



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

---

**Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do  
“Valor de Conservação do Solo” para a avaliação da geodiversidade no médio  
curso do rio Araguari**



Celina Marques do Espírito Santo

**Rio de Janeiro – RJ  
Março de 2018**

Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do “Valor de Conservação do Solo” para a avaliação da geodiversidade no médio curso do Rio Araguari

Celina Marques do Espirito Santo

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental)

Orientador: Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra

Co-orientador: Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztein

**Rio de Janeiro - RJ**

**Março de 2018**

## CIP - Catalogação na Publicação

M194g Marques do Espírito Santo, Celina  
Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do "Valor de Conservação do Solo" para a avaliação da geodiversidade no médio curso do rio Araguari / Celina Marques do Espírito Santo. -- Rio de Janeiro, 2018.  
201 f.

Orientador: Antonio José Teixeira Guerra.  
Coorientador: Claudio Fabian Szlafsztein.  
Tese (doutorado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2018.

1. Geodiversidade. 2. Erosão do solo. 3. Conservação do solo. 4. Geomorfossítios. 5. Rio Araguari. I. José Teixeira Guerra, Antonio, orient. II. Fabian Szlafsztein, Claudio, coorient. III. Título.

Celina Marques do Espirito Santo

Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do “Valor de Conservação do Solo” para a avaliação da geodiversidade no médio curso do Rio Araguari

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental)

Aprovada em: \_\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Professor Dr. Antônio José Teixeira Guerra  
Orientador – Departamento de Geografia – UFRJ

---

Professor Dr. Ismar de Souza Carvalho  
Departamento de Geologia – UFRJ

---

Professora Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo Oliveira Jorge  
LAGESOLOS – UFRJ

---

Professor Dr. José Mauro Palhares  
Departamento de Geografia – UNIFAP

---

Professora Dr<sup>a</sup> Mônica dos Santos Marçal  
Departamento de Geografia – UFRJ

## Dedicatória

A minha mamãe, Arcângela, minha maior inspiração e incentivadora na vida acadêmica. Mulher guerreira, estudiosa, dedicada e disciplinada! Em casa, desde que iniciei os estudos no pré-escolar, havia um lema, dito em palavras e que era refletido em suas ações: “estudar, estudar e estudar...”.

## Agradecimentos

Em primeiro lugar eu preciso agradecer ao meu poder superior, Deus, pela força, pela Fé e por me mostrar que mesmo na mais desesperadora das situações, haverá sempre uma saída e tudo ocorrerá no tempo certo. Obrigada!

Posteriormente, preciso agradecer aqueles que junto comigo “escreveram” a presente tese. Sem o apoio de vocês eu não sei se seria possível. Como diz uma grande amiga: “São muitas mãos que escrevem uma tese!”.

Agradeço ao professor Dr. Antônio José Teixeira Guerra, meu orientador que é um grande geógrafo e uma das pessoas mais generosas que pude conhecer. Obrigada por seu profissionalismo, por suas orientações, por ter me ajudado na definição deste tema de tese, pelo trabalho de campo (mesmo quando houve desencontros!) e pela amizade. A minha admiração por você é muito grande e me orgulho de ter sido sua orientanda nessa caminhada do doutorado.

Agradeço ao professor Dr. Claudio Fabian Szlafsztein, meu co-orientador e grande profissional, com quem eu tenho o prazer de trabalhar desde o meu mestrado, na condição de meu orientador. Obrigada pelo profissionalismo, pelas conversas, por abrir minha mente, pela paciência e pela amizade, desde sempre. Eu lhe admiro e você é uma grande referência para a minha vida acadêmica e profissional.

Agradeço a professora Dra. Telma Mendes por suas contribuições durante minha qualificação.

Agradeço a minha colega de turma do doutorado, Elisa, por toda ajuda, desabafos, cafés, caronas e pela amizade.

Agradeço aos integrantes do LAGESOLOS pelas trocas de experiência, pelas conversas, pelo profissionalismo, pela generosidade, por toda a ajuda e pela amizade. Agradeço aos que convivi durante o período de 2014, são eles: Aline Muniz Rodrigues, Leonardo Pereira, Maria do Carmo Oliveira Jorge, Luana de Almeida Rangel, Hugo Alves S. Loureiro, Rafael Carvalho Santos, Yolanda T. Molinaro e Rafael Moreira Pereira.

Agradeço também a todos os professores do Colegiado de Geografia da Universidade Federal do Amapá (UNIFAP), pela compreensão e pela liberação para finalizar o meu doutorado.

Agradeço a grande amiga Jucilene Amorim Costa, a pessoa que muito discutiu minha tese comigo, por ser a mais próxima e por dominar as técnicas que eu estava utilizando. Foi quem me acompanhou em todos os campos, me ajudou a delimitar a área de estudo, a coletar minhas amostras, a fazer meus gráficos a refletir sobre o meu trabalho, etc. Foi quem me tirou do desespero quando eu achei que não daria mais conta. Pelo carinho, pela atenção, pelo profissionalismo, pela amizade verdadeira, por toda a ajuda e companhia durante esses 4 anos de caminhada, meus sinceros agradecimentos!

Agradeço aos queridos Patricia Rocha, Eliane Cabral, Renata dos Santos, Daguinete Brito, Fabiano Belém, Genival Fernandez, Alexandro Camargo, Helyelson Moura, José Palhares e Liliane por toda ajuda, alguns me levavam ou buscavam ao aeroporto, outros fizeram trabalhos de campo comigo, ou me ajudaram com as

disciplinas para que eu não ficasse sobrecarregada, ou simplesmente me emanaram muitas energias positivas. Muito Obrigada!

Agradeço aos alunos do curso de Geografia da UNIFAP das turmas de 2013 (Licenciatura e Bacharelado), 2014 (Licenciatura e Bacharelado) e 2015 (Bacharelado). Todos muito pacientes e amigos ao compreenderem e apoiarem quando eu precisava concentrar alguma disciplina ou repor aula e, inclusive, pelos trabalhos de campo da tese, onde muitos desses alunos me ajudaram a chegar no meu local de pesquisa e a fazer a coleta de solos. Muito obrigada!

Agradeço ao ex aluno da turma de 2011 (Geografia/Bacharelado) Rosiney Ferreira, pela confecção dos mapas da qualificação. Obrigada!

Agradeço ao pesquisador Dr. Nagib Jorge Melem Junior e aos analistas Dr. Daniel Marcos de Freitas Araujo e Msc. Leandro Fernandes Damasceno, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA - Amapá, pelo empréstimo dos anéis volumétricos, pela permissão de uso do laboratório e realização das análises físicas e químicas dos solos. Obrigada!

Agradeço ao amigo Orleno Marques da Silva Junior, analista do Instituto de Meio Ambiente e Ordenamento Territorial do Estado do Amapá (IMAP), pelo empréstimo do GPS para coleta de pontos e confecção dos mapas. Mas também pela companhia (no segundo semestre de 2014 no Rio de Janeiro), pelas conversas, pelo carinho, pela verdadeira amizade e por me fazer lembrar sempre que eu não estava sozinha. Obrigada!

Agradeço a minha família, Arcângela do Espírito Santo (mãe), Luiz Augusto (Irmão), Alice Alves (Sobrinha), Edineia Alves (Cunhada) e João Pereira (Pai que me criou!). Por onde eu caminhar, sempre por terras distantes, vocês serão sempre a razão para continuar!

Agradeço a banca avaliadora da minha tese, Professor Dr. Ismar Carvalho (também pelas contribuições durante a qualificação), Professora Dr<sup>a</sup> Maria do Carmo Oliveira Jorge, Professor Dr. José Palhares e Professora Dr<sup>a</sup> Mônica dos Santos Marçal. Meus sinceros agradecimentos!

Agradeço a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), que através do Programa Novo Prodoutoral, portaria nº 140, de 02 de outubro de 2013, me concedeu bolsa de doutorado e auxílio moradia durante o período de novembro de 2017 a janeiro de 2018. Obrigada!

## RESUMO

A presente tese tem como temática central a conservação dos elementos geomorfológicos de uma paisagem. Trata-se de uma temática que atualmente tem se difundido entre os pesquisadores de geociências em âmbito nacional e internacional. Aliada à temática central, buscou-se a partir do potencial aos processos erosivos fazer uma contribuição metodológica a análise e avaliação numérica da geodiversidade. Para isso o objetivo geral foi identificar o potencial erosivo em geomorfossítios e propor uma adaptação à sua metodologia de avaliação a partir da inserção do “Valor de Conservação do Solo” na quantificação de geomorfossítios localizados no médio curso do rio Araguari, estado do Amapá. Por sua vez, estabeleceu-se como objetivos específicos: I - Identificar o principal instrumento de conservação no médio curso do rio Araguari; II - Analisar a potencialidade a erosão do solo nos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari; e III - Incluir o “Valor de Conservação do Solo” como indicador na metodologia de quantificação dos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari. Para alcançar os objetivos definidos os procedimentos metodológicos constaram de: I - Análise do referencial teórico, metodológico e documental; II - Trabalhos de campo que ocorreram entre os anos de 2015 e 2017, para a coleta de amostras de solo, registro fotográfico, observação e levantamento de dados para a construção do inventário dos geomorfossítios; III – Análises das propriedades físicas (granulometria, densidade aparente e porosidade) e químicas (pH e matéria orgânica) dos solos. As análises foram realizadas no laboratório de solos da EMBRAPA-Amapá e o tratamento estatístico e tabulação dos dados foi feito no programa “Excel”; IV – A avaliação dos geomorfossítios foi feita por meio da sua caracterização, seleção, inventariação, adaptação da metodologia e quantificação. Os resultados mostraram que quanto maior a pressão por atividades degradatórias e sem um adequado planejamento maior é o obstáculo à geoconservação. Os dados sobre erosão mostram que o geomorfossítio com maior potencial aos processos erosivos é o que tem maior diversidade de atividades. Quando o “Valor de Conservação do Solo” foi considerado na avaliação, a ordem de prioridade para a gestão mudou. Sendo assim, o geomorfossítio que havia ficado em segundo lugar na ordem de prioridade para a gestão, mas que apresentou maior integridade em seu estado de conservação, passou para o primeiro lugar. Conclui-se que ter dados mensuráveis sobre a degradação do meio abiótico pode trazer uma interpretação mais acurada da realidade, o que é importante considerar na liberação ou restrição de atividades, podendo ser uma estratégia de geoconservação.

**Palavras-chave:** Geodiversidade; erosão do solo; conservação do solo; geomorfossítios; rio Araguari.

## ABSTRACT

The main theme of this thesis is the conservation of the geomorphological elements of a landscape. This is a topic that has now spread among researchers of geosciences at the national and international level. In addition, it was sought from the potential to the erosive processes to make a methodological contribution to the numerical analysis and evaluation of geodiversity. For this purpose the general objective was to identify the erosive potential in geomorphosites and to propose an adaptation to its evaluation methodology from the insertion of the "Soil Conservation Value" in the quantification of geomorphosites located in the middle course of the river Araguari, state of Amapá. In turn, the following specific objectives were established: I - Identify the main conservation instruments in the middle course of the Araguari river; II – To analyze the potential erosion in the access areas of the geomorphosites in the middle course of the river Araguari; and III – To insert the "Soil Conservation Value" as an indicator in the methodology of quantification of the geomorphosites in the middle course of the river Araguari. To reach these objectives, the methodological procedures included: I - Analysis of the theoretical, methodological and documentary reference; II - Fieldwork that occurred between 2015 and 2017, for soil samples collection, photographic record, observation and data collection for the construction of the geomorphosite inventory; III - Analyzes of the physical properties (granulometry, buck density and porosity) and chemical (pH and organic matter) of the soils. The analyzes were carried out in the EMBRAPA-Amapá soil laboratory and the statistical treatment and data tabulation were done in the "Excel" program; IV - The evaluation of the geomorphosites was made through its characterization, selection, inventorying, adaptation of the methodology and quantification. The results showed that the greater the pressure due to degradation activities and without adequate planning, the greater the obstacle to geoconservation. Erosion data show that gemorphosite with the greatest potential to erosion processes has the greatest diversity of activities. When the "Soil Conservation Value" was considered in the assessment, it changes the order of priority to the management. The geomorphosite that had ranked second in the order of priority for management, but which presented greater integrity in its conservation status, moved to the first place. It is concluded that having measurable data on the degradation of the abiotic environment can bring a more accurate interpretation of reality, which is an important tool to liberate or restrict the development of certain activities and this can be a geoconservation strategy.

**Keywords:** Geodiversity; soil erosion; soil conservation; geomorphosites; river Araguari.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Distribuição dos Geoparques existentes pelo mundo até o ano de 2017.....	51
<b>Figura 2.</b>	Propostas de criação de Geoparques no Brasil.....	53
<b>Figura 3.</b>	Mapa de localização da área de estudo, geomorfossítios em um trecho no médio curso do rio Araguari.....	55
<b>Figura 4.</b>	Projeção de crescimento da população de Macapá, Ferreira Gomes e Porto Grande, desde 1970.....	58
<b>Figura 5.</b>	Extração mineral de segunda classe nos municípios do médio curso do rio Araguari; A) Área de extração de areia já minerada e não recuperada, na entrada do município de Porto Grande; B) Área de extração de lavra para beneficiamento de brita no município de Ferreira Gomes.....	62
<b>Figura 6.</b>	Espacialização das áreas de extração mineral de segunda classe, para a construção civil, em Porto Grande e Ferreira Gomes.....	63
<b>Figura 7.</b>	Mapa geológico do médio curso do rio Araguari.....	64
<b>Figura 8.</b>	Unidades litoestratigráficas e suas características no estado do Amapá.....	66
<b>Figura 9.</b>	Precipitação por trimestre, configurando seu padrão de distribuição entre os anos de 2013 a 2016. Legenda: <b>DJF</b> (Dezembro, Janeiro, Fevereiro); <b>MAM</b> (Março, Abril, Maio); <b>JJA</b> (Junho, Julho, Agosto); <b>SON</b> (Setembro, Outubro, Novembro).....	67
<b>Figura 10.</b>	Bacia hidrográfica do rio Araguari.....	68
<b>Figura 11.</b>	Compartimentação geomorfológica regional e sua influência exercida na bacia hidrográfica do rio Araguari.....	69
<b>Figura 12.</b>	Mapa geomorfológico do médio curso do rio Araguari.....	70
<b>Figura 13.</b>	Modelo digital de elevação com valores de declividade no médio Araguari.....	73

<b>Figura 14.</b>	Mapa pedológico do município de Ferreira Gomes.....	74
<b>Figura 15.</b>	Pontos de coleta das amostras deformadas e indeformadas em áreas de acesso nos geomorfossítios.....	81
<b>Figura 16.</b>	Coletas de amostras em campo. A) Amostras indeformadas em anéis volumétricos para determinação de densidade aparente e porosidade B) e C) Amostras deformadas para determinação de análise granulométrica, pH e matéria orgânica.....	82
<b>Figura 17.</b>	Análise das amostras indeformadas para determinação da densidade aparente e porosidade. A) Pesagem da amostra úmida com o anel; B) Amostras no anel volumétrico em dessecador após ter secado em estufa a 105° C; C) Amostra indeformada seca; D) Amostra em balão aferido de 50ml em processo de adionamento de álcool etílico.....	85
<b>Figura 18.</b>	Procedimentos da análise granulométrica. A) Amostra em repouso antes de ir ao agitador; B) Amostra no agitador, onde ficou por 15 minutos; C) Peneira de malha 0,053, apoiada sobre um funil em uma proveta de 1.000 ml; D) Provetas com amostras em decantação enquanto aguarda o tempo para a “pipetagem”; E) Recipientes com o material pipetado; F) Argila após procedimento evaporação.....	88
<b>Figura 19.</b>	Determinação do pH nas amostras. A) Separação das amostras para pesagem; B) Eletrodos mergulhados para leitura do pH.....	89
<b>Figura 20.</b>	Procedimento de determinação da Matéria Orgânica. A) Pesagem da amostra, 0,5 g; B) Amostras no agitador, onde permaneceu por 10 minutos; C) Leitura do valor de Matéria Orgânica em espectrofotômetro.....	90
<b>Figura 21.</b>	Etapas e subetapas da metodologia de avaliação dos geomorfossítios.....	93
<b>Figura 22.</b>	Indicadores para avaliação numérica de quantificação dos Geomorfossítios.....	96
<b>Figura 23.</b>	Áreas protegidas do estado do Amapá.....	106
<b>Figura 24.</b>	A geologia e o material de origem nos três geomorfossítios. A)	

	Afloramento de granito na margem direita do rio Araguari, pertencentes a rochas ígneas no geomorfossítio “Pontal das Pedras”; B) Coberturas inconsolidadas compostas de arenitos, siltitos e argilitos, pertencentes as rochas sedimentares, no geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes”; C) Afloramento de granito no leito do igarapé do Traíra, afluente da margem esquerda do rio Araguari, pertencentes as rochas ígneas no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....	114
<b>Figura 25.</b>	Mapa ilustrando os pontos de coleta de amostras no ramal principal de acesso aos afloramentos no Geomorfossítio "Pontal das Pedras".....	115
<b>Figura 26.</b>	Geomorfossítio “Pontal das Pedras”, localização no relevo, com forma da encosta e processos atuantes, como presença de voçoroca e ravinas. A) Ponto 1 de coleta de solos, na área no ramal de acesso aos afloramentos rochosos; B) Ponto 2 de coleta de solos, ilustrando a APP e o afloramento rochoso ao fundo; C) Local próximo ao ponto 2, ilustrando a regeneração de uma ravina. O intervalo de tempo entre as fotos B e C foi de 1 ano, período de desativação do uso recreativo do balneário “Pontal das Pedras”.....	116
<b>Figura 27.</b>	Mapa ilustrando os pontos de coleta de amostras no ramal principal de acesso à cachoeira no Geomorfossítio "Cachoeira do Traíra".....	117
<b>Figura 28.</b>	Geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. A) Ponto 1 de coleta no geomorfossítio, no terço superior do relevo, ilustrando a vegetação de cerrado e o relevo misto ao fundo representado pelos Tabuleiros Costeiros antecededidos pelas Colinas, na parte frontal; B) Ponto 2 de coleta no geomorfossítio; e C) Ilustração da geomorfologia regional, vegetação e processos. Formas tabulares colonizadas por vegetação de cerrado, nas áreas dissecadas com formação de drenagem entre as formas tabulares, encontra-se a floresta densa.....	118
<b>Figura 29.</b>	Mapa ilustrando os pontos de coleta de amostras na área de acesso e contemplação no Geomorfossítio "Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari".....	119
<b>Figura 30.</b>	Geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari. A) Ilha rochosa que forma corredeiras no leito do rio Araguari, com a representação das principais formas características do trecho, como uma colina, na parte de trás, na frente há pequenos afloramentos, terraço e formação de depósitos aluviais “praia fluvial”; B) Orla de Ferreira Gomes na	

	margem direita do rio Araguari, com representação dos terraços e atuação da erosão fluvial e formação de depósitos aluviais nas margens convexas do rio, as “praias fluviais”.....	120
<b>Figura 31.</b>	Valores de textura em pontos nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, “Cachoeira do Traíra” e “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”.....	123
<b>Figura 32.</b>	Densidade aparente e porosidade total em pontos nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, “Cachoeira do Traíra” e “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”.....	125
<b>Figura 33.</b>	Variação de pH e matéria orgânica em pontos nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, “Cachoeira do Traíra” e “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”.....	128
<b>Figura 34.</b>	Camada laterítica recobrando o solo no primeiro ponto do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....	133
<b>Figura 35.</b>	Geomorfossítio “Pontal das Pedras”. A) Afloramento de rochas graníticas; B) Balsa de exploração de seixo; C) Formação de ravina no principal ponto de acesso aos afloramentos.....	145
<b>Figura 36.</b>	Registro de atividades educativas realizadas por professores do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá.....	147
<b>Figura 37.</b>	Slide com o título da palestra ministrada aos alunos do curso de geografia da Universidade Federal do Amapá.....	148
<b>Figura 38.</b>	Acima a imagem do “Geomorfossítio Pontal das Pedras” em período anterior a maio de 2016 quando a área passou a sofrer inundações sazonais em função da operação da UHE Cachoeira Caldeirão. Abaixo um quadro informando o suporte da rede de hotelaria do município de Porto Grande.....	149
<b>Figura 39.</b>	Geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. A) Feições de relevo tabulares com a presença de vegetação de cerrado no topo e na base, ocorre a presença de vegetação secundária, geralmente associada a presença de drenagens ; B) Topo de colina colonizada por vegetação de cerrado; C) Cachoeira do Traíra.....	151

<b>Figura 40.</b>	Placa na área do geomorfossítio, próximo a Cachoeira do Traíra, ilustrando a limitação de acesso a área através da cobrança de taxas de entrada e consumo de alimentos.....	152
<b>Figura 41.</b>	Presença de imagem do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” em folder e site de divulgação de uma agência de turismo.....	154
<b>Figura 42.</b>	Quadro indicando os afloramentos no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” como atrativo natural de Ferreira Gomes em seu Plano Diretor Municipal.....	155
<b>Figura 43.</b>	Geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. A) Afloramentos rochosos na margem direita do rio Araguari; B) Praia fluvial na margem direita do rio Araguari; e C) Corredeiras no leito do rio Araguari.....	156
<b>Figura 44.</b>	Presença de uma garça fotografada durante a realização de trabalho de campo. O animal confirma a relação que existe entre a fauna e a geodiversidade.....	157
<b>Figura 45.</b>	A presença de pássaros é frequente no geomorfossítio, que ao pousar nas rochas para descanso ou alimentação, resgatam a relação de dependência da biodiversidade com a geodiversidade.....	157
<b>Figura 46.</b>	Resíduos de velas presentes em um ponto do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”.....	158
<b>Figura 47.</b>	Relação de subsistência no geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. A) Presença de uma mulher que pesca na margem do Araguari; B) Presença de um homem que usa o rio para se deslocar.....	159
<b>Figura 48.</b>	Atividade educativa relativa a um trabalho de campo realizado pela professora da disciplina Pedologia para uma turma de Geografia da Universidade Federal do Amapá.....	161
<b>Figura 49.</b>	Identificação do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” em diferentes folders de divulgação de uma pousada existente no local.....	162

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1.</b>	Variáveis consideradas nas pesquisas em geomorfologia.....	28
<b>Quadro 2.</b>	Fases da pesquisa experimental em geomorfologia.....	30
<b>Quadro 3.</b>	Aplicação da geomorfologia, com exemplos de trabalhos.....	32
<b>Quadro 4.</b>	Estratégias de geoconservação.....	44
<b>Quadro 5.</b>	Dados de população, em números de habitantes residentes e em situação domiciliar dos municípios no médio curso do rio Araguari e da capital.....	58
<b>Quadro 6.</b>	Principais atividades produtivas: extrativismo e silvicultura em 2015 e agrícola em 2016, área plantada (destinada a colheita) por hectare.....	59
<b>Quadro 7.</b>	Usinas hidroelétricas em funcionamento no médio curso do rio Araguari.....	61
<b>Quadro 8.</b>	Relação entre geologia, geomorfologia e solos no médio curso do rio Araguari.....	76
<b>Quadro 9.</b>	Planilha com pontos de coleta de solos e características.....	83
<b>Quadro 10.</b>	Critérios de valoração do indicador “Valor de Conservação do Solo (VCS)”.....	91
<b>Quadro 11.</b>	Pesos atribuídos aos fatores controladores da erosão e sua contribuição no potencial erosivo.....	92
<b>Quadro 12.</b>	Formulário de caracterização dos geomorfossítios.....	94
<b>Quadro 13.</b>	Ficha de caracterização dos geomorfossítios.....	95
<b>Quadro 14.</b>	Formulário de avaliação numérica dos geomorfossítios.....	97
<b>Quadro 15.</b>	Avaliação quantitativa com os indicadores adaptados da	

	metodologia de Pereira (2006).....	101
<b>Quadro 16.</b>	Ranking dos geomorfossítios com prioridade de conservação.	101
<b>Quadro 17.</b>	Objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Art. 4º da Lei nº 9.985/2000.....	103
<b>Quadro 18.</b>	Unidades de Conservação no médio curso do rio Araguari.....	107
<b>Quadro 19.</b>	Classificação textural e composição das frações granulométricas.....	122
<b>Quadro 20.</b>	Variáveis do critério de potencial de erosão.....	135
<b>Quadro 21.</b>	Formulário de caracterização e inventariação dos geomorfossítios.....	140
<b>Quadro 22.</b>	Indicadores principais, secundários e critérios de valoração dos geomorfossítios.....	163

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b>	Propriedades físicas e químicas do solo nos seis pontos em geomorfossítios no médio curso do rio Araguari.....	111
<b>Tabela 2.</b>	Valores de matéria orgânica e pH nos pontos de cada geomorfossítio.....	128
<b>Tabela 3.</b>	Soma dos pesos de indicadores do potencial de erosão por ponto.....	137
<b>Tabela 4.</b>	Média dos pesos de indicadores do potencial de erosão por área de acesso em cada geomorfossítio.....	138
<b>Tabela 5.</b>	Quantificação do geomorfossítio “Pontal das Pedras”.....	164
<b>Tabela 6.</b>	Quantificação do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....	164
<b>Tabela 7.</b>	Quantificação do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”.....	165
<b>Tabela 8.</b>	Valores e ordem de prioridade para as estratégias de geoconservação.....	165
<b>Tabela 9.</b>	Indicadores para a caracterização do “Valor de Conservação do Solo (VCS)”.....	166
<b>Tabela 10.</b>	Quantificação dos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari. Contribuição metodológica a partir da inserção do “Valor de Conservação do solo (VCS)”.....	168

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	25
1.1.1	Geral.....	25
1.1.2	Específicos.....	25
<b>1.2</b>	<b>Justificativas</b> .....	25
<b>1.3</b>	<b>Estruturação da tese</b> .....	26
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL</b> .....	28
<b>2.1</b>	<b>Geomorfologia: conceito, objeto de estudo e procedimentos metodológicos</b> .....	28
2.1.1	Conceito e objeto de estudo.....	28
2.1.2	Procedimentos metodológicos aplicados na geomorfologia.....	29
<b>2.2</b>	<b>Geografia Física aplicada e a Geomorfologia</b> .....	31
<b>2.3</b>	<b>Categorias da geografia nos estudos da geomorfologia: paisagem e escala</b> .....	32
2.3.1	Paisagem.....	32
2.3.2	Escala geográfica.....	34
<b>2.4</b>	<b>Degradação dos solos</b> .....	36
2.4.1	Fatores controladores da erosão dos solos.....	40
2.4.2	Estudos sobre degradação dos solos.....	40
<b>2.5</b>	<b>Geodiversidade e geoconservação</b> .....	44
2.5.1	Questões conceituais.....	44
2.5.2	Evolução dos estudos sobre geoconservação e geodiversidade a partir de diferentes perspectivas.....	47
2.5.3	Instrumentos de geoconservação.....	49
2.5.3.1	<i>Geoparques Globais da UNESCO</i> .....	49
2.5.3.2	<i>Projeto Geoparques do Serviço Geológico do Brasil</i> .....	52
<b>3.</b>	<b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	54
<b>3.1</b>	<b>Localização geográfica</b> .....	54
3.1.1	Delimitação dos geomorfossítios na área de estudo.....	54
<b>3.2</b>	<b>Formação territorial dos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, médio curso do rio Araguari</b> .....	56
<b>3.3</b>	<b>Aspectos socioeconômicos do médio curso do rio Araguari</b> .....	57
<b>3.4</b>	<b>Fisiografia do médio curso do rio Araguari</b> .....	63
<b>4.</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	79
<b>4.1</b>	<b>Análise do referencial teórico, metodológico e conceitual</b> ...	79
<b>4.2</b>	<b>Trabalhos de campo</b> .....	79
4.2.1	Coletas de amostras de solo.....	80
<b>4.3</b>	<b>Análises de laboratório</b> .....	84
4.3.1	Propriedades físicas.....	84
4.3.1.1	<i>Densidade aparente e porosidade</i> .....	84
4.3.1.2	<i>Granulometria</i> .....	86
4.3.2	Propriedades químicas.....	88
4.3.2.1	<i>pH</i> .....	88
4.3.2.2	<i>Matéria orgânica</i> .....	89

4.4	<b>O indicador “Valor de Conservação do Solo” em geomorfossítios.....</b>	90
4.5	<b>Avaliação dos geomorfossítios.....</b>	92
4.5.1	Caracterização geomorfológica.....	93
4.5.2	Seleção e inventariação dos geomorfossítios.....	93
4.5.3	Quantificação dos geomorfossítios.....	96
5.	<b>INSTRUMENTO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI.....</b>	102
5.1	Introdução.....	102
5.2	Marco legal.....	102
5.3	<b>O atual instrumento de conservação da natureza no estado do Amapá: Unidades de Conservação da Natureza.....</b>	104
6.	<b>POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS EM GEOMORFOSSÍTIOS NO MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI.....</b>	110
6.1	Introdução.....	110
6.2	<b>Atuação dos fatores controladores da erosão nos geomorfossítios.....</b>	112
6.3	Textura.....	121
6.4	Densidade aparente e porosidade.....	123
6.5	pH e matéria orgânica.....	127
6.6	Potencial de erosão.....	131
7.	<b>AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE GEOMORFOSSÍTIOS NO MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA ÀS ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO.....</b>	139
7.1	Introdução.....	139
7.2	<b>Inventariação e avaliação qualitativa dos geomorfossítios..</b>	140
7.3	<b>Geomorfossítio “Pontal das Pedras”.....</b>	143
7.3.1	Revisão da literatura produzida para o geomorfossítio “Pontal das Pedras”.....	145
7.3.2	Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para o geomorfossítio “Pontal das Pedras”.....	147
7.3.3	Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no geomorfossítio “Pontal das Pedras”.....	147
7.3.4	Identificação do geomorfossítio “Pontal das Pedras” em folders, sites, cartazes ou folhetos de agências de turismo.....	148
7.4	<b>Geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....</b>	149
7.4.1	Revisão da literatura produzida para o geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....	152
7.4.2	Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para o geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....	153
7.4.3	Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”.....	153

7.4.4	Identificação do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” em folders, sites, cartazes ou folhetos de agências de turismo.....	154
<b>7.5</b>	<b>Geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”</b> .....	<b>155</b>
7.5.1	Revisão da literatura produzida para o geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”.....	159
7.5.2	Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para o geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” .....	160
7.5.3	Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” .....	161
7.5.4	Identificação do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” em folders, sites, cartazes ou folhetos de agências de turismo.....	162
<b>7.6</b>	<b>Avaliação quantitativa dos geomorfossítios</b> .....	<b>162</b>
<b>7.7</b>	<b>Proposta de inserção do “Valor de Conservação do Solo (VCS)” na avaliação quantitativa</b> .....	<b>165</b>
<b>8.</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>169</b>
<b>9.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>172</b>

## **APÊNDICE**

## **ANEXOS**

## 1. INTRODUÇÃO

A presente tese tem como temática central a geoconservação dos elementos geomorfológicos de uma paisagem. A conservação da geodiversidade pode ser discutida também com base nos suportes geológico, paleontológico, mineralógico, arqueológico, pedológico, etc. Além disso, há também os processos decorrentes de agentes endógenos e exógenos, em diferentes escalas de manifestação espacial, que junto ao suporte, compõem o Patrimônio Natural do planeta.

Essa temática atualmente tem se difundido entre os pesquisadores de geociências em âmbito nacional e internacional. As primeiras contribuições teóricas e metodológicas foram desenvolvidas pelos europeus, anterior à disseminação do conceito de forma mais efetiva entre os trabalhos científicos, porém, foi o que embasou a criação da Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico (ProGeo), em 1992. Na oportunidade, se apresentou uma abordagem sistemática aplicada ao reconhecimento e valorização do patrimônio geológico e identificação de geossítios. Esta abordagem, segundo Brilha (2016), pode ser adaptada para regiões com diferentes áreas e ambientes geológicos e, no presente trabalho, acrescenta-se também os geomorfológicos. As principais contribuições podem ser encontradas em Zagorchev e Tzankov (1996); Alcalá (1999); Brilha e Henriques (2000); Hose (1995; 2000); Gray (2004); Alexandrowicz (2008); Carcavilla et al. (2008); Brilha et al. (2010); Maran (2010); Monosso (2010); Borba (2011); Monosso e Ondicol (2012); García-Cortés e Urquí (2013); Brilha (2005, 2010, 2016); Hjort et al. (2015); Lozano (2015); e Koh et al. (2014).

A geodiversidade trata-se da variedade de ambientes geológicos, geomorfológicos, paleontológicos, mineralógicos, bem como, de processos ativos que originam as paisagens e dão suporte para o desenvolvimento de vida na Terra, assim como, para o uso e ocupação pela sociedade. Quanto a isso, Brilha (2016) define que compreende não apenas os aspectos que assinalam testemunhos do passado geológico de uma área, mas também os processos atuais que definem novos testemunhos. Considerando que há uma relação de dependência entre o desenvolvimento de vida e os processos que resultam nos ambientes propícios para tal, a biodiversidade é condicionada pela geodiversidade (Brilha, 2005). Ou seja, a formação dos solos como suporte para o desenvolvimento da flora e da fauna, é

precedido das interações dinâmicas entre a geologia, a geomorfologia e o clima, e este último enquanto um importante agente modelador da paisagem.

Considerando a contemporaneidade da inserção das referidas temáticas nas Geociências, em comparação aos estudos do suporte biótico, é compreensível o destaque em detrimento daquele. No entanto, ressalta-se que a geodiversidade é de grande importância, inclusive para a manutenção dos elementos vivos da paisagem - a biodiversidade -, uma vez que se trata do suporte de assentamento e desenvolvimento da fauna e flora.

Orientados pela relevância da temática, há uma variedade de trabalhos acadêmicos em âmbito nacional e internacional, que atendem a diversas perspectivas, áreas de estudo e escalas de análise.

Sobre o enfoque metodológico, destaca-se Pereira (2006) e Pereira et al. (2007), que através da metodologia de avaliação do patrimônio geomorfológico propuseram a inventariação e a quantificação como etapas distintas, mas complementares, no processo de avaliação da geodiversidade. Como contribuições teórico-conceituais, destacam-se os trabalhos de Moreira (2010), Nascimento et al. (2015) e Jorge e Guerra (2016), que contemplam uma abordagem histórica e conceitual relacionada ao papel da geodiversidade, do patrimônio geológico e geomorfológico e do geoturismo, para a geoconservação. Sobre a inventariação e quantificação do patrimônio natural, destaca-se Pereira et al. (2007), Borba et al. (2013), e Albani et al. (2014), os quais apresentam inventários a partir de temas, aludindo à questão das diferentes escalas de análise, e Brilha (2016), que faz uma revisão e reformula os conceitos e propostas de quantificação da geodiversidade feitos em 2005.

Uma importante contribuição da ciência geomorfológica nesses estudos é considerar a escala de manifestação espacial de uma forma de relevo como componente de um sítio da geodiversidade. Ou seja, a geodiversidade pode ser representada por uma unidade morfoestrutural, morfoescultural, morfológica, mas também por processos e formas semelhantes, como por exemplo, a erosão.

Em outra perspectiva, cada local é dotado de particularidades, o que implica na necessidade de reformular e adaptar os métodos, ou modelos existentes. Considerando ainda que as metodologias de avaliação numérica da geodiversidade

têm como uma das principais críticas a questão da subjetividade, uma forma de tentar preencher essa lacuna seria a mensuração dos processos geomorfológicos no âmbito de seu valor de proteção.

A apropriação dos solos como recurso para atender as necessidades da sociedade, tanto no meio urbano quanto em áreas rurais, sem o manejo adequado, pode resultar na degradação deste elemento físico da paisagem. A literatura científica nacional e internacional (GUERRA, 2005; GUERRA et al., 2017; e POESEN, 2017), bem como organizações intergovernamentais (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA – FAO, 2015) e instituições públicas, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), demonstram a preocupação em compreender a dinâmica dos solos, para assim buscar alternativas sustentáveis à sua conservação.

O solo é uma camada da biosfera indispensável para a existência dos seres vivos. Segundo a FAO, 2015, algumas de suas funções são: desenvolver a biodiversidade; proporcionar a entrada e saída de energia, gases e água que através do ciclo hidrológico abastece aquíferos, lagos, rios, etc.; suportar o desenvolvimento cultural e de atividades humanas; guardar registros do patrimônio geológico, geomorfológico e arqueológico; permitir a produção de alimentos para atender as necessidades da sociedade.

Embora seja um importante recurso para a sociedade, os dados sobre a situação dos solos são alarmantes. Em 2015, no ano internacional dos solos, um relatório da FAO (2015), denominado “Status of the world's soil resources”, relatou que 33% dos solos do mundo estão degradados. Entre as principais ameaças a este recurso, estão: erosão, salinização, compactação, acidificação e contaminação. Sendo que somente a erosão, indicada inclusive como um dos principais problemas encontrados no Brasil, é responsável pela remoção de 25 a 40 milhões de toneladas de solo por ano no mundo (EMBRAPA, 2015; FAO, 2015).

A erosão dos solos é um processo geomorfológico de subtração e translocação das partículas do solo, dos fragmentos de rocha, dos agregados do solo e da matéria orgânica do seu local de origem, através de processos físicos, biológicos e induzido pela ação humana (POESEN, 2017). A erosão é uma forma de degradação recorrente em zonas com excedente hídrico, pois o elevado volume de precipitação, por meio da intensidade, massa, velocidade e energia cinética

(GUERRA, 2005a; GUERRA et al., 2017), aliado à frequência, atuam simultaneamente na remoção dos solos. Além da chuva, outros fatores podem influenciar na perda de solos por erosão: as características das encostas, as propriedades dos solos, a cobertura vegetal, e o uso e manejo dos solos (GUERRA, 2005a; BERTONI e NETO, 2010; MARTORANO et al., 2017). Segundo Guerra (1994), a condição de subdesenvolvimento de um país pode contribuir ao agravamento do problema da degradação dos solos, pois as estratégias de conservação do mesmo não incluem elementos sociais, econômicos e políticos nos programas de diagnósticos de erosão.

A Amazônia Legal (brasileira), abrangida por seus aproximados 5.020.000 de km<sup>2</sup> (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2018), há a diversidade de comunidades, etnias, formas de ocupação, atividades econômicas, manifestações culturais, conflitos, assim como, de ecossistemas, embasamentos geológicos, microclimas, redes de drenagem, vegetação, solos, formas de relevo, e etc.

Esta área é integrada pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins, além do Norte do Mato Grosso e Oeste do Maranhão. Em 63% de tal área, a exceção do Leste do estado do Pará, Oeste do Maranhão e extremo Nordeste do Mato Grosso, se encontra a região hidrográfica Amazônica, constituída pela bacia hidrográfica do rio Amazonas. Esta região ocupa no Brasil 3.869.953 km<sup>2</sup> e apresenta uma população de 9.694.728 habitantes (5,1% da população brasileira).

No médio curso do rio Araguari, localizado na região centro-sul do estado do Amapá (Brasil), as formas de apropriação e uso dos solos para diferentes atividades econômicas, comercial e residencial, sem o manejo adequado, intensificam os processos erosivos (MEDEIROS e NETO, 2016; MOURA et al., 2016; SILVA e COSTA, 2016; e SILVA 2017).

As características do suporte físico da paisagem decorrente das interações entre seus aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos (IBGE, 2004a, 2004b, 2004c; CPRM, 2013, 2016), determinam as condições morfológicas e os processos fluviais.

Em consequência do potencial existente, ocorrem na área atividades associadas à construção civil (ex. através da exploração de mineral de segunda

classe<sup>1</sup>); produção de energia (ex. por meio da existência de três usinas hidrelétricas neste trecho); uso balneário das cachoeiras e corredeiras; e uso educativo (ex. os afloramentos ilustram estruturas, formas e processos, que registram a evolução dos elementos da paisagem e podem ser utilizados no ensino de geociências).

Para todos esses usos, as áreas de acesso aos afloramentos - que são os ramais<sup>2</sup> e a orla fluvial do município de Ferreira Gomes - estão sujeitas a degradação dos solos. Isso ocorre em função do pisoteio de pessoas, animais e a pressão dos veículos que circulam, além das construções de diversas naturezas.

Ao recorte espacial formado de: área de acesso e afloramentos, no leito e nas margens do rio Araguari, denominou-se de “geomorfossítios”. Considera-se como geomorfossítios as formas de relevo como registro do processo evolutivo do planeta Terra, ao longo dos diferentes períodos da escala geológica. Então, paisagens formadas por uma macroforma, ou que ilustram o seu esculpimento através de processos, podem ser consideradas geomorfossítios.

A partir da contextualização apresentada a questão que se procurou responder é a seguinte: Como contribuir com a metodologia de avaliação da geodiversidade, adaptando-a para regiões de clima equatorial e a escala de análise geomorfológica a nível de processos?

---

<sup>1</sup> Jazidas de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, como: ardósias, areias, cascalhos, quartizitos e saibros (BRASIL, 1968). Na área pesquisada ocorrem: areia, brita e seixo (IEPA, 2010).

<sup>2</sup> Na Engenharia Civil, um ramal trata-se de uma via secundária que faz a ligação de um ponto com a rodovia principal. No caso da área de estudo, os ramais ligam os “geomorfossítios” a BR 156.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Geral**

Identificar o potencial erosivo dos solos em geomorfossítios localizados no médio curso do rio Araguari, estado do Amapá, e propor uma adaptação à metodologia de avaliação a partir da inserção do indicador “Valor de Conservação do Solo” na quantificação de geomorfossítios.

### **1.1.2 Específicos**

I – Identificar o principal instrumento de conservação da natureza no médio curso do rio Araguari.

II – Analisar a potencialidade a erosão do solo nos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari.

III – Incluir o indicador “Valor de Conservação do Solo” na metodologia de quantificação dos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari.

## **1.2 Justificativas**

Este trabalho apresenta quatro justificativas:

1 – Pela importância de contribuir com um banco de dados, a partir da pesquisa de temáticas voltadas para a área de estudo. Considera-se que seja de grande relevância, por conta da escassez de trabalhos acadêmicos e científicos sobre tal;

2 – A contribuição da pesquisa geomorfológica, a partir da análise da escala nos estudos de geodiversidade. Com a presente pesquisa buscou-se propor um modelo de geoconservação que tenha na mensuração dos aspectos da degradação uma importante ferramenta para ação. Assim, na gestão e no planejamento do meio abiótico, o gestor público e órgãos ambientais terão dados objetivos que poderão ser usados para permitir, ou restringir o uso e ocupação para as diversas atividades desenvolvidas;

3 – A contribuição metodológica, já que procurou-se propor a inserção de um indicador na metodologia de avaliação e quantificação da geodiversidade; e

4 – A contribuição ao problema da subjetividade com a qual os autores que pesquisam sobre a quantificação e atribuição de valores a geodiversidade.

### 1.3 Estruturação da tese

A presente tese está composta de oito capítulos. O primeiro capítulo é a **“Introdução”**, que de forma geral contextualiza a temática pesquisada e a área de estudo, assim como apresenta os objetivos e os aspectos que justificam a construção do trabalho.

O segundo capítulo **“Referencial teórico”** mostra o estado da arte a respeito das principais temáticas que foram abordadas na tese. Ele destaca o contexto da pesquisa geomorfológica, com enfoque para o objeto de estudo, métodos, escalas e categoria de análise no âmbito da ciência geográfica. Posteriormente, reúne uma discussão geomorfológica em nível de processo, apresentando e discutindo a degradação dos solos a partir de trabalhos sobre o tema em âmbito nacional e internacional. Por fim, conceitua os principais aspectos sobre as temáticas da geodiversidade e geoconservação.

O terceiro capítulo **“Área de estudo”** localiza a área pesquisada e resgata a conjuntura de formação territorial dos municípios que fazem parte do médio curso do rio Araguari. Finalmente, explana através de dados sobre os aspectos socioeconômicos e fisiográficos da área.

O quarto capítulo apresenta os **“Procedimentos metodológicos”**. Neste consta todas as etapas cumpridas, visando alcançar os objetivos definidos para a pesquisa. Resumidamente, mostra como foi feita a análise do referencial teórico, metodológico e conceitual. Detalhadamente, mostra os procedimentos de trabalhos de campo para a coleta de amostras de solo e, inclusive, para a definição, delimitação e escolha dos geomorfossítios no médio Araguari. Os procedimentos de laboratório também foram detalhadamente explicados e ilustrados. Após os procedimentos de análise das propriedades físicas e químicas do solo, foi construído o indicador de avaliação da geodiversidade (no caso, o recorte espacial na paisagem foram geomorfossítios), denominado “Valor de Conservação do Solo”, que foi inserido na etapa de seleção, inventariação e quantificação dos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari.

O quinto capítulo intitulado **“Instrumento de conservação da natureza no médio curso do rio Araguari”**, mostra em termos conceituais e legais, o principal instrumento de conservação da natureza existente não apenas na área de estudo, mas no estado do Amapá. Foi uma forma de refletir sobre os desafios da conservação, uma vez que existe um discurso de preservação, mas quando se relaciona com os dados dos aspectos socioeconômicos, apresentados no terceiro capítulo da tese, percebe-se se trata, na verdade, de um instrumento pouco eficaz.

O sexto capítulo **“O potencial de degradação dos solos em geomorfossítios no médio curso do rio Araguari”** analisa o potencial de degradação dos solos em geomorfossítios no médio curso do rio Araguari, através dos exames de suas propriedades físicas (densidade aparente, porosidade e textura) e químicas (pH e matéria orgânica). Após a interpretação das propriedades, somado aos demais fatores controladores (declividade, forma da encosta e uso e cobertura), cria-se a matriz com os resultados, o que origina o indicador “Valor de conservação do solo”, como proposta na metodologia de quantificação da geodiversidade, no capítulo subsequente.

O sétimo capítulo, **“Avaliação quantitativa de geomorfossítios no médio curso do rio Araguari: uma proposta metodológica às estratégias de geoconservação”** propõe a inclusão do indicador “Valor de Conservação do Solo”, à metodologia de avaliação da geodiversidade. Através da observação, descrição e análise dos processos foi possível a adaptação da metodologia. Para a construção da referida proposta, considerou-se como critérios de valoração alguns fatores controladores da erosão, com seus respectivos valores, todos de acordo com a intensidade na atuação dos processos erosivos. A análise foi feita, principalmente, a partir de abordagem comparativa, que permitiu refletir sobre as diferenças na avaliação quantitativa, quando há ou não a inserção do valor proposto na presente tese.

Por fim, o oitavo capítulo, **“Conclusões”**, apresenta as principais considerações ao término da pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

### 2.1 Geomorfologia: conceito, objeto de estudo e procedimentos metodológicos

#### 2.1.1 Conceito e objeto de estudo

A geomorfologia tem como objetivo fazer um estudo sistemático das formas de relevo na superfície da Terra com base em sua gênese e evolução, determinadas pela: natureza das rochas, estruturas, clima, forças e agentes endógenos e exógenos, além do papel desempenhado pelo homem, que através de sua atuação interfere e controla os processos, criando e destruindo as formas (MARQUES, 2005; FIERS, 2016). A interação entre gênese e evolução deve ser considerada, pois, onde há rochas mais resistentes o relevo tende a ser mais preservado, sobretudo porque a estrutura impõe limitações aos agentes modeladores (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Segundo Florenzano (2008) e Barbosa e Furrier (2015), o relevo pode ser descrito através de algumas variáveis: a morfologia, a morfogênese, a morfodinâmica e a morfocronologia (Quadro 1).

**Quadro 1.** Variáveis consideradas nas pesquisas em geomorfologia

Variáveis	Descrição	Exemplo
Morfologia	Forma e aparência	Depressões, planícies, planaltos, etc.
	Morfometria	Medidas de altura, comprimento, largura, superfície, volume, inclinação, etc.
Morfogênese	Origem	Processos endógenos: movimentos sísmicos, vulcanismo, tectonismo, etc.
		Processos exógenos: intemperismo químico, físico e biológico.
Morfodinâmica	Dinâmica das formas	Erosão, ravinamento, voçorocamento, sedimentação, etc.
Morfocronologia	Idade das formas	Tempo geológico de origem e evolução das formas.

Fonte: Elaboração da autora, 2017, baseado em Florenzano, 2008.

O estudo das formas de relevo tem se constituído enquanto importante etapa para construção de um diagnóstico do quadro ambiental. Quando é associado ao conhecimento do tipo de clima, dos solos, da cobertura vegetal, das bacias hidrográficas e do uso e apropriação, pode contribuir para identificar, analisar e interpretar a manifestação de vários fenômenos físicos. Assim, criam-se subsídios para a gestão e planejamento físico-territorial. Lembra-se o caráter interdisciplinar da

geomorfologia, pois ela é também estudada, por exemplo, pelos engenheiros, biólogos e geólogos. Isso proporciona um debate mais aprofundado, por meio de diálogo com outros campos do saber científico, com possibilidades de interpretação sistêmica sobre a organização dos fenômenos no espaço geográfico.

Esse raciocínio converge para o que Marques (2005) afirmou ao defender que a evolução do conhecimento sobre a geomorfologia não se limita em apenas conhecer os tipos de relevos e os processos a eles relacionados. Segundo o autor, através do conhecimento geomorfológico é possível compreender a conexão entre os processos; a evolução das formas de relevo no tempo e no espaço; o seu significado perante o contexto ambiental; a busca por interferir ou controlar processos geomorfológicos; e a convivência com processos catastróficos. Para Souza e Sobreira (2017), a análise geomorfológica integrada a outros elementos da paisagem, é um importante instrumento que auxiliam na restrição ou expansão à ocupação. Sendo assim, o conhecimento sobre os tipos de relevo pode auxiliar nas formas de adaptação das pessoas diante a apropriação dos espaços.

### 2.1.2 Procedimentos metodológicos aplicados na geomorfologia

A pesquisa geomorfológica segue duas grandes linhas, uma empírica e outra experimental. A primeira tem no trabalho de campo uma importante ferramenta para observar, descrever e interpretar a paisagem. A experimental objetiva validar os fenômenos verificados empiricamente, seja através de experiências em laboratório e estações experimentais, seja por meio da interpretação de dados coletados em campo (ROSS, 2005).

No que diz respeito aos procedimentos, existem dois que embora sejam distintos, se complementam: a técnica e o método. Para este último, é importante o fundamento teórico conceitual, já que embasará todas as reflexões, desde a compilação de informações, até a transformação da pesquisa em modelo (ROSS, 1992; 2005; 2011).

Em termos de técnica, a pesquisa geomorfológica pode ser um experimento ou um monitoramento. Segundo Ross (2005), um experimento é composto de quatro fases: empírica, instalação de estações experimentais, tratamento do material coletado em estações experimentais, e análise e conclusões gerais (Quadro 2). Um

exemplo deste tipo de pesquisa pode ser observado em Silva (2017) que instalou estações de monitoramento de erosão para análise dos processos erosivos.

**Quadro 2.** Fases da pesquisa experimental em geomorfologia

<b>Fases</b>	<b>Especificação</b>
Empírica	Observação, clareza do objeto de estudo, panorama do quadro ambiental e seleção da área
Instalação de estações	Instalação de equipamentos, considerando fator logístico e adequação ambiental
Tratamento de material coletado	Coletas respeitando hora, dia, mês e ano
Análise e conclusões gerais	Tratamento estatístico mais análise empírica

Fonte: Elaboração própria, 2017, baseado em Ross (2005).

Segundo Guerra (2005b), os experimentos independem da frequência, não sendo obrigatória a coleta de dados em tempo, específico, podendo ser, ou não, realizados em laboratório. Zanatta et al. (2017), fizeram uma pesquisa desta natureza, ao usarem dados de mapeamentos para avaliar a influência de fatores físicos, e da ação humana, para o surgimento de formas erosivas. Por outro lado, a outra técnica aplicada à pesquisa geomorfológica, o monitoramento, requer frequência e mensurações sistemáticas, sendo necessárias as coletas de dados em intervalos de tempo determinado. Um exemplo de monitoramento pode ser verificado em Pereira et al. (2016), feito a partir da instalação de parcelas de erosão em solo sem cobertura vegetal, para analisar as perdas de solo e água.

No que se refere ao método, segundo Ross (2005), a pesquisa geomorfológica apresenta diferentes etapas, todas apoiadas nos domínios do conhecimento teórico conceitual, da metodologia e das técnicas de apoio.

Para Libault (1971) apud Ross (2005) e Cavalheiro (2014), a pesquisa é desenvolvida a partir de 4 níveis:

- Compilatório: fases de obtenção de dados fornecidos através das cartas topográficas e geológicas, observação e medições da paisagem efetuada em campo, e de seleção das informações necessárias para a pesquisa;
- Correlativo: fase de aprimoramento da interpretação dos dados de mesma natureza (homogêneos);
- Semântico: fase de interpretação dos dados, que deixam de ser apenas informações passando a ser indicadores; e

- Normativo: fase em que o produto da pesquisa transforma-se em modelo e passa a ser aplicada.

## **2.2 Geografia Física aplicada e a geomorfologia**

O caráter aplicado da geografia física intensificou-se na década de 1980, conforme indicou Gregory (1992), ao discutir sobre a natureza da geografia física considerando a trajetória deste eixo da ciência geográfica, desde o processo de sua institucionalização, a partir de meados do século XIX.

A emergência em discutir a questão ambiental, na tentativa de construir um ambiente sustentável, de modo a garantir a segurança e a qualidade de vida para as pessoas permitiu à geografia, que tem em sua raiz esse “diálogo” Homem e ambiente, fazer reflexões e estabelecer metodologias para abordar a temática. Nesse contexto, os estudos ambientais consideram todos os aspectos que formam a paisagem, entre eles a geomorfologia.

Segundo Marques (2005), a perspectiva ambiental afirma uma visão mais abrangente do geomorfólogo, havendo ampla contribuição deste as pesquisas ambientais. Isso por conta da análise integrada da paisagem, que considera além das informações geomorfológicas, as climatológicas, biogeográficas e pedológicas. Ross (2011) complementa que é importante nos estudos do relevo refletir sobre aspectos globais e locais a partir da relação das sociedades humanas de um território com o meio físico.

A literatura científica internacional e nacional mostra a tendência aplicada da geomorfologia, seja através do uso das técnicas de análise dos fenômenos, ou do estudo de fenômenos e processos diversos. Trabalhos dessa natureza podem gerar subsídios de remediação ou minimização de problemas ambientais.

Nesse sentido, Guerra e Marçal (2012) apresentam várias formas de aplicação da geomorfologia, considerando sua importância para compreender os sistemas físicos, e partindo do princípio de que todas as formas de intervenção humana desenvolvem-se sobre alguma forma de relevo e/ou tipo de solo. Nesse sentido, existem trabalhos diversos de aplicação, sob diferentes perspectivas (Quadro 3).

**Quadro 3.** Aplicação da geomorfologia, com exemplos de trabalhos

<b>Aplicações</b>	<b>Autores</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metodologia</b>
Exploração de recursos hídricos	Gouveia et al. (2014)	Contribuir com o planejamento integrado dos recursos hídricos do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranapanema.	Elaboração de mapa geomorfológico.
Diagnóstico de áreas degradadas	Rodrigues (2016)	Desenvolver diagnóstico ambiental de áreas degradadas.	Coleta de amostras de solos deformadas e volumétricas, de área em taludes degradados e florestas e determinação de propriedades físicas e químicas dos solos.
Estudos de movimentos de massa	Loureiro e Ferreira (2013)	Debater sobre a aplicação do SR e SIG em estudos sobre movimentos de massa no Brasil.	Uso do SR e SIG, que proporcionaram fazer relações entre as feições geomorfológicas e a ocorrência dos movimentos de massa.
Estudos de erosão dos solos	Pereira (2015)	Fazer um diagnóstico ambiental dos solos degradados.	Construção de estação experimental para análise de fluxos superficiais de escoamento, a partir do comportamento das propriedades físicas e químicas dos solos.
Estudos de Geodiversidade	Espirito Santo et al. (2017)	Integrar geologia, geomorfologia e solos para identificar a geodiversidade.	Revisão de instrumentos de gestão oficiais; elaboração de cartografia geomorfológica.

Fonte: Elaboração da autora, 2017, baseado em Guerra e Marçal (2012). SR (Sensoriamento Remoto). SIG (Sistema de Informações Geográficas).

## 2.3 Categorias da geografia nos estudos da geomorfologia: paisagem e escala

### 2.3.1 Paisagem

A ocorrência de um processo natural no espaço geográfico, independente da dimensão em que se manifeste, obedece a uma ordem física que reúne todas as condições necessárias para que ocorra. Por exemplo, os processos erosivos dependem de fatores como: a chuva associada à declividade, às propriedades físico-químicas dos solos, a erosividade e o uso do solo.

Essa ordem física dos fenômenos se diferencia em cada local da superfície, pois cada um apresenta condições diferenciadas de clima, solo, relevo, vegetação, hidrografia e usos. Isto implica na manifestação de vários tipos de paisagens, que surgem da integração entre todos os elementos considerados.

A paisagem resulta de uma relação entre processos pretéritos e atuais, que foram e são, respectivamente, os responsáveis pela compartimentação regional da superfície e por sua dinâmica atual (AB'SABER, 1969; OLIVEIRA e SUERTEGARAY, 2014).

Na definição de Bertrand,

A paisagem não é simples adição de elementos geográficos disparatados. É numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável em perpétua evolução (BERTRAND, 1971).

Para esse autor, trata-se de uma paisagem formada pela relação dos elementos naturais e da influência das ações humanas. Para Heck (2017), esses são os aspectos sobre forma, função e dinâmica da paisagem.

Importa considerar que o funcionamento das relações sociais não é compreendido a partir da lógica de interação entre os elementos formadores da paisagem física, mas sim que as interferências feitas no meio resultam em desequilíbrios no sistema natural, sendo, portanto, integrados à dinâmica. A este respeito, Bier e Verdum (2014), destaca que como um reflexo da cultura, a paisagem carrega marcas produzidas pelas atividades humanas.

Uma questão importante também é que, segundo Bertrand (1971), estudar a paisagem implica necessariamente em considerar a escala de ocorrência do fenômeno representado na mesma, posto que, ocorre dentro de um contexto espacial.

A paisagem é a unidade espacial correspondente a associação entre as formas de relevo e usos (DELPOUX, 1974; VITTE, 2007). Logo, qualquer parte da superfície terrestre constitui uma paisagem, que possui: Suporte (ligado às características geológicas, climáticas, antrópicas), Cobertura (materializada pelas influências dos fatores climáticos, pedológicos, biológicos, e antrópico), e Forma e Cobertura (com variação temporal e espacial). O autor define ainda que a unidade elementar de uma paisagem deve conservar o critério da homogeneidade e que o espaço revela uma estrutura horizontal complexa como a soma de unidades elementares, dotadas de uma estrutura vertical pautada no suporte e na cobertura.

Assim, espaço, paisagem, unidade elementar de paisagem são os três níveis importantes no estudo e na descrição do meio.

A paisagem reflete, então, a interação entre todos os elementos do meio físico mais a ação humana. Trata-se de uma representação do espaço, mas que, conforme Vitte (2007), não se configura apenas pela intencionalidade humana, mas também, pela conformidade entre os vários elementos que a compõem, mesmo quando a ação do homem é inexistente.

Considerar a paisagem na geomorfologia, inserida em uma perspectiva, por exemplo, das análises de erosão e degradação dos solos, envolve a busca pela compreensão de que a formação e transformação dos solos resultam da interação de vários processos numa dimensão espacial e temporal (Jorge e Guerra, 2012). Essas interações, em curto prazo de tempo, geram feições percebidas na forma como a paisagem se apresenta, conforme identificado por Pereira (2015); Pereira et al. (2016); Silva (2017); e Zanatta et al. (2017).

### 2.3.2 Escala geográfica

Para o estudo de processos erosivos e degradação dos solos será necessário, conforme já destacado, compreender a paisagem dentro de uma perspectiva sistêmica. Mas conforme Bertrand (1971), estudar a paisagem é antes de tudo apresentar um problema de método, que significa procurar interpretar a paisagem global tal como ela se apresenta e de acordo com a escala geográfica em que se encontra.

A escala geográfica é uma medida que define a dimensão do espaço geográfico que um processo ou fenômeno ocupa em sua manifestação. Segundo Castro (1995; 2014) e Santos e Silva (2014), é ela confere visibilidade a um fenômeno e por isso deve ser tratada, também, como um problema metodológico dentro de uma perspectiva espacial. Isto implica em dizer que, os processos espaciais se manifestam em dimensões variadas, sugerindo o uso de escalas apropriadas para sua interpretação.

Para Guerra e Marçal (2012), a necessidade de estabelecer a dimensão de uma área a ser investigada levou à definição de sistemas de classificação em unidades, o que representa a atribuição escalar ao conceito de paisagem.

Na pesquisa geomorfológica serão destacados dois autores que trabalharam dentro de uma perspectiva da escala no tratamento metodológico das pesquisas geomorfológicas, são eles:

- Ab'Saber (1969), que estabeleceu as bases geomorfológicas para servirem de diretrizes para o estudo do quaternário do território intertropical brasileiro, definindo três níveis de tratamento: 1 - **Compartimentação topográfica regional**, com a caracterização e descrição das formas de relevo; 2 - **Análise da estrutura superficial das paisagens**, com as observações geológicas dos depósitos, geomorfológicos das feições antigas e recentes do relevo; e 3 – **Compreensão da fisiologia da paisagem**, com a observação da funcionalidade atual e global dos processos morfoclimáticos e pedogenéticos, o entendimento da sucessão habitual do tempo e as ações antrópicas predatórias.
- Ross (1992, 2005), que a partir dos princípios teóricos dos processos endógenos e exógenos, como geradores das formas grandes, médias e pequenas, propôs uma taxonomia do relevo. A origem desta está nas formulações de Penck (1953) in Ross (2005), que definiu as formas de relevo como resultado de forças endógenas e exógenas, oriundas do interior da terra e da ação climática, respectivamente. Ross definiu seis ordens taxonômicas, a partir do exemplo da bacia sedimentar do Paraná (unidade morfoestrutural), na qual várias unidades morfoesculturais estão inseridas. O **primeiro táxon** é a unidade morfoestrutural, como por exemplo, uma bacia sedimentar; o **segundo táxon** são as unidades morfoesculturais decorrentes do clima ao longo do tempo geológico (ex. as depressões periféricas, depressões monoclinais, planaltos em patamares intermediários); o **terceiro táxon** trata-se do conjunto de formas menores de relevo, onde a influência dos processos morfoclimáticos atuais são mais percebidos. Alguns fatores, que perceptivelmente distinguem essa ordem taxonômica, podem ser a rugosidade topográfica, ou índice de dissecação do relevo e o formato dos topos, vertentes e vales; o **quarto táxon** são formas individualizadas dentro de cada unidade de padrão de formas

semelhantes (ex. planícies fluviais, terraços fluviais ou marinhos, planícies marinhas, planícies lacustres), ou formas de denudação resultantes do desgaste erosivo (ex. colinas, morros e cristas); o **quinto táxon** trata-se das vertentes, ou parte delas, inseridas nas formas individualizadas; e o **sexto táxon** são as formas menores produzidas pelos processos erosivos ou depósitos atuais (ex. voçorocas, ravinas, cicatrizes de deslizamentos, bancos de sedimentação atual, assoreamentos, além das formas antrópicas como cortes, aterros) (ROSS, 1992).

Existe a preocupação com o emprego da categoria escala na prática da pesquisa geográfica. De modo geral, os estudos buscam tanto a definição conceitual desta categoria, quanto compreender a ordem espacial de manifestação dos fenômenos geográficos. Por outro lado, alguns geógrafos propõem metodologias de pesquisa considerando essa ordem e diferentes escalas de ocorrência dos processos (Ross, 1992; 2005).

## 2.4 Degradação dos solos

A reflexão sobre temática da degradação dos solos é de grande relevância diante as questões socioambientais, onde a ocorrência de diversas formas de desgaste dos solos - resultado das formas de uso e apropriação - consta entre as principais causas de degradação ambiental em muitos países tropicais. Investigar suas causas, compreender seu funcionamento, relacionar os diversos fatores que ocasionam, e associar ao que ocorre em outros locais, pode ser de grande relevância para a ciência geográfica e para a sociedade. Logo, esse reconhecimento, visando formas sustentáveis de apropriação, pode contribuir para minimizar os danos ocasionados pelo uso inadequado do solo enquanto recurso e assentamento da sociedade.

Conforme observado em Lepsch (2010), Oliveira et al. (2010); Pereira (2015) e Zanatta et al. (2017), a degradação dos solos tem estreita relação com as atividades humanas, que nem sempre são desenvolvidas com práticas de manejo e uso sustentável dos recursos naturais. Lepsch (2010) ressalta o papel de algumas conferências internacionais em abordar a questão ambiental e necessidade de sua

proteção difundida nos meios científicos, programas governamentais e na vida da sociedade em geral. Na Primeira Conferência Mundial das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente, no Rio de Janeiro em 1992, um grupo de cientistas defendeu a importância das práticas conservacionistas, visto que a demanda crescente pela apropriação dos recursos, configurou certa escassez de novas fronteiras para a exploração agrícola. Da mesma forma, em 2002 na Conferência “Rio + 10”, realizada em Johannesburgo (África do Sul), o foco concentrou-se na relação da pobreza e a conservação da natureza. Em outras palavras, os riscos de degradação tornam-se mais evidentes quanto maior são as condições de vulnerabilidade.

A degradação dos solos está diretamente relacionada com a retirada da cobertura vegetal e as formas inadequadas de manejo do solo (LEPSCH, 2010). Conseqüentemente, segundo Fullen e Catt (2004) in Jorge e Guerra (2012) e Araujo et al. (2009), há a possibilidade de tais práticas serem seguidas por várias formas de ocupação - corte de taludes para construção de casas, rodovias e ferrovias, agricultura; uso da queimada; mineração; irrigação excessiva, urbanização, sobre pastoreio, despejos industriais e domésticos sem tratamento. Enfim, de uma forma ou de outra, os solos tornam-se degradados, sendo muitas vezes, difícil, ou quase impossível a sua recuperação.

Segundo Lepsch (2010), as formas de uso que desconsideram as características físicas do solo podem ocasionar diversos problemas como:

- Lixiviação: processo que ocorre em áreas úmidas, sob regime de grande quantidade de chuvas que acarreta a lavagem progressiva dos cátions adsorvidos dos colóides do solo. Os principais problemas ocasionados estão relacionados com a perda de fertilidade dos solos. Os problemas podem ser corrigidos através de práticas conservacionistas com controle de queimadas, adubações e rotação de culturas, proporcionando uma adequada disponibilidade de nutrientes.
- Salinização: processo que ocorre em regiões de clima árido e semiárido, em decorrência da intensa evaporação que ocasiona o excedente da quantidade de cátions que se combinam e precipitam no solo. Os principais problemas relacionados são a redução do crescimento das plantas e possibilidade de elevação do lençol freático. Estes problemas podem ser contornados com a instalação de um sistema de drenagem que retire o excesso de água acumulada nas partes mais baixas do terreno.

– Desertificação: processo que ocorre em regiões áridas e semiáridas caracterizado pela formação de áreas desertificadas em função do inadequado uso do solo e da vegetação que são removidos por conta da erosão. Seus maiores impactos estão associados à redução da biodiversidade e da capacidade dos solos de serem usados para a agricultura. Os impactos podem ser minimizados com práticas vegetativas que visem o controle da erosão através do revestimento florestal. Ressalta-se que alguns autores associam a desertificação também a fenômenos climáticos de larga escala que a cada longo período do tempo geológico propicia a transformação de determinadas áreas em desertos. GUERRA e GUERRA (2003), que ao citarem estudo de Suetergaray (1987), mencionam o termo arenização, utilizado para caracterizar o processo de formação de areais no sudoeste do Rio Grande do Sul. Segundo esses estudos, a arenização resulta do retrabalhamento de depósitos areníticos ou arenosos que favorecem a mobilidade dos sedimentos em detrimento da fixação da vegetação, formando assim os desertos.

– Poluição: processo de contaminação do solo por substâncias químicas, como fertilizantes utilizados na agricultura, e rejeito de produtos industriais ou residenciais que através do destino final (esgotos, lixões e/ou aterros sanitários), podem alcançar o lençol freático. O principal impacto está diretamente associado à saúde das pessoas, que podem contrair doenças e ser levadas a morte. Uma forma de reduzir a poluição está no uso controlado de fertilizantes, nutrientes, e mesmo nos resíduos tratados provenientes dos efluentes lançados em esgotos nas áreas urbanas.

- Movimentos de massa: processos que dependem de vários condicionantes naturais e de ocupação, tais quais: a chuva, encostas desprotegidas da vegetação, contato solo-rocha abruptas, descontinuidades litológicas e pedológicas e declividade das encostas, assim como a ocupação de áreas sem conformidade com uma legislação e em sintonia com as limitações físicas do local (GONÇALVES e GUERRA, 2005).

– Erosão: processo físico que envolve a remoção, através do desprendimento das partículas do solo, e o transporte desses sedimentos, ocorrendo a deposição dos mesmos quando não há energia suficiente para que o transporte continue (GUERRA, 2002, 2003, 2005a). Trata-se de um fenômeno natural que se desenvolve em paisagens que possuam declividade geralmente superior a 3° (JORGE E GUERRA, 2012). O principal agente deste processo é a água das

chuvas, cujo impacto no solo promove o *splash*, ou erosão por salpicamento, constituindo a primeira fase do processo erosivo, momento em que as partículas que compõem o solo são desagregadas para serem transportadas através do escoamento superficial (GUERRA, 2005a).

A erosão é um fenômeno que se desenvolve de forma mais séria nos países em desenvolvimento e com regimes de chuvas tropicais (GUERRA, 1994). Boardman (2006) destaca que a intensidade dos eventos de precipitação e escoamento superficial é responsável por alta proporção de erosão, e fundamentou sua afirmação em Harrold e Edwards (1972), para os quais a precipitação de 125 mm em 7h levou a produção de 51 t. de sedimentos em uma área de cultivo convencional de milho com 0,4 ha; Boardman (1998), que registrou a erosão generalizada em uma área superior a 200m<sup>3</sup>/ha, sob precipitação de 65 mm em 12h; Edwards e Owens (1991), para os quais em um intervalo de 28 anos as chuvas foram responsáveis por 66% da erosão; Learson et al. (1997), que identificou para a precipitação de 230 milímetros por semana a erosão de até 330 t/ha; Takken et al. (1999), que mensurou a erosão de 11.259t com 75mm em 24h; e Boardman (2001) que associou em estudos a erosão e inundação com chuvas de 100mm/dia.

Sobre a ocorrência da erosão dos solos em países em desenvolvimento, Boardman (2006), que cita Sfeir-Younis (1986), indica que a taxa média de perda de solo para a Ásia é de 138 t./ha./ano; Barbier (1990) considerou que em Java a extensão da terra erodida aumenta severamente em 1-2% ao ano; e Barrow (1991) descreve que a erosão dos solos na Ásia, África e América do Sul tem uma média de 30-40 t./ha./ano. Entre outros exemplos, este último autor analisa de forma crítica as metodologias utilizadas para obtenção de dados sobre erosão, pois generalizam os estudos realizados em pequena escala geográfica, havendo assim, imprecisão nos dados produzidos e divulgados.

No entanto, Boardman (2006) advertiu que há uma tendência de generalização dos resultados de pesquisas em erosão e degradação dos solos a nível mundial, o que reflete uma inadequação dos dados. No entanto, se por um lado há o problema das generalizações com a negligência da escala, em contrapartida, para se chegar a estudos mais precisos, é necessário que essa relação de sensibilização aos problemas decorrentes da erosão comece de uma realidade mais ampla.

#### 2.4.1 Fatores controladores da erosão dos solos

Segundo Guerra (2005a), os fatores controladores são aqueles que determinam as variações nas taxas de erosão. Para compreender essa dinâmica física, os fatores fundamentais são:

- a. *erosividade da chuva*: reflete a sua capacidade de causar erosão, algumas pesquisas a definem como um dos mais importantes agentes do processo erosivo (MORGAN, 2005; GUERRA, 2005a; SILVA et al., 2009 e MARTINS et al., 2010), no entanto trata-se de um parâmetro que sozinho é insuficiente para prever a erosão dos solos (GUERRA, 2005a);
- b. *propriedades do solo*: determinam o grau de susceptibilidade à erosão (GUERRA, 2005a). Suas variáveis são: textura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados e o pH do solo;
- c. *cobertura vegetal* que funciona como uma defesa natural dos solos ao impacto da água da chuva. Através de sua proteção há a redução da remoção de sedimentos, do escoamento superficial e, assim da perda de solo (GUERRA, 2005b), logo, manter a vegetação original de uma área é uma prática de manejo; e
- d. *características das encostas*: dependendo da declividade afetam a agricultura, a construção civil, a organização de cidades, a construção de hidrelétricas, a mineração, etc. Uma apropriação inadequada que desconsidere os limites naturais para ocupação, precedida do planejamento a partir das características inerentes ao espaço em questão, pode acarretar consequências negativas à sociedade.

#### 2.4.2 Estudos sobre degradação dos solos

A preocupação com a preservação ambiental e a emergência de ações voltadas para garantir o bem estar das pessoas e um ambiente natural equilibrado, tem levado a vários estudos voltados ao diagnóstico da degradação dos solos, assim como, com propostas de práticas de prevenção.

No Brasil, existem muitos estudos de referência, com perspectivas diversas, que servem como subsídio às ações preventivas à erosão e degradação dos solos, logo à gestão e manejo ambiental.

Estudos sobre a degradação dos solos em áreas florestadas foram desenvolvidos por Oliveira et al. (2010), que avaliaram as perdas de solo por erosão laminar em estradas construídas em florestas e sem pavimentação no sistema encosta-talude, no Vale do Rio Doce (Minas Gerais). Através da multiplicação entre a profundidade média do leito pela largura média e o comprimento de cada uma das 12 sessões escolhidas, o trabalho mencionado argumentou que as perdas de solo nas estradas devido à erosão laminar sofrem influências significativas da declividade (acima de 12%), assim como da fragilidade das características inerentes a estrutura dos solos. Igualmente às outras formas de desgaste, a principal ação para mitigar o problema está no uso e manejo adequado às possibilidades e limites que o suporte físico da paisagem apresenta.

Sobre a degradação dos solos e as voçorocas, Ferreira et al. (2011) avaliaram a influência antrópica e dos atributos do solo no desenvolvimento de voçorocas em Nazareno (Minas Gerais). Métodos de análises físicas (granulometria e estabilidade de agregados), e químicas (pH em água e teor de carbono orgânico) atribuíram a suscetibilidade ao voçorocamento à atividade mineradora e de construção de estradas sem planejamento, aliadas a fragilidade dos tipos de solo e à ausência de projetos de recuperação; Gomide et al. (2011) também avaliam atributos físicos, químicos e biológicos do solo em diferentes áreas de voçorocas e sua relação com a cobertura vegetal. Os métodos utilizados foram análises físicas (granulometria, densidade do solo, volume total de poros, macro e microporosidade, e diâmetro médio geométrico); químicas (acidez do solo, etc.), e biológicas (carbono da biomassa microbiana, respiração microbiana do solo, densidade de fungos, etc.), finalmente, todos os atributos mostraram estágio avançado de degradação, com decréscimo da fertilidade do solo em áreas de voçorocas não vegetadas. Ambos os autores contribuíram para analisar o comportamento dos atributos do solo perante uma forma de desgaste, a voçoroca, e obtiveram a partir de metodologias semelhantes resultados que permitiram fazer relações da influência da ação humana, assim como, da vegetação para o maior ou menor nível de degradação do solo.

Outros trabalhos sobre as relações entre as características físicas, químicas e morfológicas e mineralógicas do solo e a suscetibilidade aos processos erosivos podem ser encontrados. Ferreira et al. (2011) relacionaram as características mineralógicas como os altos teores de gipsita encontrados em latossolo com a sensibilidade à ação do impacto das gotas da chuva; Silva et al. (2009) concluíram que numa área de Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, com maior permeabilidade e pequena coesão entre agregados, os valores de erosividade eram altos. Martins et al. (2010) identificaram solos com mineralogia caulínica e baixos teores de óxidos de ferro, o que contribui para a alta coesão com alta força de atração o que proporciona maior estabilidade de agregados, logo, com baixa erosividade.

Sobre os tipos de uso e cobertura do solo, Silva et al. (2012a) desenvolveram um estudo que relacionou a mudança de uso e cobertura do solo com o aparecimento de feições erosivas e sua espacialização na sub-bacia hidrográfica do Rio São Pedro (Rio de Janeiro), através do sensoriamento remoto. Bezerra et al. (2012a) relacionaram o potencial matricial e a cobertura vegetal em uma estação experimental em Uberlândia (Minas Gerais), através da construção de parcelas de monitoramento de erosão.

A pecuária é uma atividade econômica bastante impactante no solo por conta do desmatamento e da compactação causada pelo pisoteio. Silva et al. (2012b) analisam a degradação dos solos causada pelo desenvolvimento de atividade pecuária na bacia hidrográfica do Rio Sana em Macaé (Rio de Janeiro), subsidiando o planejamento de áreas que podem ser utilizadas.

Em nível internacional, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos e publicados em revistas científicas, visando analisar as diversas formas de degradação dos solos. Bellin et al. (2011) estudaram os controles naturais e antrópicos na distribuição da erosão dos solos e identificaram os fatores que controlam as taxas de erosão (ex. topografia, uso do solo, propriedades do solo e clima); Zhang et al. (2013) construíram um diagnóstico da situação ambiental/ecológica da região montanhosa de Tongbai-Dabie (China), considerando as influências da precipitação, solo, topografia e vegetação e a diversificação das atividades produtivas para classificar diferentes níveis de sensibilidade e intensidade de erosão dos solos; Alkharabsheh et al. (2013) analisaram a degradação dos solos a partir das várias

mudanças na cobertura da terra e indicaram que estas afetam significativamente a taxa de erosão; Shrestha et al. (2014) avaliaram a erosão dos solos a partir de dados sobre uso dos solos e topografia do terreno em uma área montanhosa da Tailândia. Concluíram que com a prática de queimadas para o desenvolvimento da agricultura, a supressão da vegetação reduz a infiltração, aumentando o escoamento superficial, e, conseqüentemente a erosão; Similar ao estudo anterior, Sun et al. (2014) mapearam as taxas de perda de solo por erosão hídrica no planalto de Loess (China), concluindo que práticas de reflorestamento tiveram importante contribuições da redução efetiva da suscetibilidade de erosão.

As contribuições de estudos sobre a degradação de solos são de grande significado, tanto no âmbito das pesquisas quanto da aplicação do que é produzido para: 1 – proporcionar o uso e apropriação compatíveis com as características físicas do meio; 2 - minimizar o impacto negativo do uso e apropriação incorretos dos solos; e 3 – recuperar áreas já degradadas, que por alguma razão foram apropriadas desconsiderando os dois primeiros itens.

Nesse sentido, alguns trabalhos foram elaborados voltados para a construção e aplicação de inúmeras formas de prevenção e recuperação de áreas degradadas. Bezerra et al. (2012 a e b), Chaves et al. (2012), e Jakab et al. (2012) discutem o uso de técnicas de recuperação de áreas degradadas, com uso de plantas e técnicas de bioengenharia, assim como de manutenção das áreas que já estão sendo recuperadas.

Alguns trabalhos foram desenvolvidos metodologicamente e conceitualmente diferentes da forma como será construída esta Tese, pois para a identificação dos processos de degradação do solo identificam apenas os processos físicos, esquecendo que as diferentes formas de intervenção contribuem para tal. Ou então, estudam os fatores isoladamente, o que desconsidera a relação sistêmica que há entre os mesmos. Por exemplo, Marques et al. (1997) trabalham com a construção de modelos para prever a erosão dos solos, onde correlacionam-se apenas aspectos referentes as características físicas e componentes químicos do solo, não havendo relação alguma com as formas de uso recorrentes.

Trabalhos com essa natureza são importantes para criar um diagnóstico da situação real dos solos ou do nível de degradação ou susceptibilidade a mesma devido às características físicas. No entanto, não se pode desconsiderar que existe

uma relação com os diversos usos que a sociedade faz de um determinado espaço com características de solos variadas. Quando se trata de um trabalho acadêmico construído no âmbito de um programa de pós-graduação em Geografia não se pode desconsiderar esse fato, posto que pesquisa tanto aspectos sociais quanto físicos/naturais, no espaço geográfico.

## 2.5 Geodiversidade e geoconservação

### 2.5.1 Questões conceituais

Por geodiversidade, segundo a definição de Brilha (2005; 2015) e Pereira et al. (2006), entende-se a variedade de ambientes geológicos e de processos naturais ativos que originam relevos, solos, minerais, entre outros depósitos do suporte físico de desenvolvimento da vida na superfície da terra.

Existem estratégias de conservação da geodiversidade que podem ser implementadas por meio de seis etapas: inventariação, quantificação, classificação, conservação, valorização, divulgação e monitorização (BRILHA, 2005) (quadro 4).

**Quadro 4.** Estratégias de geoconservação

<b>Etapas</b>	<b>Metodologias de trabalho</b>
Inventariação	Levantamento sistemático sobre os tipos de ocorrência de elementos ou sítios da geodiversidade
Quantificação	Quantificação do valor ou relevância dos elementos ou sítios da geodiversidade
Classificação	Identificar o enquadramento legal existente na área de ocorrência dos sítios da geodiversidade em âmbito nacional, regional e local
Conservação	A avaliação da vulnerabilidade do elemento ou sítio da geodiversidade para conhecer os riscos e definir uma estratégia futura de conservação
Valorização e divulgação	Valorização é o conjunto de ações de informação e interpretação que ajudarão o público a reconhecer o elemento ou sítio da geodiversidade. Divulgação é o ato de comunicar por meio de alguma ferramenta as informações, bem como a importância de conservar e de compreender a formação dos elementos ou sítios da geodiversidade
Monitorização	Acompanhamento sobre modificações que o elemento ou sítio da geodiversidade apresenta, com fins de avaliar sua vulnerabilidade, perdas, bem como, sua relevância ao longo do tempo

Fonte: Elaboração da autora. Baseado em Brilha (2005).

Toda estratégia de geoconservação inicia-se com a construção de um inventário que objetiva identificar, selecionar e caracterizar os elementos da geodiversidade com prioridade de conservação (BRILHA, 2005; LIMA, 2008). Os inventários de sítios geomorfológicos representam uma fonte de dados

indispensável em estudos, pesquisas, atividades de geoconservação, intervenção no meio físico, gestão e planejamento da geodiversidade. O primeiro passo para a construção do inventário é definir as informações sobre tema, valor, escala e uso (PEREIRA, 2006; LIMA et al., 2010; GARCÍA-CORTÉS e URQUÍ, 2013; BRILHA, 2016).

O Tema é qualquer elemento do suporte abiótico da paisagem, como a base mineralógica, paleontológica, geomorfológica, geológica etc., ou seja, qualquer tema que trate do embasamento abiótico da superfície da terra. O valor está diretamente relacionado com a potencialidade de uso que o patrimônio apresenta, por exemplo, o seu valor educativo, econômico, e/ou cultural. A escala refere-se à dimensão e recorte espacial a ser inventariado (ex. país, estado, município, unidade de conservação, bacia hidrográfica). O uso está relacionado com o propósito do inventário que pode ser, entre outros, para atender um programa educacional, a construção de um projeto turístico, a valorização da geodiversidade local, e uma estratégia de geoconservação do Patrimônio Natural.

Os estudos pioneiros sobre a temática foram elaborados a partir da construção de inventários nacionais de geossítios, como observado em Alexandrowicz (1990, 2008); Zagorchev e Tzancov (1996); Garcia-Cortés et al. (2000); Brilha et al. (2005); Carcavilla et al. (2008); Brilha et al. (2010); Garcia-Cortés e Urquí (2013). Nestes trabalhos, obtidos do banco de referências da Associação Europeia para a Conservação do Patrimônio Geológico (ProGEO), verificou-se que a construção dos inventários envolveu fases de identificação de sítios e reconhecimento dos elementos da geodiversidade (ex. relevo, solos, rocha), como subsídio para compreender a relevância da formação dos 6 valores da geodiversidade, que já na década de 2000 foram definidos por Gray (2004) e Brilha (2005):

**Valor intrínseco** – valor subjetivo, dadas as circunstâncias religiosas e filosóficas que envolvem a cultura de cada grupo social que estabelece uma relação com um sítio geológico, geomorfológico, paleontológico, etc. No entanto, todo sítio apresenta um valor inerente a sua própria existência, independente do tipo de relação que se estabelece por meio da identidade cultural.

**Valor cultural** – valor cuja relação sociedade e meio (esse meio pode-se tratar do sítio) é explicada através de uma afinidade transcendental, o que explicará

a relação de dependência do meio pela sociedade para o seu desenvolvimento cultural, social e religioso.

**Valor estético** – valor com grande grau de subjetividade, pois cada sujeito faz a leitura de determinada paisagem de forma individual. O valor estético de uma paisagem natural geológica ou geomorfológica está relacionado com a própria potencialidade turística que um sítio pode ter ou desenvolver.

**Valor econômico** – valor dotado de objetividade, uma vez que está relacionado com o uso e apropriação dos recursos que um embasamento rochoso e/ou geomorfológico apresenta em termos de aproveitamento econômico.

**Valor funcional** – valor relacionado à valorização das características funcionais da geodiversidade com intuito de preservação de suas características e de suporte à manutenção de determinados ecossistemas.

**Valor científico e educativo** – valor que atribui à geodiversidade um importante instrumento de conhecimento e desenvolvimento científico, através da compreensão da gênese e processos de formação da paisagem natural, assim como da utilização no âmbito acadêmico do ensino de geociências em escolas e universidades.

No Brasil, o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) instituiu em 1997 a Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), com o objetivo de divulgar os inventários dos sítios geológicos do país (MANSUR, 2010a; PEREIRA et al. 2010). Esta iniciativa visou construir um banco de dados sobre os sítios selecionados para integrar os Sítios do Patrimônio Mundial da UNESCO<sup>3</sup>, e contribuir para o crescimento das pesquisas sobre geodiversidade no Brasil. Além disso, conforme destacou Mansur (2010), existe o arcabouço legal para a geoconservação, previsto na Legislação Brasileira, embora o maior recurso para isso seja o reconhecimento da importância do patrimônio pela população.

---

<sup>3</sup> Os Sítios do Patrimônio Natural protegem áreas dotadas de excepcionalidade do ponto de vista de sua paisagem e diversidade biológica (UNESCO, 2017).

### 2.5.2 Evolução dos estudos sobre geoconservação e geodiversidade a partir de diferentes perspectivas

Diante da evolução de pesquisas, a partir de diversos enfoques acerca do levantamento do potencial do meio abiótico, muitos trabalhos desenvolveram-se, principalmente através de inventários e quantificação dos valores da geodiversidade.

Com enfoque para o geoturismo, Hose (1995; 2000) tratou sobre as formas de interpretação do suporte geológico, assim como o geoturismo, como instrumentos de conservação do meio abiótico para uma realidade europeia; Lobo et al. (2007) fizeram uma investigação sobre as possibilidades de desenvolvimento do geoturismo em paisagens cársticas; Bento e Rodrigues (2009, 2010, 2011, 2013 e 2014) escreveram sobre o potencial geoturístico em quedas d'águas, mas também do potencial a partir da compreensão da geomorfologia fluvial; Fialho, et al. (2010) elaboraram um diagnóstico ambiental e geoturístico na Área de Proteção Ambiental do Cariri, no estado da Paraíba; Monosso (2010) escreveu sobre o potencial de geodiversidade e geoturismo na Serra do Cadeado (Paraná); Cavalcante e Furtado (2011) e Santos e Carvalho (2011) pesquisaram a partir da percepção da população dos possíveis efeitos socioambientais do geoturismo, perante a criação do Parque Paleontológico de São Jose de Itaboraí, no estado do Rio de Janeiro; Almeida e Suguio (2012), fizeram uma caracterização de geoformas associadas a ambientes costeiros, como atrativo turístico natural; Mantesso-Neto et al. (2012) analisaram documentalmente a partir da publicação da revista "Roteiros do Brasil: 94 belos motivos para viajar pelo Brasil", com o objetivo de identificar se há relação entre os atrativos turísticos e o patrimônio geológico; Cordeiro e Bastos (2014) identificaram e caracterizaram o potencial turístico no litoral e sertão cearense; Santos et al. (2015) realizaram o inventário e avaliação de sítios paleontológicos na bacia de Souza, no estado da Paraíba, e identificaram que a partir dos potenciais científico, educacional e turístico, além da vulnerabilidade, é uma área com pouco potencial para a implementação de um geoparque. Rangel et al. (2017) analisaram o potencial geoturístico em Unidades de Conservação na Serra da Bocaina, no estado do Rio de Janeiro; e Palhares e Guerra (2017) identificaram pontos geoturísticos no município de Oiapoque (Amapá) como forma de contribuir para o desenvolvimento econômico local.

Na discussão sobre o uso, apropriação, caracterização e quantificação do Patrimônio Natural, Pereira e Brilha (2010) quantificaram 40 geossítios na Chapada Diamantina; Borba (2011) apresenta um panorama da geodiversidade do Rio Grande do Sul, como forma de embasar a adoção de estratégias de geoconservação e a possível criação de um geoparque; Teixeira et al. (2012) fizeram um estudo sobre a visão do visitante do morro do Corcovado, no estado do Rio de Janeiro, como forma de possibilitar as tomadas de decisão quanto ao uso mais indicado do patrimônio; Lemos (2014) discutiu aspectos relacionados ao uso e preservação ambiental, a partir da construção de inventário de geomorfossítios e patrimônio geológico no município de Angra dos Reis (Rio de Janeiro); e Santos et al. (2015) caracterizaram e quantificaram o patrimônio geológico da região do agreste de Pernambuco.

Com enfoque para o ensino de geociências, Brilha e Henriques (2000) apresentaram uma discussão sobre a produção de uma aplicação multimídia, para simular observações petrográficas em escolas portuguesas de ensino básico e secundário; Castro et al. (2011) ressaltaram a importância da atuação dos museus como forma de preservação do patrimônio geológico, e que pode ser importante para o ensino através de atividades de comunicação; e Bento et al. (2012) escreveram sobre o potencial geoturístico de quedas d'água para a realização de atividades educativas com o público escolar.

Com o objetivo de contribuir para o ordenamento territorial, Mansur (2010b) analisou a aplicabilidade da legislação brasileira para promover a geoconservação; e Albani (2014) e Albani et al. (2014) realizaram o inventário e quantificação de geossítios na bacia de Resende (Rio de Janeiro), como proposta de utilização nas estratégias de geoconservação.

Mais recentemente, alguns autores propuseram um aperfeiçoamento das metodologias existentes de avaliação da geodiversidade. Silva e Nascimento (2016) analisaram que os impactos causam perdas irreparáveis à geodiversidade e em suas áreas de acesso; Jorge (2017) apresentou uma importante contribuição ao fazer o inventário do patrimônio geológico e geomorfológico, como forma de avaliar o potencial geoturístico, mas também de analisar a degradação dos solos em trilhas de acesso aos geossítios e geomorfossítios. Covello et al. (2017) analisaram os valores e ameaças da geodiversidade em escala municipal, no município de

Florianópolis. Foi observado que, além da perda de beleza cênica, existem ameaças de erosão nas geoformas e em suas trilhas de acesso, já que está localizada em uma área costeira. Ao buscar minimizar a subjetividade nos estudos de avaliação do meio abiótico, Oliveira et al. (2017) propuseram, através de métodos multicritérios, a classificação da relevância de quedas d'água em Minas Gerais.

### 2.5.3 Instrumentos de geoconservação

#### 2.5.3.1 Geoparques Globais da UNESCO

Os Geoparques Globais da UNESCO são áreas onde se manifestam sítios do patrimônio geológico com importância internacional. São gerenciados a partir de um conceito holístico na promoção da proteção, educação e desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2017).

Se trata de um instrumento de conservação do patrimônio natural e cultural a nível mundial. Não apenas pela conservação de geossítios, mas também por outros componentes do meio abiótico como as formas de relevo, minerais, fósseis, e outros registros que arquivam um período da história da Terra.

A concepção de geoparque (Geopark) surgiu por iniciativa da UNESCO, no início da década de 2000, perante a demanda por vários países europeus, juntamente com a China, de proteção do patrimônio natural. Em 2004, em reunião, na sede da UNESCO em Paris, 17 geoparques europeus e 8 chineses formaram a Rede Global de Geoparques (*Global Geoparks Network - GGN*), propondo-se desenvolver uma organização de intercâmbio e cooperação entre seus estados membros. O objetivo da GGN é a conservação da integridade e diversidade do meio abiótico. Para isso visa a expandir-se na busca novos conhecimentos de diversas partes do mundo, o que eleva o padrão de qualidade da Rede (GGN, 2017).

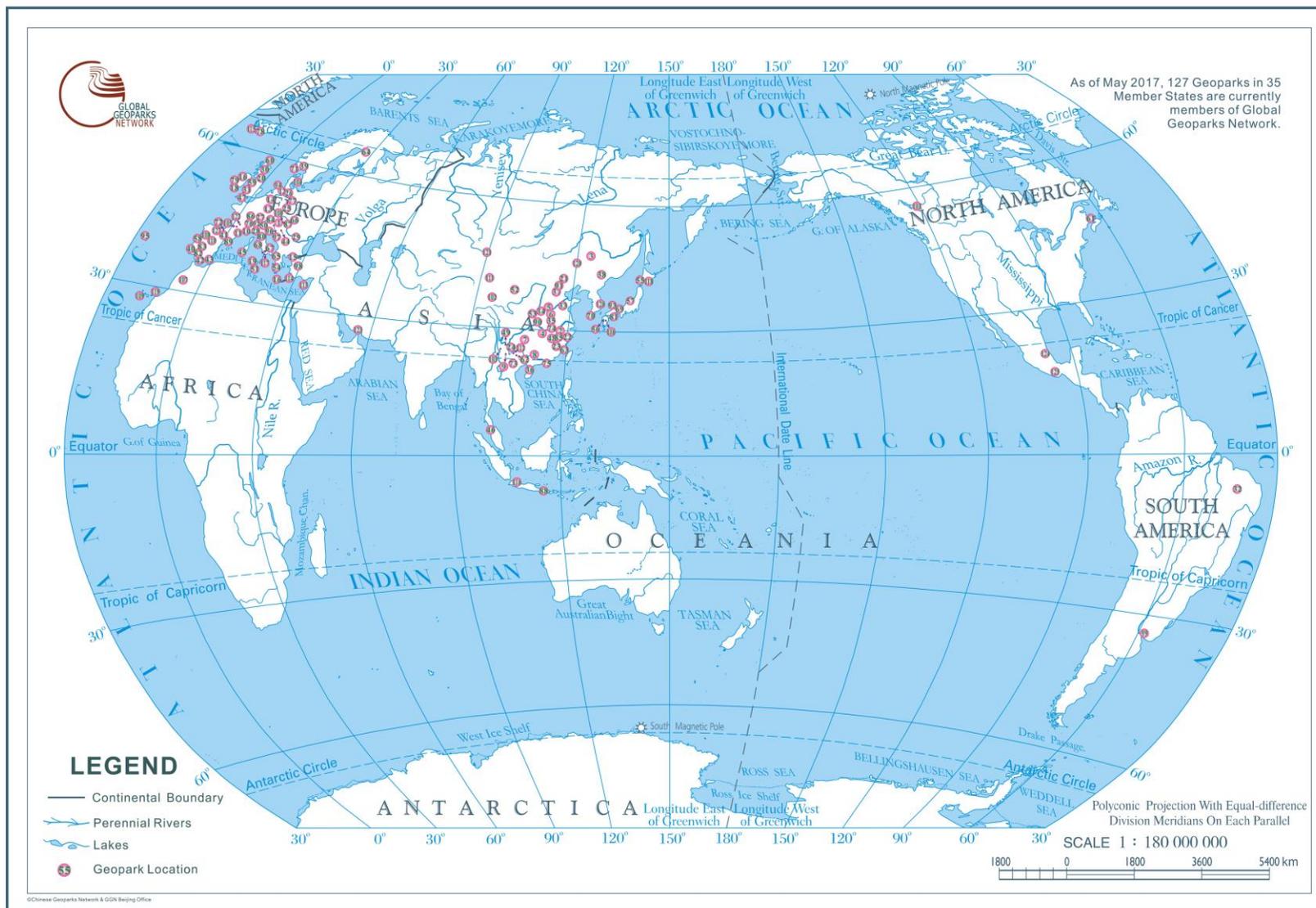
Um geoparque precisa desenvolver atividades econômicas, visando proporcionar a subsistência das comunidades locais existentes ao seu entorno, principalmente através de práticas do turismo nos geossítios com importância científica, singularidade, ou notável beleza cênica (CPRM, 2017).

Para isso, exige-se que as propostas para criação de geoparques considerem que, geograficamente, seja assentado em uma área suficientemente grande e de

limites definidos, com desígnio de proporcionar o desenvolvimento local (UNESCO, 2017).

A informação mais atualizada da GGN, fevereiro de 2018, consta de 127 geoparques (Figura 1), distribuídos em 35 estados membros e associados à rede (Anexo 1).

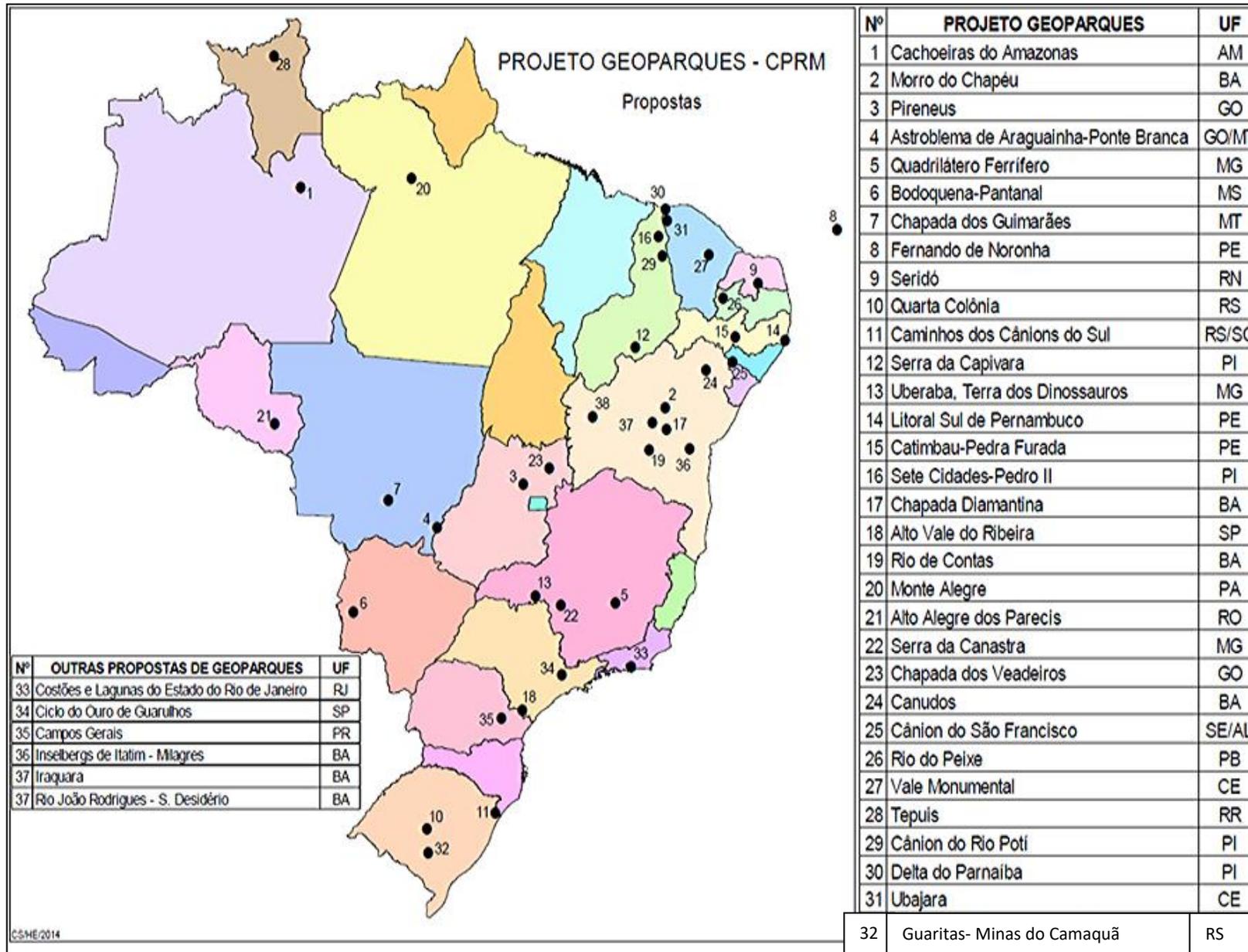
# Distribution of GGN Members



**Figura 1.** Distribuição dos Geoparques existentes pelo mundo até 2017.  
Fonte: GGN. 2017.

### *2.5.3.2 Projeto Geoparques do Serviço Geológico do Brasil*

No Brasil, o “Projeto Geoparques” surgiu em 2006 no Serviço Geológico do Brasil, e está pautado na identificação, levantamento, descrição, inventário, diagnóstico e ampla divulgação das áreas potenciais à sua criação (CPRM, 2015). Além da rica Geodiversidade, existe a tentativa de gestão do Patrimônio Geológico de forma sustentável a partir, também, da valorização das comunidades locais, o que se constitui enquanto diretriz indispensável perante as exigências da UNESCO na implantação de um Geoparque. A criação do Geoparque Araripe, no estado do Ceará, em 2006 e as 38 propostas existentes e 18 efetivamente prontas em 2018 (Figura 2) corroboram a articulação das entidades nacionais na busca pela Geoconservação, a sustentabilidade e, conseqüentemente, a inserção na Rede Global de Geoparques Nacionais.



**Figura 2.** Propostas de criação de Geoparques no Brasil.  
Fonte: CPRM (2018).

### **3 ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1 Localização geográfica**

A área de estudo da presente tese são geomorfossítios localizados em um trecho do médio curso do rio Araguari, entre as sedes municipais de Ferreira Gomes e Porto Grande, que fazem parte da mesorregião Sul do Estado do Amapá, microrregião de Macapá (Figura 3). A presente área tem aproximadamente 424,8 km<sup>2</sup>.

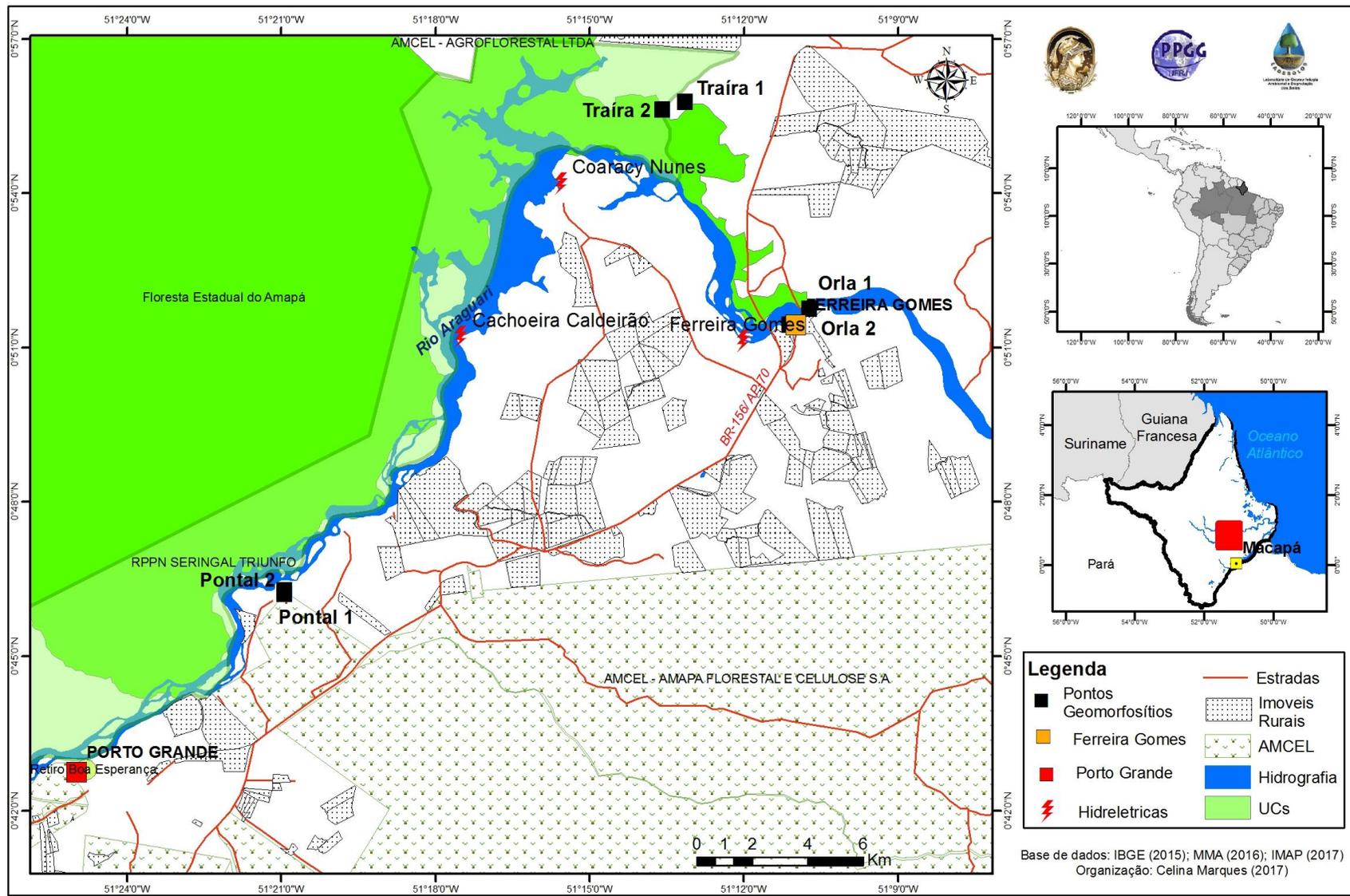
##### **3.1.1 Delimitação dos geomorfossítios na área de estudo**

O primeiro geomorfossítio é uma área composta de: balneário Pontal das Pedras mais o principal local de acesso que se trata de um ramal, com aproximadamente 4km de extensão, desde a entrada, na BR156, até o afloramento.

O segundo geomorfossítio é uma área composta de: corredeiras, praias fluviais e afloramento rochoso na margem direita do rio Araguari, mais o principal local de acesso que é a orla urbana do município de Ferreira Gomes, cujo trecho estudado é de aproximadamente 700 metros de extensão.

O terceiro geomorfossítio é uma área composta de: cachoeira do Traíra, mais o principal local de acesso que é o ramal do Traíra, com aproximadamente 3,5Km de extensão.

É importante destacar que desde o ponto de entrada o primeiro e o segundo geomorfossítio têm no ramal um ponto de acesso a vários outros locais, como sítios, áreas de extração mineral, portos, casas e outros afloramentos. Por isso, definiu-se como principais ramais de acesso às geoformas, e assim área do geomorfossítio, a última bifurcação encontrada ao longo dos mesmos antes de chegar aos afloramentos, o que reduz a extensão para aproximadamente 133 m e 807 m, respectivamente. Compreende-se que a partir deste ponto o único destino sejam os afloramentos, logo, os processos estarão acentuando-se em função, também, do potencial apresentado pelos mesmos.



**Figura 3.** Mapa de localização da área de estudo, geomorfossítios em um trecho no médio curso do rio Araguari. Elaboração própria, 2017, com dados do IBGE (2015); MMA (2016) e IMAP (2017).

### **3.2 Formação territorial dos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, médio curso do rio Araguari**

Os registros históricos apontam que no século XVII iniciou-se o processo de colonização do território, que hoje é o estado do Amapá. Entre as tentativas de ocupação por franceses, holandeses e ingleses, em busca de ouro e outras riquezas minerais, em 1637 houve a concessão do território por portugueses e espanhóis ao então governador do Maranhão e Grão-Pará, Bento Maciel Parente (INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ - IEPA, 2010).

A falta de recursos financeiros para dar continuidade ao processo de colonização fez com que o território ficasse sobre domínio dos indígenas até 1750, quando o governador Francisco Xavier de Mendonça Furtado deu prosseguimento a colonização, inserindo migrantes provindos da ilha de Açores (PORTO GRANDE, 2013).

Entre os anos 1935 e 1940, a revolta da Cabanagem<sup>4</sup> na província do Grão-Pará obrigou a fuga para o Amapá dos que se rebelaram contra ruins condições de vida. Neste contexto, os cabanos<sup>5</sup> iniciaram a ocupação dos territórios, que posteriormente desmembraram-se, e se transformaram nos municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande (IBGE, 2017).

Com a criação do Território Federal do Amapá, na década de 1940, a região do médio Araguari se destacou pela extração de látex nas florestas e exploração do ouro nas proximidades do rio Amaparí e do manganês na Serra do Navio. Nessa época, migrantes foram atraídos para incrementar a produção agrícola, e posteriormente, em 1970, foram motivados pelas políticas de integração nacional para o povoamento da Amazônia (FERREIRA GOMES, 2013).

Entre 1936 e 1987, o município de Ferreira Gomes permaneceu na categoria de distrito do Município de Macapá, por meio de decretos-lei, e recebeu várias denominações: Amapari, Veiga Cabral, Araguari e Ferreira Gomes. Esta última permaneceu mesmo quando, através da Lei Federal nº 7.639 de 12 de dezembro de

---

<sup>4</sup> Movimento social e popular ocorrido durante o período regencial do Império do Brasil (RICCI, 2009).

<sup>5</sup> Trata-se de um termo que significa um tipo de chapéu de palha utilizado entre o povo mais humildes da Amazônia. Foi então referido aos líderes da revolta da Cabanagem que eram homens que viviam em casas simples e cobertas de palha (RICCI, 2009).

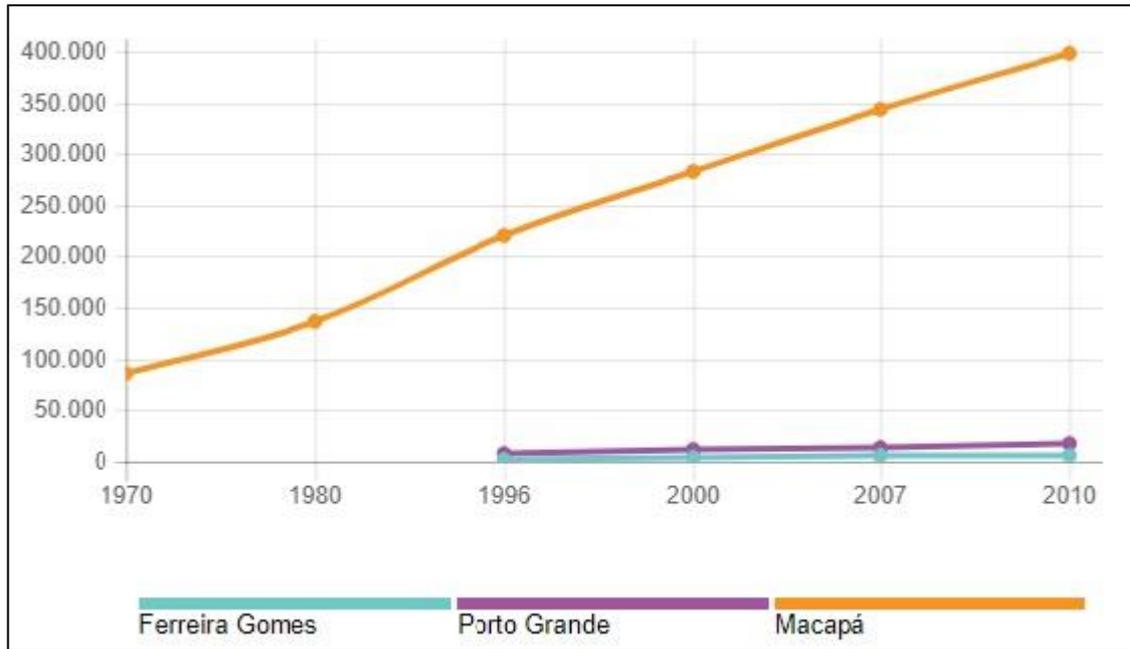
1987, foi desmembrado de Macapá e elevado a categoria de Município (IBGE, 2017).

Porto Grande foi um distrito de Ferreira Gomes, criado através da Lei Federal nº 1.503 de 15 de dezembro de 1951, e elevado a categoria de município através da Lei Estadual nº 3, de 1 de maio de 1992 (IBGE, 2017).

### **3.3 Aspectos socioeconômicos do médio curso do rio Araguari**

O município de Ferreira Gomes está situado a 139 km da capital do estado, Macapá, e possui uma população estimada de 7.087 habitantes (IBGE, 2017), distribuídas em uma área de 4.973 km<sup>2</sup>. O município de Porto Grande está a 108 Km de Macapá e a estimativa da população é de aproximadamente 20.611 habitantes (IBGE, 2017), espalhados em uma área de 4.428 km<sup>2</sup>. Apresentam densidade demográfica de 1,14 hab./km<sup>2</sup> e 3,82 hab./km<sup>2</sup>, respectivamente, ocupando a 5<sup>a</sup> e 10<sup>a</sup> posição em um ranking que inclui os 16 municípios que compõem o estado do Amapá (IBGE, 2010).

A proximidade com a capital (Macapá), e a localização em uma mesma microrregião estabelece uma relação de interdependência entre esta e ambos os municípios. Além de Macapá ser o município mais populoso do Amapá, concentra a maior parte dos serviços, e sua população faz uso do potencial balneário e turístico que Ferreira Gomes e Porto Grande proporcionam. Macapá tem 398.204 habitantes, mostra uma projeção crescente da população desde a década de 1970 (Figura 4). Já no caso dos dois municípios em questão, a tendência de crescimento da população é a partir de 1996. Nos três municípios existe o predomínio de habitações na área urbana (Quadro 5).



**Figura 4.** Projeção de crescimento da população de Macapá, Ferreira Gomes e Porto Grande, desde 1970. Fonte: IBGE, 2010.

**Quadro 5.** Dados de população, em números de habitantes residentes e em situação domiciliar dos municípios no médio curso do rio Araguari e da capital

		Municípios		
		Ferreira Gomes	Porto Grande	Macapá
População residente		5.802	16.809	398.204
Situação domiciliar	Urbana	4.175	10.809	381.214
	Rural	1.627	6.000	16.990

Fonte: IBGE, 2010. Elaboração da autora, 2017.

Os municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande apresentam importante papel nas economias regional, por desenvolverem atividades ligadas à agricultura e extrativismo voltados ao consumo interno. Por outro lado, a silvicultura tem relevância nos cenários regional e nacional, cujos registros de produção constam desde 2004 para Porto Grande, que em 2006 liderou o ranking estadual e foi o 6º colocado no nacional, em produção de madeira em tora (Quadro 6). Ferreira Gomes se engaja a partir de 2014, através da produção de “eucalipto” e “pinus”.

**Quadro 6.** Principais atividades produtivas: extrativismo e silvicultura em 2015 e agrícola em 2016, área plantada (destinada a colheita) por hectare

Produção	Tipo	Produto	Unidade	F. Gomes	P. Grande	Maior produtor do Amapá	Maiores produtores do Brasil/produção
<b>Extrativismo vegetal</b>	Alimentício	Açaí	Ton.	47	114	Macapá/571	Limoeiro do Ajuru - PA/31.800
	Madeira	Carvão vegetal		38	132	Macapá/165	Grajaú - MA/38.458
		Lenha	23.850	45.980	<b>Porto Grande</b>	Xique-Xique - BA/627.438	
		Madeira em tora	m <sup>3</sup>	609.218	36.994	<b>Ferreira Gomes</b>	Telêmaco Borba - PR/2.289.435
<b>Silvicultura</b>		Eucalipto, pinus e outras espécies	ha	24.881	12.367	Itaubal/172.420	Três Lagoas - MS/217.700
<b>Agricultura</b>	Lavoura permanente	Banana		100	214	Oiapoque/362	Bom Jesus da Lapa - BA/8.500
		Laranja		36	252	<b>Porto Grande</b>	Rio Real - BA/23.000
		Mamão		-	25	Macapá/25	Itabela - BA/1.850
		Maracujá		-	2	<b>Porto Grande</b>	Livramento de Nossa Senhora - BA/7.000 ha
	Lavoura temporária	Abacaxi		90	130	Pedra Branca do Amapari/130	Floresta do Araguaia - PA/9.000
		Arroz		25	85	Itaubal/500	Uruguaiana - RS/83.150
		Cana de açúcar		-	45	Macapá/65	Morro Agudo - SP/96.900
		Feijão		60	148	Tartarugalzinho/21	Sorriso - MT/45.855

						3	
		Mandioca		365	998	Oiapoque/1.987	Santarém - PA/21.770
		Melancia		40	70	Macapá/180	Uruana - GO/3.000
		Milho		60	102	Tartarugalzinho/390	Sorriso - MT/422.800

Fonte: Elaboração da autora (2017), com base em dados de IBGE, Produção de Extração Vegetal e Silvicultura, 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016; IBGE, Produção Agrícola Municipal, 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

A produção de hidroeletricidade iniciou-se na década de 1960 com a construção da primeira Usina Hidroelétrica (UHE) da Amazônia, Coaracy Nunes, no médio curso do rio Araguari (município de Ferreira Gomes). Posteriormente, construíram-se duas outras UHE, uma a jusante (UHE Ferreira Gomes) e outra a montante (UHE Cachoeira Caldeirão) de Coaracy Nunes, tendo suas construções iniciadas em 2011 e 2013, respectivamente (Quadro 7). Segundo dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2017), as três UHE encontram-se em estado de operação.

**Quadro 7.** Usinas hidroelétricas em funcionamento no médio curso do rio Araguari

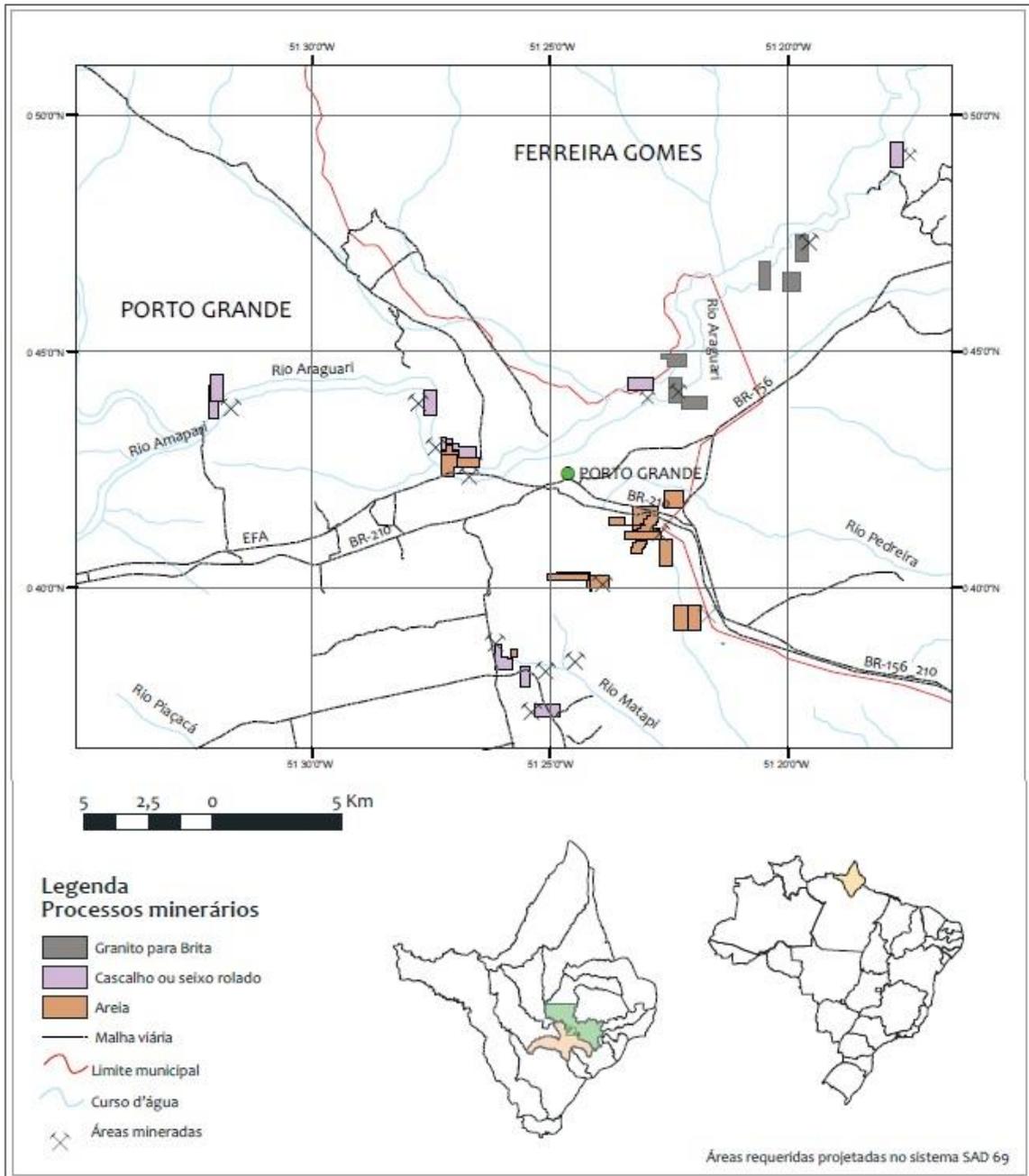
UHE	Potência (kw)	Área do reservatório (km <sup>2</sup> )	Início de construção	Início de operação	Estado
Coaracy Nunes	78.000	23	1961	30-12-1975	Em operação
Ferreira Gomes	252.000	17,7	2011	04-11-2014	
Cachoeira Caldeirão	219.000	55	2013	05-05-2016	

Fonte: Elaboração da autora, com base em ANEEL, 2017.

Outra atividade econômica na área de estudo é a mineração, importante setor produtivo no estado do Amapá. Segundo IEPA (2010), entre os séculos XVII e XIX, a chegada de estrangeiros ao território amapaense deu-se em função da busca de ouro e outros recursos minerais. No século XX, o Amapá iniciou o primeiro grande projeto mineral da Amazônia, no município de Serra do Navio, para a exploração do manganês. Nos municípios do médio curso do rio Araguari, os principais recursos minerais explorados são os de segunda classe, utilizados na construção civil, como areia, seixo/cascalho e brita (IEPA, 2010) (Figuras 5 e 6).



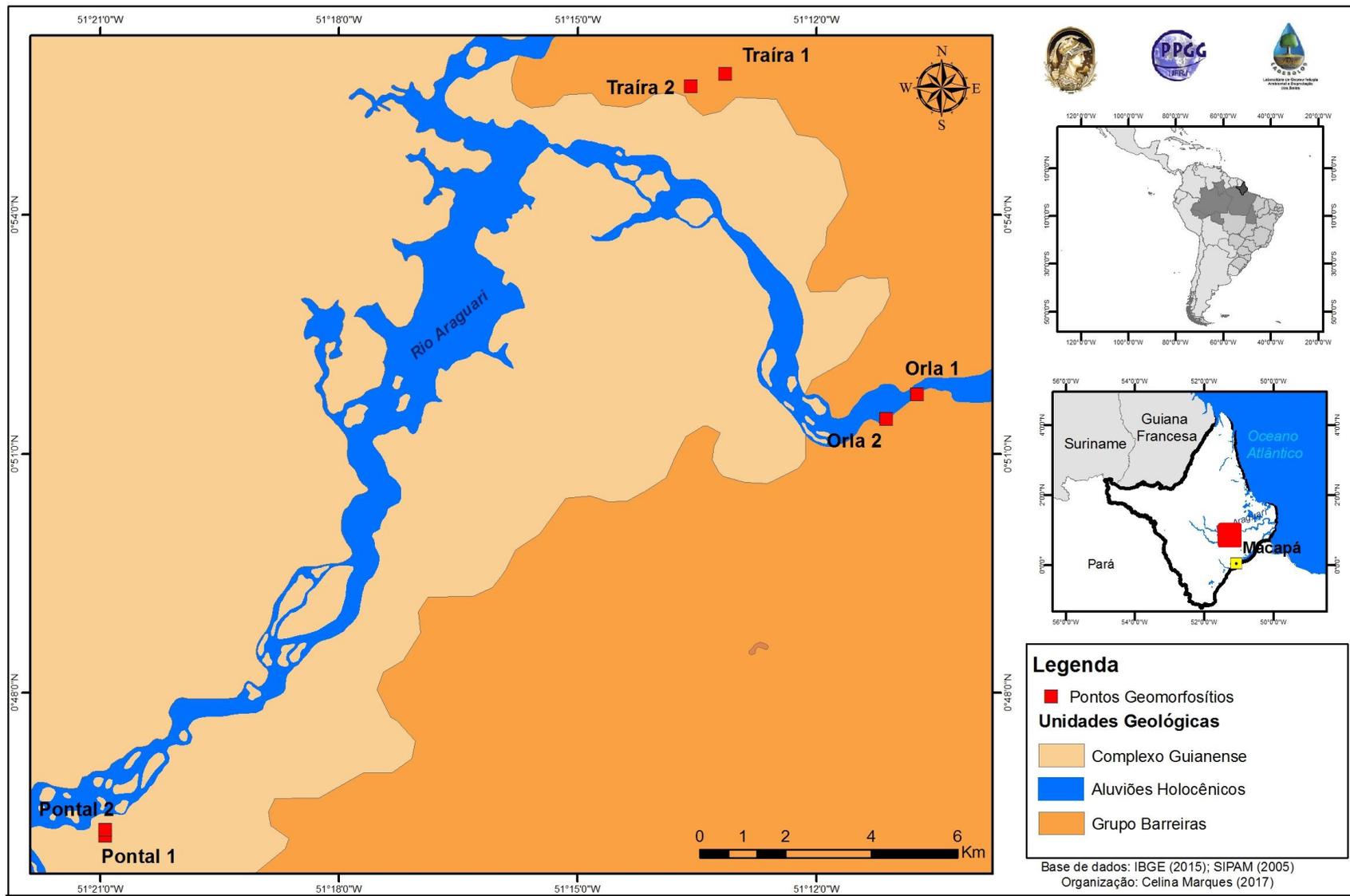
**Figura 5.** Extração mineral de segunda classe nos municípios do médio curso do rio Araguari; A) Área de extração de areia já minerada e não recuperada, na entrada do município de Porto Grande; B) Área de extração de lavra para beneficiamento de brita no município de Ferreira Gomes. Fonte: IEPA (2010).



**Figura 6.** Espacialização das áreas de extração mineral de segunda classe, para a construção civil, em Porto Grande e Ferreira Gomes.  
Fonte: IEPA (2010).

### 3.4 Fisiografia do médio curso do rio Araguaí

A área de estudo se encontra sob terrenos com litologia dominante de granitos, gnaisses e intrusões de rochas básicas (diabásio, diorito e basalto), associadas ao Complexo Guianense, e sedimentos arenosos, siltosos e argilosos da Formação Barreiras (Figura 7) (LIMA et al., 1974).



**Figura 7.** Mapa geológico do médio curso do rio Araguari. Fonte: Elaboração da autora, 2016, com dados de Lima et al. (1974).

Ainda segundo Lima et al. (1974), a oeste do município de Ferreira Gomes está o escudo das Guianas, de formação Pré-Cambriana, entre 2.300 e 2.600 milhões de anos, e a leste encontram-se os terrenos formados durante o Pleistoceno e o Holoceno, há aproximadamente 11 mil anos (Figura 8). Segundo Guerra (1994), na borda do escudo das Guianas existe um grande afloramento de rochas, que se separa de outras estruturas da mesma formação no Brasil pela bacia sedimentar amazônica. Para Suguio (2010), é uma área com ocorrência de falhas normais, originadas pela neotectônica.

O clima, segundo a classificação de Köppen (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; AYOADE, 2012), é equatorial quente e úmido com três meses de verão (setembro, outubro e novembro), e três meses de inverno (março, abril e maio) (IBGE, 2017). Os demais meses do ano fazem parte de um período de transição entre as duas únicas estações existentes. Em estudo sobre a sazonalidade da precipitação na Amazônia legal, De Souza et al. (2016) definem o padrão da precipitação dividido em trimestres. Considerando a sazonalidade, nos períodos de DJF (Dezembro, Janeiro e Fevereiro) e MAM (Março, Abril e Maio), por influência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da proximidade com a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as linhas de instabilidade proporcionam os máximos de precipitação nas porções Norte e Nordeste da Amazônia, onde se localiza o estado do Amapá.

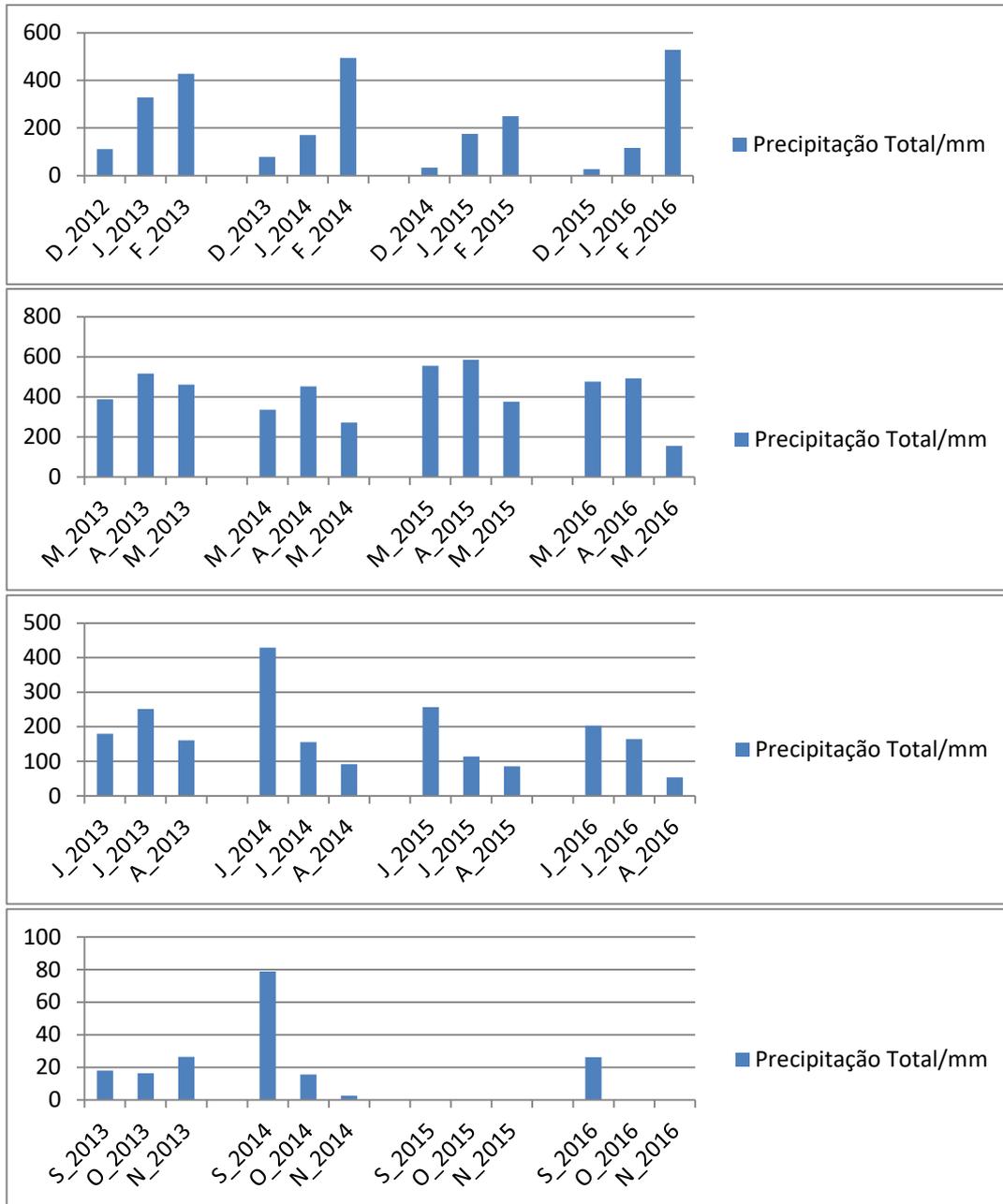
Cronologia			Litoestratigrafia		
Era	Período	Idade Absoluta 10 <sup>6</sup> Anos	Unidade Litoestratigráfica	Símbolo	Litologia
Cenozóica	Quaternário			Qa	Sedimentos arenosos, siltosos e argilitos (ambiente marinho e deltaico-fluvial).
	Terciário		Discordância	Barreiras	Tb
Mesozóica	Permo-Triássico	180-250	Diabásio Cassiporé	PTRc	Diques e stocks de diabásio e gabro; basalto associado.
			Discordância		
Pré-Cambriano Superior C		1.350-1.746	Alcalinas Mapari	pcλm	Alcali-Sienito-Nefelina Sienito-Litchfieldito.
			Discordância Angular		
Pré-Cambriano Médio		1.800-2.200	Granodiorito Falsino-Granito Mapuera	pcγμf/pcγm	Traquito e vulcanismo ácido (rio Paru), biotita granito, riebeckita granito, pegmatitos, graissens, veios de quartzo, gabro, diorito, granodiorito, hornblendito, piroxênio e peridrito.
			Grupo Vila Nova	pévn	Actinolita-tremolita xistos, serpentinito, talco xisto, quartzitos, itabirito e lentes de ferro, manganó xistos, ponditos e lentes de manganés, muscovita-biotita xisto quartzito e silimanita quartzito e anfibolitos.
Pré-Cambriano Inferior a Médio		2.300-2.600	Complexo Guianense (Gnaiss Tumucumaque)	pégu (gut)	Granito e granodiorito porfiróide (anatexia e metassomático). Migmatitos – Estruturas: bandeadas, prismática, oftálmica, brechada, dobrada, fleblítica, nebulítica. Paleosoma constituído de anfibolito e gnaiss. Anfibolitos. Gnaiss: biotita-plagioclásio-gnaiss, hornblenda-biotita-plagioclásio-gnaiss, hornblenda-plagioclásio-gnaiss, silimanita-gnaiss e kinzigito. Granulitos – Hiperstênio granito granulito, hiperstênio gabro granulito com variedades ricas em hornblenda, quartzo pertita granulito (ortopiroxênio-plagioclásio granulito subfácies e hornblenda-ortopiroxênio-plagioclásio granulito subfácies).
			Discordância Angular		

Legenda	
	Características dos terrenos formados na Era Cenozóica
	Características dos terrenos formados na Era Arqueozóica

**Figura 8.** Unidades litoestratigráficas e suas características no estado do Amapá. Fonte: Lima et al. (1974).

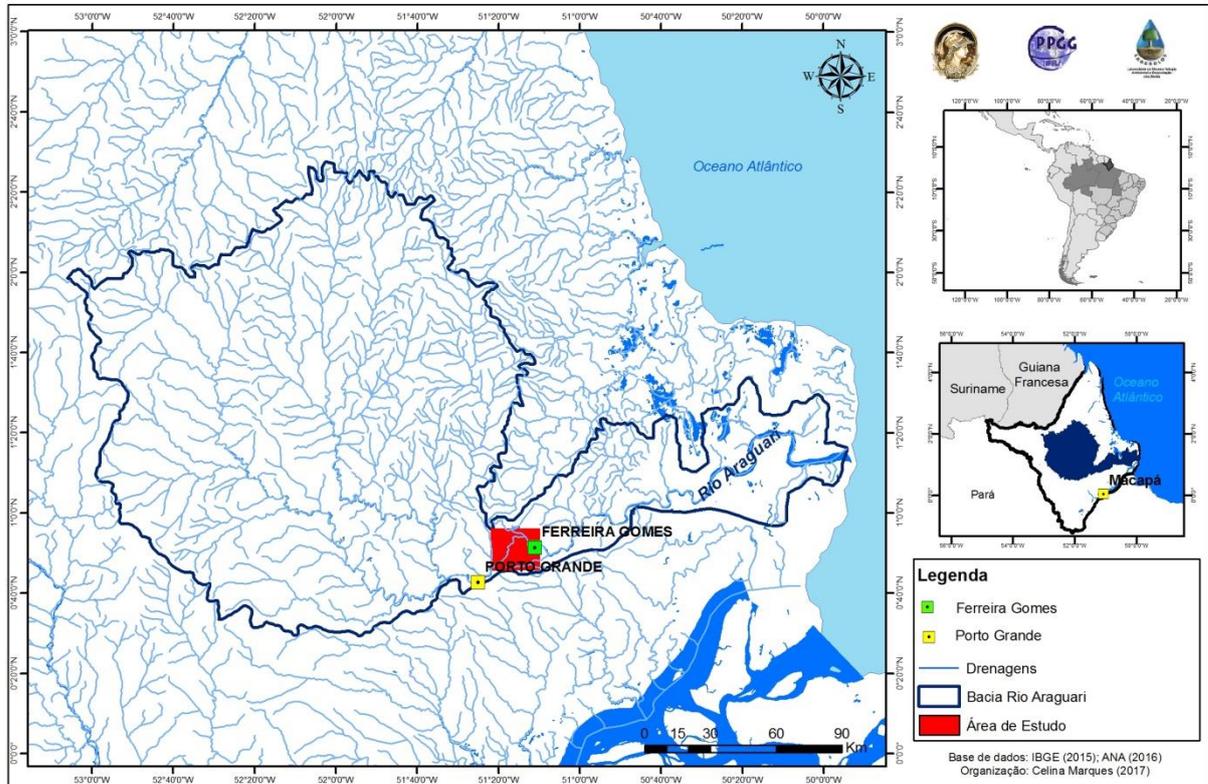
A precipitação concentra no período chuvoso (dezembro a maio) aproximadamente 70% de seu total anual e nos meses de estiagem (junho a novembro) cerca de 30% (OLIVEIRA et al., 2010) (Figura 9). Em período de maiores precipitações há registros de um total anual máximo de 2.962 mm.



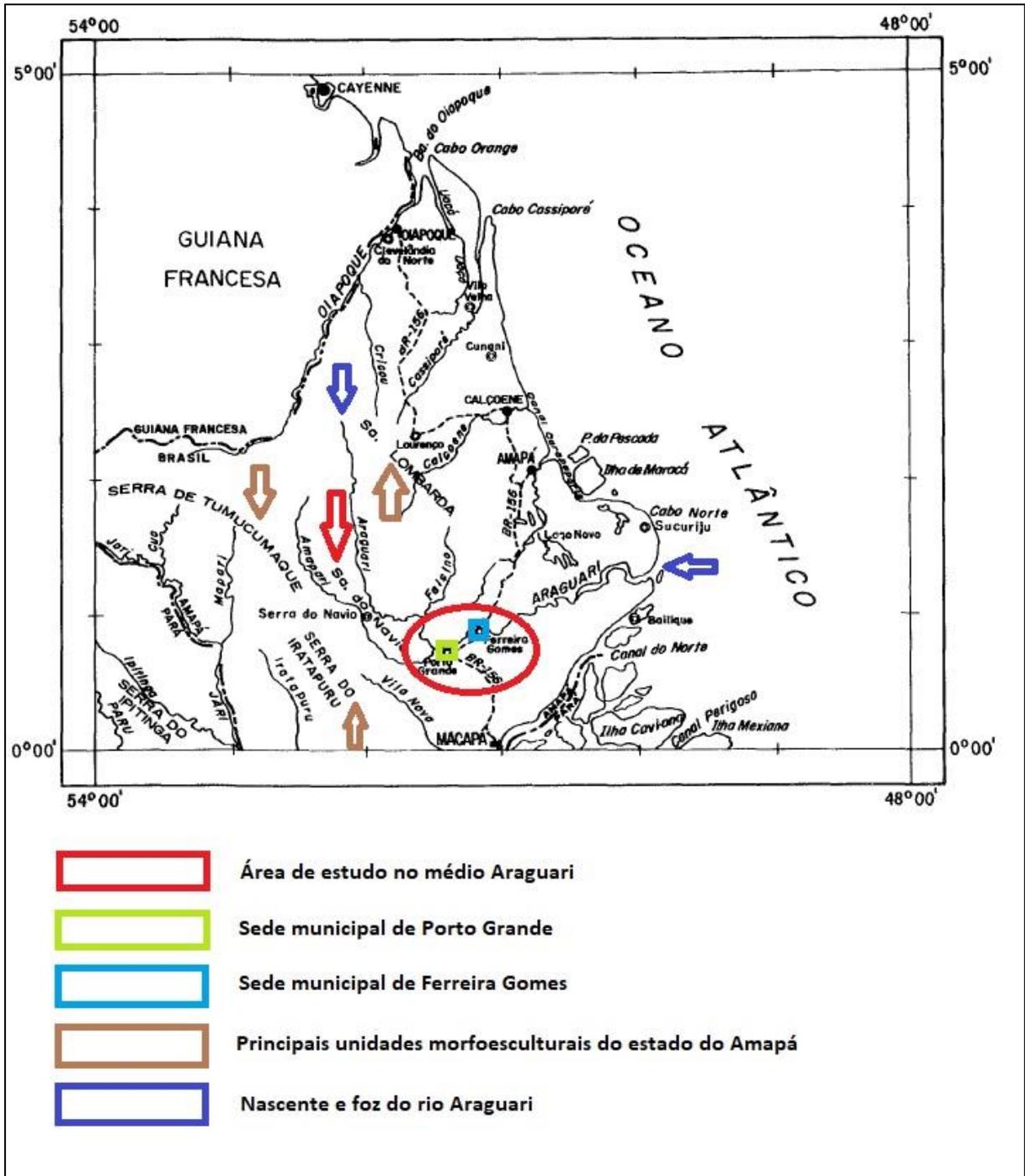
**Figura 9.** Precipitação por trimestre, configurando seu padrão de distribuição entre os anos de 2013 a 2016. Legenda: **DJF** (Dezembro, Janeiro, Fevereiro); **MAM** (Março, Abril, Maio); **JJA** (Junho, Julho, Agosto); **SON** (Setembro, Outubro, Novembro). Fonte: INMET, 2017.

A bacia hidrográfica do rio Araguari (Figura 10) tem sua rede hidrográfica como resultado da compartimentação geomorfológica regional. Existem três bacias hidrográficas principais: a bacia do Rio Araguari, cujo rio principal tem sua nascente à Noroeste na Serra Lombarda e a Sudoeste na Serra do Tumucumaque (Figura 11); a bacia do Rio Pedreiras, à Sudeste de Ferreira Gomes, associada aos Tabuleiros Costeiros do Amapá; e a bacia do Rio Gurijuba, a Sudeste de Ferreira

Gomes, associado também aos Tabuleiros Costeiros do Amapá e a Planície Flúviolacustre do Amapá.

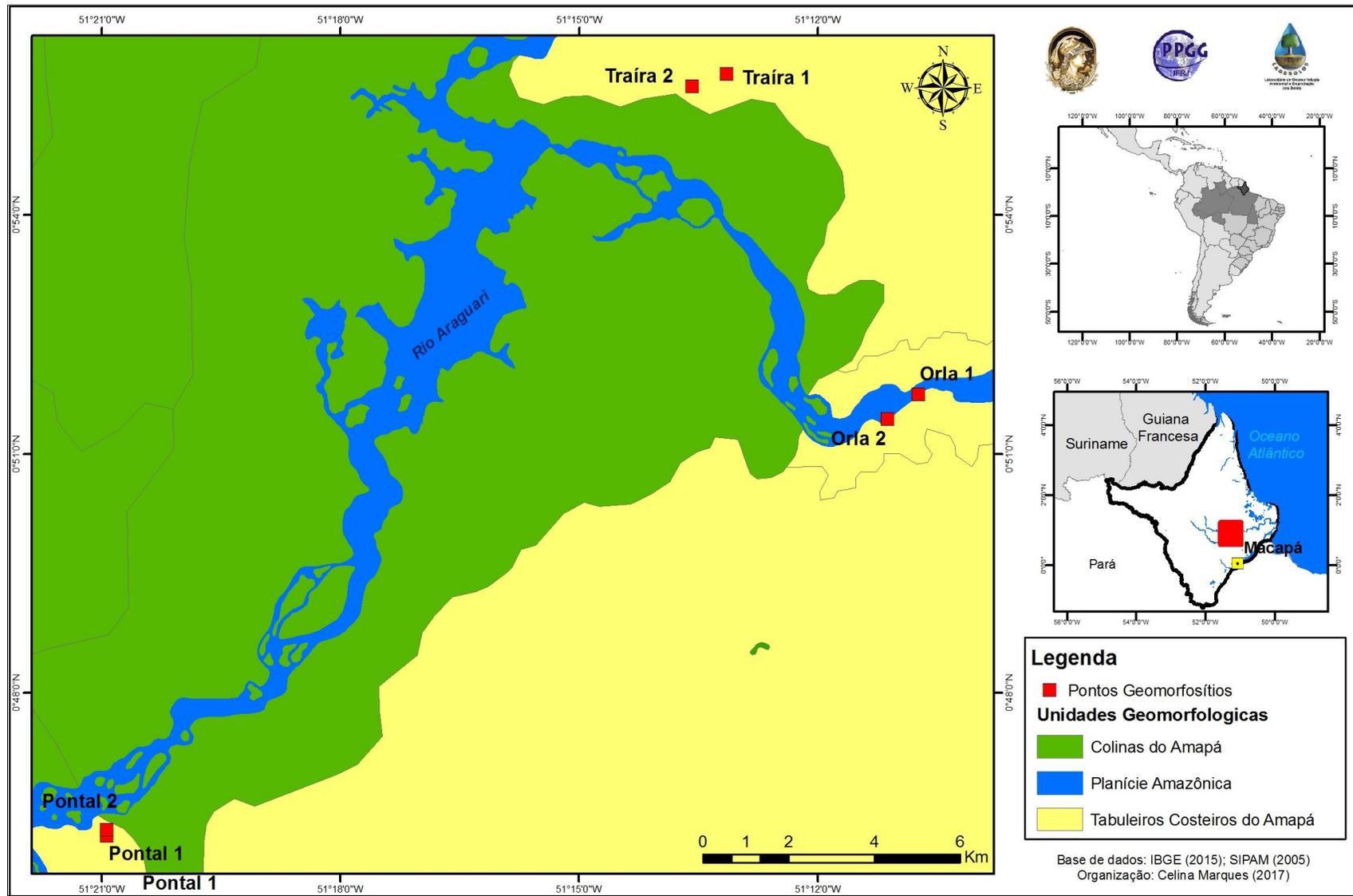


**Figura 10.** Bacia hidrográfica do rio Araguari. Fonte: Elaboração da autora, 2017.



**Figura 11.** Compartimentação geomorfológica regional e sua influência exercida na bacia hidrográfica do rio Araguari. Fonte: Modificado em 2016 de Lima et al. (1974).

Segundo levantamentos feitos por Boaventura e Narita (1974), IEPA (2008) e ECOTUMUCUMAQUE (2010) existem no médio Araguari, três unidades de relevo: Colinas, Planície Amazônica (Planícies Flúviolacustres, Planícies Fluviais) e Tabuleiros Costeiros (Figura 12).



**Figura 12.** Mapa geomorfológico do médio curso do rio Araguari. Fonte: Elaboração da autora, 2016, com dados de Boaventura e Narita (1974).

As Colinas têm cota topográfica entre 150 a 200 metros e são provenientes da dissecação da extensa superfície pediplanada que truncou litologias do Escudo das Guianas e dos sedimentos da Formação Barreiras. Nas áreas mais próximas ao litoral, as cotas são inferiores a 100 metros, caracterizando-se como uma superfície sub-litorânea, de gênese diretamente condicionada pela proximidade com a orla marítima (BOAVENTURA e NARITA, 1974).

As Planícies Flúvio-lacustres englobam faixas de terrenos quaternários que se estendem desde a cidade de Macapá até a foz do rio Oiapoque. A área compreendida entre a cidade de Macapá e a foz do rio Flechal, cuja evolução está ligada aos processos fluviais do sistema da foz do Amazonas (BOAVENTURA e NARITA, 1974), está sujeita a inundações periódicas e com acréscimo constante de sedimentos fluviais. Notam-se paleocanais entulhados por sedimentos, tanto na planície ligada ao continente quanto nas ilhas (LIMA et al., 1991; IEPA, 2008).

As Planícies Fluviais, segundo o IBGE (2004b), são áreas planas e de acumulação fluvial, sujeitas a inundações periódicas em áreas correspondentes às várzeas. Podem ocorrer meandros, lagos, cordões e diques marginais.

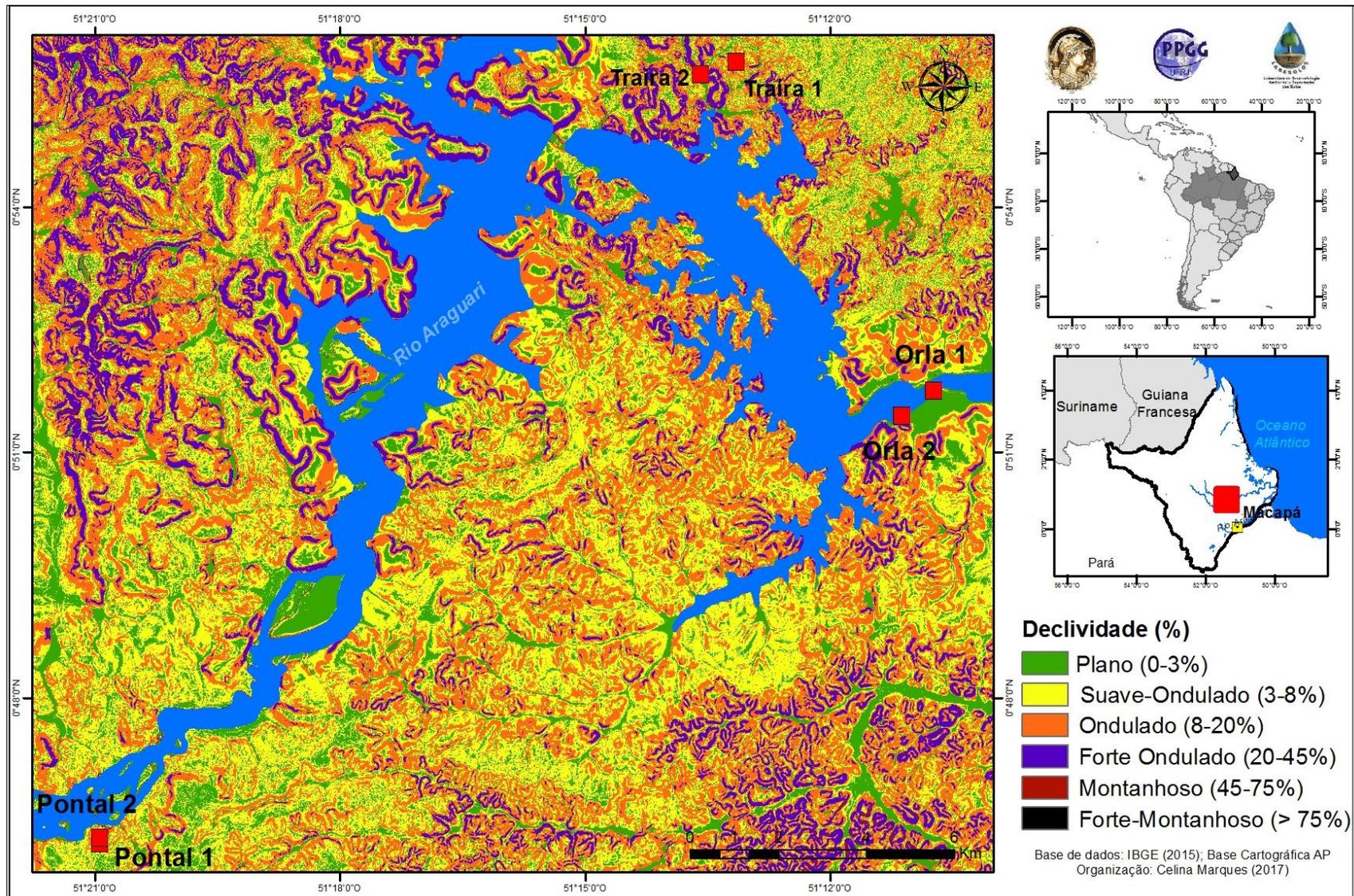
Os Tabuleiros Costeiros caracterizam-se pelas rampas inclinadas, esculpidas geralmente em coberturas sedimentares inconsolidadas. São representadas pelo pediplano retocado inumado e desnudado, elaborados por sucessivas fazes erosivas e apresentando, respectivamente, coberturas detríticas e rochas pouco alteradas; e por dissecação fluvial, definidas por vertente com declividade suave, vales pouco profundos e drenagem de baixa intensidade IBGE (2004b).

Existe uma variação no padrão de declividade do médio Araguari, apresentando características: forte-ondulado, de 20 a 45%; ondulado, de 8 a 20%; suave-ondulado, de 3 a 8%; e plano, de 0 a 3% (Figura 13).

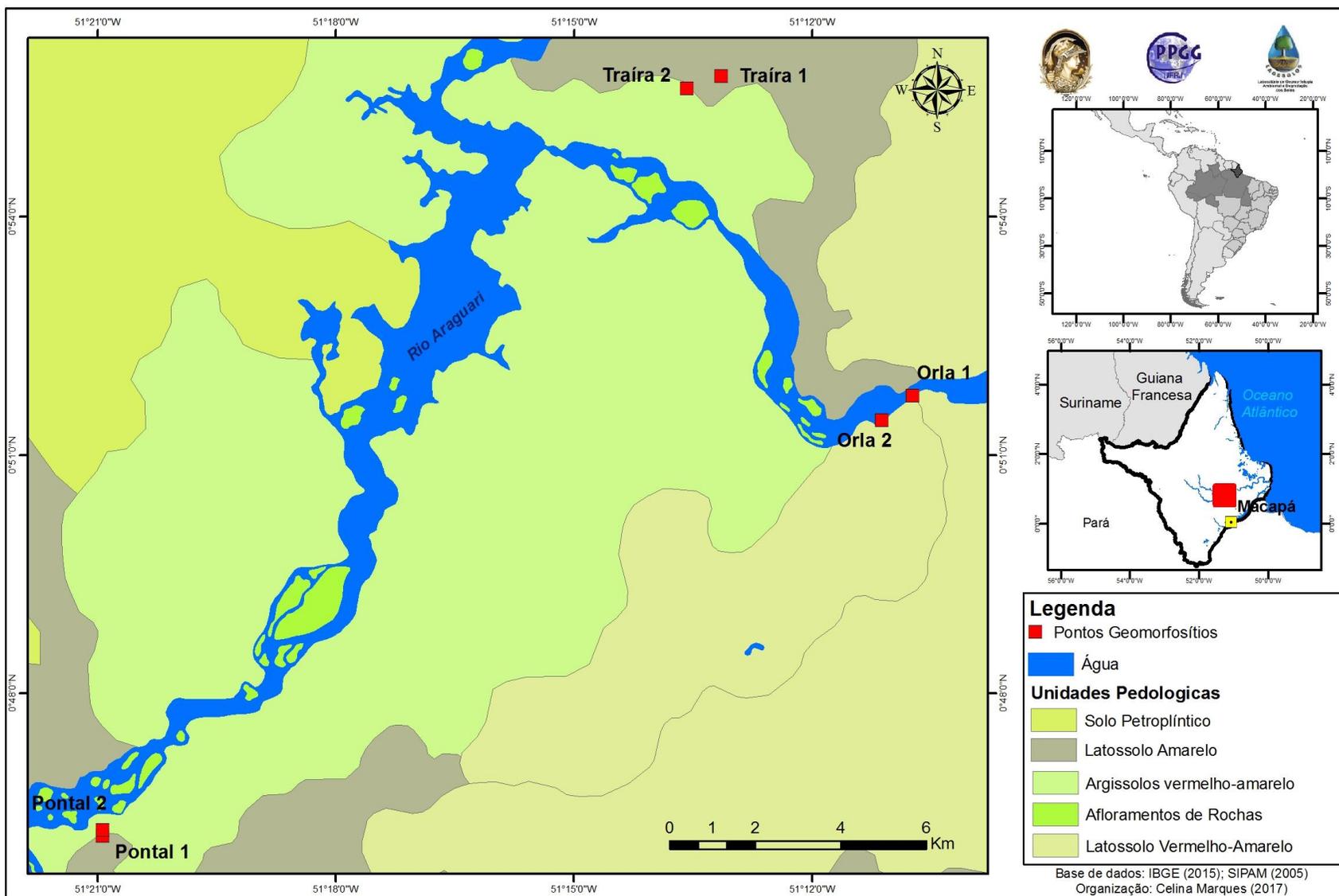
Segundo Peres et al. (1974), os tipos de solos existentes no médio Araguari são: Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Latossolo Vermelho-Amarelo; e Plintossolo Pétrico (Figura 14). Os Argissolos Vermelho-Amarelos são solos minerais, geralmente profundos, porosos, excessivamente drenados e com horizonte B textural, constituído de argila com atividade baixa ou com atividade alta conjugada com saturação por bases baixa e/ou caráter alítico na maior parte do horizonte B. Segundo ECOTUMUCUMAQUE (2010), trata-se de solos com textura entre

arenosa-média e médio-argilosa, e valores de silte relativamente altos, ligeiramente plásticos e ligeiramente pegajosos, cuja ocorrência é em áreas de relevo plano a suave ondulado, ondulado e forte ondulado. Esta classe de solo tem ocorrência em superfícies de aplainamento, dissecadas em colinas com entalhe bastante pronunciado dos vales, e nas superfícies dissecadas em colinas de topo aplainado. São solos provenientes da decomposição de migmatitos, granitos e gnaises, encontrados em área de floresta densa, apresentando baixa fertilidade e susceptibilidade de erosão variando de laminar ligeira a moderada (PERES et al., 1974; IEPA, 2008).

Os Latossolos Amarelos compreendem solos constituídos por material mineral com horizonte B latossólico, precedido de qualquer tipo de horizonte A, são bem drenados, fortemente intemperizados, profundos, porosos e permeáveis (EMBRAPA, 2013). São solos com variação textural de média a muito argilosa, onde há baixa dispersão e atividade da argila, e são encontrados em terrenos dissecados em colinas de topo aplainado e em áreas aplainadas com drenagem pouco entalhada (PERES et al., 1974). Provenientes de sedimentos argilosos e argilo arenosos do terciário, onde se desenvolveu vegetação de campo cerrado e floresta densa e capacidade de erosão que varia de não aparente a laminar ligeira (PERES et al., 1974; IEPA, 2008).



**Figura 13.** Modelo digital de elevação com valores de declividade no médio Araguari. Fonte: Elaboração da autora, 2017.



**Figura 14.** Mapa pedológico do município de Ferreira Gomes. Fonte: Elaboração da autora, 2017, com dados de IBGE (2004c).

Os Latossolos Vermelho-Amarelos, segundo Peres et al. (1974), são solos minerais, profundos com perfil A, B e C poroso, permeável e com estrutura pouco desenvolvida. São provenientes da decomposição principalmente de granitos, gnaisses, migmatitos, xistos, anfibolitos, e quartizitos do período pré-cambriano. São encontrados em superfície de aplainamento, dissecadas em colinas, com entalhe bastante pronunciados nos vales, e também em áreas elevadas com presença de relevo residual (IEPA, 2008).

Os Petroplínticos são solos constituídos por material mineral e apresentam horizonte plíntico variável e moderadamente drenados (EMBRAPA, 2013). São formados de sedimentos tanto do Terciário quanto do Quaternário, e tem ocorrência em terraços moderadamente drenados, onde existem campos, como também nas áreas mais baixas, onde há ocorrência de inundações (PERES et al., 1974).

Ao considerar a análise integrada, verifica-se que os aspectos do embasamento geológico, da geomorfologia e dos solos apresentam características correspondentes (Quadro 8).

**Quadro 8.** Relação entre geologia, geomorfologia e solos no médio curso do rio Araguari

Geologia	Domínio morfoestrutural	Geomorfologia	Pedologia
Suíte Intrusiva Igarapé Cupixi – Álcall-granitos, monzogranitos, granodioritos	Embasamentos em estilos complexos	<p><b>202.</b> Colinas do Amapá:  <b>D.</b> Com dissecação <b>Homogênea.</b> Dissecação fluvial que não obedece a controle estrutural nítido, definida pela combinação das variáveis formas de topo, densidade de drenagem e aprofundamento das incisões; e <b>Diferencial.</b> Dissecação marcada por controle estrutural evidente, definida apenas pelas variáveis formas de topo e aprofundamento das incisões, já que o padrão de drenagem e a sua densidade são controlados pela tectônica e pela litologia</p> <p><b>t.</b> Conjunto de formas de relevo de topos tabulares, conformando feições de rampas inclinadas e lombadas, esculpidas geralmente em coberturas sedimentares inconsolidadas, as vezes denotando eventual controle estrutural. São em geral definidas por rede de drenagem de baixa densidade, com vales pouco profundos e vertentes de pequena e média declividade. Resultam da instauração de processos de dissecação atuando sobre superfície aplainada.</p> <p><b>21.</b> A densidade de drenagem é grosseira e o aprofundamento das incisões é muito fraco</p> <p><b>Dir.</b> Ilha rochosa. Afloramento de rochas no leito de um rio, constituindo ilhas de</p>	<p><b>PVAd14 –</b>  <b>PVAd</b> - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico  <b>14</b> - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distrófico típico + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário argissólico</p> <p><b>LVAD35 e 44–</b>  <b>LVAD</b> - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico  <b>35</b> - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário típico + NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico  <b>44</b> - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb Distrófico típico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico</p>

		aspectos e tamanhos variados	
Complexo Tumucumaque – Gnaisses bandados de composição granodiorítica-tonalítica a trondjheimítica, com enclaves de anfibolito e milonitos. Fácies anfibolito	Embasamentos em estilos complexos	<b>202.D.t.21.</b>	<b>LVAD13</b> <b>LVAD</b> - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico <b>13</b> - LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO petroplíntico
Suíte Intrusiva Cassiporé – Diabásios, gabros, basaltos e granófiros na forma de diques, e menos comumente soleiras e stocks	Embasamentos em estilos complexos	<b>202.D.t.21.</b>	<b>LVAD44</b>
Suíte metamórfica Tartarugal Grande – Enderbitos, charmoenderbitos, charnoquitos, álcali-feldispato-charnoquitos e biotita-álcali-feldispato-granitos, equigranulares a pórtiróides, com estrutura maciça e gnássica. Enclaves de piriclasitos	Bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas e Embasamentos em estilos complexos	<b>381.</b> Tabuleiros Costeiros do Amapá <b>D.</b> <b>C.</b> Conjunto de formas de relevo de topos convexos, em geral esculpidas em rochas cristalinas e eventualmente também em sedimentos, às vezes denotando controle estrutural. São definidas por vales pouco profundos, apresentando vertentes de declividade suave, entalhadas por sulcos e cabeceiras de drenagem de primeira ordem <b>31.</b> A densidade de drenagem é média e o aprofundamento das incisões é muito fraco <b>202.D.t.21.</b>	<b>LVAD13</b>
Grupo Barreiras – Arenitos, siltitos,	Bacias sedimentares	<b>381.D.c.31</b>	<b>PVAd6 e 2</b>

argilitos e conglomerados de cores variegadas, com níveis concrecionários (“grés do Pará”) e caulínicos, depositados em ambiente predominantemente continental por sistemas fluvial, flúviolacustre e de leques aluviais	e coberturas inconsolidadas		<p><b>PVAd</b> – ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico</p> <p><b>6</b> - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico</p> <p><b>2</b> - ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico típico + ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico plíntico</p>
Cobertura Detrito-Laterítica Pleistocênica – Sedimentos argilo-arenosos amarelados, caoliníticos, alóctones e autóctones, parcial a totalmente pedogeneizados (Latosolos argilo-arenosos), gerados por processos alúvio-coluviais	Bacias sedimentares e coberturas inconsolidadas	<b>381.D.c.31</b>	<b>PVAd2</b>

Fonte: Elaboração da autora, 2016, baseado em dados de: BOAVENTURA e NARITA (1974); LIMA et al. (1974); PERES et al. (1974); IBGE (2004a, 2004b e 2004c) e CPRM (2013).

## **4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A pesquisa desenvolveu-se em quatro fases principais:

I - Análise do referencial teórico, metodológico e conceitual;

II – Trabalhos de campo;

III - Análise de laboratório, tratamento estatístico e tabulação dos dados;

IV – Avaliação dos geomorfossítios.

Em cada fase cumpriu-se uma série de etapas, descritas na sequência.

### **4.1 Análise do referencial teórico, metodológico e conceitual**

A aquisição de dados bibliográficos foi feita através de pesquisas em diversas bases internacionais e nacionais (portal de periódicos na plataforma da CAPES e *Research Gate*), estaduais (em bibliotecas de universidades estaduais e federais do Brasil) e locais (institutos de pesquisa).

A discussão teórica foi construída através dos conceitos de geodiversidade, geoconservação, geoturismo, geomorfossítios, escala, paisagem e degradação dos solos.

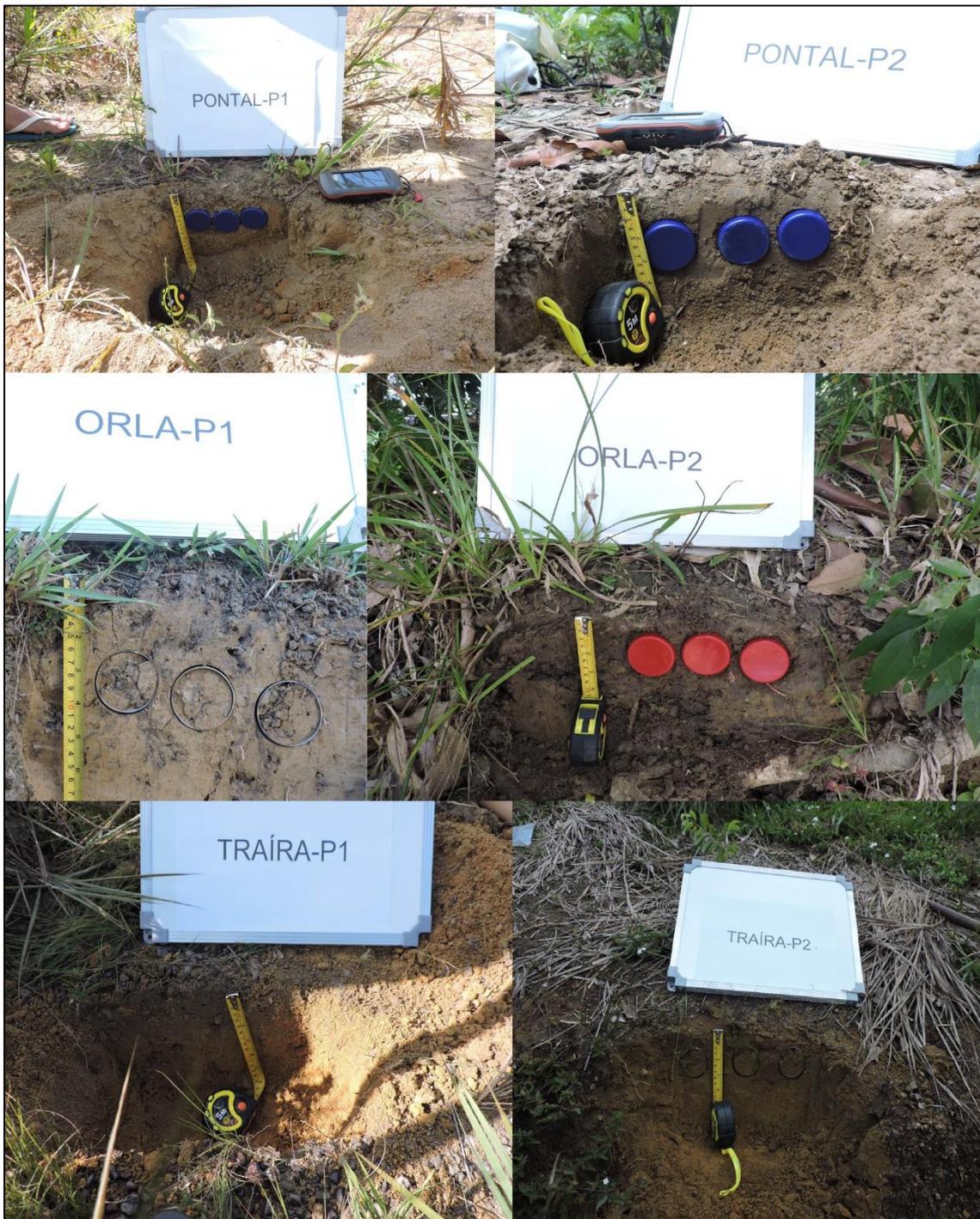
### **4.2 Trabalhos de campo**

Dois trabalhos de campo ocorreram em julho e novembro de 2015, para reconhecimento da área. Em março, agosto e dezembro de 2016 e julho e agosto de 2017 realizaram-se os demais, com o objetivo de selecionar e delimitar os geomorfossítios com levantamento de dados para suas inventariações. Também foram feitas: coletas de amostras de solos para análise do potencial de degradação; registros fotográficos e marcação de pontos com GPS para a confecção do material cartográfico.

Considerou-se os diferentes períodos sazonais, inverno, verão e períodos de transição, visando compreender a interação entre o comportamento dos fatores climáticos com os aspectos da geodiversidade e sua degradação.

#### 4.2.1 Coletas de amostras de solo

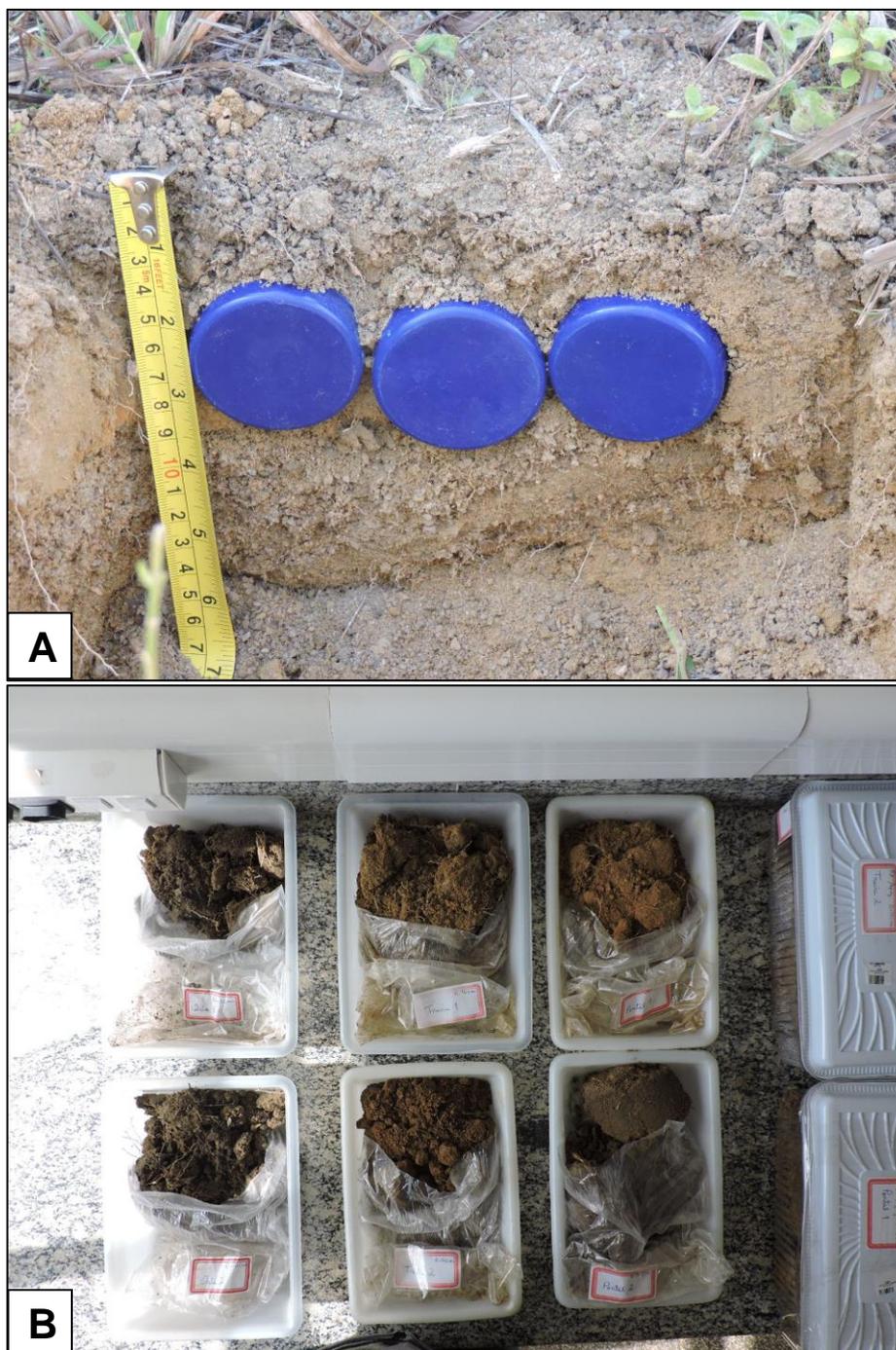
As coletas de amostras de solos foram feitas em cada local de acesso aos geomorfossítios considerados, todas nas profundidades de 0-10 cm, visto que se objetivou analisar o potencial erosivo em áreas de acesos e contemplação de geomorfossítios. Não se teve a finalidade de avaliar o potencial para alguma forma de cultivo, ou demais tipos de degradação dos solos, portanto, não houve necessidade de coletar em profundidades superiores a 10 cm. Foram retiradas amostras de dois pontos em cada local de acesso, abertos em mini trincheiras às margens dos ramais (Pontal 1; Pontal 2; Traíra 1; e Traíra 2) e em terraços fluviais (Orla 1 e Orla 2) (Figura 15 e Quadro 9).



**Figura 15.** Pontos de coleta das amostras deformadas e indeformadas em áreas de acesso nos geomorfossítios. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

Para a análise de densidade aparente foram retiradas três amostras volumétricas indeformadas de cada ponto, através de anéis de Kopecky de 100 cm<sup>3</sup>, em pontos próximos, totalizando 18 amostras volumétricas. Para a estabilidade de agregados foi retirado um torrão indeformado de cada ponto, um total de 6 amostras/torrões. Para análise granulométrica, pH e carbono

orgânico foi retirada uma amostra deformada de cada ponto, totalizando 6 amostras. Totalizou-se 30 amostras, sendo que para agregados, granulometria, pH e carbono orgânico, foram retiradas em quantidade suficiente para fazer a análise em triplicata na fase de laboratório (Figura 16).



**Figura 16.** Coletas de amostras em campo. A) Amostras indeformadas em anéis volumétricos para determinação de densidade aparente e porosidade B) Amostras deformadas para determinação de análise granulométrica, pH e matéria orgânica. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

**Quadro 9.** Planilha com pontos de coleta de solos e características

Pontos de coleta de amostras de solo	Localização	Elevação	Declividade	Características observadas nos pontos de coleta
PONTAL-1	0°46'11" N 51°20'57" W	79 m	3%	Área, na margem direita do rio Araguari, com forma retilínea, e presença de bifurcações no ramal, gerando acesso a outros que culminam em áreas de atividades extrativistas como: mineração e silvicultura. Na parte superficial do solo presença de microfauna (formigas) e raízes muito finas. Presença de vegetação herbácea e de ravinas no caminho principal e nas margens do ramal.
PONTAL-2	0°46'16" N 51°20'57" W	71 m	8%	Área de Preservação Permanente (APP), na margem direita do rio Araguari, com forma retilínea. Na parte superficial do solo há presença de microfauna, e de raízes finas a grossas; ao redor a vegetação existente é secundária, há registros de incêndios. No caminho principal do ramal há presença de ravinas cujo solo está em estado natural de regeneração, com presença de vegetação nas incisões. A 400 m deste ponto constatou-se a retirada de seixo do leito do rio.
TRAÍRA-1	0°55'45" N 51°13'10" W	58 m	13%	Área localizada em topo de colina com vertente retilínea. Na parte superficial vegetação arbustiva de Cerrado e herbácea com presença de tufos. Presença de camada laterítica com matacões de até 5 cm de diâmetro e dispersa em superfície. Presença de microfauna (minhocas) na profundidade considerada, 0-10cm.
TRAÍRA-2	0°55'36" N 51°13'36" W	33 m	18%	Área de base de colina, com vertente convexa, solo exposto, presença de ravinas no caminho principal e nas margens do ramal. Presença de microfauna na parte superficial (formiga e calangos). A floresta é ombrófila densa, há afloramentos rochosos que formam cachoeira e potencial à atividade turística.
ORLA-1	0°51'44" N 51°10'45" W	11 m	5%	Área de orla urbana em terraço fluvial, na margem direita do rio Araguari, cuja forma da encosta é convexa. Na profundidade até 10cm registrou-se a presença de microfauna, centopeia, e na parte superficial, formigas. Presença de raízes finas a médias. A 30 m deste ponto ocorre afloramento granítico, e também a formação de praia fluvial, o que potencializa o uso balneário.
ORLA-2	0°51'25" N 51°11'08" W	5 m	8%	Área de orla urbana em terraço fluvial, na margem direita do rio Araguari, cuja forma da encosta é convexa, onde ocorre também afloramento granítico e na sequência, formação de praia fluvial. Os afloramentos rochosos dão continuidade às corredeiras que adentram o leito do rio. Presença de microfauna na profundidade até 10 cm, e na parte superficial está composta por vegetação secundária e herbácea, além de serapilheira. Presença marcante de raízes, cujo diâmetro varia de finas a grossas.

Fonte: Elaboração da autora, com base em levantamentos realizados em trabalhos de campo e pesquisa documental e em livros, sites, artigos, teses, dissertações e monografias, entre os anos de 2015 e 2017. Baseado em: RODRIGUES, 2016.

### 4.3 Análises de laboratório

As análises das propriedades físicas e químicas foram realizadas no laboratório de solos da EMBRAPA Amapá, em agosto de 2017. As análises foram submetidas a três determinações (Apêndice 1), possibilitando obter médias com resultados estatísticos representativos. Foram feitas 54 análises.

As propriedades físicas e químicas permitiram determinar: densidade aparente, porosidade e textura (propriedades físicas), matéria orgânica e pH (propriedades químicas). Para a determinação de cada propriedade, foram utilizados os procedimentos operacionais padrão definidos no Manual Técnico da EMBRAPA (1997), descritos na sequência.

#### 4.3.1 Propriedades físicas

##### 4.3.1.1 *Densidade aparente e porosidade*

Os dados de densidade do solo permitiram analisar a densidade aparente e a porosidade total do solo, através da relação entre a massa sólida e o volume total, com a determinação dos volumes total e poroso das amostras. Valores elevados de densidade aparente significam baixa porosidade e alta capacidade de compactação do solo, o que compromete a circulação do ar, da água no solo, da vegetação e da microfauna, reduzindo a infiltração e possibilitando o aumento do escoamento superficial, e assim, a degradação da estrutura do solo.

O método de análise utilizado foi o “anel volumétrico”, que consiste em coletar amostras de solo com estrutura indeformada, através de anéis de aço (anel de Kopecky) de bordas cortantes e volume interno de 100 cm<sup>3</sup> (EMBRAPA, 1997).

O procedimento de análise seguiu-se de determinação do volume do anel, seguido do anel com a amostra que posteriormente foi revestido de papel alumínio e levado a estufa na temperatura de 105°C, onde permaneceu por 24 horas.

Decorrido esse tempo, cada amostra foi submetida à análise da densidade real, onde se colocou 20g de solo em um balão aferido de 50 ml, adicionou-se álcool etílico, com registro da quantidade necessária utilizada para completar a sua capacidade (Figura 17).



**Figura 17.** Análise das amostras indeformadas para determinação da densidade aparente e porosidade. A) Pesagem da amostra úmida com o anel; B) Amostras no anel volumétrico em dessecador após ter secado em estufa a 105° C ; C) Amostra indeformada seca; D) Amostra em balão aferido de 50ml em processo de adicionamento de álcool etílico. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

Procedeu-se com o cálculo da densidade real a partir da fórmula:

$$D_p = a/50 - b$$

Onde:

$D_p$  = Densidade real ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

$a$  = massa da amostra seca a 105°C (g)

$b$  = volume de álcool gasto (ml)

A partir dos dados de densidade real, seguiu-se para o cálculo de densidade aparente, através da fórmula:

$$D_s = a/b$$

Onde:

$D_s$  = Densidade aparente (g/cm<sup>3</sup>)

$a$  = peso da amostra seca (g)

$b$  = volume do anel

De posse dos dados sobre as densidades real e aparente, foi possível calcular a porosidade, por meio da fórmula:

$$P_t = 100 (D_p - D_s) / D_p$$

Onde:

$P_t$  = Porosidade total

$D_p$  = Densidade real

$D_s$  = Densidade aparente

#### 4.3.1.2 Granulometria

Os dados de granulometria permitiram analisar e determinar a textura do solo. Segundo Morgan (2005), percentuais elevados de frações de silte e areia fina podem indicar maior susceptibilidade aos processos erosivos, uma vez que ambos apresentam baixa capacidade de agregação, em contrapartida a presença de argila estabiliza os agregados. Para se obter o peso de silte, argila e areia, utilizou-se o método da pipeta (EMBRAPA, 1997), que se baseia na velocidade do deslocamento vertical de partículas do solo, dispersas em água e calgon (dispersante químico). O método é composto pelas seguintes etapas:

Etapa 1: Após 72 horas de secagem das amostras em temperatura ambiente, separar as frações finas das grossas por tamisação em uma peneira de malha > 2 mm.

Etapa 2: misturar 20g de solo diluído em 100 ml de água mais 10 ml de hidróxido de sódio, que após uma noite de repouso, foi levado ao agitador elétrico “stirrer” por 15 minutos.

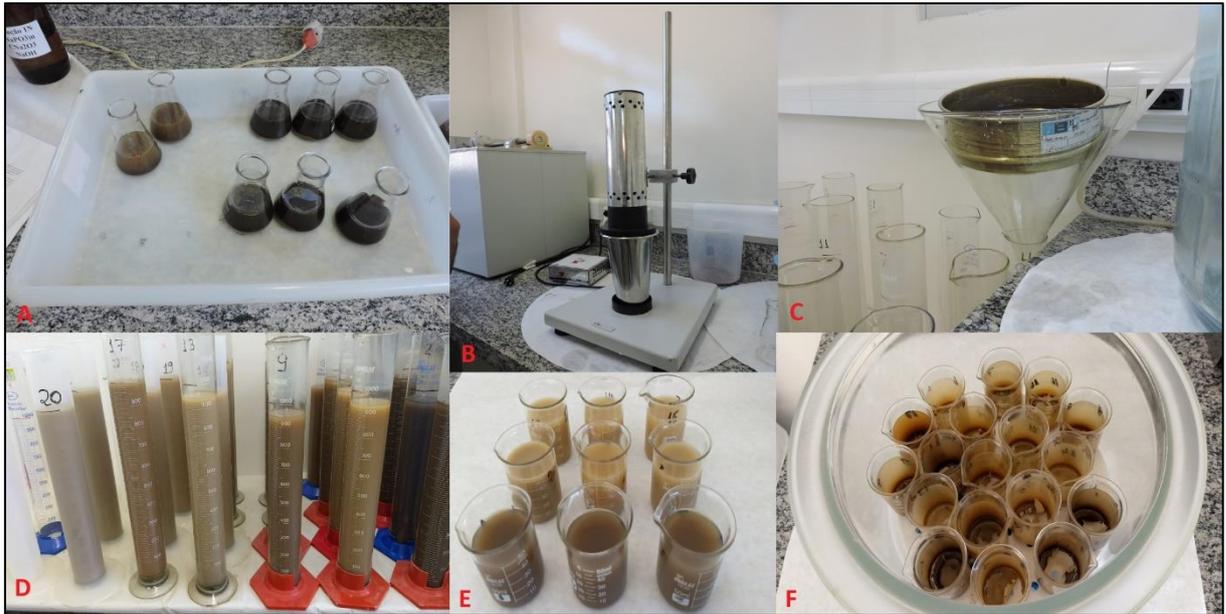
Etapa 3: O conteúdo foi passado em uma peneira de malha de 0,053 mm, apoiada sobre um funil encaixado em uma proveta de 1.000 ml. A temperatura foi medida, o tempo marcado, e, de acordo com o tempo necessário, foi introduzida uma pipeta de 50 ml até a profundidade de 5 cm, de onde foi coletado o material em suspensão. O material foi colocado em cápsulas, que foram a estufa onde ficaram até a evaporação da suspensão.

Etapa 4: colocou-se em um dessecador e pesou-se.

Etapa 5: A areia retida na peneira de malha 0,053 foi transferida para um recipiente de alumínio, que após seca foi pesada para obtenção da massa de areia grossa + areia fina.

Etapa 6: A amostra foi submetida a peneiramento em malha 0,2 mm para separação da areia grossa.

Etapa 7: A areia grossa e a areia fina foram pesadas. O peso do silte foi obtido através da diferença das outras frações em relação à amostra com seu peso original (Figura 18).



**Figura 18.** Procedimentos da análise granulométrica. A) Amostra em repouso antes de ir ao agitador; B) Amostra no agitador, onde ficou por 15 minutos; C) Peneira de malha 0,053, apoiada sobre um funil em uma proveta de 1.000 ml; D) Provetas com amostras em decantação enquanto aguarda o tempo para a “pipetagem”; E) Recipientes com o material pipetado; F) Argila após procedimento evaporação. Fotos: Espírito Santo, C. e Araújo, D. (2017).

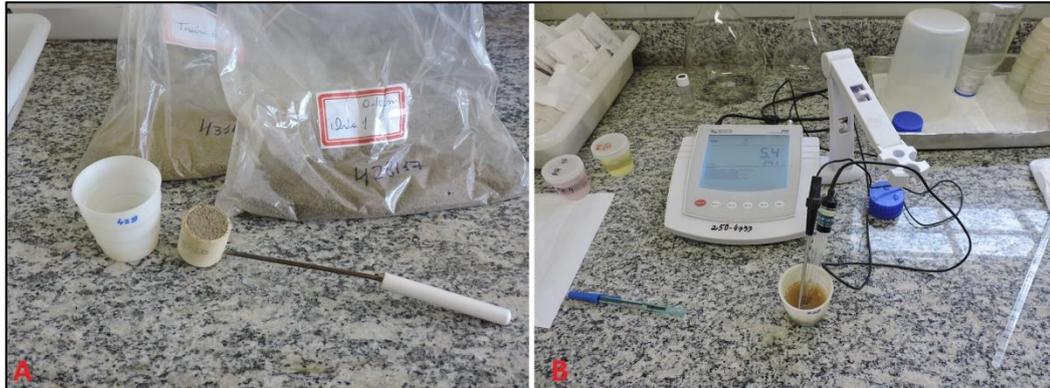
#### 4.3.2 Propriedades químicas

##### 4.3.2.1 pH

Os dados de pH determinaram a acidez, neutralidade e alcalinidade dos solos. Pôde-se analisar o potencial de Hidrogênio em uma escala que varia de 0 a 14, onde as amostras de valores igual a 7 são consideradas neutras, as menores que 7 são ácidas e maiores que 7 são alcalinas. Segundo Tomé Jr. (1997), o valor de pH do solo resulta de uma complexa interação entre íons e colóides existentes no mesmo e possibilita compreender a disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente para o desenvolvimento de plantas. De forma complementar, sua determinação pode informar sobre outras propriedades físicas do solo, confirmando a importância de uma abordagem integrada na predição dos processos erosivos.

Utilizou-se o princípio da medição do potencial por meio do método de eletrodo combinado, imerso em suspensão no solo (EMBRAPA, 1997). Colocou-se 10 cm<sup>3</sup> de solo em copo plástico de 100 ml, ao qual foi adicionado 25 ml de água.

Após a agitação da amostra com bastão de vidro para sua homogeneização, mergulharam-se eletrodos e procedeu-se com a leitura do pH (Figura 19).



**Figura 19.** Determinação do pH nas amostras. A) Separação das amostras para pesagem; B) Eletrodos mergulhados para leitura do pH. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

#### 4.3.2.2 *Matéria orgânica*

Os dados de matéria orgânica permitem comprovar a presença de raízes e microrganismos, uma vez que, segundo Guerra (2005a), sua formação depende da flora e da fauna que vive sobre ou dentro do solo. Ou seja, a presença de atividades antrópicas, de diversas naturezas, que levem ao desmatamento e a retirada da camada superficial do solo pode levar a redução da matéria orgânica.

Utilizou-se o método de Walkley & Black (RAIJ et al., 2001), cujo princípio de determinação de matéria orgânica por colorimetria é feito através das correlações com as leituras de absorvância. Neste método ocorre a oxidação da matéria orgânica por solução ácida de dicromato de sódio.

Os procedimentos para essa determinação constaram de:

- a. pesagem de 0,5g de amostra de solo com adição de 5ml de dicromato de sódio e posterior agitação por 10 minutos a 200 rpm;
- b. repouso da amostra por uma hora;
- c. adição de 25 ml de água, e agitação por mais 5 minutos, para repousar por uma noite até o decantamento;
- d. leitura em espectrofotômetro a 630 nm (Figura 20).



**Figura 20.** Procedimento de determinação da Matéria Orgânica. A) Pesagem da amostra, 0,5 g; B) Amostras no agitador, onde permaneceu por 10 minutos; C) Leitura do valor de Matéria Orgânica em espectrofotômetro. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

#### 4.4 O indicador “Valor de Conservação do Solo” em geomorfossítios

Esta etapa define as variáveis para propor a inserção do indicador de conservação dos solos na avaliação dos geomorfossítios.

Foram considerados os fatores controladores da erosão e atribuiu-se pesos, com o intuito de definir os indicadores de potencial de erosão nas áreas de acesso e contemplação dos geomorfossítios. Foram utilizados como indicadores os valores de declividade, forma da encosta, cobertura vegetal/uso do solo, e erodibilidade/propriedades físicas e químicas (densidade aparente, textura, matéria orgânica e pH) (Quadro 10). Estes foram definidos como fatores controladores da erosão em metodologias já utilizadas por Guerra (2002; 2005a; 2005b), Fullen e Catt (2004), Morgan (2005); Florenzano (2008), Pereira (2015), e Rodrigues (2016).

**Quadro 10.** Critérios de valoração do indicador “Valor de Conservação do Solo (VCS)”

GEOMORFOSSÍTIOS	FATORES CONTROLADORES	DECLIVIDADE (%) <sup>1</sup>					FORMA DA ENCOSTA			COBERTURA VEGETAL				
	Características	Muito fraca (0 a 3)	Fraca (3 a 8)	Moderada (8 a 20)	Forte (20 a 45)	Muito forte (> 45)	Retilínea	Convexa	Côncava	Floresta ombrófila densa	Floresta de cerrado	Reflorestamento	Vegetação herbácea	Solo exposto
	Pesos	1	2	3	4	5	1	3	5	1	2	3	4	5
	1													
2														
3														
GEOMORFOSSÍTIOS	PROPRIEDADES DO SOLO	TEXTURA			DENSIDADE APARENTE			MATÉRIA ORGÂNICA (g/kg)			pH			
	Características	Argilosa	Arenosa	Siltosa	Baixa < ou = 1	Moderada > 1 e < 1,4	Alta > ou = 1,4	Baixa < 15	Moderada entre 15 e 25	Alta > 25	Neutro - 7	Alcalino - 7,1 a 15	Ácido - 1 a 6,9	
	Pesos	1	3	5	1	3	5	1	2	3	1	2	3	
	1													
	2													
3														

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

<sup>1</sup>Pesos atribuídos de acordo com as características estabelecidas nos manuais técnicos de: uso da terra (2013); geomorfológico (2013) e pedológico (2015), do IBGE.

<sup>2</sup> Pesos atribuídos de acordo com as características definidas por Tomé Jr. (1997).

Os pesos atribuídos variaram de 1 a 5, sendo que quanto mais próximo do 1, menor é a atuação do fator controlador no potencial de erosão, em contrapartida, quanto mais próximo ao 5, o fator indica que o potencial é maior. Os pesos foram representados em uma matriz de análise, cada um correspondente às diferentes cores atribuídas (Quadro 11).

**Quadro 11.** Pesos atribuídos aos fatores controladores da erosão e sua contribuição no potencial erosivo

Pesos	Contribuição no potencial à erosão
Peso 1	Contribuição muito baixa
Peso 2	Contribuição baixa
Peso 3	Contribuição moderada
Peso 4	Contribuição alta
Peso 5	Contribuição muito alta

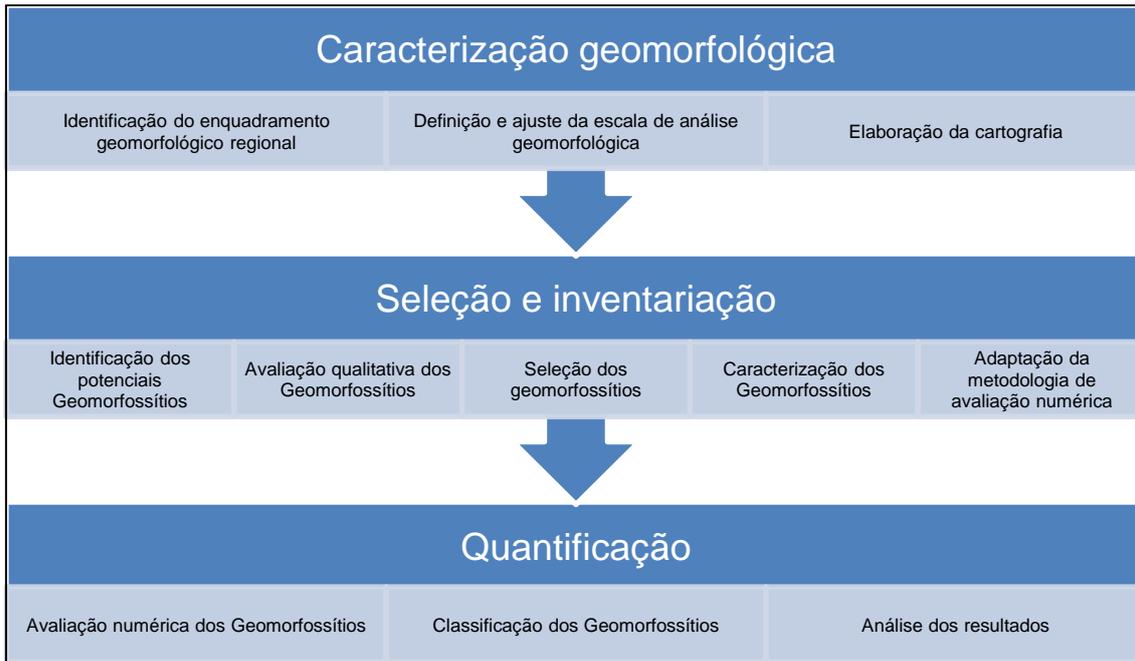
Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Como produto, os valores determinados foram inseridos em uma matriz de “Potencial de erosão”, que permitiu analisar os locais com a menor e maior suscetibilidade aos processos erosivos. Após a somatória dos pesos de todas as variáveis para cada geomorfossítio, analisou-se comparativamente o potencial erosivo de cada ponto e de cada área de acesso nos geomorfossítios.

Por fim, como proposta a adaptação da metodologia de avaliação numérica, recomendou-se a inserção do indicador “Potencial Erosivo” na etapa de avaliação dos geomorfossítios.

#### 4.5 Avaliação dos geomorfossítios

A avaliação dos geomorfossítios foi feita através da caracterização, seleção com respectivas inventariações dos geomorfossítios e avaliação numérica em um trecho no médio curso do rio Araguari. Foram aplicadas, com algumas modificações e adaptações às metodologias de Pereira (2006) e Pereira et al. (2007) (Figura 21).



**Figura 21.** Etapas e subetapas da metodologia de avaliação dos geomorfossítios  
 Fonte: Elaboração da autora, modificado de Pereira (2006).

#### 4.5.1 Caracterização geomorfológica

Análises dos estudos técnicos que visaram identificar as unidades morfoestruturais (1º táxon) e morfoesculturais (2º táxon) definidas no Projeto Radam (1974); no Macrodiagnóstico do estado do Amapá: primeira aproximação do ZEE (2008); no mapa geomorfológico do estado do Amapá (IBGE, 2004b); e no Mapa de Geodiversidade do estado do Amapá (CPRM, 2013).

#### 4.5.2 Seleção e inventariação dos geomorfossítios

A seleção e a construção do inventário dos geomorfossítios foram feitas com base nos trabalhos de campo e na análise dos trabalhos científicos e técnicos sobre a área pesquisada.

Foram selecionadas como geomorfossítios, as geoformas que têm potencial para: a compreensão da dinâmica fluvial através de aulas práticas por qualquer curso das ciências da Terra; o uso balneário, recreativo ou de contemplação da paisagem; o aproveitamento econômico, principalmente por apresentarem potencial para a exploração mineral classe 2 e o aproveitamento hidroelétrico. Estes dois últimos itens foram considerados, pois podem elevar o risco de degradação em um

menor tempo. Assim, analisar e refletir sobre alternativas sustentáveis, perante a velocidade com que os recursos são impactados, podem ser parte das estratégias de geoconservação. Além do potencial, a questão do acesso e da escala de análise das geoformas foram itens considerados.

A inventariação dos geomorfossítios foi feita por meio da adaptação de quatro etapas, propostas por Pereira (2006) e Brilha (2016): I – Identificação dos Geomorfossítios; II – avaliação qualitativa dos geomorfossítios; III - seleção dos geomorfossítios; IV – caracterização dos geomorfossítios.

A sequência de subetapas para a identificação dos geomorfossítios e avaliação qualitativa preliminar foi feita adaptado de Brilha (2015):

- 1 – Revisão da literatura produzida para o local;
- 2 – Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para a área de estudo;
- 3 – Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no local;
- 4 – Identificação de folders, sites, cartazes ou folhetos de agências de turismo;
- 5 – Caracterização dos geomorfossítios através de um formulário (Quadro 12):

**Quadro 12.** Formulário de caracterização dos geomorfossítios

Nome do local
Localização geográfica
Proprietário
Proteção Jurídica
Acessibilidade
Fragilidade e vulnerabilidade
Unidade Geomorfológica
Geodiversidade com potencial educativo, científico, turístico
Eventuais vínculos com recursos ecológicos e culturais
Eventuais limitações de uso (pagamento de taxas de entrada, restrições de capacidade, limitações sazonais, etc.)
Condições de observação dos principais elementos da geodiversidade

Fonte: Modificado de Brilha (2015).

A seleção dos geomorfossítios, na perspectiva de Pereira et al. (2007), se trata da fase de inventariação efetiva. Esta etapa foi feita com base nas informações coletadas nas subetapas anteriores somadas aos atributos dos locais inventariados: local isolado (geoformas isoladas), área (geoformas de grande dimensão) e local panorâmico (local de visualização). O valor científico foi o critério indispensável na seleção.

A caracterização foi feita com base nas especificidades e detalhamento de cada geomorfossítio encontrado, com suas características geomorfológicas e usos, conforme metodologia sugerida por Pereira (2006) e Pereira et al. (2007) (Quadro 13).

**Quadro 13.** Ficha de caracterização dos geomorfossítios

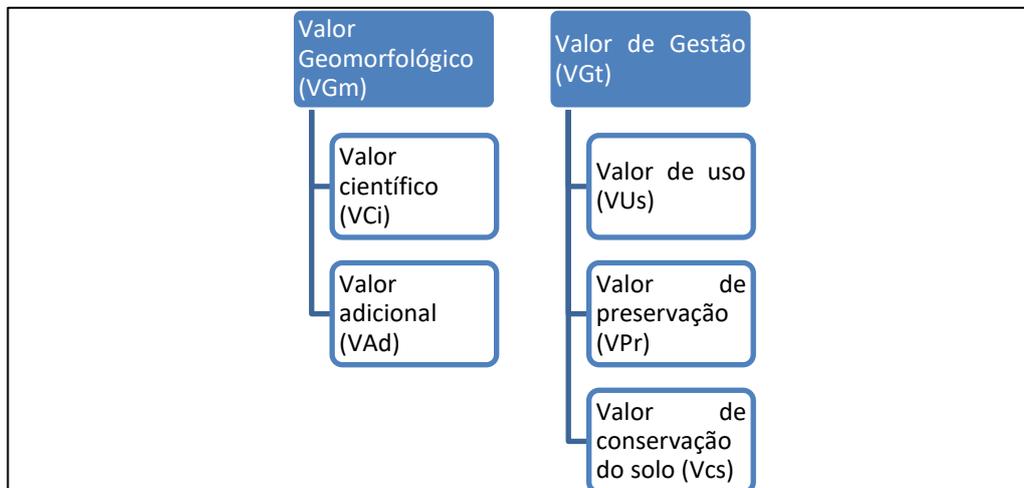
Autor:		Data:	
Local:			
Tipo de local:	Isolado	Área	Panorâmico
<b>Categoria temática</b>			
Granítico	Vulcânico	Cárstico	Residual
Tectônico	Litoral	Fluvial	Eólico
Glaciário	Periglaciário	de Vertente	Geo-Cultural
Localização:	Localização através da construção de mapas do local de interesse geomorfológico; identificação de altitude e coordenadas geográficas de cada local.		
<b>DESCRIÇÃO GEOMORFOLÓGICA</b>			
<b>Síntese</b>			
<b>Descrição sumária</b>	Caracterização do local, com enquadramento geomorfológico regional e local		
<b>Litologias</b>	Caracterização dos tipos de rocha		
<b>Interesses geomorfológicos principais dos geomorfossítios</b>	Tipo de interesse geomorfológico (científico, didático e turístico) em cada geomorfossítio		
<b>Evolução geomorfológica</b>	Principais eventos geológicos, climáticos e/ou antrópicos relacionados com a gênese e evolução dos elementos geomorfológicos em cada geomorfossítio		
<b>Interesse patrimonial</b>			
<b>Tipos de valor</b>	Tipo(s) de valor atribuído ao local (científico, ecológico, cultural, estético, econômico)		
<b>Cartografia</b>	Identificação dos geomorfossítios e suas dimensões (isolado, área ou panorâmico)		
<b>USO E GESTÃO</b>			
<b>Acessibilidade</b>	Caracterização do acesso ao local; condições das vias; distâncias a percorrer e existência ou ausência de locais de estacionamento		
<b>Visibilidade</b>	Condições de visibilidade das feições geomorfológicas, a partir das áreas de acesso, considerando os obstáculos no terreno, ou presença de vegetação que prejudique a visualização		
<b>Outros tipos de valor</b>	Referência a elementos naturais e culturais de relevância no local		
<b>Usos atuais</b>	Indicação das atividades humanas presentes no local e principalmente da sua utilização, enquanto local de interesse natural e/ou cultural		
<b>Estado de conservação</b>	Caracterização das feições geomorfológicas em destaque, sob o ponto de vista da sua deterioração natural ou antrópica		
<b>Vulnerabilidade</b>	Identificação dos impactos provocados pelas atividades humanas nas feições geomorfológicas		
<b>Estatuto legal</b>	Identificação do enquadramento legal da área		

<b>Povoações e equipamentos</b>	e	Identificação da infraestrutura para hospedagem, bem como, agências de turismo
<b>Intervenção e/ou possível</b>	<b>necessária</b>	Propostas de intervenção para requalificação do local, com iniciativas para seu uso enquanto local de interesse geomorfológico

Fonte: Modificado de Pereira (2006).

#### 4.5.3 Quantificação dos geomorfossítios

Posteriormente à construção do inventário, foi realizada uma avaliação numérica dos valores Geomorfológico (VGm) e de Gestão (VGt), segundo a metodologia de Pereira (2006). Esses valores compõem-se de indicadores principais e secundários (Figura 22), quantificados em uma escala de 0 a 2 (Quadro 14). Os indicadores para cada geomorfossítio foram somados. Prosseguiu-se com as respectivas pontuação e classificação, o que permitiu a visualização da ordem prioritária para as medidas de conservação (Quadro 15 e 16). Os locais com maiores VGm e VGt foram considerados prioritários para o desenvolvimento de instrumentos de geoconservação, como em seu uso para o geoturismo e ensino de geociências.



**Figura 22.** Indicadores para avaliação numérica de quantificação dos geomorfossítios.

Fonte: Adaptado de Pereira (2006) e Pereira et al. (2007).

**Quadro 14.** Formulário de avaliação numérica dos geomorfossítios

<b>Valor Científico (VCI = Ar + De + R + Di + G + K + An)</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>	<b>Descrição</b>
<b>Ar -</b> (Abundância/Raridade) relativa dentro da área de estudo	0	Não é das 5 mais importantes e/ou maiores ocorrências na área
	0,25	Não é das 3 mais importantes e/ou maiores ocorrências na área
	0,5	As 3 mais importantes e/ou maiores ocorrências na área
	0,75	A mais importante e/ou maior ocorrência na área
	1	Única ocorrência na área
<b>De -</b> Grau de deterioração	0	Muito deteriorado, resultado da exploração de recursos, vandalismo ou mau uso
	0,25	Muito deteriorado, resultado de processos naturais
	0,5	Com deterioração, mas preservando elementos geomorfológicos essenciais
	0,75	Deterioração ligeiramente, preservando elementos geomorfológicos essenciais
	1	Sem deterioração
<b>R-</b> Representatividade, como recurso didático e dos processos geomorfológicos	0	Representatividade reduzida dos processos e sem interesse didático
	0,33	Com alguma representatividade, mas com pouco interesse didático
	0,67	Bom exemplo de evolução geomorfológica, mas de difícil explicação a leigos
	1	Bom exemplo de evolução geomorfológica e/ou bom recurso didático
<b>Di -</b> Diversidade de geoformas e sua importância	0	Apenas um elemento/tema com interesse geomorfológico
	0,33	Dois elementos/temas com interesse geomorfológico
	0,67	Três elementos/temas com interesse geomorfológico
	1	Mais do que três elementos/temas com interesse geomorfológico
<b>G -</b> Elementos geológicos, no controle geomorfológico ou com valor patrimonial	0	Sem outros elementos geológicos em destaque
	0,17	Elementos geológicos, sem associação aos elementos geomorfológicos
	0,33	Elementos geológicos, com associação aos elementos geomorfológicos
	0,5	Ocorrência de outro(s) local(is) de interesse geológico
<b>K -</b> Existência de conhecimento científico	0	Sem produção ou divulgação científica, quanto ao interesse geomorfológico
	0,25	Objeto de produção científica pouco frequente (comunicações, artigos nacionais, etc.)
	0,5	Objeto de produção científica relevante (teses, artigos internacionais, etc.)

associado		
<b>Na -</b> Abundância/Raridade a nível nacional	0	Mais que 5 ocorrências/situações semelhantes a nível nacional
	0,17	Entre 2 a 5 ocorrências/situações semelhantes a nível nacional
	0,33	Até 2 ocorrências/situações semelhantes a nível nacional
	0,5	Única ocorrência/situação semelhante a nível nacional
<b>Valor Adicional (VAd = Valor cultural + Valor estético + Valor ecológico)</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>	<b>Descrição</b>
<b>Cultural</b>	0	Sem elementos culturais ou com estes deteriorando o local
	0,25	Ocorrência de aspectos culturais mas sem conexão com geoformas
	0,5	Ocorrência de aspectos culturais importantes mas sem conexão com geoformas
	0,75	Aspectos culturais imateriais associados à morfologia
	1	Aspectos culturais físicos associados às geoformas
	1,25	Aspectos culturais físicos de elevado valor associados às geoformas
	1,5	Elemento geomorfológico em destaque com origem antrópica
<b>Estético</b>	0-0,5	Reduzido
	0,5-1	Moderado
	1,-1,5	Elevado
Considerar a singularidade visual dos elementos geomorfológicos, qualidade panorâmica, diversidade de elementos, litologias e tonalidades, presença de vegetação e água, ausência de deterioração antrópica, altura e proximidade em relação aos objetos observados.		
<b>Ecológico</b>	0	Sem conexão com elementos biológicos
	0,38	Ocorrência de fauna e/ou flora com interesse
	0,75	Um dos melhores locais para observar fauna e/ou flora com interesse
	1,12	Características geomorfológicas que condicionam ecossistema (s)
	1,5	Características geomorfológicas que determinam ecossistema (s)
<b>Valor de Uso (VUs = Ac + V + Ug + U + P + E)</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>	<b>Descrição</b>
<b>Ac - Condições de acessibilidade</b>	0	Acessibilidade muito difícil, apenas com recurso a equipamento especial
	0,21	A pé, a mais de 500 metros de caminho transitável por veículo todo-terreno
	0,43	A pé, a mais de 500 metros de caminho transitável por veículo automóvel
	0,64	A pé, a menos de 500 metros de caminho transitável por veículo automóvel
	0,86	Em veículo todo-terreno, até menos de 100 metros do local

	1,07	Em veículo automóvel, até menos de 50 metros do local
	1,29	Por estrada regional, em ônibus de 50 lugares, até menos de 50 metros do local
	1,5	Por estrada nacional, em ônibus de 50 lugares, até menos de 50 metros do local
<b>V</b> - Condições de visibilidade	0	Sem condições de observação ou em condições muito difíceis
	0,3	Apenas visível com auxílio de equipamento especial (luz artificial, cordas, ...)
	0,6	Razoável, mas limitada por vegetação arbórea ou arbustiva
	0,9	Boa, mas obrigando a deslocação para ser melhorada
	1,2	Boa para todos os elementos geomorfológicos em destaque
	1,5	Excelente para todos os elementos geomorfológicos em destaque
<b>Ug</b> - Uso atual do interesse geomorfológico	0	Sem divulgação e sem uso
	0,33	Sem divulgação mas com uso
	0,67	Divulgado/usado como local de interesse paisagístico
	1	Divulgado/usado como local de interesse geológico ou geomorfológico
<b>U</b> - Outros interesses naturais e culturais e usos atuais	0	Sem outro(s) tipos de valor, sem divulgação e/ou uso
	0,33	Com outro(s) tipos de valor, sem divulgação e/ou uso
	0,67	Com outro(s) tipos de valor, com divulgação
	1	Com outro(s) tipos de valor, com divulgação e uso
<b>P</b> - Proteção oficial e limitações ao uso	0	Com proteção total, impedindo o uso
	0,33	Com proteção, limitando o uso
	0,67	Sem proteção e sem limitações ao uso
	1	Com proteção, mas com poucas ou nenhuma limitações ao uso
<b>E</b> - Equipamentos e serviços de apoio ao uso	0	Oferta hotelaria variada e serviços de apoio a mais de 25 km
	0,25	Oferta hotelaria variada e serviços de apoio entre 10 e 25 km
	0,5	Oferta hotelaria variada e serviços de apoio entre 5 e 10 km
	0,75	Oferta hotelaria variada ou serviços de apoio a menos de 5 km
	1	Oferta hotelaria variada e serviços de apoio a menos de 5 km
<b>Valor de Preservação (VPr = Ip + Vu+ Pe)</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>	<b>Descrição</b>
<b>Ip</b> - Integridade em função da deterioração	0	Muito deteriorado, resultado da exploração de recursos, vandalismo ou mau uso
	0,25	Muito deteriorado, resultado de processos naturais
	0,5	Com deterioração, mas preservando elementos geomorfológicos essenciais

	0,75	Deteriorado ligeiramente, preservando elementos geomorfológicos essenciais
	1	Sem deterioração
<b>Vu -</b> Vulnerabilidade à deterioração antrópica	0	Muito vulnerável, o uso como Lugar de Interesse Geomorfológico pode deteriorar completamente o local
	0,5	Elementos geomorfológicos e outros podem ser deteriorados
	1	Outros elementos podem ser afetados, mas não os geomorfológicos
	1,5	Deterioração pode ocorrer apenas nas estruturas de acesso
	2	Nada vulnerável ao uso como Lugar de Interesse Geomorfológico
<b>Valor de conservação do solo (VCS = De + Fe + UsCv + T + D + MO + pH)</b>		
<b>Indicadores</b>	<b>Valores</b>	<b>Descrição</b>
<b>De –</b> Declividade da encosta	0	Muito forte, acima de 45%
	0,5	Forte, de 20% a 45%
	1	Moderada, de 8% a 20%
	1,5	Fraca, de 3% a 8%
	2	Muito fraca, de 0% a 3%
<b>Fe –</b> Forma da encosta	0	Côncava
	1	Convexa
	2	Retilínea
<b>UsCv –</b> Uso e cobertura vegetal	0	Solo exposto
	0,5	Vegetação herbácea
	1,0	Reflorestamento
	1,5	Floresta de cerrado
	2	Floresta ombrófila densa
<b>T –</b> Textura	0	Siltosa
	1	Arenosa
	2	Argilosa
<b>D –</b> Densidade aparente	0	Alta > ou = 1, 4
	1	Moderada > 1 e < 1,4
	2	Baixa < ou = 1
<b>MO –</b> Matéria Orgânica	0	Baixa < 15 g/kg
	0,5	Moderada entre 15 e 25 g/kg
	1	Alta > 25 g/kg

<b>pH</b> – Potencial Hidrogeniônico	0	Ácido = 1 a 6,9
	1	Alcalino = 7,1 a 15
	2	Neutro = 7

Fonte: Modificado/Adaptado em 2017 de Pereira (2006).

**Quadro 15.** Avaliação quantitativa com os indicadores adaptados da metodologia de Pereira (2006)

	Valor							
	Científico	Adicional	Geomorfológico	Uso	Preservação	Conservação do solo	Gestão	Total
GEOMORFOSSÍTIO 1								
GEOMORFOSSÍTIO 2								
GEOMORFOSSÍTIO 3								

**Quadro 16.** Ranking dos geomorfossítios com prioridade de conservação.

<b>RANKING – ORDEM DE PRIORIDADE DE CONSERVAÇÃO</b>	
GEOMORFOSSÍTIO 1	
GEOMORFOSSÍTIO 2	
GEOMORFOSSÍTIO 3	

Fonte: Elaboração da autora, 2015.

## **5. INSTRUMENTO DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA NO MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI**

### **5.1 Introdução**

O presente capítulo analisa o panorama da conservação da natureza, pois permite entender os principais desafios para a geoconservação no médio curso do rio Araguari.

Considera-se, assim, a possibilidade de resgatar os principais obstáculos para a geoconservação, visando fazer um resgate em níveis conceituais e legais, e do presente modelo de conservação da natureza no estado.

### **5.2 Marco legal**

O médio curso de um rio pode ser identificado através de seu perfil longitudinal, como uma representação da relação entre o seu comprimento e sua altimetria, gradiente, desde sua nascente até sua foz (CHRISTOFOLETTI, 1980,1981; CUNHA, 2005). Ao longo deste perfil, os rios apresentam também altos, médios e baixos cursos, onde os processos fluviais ocorrem de forma diferenciada, em função de suas características naturais, assim como, do próprio perfil socioeconômico nos diferentes locais por onde é drenado.

Em função dos processos atuantes, que podem ser endógenos (vulcanismo, tectônica, movimentos orogenéticos ou epirogenéticos, etc.) ou exógenos (atuação do clima; intemperismo químico, físico ou biológico; remoção, transporte e deposição de sedimentos, etc.), bem como, da extensão de um rio, e a área abrangida por sua bacia hidrográfica, a paisagem pode se apresentar de forma muito diversa. Esta diversidade é o reflexo da existência e conectividade dos aspectos bióticos/biodiversidade (flora e fauna) e abióticos/geodiversidade (rochas, relevo, minerais, solos, etc.) da natureza, bem como da forma como a sociedade se apropria e interage com tais.

O fato de a natureza apresentar potencial, explorado pela sociedade visando suas necessidades, remete à importância da elaboração de instrumentos de planejamento e gestão do uso dos recursos naturais, visando

sua preservação e equilíbrio. Isto é constitucional, conforme o Art. 225 da Constituição Federal Brasileira de 1988, onde,

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

O principal instrumento de conservação da natureza no Brasil é o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), instituído através da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que regulamentou o Art. 225, § 1º, incisos I,II,III e VII da Constituição Federal. Compete ao SNUC elevar o papel das Unidades de Conservação, federais, estaduais e municipais, através um sistema integrado com informações diversas sobre os dados de biodiversidade e comunidade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/MMA, 2002). Todavia, as ações do SNUC objetivam, prioritariamente, a conservação e proteção da biodiversidade (Quadro 17). Entre as categorias de Unidades de Conservação existem as de Uso Sustentável (Área de Proteção Ambiental, Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Estrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural), que preveem usos diversos de seus recursos. Existem também as de Proteção Integral (Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre), que imprimem restrições ao uso direto dos recursos naturais pelas comunidades ao entorno de uma Unidade. A ideia é manter os ecossistemas livres das alterações provocadas pelo homem.

**Quadro 17.** Objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Art. 4º da Lei nº 9.985/2000.

<b>Inciso</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Prioridade para a gestão</b>
I	Contribuir para a conservação das variedades de espécies biológicas e dos recursos genéticos no território nacional e nas águas jurisdicionais	Biodiversidade
II	Proteger as espécies ameaçadas de extinção no âmbito regional e nacional	Biodiversidade
III	Contribuir para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais	Biodiversidade e geodiversidade
IV	Promover o desenvolvimento sustentável a partir dos recursos naturais	Comunidade
V	Promover a utilização dos princípios e práticas de conservação da natureza no processo de desenvolvimento	Comunidade
VI	Proteger paisagens naturais e pouco alteradas de	Biodiversidade e

	notável beleza cênica	geodiversidade
VII	Proteger as características relevantes de natureza geológica, morfológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural	Geodiversidade
VIII	Proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos	Geodiversidade e biodiversidade
IX	Recuperar ou restaurar ecossistemas degradados	Biodiversidade e geodiversidade
X	Proporcionar meio e incentivos para atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento ambiental	Biodiversidade, geodiversidade e comunidade
XI	Valorizar econômica e socialmente a diversidade biológica	Biodiversidade
XII	Favorecer condições e promover a educação e a interpretação ambiental e a recreação em contato com a natureza	Comunidade
XIII	Proteger os recursos naturais necessários à subsistência de populações tradicionais, respeitando e valorizando seu conhecimento e sua cultura e promovendo-as social e economicamente	Biodiversidade, geodiversidade e comunidade

Fonte: Baseado em Ministério do Meio Ambiente, 2002.  
Elaboração da autora, 2017.

Na prática, a conservação da biodiversidade tem prioridade e, de forma secundária a preocupação com os aspectos do meio abiótico e das comunidades.

Grande parte dos recursos abióticos são renováveis e resilientes, no entanto, existe o fator tempo que remete ao fato de que os elementos que compõem a geodiversidade, tais como, rochas, minerais, relevo, não se renovam na escala de tempo do Homem. Logo, a destruição deste suporte abiótico traz danos irreparáveis à sociedade. Promover a conservação do meio abiótico é por em prática os objetivos das Unidades de Conservação que, através do SNUC, prevê algumas formas de proteção da geodiversidade.

### **5.3 O atual instrumento de conservação da natureza no estado do Amapá: Unidades de Conservação da Natureza**

O Código Ambiental do Estado do Amapá, Lei complementar de Nº 5 de 18 de agosto de 1999, define em seu Artigo 4º, que o Planejamento Ambiental e os espaços territoriais especialmente protegidos, incluindo as Unidades de Conservação, são instrumentos da Política Estadual do Meio Ambiente.

Considerando os desígnios do presente capítulo, é importante atentar para um dos objetivos do Planejamento Ambiental:

articular e compatibilizar os aspectos ambientais dos vários planos, programas e ações do estado, em especial os relacionados com: **a) zoneamento ecológico-econômico**; b) gerenciamento costeiro; **c) turismo ecológico**; d) gerenciamento dos recursos minerais, hídricos e energéticos; e) política pesqueira; **f) proteção do patrimônio natural**; g) saneamento ambiental; h) desenvolvimento urbano; i) desenvolvimento científico e tecnológico; j) proteção das populações tradicionais (AMAPÁ, 1999).

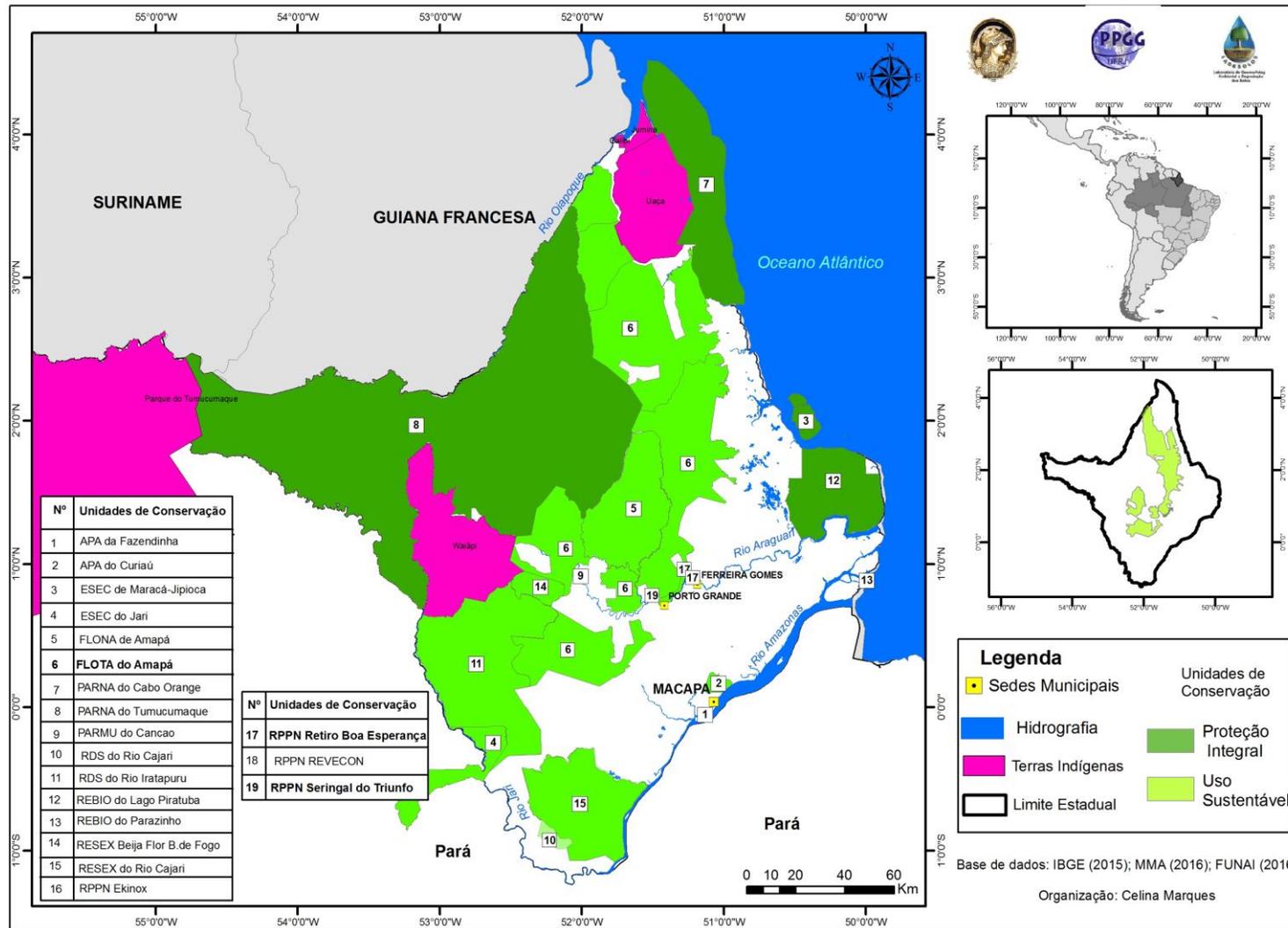
Com relação às Unidades de Conservação, incluídas nos espaços territoriais especialmente protegidos, são classificadas atendendo os seguintes critérios:

I - proteção de ecossistemas; II -manutenção da diversidade biológica; III - proteção de populações tradicionais; IV-manejo de recursos da flora e fauna; **V-incentivo a pesquisas científicas e tecnológicas em matéria ambiental**; VI - proteção de espécies raras, endêmicas, vulneráveis ou em perigo de extinção; **VII - desenvolvimento de atividades de educação ambiental, lazer, cultura e turismo ecológico** (AMAPÁ, 1999).

No Estado do Amapá, 9.981.538 ha. (69,89%) do território estão sob alguma categoria especial de proteção, sendo dezenove UC, das quais doze federais, cinco estaduais e duas municipais, divididas entre os dois grupos integrantes do SNUC, oito unidades de proteção integral e onze de uso sustentável. Além de cinco terras indígenas, que ocupam a área total de 1.183.498 ha. (8,29%) (SEMA-AMAPÁ, 2008 e FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO, 2017) (Figura 23).

O Amapá possui 16 municípios que abrangem uma extensão territorial de 142.828 km<sup>2</sup> e uma população de 750.912 habitantes (IBGE, 2015). Destes municípios, em três (Oiapoque, Pedra Branca do Amapari e Laranjal do Jari) há terras indígenas e em 14 (Amapá, Calçoene, Ferreira Gomes, Laranjal do Jari, Macapá, Mazagão, Oiapoque, Pedra Branca do Amapari, Porto Grande, Pracuúba, Santana, Serra do Navio, Tartarugalzinho e Vitória do Jari) existem UC. Em duas apenas, Cutias do Araguari e Itaupal, não existem UC.

No trecho inserido no médio curso do Rio Araguari, área pesquisada na presente tese, entre os municípios de Ferreira Gomes e Porto Grande, há três unidades de conservação de uso sustentável, sendo que uma se encontra sob esfera administrativa estadual e duas federais (Quadro 18). Respectivamente sob gestão da SEMA e do ICMBIO.



**Figura 23.** Áreas protegidas do estado do Amapá.

Fonte: Elaboração da autora, baseado em IBGE (2015); MMA (2016); FUNAI (2016).

**Quadro 18.** Unidades de Conservação no médio curso do rio Araguari

Unidade	Jurisdição	Órgão Gestor	Base legal de criação	Grupo	Área/ha	Instrumentos de gestão
Reserva Particular do Patrimônio Natural Seringal Triunfo	Federal	ICMBIO	Portaria nº 89 N de 2 de julho de 1998	Uso sustentável	9.996	Inexistentes
Reserva Particular do Patrimônio Natural Retiro Boa Esperança			Portaria nº 120 N de 25 de agosto de 1998		43	
Floresta Estadual do Amapá/FLOT A-AP	Estadual	SEMA	Lei ordinária nº 1028 de 12 de julho de 2006		2.369.400	Plano de manejo finalizado em 2014

Fonte: Modificado/Atualizado de SEMA-AP (2008).

A Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, prioriza a utilização dos recursos naturais para o desenvolvimento, por meio de práticas conservacionistas, através da proteção das paisagens naturais, bem como, seus elementos formadores, de natureza: geológica, geomorfológica, espeleológica, arqueológica, paleontológica e cultural. Necessita-se também que, em um prazo de até cinco anos após a data de criação, a UC disponha de um plano de manejo, como instrumento de gestão, o qual entre outras atribuições deve conter todas as medidas que visem integrá-la a comunidade ao entorno.

No entanto, na área de estudo, verifica-se uma realidade oposta a definida por meio da Lei supracitada. As RPPN não dispõem de plano de manejo, sendo que foram criadas em 1998. Já a FLOTA-AP, criada em 2006, teve seu plano de manejo iniciado em 2011 e concluído em 2014. O Plano de Manejo da Floresta Estadual do Amapá foi elaborado em vias da necessidade de praticar o manejo florestal sustentável de produtos florestais localizados no interior da mesma, bem como a pesquisa científica, que são objetivos desta categoria de unidade de conservação. Havendo, assim, a necessidade de a exploração estar em conformidade com o referido Plano de Manejo. Segundo o Artigo 7 da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, as Unidades de Conservação são de categorias Proteção Integral e Uso Sustentável. Uma Floresta Nacional e

uma Reserva Particular do Patrimônio Natural, encontram-se sob a categoria de Uso Sustentável (Artigo 14), as quais, segundo os Artigos 17 e 21 da referida Lei, respectivamente,

Art. 17. A Floresta Nacional é uma área com cobertura florestal de espécies predominantemente nativas e tem como objetivo básico o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas.

§ 1º A Floresta Nacional é de posse e domínio públicos, sendo que as áreas particulares incluídas em seus limites devem ser desapropriadas de acordo com o que dispõe a lei.

§ 2º Nas Florestas Nacionais é admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam quando de sua criação, em conformidade com o disposto em regulamento e no Plano de Manejo da unidade.

§ 3º A visitação pública é permitida, condicionada às normas estabelecidas para o manejo da unidade pelo órgão responsável por sua administração.

§ 4º A pesquisa é permitida e incentivada, sujeitando-se à prévia autorização do órgão responsável pela administração da unidade, às condições e restrições por este estabelecidas e àquelas previstas em regulamento.

§ 5º A Floresta Nacional disporá de um Conselho Consultivo, presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes de órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e, quando for o caso, das populações tradicionais residentes.

§ 6º A unidade desta categoria, quando criada pelo Estado ou Município, será denominada, respectivamente, Floresta Estadual e Floresta Municipal; e,

Art. 21. A Reserva Particular do Patrimônio Natural é uma área privada, gravada com perpetuidade, com o objetivo de conservar a diversidade biológica.

§ 1º O gravame de que trata este artigo constará de termo de compromisso assinado perante o órgão ambiental, que verificará a existência de interesse público, e será averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis.

§ 2º Só poderá ser permitida, na Reserva Particular do Patrimônio Natural, conforme se dispuser em regulamento:

I - a pesquisa científica;

II - a visitação com objetivos turísticos, recreativos e educacionais.

O Plano de Manejo é o principal instrumento de gestão das unidades de conservação, o qual orienta o uso e manejo dos recursos naturais da unidade. Segundo o Artigo 27 da Lei 9.985 de 18 de julho de 2000, as unidades de conservação devem dispor de Plano de Manejo, e este:

§ 1º Deve abranger a área da unidade de conservação, sua zona de amortecimento e os corredores ecológicos, incluindo medidas com o fim de promover sua integração à vida econômica e social das comunidades vizinhas.

§ 2º Na elaboração, atualização e implementação do Plano de Manejo das Reservas Extrativistas, das Reservas de Desenvolvimento Sustentável, das Áreas de Proteção Ambiental e, quando couber, das Florestas Nacionais e das Áreas de Relevante Interesse Ecológico, será assegurada a ampla participação da população residente.

§ 3º O Plano de Manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação.

§ 4º § 4º O Plano de Manejo poderá dispor sobre as atividades de liberação planejada e cultivo de organismos geneticamente modificados nas Áreas de Proteção Ambiental e nas zonas de amortecimento das demais categorias de unidade de conservação, observadas as informações contidas na decisão técnica da Comissão Técnica Nacional de Biossegurança - CTNBio sobre:

I - o registro de ocorrência de ancestrais diretos e parentes silvestres;

II - as características de reprodução, dispersão e sobrevivência do organismo geneticamente modificado;

III - o isolamento reprodutivo do organismo geneticamente modificado em relação aos seus ancestrais diretos e parentes silvestres; e

IV - situações de risco do organismo geneticamente modificado à biodiversidade.

Um dos principais contrapontos com relação aos objetivos das unidades de conservação e o que, de fato, ocorre na área de estudo são algumas formas de uso dessas áreas que se encontram ou dentro de uma categoria de conservação sustentável, ou em Área de Proteção Permanente (APP). Se a Lei permite a utilização sustentável dos recursos disponíveis, os desdobramentos das atividades desenvolvidas na área não mostram que ocorre como é exigido. Por exemplo, o Estudo de Impacto Ambiental da Usina Hidrelétrica de Ferreira Gomes identificou no ano de 2012, alterações no meio abiótico da área de influência direta do empreendimento, como a perda de áreas das Unidades de Conservação: RPPN Seringal do Triunfo e Floresta Estadual do Amapá.

## **6. O POTENCIAL DE DEGRADAÇÃO DOS SOLOS EM GEOMORFOSSÍTIOS NO MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI**

### **6.1 Introdução**

O presente capítulo objetivou analisar o potencial de degradação dos solos em geomorfossítios no médio curso do rio Araguari, através das análises de suas propriedades físicas e químicas. As propriedades do solo funcionam como fatores controladores da erosão, que se trata do resultado da interação entre todas, juntamente com erosividade, declividade, forma da vertente e uso atribuído.

Então cabe apresentar e discutir os resultados das propriedades físicas (textura, densidade aparente e porosidade) e químicas (matéria orgânica e pH) do solo, com cálculo de média e desvio padrão. Considerou-se seis pontos distribuídos em ramais e terraços fluviais, já definidos na metodologia, que funcionam como áreas consideradas de acesso e contemplação - os geomorfossítios Pontal 1, Pontal 2, Traíra 1, Traíra 2, Orla 1 e Orla 2 (Tabela 1).

Convencionalmente, os resultados são apresentados por propriedades físicas, porém é importante mencionar que optou-se por focar os resultados no geomorfossítio, em detrimento dos pontos. Isto possibilitou informar os demais aspectos como os fatores controladores, da mesma forma que as especificidades da paisagem de maneira integrada.

Após a interpretação das propriedades físicas e químicas foi possível criar uma matriz com os resultados, o que originou um indicador, o “Valor de Conservação do Solo”, como proposta na metodologia de quantificação da geodiversidade, no capítulo seguinte.

**Tabela 1.** Propriedades físicas e químicas do solo nos seis pontos em geomorfossítios no médio curso do rio Araguari

Geomorfossítio	Pontos de coleta	Profundidade	Propriedades físicas do solo						Propriedades químicas do solo			
			Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Porosidade total (%)	Granulometria (g/kg)				Textura	Matéria Orgânica (g/kg)	pH	
					Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila				
Pontal Pedras das	Pontal 1	0-10 cm	1,5	58,3	181,66	490,00	186	142,33	Franco Arenosa -	29,14	5,33	
	Pontal 2		1,56	56,22	390	285,00	156	169	Franco Arenosa -	21,64	5,1	
Cachoeira Traíra do	Traíra 1		1,52	57,41	261,66	263,33	208	267	Franco Argilo Arenosa -	22,19	4,9	
	Traíra 2		1,6	53,4	316,66	303,33	148	232	Franco Argilo Arenosa -	27,44	4,66	
Orla de Ferreira Gomes	Orla 1		1,72	48,99	57,66	201,66	579,66	161	Franco Siltosa -	25,08	5,76	
	Orla 2		1,4	53,95	100	261,66	433	205,33	Franco	17,77	5,16	
<b>Média</b>			1,55	54,71	217,94	300,83	285,11	196,11	-	23,87	5,15	
<b>Desvio Padrão</b>			0,1	3,39	128,2	98,81	178,81	47,45	-	4,17	0,37	

Fonte: Elaboração da autora, 2017. Os dados utilizados foram obtidos através de análises das propriedades físicas e químicas de amostras de solo.

## 6.2 Atuação dos fatores controladores da erosão nos geomorfossítios

Antes de apresentar os dados e discutir a questão do potencial erosivo nas áreas de acesso aos geomorfossítios, algumas discussões merecem ser feitas. Foi importante refletir além das características intrínsecas dos solos, e considerar como os demais fatores controladores da erosão podem contribuir para os distintos valores relacionados às características físicas do solo. Em especial, na temática da textura é importante mencionar a questão do material de origem, da atuação climática e do relevo para a formação do solo. Na densidade aparente e porosidade deve-se associar sempre a pressão exercida no solo por conta da circulação de animais, pessoas e veículos, além da relação feita com a textura.

Palmieri e Larach (2004), definiram o material de origem como não consolidado e proveniente do intemperismo da rocha mãe, e podem ou não estar relacionados com o embasamento local. Já Lepsh (2010) afirma que os materiais originados de sedimentos consolidados, como arenitos, siltitos e argilitos, formam-se pela deposição e solidificação dos sedimentos que derivam da fragmentação de rochas ígneas e metamórficas.

A partir de estudos de levantamento dos recursos naturais (LIMA et al., 1974), de diagnóstico ambiental (EIA/RIMA de hidrelétrica Ferreira Gomes/ECOTUMUCUMAQUE, 2010) e da geodiversidade (CPRM, 2013), pôde-se identificar que na área onde se localizam os geomorfossítios há uma transição entre tipos de rochas ígneas e sedimentares, com a ocorrência de aluviões holocênicos na convergência para o rio Araguari. Guerra (1994) mostrou que há uma zona de contato entre o embasamento cristalino e a faixa sedimentar, decorrente de origem tectônica.

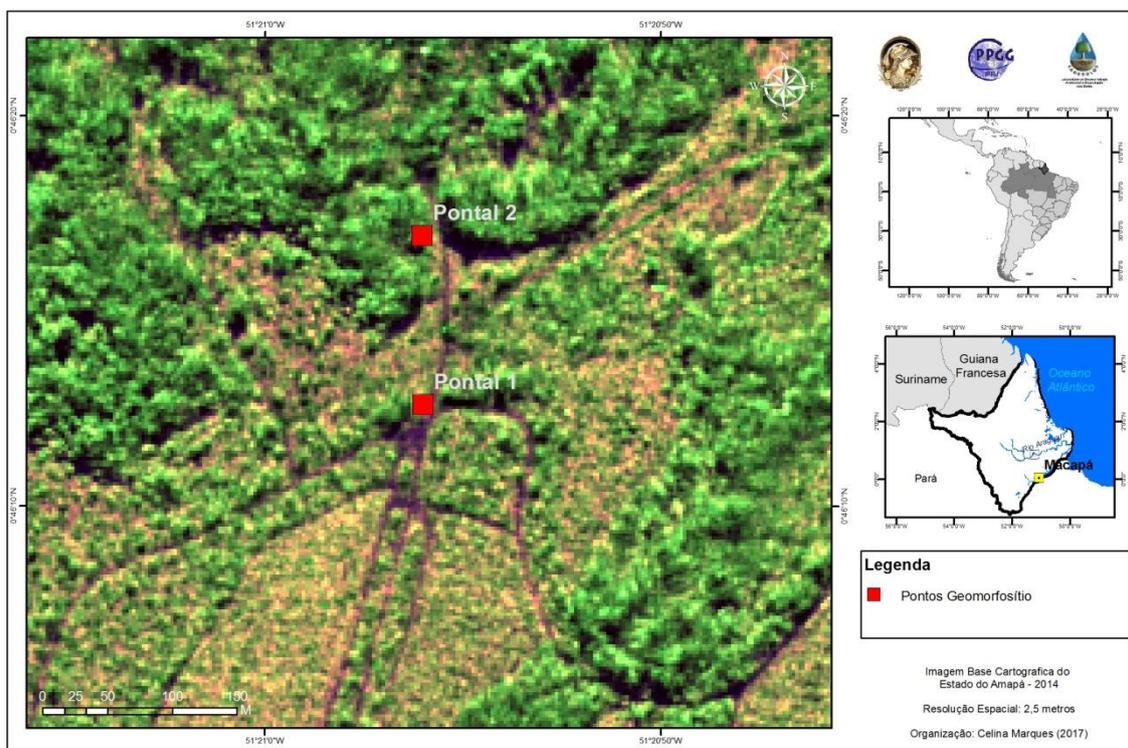
Onde há predomínio de rochas ígneas, derivadas do embasamento cristalino do Escudo das Guianas, como nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, e “Cachoeira do Traíra”, a unidade geomorfológica predominante é de colinas. Da mesma forma, no geomorfossítio “Orla e Corredeiras de Ferreira Gomes”, as rochas sedimentares do grupo Barreiras têm como formas associadas os Tabuleiros Costeiros.

Por outro lado, estudos relacionados a questão climática, a processos erosivos e a geodiversidade (Oliveira et al., 2010; Silva, 2017; Espírito Santo et al., 2017), ressaltam também a importância de fatores modeladores do relevo, na diversidade de formas e, conseqüentemente, na erosão, através da remoção e deposição de partículas dos solos (Figura 24). Os elevados índices pluviométricos e condições de temperatura e umidade operam através do intemperismo químico e físico.



**Figura 24.** A geologia e o material de origem nos três geomorfossítios. A) Afloramento de granito na margem direita do rio Araguari, pertencentes a rochas ígneas no geomorfossítio “Pontal das Pedras”; B) Coberturas inconsolidadas compostas de arenitos, siltitos e argilitos, pertencentes as rochas sedimentares, no geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes”; C) Afloramento de granito no leito do igarapé do Traíra, afluente da margem esquerda do rio Araguari, pertencentes as rochas ígneas no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. Fotos: Espírito Santo, C. (2016,2017).

O ramal de acesso ao geomorfossítio “Pontal das Pedras” (Figura 25) teve a altitude registrada de 79 m, no primeiro ponto de coleta dos solos e 73 m no segundo, ambos estão a uma distância de aproximadamente 200 metros.



**Figura 25.** Mapa ilustrando os pontos de coleta de amostras no ramal principal de acesso aos afloramentos no geomorfossítio "Pontal das Pedras".  
Elaboração da autora, 2017.

A forma da encosta no ramal em ambos os pontos é retilínea, com posição no terço inferior do relevo. O ponto final do ramal é em Área de Preservação Permanente (APP), nas margens do rio, onde afloram rochas graníticas (Figura 26 a e b). A topografia local e regional é suavemente ondulada com valores de declividade que variam de 3 a 8%. Ao longo do ramal registrou-se a presença de ravinas em estágio de regeneração, com vegetação inclusa em seu interior (Figura 26 c).

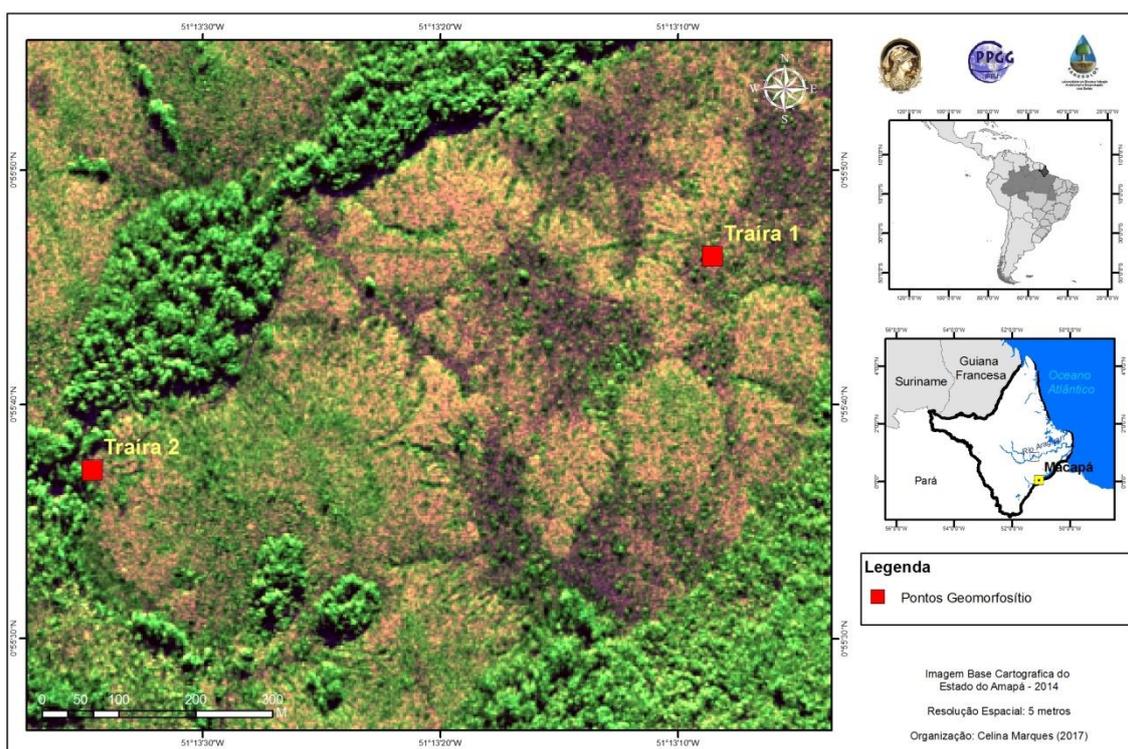


**Figura 26.** Geomorfossítio “Pontal das Pedras”, localização no relevo, com forma da encosta e processos atuantes, como presença de voçoroca e ravinas. A) Ponto 1 de coleta de solos, na área no ramal de acesso aos afloramentos rochosos; B) Ponto 2 de coleta de solos, ilustrando a APP e o afloramento rochoso ao fundo; C) Local próximo ao ponto 2, ilustrando a regeneração de uma ravina. O intervalo de tempo entre as fotos B e C foi de 1 ano, período de desativação do uso recreativo do balneário “Pontal das Pedras”. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

Trata-se de uma área utilizada para fins recreativos até março de 2016, quando por razão da inundação causada pela Usina Hidroelétrica “Cachoeira-caldeirão”, perdeu tal funcionalidade, reduzindo o pisoteio pelas pessoas que acessavam o local. Por outro lado, é um trecho com muitas bifurcações que

dão acesso a áreas de exploração mineral como brita e seixo, e cujo maquinário envolvido para extração e transporte pode ocasionar impactos relacionados a compactação do solo, o que será tratado no tópico subsequente.

No ramal de acesso ao geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” (Figura 27), a altitude é de 58 m no primeiro ponto e 33 m no segundo. A distância aproximada entre os pontos é de 800 metros.



**Figura 27.** Mapa ilustrando os pontos de coleta de amostras no ramal principal de acesso à cachoeira no geomorfossítio "Cachoeira do Traíra".

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

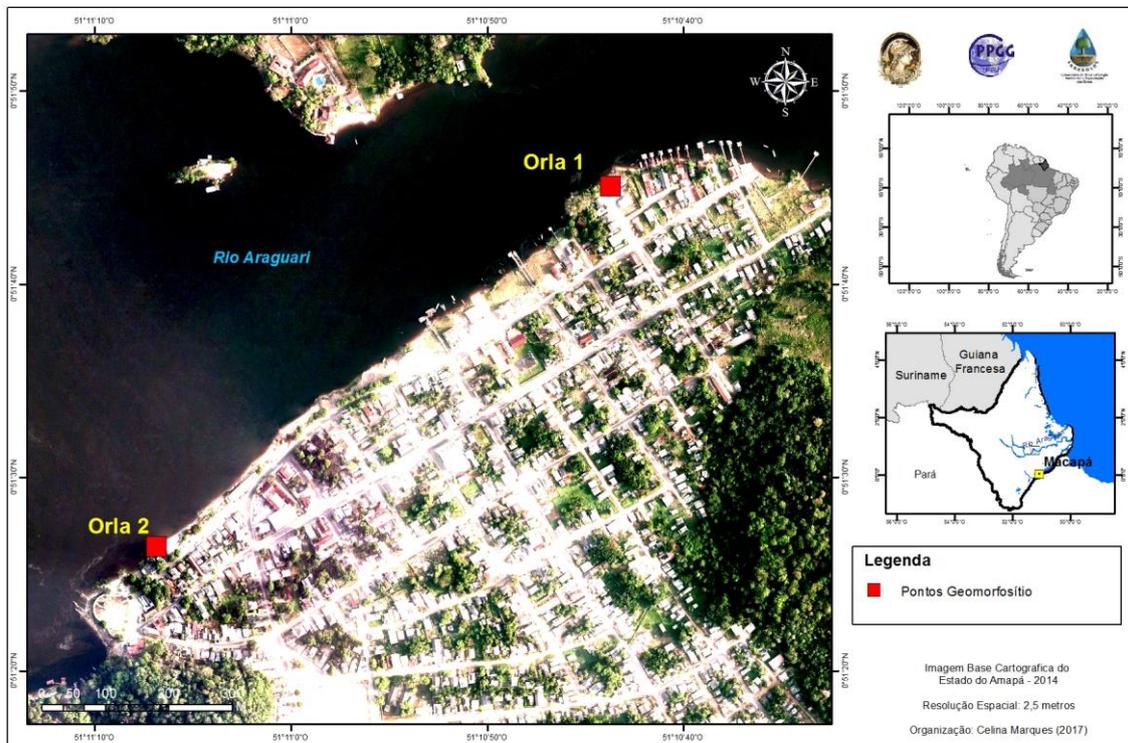
A forma da encosta é convexo-retilínea, com posição nos terços superior e inferior do relevo, respectivamente. Na parte superior encontra-se o início do ramal, já em área do geomorfossítio, na parte inferior o ramal converge para a cachoeira. A topografia local e regional é ondulada a forte ondulada, com presença de morrotes, cuja declividade varia de 13 a 18% (Figura 28). Nessa área registrou-se que presença de afloramento rochoso é recorrente, e no primeiro ponto, onde a vegetação é de Cerrado, há a presença de uma camada

laterítica dispersa em superfície, com diâmetro de 2 a 5cm, medido em trabalho de campo.



**Figura 28.** Geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. A) Ponto 1 de coleta no geomorfossítio, no terço superior do relevo, ilustrando a vegetação de Cerrado e o relevo misto ao fundo, representado pelos Tabuleiros Costeiros antecedidos pelas Colinas, na parte frontal; B) Ponto 2 de coleta no geomorfossítio; e C) Ilustração da geomorfologia regional, vegetação e processos. Formas tabulares colonizadas por vegetação de cerrado, nas áreas dissecadas com formação de drenagem entre as formas tabulares, encontra-se a floresta densa. Fotos: Espírito Santo, C. e Costa, J. (2017).

No geomorfossítio “Orla e Corredeiras de Ferreira Gomes” (Figura 29), margem direita do rio Araguari, o embasamento sedimentar possui unidade associada aos tabuleiros costeiros, representados pelos terraços fluviais.



**Figura 29.** Mapa ilustrando os pontos de coleta de amostras na área de acesso e contemplação no geomorfossítio "Orla de Ferreira Gomes e corredeiras do rio Araguari".

Elaboração da autora, 2017.

A altitude no primeiro ponto é de 11 m e no segundo é 5 m. A forma da encosta nos dois pontos é predominantemente retilínea. A área está na base das colinas do Amapá, transitando com os Tabuleiros Costeiros, ocorrem, portanto, afloramentos na margem e no leito do rio, formação de praias pela erosão provocada nos terraços fluviais (Figura 30).



**Figura 30.** Geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari. A) Ilha rochosa que forma corredeiras no leito do rio Araguari, com a representação das principais formas características do trecho, como uma colina, na parte de trás, na frente há pequenos afloramentos, terraço e formação de depósitos aluviais “praia fluvial”; B) Orla de Ferreira Gomes na margem direita do rio Araguari, com representação dos terraços e atuação da erosão fluvial e formação de depósitos aluviais nas margens convexas do rio, as “praias fluviais”; C) Corredeiras do rio Araguari. Fotos: Espírito Santo, C. e Costa, J. (2015).

Nos três geomorfossítios, a posição dos solos na encosta atribuiu ao relevo um importante fator de determinação da textura e densidade aparente, o que pode ser conferido a seguir. Para Guerra (2005), as características

inerentes a declividade, comprimento e forma das encostas atuam em conjunto e associadas a outros fatores, causando maior ou menor resistência a erosão. Brady e Weil (2013) afirmam que encostas íngremes inibem a formação dos solos, pois, as taxas de remoção são maiores do que as de formação.

### **6.3 Textura**

A análise das propriedades “Textura” permitiu utilizar o percentual correspondente aos teores de argila, silte e areia do solo, para identificar as áreas de acesso aos geomorfossítios com maior e menor potencial a processos erosivos. Segundo Guerra (2005), tratam-se de propriedades importantes para o prognóstico da erosão, uma vez que as frações granulométricas que formam o solo têm diferentes resistências a remoção.

Segundo Tomé Jr. (1997), solos com textura arenosa são constituídos predominantemente por quartzo e possuem elevada susceptibilidade à erosão, dada sua drenagem excessiva que favorece à lixiviação. Onde há predominância de silte existe maiores possibilidades de formação de crostas no topo do solo, o que reduz a capacidade de infiltração da água, potencializa o escoamento superficial e aumenta a erodibilidade. Por sua vez, solos com maiores teores de argila podem apresentar menores possibilidades de erodir, a respeito disto, Guerra (2005) afirma que ocorre principalmente quando se apresentam em agregados.

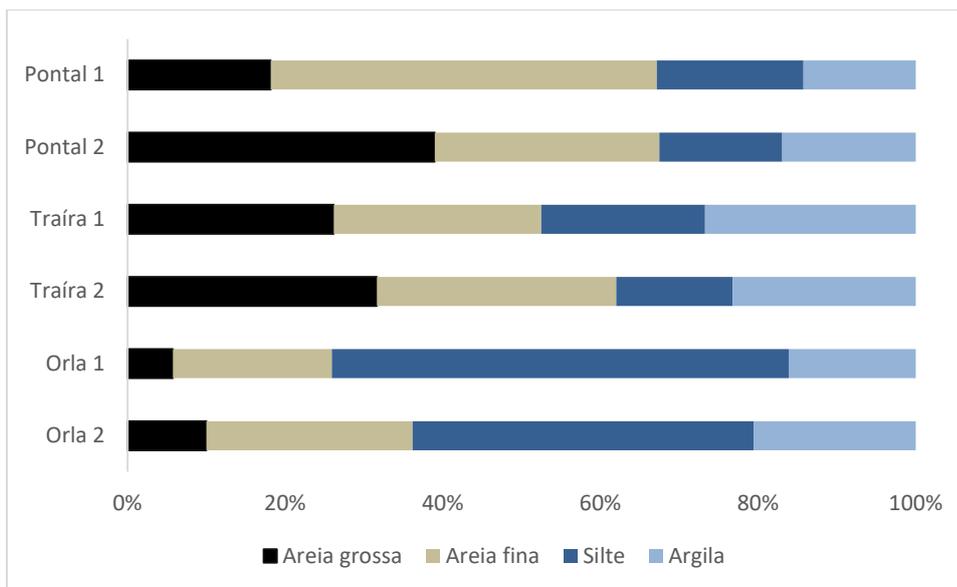
A partir dos resultados obtidos, verificou-se que os solos analisados apresentam as seguintes classes texturais: Franco-Arenosa, Franco-Siltosa, Franco e Franco-Argilo-Arenosa. Isto significa afirmar que as frações granulométricas em cada ponto têm diferentes teores de argila, silte e areia, logo, susceptibilidade distinta a processos erosivos (Quadro 19).

**Quadro 19.** Classificação textural e composição das frações granulométricas

Grupamento	Subgrupamento	Classe textural	Quantificação das frações (g.kg)	Susceptibilidade à erosão
Média	Média-siltosa	Franco-Arenosa	Argila (0-200)	Drenagem excessiva com baixos valores de retenção de água e alta taxa de infiltração, o que favorece a lixiviação e eleva a susceptibilidade a erosão
			Silte (0-500)	
			Areia (425-850)	
Siltosa	Siltosa	Franco-Siltosa	Argila (50-275)	Maior tendência a formação de uma camada endurecida nos primeiros centímetros do solo, reduzindo a infiltração e aumentando a susceptibilidade a erosão
			Silte (575-875)	
			Areia (0-150)	
Média	Média-siltosa	Franco	Argila (75-275)	Médios e baixos valores de retenção de água com baixa a moderada susceptibilidade a erosão
			Silte (275-500)	
			Areia (225-525)	
Média	Média-argilosa	Franco-Argilo-Arenosa	Argila (200-350)	Drenagem boa e acentuada, boa capacidade de retenção de água, em áreas de baixa declividade o solo é menos susceptível a erosão
			Silte (0-275)	
			Areia (450-800)	

Fonte: Elaboração da autora, 2017, baseado em Tomé Junior (1997) e IBGE (2015).

No geomorfossítio “Pontal das Pedras” cuja análise do potencial erosivo foi feita a partir dos pontos de coleta “Pontal 1” e “Pontal 2”, há predominância de solos de textura média, com composição superior a 60%. Sendo que, no primeiro ponto, 49% é composto de areia fina, enquanto no segundo predomina a areia grossa, aproximadamente 39%. Foram também encontrados percentuais baixos de silte e argila em comparação com os demais pontos contidos nos outros geomorfossítios. Sendo que os menores valores de argila (aproximadamente 13%) foram obtidos do ponto “Pontal 1”, onde o de silte foi de 15% (Figura 31).



**Figura 31.** Valores de textura em pontos nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, “Cachoeira do Traíra” e “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. Fonte: Elaboração da autora, 2017, com base no tratamento estatístico do resultado das análises de laboratório.

No geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”, onde analisou-se as amostras retiradas dos pontos “Traíra 1” e “Traíra 2”, constatou-se os percentuais com maior equilíbrio na distribuição das frações granulométricas. Ainda assim, ocorre o predomínio da textura arenosa, com 51% e 61%, respectivamente. As concentrações de argila ocupam o primeiro e segundo lugar das amostras coletadas nos seis pontos considerados - 26% no ponto “Traíra 1” e 23% no “Traíra 2”.

No geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”, representado pelos pontos “Orla 1” e “Orla 2”, foram encontrados os menores teores de areia fina e grossa, conforme pode ser observado na figura anterior. sendo que no primeiro ponto registou-se a maior concentração de silte, aproximadamente 54% e a segunda menor de argila (18%) entre as médias obtidas de todos os pontos de coleta e análise.

#### 6.4 Densidade aparente e porosidade

A análise da densidade aparente e porosidade total permitiu avaliar as alterações no volume das partículas no solo, que estão diretamente relacionadas com as modificações causadas por sua compactação. Segundo

Reichert et al. (2007), a compactação do solo está relacionada com algumas de suas propriedades físicas e mecânicas, uma vez que pode reduzir seu espaço poroso, comprometendo, assim, a circulação de sólidos, líquidos e gases.

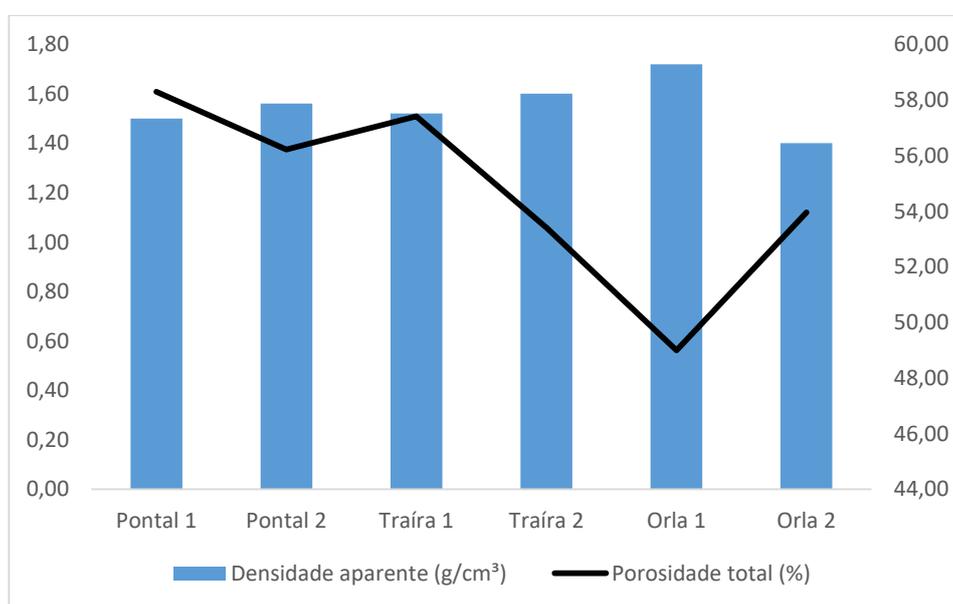
Além da relação direta que a densidade tem com a porosidade, esta associa-se ainda com a textura e a umidade. Guerra (2005) mencionou que as argilas dificultam a infiltração e, embora apresentem maior porosidade total, para Brady e Weil (2013), a sua capacidade de formar agregados, promove a retenção de água no solo, já que apresenta maior quantidade de microporos. De forma diferente, os macroporos proporcionam a circulação de ar e a drenagem da água (SILVA, 2005; REICHERT et al., 2007).

Ou seja, quanto maior a concentração de microporos, é reduzida a competência do solo de infiltração, se estiverem em camadas superficiais o solo satura e promove o escoamento superficial, já em subsuperfície a água movimenta-se por capilaridade, de forma mais lenta. O predomínio de macroporos, relaciona-se à capacidade de movimento de ar e água, logo, favorece a infiltração, reduzindo, assim, o escoamento ao longo das vertentes e, conseqüentemente, a perda de solo.

A relação que existe entre compactação do solo, porosidade e alterações provocadas pela pressão exercida sobre o mesmo, por meio do desenvolvimento de diversas atividades, permitiu relacionar esta variação, em cada ponto, com o uso e ocupação. Pesquisa semelhante foi feita por Mota et al. (2017), que avaliaram os impactos do uso e manejo na variabilidade e qualidade dos atributos físicos do solo, e concluíram que o aumento da porosidade gera condições adequadas, por exemplo, para o desenvolvimento de diferentes cultivos. Pereira et al. (2016) destacaram também que condições apropriadas de porosidade e densidade são muito importantes para o bom desempenho do ciclo hidrológico. Considera-se que nestas condições apresentadas, torna-se satisfatória a penetração das raízes, a circulação de ar e da microfauna e a percolação, o que aumenta a qualidade dos solos e reduz os processos erosivos.

Nas amostras de solo analisadas verificou-se que os pontos com maior (Orla 1) e menor (Orla 2) densidade aparente encontram-se em um mesmo

geomorfossítio, “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”, 1,72 g/cm<sup>3</sup> e 1,40 g/cm<sup>3</sup>, respectivamente, com variação de 0,32 g/cm<sup>3</sup>, a maior dos três pesquisados. Onde ocorreu o maior valor de densidade aparente, conseqüentemente, registrou-se a menor porosidade (48,99%) (Figura 32). Este tipo de relação inversa entre densidade e porosidade foi estudado em áreas com diferentes usos e cultivos, sob distintas formas de proteção, cobertura vegetal e tipos de solo (Reichert et al., 2007; Rangel e Guerra, 2013; Jorge et al., 2014; Rodrigues et al., 2015; Rodrigues et al., 2015 e Jorge, 2017).



**Figura 32.** Densidade aparente e porosidade total em pontos nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, “Cachoeira do Traíra” e “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. Fonte: Elaboração da autora, 2017, com base no tratamento estatístico do resultado das análises de laboratório.

Nos pontos do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”, existe uma maior frequência de fluxo de pessoas e pisoteio em comparação aos demais. Além disso, segundo estudo elaborado por Medeiros e Neto (2016), sobre as transformações urbanas em rios com empreendimentos hidrelétricos no Amapá, esta área trata-se do principal espaço livre público da cidade. As formas de uso desenvolvidas foram identificadas por Silva (2017), que destacou: uso residencial, bar/restaurante, hotelaria, comércio e serviços, etc. Logo, a circulação de pedestres, bicicletas, motos e carros são fatores que influenciam nos valores mais elevados de

densidade, o que representa elevada compactação, como no “Ponto 1”. Já o “Ponto 2”, é mais restrito, pois é cercado e encontra-se no quintal de um estabelecimento privado, o que explica o valor de densidade aparente mais baixo entre todos os pontos analisados.

No geomorfossítio “Pontal das Pedras”, ocorreu a menor variação de densidade, em comparação com o anterior,  $0,06 \text{ g/cm}^3$ , e seu segundo ponto apresentou o terceiro maior valor entre os seis analisados,  $1,56 \text{ g/cm}^3$ . São necessárias algumas reflexões: 1. trata-se de uma área distante, a aproximadamente 24 km das sedes de Ferreira Gomes e 8 km de Porto Grande; 2. até março de 2016 funcionava como balneário com infraestrutura de restaurante e quartos para pernoite, isso mudou com o início de funcionamento da Usina Hidrelétrica Cachoeira Caldeirão, que inundou parte da margem direita do rio Araguari na área de estudo; 3. atualmente da entrada do ramal principal (que dá acesso ao ramal que compõe o geomorfossítio), até aproximadamente três Km, existe plantação de eucalipto. Além deste fato, existem vários pontos de bifurcação com ramais menores que dão acesso a áreas de exploração de mineral de segunda classe, brita e seixo; e 4. entre março de 2016 e agosto de 2017, exatamente após a inativação da função como uso balneário, pode-se observar a regeneração de ravinas formadas no meio do ramal. A regeneração foi percebida por meio da colonização da mesma por vegetação, além da área ao redor ser de vegetação antropizada, com presença de focos de incêndio. Dessa forma, o valor de densidade aparente refletiu o uso anterior da área que permitia o pisoteio, além da circulação de veículos, mas por outro lado, embora a compactação seja irreversível, alguns processos abriram espaço para a regeneração, pois se acentuavam conforme o uso intenso do local.

No geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” a variação foi de  $0,08 \text{ g/cm}^3$ , a variação moderada de densidade com relação aos demais. Seu “Ponto 1” registrou o maior valor de densidade aparente,  $1,60 \text{ g/cm}^3$ , em relação com o primeiro,  $1,52 \text{ g/cm}^3$ , o que implica na maior compactação em relação. Em Rodrigues et al. (2015), os locais que apresentaram maior densidade encontravam-se sob maior impacto de pisoteio. No presente caso, além do pisoteio é uma área onde a atividade turística é intensa e funciona como

estacionamento de veículos de passeio, caminhonetes e ônibus de excursão. É permitido, então, relacionar a influência dos tipos de uso mencionados ao indicativo de mais densidade em comparação com os outros geomorfossítios.

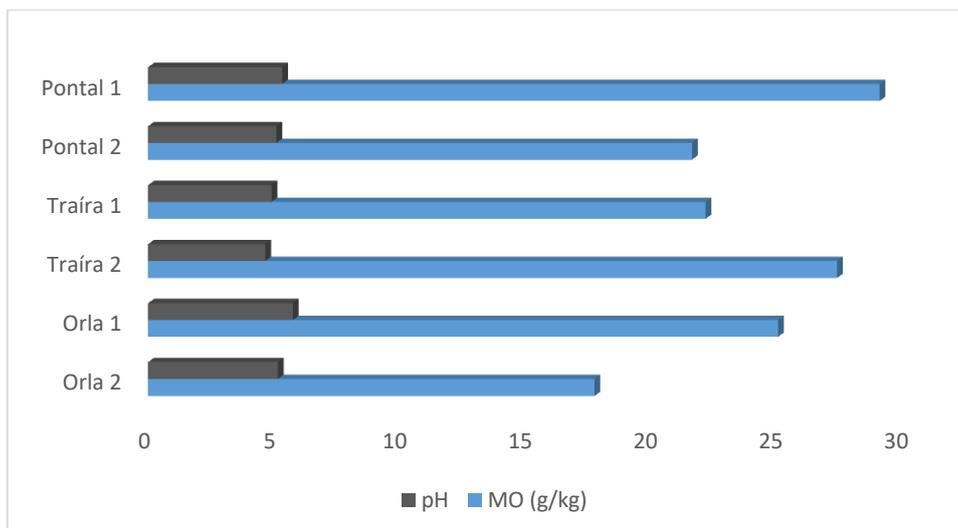
A variação nos valores de densidade pode estar relacionada com a distância entre os pontos para cada geomorfossítio, mas também com os diferentes usos. Mesmo que sejam pontos relativamente próximos, ou localizados em uma mesma área, há uma ligeira modificação dos pontos mais distantes aos mais próximos dos locais onde há o uso balneário. Todos os pontos mais próximos à área utilizada como balneário, os pontos 2 dos geomorfossítios “Pontal das Pedras” e “Cachoeira do Traíra”, e o ponto 1 do “Orla e Corredeiras do rio Araguari”, apresentaram valores mais altos de densidade aparente.

### **6.5 pH e Matéria orgânica**

A partir das análise de pH avaliou-se a acidez e alcalinidade dos solos, que indicam a presença ou deficiência de nutrientes. Segundo Tomé Jr. (2017), solos muito ácidos (abaixo de 4,5) e muito alcalinos (acima de 7,5) podem criar ambientes não favoráveis ao crescimento de plantas, uma vez que podem influir na deficiência de nutrientes e/ou excesso de sais. Solos com elevada acidez estão localizados em regiões úmidas e com densidade de drenagem. O seu uso intenso e desgaste são fatores que podem influenciar também no valor alto de acidez.

A partir da análise dos dados sobre a Matéria Orgânica do Solo (MOS), avaliou-se a qualidade do solo, uma vez que a presença deste atributo indica um solo mais preservado com presença de microfauna e vegetação. De fato, a sua presença no solo está associada à existência de resíduos vegetais e animais.

A figura 33 ilustra que a partir de uma análise comparativa nos seis pontos de coleta distribuídos nas três áreas que correspondem aos geomorfossítios, ocorre pouca variação da acidez do solo. Por outro lado, é visível a diferença da presença de matéria orgânica.



**Figura 33.** Variação de pH e matéria orgânica em pontos nos geomorfossítios “Pontal das Pedras”, “Cachoeira do Traíra” e “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. Fonte: Elaboração da autora, 2017, com base no tratamento estatístico do resultado das análises de laboratório.

Uma avaliação numérica permite análise mais acurada e precisa da presença de MO e do pH nos pontos coletados (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores de matéria orgânica e pH nos pontos de cada geomorfossítio

Geomorfofossítios	MO (g/kg)	pH
Pontal 1	29,14	5,33
Pontal 2	21,64	5,10
Traíra 1	22,19	4,90
Traíra 2	27,44	4,66
Orla 1	25,08	5,76
Orla 2	17,77	5,16

Fonte: Elaboração da autora, 2017, com base no tratamento estatístico do resultado das análises de laboratório.

O geomorfossítio cujo ponto apresentou maior concentração de matéria orgânica foi o “Pontal das Pedras”. No ponto 1, a média foi de 29,14 g/kg. Conforme já discutido em ponto anterior, trata-se de uma área que apresentou baixa densidade aparente em relação aos demais. Isto permite fazer uma análise integrada das propriedades físicas e químicas. A baixa compactação indica reduzido pisoteio, o que implica na regeneração e permanência das espécies vegetais, por isso o mais alto valor de matéria orgânica. O pH de 5,33 indica acidez. O segundo ponto está localizado próximo de uma Área de Preservação Permanente, periodicamente inundado. Assim, o valor de matéria

orgânica é de 21,64 g/kg. Embora ocorra a presença de vegetação, serrapilheira e microfauna, a inundação exercida através do rio Araguari alcançou o limite de seu leito maior na margem direita, o antigo balneário Pontal das Pedras. Considera-se que a ampliação desta área inundada ocorreu principalmente após o início de operação da UHE Cachoeira Caldeirão, conforme previsto em ECOTUMUCUMAQUE (2010). O pH de 5,10 também indica acidez. O menor valor de matéria orgânica no segundo ponto em comparação com o primeiro está associado a influência exercida pela inundação que reduz sua concentração no solo. Já o ponto com maior presença de MO, a vegetação predominante é de floresta ombrófila densa e herbácea com influência fluvial, ambas em estágio de regeneração. Houve variação de 7,5 g/kg entre os pontos que estão a uma distância aproximada de 200 m.

O geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” apresentou em seu segundo ponto a menor média com presença de MO, 17,77 g/kg. Conforme discutido no subtópico anterior, neste ponto foi registrada, também, a menor média de densidade aparente e 53,95% de porosidade total, ou seja, o quarto ponto com maior porosidade, o que mostra que o valor de densidade é inverso ao de porosidade.

Trata-se de um ponto, localizado em um terraço fluvial na margem direita da orla urbana na cidade de Ferreira Gomes. Com excessão de um evento de inundação ocorrido em 2015, segundo Ferreira e Santos (2016), o ponto não está sujeito às inundações periódicas e sazonais por efeito do regime de marés. Ainda, Silva (2017), destaca que trata-se de uma vertente com declividade insuficiente para remoção e transporte de sedimentos superficiais.

Por outro lado, em trabalhos de campo realizados para a presente pesquisa, verificou-se que é uma área privada com presença marcante do uso para fins residencial e comercial, próximo à praia fluvial, onde constatou-se que a vegetação presente é antropizada e com presença da raízes expostas. Dessa forma, se por um lado a presença humana atua no sentido de restringir a presença da vegetação e microfauna, por outro, o fato de ser uma área privada e, por isso, de reduzido acesso e pouco pisoteio pelos que a utilizam, diminui também a sua densidade aparente.

Já no primeiro ponto deste geomorfossítio, a média obtida sobre o valor de MO é de 25,08 g/kg, registrando uma variação de 7,31 g/kg em uma distância aproximada de 700 m entre os dois pontos do mesmo geomorfossítio.

A sua densidade aparente é a maior, em comparação com os demais cinco pontos analisados, entre todos os três geomorfossítios e, de fato, a presença de baixos terraços no acesso à praia fluvial presente no local, proporciona o pisoteio por parte dos que fazem uso para o lazer.

Trata-se de um ponto com vegetação rasteira e escassa, microfauna praticamente inexistente e solo exposto. Em trabalho realizado por Moura (2017), constatou-se indícios de alteração antrópica no solo, caracterizada pela presença de pregos, madeira, carvões e sacos plásticos. Em trabalhos de campo constatou-se que se trata de uma área que sofreu diversas intervenções de aterramento, com material provindo de serrarias. Verifica-se que, se por um lado a inexistência de resíduos vegetais e animais capazes de formar a MO, é rarefeita, por outro a deposição de materiais com resíduos humanos, garantiu a presença desse fator químico. A acidez apresentou valores de 5,76 e 5,16 no primeiro e segundo ponto, respectivamente.

Os valores intermediários que indicam a presença de MO encontram-se no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. O seu segundo ponto apresentou o maior, sendo 27,44 g/kg, visto que o primeiro teve um valor reduzido de 22,19 g/kg, com a menor variação entre ambos em comparação com aos demais geomorfossítios, 5,25 g/kg ao longo de um km de distância.

O ponto com maior valor de MO está na base de uma colina e, embora tenha vegetação de gramínea e esta seja em reduzida ocorrência, assim como a microfauna, infere-se que o alto valor de declividade contribui para a adição deste componente no solo. Ou seja, por meio da ação da gravidade, o material é transportado do terço superior ao inferior da encosta.

O ponto com menor quantidade de MO, está localizado em uma área com vegetação de savana/cerrado, com presença de tufos no terço superior da encosta. Registrou-se também a presença de microfauna e de uma camada laterítica que recobre a superfície do solo. A declividade atua na remoção de material que é transportado para as partes mais baixas e retílineas da encosta.

Os valores de pH mostram acidez de 4,90 e 4,66 no primeiro e no segundo ponto, respectivamente.

A observação da paisagem permite afirmar que a menor variação na presença de MO entre os pontos, mesmo apresentando a maior distância entre ambos, pode estar relacionada com o fato de que trata-se de área que mantém menor variação de suas características, em comparação aos demais geomorfossítios.

## **6.6 Potencial de erosão**

A partir dos dados de propriedades físicas e químicas, somados aos demais fatores controladores de erosão, de cada um dos seis pontos coletados nos três geomorfossítios no médio curso do rio Araguari, foi possível identificar o potencial de erosão em cada área (Quadro 20). Para isso, considerou-se a atribuição de pesos para cada fator controlador. Para a atribuição desses pesos foi considerada a escala de atuação de cada um nos processos erosivos, como definido no quadro 11, presente na metodologia desta tese. É importante lembrar que para a construção dessa escala, considerou-se a literatura científica, principalmente definida por Tomé Jr. (1997); Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013); Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2013); e Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2015).

Considerando isso, o geomorfossítio que obteve na soma dos pesos o maior valor de potencial erosivo foi o “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. O primeiro ponto teve um peso total de 24, e o segundo ponto 27, conforme é possível observar na tabela 3. A média obtida dos dois pontos, que permitiu o total do valor por área do geomorfossítio, foi 27 (Tabela 4). Isto indica que neste existe o maior “Potencial de erosão”. Especialmente para este geomorfossítio a temática da erosão foi estudada por Silva (2016); Moura et al. (2016) e Silva (2017), que identificam que a ocorrência dos processos erosivos está ligada, principalmente, à intervenção antrópica que modifica constantemente o local e acelera a erosão.

De fato, os dados confirmam que os fatores controladores que influenciam de forma natural na erosão, como a declividade fraca e forma da

encosta convexa, apresentam baixa e moderada contribuição, respectivamente.

O predomínio da vegetação herbácea, ou em regeneração, eleva o potencial erosivo, assim como alguns indicadores não necessariamente definem a qualidade do solo, como a elevada presença de matéria orgânica. Registrou-se que, neste caso, está relacionado com os resíduos humanos (Moura, 2016), por ser uma área próximo a antigas serrarias e que atualmente as pessoas utilizam para atividades balneárias. Há a presença de carvão, pregos, serragens, etc.

O geomorfossítio que obteve na soma dos pesos o valor intermediário de potencial erosivo foi o “Cachoeira do Traíra”. Os pontos 1 e 2 obtiveram os valores 20 e 22 (Tabela 3). A média obtida dos dois pontos, que permitiu o total do valor por área do geomorfossítio, foi 22 (Tabela 4), indicando que neste existe o menor “Potencial de erosão” em comparação ao geomorfossítio anterior.

No caso desse geomorfossítio, uma avaliação qualitativa realizada durante os trabalhos de campo e nos materiais cartográficos elaborados, foi de importante contribuição, dada a escassez de trabalhos em escala compatível com a análise requerida. Dessa forma, através do modelo digital de elevação e da medição em campo constatou-se que a declividade é moderada, enquadrada entre os valores de 8 e 20% (IBGE, 2015a, b) (Quadro 20). Na medição em trabalho de campo, o valor registrado foi de 13% e 18%, no primeiro e no segundo ponto, respectivamente.

Se por um lado a declividade registrada é um importante fator que contribui com a erosão, a forma retilínea da encosta, ameniza os processos erosivos. A cobertura vegetal, que varia de floresta de cerrado a vegetação herbácea, também é um fator que contribui com a aceleração aos processos erosivos, em comparação, por exemplo, com áreas de floresta densa.

Mas, os valores das propriedades físicas, principalmente de textura e matéria orgânica, mostram que pode ser o geomorfossítio com uma maior qualidade dos solos. A textura argilo-arenosa, segundo Tomé jr. (2007) e Poesen (2017), torna os solos menos susceptíveis a erosão. Diferente do

“Geomorfossítio Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”, a matéria orgânica, principalmente no primeiro ponto, é decorrente da maior atividade biológica no solo, já que conserva a floresta de cerrado com suas características originais. Observou-se a presença de microfauna, por exemplo, de muitas minhocas, além de uma camada laterítica, que protege o solo dos efeitos intempéricos (Figura 34).



**Figura 34.** Camada laterítica recobrendo o solo no primeiro ponto do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

O geomorfossítio “Pontal das Pedras” apresentou os menores valores em comparação aos demais. A soma dos pesos de potencial erosivo para o primeiro ponto resultou em um total de 21 e o segundo, 22 (Tabela 3), sendo a média de 20 (Tabela 4), o que o torna o geomorfossítio com menor potencial erosivo. No entanto, a cobertura vegetal, que não apresenta características naturais, encontra-se em estado de regeneração e vegetação rasteira, somado a textura arenosa, que segundo Tomé Jr. (2007), favorece a susceptibilidade à erosão, elevou o seu potencial. Também é uma área que nas proximidades há plantação de eucalipto e exploração de mineral de segunda classe, como brita e seixo.

Por fim, a reflexão é de que os efeitos da forma como a sociedade se apropria dos espaços, de fato, influenciam no estado de conservação do solo. O geomorfossítio com menor potencial erosivo é o que apresentou melhor qualidade de solo, mas também o que mantém a integridade dos elementos da biodiversidade e geodiversidade. O geomorfossítio com maior potencial erosivo localiza-se na área urbana, onde as pessoas mais circulam, com maior diversificação das formas de uso e apropriação e que ao longo do tempo sofreu muitas intervenções. O que apresentou um resultado intermediário, já não tem a função que tinha até abril de 2016, implicando na redução de pessoas e veículos que circulavam no local. Por outro lado, outras atividades pré-existentes e que se consolidaram após a desativação do balneário, podem estar ocasionando outros tipos de impactos, principalmente em sua geodiversidade.

Quadro 20. Variáveis do critério de potencial de erosão

GEOMORFOSSÍTIOS/PONTOS NOS RAMAIS DE ACESSO	FATORES CONTROLADORES	DECLIVIDADE (%)					FORMA DA ENCOSTA			COBERTURA VEGETAL				
	Características	Muito fraca (0 a 3)	Fraca (3 a 8)	Moderada (8 a 20)	Forte (20 a 45)	Muito forte (> 45)	Ret.	Conv.	Cônc.	Floresta ombrófila densa	Floresta de Cerrado	Reflorestamento	Veg. herbácea	Solo exposto
	Pesos	1	2	3	4	5	1	3	5	1	2	3	4	5
	Pontal das Pedras 1		X				X						X	
	Pontal das Pedras 2		X				X					X		
	MÉDIA		X				X					X		
	Cachoeira do Traíra 1			X			X				X			
	Cachoeira do Traíra 2			X				X					X	
	MÉDIA			X			X						X	
	Orla de F. Gomes e Corredeiras do r. Araguari 1		X					X				X		
Orla de F. Gomes e Corredeiras do r. Araguari 2		X					X					X		
MÉDIA		X					X					X		
PROPRIEDADES DO SOLO	TEXTURA			DENSIDADE APARENTE			MATÉRIA ORGÂNICA (g/kg)			pH				
Características	Argilo - Arenosa	Arenosa	Siltosa	Baixa < ou = 1	Moderada > 1 e < 1,4	Alta > ou = 1,4	Alta > 25		Moderada entre 15 e 25	Baixa < 15	Neutro - 7	Alcalino - 7,1 a 15	Ácido - 1 a 6,9	
Pesos	1	3	5	1	3	5	1		3	5	1	3	5	
Pontal das Pedras 1		X				X	X						X	
Pontal das Pedras 2		X				X			X				X	

<b>MÉDIA</b>		X				X	X					X
Cachoeira do Traíra 1	X					X		X				X
Cachoeira do Traíra 2	X					X	X					X
<b>MÉDIA</b>	X					X		X				X
Orla de F. Gomes e Corredeiras do R. Araguari 1			X			X	X					X
Orla de F. Gomes e Corredeiras do R. Araguari 2			X			X		X				X
<b>MÉDIA</b>			X			X		X				X

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

**Tabela 3.** Soma dos pesos de indicadores do potencial de erosão por ponto

		Fatores controladores							TOTAL
		Declividade	Forma da encosta	Cob. Vegetal	Textura	Dens. Aparente	Matéria orgânica	pH	
<b>GEOMORFOSSÍTIOS/RAMAL DE ACESSO</b>	Pontal das Pedras 1	2	1	4	3	5	1	5	21
	Pontal das Pedras 2	2	1	3	3	5	3	5	22
	Cachoeira do Traíra 1	3	1	2	1	5	3	5	20
	Cachoeira do Traíra 2	3	3	4	1	5	1	5	22
	Orla de F. Gomes e Corredeiras do R. Araguari 1	2	3	3	5	5	1	5	24
	Orla de F. Gomes e Corredeiras do R. Araguari 2	2	3	4	5	5	3	5	27

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

**Tabela 4.** Média dos pesos de indicadores do potencial de erosão por área de acesso em cada geomorfossítio

		Fatores controladores							TOTAL
		Declividade	Forma da encosta	Cobertura vegetal	Textura	Densidade Aparente	Matéria orgânica	pH	
GEOMORFOSSÍTIOS/RAMAL DE ACESSO	Pontal das Pedras	2	1	3	3	5	1	5	20
	Cachoeira do Traíra	3	1	4	1	5	3	5	22
	Orla de F. Gomes e Corredeiras do rio Araguari	2	3	4	5	5	3	5	27

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

## **7. AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE GEOMORFOSSÍTIOS NO MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA AS ESTRATÉGIAS DE GEOCONSERVAÇÃO**

### **7.1 Introdução**

O presente capítulo objetivou construir uma proposta à metodologia de avaliação da geodiversidade, a partir da análise dos três geomorfossítios considerados. Conforme já informado, a metodologia original é de Pereira (2006) e sua primeira aplicação foi no Parque Natural de Montesinho em Portugal. No entanto, a mesma foi adaptada considerando que nesta tese foi aplicada a uma área com excedente hídrico e temperaturas elevadas, além da questão da escala de análise de processos geomorfológicos.

Alguns aspectos foram importantes de se considerar, ao fazer a avaliação da geodiversidade, com base nessa metodologia na área de estudo da tese. Primeiramente, os trabalhos de Pereira (2006) e Pereira et al. (2007), foram construídos e fundamentados a partir de um resgate teórico e metodológico de vários autores que tiveram o intuito de avaliar a geodiversidade do ponto de vista geológico e, principalmente, geomorfológico. Por isso a escolha de tal metodologia, já que na presente tese avaliou-se os geomorfossítios.

Logo, a contribuição direta a análise das geoformas flexibilizou a escolha da escala de análise, que é o segundo aspecto considerado. Trabalhou-se, também, na escala dos processos, que para Ross (2005), seria o 6º nível taxonômico da manifestação das formas de relevo.

Assim, através da observação, descrição e análise dos processos foi possível a adaptação da metodologia, que por ora é bastante discutida na literatura por conta da subjetividade com a qual a geodiversidade é avaliada e quantificada. Lançou-se, então, como proposta, a inserção de um indicador secundário, denominado “Valor de Conservação do Solo”. Para a construção da referida proposta, considerou-se como critérios de valoração alguns fatores controladores da erosão, com seus respectivos valores, todos de acordo com a intensidade na atuação dos processos erosivos.

Dessa forma, realizou-se a inventariação e avaliação qualitativa de cada geomorfossítio, a avaliação quantitativa, e a proposta de inserção do “Valor de Conservação dos Solos”. A análise foi feita, principalmente, a partir de uma abordagem comparativa, que permitiu refletir sobre as diferenças na avaliação quantitativa, quando há ou não a inserção do “Valor de Conservação do Solo”.

## 7.2 Inventariação e avaliação qualitativa dos geomorfossítios

Os geomorfossítios são sítios da geodiversidade, sobretudo por suas características geomorfológicas, que registram o processo de evolução da Terra sob os aspectos morfológicos, morfogenéticos e processuais. Sua valorização e conservação estão ligadas a formas sustentáveis de uso do meio abiótico. Uma forma de conservar a geodiversidade é conhecendo-a e sabendo sua função no contexto de uma paisagem. Por isso, buscou-se uma avaliação qualitativa onde foram identificados, selecionados, caracterizados e inventariados os três geomorfossítios (Quadro 21).

**Quadro 21.** Formulário de caracterização e inventariação dos geomorfossítios

		GEOMORFOSSÍTIOS		
		Pontal das Pedras	Cachoeira do Traíra	Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari
CARACTERIZAÇÃO E INVENTARIAÇÃO	Localização geográfica (UTM)	Entre 0085128 N e 0085261 N de latitude; e 0461182 W e 0461181 W de longitude	Entre 0102742 N e 0102462 N de latitude; e 0475631 W e 0474824 W de longitude	Entre 0095335 N e 0094763 N de latitude; e 0480106 W e 0479390 W de longitude
	Tipo de local	Área que ilustra a geomorfologia fluvial	Área, que em determinados pontos funciona como um local panorâmico de observação da geomorfologia regional	Área, que em determinados pontos funciona como um local panorâmico de observação da geomorfologia fluvial
	Proprietário	Sem	Com	Sem
	Proteção Jurídica	FLOTA <sup>1</sup> do Amapá	FLOTA do Amapá	Sem proteção jurídica
	Acessibilidade	BR156, ramal sem nome	BR156, ramal do Traíra	BR156 e rua Duque de Caxias
	Fragilidade e vulnerabilidade	Atuação de processos erosivos,	Atuação de processos	Atuação de processos

	potencial à degradação dos solos e das geoformas, visto que, há desenvolvimento de atividades relativas à silvicultura e extração mineral de segunda classe	erosivos	erosivos; área urbanizada
Estado de conservação	Geoformas em bom estado de conservação, embora a intensificação de atividades de mineração seja um fator que pode ativar a degradação; No ramal de acesso, os processos erosivos refletem um estágio de degradação já consolidado, com a presença de sulcos, ravinas e voçorocas; Detritos humanos, resíduos sólidos e vestígios de queimadas são identificados na área de preservação permanente	Geoformas em bom estado de conservação natural, no entanto registrou-se pichações, poluição por resíduos sólidos e muitos pontos com restos de carvão decorrentes do uso uso balneário; o ramal de acesso apresenta compactação por conta do pisoteio e fluxo de bicicletas, veículos de passeio, e ônibus de excursão	Geoformas em bom estado de conservação natural, mas trata-se da área com maior pressão por conta da diversidade de atividades; os processos erosivos são intensos com valores altos de textura siltosa; significativa presença de matéria orgânica decorrente da presença humana, e em menor grau de resíduos vegetais e da microfauna.
Unidade Geomorfológica	Colinas do Amapá e Tabuleiros Costeiros do Amapá	Colinas do Amapá e Tabuleiros Costeiros do Amapá	Colinas do Amapá e Tabuleiros Costeiros do Amapá
Unidades geológicas	Complexo Guianense e ao longo das margens das drenagens ocorrência de aluviões holocênicos	Complexo Guianense e Grupo Barreiras. Ao longo das margens das drenagens ocorrência de aluviões holocênicos	Complexo Guianense e Grupo Barreiras. Ao longo das margens das drenagens de aluviões holocênicos
Geodiversidade com potencial educativo, científico, turístico	Potencial educativo e científico. O potencial turístico é mais baixo em função da infraestrutura de restaurantes e hotelaria distante a mais de 10 km do	Potencial educativo e científico.	Potencial educativo, científico e turístico

		local, além da difícil acessibilidade.		
Eventuais vínculos com recursos ecológicos e culturais		Vínculo ecológico de colonização das geofomas por vegetação	Vínculo ecológico de colonização das geofomas por vegetação; aspectos de uso cultural das geofomas	Vínculo ecológico de colonização das geofomas por vegetação e pela fauna
Usos atuais		Plantação de eucalipto e exploração de mineral de segunda classe	Ocorrência na área de uso balneário	Usos para fins residenciais, comércio, balneário e de serviços de hotelaria
Eventuais limitações de uso		Difícil acessibilidade em períodos de elevado pluviosidade, por conta das condições do ramal de acesso e de inundação	Pagamento de taxa de entrada	Não há limitação de uso
Infraestrutura de hospedagem		Precária. Não existe a menos de 10 km de distância	Satisfatória. Existe a 5 km de distância	Excelente. Existe a menos de 100 metros de distancia
Condições de observação dos principais elementos da geodiversidade		Razoáveis, pois parte das geofomas encontra-se em difícil lugar de acesso	boas	boas
Intervenção necessária		Parcerias entre as universidades públicas e privadas, através dos cursos das áreas das geociências e ciências humanas, as empresas que atuam explorando recursos energéticos e extrativistas minerais e vegetais, e as escolas municipais e estaduais de Ferreira Gomes e Porto Grande, para criar formas de divulgar a geodiversidade local e sensibilizar acerca da importância de conservar um	Parcerias entre as universidades públicas e privadas, através dos cursos das áreas das geociências e ciências humanas, as empresas que atuam explorando recursos energéticos e extrativistas minerais e vegetais, e as escolas municipais e estaduais de Ferreira Gomes para criar formas de divulgar a geodiversidade local e sensibilizar acerca da importância de	Parcerias entre as universidades públicas e privadas, através dos cursos das áreas das geociências e ciências humanas, as empresas que atuam explorando recursos energéticos e extrativistas minerais e vegetais, e as escolas municipais e estaduais de Ferreira Gomes para criar formas de divulgar a geodiversidade local e sensibilizar acerca da importância de

	recurso que subsidia a subsistência da sociedade; Inclusão no Plano de Manejo da FLOTA Amapá e nos Planos Diretores Municipais de Ferreira Gomes e Porto Grande sobre temas relacionados a conservação do meio abiótico; Melhorar a infraestrutura de acesso as geofomas	conservar um recurso que subsidia a subsistência da sociedade; Inclusão sobre a conservação do meio abiótico no Plano de Manejo da FLOTA Amapá e no Plano Diretor Municipal de Ferreira Gomes	conservar um recurso que subsidia a subsistência da sociedade; Inclusão sobre a conservação do meio abiótico no Plano Diretor Municipal de Ferreira Gomes
--	--	---	---

Fonte: Elaboração da autora com base na metodologia de Pereira (2006), e a partir de dados coletados em trabalhos de campo e pesquisas em artigos, teses, dissertações, sites e mapas temáticos, entre os anos de 2015 e 2017.

<sup>1</sup> Floresta Estadual

Conforme definiu-se na metodologia da presente tese, para inventariar cada geomorfossítio, além da sua caracterização foi realizada uma revisão da literatura, existência de projetos de pesquisa para a área, tipos de atividades educativas realizadas no local e identificação em folders, sites, e etc.

### 7.3 – Geomorfossítio “Pontal das Pedras”

O geomorfossítio “Pontal das Pedras” está em uma área na margem direita do rio Araguari, entre os municípios de Porto Grande (a aproximadamente 12 km de distância) e Ferreira Gomes (a aproximadamente 24 km de distância). O acesso ocorre por meio da BR156 e de um ramal (sem nome definido), que ao longo dos seus cinco km de extensão apresenta bifurcações com outros ramais, que levam para diversas áreas, como de plantação de eucalipto, de extração mineral de segunda classe, e, ao fim de seu percurso, de afloramentos rochosos.

Estes afloramentos estão em contato com uma APP e com o leito do rio Araguari, onde até 2016 funcionou um balneário. Trata-se de uma área na borda do “Escudo das Guianas”, marcada por uma frequência de afloramentos graníticos (Figura 35 A), e cuja geomorfologia é representada por colinas

dissecadas. Tem sofrido degradação, principalmente pela exploração de seixo (Figura 35 B). Os aspectos geológicos, geomorfológicos, hidrográficos, e de uso e apropriação têm sido utilizados como fins didáticos, principalmente por se tratar de uma área de influência direta da “Usina Hidrelétrica Cachoeira Caldeirão”, em operação desde março de 2016. Os processos erosivos, evidenciados através das ravinas que se formam ao longo do ramal que dá acesso aos afloramentos, também são suporte para o uso didático, pois permitem a visualização da degradação, a partir de processos geomorfológicos em sua escala de atuação local (35 C).



**Figura 35.** Geomorfofossílio “Pontal das Pedras”. A) Afloramento de rochas graníticas; B) Balsa de exploração de seixo; C) Formação de ravina no principal ponto de acesso aos afloramentos. Fotos: Espírito Santo, C. (2016).

### 7.3.1 Revisão da literatura produzida para o geomorfofossílio “Pontal das Pedras”

A escassez de literatura científica sobre o local fez com que houvesse a necessidade de adaptar esta fase de caracterização e inventariação dos geomorfofossílios, considerando-se como parte da literatura, estudos em escala regional, mapas e alguns instrumentos de gestão territorial.

Na literatura sobre a área onde está o geomorfossítio “Pontal das Pedras” constam levantamentos realizados na década de 1950, como Guerra (1954), que escreveu sobre a geologia do antigo Território Federal do Amapá, particularmente os principais rios do ponto de vista geológico e geomorfológico e alguns trechos na margem do rio Araguari. O autor projetou, em especial, o contexto estrutural das geoformas a partir do afloramento de blocos graníticos em suas margens e um alinhamento de cachoeira e corredeiras em seu leito. Posteriormente, Suguio (2010), em um trabalho de escala nacional, relacionou a existência destas corredeiras a neotectônica na região.

Em 1974, o Projeto RADAMBRASIL, na escala de 1:1.000.000, obteve dados da área, sobre a geologia, a geomorfologia e os solos, inclusive identificando o potencial apresentado para a exploração mineral e uso hidrelétrico. Rosseti et al. (2013), analisaram o efeito da última transgressão do Atlântico, entre 25 e 16 milhões de anos, interpretando o porquê da presença de areais e corroborando o potencial que existe para a sua exploração. Pinheiro (2016) identificou este potencial e discute os impactos socioambientais causados pela exploração de areia.

Através do Diagnóstico do Setor Mineral do Estado do Amapá (2010) e do Atlas de Rochas Ornamentais da Amazônia Brasileira (2012), puderam-se identificar os tipos de rochas e minerais, bem como o potencial que a área apresenta de produção de seixo, brita e rochas graníticas, todas com importante valor comercial.

Outras referências, como CPRM (2013; 2016) e Espírito Santo et al. (2017), permitiram visualizar aspectos mais diretamente relacionados com a temática da presente tese. Os trabalhos do Serviço Geológico do Brasil abordam a caracterização dos aspectos relacionados ao potencial da geodiversidade para o estado. Por sua vez, a segunda referência citada identifica os aspectos da geodiversidade *in loco*.

### 7.3.2 Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para o geomorfossítio “Pontal das Pedras”

O grupo “Geografia Física: Patrimônio Natural e Cultural - GEOFIP”, ligada ao Laboratório de Geomorfologia e Solos - LAGESOL, do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá, sob coordenação da Professora Dra. Jucilene Amorim Costa, pesquisa na área de estudo (Anexo 2).

Pode-se associar também a presente tese, intitulada: **“Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do ‘Valor de Conservação do Solo’ para a avaliação da geodiversidade no médio curso do rio Araguari”**. Uma vez que é vinculada ao departamento de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amapá, como projeto de pesquisa desenvolvida em processo de qualificação docente.

### 7.3.3 Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no geomorfossítio “Pontal das Pedras”

Identificaram-se atividades educativas desempenhadas por professores do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá, em trabalho de campo integrado, que envolveu as disciplinas: Sensoriamento Remoto, Cartografia, Geografia do Amapá, Geografia da Amazônia, Geografia Econômica, Hidrografia e Pedologia (Figura 36).



**Figura 36.** Registro de atividades educativas realizadas por professores do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá. Fotos: Espírito Santo, C. (2017).

Outra atividade educativa foi a divulgação do conhecimento produzido sobre a geodiversidade da área de estudo através dessa tese, por meio da palestra intitulada: **“A GEOGRAFIA FÍSICA E OS ESTUDOS EM GEODIVERSIDADE: PERSPECTIVAS PARA O MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI, MUNICÍPIO DE FERREIRA GOMES - ESTADO DO AMAPÁ”** (Figura 37).



  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ**  
 INSTITUTO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS  
 COORDENAÇÃO DO CURSO DE BACHARELADO EM GEOGRAFIA  
 COORDENAÇÃO DO CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA  
 LABORATÓRIO DE GEOMORFOLOGIA E SOLOS (LAGESOL)

**A Geografia Física e os estudos em  
 Geodiversidade: perspectivas para o  
 médio curso do rio Araguari, município de  
 Ferreira Gomes - estado do Amapá**

**Palestrante:**  
**Msc. Celina Marques do Espírito Santo** – Professora Adjunta I,  
 Universidade Federal do Amapá – UNIFAP/DFCH, doutoranda do  
 Programa de Pós Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio  
 de Janeiro;

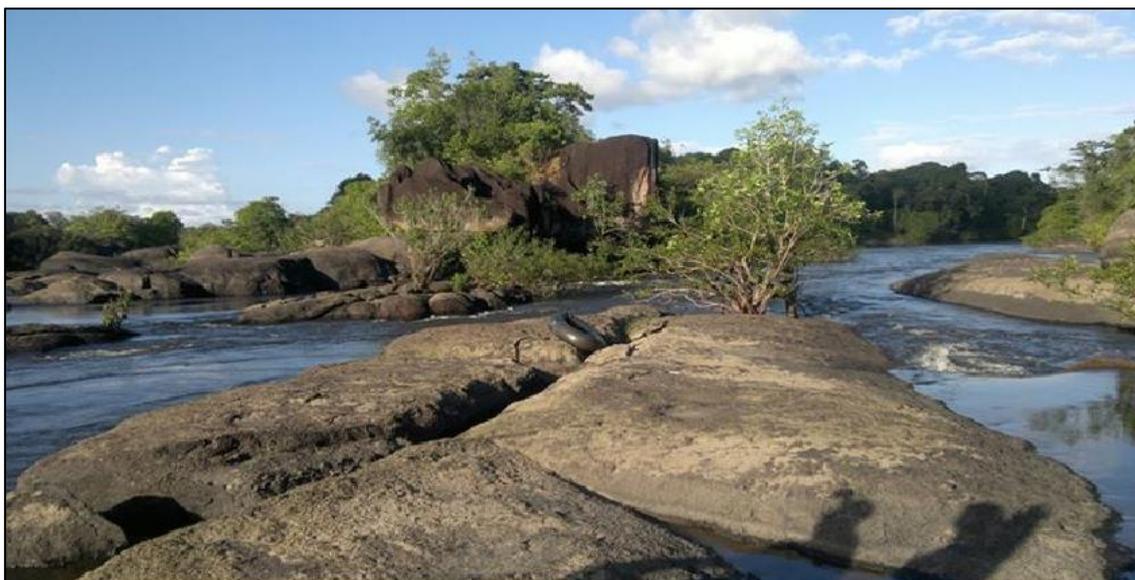
Orientador: Prof. Dr. Antônio José Teixeira Guerra - Universidade Federal  
 do Rio de Janeiro – UFRJ/IGEO/PPGG;

Co-orientador: Prof. Dr. Claudio Fabian Szlafsztain - Universidade Federal  
 do Pará – UFPA/PPGEO/IFCH.

**Figura 37.** Slide com o título da palestra ministrada aos alunos do curso de geografia da Universidade Federal do Amapá. Elaboração: Espírito Santo, C. (2017).

#### 7.3.4 Identificação do geomorfossítio “Pontal das Pedras” em folders, sites, cartazes e folhetos de agências de turismo

O fato do “Pontal das Pedras” ter *perdido* a função balneária, não se encontrou forma alguma de divulgação por meio de internet ou folhetos. No entanto, identificou-se fotos do local em roteiros turísticos pesquisados através do “*Google Earth*”, e uma alusão ao local como equipamento de hospedagem e alimentação no Plano Diretor do município de Porto Grande, de 2012 (Figura 38).



Hospedagem			
Nome	Localização	Unidades Habitacionais/Leitos	Observações
Pousada Ula Ula	Rua José da Silva Paranhos, 393 – a cerca de 2km de distância dos balneários	- 08 aptos com banheiro privativo. - 18 leitos.	Pousada localizada na área urbana, em alvenaria, mas em condições razoáveis, de pequeno porte, estilo vila de quartos. O atendimento é prestado por 04 funcionários, 02 permanentes e 02 temporários.
Pousada do Francês	Rua Lorengo Frazão de Araujo, 603 – em frente ao balneário de Porto Grande	- 08 aptos com banheiro privativo. - 11 leitos.	Pousada localizada na área urbana. Conta com 02 funcionários permanentes.
Hotel Pontal das Pedras	BR-156, km 109 – localiza-se na divisa entre Porto Grande e Ferreira Gomes	- 08 chalés para casal com banheiro privativo. - 16 leitos.	Hotel localizado na área rural. Conta com 02 funcionários permanentes.

**Figura 38.** Acima a imagem do “Geomorfossítio Pontal das Pedras” em período anterior a maio de 2016 quando a área passou a sofrer inundações sazonais em função da operação da UHE Cachoeira Caldeirão. Abaixo um quadro informando o suporte da rede de hotelaria do município de Porto Grande. Fonte: Google Earth (2015) e Porto Grande (2012).

#### 7.4 – Geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”

O geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” trata-se de um trecho de um canal de primeira ordem, afluente da margem esquerda do rio Araguari. No referido trecho ocorrem afloramentos rochosos que formam uma cachoeira. Localiza-se no município de Ferreira Gomes (a aproximadamente 8 km da sede

urbana deste município), a 39 km de distância do geomorfossítio “Pontal das Pedras”. O acesso é por meio da BR 156 e, em seguida, pelo ramal do Traíra, o qual tem uma extensão aproximada de 5 km até a cachoeira. Também ocorrem bifurcações do ramal principal com outros ramais, no entanto, estes culminam em sítios e residências de comunidades rurais.

Um aspecto importante que pode ser aproveitado para fins didáticos é que a área ilustra a transição entre os Tabuleiros Costeiros do Amapá (Figura 39 A) e as Colinas do Amapá (Figura 39 B), sendo que ao final do ramal, na base de uma colina, está a cachoeira (Figura 39 C). A paisagem reflete a relação entre a geomorfologia e a vegetação, pois o topo é colonizado por vegetação de cerrado ou savana, e na base por vegetação secundária sem a presença de palmeiras (Figura 39 A). Pelas mesmas razões apresentadas a respeito do geomorfossítio “Pontal das Pedras”, o presente tem potencial científico.



**Figura 39.** Geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”. A) Feições de relevo tabulares com a presença de vegetação de cerrado no topo e na base, ocorre a presença de vegetação secundária, geralmente associada a presença de drenagens ; B) Topo de colina colonizada por vegetação de cerrado; C) Cachoeira do Traíra. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

O uso balneário, as boas condições de observação da geodiversidade e o serviço de apoio como a existência de restaurante no local, a possibilidade de acesso rodoviário e a existência de rede de hotelaria localizada entre 5 km e 8 km, mostram o potencial turístico. Verificou-se também que existe restrição ao

uso, pois é cobrado uma taxa para se fazer uso do local, pertencente a uma família (Figura 40).



**Figura 40.** Placa na área do geomorfossítio, próximo a Cachoeira do Traíra, ilustrando a limitação de acesso a área, através da cobrança de taxas de entrada e consumo de alimentos. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

#### 7.4.1 – Revisão da literatura produzida para o geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”

Semelhante ao geomorfossítio “Pontal das Pedras”, há uma escassez de trabalhos acadêmicos e científicos que tenham abordado a área. Por isso, foi feita uma abordagem geral com dados coletados dos trabalhos de abrangência regional.

Estruturalmente, a Cachoeira do Traíra está localizada onde há o delineamento de corredeiras e cachoeiras formadas entre o Arqueano e o Plioceno (GUERRA, 1994), na borda do Planalto das Guianas. Tratam-se de terrenos cuja litologia dominante é de granitos, gnaisses e intrusões de rochas básicas (diabásio, diorito e basalto), associadas ao Complexo Guianense, e sedimentos arenosos, siltsosos e argilosos, a Formação Barreiras, havendo o

contato entre estes terrenos, formados em duas eras do tempo geológico (LIMA et al., 1974).

Nesta área, segundo o levantamento geomorfológico feito pelo Projeto Radam (1974), existem quatro unidades de relevo: Colinas, Planaltos Residuais, Planícies Fluviais e Tabuleiros Costeiros. Importa lembrar que encontram-se justamente em uma área de transição entre as unidades de um embasamento mais antigo com os terrenos de formação mais recente.

#### 7.4.2 - Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para o geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”

Existe um grupo de pesquisa para a área de estudo, denominado: “Geografia física: Patrimônio Natural e Cultural - GEOFIP”, ligada ao Laboratório de Geomorfologia e Solos - LAGESOL, do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá, sob coordenação da Professora Dra. Jucilene Amorim Costa.

Existe também a presente tese, intitulada: “**Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do ‘Valor de Conservação do Solo’ para a avaliação da geodiversidade no médio curso do rio Araguari**”. Uma vez que é vinculada ao departamento de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amapá, como projeto de pesquisa desenvolvida em processo de qualificação docente.

#### 7.4.3 - Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”

A única atividade educativa identificada na área de estudo está relacionada ao levantamento de informações e coletas de amostras para a presente tese. Embora esteja relacionada diretamente a pesquisa, pode subsidiar futuramente o ensino e divulgação da geociências. Já que poderão ilustrar os processos erosivos através das metodologias abordadas para a melhor compreensão de assuntos relacionados a disciplinas como: geomorfologia, pedologia e hidrografia.

#### 7.4.4 – Identificação do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” em folders, sites, cartazes ou folhetos de agências de turismo

Existe a identificação do geomorfossítio em um folheto de divulgação de uma agência de turismo (Figura 41). Trata-se de um dos pontos turísticos mais divulgados do estado, dada a proximidade com a capital, o acesso que permite circulação de veículos, inclusive com caravanas, e a exuberância das geoformas. Além disso, identificou-se uma indicação da Cachoeira do Traíra atrativos naturais e culturais, no item de serviços e equipamentos de lazer e entretenimento para o turismo, no Plano Diretor Municipal de Ferreira Gomes (Figura 42). Ressalta-se que da construção do Plano Diretor, em 2012, até 2017 ocorreram mudanças e o local recebeu infraestrutura.



**Figura 41.** Presença de imagem do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” em folder e site de divulgação de uma agência de turismo. Fonte: [www.cunaniturismo.com](http://www.cunaniturismo.com)

Atrativos Naturais e Culturais			
Nome	Localização e Acesso	Estrutura e Equipamentos	Atividades e Visitação
Cachoeira do Traíra	Km 351 da BR-156: acesso apenas por via terrestre em estrada em condições regulares.	Não existe nenhum tipo de estrutura ou de equipamentos. Não há oferta de serviços no local.	Os visitantes tem origem municipal e o atrativo encontra-se aberto durante todo o ano. A entrada é gratuita. A única atividade ali realizada são os banhos de cachoeira

**Figura 42.** Quadro indicando os afloramentos no geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” como atrativo natural de Ferreira Gomes em seu Plano Diretor Municipal. Fonte: FERREIRA GOMES, 2012.

### 7.5 Geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do Rio Araguari”

O geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” está localizado em um trecho urbano do município de Ferreira Gomes. Encontra-se a 24 km do geomorfossítio “Pontal das Pedras” e 8 km de “Cachoeira do Traíra”. O acesso ocorre primeiramente pela BR 156 e depois pela Avenida Costa e Silva, que liga a Br a rua Duque de Caxias, já em sua orla urbana, com extensão aproximada de 1,6 km.

A área reflete um sistema geomorfológico por ilustrar três feições, que foram identificadas como pontos. O primeiro ponto são os afloramentos rochosos na margem direita do rio Araguari (Figura 43 A). Estes se localizam nas bordas das colinas do Amapá, margens côncavas do rio, sujeitas à maior energia das águas e, por isso, propensos aos processos erosivos. Trata-se de uma unidade morfoestrutural que resulta da dissecação do Planalto das Guianas. O segundo ponto são as praias fluviais (Figura 43 B). Os processos erosivos atuantes, bem como o material transportado ao longo de seu leito, proporcionam a sedimentação nas áreas com menor energia do ambiente fluvial, formando as praias, feições associadas aos tabuleiros costeiros da Formação Barreiras. O terceiro ponto são as corredeiras do rio Araguari (Figura 43 C), também conhecidas como cachoeiras por apresentarem uma ruptura ao longo do seu perfil longitudinal. Segundo Guerra (1994), a existência desses afloramentos rochosos no leito do rio marca a zona de contato entre o embasamento cristalino e os terrenos de sedimentação recente.



**Figura 43.** Geomorfofossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. A) Afloramentos rochosos na margem direita do rio Araguari; B) Praia fluvial na margem direita do rio Araguari; e C) Corredeiras no leito do rio Araguari. Fonte: Espírito Santo, C. (2016).

Em observações realizadas em trabalhos de campo para a construção do inventário, verificou-se que existe uma relação entre as geoformas e a biodiversidade (Figura 44 e 45). Ou seja, o meio abiótico exercendo o papel de suporte do meio ecológico.

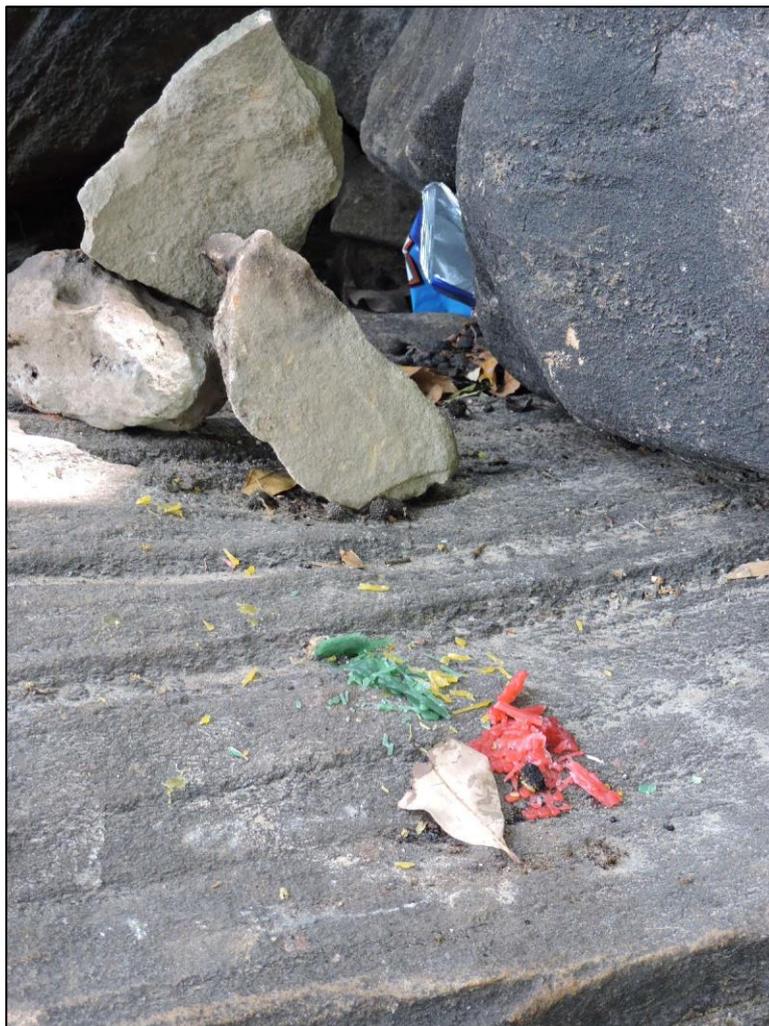


**Figura 44.** Presença de uma garça fotografada durante a realização de trabalho de campo. O animal confirma a relação que existe entre a fauna e a geodiversidade. Foto: Espírito Santo, C.(2016).



**Figura 45.** A presença de pássaros é frequente no geomorfossítio, que ao pousar nas rochas para descanso ou alimentação, resgatam a relação de dependência da biodiversidade com a geodiversidade. Foto: Espírito Santo, C. (2016).

Por outro lado, é marcante a questão da relação cultural que as pessoas estabelecem com o local, principalmente, com o primeiro ponto de coleta de amostras, que foram utilizadas para a análise do potencial erosivo. Neste ponto, há um afloramento rochoso, que além da relação estabelecida com a fauna e flora, identificou-se, também, uma relação de grupos sociais. Neste local, registrou-se resíduos de velas, mostrando que algum grupo ou indivíduo estabeleceu em dado momento uma relação religiosa (Figura 46).



**Figura 46.** Resíduos de velas presentes em um ponto do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. Foto: Espírito Santo, C. (2017).

Registraram-se inúmeras vezes visões, que são símbolos da relação que existe entre a sociedade na Amazônia com os rios - colocada em duas fotos neste inventário -, ou seja, a figura do ribeirinho, que utiliza o rio, acima de

tudo, como fonte de sua subsistência, mas também como “ruas”, como uma via para se locomover em seu dia-a-dia (Figura 47).



**Figura 47.** Relação de subsistência no geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”. A) Presença de uma mulher que pesca na margem do Araguari; B) Presença de um homem que usa o rio para se deslocar. Fotos: Espírito Santo, C. (2015).

#### 7.5.1 Revisão da literatura produzida para o geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”

Entre os três geomorfossítios, este é o que apresenta maior quantidade de trabalhos científicos. Entre estes encontram-se instrumentos de gestão territorial, diagnósticos ambientais, levantamentos de recursos e potencialidades, e trabalhos acadêmicos, todos em escala regional e local, como em Boaventura e Narita (1974); Peres et al. (1954); Guerra (1994); Silva e Costa (2016); Silva (2017); e Espírito Santo et al. (2017) .

Trata-se de uma área, cuja compartimentação geológica e geomorfológica é semelhante ao do geomorfossítio anterior, pois da mesma forma está localizada na borda do planalto guianense sob influência dos mesmos processos estruturais, conforme pode-se interpretar dos trabalhos de Guerra (1994) e dos diagnósticos de ECOTUMUCUMAQUE (2010) e CPRM (2013; 2016).

No entanto, este geomorfossítio encontra-se na margem direita e no leito do rio Araguari, e está sob atuação dos processos fluviais típicos de uma área limítrofe entre o seu médio e o baixo curso. Portanto, segundo Espírito Santo et

al. (2017), há a formação de “praias fluviais”, que segundo Silva (2017), são decorrentes da erosão, em função da intensa ação fluvial nos terraços.

Outro trabalho que identifica também a atuação dos processos erosivos foi elaborado por Moura et al. (2016), que através da caracterização do solo pela determinação da espessura do regolito, diferenciação de horizontes e determinação da profundidade do lençol freático e do embasamento, identificou a susceptibilidade à erosão dos solos. Para os autores, a pressão urbana e a ação fluvial e pluvial podem acentuar os processos erosivos, comprometendo o principal ponto turístico da cidade, que é a orla urbana.

Medeiros e Neto (2016) analisaram as condições ambientais e de infraestrutura da orla de Ferreira Gomes após a implantação dos empreendimentos hidrelétricos, através de uma análise qualitativa e elaboração de mapas temáticos. Para os autores há diferentes suportes ecológicos, em algumas áreas com maior degradação em decorrência de processos erosivos, e que podem ser recuperadas por meio da implementação de corredores ecológicos.

#### 7.5.2 Identificação de projetos de pesquisa existentes nas instituições de ensino superior voltadas para o geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”

Identificou-se que existe um grupo de pesquisa para a área de estudo, denominado: “Geografia Física: Patrimônio Natural e Cultural - GEOFIP”, ligada ao Laboratório de Geomorfologia e Solos - LAGESOL, do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá, sob coordenação da Professora Dra. Jucilene Amorim Costa.

Pode-se associar também a presente tese, intitulada: “**Geoconservação no estado do Amapá: uma contribuição metodológica do ‘Valor de Conservação do Solo’ para a avaliação da geodiversidade no médio curso do rio Araguari**”. Uma vez que é vinculada ao departamento de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amapá, como projeto de pesquisa desenvolvida em processo de qualificação docente.

### 7.5.3 Identificação dos tipos de atividades educativas desenvolvidas no geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”

Da mesma forma como no geomorfossítio “Pontal das Pedras”, identificou-se atividades educativas desenvolvidas em trabalhos de campo integrado por professores do curso de Geografia da Universidade Federal do Amapá. As disciplinas verificadas foram: Sensoriamento Remoto, Cartografia, Geografia do Amapá, Geografia da Amazônia, Geografia Econômica, Hidrografia e Pedologia (Figura 48).

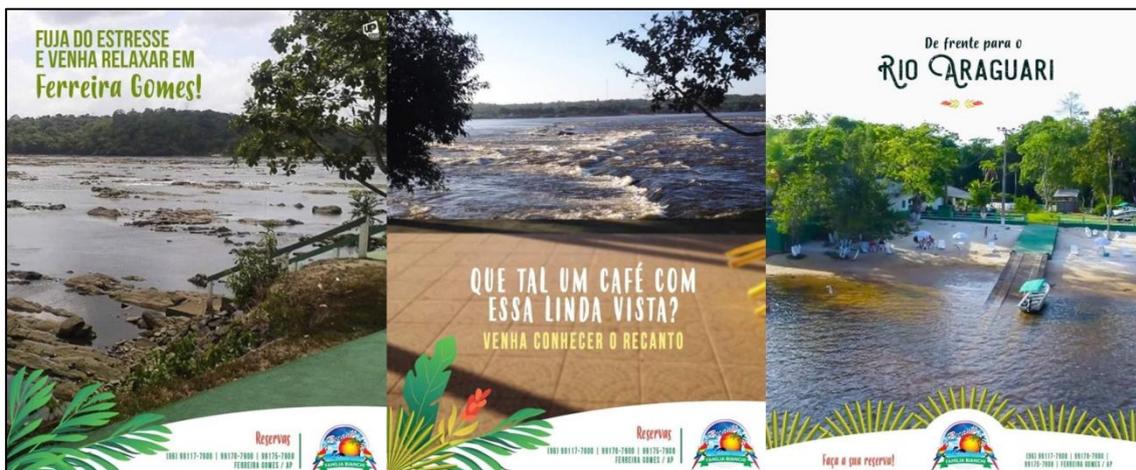


**Figura 48.** Atividade educativa relativa a um trabalho de campo realizado pela professora da disciplina Pedologia para uma turma de Geografia da Universidade Federal do Amapá. Foto: ESPIRITO SANTO, C. (2016).

Também, consta como atividade educativa e de divulgação do conhecimento produzido sobre a geodiversidade da área de estudo, a palestra apresentada aos alunos do curso de geografia da Universidade Federal do Amapá, intitulada: **“A GEOGRAFIA FÍSICA E OS ESTUDOS EM GEODIVERSIDADE: PERSPECTIVAS PARA O MÉDIO CURSO DO RIO ARAGUARI, MUNICÍPIO DE FERREIRA GOMES - ESTADO DO AMAPÁ”**.

#### 7.5.4 Identificação do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” em folders, sites, cartazes ou folhetos de agências de turismo

O geomorfossítio é um dos principais pontos turísticos do médio curso de rio Araguari, em virtude de sua infraestrutura de hospedagem, restaurantes e acesso em comparação aos demais. Por isso, consta imagens sob diversos ângulos em folhetos de propaganda de uma pousada localizada na área, na margem esquerda do referido rio (Figura 49).



**Figura 49.** Identificação do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” em diferentes folders de divulgação de uma pousada existente no local. Fonte: facebook/@familia.bianchi.recanto

#### 7.6 Avaliação quantitativa dos geomorfossítios

A partir da avaliação quantitativa, conforme a metodologia de Pereira (2006), foi possível identificar os valores: científico, adicional, de uso e preservação de cada geomorfossítio. Os valores científico e adicional são indicadores secundários, cujo indicador principal se denomina “Valor geomorfológico”. Os valores de uso e de preservação são indicadores secundários do principal, denominado “Valor de gestão”. Para cada indicador secundário, quantificou-se uma série de critérios que compõem cada indicador (Quadro 22).

**Quadro 22.** Indicadores principais, secundários e critérios de valoração dos geomorfossítios

VALOR GEOMORFOLÓGICO		VALOR DE GESTÃO	
Valor científico	Valor adicional	Valor de uso	Valor de preservação
<b>Ar</b> Abundância/raridade dentro da área de estudo	<b>Cultural</b> relativo a presença ou ausência de elementos culturais	<b>Ac</b> Condições de acessibilidade	<b>Ip</b> Integridade em função da deterioração
<b>D</b> Grau de deterioração		<b>V</b> Condições de visibilidade	
<b>R</b> Representatividade, como recurso didático e dos processos geomorfológicos	<b>Estético</b> relacionado à singularidade visual dos elementos geomorfológicos	<b>Ug</b> Uso atual do interesse geomorfológico	
<b>Di</b> Diversidade de geoformas e sua importância		<b>U</b> Outros interesses naturais e culturais e usos atuais	
<b>G</b> Elementos geológicos, no controle geomorfológico ou com valor patrimonial	<b>Ecológico</b> relativo à conexão com elementos ecológicos	<b>P</b> Proteção oficial e limitações ao uso	<b>Vu</b> Vulnerabilidade à deterioração antrópica
<b>K</b> Existência de conhecimento científico associado		<b>E</b> Equipamentos e serviços de apoio ao uso	
<b>An</b> Abundância/raridade a nível nacional			

Fonte: Baseado em Pereira (2006).

O geomorfossítio “Pontal das Pedras” alcançou a menor pontuação em todos os valores (Tabela 5), logo, ficou em 3º lugar na ordem de prioridade das estratégias de geoconservação. A deterioração decorrente da exploração dos recursos e a baixa diversidade de formas, em comparação aos demais geomorfossítios, determinou a baixa pontuação de seu valor total.

**Tabela 5.** Quantificação do geomorfossítio “Pontal das Pedras”

VALOR GEOMORFOLÓGICO				VALOR DE GESTÃO			
Valor científico		Valor adicional		Valor de uso		Valor de preservação	
Ar	0,5	Cultural	0,75	Ac	1,5	Ip	0
De	0			V	0,9		
R	1			Ug	0		
Di	0,33	Estético	0,5	U	0,33	Vu	0
G	0,33			P	1		
K	0,25	Ecológico	0,38	E	0,25		
Na	0,5						
Total	2,91	Total	1,63	Total	3,98		
Classificação	3º	Classificação	3º	Classificação	3º	Classificação	3º

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Legenda: **Ar.** Abundância/raridade dentro da área de estudo; **D.** Grau de deterioração; **R.** Representatividade; **Di.** Diversidade de geoformas; **G.** Elementos geológicos no controle geomorfológico; **K.** Existência de conhecimento científico; **An.** Abundância/raridade a nível nacional; **Ac.** Condições de acessibilidade; **V.** Condições de visibilidade; **Ug.** Uso atual do interesse geomorfológico; **U.** Outros interesses naturais e culturais e usos atuais; **P.** Proteção oficial e limitações ao uso; **E.** Equipamentos e serviços de apoio ao uso; **Ip.** Integridade em função da deterioração; **Vu.** Vulnerabilidade à deterioração antrópica.

O geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” recebeu as maiores pontuações em seus valores científico, adicional e de preservação (Tabela 6). No entanto, seu valor de uso obteve a segunda maior pontuação. O fato de apresentar potenciais, como didático e científico, mas sem o uso de forma mais efetiva, reduziu o valor. Também a distância dos serviços de apoio, como a presença de hotéis a uma distância entre 5 e 10 km, subtraiu pontos na avaliação. A segunda colocação quanto ao valor de gestão implicou no segundo lugar do ranking de prioridade de geoconservação.

**Tabela 6.** Quantificação do geomorfossítio “Cachoeira do Traíra”

VALOR GEOMORFOLÓGICO				VALOR DE GESTÃO			
Valor científico		Valor adicional		Valor de uso		Valor de preservação	
Ar	0,5	Cultural	0	Ac	1,5	Ip	0,75
De	1			V	1,5		
R	1			Ug	1		
Di	1	Estético	1,5	U	0,33	Vu	0,5
G	0,33			P	0,67		
K	0,25	Ecológico	1,5	E	0,5		
An	0,5						
Total	4,58	Total	3	Total	5,5		
Classificação	1º	Classificação	1º	Classificação	2º	Classificação	2º

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

O geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari” foi o segundo colocado em todos os valores, com exceção do valor de uso, que lhe conferiu o primeiro lugar na classificação geral (Tabela 7). Neste caso, a infraestrutura é um importante indicador na atribuição de valores aos sítios da geodiversidade.

**Tabela 7.** Quantificação do geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”

VALOR GEOMORFOLÓGICO				VALOR DE GESTÃO			
Valor científico		Valor adicional		Valor de uso		Valor de preservação	
Ar	0,5	Cultural	0,75	Ac	1,5	Ip	0,25
De	0,5			V	1,5		
R	1			Ug	1		
Di	1	Estético	1	U	1	Vu	0,5
G	0,33			P	0,67		
K	0,5	Ecológico	1,12	E	1	Vu	0,5
An	0,5						
Total	4,33	Total	2,87	Total	6,67	Total	0,75
Classificação	2º	Classificação	2º	Classificação	1º	Classificação	2º

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Chegou-se a uma classificação cujo primeiro lugar corresponde a quem obteve maior pontuação na soma do valor geomorfológico e do valor de gestão (Tabela 8).

**Tabela 8.** Valores e ordem de prioridade para as estratégias de geoconservação.

GEOMORFOSSÍTIOS	VALORES							CLASSIFICAÇÃO
	Valor Científico	Valor Adicional	Valor Geomorfológico	Valor de Uso	Valor de preservação	Valor de gestão	Valor Total	
1 - Pontal das Pedras	2,91	1,63	4,54	3,98	0	3,98	8,52	3º
2 - Cachoeira do Traíra	4,58	3	7,58	5,5	1,25	6,75	14,33	2º
3 - Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari	4,33	2,87	7,2	6,67	0,75	7,42	14,62	1º

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

### 7.7 Proposta de inserção do “Valor de Conservação do Solo (VCS)” na avaliação quantitativa

O recorte espacial onde estão localizados os três geomorfossítios é uma área com aproximadamente 424,8 Km<sup>2</sup>, em uma região equatorial, onde o

excedente pluviométrico contribui com a aceleração dos processos erosivos. Trata-se de uma forma de degradação dos solos, que é resultado da relação entre fatores naturais, mas também das formas de ocupação e uso da área.

Avaliar o potencial aos processos erosivos foi uma forma de mensuração da degradação, que no processo de avaliação quantitativa da geodiversidade pode contribuir com a gestão para a recuperação e conservação dos recursos abióticos. Por outro lado, buscou-se colaborar com a superação da subjetividade nesses estudos, fato muito discutido na literatura científica voltada para a temática.

Mas também foi uma forma de mostrar uma contribuição da geomorfologia para os estudos de inventário e quantificação da geodiversidade, já que, como uma subárea da geografia, aborda os diferentes níveis de manifestação espacial das formas de relevo, que pode variar de uma morfoestrutura a um processo, conforme Ross (2005).

Com a proposta de inserção do “Valor de Conservação do Solo” (Tabela 9), como indicador secundário do “Valor de preservação”, a somatória total do “Valor geomorfológico” com o “Valor de gestão” muda o ranking dos geomorfossítios com prioridade de conservação (Tabela 10).

**Tabela 9.** Indicadores para a caracterização do valor de conservação do solo (Vcs)

Indicador	Geomorfossítios		
	Pontal das Pedras	Cachoeira do Traíra	Orla e Corredeiras
De	1,5	1	1,5
Fe	2	2	1
UsCv	1	0,5	0,5
T	1	2	0
D	0	0	0
MO	1	1	0,5
pH	0	0	0
Total	6,5	6,5	3,5
Classificação	2º	1º	3º

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

Legenda: **De.** Declividade da encosta; **Fe.** Forma da encosta; **UsCv.** Uso e cobertura vegetal; **T.** Textura; **D.** Densidade aparente; **MO.** Matéria orgânica; **pH.** Potencial Hidrogeniônico.

Nos resultados da quantificação os geomorfossítios “Pontal das Pedras” e “Cachoeira do Traíra” obtiveram o mesmo valor total, o que os colocou em

uma condição de empate no ranking de prioridade de conservação. No entanto, considerou-se a partir de dados quantitativos que a textura (T) argilo-arenosa é um importante fator de resistência aos processos erosivos em comparação com as franco-arenosa e siltosa, conforme verificado em Tomé Jr (1997).

Isso foi utilizado como critério de desempate e conferiu ao geomorfossítio “Cachoeira do Traíra” a primeira colocação no ranking de prioridade de conservação. Além disso, a partir de uma análise qualitativa, verificou-se que é o geomorfossítio com menos atividades degradatórias e que melhor mantém as características originais de sua vegetação.

O geomorfossítio “Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari”, que na primeira quantificação ficou em primeiro lugar, apareceu em terceiro lugar no ranking com a inserção do indicador “Valor de Conservação do Solo”. A explicação é que na avaliação quantitativa original o “Valor de uso”, principalmente no que se refere à presença de equipamentos e serviço de apoio, é de significativa importância, principalmente em seus usos didático e geoturístico como instrumentos de conservação.

No entanto, nas análises das propriedades físicas e químicas do solo e demais fatores controladores da erosão, verificou-se que se trata do geomorfossítio com maior potencial aos processos erosivos.

**Tabela 10.** Quantificação dos geomorfossítios no médio curso do rio Araguari. Contribuição metodológica a partir da inserção do “Valor de Conservação do Solo - VCS”

GEOMORFOSSÍTIOS	VALOR										Classificação sem VCS	Classificação com VCS
	Científico VCI	Adicional VAd	Geomorfológico VGm	Uso VUs	Preservação VPr	Gestão sem VCS	Conservação do solo VCS	Gestão com VCS	Total sem VCS	Total com VCS		
Pontal das Pedras	2,91	1,63	4,54	3,98	0	3,98	6,5	10,48	8,52	15,02	3º	3º
Cachoeira do Traira	4,58	3	7,58	5,5	1,25	6,75	6,5	13,25	14,33	20,83	2º	1º
Orla de Ferreira Gomes e Corredeiras do rio Araguari	4,33	2,87	7,2	6,67	0,75	7,42	3,5	10,92	14,62	18,12	1º	2º

Fonte: Elaboração da autora, 2017.

## 8. CONCLUSÕES

No médio curso do rio Araguari, a interação entre os elementos da paisagem reflete nas características do meio abiótico, representados pela rica geodiversidade detentora de valores diversos, percebidos a partir do desenvolvimento das mais variadas atividades econômicas.

A apropriação e uso do potencial que o suporte físico da paisagem apresenta à torna vulnerável e susceptível à degradação, uma vez que, a velocidade com a qual ocorrem as interferências é superior ao tempo de formação dos recursos. Assim os processos que levariam centenas a milhares de anos para desenvolver, podem acontecer em alguns anos, ou dezenas de anos, e seus efeitos destrutivos podem ser irreversíveis. A literatura científica comprova que a erosão é um exemplo de como a interferência humana pode acelerar um processo natural, que ao alcançar escala espacial e temporal pode tornar impossível a regeneração dos locais onde ocorrem.

Constatou-se que o desenvolvimento do extrativismo vegetal e mineral, como a silvicultura e a extração de material para a construção civil, o aproveitamento hidroelétrico, o uso para fins urbanos, podem estar relacionados com a degradação do meio abiótico da paisagem, incluindo o relevo e os solos. Contudo, no que se refere à degradação que ocorre pelos processos erosivos, o uso das áreas para lazer e turismo aceleram, visto que o pisoteio e a pressão exercida por veículos promovem a remoção e compactação das partículas do solo. Isto pode ser comprovado, por exemplo, ao se observar a regeneração de ravinas localizadas em trecho de ramal que deixou de ser o acesso a áreas de uso balneário.

Nas três áreas consideradas, o uso balneário é a atividade em comum, que tem na questão da infraestrutura de acesso dos geomorfossítios o principal problema agravante da erosão. Este fato faz com que a mensuração dos fatores relacionados aos processos erosivos seja um importante indicador a ser levado em consideração nos instrumentos de geoconservação. Considera-se que as áreas de acesso a todo e qualquer elemento do suporte abiótico podem sofrer diferentes níveis de degradação se não apresentam condições

favoráveis para o trânsito de pessoas que buscam desenvolver atividades turísticas, pedagógicas e etc.

Sobre os instrumentos para a conservação da geodiversidade, identificou-se que existem muitas formas de utilizar o conhecimento sobre meio abiótico para planejar a sua apropriação da maneira mais sustentável possível. Ou seja, pode ser através do geoturismo, da geração e difusão do conhecimento científico sobre o local, dos benefícios sociais e dos serviços ambientais.

Portanto, considerando as várias aplicações sobre a temática, que propõem e até concretizam muitas das etapas da geoconservação, assim como, a importância de levar essa nova discussão para a área de estudo, ao considerar que trata-se de uma área com aspectos físicos de muita relevância para a discussão em questão, propõem-se algumas medidas que podem ter grande importância para o desenvolvimento local:

- Palestras nas escolas e na comunidade sobre geodiversidade, geoconservação, degradação e recuperação dos solos;

- Painéis interpretativos ao longo da orla do município de Ferreira Gomes ilustrando a história do processo de formação da estrutura geológica e geomorfológica do local, bem como, do tempo dispensado pelo meio para formar tais estruturas e do tempo que a sociedade leva para descaracterizar, podendo levar à degradação. É possível através de instrumentos educativos como os painéis, inserir informações importantes, como por exemplo, a relação que existe entre a geologia e a geomorfologia e os recursos minerais, bem como, o potencial para a geração de energia. Inclusive, a UHE mais antiga da Amazônia, encontra-se no médio Araguari, a UHE Coaracy Nunes;

- Inserção da temática da conservação do patrimônio geomorfológico nos planos de manejo das unidades de conservação, que podem ser visitadas como forma de prática do geoturismo, visando melhor conhecimento de geociências;

- Fomento à realização de algumas atividades turísticas, como a ida até as corredeiras que ficam emersas durante o período da estiagem na região;

Assim, pretendeu-se com esta tese apresentar uma contribuição à conservação do meio abiótico, a partir da premissa de que as estratégias de

geoconservação são possíveis se, também: 1 – existir flexibilidade na atualização dos métodos de análise, já que, mensurar os processos atuantes pode ser um importante passo para romper com a subjetividade, problema metodológico que este tipo de pesquisa carrega na aplicação do método em diferentes realidades; e 2 – considera-se, no caso do envolvimento dos geógrafos e geomorfólogos, a escala de atuação dos processos geomorfológicos, pois trata-se de uma importante categoria, visto que, além da geoforma, que é reconhecidamente um elemento do meio abiótico dotada de valores, há uma atenção as suas áreas de acesso e à mensuração dos processos que atuam na transformação e degradação do relevo e dos solos, como a erosão.

Por fim, compreender e quantificar esses processos pode auxiliar na construção de critérios para se aferir o nível de estágio de conservação, e dotar os trabalhos de maior objetividade. A presente tese buscou contribuir com a metodologia de análise da geodiversidade, mas considera-se que pesquisas posteriores serão importantes, pois contribuirão com o refinamento do método.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. **Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas sobre o Quaternário.** Geomorfologia. n. 18, IGEOG-USP, 1969.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – (ANEEL). **Banco de informação de geração.** Disponível em: <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/UsinaListaSelecao.asp>. Acesso em: 05 de outubro de 2017.

ALEXANDROVICZ, Z. **The optimum system of tors protection in Poland.** Ochrona Przyrody, No. 47. 1990. p.277–308.

\_\_\_\_\_. **Geoconservation in Poland for progresses of long-lasting development.** Polish Geological Review. Geotourism in Poland, 56, 8/1, 2008. p.579–583.

ALBANI, R. **Avaliação de interesse de seis geossítios da bacia de Resende.** In: Anais do VII Congresso Brasileiro de Geógrafos, Vitória/ES. 10 a 16 de agosto de 2014. 9p.

ALBANI, R.; SANTOS, W.; CARVALHO, I. **Inventário e quantificação de geossítios da bacia de Resende – estado do Rio de Janeiro.** Geonomos, 22(2), 2014. p.64 - 69.

ALCALÁ, L. **Spanish steps towards geoconservation.** Earth heritage, No. 11. 1999. p. 14–15.

ALKHARABSHEH, M.; ALEXANDRIDIS, T.; BILAS, G.; MISOPOLINOS, N.; SILLEOS, N. **Impact of land cover change on soil erosion hazard in northern Jordan using remote sensing and GIS.** Procedia Environmental Sciences 19, 2013. p.912 – 921.

ALMEIDA, J.; SUGUIO, K. **Potencialidade geoturística das dunas eólicas da ilha Comprida - estado de São Paulo.** São Paulo, UNESP, Geociências, v. 31, n. 3, 2012. p. 473-484.

AMAPÁ. **Código Ambiental Estado do Amapá.** Macapá: Secretaria de Meio Ambiente do Amapá, 1999.

ARAUJO, G.; ALMEIDA, J.; GUERRA, A. **Gestão Ambiental de Áreas Degradadas.** Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 4ª edição, 2009. 320p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** SANTOS, M. J. Z. (Trad.). 16ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 350p.

BARBIER, E. **The farm level economics of soil conservation: the uplands of Java.** Land Economics, 66, 1990. p. 199-212.

BARBOSA, M.; FURRIER, M. **Caracterização geomorfológica e morfométrica para averiguação da atividade tectônica.** In: Mercator. Fortaleza, v. 14, n. 3. DOI: 10.4215/RM2015.1403.0008 p. 123-149. 2015.

BARROW, C. **Land degradation.** Cambridge University Press. 1991.

BELLIN, N.; VANACKER, V.; WESEMAEL, B.; SOLÉ-BENET A., BAKKER M. **Natural and anthropogenic controls on soil erosion in the Internal Betic Cordillera (southeast Spain).** Catena 87, 2011. p.190–200.

BENTO, L.; ARAUJO, M.; RODRIGUES, G.; SILVA, V.; RODRIGUES, S. **Potencial Geoturístico das Quedas D'água de Indianópolis-MG para o Público Escolar: Unindo Ciência e Contemplação.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 - 1 / 2012. p.152-164.

BENTO, L.; RODRIGUES, S. **Geomorfologia fluvial e geoturismo - o potencial turístico de quedas d'água do município de Indianópolis, Minas Gerais.** Campinas, SeTur/SBE. Pesquisas em Turismo e Paisagens Cársticas, 2(1), 2009. p.57-68.

\_\_\_\_\_. **Geoturismo e geomorfossítios: refletindo sobre o potencial turístico de quedas d'água – um estudo de caso do município de Indianópolis/MG.** Rev. Geogr. Acadêmica v.4, n.2, 2010. p.96-104.

\_\_\_\_\_. **Geodiversidade e potencial geoturístico do Salto de Furnas - Indianópolis-MG.** RA´E GA 21, 2011. p. 272-297.

\_\_\_\_\_. **Aspectos geológico-geomorfológicos do Parque Estadual do Ibitipoca/MG: base para o entendimento do seu geopatrimônio.** Sociedade e Natureza, Uberlândia, n. 1/2, 2013. p.379-393.

\_\_\_\_\_. **Geoturismo no parque estadual do Ibitipoca/mg (PEI): potencialidades e limitações.** Bol. geogr., Maringá, v. 32, n. 2, 2014. p.50-64.  
BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo.** São Paulo: Ícone, 2010. 355p.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global.** Caderno de ciências da terra. Universidade de São Paulo: São Paulo, 1971. 27p.

BEZERRA, J.; GUERRA, A.; RODRIGUES, S. **Relações entre potencial matricial no solo e cobertura vegetal em uma estação experimental, Uberlândia MG.** Sociedade & natureza (UFU. Online), v. 24, 2012a. p. 1-9.

\_\_\_\_\_. **Análise da variação da umidade superficial em parcelas experimentais, Uberlândia MG.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 1, 2012b. p. 1-20.

BIER, L.; VERDUM, R. **Percepção da paisagem: aerogeradores em Tapes (RS).** In: Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 4, N.1. 2014. p. 47-64.

BOARDMAN, J. **An average soil erosion rate for Europe: myth or reality?** Journal of Soil and Water Conservation 53 (1), 1998. p. 46-50.

BOARDMAN, J. **Storms, floods and soil erosion on the South Downs, East Sussex, autumn and winter 2000 - 01.** Geography 86 (4), 2001. p. 346-355.

BOARDMAN, J. Prefácio. In: GUERRA, A.; SILVA, A.; BOTELHO, R. (org.). **Erosão e conservação dos solos - conceitos, temas e aplicações.** 1ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

BOARDMAN, J. **Soil erosion science: Reflections on the limitations of current approaches.** Catena 68, 2006. p.73 – 86.

BOAVENTURA, F.; NARITA, C. Geomorfologia da folha NA/NB.22 - Macapá. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: levantamento de recursos naturais.** Rio de Janeiro: DNPM, v.6, 1974. 467p.

BORBA, A. **Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no estado do Rio Grande do Sul. Pesquisa em geociências.** Instituto de Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2011. p. 03-14.

BORBA, A.; SOUZA, L.; MIZUSAKI, A.; ALMEIDA, D.; STUMPF, P. **Inventário e avaliação quantitativa de geossítios: exemplo de aplicação ao patrimônio geológico do município de Caçapava do Sul (RS, Brasil).** Pesquisas em Geociências, IGEO – UFRGS, Porto Alegre, 40 (3), 2013. p.275 - 294.

BRADY, N.; WEIL, R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos.** 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988.** Artigo 225º. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1988.

BRILHA, J. **Patrimônio geológico: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Palimage Editores, Viseu. 2005, 183p.

\_\_\_\_\_. **Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review**. *Geoheritage*. 2016. p. 119 - 134. DOI 10.1007/s12371-014-0139-3

BRILHA, J.; ALCALA, L.; ALMEIDA, A.; ARAÚJO, A.; AZERÊDO, A.; AZEVEDO, M.; BARRIGA, F.; BRUM DA SILVEIRA, A.; CABRAL, J.; CACHÃO, M.; CAETANO, P.; COBOS, A.; COKE, C.; COUTO, H.; CRISPIM, J.; CUNHA, P.; DIAS, R.; DUARTE, L.; DÓRIA, A.; FALÉ, P.; FERREIRA, N.; FERREIRA SOARES, A.; FONSECA, P.; GALOPIM DE CARVALHO, A.; GONÇALVES, R.; GRANJA, H.; HENRIQUES, M.; KULLBERG, J.; KULLBERG, M.; LEGOINHA, P.; LIMA, A.; LIMA, E.; LOPES, L.; MADEIRA, J.; MARQUES, J.; MARTINS, A.; MARTINS, R.; MATOS, J.; MEDINA, J.; MIRANDA, R.; MONTEIRO, C.; MOREIRA, M.; MOURA, D.; NETO DE CARVALHO, C.; NORONHA, F.; NUNES, J.; OLIVEIRA, J.; PAIS, J.; PENA DOS REIS, R.; PEREIRA, D.; PEREIRA, P.; PEREIRA, Z.; PIÇARRA, J.; PIMENTEL, N.; PINTO DE JESUS, A.; PRADA, S.; PREGO, A.; RAMALHO, L.; RAMALHO, M.; RAMALHO, R.; RELVAS, J.; RIBEIRO, A.; RIBEIRO, M.; ROCHA, R.; SÁ, A.; SANTOS, V.; SANT'OVAIA, H.; SEQUEIRA, A.; SOUSA, M.; TERRINHA, P.; VALLE AGUADO, B.; VAZ, N. **O inventário nacional do património geológico: abordagem metodológica e resultados**. *e-Terra*, 18(1). 2010.

BRILHA, J.; HENRIQUES, R. **Desenvolvimento de aplicações educativas em Geologia: um exemplo**. *Ciências da Terra (UNL)*. Número especial IV. Monte de Caparica. 2000. p. 37-42.

CARCAVILLA, L.; DURÁN, J.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, J. **Geodiversidad: concepto y relación con el patrimonio geológico**. *Geo-Temas*. VII Congreso Geológico de España. Las Palmas de Gran Canaria. 2008. p.1299-1303.

CASTRO, A.; GRECO, P.; ROMEIRO, E.; DIOGO, M.; CARVALHO, I. **A atuação do Museu da Geodiversidade (MGEO – IGEO/UFRJ) na proteção e divulgação do patrimônio geológico**. I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile. 2011. 5p.

CASTRO, I. O problema da escala. In: **Geografia: conceitos e temas**. CASTRO, I.; GOMES, P.; CORREA, R. (Orgs.) – 2ª ed. – Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1995. p. 117–140.

\_\_\_\_\_. **Escala e pesquisa na geografia. Problema ou solução?**. In: *Espaço Aberto*, PPGG - UFRJ, V. 4, N.1. 2014. p. 87-100.

CAVALCANTE, M.; FURTADO, E. **Potencial geoturístico em unidades de conservação: Um estudo do Parque Estadual da Pedra da Boca-PB.** GeoTextos, vol. 7, n. 1, 2011. p.143-157.

CAVALHEIRO, M. **A representação gráfica de indicadores como subsídio para a gestão de recursos hídricos no Pontal do Paranapanema/SP.** Dissertação de Mestrado/Universidade estadual Paulista, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Presidente Prudente. 80p. 2014.

CHAVES, T.; ANDRADE, A.; LIMA, J.; PORTOCARRERO, H. **Recuperação de áreas degradadas por erosão no meio rural.** Niterói: Programa Rio Rural, 2012. 21p.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** 2ª ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

\_\_\_\_\_. Formas de relevo originadas em ambientes fluviais. In: **Geomorfologia fluvial. Volume I – O canal fluvial.** São Paulo: Edgard Blücher. 1981. p.210-292.

CORDEIRO, A.; BASTOS, F. **Potencial geoturístico do estado do Ceará, Brasil.** CULTUR, ano 8, n 2, 2014. p.86-113.

COVELLO, C.; FILHO, N.; BRILHA, J. **A geodiversidade do município de Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.** Revista do Departamento de Geografia. USP. Volume Especial – Eixo 6, 2017. p. 104 – 111.

CUNHA, S. Geomorfologia fluvial. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** GUERRA, A. e CUNHA, S. (Orgs.). Ed: Bertrand Brasil, 2001.

DELPOUX, M. **Ecossistema e paisagem.** Métodos em Questão. N. 7. IGOG, USP, São Paulo, 1974.

DESIR, G.; MARÍN, C. **Role of erosion processes on the morphogenesis of a semiarid badland area.** Bardenas Reales (NE Spain). Catena 106, 2013. p. 83-92.

DE SOUZA, E.; CARMO, A.; MORAES, B.; NACIF, A.; FERREIRA, D.; ROCHA, E.; SOUZA, P. **Sazonalidade da precipitação sobre a Amazônia Legal brasileira: clima atual e projeções futuras usando o modelo REGCM4.** Revista Brasileira de Climatologia. ISSN: 1980-055x. Ano 12 – Vol. 18 – Jan/Jun, 2016. p.293 – 306.

ECOTUMUCUMAQUE. **Diagnóstico do meio físico. Estudo de Impacto Ambiental da usina hidrelétrica de Ferreira Gomes, no rio Araguari, estado do Amapá.** 2010. 608 p.

EDWARDS, W.; OWENS, L. **large storm effects on total soil erosion.** Journal of Soil and Water Conservation 46 (1), 1991. p. 75-78.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA (Brasil). **Manual de métodos de análise de solo.** Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997.

\_\_\_\_\_. **SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

\_\_\_\_\_. **Notícias: Relatório da FAO com participação da EMBRAPA revela que 33% dos solos do mundo estão degradados.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>. 2015. Acessado em 16 de outubro de 2017.

ESPIRITO SANTO, C.; GUERRA, A.; SZLAFSZTEIN, C. **Geodiversidade no médio curso do rio Araguari, município de Ferreira Gomes - estado do Amapá.** *Workshop Arte & Ciência* (2017): 26 Out. 2017. 13p. Disponível em: <https://conferencias.ufrj.br/index.php/wac/wap2017/paper/view/1662>.

FERREIRA GOMES, **Plano Diretor Participativo – Município de Ferreira Gomes.** Prefeitura Municipal de Ferreira Gomes – AP. Ferreira Gomes, 2013. 298p.

FERREIRA, R.; SANTOS, R. **Mapeamento de áreas susceptíveis a inundação no perímetro urbano de Ferreira Gomes – Ap.** Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geomorfologia. Maringá – PR. 15 a 21 de setembro de 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-441-1697.html>. Acesso em: 01 de outubro de 2017.

FERREIRA, V.; SILVA, M.; CURI, N.; OLIVEIRA, A.; SILVA, M.; AVANZI, J. **Influência antrópica e atributos do solo: inter-relações em ambientes de voçorocas na mesorregião Campos das Vertentes, MG.** GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 36, n. 1, , jan./abr, 2011. p. 209-219.

FIALHO, D.; ARAÚJO, S.; BAGNOLI, E. **Diagnóstico geoambiental e geoturístico na Área de Proteção Ambiental do cariri paraibano.** Anais do XVII Encontro Nacional de Geógrafos. Porto Alegre, 2010. 10p.

FIERZ, M. **A teoria do equilíbrio dinâmico em geomorfologia**. Geosp – Espaço e Tempo (Online), v. 19, n. 3, p. 605-629, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

FLORENZANO, T. Introdução à geomorfologia. In: **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. FLORENZANO, T. (Org.). São Paulo: oficina de textos, 2008.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – FAO - **Status of the world's soil resources (SWSR)** - Main Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy. 2015. 648p.

FULLEN, M.; CATT, J. **Soil management: problems and solutions**. Oxford: Oxford University Press, 2004. 269p.

FUNDAÇÃO NACIONAL DO ÍNDIO (FUNAI). **Índios no Brasil. Terra Indígena**. Disponível em: <http://www.funai.gov.br/index.php/indios-no-brasil/terras-indigenas>. Acesso em 13 de julho de 2017.

GARCÍA-CORTÉS, Á.; BARETTINO, D.; GALLEGRO, E. **Inventory and cataloguing of Spain's geological heritage. an historical review and proposals for the future**. In: III International Symposium ProGEO on the Conservation of the Geological Heritage, held in Madrid (Spain), 2000. p.47-67.

GARCÍA-CORTÉS, Á.; URQUÍ, L. **Documento metodológico para la elaboración del inventario español de lugares de interés geológico (IELIG)**. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. 2013. 64p.

GLOBAL GEOPARKS NETWORK (GGN). **Distribution of GGN members**. Disponível em: <http://www.globalgeopark.org/homepageaux/tupai/6513.htm>. Acesso em 28 de maio de 2017.

GOUVEIA, I.; LEAL, A.; TROMBETA, L.; STOQUI, V. **Contribuição do planejamento de recursos hídricos em bacia hidrográfica: geomorfologia e fragilidade geoambiental da UGRH Paranapanema**. Revista do Departamento de Geografia – USP, V. 27, 2014. p. 21-46.

GONÇALVES, L.; GUERRA, A. Movimentos de massa na cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil** (Orgs. GUERRA, A.; CUNHA, S.). 3ª edição – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p.189-252.

GOMIDE, P.; SILVA, M.; SOARES, C. **Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambiente de voçorocas no município de Lavras – MG**. R. Bras. Ci. Solo, 35, 2011. p.567-577.

GRANDGIRARD V. **Gestion du patrimoine naturel, l'inventaire des géotopes géomorphologiques du canton de Fribourg.** Ukpiq, Rapports de Recherches de l'Institut de Géographie de l'Université de Fribourg, 8, 1996. p. 181-195.

\_\_\_\_\_. **Géomorphologie, protection de la nature et gestion du paysage.** Thèse de doctorat N.º 1163, Université de Fribourg, Institut de Géographie. 1997.

\_\_\_\_\_. **An inventory of geomorphological geotopes in the canton of Fribourg (Switzerland).** Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia, 54, 1999. p. 273 - 278.

GREGORY, K. **A Natureza da Geografia Física.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1992.

GUERRA, A. Contribuição ao estudo da geologia do Território Federal do Amapá. In: **Coletânea de textos geográficos de Antônio Teixeira Guerra.** GUERRA, A. (Org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. 273-311.

GUERRA, A. **A erosão dos solos no contexto social.** Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ, 17, 14-23.. Anuário do Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, v. 17, 1994, p. 14-23.

\_\_\_\_\_. Processos erosivos nas encostas. In: **Geomorfologia - exercícios, técnicas e aplicações.** Orgs. CUNHA, S. e GUERRA, A., Ed. Bertrand Brasil, 2ª ed., 2002. p.139-155.

\_\_\_\_\_. Encostas e a Questão Ambiental. In: GUERRA, A.J.T. (Org.). **A Questão Ambiental - Diferentes Abordagens.** 1ed. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil LTDA, v. 1, 2003. p.191-218.

\_\_\_\_\_. Processos erosivos nas encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** GUERRA, A. e CUNHA, S. (Orgs.). – 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005a. p.149-209.

\_\_\_\_\_. **Experimentos e Monitoramentos em Erosão dos Solos.** Revista do Departamento de Geografia, 16, 2005b. p.32-37.

\_\_\_\_\_. Encostas urbanas. In: **Geomorfologia urbana.** GUERRA, A.J.T. (Org.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.13-42.

GUERRA, A.; FULLEN, M.; JORGE, M.; BEZERRA, J.; SHOKR, M. **Slope Processes, Mass Movement and Soil Erosion: A Review.** Pedosphere, v. 27, 2017. p.27 - 41.

GUERRA, A.; GUERRA, A. **Novo dicionário geológico-geomorfológico**. 3ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.

GUERRA, A.; MARÇAL, M. **Geomorfologia ambiental**. 4ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012. 190p.

GRAY, M. **Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature**. John Wiley & Sons, Sussex, 2004. 434 p.

HARROLD, L.; EDWARDS, W. **A severe rainstorm test of no-till corn**. Journal of Soil and Water Conservation. 1972.

HECK, R. **A dinâmica de uso da terra e a sua interferência na paisagem do laranja – Pelotas (RS)**. Dissertação de Mestrado/Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre. 2017. 126p.

HJORT, J.; GORDON, J.; GRAY, M.; HUNTER Jr., M. **Why geodiversity matters in valuing nature's stage**. **Conservation Biology**. 2015. Disponível em:  
[file:///C:/Users/starbyte/Downloads/3.Hjort etal.2015.Why geodiversity matters .pdf](file:///C:/Users/starbyte/Downloads/3.Hjort%20etal.2015.Why%20geodiversity%20matters.pdf)

HOSE, T. **Selling the Story of Britain's Stone**. Environmental Interpretation, 2, 1995. p.16-17.

\_\_\_\_\_. **European Geotourism – Geological Interpretation and Geoconservation Promotion for Tourists**. In: BARETTINO, D; WIMBLEDON, W.; GALLEGOS, E. (coords.). Geological Heritage: Its Conservation and Management, Madrid, 2000. p.127-146.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - (IBGE). **Mapa de geologia do Estado do Amapá**. Rio de Janeiro, 2004a. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

\_\_\_\_\_. **Mapa de Geomorfologia do estado do Amapá**. Rio de Janeiro, 2004b. Mapa: Escala 1:750.000.

\_\_\_\_\_. **Mapa de pedologia do Estado do Amapá**. Rio de Janeiro, 2004c. 1 Mapa. Escala 1: 750.000.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2009. 182 p.

\_\_\_\_\_. **Censo Demográfico**, 2010.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de uso da terra**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2013. 170 p.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de pedologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015a. 430 p.

\_\_\_\_\_. **Manual técnico de pedologia: Guia de campo**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - 3. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2015b. 134 p.

\_\_\_\_\_. IBGE, Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2015. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

\_\_\_\_\_. Produção Agrícola Municipal 2016. Rio de Janeiro: IBGE, 2017a.

\_\_\_\_\_. População. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/ferreira-gomes/panorama> >. Acesso em: 25 de setembro de 2017b.

\_\_\_\_\_. População. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ap/porto-grande/panorama> >. Acesso em: 25 de setembro de 2017c.

\_\_\_\_\_. **Áreas especiais**. Amazônia Legal. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/amazonialegal.shtm>. Acesso em: 19 de janeiro de 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS CIENTÍFICAS E TECNOLÓGICAS DO ESTADO DO AMAPÁ (IEPA), **Macrodiagnóstico do Estado do Amapá: Primeira Aproximação do ZEE**. Macapá: IEPA. 2008. 142p.

\_\_\_\_\_. **Diagnóstico do setor mineral do estado do Amapá**. OLIVEIRA, M. J. (Coord.). Macapá: IEPA. 2010. 148p.

JAKAB, G.; SZALAI, Z.; KERTÉSZ, A.; TÓTH, A.; MADARÁSZ, B.; SZABÓ, S. **Biological geotextiles against soil degradation under subhumid climate – a case study**. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 7, No. 2, 2012. p.125–134.

JORGE, M. **Potencial geoturístico e estratégias de geoconservação em trilhas situadas na região sul do município de Ubatuba – SP**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, 2017. 223p.

JORGE, M.; GUERRA, A. **Geomorfologia do cotidiano – A degradação dos solos**. Revista GEONORTE, Edição Especial, 4 (4), 2012. p.116–135.

JORGE, M.; GUERRA, A. **Geodiversidade, geoturismo e geoconservação: conceitos, teorias e métodos**. Revista Espaço Aberto, PPGG – UFRJ, V.6, N.1, 2016. p.151 - 174.

JORGE, M.; PEREIRA, L.; GUERRA, A.; MOREIRA, R. **Potencial geoturístico em Unidades de Conservação: um estudo da trilha Cachoeira da Água Branca situada no Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba – AP**. Revista Geonorte. Edição especial 4, v. 10, n. 1, 2014. p. 645-651.

KOH, Y.; OH, K.; YOUN, S.; KIM, H. **Geodiversity and geotourism utilization of islands: Gwanmae Island of South Korea**. Journal of Marine and Island Cultures 3, 2014. p.106–112.

LARSON, W.; LINDSTROM, M.; SCHUMACHER, T. **The role of severe storms in soil erosion: a problem needing consideration**. Journal of Soil and Water Conservation 52 (2), 1997. p. 90-95.

LE MOS, E. **Inventário de geomorfossítios e patrimônio geológico construído no município de Angra dos Reis (RJ) como base ao planejamento turístico**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial 4, V.10, N.1, 2014. p.516-521 (ISSN 2237-1419).

LEPSCH, I. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2ª edição, 2010. 216 p.

LIBAULT, A. **Os quatro níveis da pesquisa geográfica**. Métodos em questão, 1 IGEOG-USP. São Paulo, 1971.

LIMA, F. **Proposta Metodológica para a Inventariação do Patrimônio Geológico Brasileiro**. Tese de Mestrado em Patrimônio Geológico e Geonservação. Universidade do Minho. 2008. 103p.

LIMA, F.; BRILHA, J.; SALAMUNI, E. **Inventorying geological heritage in large territories: a methodological proposal applied to Brazil**. Geoheritage 2(3–4), 2010. p.91-99.

LIMA, M.; MONTALVÃO, R.; ISSLER, R.; OLIVEIRA, A.; BASEI, M.; ARAÚJO, J.; SILVA, G. **Geologia da folha NA/NB.22 - Macapá**. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: DNPM, v.6, 1974. 467p.

LIMA, M.; BEZERRA, P.; ARAÚJO, T. **Sistematização da geologia do estado do Amapá.** In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA. Belém: SBG-Núcleo Norte, 1991. p. 322-335.

LOBO, H.; VERÍSSIMO, C.; FILHO, W.; FIGUEIREDO, L.; RASTEIRO, M. **Potencial geoturístico da paisagem cárstica.** Global Tourism, v.3, n 2, 2007. 20p.

LOUREIRO, H.; FERREIRA, S. **O papel das geotecnologias no estudo das feições erosivas e de movimentos de massa no Brasil.** In: PROCESSOS EROSIVOS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS. GUERRA, A.; JORGE, M. (Orgs.), Ed. Oficina de Textos, 2013. p.95-125.

LOZANO, G. **Geodiversidad: cuantificación y distribución en la provincia de Segovia.** A. HILARIO, M. MENDIA, M. MONGE, E. FERNÁNDEZ, J. VEGAS Y A. BELMONTE (eds.). Patrimonio geológico y Geoparques, avances de un camino para todos. Cuadernos del Museo Geominero, no 18. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2015. p. 65-70. ISBN 978-84-7840-962-4

MANSUR, K. **Diretrizes para Geoconservação do Patrimônio Geológico do Estado do Rio de Janeiro. O caso do Domínio Tectônico Cabo Frio.** Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2010a. 350p.

MANSUR, K. **Ordenamento Territorial e Geoconservação: Análise das Normas Legais Aplicáveis no Brasil e um Caso de Estudo no Estado do Rio de Janeiro.** Geociências, v.29, n.2, 2010b. p.237-249.

MANTESSO-NETO, V.; MANSUR, K.; RUCHKYS, U.; NASCIMENTO, M. **O Que Há de Geológico nos Atrativos Turísticos Convencionais no Brasil.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 – 1, 2012. p.49-57.

MARAN, A. **Valuing the geological heritage of Serbia.** Bulletin of the Natural History Museum, 2010. p.47-66.

MARQUES, J.; CURI, N.; FERREIRA, M.; LIMA, J.; SILVA, M.; CAROLINO de SÁ. **Adequação de métodos para estimativa da erodibilidade de solos com horizonte B textural no Brasil.** Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 21, 1997. p. 447-456.

MARQUES, J. Ciência geomorfológica. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos.** GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S. B. (Orgs.) – 6ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 23-50.

MARTINS, S.; AVANZI, J.; SILVA, M.; CURI, N.; NORTON, L.; FONSECA, S. **Rainfall erosivity and rainfall return period in the experimental watershed of aracruz, in the coastal plain of Espírito Santo, Brazil.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2010. p.999-1004.

MARTORANO, L.; LISBOA, L.; VILLA, P.; MORAES, J. **Fragilidade das terras pelo processo erosivo das chuvas em áreas antrópicas e declivosas na Amazônia Legal.** Anais do XXXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Amazônia e seus solos: peculiaridades e potencialidades. Belém - PA. 30 de julho a 01 de agosto de 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319650712\\_FRAGILIDADE\\_DAS\\_TERRAS\\_PEL\\_O\\_PROCESSO\\_EROSIVO\\_DAS\\_CHUVAS\\_EM\\_AREAS\\_ANTROPICAS\\_E\\_DECLIVOSAS\\_NA\\_AMAZONIA\\_LEGAL](https://www.researchgate.net/publication/319650712_FRAGILIDADE_DAS_TERRAS_PEL_O_PROCESSO_EROSIVO_DAS_CHUVAS_EM_AREAS_ANTROPICAS_E_DECLIVOSAS_NA_AMAZONIA_LEGAL). Acesso em: 16 de outubro de 2017.

MEDEIROS, J.; NETO, J. **Transformações urbanas em rios com empreendimentos hidrelétricos: novo cenário urbanístico para a orla da cidade de Ferreira Gomes, Amapá.** Anais do 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável. Maceió – Al. 05 a 07 de outubro de 2016. Disponível em: <http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/files/Tema%201%20-%20Ambiente%20e%20Energia/Paper1390.pdf>. Acesso em: 23 de setembro de 2017.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. **Climatologia: noções básicas e clima do Brasil.** São Paulo: oficina de textos, 2007. 206p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza-SNUC.** Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 agosto 2002. Brasília; MMA/SBF, 2002.

MONOSSO, F. **Geodiversidade e Geoturismo: o potencial da Serra do Cadeado-Pr.** Anais do VI Seminário de Pesquisa em Turismo do MERCOSUL – Caxias do Sul, 2010. 14p.

MONOSSO, F.; ONDICOL, R. **Geodiversidade: Considerações Sobre Quantificação e Avaliação da Distribuição Espacial.** Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. ISSN 0101-9759 e ISSN 1982-3908 - 2012. p. 90-100.

MORGAN, R. **Soil erosion and conservation.** 3ª ed. ISBN: 1-4051-1781-8. 2005. 316p.

MOTA, J.; FREIRE, A.; ALVES, C.; ALENCAR, T. **Impactos de uso e manejo do solo na variabilidade e qualidade dos atributos físicos de Cambissolos.** Revista Agro@mbiente on-line, v. 11, n. 4, 2017. p. 277 – 289.

MOURA, H.; SILVA, E.; COSTA, J.; ESPIRITO SANTO, C.; OLIVEIRA, M. **Resistividade elétrica aplicada aos estudos de erosão da orla municipal de Ferreira Gomes (AP): resultados preliminares.** Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geomorfologia. Maringá – PR. 15 a 21 de setembro de 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/6/6-441-1697.html>. Acesso em: 01 de outubro de 2017.

MOREIRA, J. **Geoturismo: uma abordagem histórico-conceitual.** Turismo e paisagens cársticas. Campinas, SeTur/SBE, V.3, N.1, 2010. p.5 - 10.

NASCIMENTO, M.; MANSUR, K.; MOREIRA, J. **Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo.** Revista Equador, PPGG – UFPI, V.4, N. 3, edição especial n 2, 2015. p.28 - 48.

OLIVEIRA, C.; SALGADO, A.; LOPES, F. **Proposta de classificação de relevância de quedas d'água como subsídio a conservação do Patrimônio Natural.** Revista Brasileira de Geomorfologia. V.8, nº 3, 2017. p. 465-481.

OLIVEIRA, F.; SILVA, M.; AVANZI, J.; CURTI, N.; LEITE, F. **Avaliação de perdas de solo em estradas florestais não pavimentadas no Vale do Rio Doce, Minas Gerais.** Sci. For., Piracicaba, v. 38, n. 87, 2010. p.331-339.

OLIVEIRA, L.; CUNHA, A.; JESUS, E.; BARRETO, N. Características Hidroclimáticas da Bacia do Rio Araguari (AP). In: **Tempo, clima e recursos hídricos: resultados do Projeto REMETAP no Estado do Amapá.** CUNHA, A.; SOUZA, E.; CUNHA, H. (Coords.) — Macapá: IEPA, 2010. p. 83 – 96.

OLIVEIRA, M.; SUERTEGARAY, D. **Processos geomorfológicos na evolução da paisagem.** In: Revista FSA, Teresina, v. 11, n. 2. 2014. p. 211-233.

PALHARES; J.; GUERRA, A. **Potencialidades no município de Oiapoque, Amapá, para o desenvolvimento do geoturismo.** *Workshop Arte & Ciência* (2017): 26 Out. 2017. 13p. Disponível em: <https://conferencias.ufrj.br/index.php/wac/wap2017/paper/view/1672>.

PALMIERI, F.; LARACH, J. Pedologia e geomorfologia. In: **Geomorfologia e meio ambiente.** GUERRA, A.; CUNHA, S. (Orgs.) - 5ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004. p. 59 – 122.

PEREIRA, D.; BRILHA, J.; PEREIRA, P. **Geodiversidade: valores e usos. “Identificação, caracterização e conservação do património geológico: uma estratégia de geoconservação para Portugal”.** (PTDC/CTEGEX/64966/2006); Financiamento: Fundação para a Ciência e a Tecnologia. 2006. 16p.

PEREIRA, L. **Análises físico-químicas de solos com distintas coberturas vegetais e processos hidroerosivos em área degradada na bacia do rio Maranduba – Ubatuba, São Paulo.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós Graduação em Geografia, 2015. 117p.

PEREIRA, L.; RODRIGUES, A.; JORGE, M.; GUERRA, A.; FULLEN, M. **Processos hidro-erosivos em solos degradados em relevo de baixa declividade.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v.17, nº 2, 2016. p. 299 – 316.

PEREIRA, P. **Património Geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho.** Tese de Doutoramento em Ciências. Universidade do Minho. Braga. 2006. 370 p.

PEREIRA, P.; PEREIRA, D.; ALVES, M. **Avaliação do património geomorfológico: proposta de metodologia.** Associação portuguesa de geomorfólogos, volume V, APgeom, Lisboa. 2007. p. 235 – 247.

PEREIRA, R.; BRILHA, J. **Proposta de quantificação do património geológico da Chapada Diamantina (Bahia, Brasil).** VIII Congresso Nacional de Geologia. 2010. 4p.

PERES, R.; SERRUYA, N.; VIEIRA, L. Levantamento exploratório de solos da folha NA/NB.22 - Macapá. In: BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam:** levantamento de recursos naturais. Rio de Janeiro: DNPM, v.6, 1974. 467p.

PINHEIRO, C. **Avaliação dos impactos socioambientais causados pela extração de areia em Porto Grande/AP.** Anais do II Congresso Amazônico de Meio Ambiente e Energias Renováveis. 9p. 2016.

POESEN, J. **Soil erosion in the Anthropocene: research needs.** Earth Surface Processes and Landforms. 2017. Doi: 10.1002/esp.4250.

PORTO GRANDE. **Plano Diretor Participativo – Município de Porto Grande.** Prefeitura Municipal de Porto Grande – AP. Porto Grande, 2013. 348p.

RAIJ, V.; ANDRADE, J.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais.** Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285p.

RANGEL, L.; GUERRA, A. **Avaliação das propriedades físicas do solo nas trilhas da praia do sono em Paraty – Rio de Janeiro – RJ.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 06, n. 06, 2013. p. 1539 – 1551.

RANGEL, L.; GUERRA, A.; BOTELHO, R. **Potencial geoturístico em unidade de conservação da costa verde (estado do Rio de Janeiro): o Parque Nacional da Serra da Bocaina e o Parque Estadual Cunhambebe.** Disponível em: <https://conferencias.ufrj.br/index.php/wac/wap2017/paper/view/1663>.

REICHERT, J.; SUZUKI, L.; REINERT, D. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: **Tópicos em ciência do solo.** – Vol. 1 – Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.49 – 134.

RICCI, M. **Cabanos, patriotismo e identidades: outras histórias de uma revolução.** In: Keila Krinberg e Ricardo Salles. (Org.). O Brasil Imperial. 1ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2009, v. 2, p. 185-231.

RODRIGUES, A. **Diagnóstico da degradação do solo de taludes de corte na bacia hidrográfica do rio Maranduba – Ubatuba/SP.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Programa de Pós Graduação em Geografia, 2016. 104p.

RODRIGUES, A.; PEREIRA, L.; JORGE, M.; GUERRA, A. **Análises físico-químicas de solo de taludes degradados na bacia hidrográfica do rio Maranduba, Ubatuba/SP.** Anais do XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Teresina/PI. 28 de junho a 04 de julho de 2015.

RODRIGUES, A.; RANGEL, L.; PEREIRA, L.; JORGE, M.; GUERRA, A.; FILHO, R. **Qualidade do solo em Unidades de Conservação: Parque Estadual da Serra do Mar e Parque Nacional da Serra da Bocaina.** Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Natal/RN. 02 a 07 de agosto de 2015.

ROSS, L. **O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo.** Revista do Instituto Geológico – SMA – São Paulo, 1992. p.17-30.

\_\_\_\_\_. **Geomorfologia: ambiente e planejamento.** 8 edição – São Paulo: contexto, 2005. 85p.

\_\_\_\_\_. Geomorfologia Ambiental. In: **Geomorfologia do Brasil.** CUNHA, S. e GUERRA, A. (Orgs.). – 7ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p.351-388.

ROSSETTI, D.; BEZERRA, F.; DOMINGUEZ, J. **Late Oligocene–Miocene transgressions along the equatorial and eastern margins of Brazil.** Earth-Science Reviews. v. 123, p. 87-112. 2013.

SANTOS, E.; MARIANO, G.; BRILHA, J.; NASCIMENTO, M. **Caracterización y cuantificación del patrimonio geológico de la region agreste de Pernambuco (Noreste de Brasil)**. Patrimonio geológico y geoparques, avances de un caminho para todos. Cuadernos del Museo Geominero, no 18. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 2015. 5p.

SANTOS, E.; SILVA, F. **Revisitando o conceito de escala na geografia**. In: Bol. geogr., Maringá, v. 32, n. 3. 2014. p. 16-27.

SANTOS, W.; CARVALHO, I. **Propostas para conservação, valorização e divulgação do patrimônio geológico de São José de Itaboraí - Itaboraí, Estado do Rio de Janeiro (Brasil)**. I Simposio de Geoparques y Geoturismo en Chile. 2011. 4p.

SANTOS, W.; CARVALHO, I.; BRILHA, J.; LEONARDI, G. **Inventory and Assessment of Palaeontological Sites in the Sousa Basin (Paraíba, Brazil): Preliminary Study to Evaluate the Potential of the Area to Become a Geopark**. Geoheritage. DOI 10.1007/s12371-015-0165-9. 2015. 18p.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO AMAPÁ (SEMA-AP). **Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Amapá**. DRUMMOND, J.; DIAS, T.; BRITO, D. (Orgs.). Macapá: MMA/IBAMA-AP; Gea/SEMA. 2008. 129p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Geoparques**. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=134>. Acesso em: 08 de maio de 2017.

\_\_\_\_\_. **Mapa geodiversidade do estado do Amapá**. Escala 1:800.000. 2013.

\_\_\_\_\_. **Geodiversidade do estado do Amapá. Programa geologia do Brasil, levantamento da geodiversidade**. JOÃO, X. e TEIXEIRA, S. (Orgs.). Belém, CPRM, 2016. 140p.

\_\_\_\_\_. **Atlas de rochas ornamentais da Amazônia brasileira**. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/publique/media/atlas\\_rochas\\_ornamentais\\_AM.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/atlas_rochas_ornamentais_AM.pdf). Acesso em: 05 de janeiro de 2016.

SFEIR-YOUNIS, A. **Soil conservation in developing countries**. Western Africa Projects Departament, The World Bank, Washington DC. 1986.

SHRESTHA, D.; SURIYAPRASIT, M.; PRACHANSRI, S. **Assessing soil erosion in inaccessible mountainous areas in the tropics: The use of land**

**cover and topographic parameters in a case study in Thailand.** *Catena* 121, 2014. p.40–52.

SILVA, A. Análise morfológica dos solos e erosão. In: **Erosão e conservação dos solos.** GUERRA, A.; SILVA, A.; BOTELHO, R. (Orgs.) – 2ª ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. p. 101 – 163.

SILVA, A.; SILVA, M.; CURTI, N.; AVANZI, J.; FERREIRA, M. **Erosividade da chuva e erodibilidade de cambissolo e latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais.** *R. Bras. Ci. Solo*, 33, 2009. p.1811-1820.

SILVA, E. **Dinâmica dos processos erosivos na orla fluvial urbana de Ferreira Gomes – Amapá.** Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento regional. Fundação Universidade Federal do Amapá. 2017. 149p.

SILVA, E.; COSTA, J. **Dinâmica de processos erosivos na orla urbana de Ferreira Gomes/Amapá – Resultados preliminares.** Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geomorfologia. Maringá – PR. 15 a 21 de setembro de 2016. Disponível em: <http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/2/2-389-1542.html>. Acesso em: 01 de outubro de 2017.

SILVA, L.; BEZERRA, J.; GUERRA, A. **implicações da mudança na cobertura vegetal em relação à erosão na sub-bacia hidrográfica do rio São Pedro – RJ.** *REVISTA GEONORTE*, V.1, N.6, 2012a. p.1–16.

SILVA, L.; CASTRO, U.; GUERRA, A.; LIMA, F.; MENDES, S.; BEZERRA, J. **Degradação ambiental em áreas destinadas à pecuária na sub-bacia hidrográfica do rio Sana, Macaé-RJ.** *Revista de Geografia (Recife)*, v. 29, 2012b. p. 45-59.

SILVA, M.; NASCIMENTO, M. **Panorama geral sobre a geoconservação em Natal (RN): ameaças à geodiversidade In situ e ex situ.** *Holos*, ano 32, vol. 7. 2016. p. 3 – 14.

SOUZA, L.; SOBREIRA, F. **Proposta de unidades geomorfológicas como suporte à expansão urbana e ao ordenamento territorial.** In: *Revista Brasileira de Geomorfologia*. V.18, nº4. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1235>. 2017. p.703-717.

SUERTEGARAY, D. **A trajetória da natureza. Um estudo geomorfológico sobre os areais de Quaraí – RS.** Tese de Doutorado, Departamento de Geografia, USP, São Paulo, 1987. 243p.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais.** São Paulo: Oficina de Textos, 2010. 408p.

SUN, W.; SHAO, Q.; LIU, J.; ZHAI, J. **Assessing the effects of land use and topography on soil erosion on the Loess Plateau in China.** *Catena* 121, 2014. p.151–163.

TAKKEN, I.; BEUSELINCK, L.; NACHTERGAELE, J.; GOVERS, G.; POESEN, J.; DEGRAER, G. **Spatial evaluation of a physically-based distributed erosion model (LISEM).** *Catena* 37 (3-4), 1999. p. 431-447.

TEIXEIRA, I.; MACHADO, D.; CASTRO, A.; FARIAS, L. **Uma Ferramenta para Compreender a Apropriação do Patrimônio Geológico pela Sociedade: Um Estudo Sobre o Morro do Corcovado/ Rio de Janeiro.** Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ ISSN 0101-9759 e-ISSN 1982-3908 - Vol. 35 - 1 / 2012. p.123-132.

TOMÉ Jr., J. **Manual para interpretação de análise do solo.** Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATIONS - UNESCO. Disponível em: <http://whc.unesco.org/en/about/>. Acesso em: 18 de maio de 2017.

\_\_\_\_\_. **Patrimônio Natural no Brasil.** Representação da Unesco no Brasil. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/natural-sciences/environment/natural-heritage/>. Acesso em: 18 de novembro de 2017.

VITTE, A. **O desenvolvimento do conceito de paisagem e a sua inserção na geografia física.** *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, 6 (11), 2007. p. 71-78.

ZAGORCHEV, I.; TZANKOV, T. **Geological sites of special scientific importance: Bulgarian and Balkan approach.** *Geol. Balc.*, Vol. 26, No. 1, 1996. p.51-56.

ZANATTA, F; LUPINACCI, C.; BOIN, M. **Avaliação dos processos erosivos no Planalto Ocidental Paulista: um estudo de caso em busca de alterações espaciais.** In: *Revista Brasileira de Geomorfologia*. V.18, nº4. DOI: <http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v18i4.1029>. P. 767-782. 2017

ZHANG, R.; LIU, X.; HEATHMAN, G.; YAO, X.; HU, X.; ZHANG, G. **Assessment of soil erosion sensitivity and analysis of sensitivity factors in the Tongbai–Dabie mountainous area of China.** *Catena* 101, 2013. p.92–98.

## APÊNDICE 1 – Resultados das análises de densidade aparente e porosidade, em

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Protocolo	Solicitante	Grupo de Análise	Identificação	Porosidade (%)	Umidade (%)	Densidade Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade de Partícula (g/cm <sup>3</sup> )	
2	432	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	pontal 1 - 23	62,01	7,5	1,4898	3,9216	
3	433	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	pontal 1 - 07	54,42	6,6	1,5194	3,3333	
4	434	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	pontal 1 - 12	58,47	6,6	1,5102	3,6364	
5	435	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	pontal 2 - 15	53,53	16,6	1,6306	3,5088	
6	436	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	pontal 2 - 17	57,1	16,7	1,5051	3,5088	
7	437	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	pontal 2 - 19	58,04	15,1	1,5541	3,7037	
8	438	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	traíra 1 - 08	51,69	17,6	1,6102	3,3333	
9	439	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	traíra 1 - 05	60,55	14,4	1,4888	3,7736	
10	440	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	traíra 1 - 06	60	15	1,4816	3,7037	
11	441	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	traíra 2 - 18	55,68	13,5	1,5551	3,5088	
12	442	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	traíra 2 - 16	50,87	14	1,6378	3,3333	
13	443	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	traíra 2 - 14	53,67	12,3	1,6255	3,5088	
14	444	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	orla 1 - 10	50,92	9,1	1,7847	3,6364	
15	445	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	orla 1 - 03	49,55	8,8	1,7102	3,3898	
16	446	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	orla 1 - 24	46,52	8,5	1,6714	3,125	
17	447	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	orla 2 - 13	49,02	16,5	1,4776	2,8986	
18	448	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	orla 2 - 22	56,67	17,1	1,3755	3,1746	
19	449	Nagib Jorge Melem Júnior	Análise de Solo, Amostra Indeformada	orla 2 - 21	56,18	16,2	1,3694	3,125	
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									

Fonte: Análises feitas no laboratório da EMBRAPA, 2017.

## APÊNDICE 1 - Resultados das análises de pH, matéria orgânica, granulometria, e classificação textural, em triplicata

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Protocolo	Identificação	pH	Matéria Orgânica (g/kg)	Argila (g/kg)	Areia Grossa (g/kg)	Areia Fina (g/kg)	Areia Total (g/kg)	Silte (g/kg)	Classificação SBCS	Classificação Embrapa		
2	426	pontal 1 0-10	5,4	29,57	145	175	485	660	195	Franco-arenosa	Textura média		
3	426	pontal 1 0-10	5,3	28,81	138	155	470	625	237	Franco-arenosa	Textura média		
4	426	pontal 1 0-10	5,3	29,03	144	215	515	730	126	Franco-arenosa	Textura média		
5	427	pontal 2 0-10	5,1	22,08	190	375	295	670	140	Franco-arenosa	Textura média		
6	427	pontal 2 0-10	5,1	21,21	169	390	285	675	156	Franco-arenosa	Textura média		
7	427	pontal 2 0-10	5,1	21,64	148	405	275	680	172	Franco-arenosa	Textura média		
8													
9	428	orla 1 0-10	5,7	25,01	160	58	185	243	597	Franco-siltosa	Textura média		
10	428	orla 1 0-10	5,8	24,58	155	57	220	277	568	Franco-siltosa	Textura média		
11	428	orla 1 0-10	5,8	25,66	168	58	200	258	574	Franco-siltosa	Textura média		
12	429	orla 2 0-10	5,2	19,36	205	100	265	365	430	Franca	Textura média		
13	429	orla 2 0-10	5,2	19,14	204	105	265	370	426	Franca	Textura média		
14	429	orla 2 0-10	5,1	14,80	207	95	255	350	443	Franca	Textura média		
15													
16	430	traira 1 0-10	4,9	25,44	301	250	280	530	169	Franco-argiloarenosa	Textura média		
17	430	traira 1 0-10	4,8	24,14	288	255	270	525	187	Franco-argiloarenosa	Textura média		
18	430	traira 1 0-10	5	16,97	212	280	240	520	268	Franco-argiloarenosa	Textura média		
19	431	traira 2 0-10	4,7	25,99	223	315	300	615	162	Franco-argiloarenosa	Textura média		
20	431	traira 2 0-10	4,7	28,59	243	315	305	620	137	Franco-argiloarenosa	Textura média		
21	431	traira 2 0-10	4,6	27,73	230	320	305	625	145	Franco-argiloarenosa	Textura média		
22													
23													
24													
25													

Fonte: Análises feitas no laboratório da EMBRAPA, 2017.

## ANEXO 1 – GEOPARQUES GLOBAIS DA UNESCO

	<i>Nome do Geoparque</i>	<i>Ano Designado</i>	<i>País</i>	
1	Parque natural Eisenwurzen	2004	Áustria	
2	Geopark de Huangshan		China	
3	Geoparque de Wudalianchi			
4	Geopark de Lushan			
5	Geopark Yuntaishan			
6	Geopark Songshan			
7	Zhangjiajie Sandstone Peak Forest Geopark			
8	Geopark de Danxiashan			
9	Geopark da Floresta de Pedra			
10	Reserve Géologique de Haute Provence			França
11	Park Naturel Régional du Luberon			
12	Parque natural Terra Vita			Alemanha
13	Geopark Bergstrasse-Odenwald			
14	Geopark Vulkaneifel			Grécia
15	Floresta Petrificada de Lesvos			
16	Parque Natural Psiloritis			Irlanda do Norte
17	Marble Arch Caves & Cuilcagh Mountain Park			
18	Geopark da Costa do Cobre			Irlanda
19	Parque Natural Madonie			Itália
20	Geopark de North Pennines AONB			Reino Unido
21	Geopark Hexigten	2005	China	
22	Geopark de Yandangshan			
23	Taining Geopark			
24	Geopark de Xingwen			
25	Geoparque do paraíso boêmio		República Checa	
26	Geopark Harz Braunschweiger Land Ostfalen		Alemanha	
27	Geopark Algas de Suábia		Itália	
28	Parco del Beigua			

29	Hateg País Dinossauro Geoparque		România
30	North West Highlands – Escócia		Reino Unido
31	Geopark Forest Fawr - País de Gales		
32	Geopark de Araripe	2006	Brasil
33	Geopark Taishan		China
34	Geopark Wangwushan-Daimeishan		
35	Geopark Funiushan		
36	Geopark Leiqiong		
37	Geopark de Fangshan		
38	Geopark de Jingpohu		
39	Geopark Gea- Norvegica		Portugal
40	Geopark Naturtejo		Espanha
41	Geoparque de Sobrarbe		
42	Geopark Subeticas		
43	Parque Natural Cabo de Gata		2007
44	Geopark de Papuk	Itália	
45	Parque Geológico e Mineiro da Sardenha	Malásia	
46	Geopark da Ilha Langkawi	Reino Unido	
47	English Geopark da Riviera	China	
48	Geopark Longhushan		
49	Geopark de Zigong	Itália	
50	Geopark Adamello Brenta	2009	China
51	Geopark Rocca Di Cerere		Grécia
52	Geografia de deserto de Alxa		Japão
53	Zhongnanshan Geopark		
54	Geopark Chelmos-Vouraikos		
55	Toya Caldera e Geopark do vulcan de Usu		Portugal
56	Geologia de área vulcânica de Unzen		
57	Geopark de Itoigawa		Reino Unido
58	Geopark de Arouca		
59	Geo Mon Geopark - País de Gales		

60	Geopark de Shetland		
61	Geopark Stonehammer	2010	Canadá
62	Geopark Leye-Fengshan		China
63	Geopark de Ningde		
64	Geopark Rokua		Finlândia
65	Geopark Vikos - Aaos		Grécia
66	Geopark de Novohrad-Nograd		Hungria-Eslováquia
67	Geopark Parco Nazionale del Cilento e Vallo di Diano		
68	Parque Minerero da Toscana		Itália
69	Geopark de San'in Kaigan		Japão
70	Geopark da ilha de Jeju		Coréia
71	Magma Geopark		Noruega
72	Geopark da costa basca		Espanha
73	Geopark do platô de Dong Van Karst		Vietnã
74	Geopark de Tianzhushan		2011
75	Geoparque de Hong Kong		
76	Geoparque dos Bauges	França	
77	Geopark Muskau Arch	Alemanha / Polônia	
78	Geopark Katla	Islândia	
79	Burren e Cliffs of Moher Geopark	Irlanda	
80	Geopark dos Alpes Apuanos	Itália	
81	Geopark de Muroto	Japão	
82	Sierra Norte de Sevilha, Andaluzia		
83	Geopark Villuercas Ibores Jara	Espanha	
84	Geopark dos Alpes Carnic	2012	Áustria
85	Geopark de Sanqingshan		China
86	Geoparque de Chablais		França
87	Geopark Bakony-Balaton		Hungria
88	Geopark de Batur		Indonésia
89	Geopark da Catalunha Central		Espanha
90	Geopark de Shennongjia	2013	China

91	Geopark de Yanqing		
92	Sesia - Val Grande Geopark		Itália
93	Geopark da ilha de Oki		Japão
94	Geopark de Hondsrug		Países Baixos
95	Geopark dos Açores		Portugal
96	Geopark Idrija		Eslovênia
97	Karavanke / Karawanken		Eslovênia e Áustria
98	Geopark vulcânico de Kula		Peru
99	Geopark Grutas del Palacio		Uruguai
100	Mineração dos Alpes Geopark		Áustria
101	Tumbler Ridge Geopark		Canadá
102	Geopark do Monte Kunlun		China
103	Dali Mount Cangshan Geopark		China
104	Geopark Odsherred		Dinamarca
105	Geopark dos Monts d'Ardeche	2014	França
106	Aso Global Geopark		Japão
107	Geografia M'Goun Global		Marrocos
108	Lands of Knights Geopark global		Portugal
109	El Hierro Geopark Global da Região Autónoma das Ilhas Canárias		Espanha
110	Geopark global de Molina e Alto Tajo		Espanha
111	Dunhuang		China
112	Zhijindong		China
113	Troodos		Chipre
114	Sitia		Grécia
115	Reykjanes	2015	Islândia
116	Gunung Sewu		Indonésia
117	Pólen		Itália
118	Mount Apoi		Japão
119	Ilhas de Lanzarote e Chinijo		Espanha
120	Arxan	2017	China
121	Keketuohai		China

122	Causses du Quercy		França
123	Ilha de Qeshm		Irã
124	Comarca Minera, Hidalgo		México
125	Mixteca Alta, Oaxaca		
126	Cheongsong		República da Coreia
127	Las Loras		Espanha

Fonte: <http://www.globalgeopark.org/homepageaux/tupai/6513.htm>, 2017.

# ANEXO 2: GRUPO DE PESQUISA GEOFIP

198

## Grupo de pesquisa

### Geografia Física, Patrimônio Natural e Cultural (GEOFIP)



Endereço para acessar este espelho: [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7082916079217924](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7082916079217924)

Identificação

Situação do grupo: Certificado

Ano de formação: 2016

Data da Situação: 19/08/2016 11:33

Data do último envio: 07/11/2017 14:16

Líder(es) do grupo: Jucilene Amorim Costa

Área predominante: Ciências Exatas e da Terra; Geociências

Instituição do grupo: Universidade Federal do Amapá - UNIFAP

Unidade: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Endereço

Logradouro:

Rodovia Juscelino Kubitschek - de 1670/1671 ao fim, Número: km 02

Complemento: Bairro: Universidade, UF: AP, Localidade: Macapá, CEP: 68903419

Localização geográfica

Latitude:

-0.007395520785770683

Longitude:

-51.08511686325073

Contato do grupo

Telefone:  
(96) 98105-5769

Contato do grupo:  
[jucilene22@bol.com.br](mailto:jucilene22@bol.com.br)

Website:

Linhas de pesquisa

<b>Nome da linha de pesquisa</b>	<b>Quantidade de Estudantes</b>	<b>Quantidade de Pesquisadores</b>	<b>Ações</b>
Arqueologia e geoarqueologia Amazônica	1	5	ui-button
Estudos da dinâmica da paisagem	3	4	ui-button

Recursos humanos

<b>Pesquisadores</b>	<b>Titulação máxima</b>	<b>Data inclusão</b>	<b>Ações</b>
Cecilia Maria Chaves Brito Bastos	Doutorado	10/08/2016	ui-buttonui-button
Celina Marques do Espirito Santo	Mestrado Profissional	10/08/2016	ui-buttonui-button
Dirse Clara Kern	Doutorado	10/08/2016	ui-buttonui-button
Genival Fernandes Rocha	Doutorado	10/08/2016	ui-buttonui-button
Helyelson Paredes Moura	Doutorado	10/08/2016	ui-buttonui-button
Irislane Pereira de Moraes	Mestrado	10/08/2016	ui-buttonui-button
Jucilene Amorim Costa	Doutorado	10/08/2016	ui-buttonui-button
<b>Estudantes</b>	<b>Nível de Treinamento</b>	<b>Data inclusão</b>	<b>Ações</b>
Felipe Lima Moreira Albuquerque	Graduação	07/11/2017	ui-buttonui-button

<b>Pesquisadores</b>	<b>Titulação máxima</b>	<b>Data inclusão</b>	<b>Ações</b>
Flávio Cardoso Silva	Graduação	07/11/2017	ui-buttonui-button
Nildineide Soares Xavier	Mestrado	10/08/2016	ui-buttonui-button
<b>Técnicos</b>		<b>Formação acadêmica</b>	<b>Data inclusão</b>
Nenhum registro adicionado			
<b>Colaboradores estrangeiros</b>		<b>País</b>	<b>Data inclusão</b>
Nenhum registro adicionado			

Egressos

<b>Pesquisadores</b>	<b>Período de participação no grupo</b>	<b>Ações</b>
Nenhum registro adicionado		
<b>Estudantes</b>	<b>Período de participação no grupo</b>	<b>Ações</b>
Eliakim Dos Santos Silva	De 19/08/2016 a 07/11/2017	ui-button
Karoline de Abreu Souza	De 19/08/2016 a 07/11/2017	ui-button

Instituições parceiras relatadas pelo grupo

<b>Nome da Instituição Parceira</b>	<b>Sigla</b>	<b>UF</b>	<b>Ações</b>
Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia	MPEG	PA	ui-button
Centro de Ciências Exatas e Naturais	UFPA	PA	ui-button
Centro de Ciências do Ambiente	UFAM	AM	ui-button
Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá	IEPA	AP	ui-button
Universidade do Estado do Amapá	UEAP	AP	ui-button
Instituto de Geociências	IGEO	RJ	ui-button

Indicadores de recursos humanos do grupo

Formação acadêmica	Pesquisadores	Estudantes	Técnicos	Colaboradores estrangeiros	Total
Doutorado	5	0	0	0	5
Mestrado	1	1	0	0	2
Mestrado Profissional	1	0	0	0	1
Graduação	0	2	0	0	2

Equipamentos e Softwares Relevantes

**O grupo de pesquisa possui equipamentos de P&D próprios e que não fazem parte de laboratório/infraestrutura de pesquisa da instituição, com valor superior a R\$100 mil? Não**

Equipamentos	Ações
Nenhum registro adicionado	

**O grupo de pesquisa possui softwares utilizados nas atividades de P&D? Não**

Softwares	Ações
Nenhum registro adicionado	

Fonte: <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7082916079217924>