. et al. *Estudos iniciais de implantação da Estação Ecológica de Maracá-Jipioca – AP*. Brasília, DF: FBCN, [19--?]. 36 p. (Relatório Técnico.).
- CARVALHO, G. *Oiapoque uma parábola na floresta: estado, integração e conflitos na fronteira do Amapá com a Guiana Francesa*. Belém – Pará. 2006. 189 p. Disponível em: <<http://www.scholar.google.com>>. Acesso em 20/12/2011
- CASTRO, C.; PEIXOTO, M.; RIO, G. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 28, n.2, p. 11-30. 2005.
- CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. *Climatologias de precipitação e temperatura*. Disponível em <http://www.cptec.inpe.br/clima/monit/monitor_brasil.shtml>. Acesso em: 20/12/11.
- COMPANHIA DE PESQUISA E RECURSOS MINERAIS (CPRM). *Carta Geológica do estado do Amapá, Folha NA/NB.22-Macapá*. Disponível em <<http://mapoteca.cprm.gov.br/programas/template.php>>. Acesso em 10/10/2011.
- COSTA NETO, S.V.; SENNA, C.S.F.; COUTINHO, R.S. Vegetação das áreas Sucuriçu e Região dos Lagos no Amapá. In: PROJETO de conservação e utilização sustentável da diversidade biológica brasileira – PROBIO. Macapá, AP, 2006. (Relatório Técnico-Científico Meio Físico).
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; H. FILHO, P.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. *Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos - SP. 23 p. 2001.
- CUNHA, E. R. S. P.; SOUSA FILHO, P. W. M.; MIRANDA, F. P.; SALES, M. E. C.; LANDAU, L. O Projeto PIATAM I e a Gestão Ambiental e Social da Zona Costeira Amazônica. *Journal of Rio Oil & Gas Expo and Conference*. IBP 789:04. 2004.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES (DNIT). 2011. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/rodovias/rodovias-federais/nomeclatura-das-rodovias-federais>>. Acesso em: 20/12/2011.

EGLER, C. *Os Impactos da política industrial sobre a Zona Costeira. Programa Nacional do Meio Ambiente*. Brasília, D.F: PNMA, DIRD/PNUD, 1995. 37p. (Série Gerenciamento Costeiro, v. 2.).

EGLER, C. Risco ambiental como critério de gestão do território: uma aplicação à zona costeira brasileira. *Revista Território*, v.1, n.1, p. 31-40. 1996.

EPA. *Understanding oil spills and oil spill reponse: understanding oil spills in freshwaters environments*. United States of America: US Environmental Protection Agency. 1999. 44 p.

EUROPEAN SPACE AGENCY (ESA). *ERS and it's marine application*. Noordwijk, 1998.

ESCOBAR, Y.; ANGEL, M. *Proyecto prácticas útiles de adaptación frente a eventos hidrometeorológicos asociados al cambio y la variabilidad climática en América Latina y el Caribe: conceptos fundametales*. Versión 1: 20 de Abril de 2006. Disponível em: <www.scholar.google.com > Acesso em: 20/12/2011.

GRIGIO, A. M. *Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental do município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera*. 2003. 253 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Geodinâmica e Geofísica, Natal, 2003.

HELM, A., BRAUN, A., EICKSCHEN, S., SCHÖNE, T. Calibration of the Shuttle Radar Topography Mission X-SAR instrument using a synthetic altimetry data model. *Canadian Journal of Remote Sensing*, v.28, n. 4, p. 573-580. 2002.

HORIKAVA, E. H. *Relatório de etapa Projeto Pedra Branca, área Amapará Brownfield. Estado do Amapá*. 2003. (Relatório interno Anglo Gold)

IMAGEM ZULU/NASA. 2000. Disponível em: <<http://glcf.umiacs.umd.edu/index.shtml>>. Acesso em: 10/12/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Shape de Geomorfologia da Amazônia Legal*. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/download/geociencias.shtm>>. Acesso em 23/12/2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). *Shape de Vegetação do estado do Amapá*. Disponível em: <<http://siscom.ibama.gov.br/shapes/>>. Acesso em: 10/10/2011.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA (IPEA). *Impactos Sociais e Econômicos dos Acidentes de Trânsito nas Aglomerações Urbanas*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, D.F. 2006.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). *Shape de Uso e ocupação da terra no estado do Amapá – Projeto TerraClass*. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass.php> Acesso em: 20/11/2011.

JOÃO, X. S. J. e MARINHO, P. A. C. Catametamorfitos Arqueanos da região centro-leste do Território Federal do Amapá. In: *SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia*, 1, Belém, Atas, v. 2, p.207-228. 1982b.

NASCIMENTO, D. M. C., LANDIM, J. M. D. Avaliação da vulnerabilidade ambiental como instrumento de gestão costeira nos municípios de Belmonte e Canavieiras, Bahia. *Revista Brasileira de Geociências*. p 395 – 408. 2009.

LIMA, M. I. C. Análise de Drenagem e seu Significado Geológico-Geomorfológico. Belém. 1 Cd-Rom. 2002.

LIMA, M. I. C.; BEZERRA, P. E. L.; ARAÚJO, H. J. T. *Sistematização da geologia do estado do Amapá In: Simpósio de Geologia da Amazônia*. Anais. Belém, SBG-Núcleo Norte, 3, p. 322-335. 1991.

LIMA, M. I. C., OLIVEIRA, E. P., TASSINARI, C. C. G. *Cinturões granulíticos da porção setentrional do Cráton Amazônico*. In: *Simpósio de Geologia da Amazônia*, 1, Belém, Anais. 1:147 – 162. 1982.

LIMA, M. I. C., et al. In: Brasil. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAM. Folha NA/NB.22 – *Macapá: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra*. Rio de Janeiro: DNPM (*Levantamento de Recursos Naturais*, 6). 1974.

MARANDOLA JR. e HOGAN, D. Natural Hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. *Revista Ambiente & Sociedade* – v. 7, n. 2, p.120, jul./dez. 2004

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Especificações e normas técnicas para elaboração de cartas de sensibilidade ambiental para derramamento de óleo (Cartas SAO). Disponível em:

<http://www.cnpq.br/editais/ct/2011/docs/anexoIII_especificacoes_normas_tecnicas_elaboracao_cartas_sao.pdf>. Acesso em: 20/09/2011.

MONTALVÃO, R.M.G. & BEZERRA, P.E.L. Evolução geotectônica do Cráton Amazônico (Amazônia Legal) durante o Arqueano e Proterozóico. In: *Simpósio Geologia da Amazônia*, 2. Belém, Anais... Belém, SBG. v. 1, p. 282-297.1985.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. *Caracterização da fitoecologia e da flora da zona de influência da hidrovía do Marajó, ilha do Marajó, Estado do Pará*. Relatório Técnico. Belém: MCT/CNPq/MPEG. 51 p. 1998.

NATENZON, C. *La información periodística y la investigación del riesgo ambiental*. IN: GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 14, pp. 159 - 164, 2003.

OLIVEIRA, B. S., GUERRA, M. A. A. *Oiapoque: relações sociais e modo de vida na fronteira. II Encontro da Sociedade Brasileira de Sociologia da Região Norte*. Grupo de Trabalho: Cidades da Amazônia. Macapá/AP. 19 p. 2010.

PIMENTEL, M. M.; FERREIRA FILHO, C. F.; SPIER, C. A. Estudo Sm-Nd do Complexo Máfico-Ultramáfico Bacuri, Amapá: idade da intrusão, metamorfismo e natureza do magma original. *Revista Brasileira de Geociências*, 32, p 371-376. 2002.

PORTO, J. L. R.; MENDONÇA, M.; AZEVEDO, L. R.; ARAÚJO, M. W. R. *Dilemas territoriais amapaenses: a (des) configuração de um estado em construção*. Programa de Apoio ao ensino e à pesquisa científica e tecnológica em defesa nacional – PRÓ-DEFESA/CAPEs. 14 p. 2008

RABELO, B.; CHAGAS, M.A. *Aspectos ambientais do Amapá*. Macapá: SEPLAN/IEPA.1995.

RABUS, B.; EINEDER, M; ROTH, A.; BAMLER, R. The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar. *ISPR Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, n.57, p. 241-262. 2003

SANT'ANNA, J. A. *Rede básica de transportes da Amazônia*. Brasília,DF : Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. 1998. n. 562, 65 p.

SANTOS, V.F. *Análise textural e mineralógica dos sedimentos arenosos do baixo curso do Rio Araguari, Cabo Norte, Amapá*. 1994. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências, Curso de Graduação em Geologia, Centro de Geociências, Belém, 1994

SOARES, P.C. ; FIORI, A.P. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. *Notícias Geomórficas*, v.16, n. 32, p. 71-104. 1976.

SOUZA FILHO, P. W. M.; TAKIYAMA, L. R.; SANTOS, V. F.; C. NETO, S. V.; ABDON, M.; FERNANDES, E. F.; SILVA JR., L. G.; NASCIMENTO JR, W. R.; LIMA, A. Q. *Diagnóstico ambiental preliminar do acidente com derrame de biodiesel nas imediações da Serra do Navio (AP)* 2008. (Relatório Técnico).

SILVA, G. V., RÜCKERT, A. A. Processos Contemporâneos de usos da fronteira franco-brasileira. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 12., Belém-Pará-Brasil. *Anais...* Belém, 2007. 21 p.

SILVEIRA, O. F. M. *A Planície Costeira do Amapá: dinâmica de ambiente costeiro influenciado por grandes fontes fluviais quaternárias*. Tese de Doutorado. Centro de Pesquisas Geológicas e Geofísicas. Pós - graduação em Geologia e Geoquímica. Universidade Federal do Pará. 198 p. 1998.

SILVEIRA, O. F. M, SILVEIRA, O. T., COSTA NETO, S. V. *História natural das regiões dos lagos e Sucuriju, Amapá, Brasil*. 2004. Disponível em <<http://www.http://scholar.google.com.br/>>. Acesso em 20/12/2011.

SMITH, K. *Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster*. London: Routledge. 324p. 1992.

VEIGA, A. T. C.; FILHO, L. B.; OLIVEIRA, C. A. C. Geologia da Província Aurífera do Cassiporé - Amapá. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 2., 1985, Belém. *Anais...* Belém: SBG, 1985. p.135-146.

VELOSO, P. V.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C .A. *Classificação da vegetação brasileira, adaptação a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE. 124 p. 1991.

ZONEAMENTO ECONOMICO EXCLUSIVO (ZEE). *Primeira aproximação do Zoneamento Econômico Ecológico do Amapá*. Macapá: GEA/IEPA. 104 p. 1998. Relatório Final (Versão Simplificada).

ZONEAMENTO ECONOMICO EXCLUSIVO (ZEE). *Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE*. Macapá: GEA/IEPA. 140 p. 2002.

ZONEAMENTO ECONOMICO EXCLUSIVO (ZEE). *Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE/ Equipe Técnica do ZEE - AP*. -- 3. ed. rev. ampl. - Macapá: IEPA, 2008.

ANEXO

ANEXO A - COORDENADAS DOS PONTOS REGISTRADOS COM GPS, EM TRABALHO DE CAMPO.

Pt.	Norte	Leste	Pt.	Norte	Leste	Pt.	Norte	Leste	Pt.	Norte	Leste	Pt.	Norte	Leste	Pt.	Norte	Leste
1	421699.361	403916.581	30	272072.675	479120.579	58	309210.293	456782.636	87	338868.689	447327.928	116	372898.519	423862.342	145	420981.44	413113.923
2	167085.711	509498.645	31	272072.675	477961.785	59	310103.482	456447.154	88	339934.053	446836.606	117	373243.502	423258.442	146	422106.074	412305.649
3	172925.802	510656.253	32	271842.216	475925.084	60	310679.345	456283.599	89	340482.454	446549.173	118	373688.581	421467.554	147	423912.314	410340.622
4	175152.332	510945.764	33	271980.248	474830.855	61	311538.755	456007.586	90	341568.664	445788.464	119	374390.772	419931.407	148	424113.051	409820.198
5	182466.314	509525.553	34	271986.616	474433.366	62	313058.577	455507.552	91	343322.882	445179.466	120	375864.556	419362.637	149	424978.614	408839.795
6	186604.778	508381.522	35	272691.525	471111.253	63	314214.961	455763.587	92	345847.228	444274.314	121	376932.835	418979.946	150	425899.345	408544.635
7	191556.899	513409.526	35	273416.861	470710.851	64	314595.661	455999.658	93	346404.623	443940.013	122	377919.414	418631.867	151	423013.073	406472.118
8	195069.708	513622.117	36	274069.76	470346.148	65	314646.004	456033.948	94	347647.474	443227.041	123	378123.041	418588.352			
9	201631.752	513709.037	37	275241.888	469704.24	66	315517.068	456145.253	95	348591.357	442639.237	124	379610.565	419117.447			
10	211070.641	514560.41	38	277881.185	468252.974	67	316113.512	456166.027	96	352431.733	440509.775	125	380629.632	419619.146			
11	213458.258	515445.092	39	280850.827	466458.956	68	316811.384	456094.257	97	352594.049	439856.924	126	381303.316	419947.662			
12	231023.028	512370.813	40	282215.694	465528.418	69	318864.28	455990.839	98	353266.993	439085.857	127	382917.74	419930.088			
13	234561.635	512061.47	41	283413.37	464956.919	70	319343.684	455920.069	99	355461.784	438493.973	128	383096.58	419656.33			
14	238279.801	511458.875	42	284448.857	464653.341	71	319919.868	455828.803	100	357887.593	437417.953	129	383940.744	418941.15			
15	241620.34	510401.221	43	286820.691	463514.354	72	321120.212	455615.532	101	360650.15	434306.193	130	384421.684	418882.38			
16	264747.025	504499.617	44	290799.023	462105.304	73	322024.48	455681.738	102	361340.941	433857.184	131	386101.896	418083.955			
17	273270.5	503263.601	45	291589.61	461549.668	74	323496.026	455817.925	103	361536.109	433758.02	132	386631.646	417770.254			
18	275654.327	502928.745	46	293353.067	460743.598	75	323970.372	455826.719	104	361982.694	433128.743	133	387696.538	416653.092			
19	276113.108	497423.728	47	294478.077	460641.981	76	324820.558	454967.441	105	362279.547	432652.121	134	388743.268	415499.637			
20	274185.929	495266.932	48	296115.148	460707.895	77	325196.813	454551.692	106	364952.75	430996.754	135	392860.827	413890.846			
21	273762.813	494392.964	49	298187.466	459884.641	78	325492.117	454223.401	107	366310.039	429978.253	136	394821.741	413084.318			
22	272807.435	492540.398	50	299291.506	459557.223	79	325861.228	453817.75	108	367555.971	428733.156	137	400058.674	413632.125			
23	271904.255	487918.661	51	301410.45	458944.153	80	326789.201	453182.692	109	367719.282	428536.026	138	401770.885	414018.679			
24	271864.13	487471.811	52	302650.776	458606.92	81	327772.818	452540.241	110	367884.293	428262.698	139	403359.694	414513.617			
25	271876.56	486970.34	53	303328.534	458576.2	82	329951.871	451521.288	111	369935.413	426751.133	140	404271.569	414680.134			
26	271644.07	485873.071	54	304798.779	457689.763	83	330347.037	451353.287	112	370274.466	426322.042	141	409155.382	414160.641			
27	272744.239	483688.524	55	306700.496	457533.924	84	333421.195	449550.867	113	371473.184	425185.397	142	413862.316	413468.104			
28	272685.059	480946.11	56	308021.76	456968.568	85	336294.737	448791.137	114	372350.892	424415.607	143	414636.475	413195.407			
29	272708.662	479120.579	57	309072.707	456873.135	86	337832.451	447835.462	115	372752.418	424023.32	144	414899.936	413104.732			

