



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

RAQUEL ARAÚJO ALVES

**A PAISAGEM NA REGIÃO LESTE DE RORAIMA, MUNICÍPIO DE BONFIM:  
ASPECTOS FISIAGRÁFICOS, MORFOLÓGICOS, GRANULOMÉTRICOS E  
MINERALÓGICOS DOS AMBIENTES LACUSTRES**

BOA VISTA  
2016

RAQUEL ARAÚJO ALVES

**A PAISAGEM NA REGIÃO LESTE DE RORAIMA, MUNICÍPIO DE BONFIM:  
ASPECTOS FISIAGRÁFICOS, MORFOLÓGICOS, GRANULOMÉTRICOS E  
MINERALÓGICOS DOS AMBIENTES LACUSTRES**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia. Linha de Pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica.

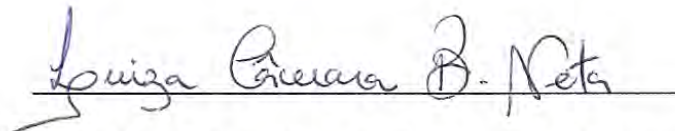
Orientador(a): Prof. Dra. Luiza Câmara Beserra Neta

BOA VISTA  
2016

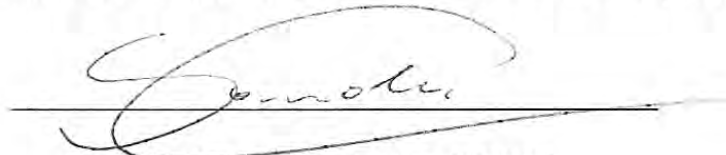
RAQUEL ARAÚJO ALVES

A PAISAGEM NA REGIÃO LESTE DE RORAIMA, MUNICÍPIO DE BONFIM:  
ASPECTOS FISIAGRÁFICOS, MORFOLÓGICOS, GRANULOMÉTRICOS E  
MINERALÓGICOS DOS AMBIENTES LACUSTRES

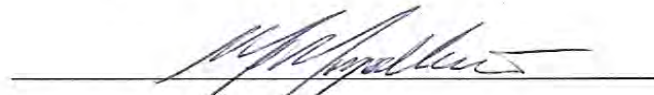
Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Dinâmica da Paisagem Amazônica. Defendida em 13 de abril de 2016 e avaliada pela seguinte banca:



**Prof.<sup>a</sup> Dra. Luiza Câmara Beserra Neta – Orientadora (UFRR)**



**Prof. Dr. Carlos Sander (UFRR)**



**Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria das Neves Magalhães (UNIVIRR)**



**Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior (UFRR)**

À DEUS por toda força, sabedoria e perseverança que me concedeu para obtenção desta benção  
grandiosa.  
A minha mãe pelos princípios herdados, ao meu esposo pela motivação e a grande inspiração da  
minha vida, Rebeka minha filha querida, dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Deus força suprema pela benção dessa oportunidade, por me amparar nos momentos difíceis, me dar força para superar as dificuldades, e suprir as minhas necessidades.

À Universidade Federal de Roraima pela possibilidade do meu aperfeiçoamento intelectual, principalmente, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia.

À Professora Dra. Luiza Câmara Beserra Neta, que me aceitou como orientanda apontou os caminhos que direcionaram a presente investigação, foi meu apoio, sempre presente, e com quem considero ter sido um privilégio ter compartilhado esta caminhada.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Geografia, que possibilitaram o amadurecimento de minhas ideias, de modo especial ao professor Dr. Stélio Soares Tavares Junior pelo apoio nos trabalhos de campo e as valiosas sugestões, das quais procurei atender da melhor forma.

Aos meus colegas, Talita, Sheily, Marta, Soler, Julio, Valmir, Cesar pela nossa convivência durante o curso e pela amizade. Agradecimento especial ao Silas, pela paciência e o apoio na elaboração dos mapas no Laboratório de Informática do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRR (PPGGEO- UFRR)

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRR (PPGGEO- UFRR), por sempre me atender com gentileza e atenção.

E aos meus familiares, sobretudo, a minha mãe pelo afeto incondicional.

Tudo aquilo que o homem ignora não existe pra ele.  
Por isso o universo de cada um se resume ao tamanho do seu saber.  
(Albert Einstein)

## RESUMO

O município de Bonfim localizado a nordeste do estado de Roraima é caracterizado por apresentar sequências de serras, morros, colinas ravinadas e colinas com vales encaixados, além de elevações residuais que se destacam numa extensa superfície aplainada, somada à formação dos solos arenosos e o alto índice de precipitação que contribuem para ocorrência de ambiente lacustre. A presente pesquisa propôs analisar a paisagem através dos aspectos geomorfológicos, para o entendimento do ambiente lacustre na área de expansão urbana da cidade de Bonfim. Para tanto, fez-se necessário levantamento bibliográfico, cartográfico e de sensores remotos, atividades de campo com intuito de identificar e descrever os compartimentos e unidades geomorfológicas. Também foram realizadas análises das características morfológicas, granulométricas, mineralógicas e química pontual dos sedimentos lacustres. Os resultados demonstraram que a paisagem da região de Bonfim é representada por modelados de dissecação representados por: Patamares em Crista Estruturado, Maciço Somital Convexo, Morros Residuais Estruturados, Morros e Colinas Escalonadas com Vales Abertos e Colinas Dissecadas Abertas. Interligados aos Planos Erosivos, Superfície de Aplainamento e Plano Aluvial ao longo das drenagens. Os ambientes lacustres, feições significativas nessa paisagem, ocorrem com predominância da morfologia circular/oval e em menor proporção alongados, compostos e dentríticos. Muitos apresentam regime intermitente a exemplo, do Lago do Italiano em contraste com o sistema perene representado pelo Lago do Bicho. São densamente colonizados por macrófitas aquáticas, como ciperáceas das quais se distribuem conforme as variações de profundidades destes. Os sedimentos/solos são predominantemente arenosos, com grãos angulosos a subangulosos. São compostos essencialmente de quartzo e secundariamente de caulinita, além de goethita e muscovita. A composição química destaca altas concentrações de  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  e  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , afirmando os minerais encontrados nesses sedimentos. Os ambientes lacustres têm sido submetidos à intensa pressão antrópica, representada pela ocupação desordenada que levou a problemas como: lançamentos de efluentes domésticos e descarte de resíduos sólidos. Portanto, é necessária devida atenção aos processos que ocorrem nesses ambientes, pois estes contribuem para compreensão da dinâmica de transformação da paisagem especialmente quando associados ao crescimento urbano desordenado.

Palavras-chave: Compartimentação geomorfológica. Ambientes Lacustres. Sedimentos. Pressão Antrópica.

## ABSTRACT

The district of Bonfim located northeast of the state of Roraima is characterized in that sequences of mountains, hills, ravines hills and hills with deep valleys, as well as residual elevations that stand out in a large flat surface, in addition to the formation of sandy soils and high precipitation index contribute to the occurrence of lacustrine environment. This study proposed to analyze the landscape through the geomorphological aspects to understand the lacustrine environment in the urban expansion area of the city of Bonfim. Therefore, it was necessary literature, mapping and remote sensing, field activities in order to identify and describe the compartments and geomorphological units. Analysis of morphological, granulometrics, mineralogical and chemical point of soil / lake sediments were also held. The results showed that the landscape of Bonfim region is represented by modeled dissecting represented by: Landings in Structured Crista, Massif Somite Convex, Residual Hills Structured, Hills and Hills Staggerd to Opened Valleys and Opened Dissected Hills, linked to Erosive Plains, Plain Surface and Alluvial Plain along the drainages. The lacustrine environments, significant features in this landscape, occur with predominantly circular and oval morphology and elongated in lower proportion, compounds and dendritic. A lot of them has intermittent regimen example, the Italian Lake in contrast to the perennial system represented by the Bicho Lake. They are densely colonized by aquatic weeds such as sedges which are distributed according to variations of these depths. The sediments / soils are predominantly sandy, with angular grains sub angular. They are composed mainly of quartz and kaolinite secondarily, and goethite and muscovite. The chemical composition highlights high concentrations of  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , stating the minerals found in these sediments. The lacustrine environments have been subjected to intense anthropic pressure, represented by the disorderly occupation which led to problems such as releases of domestic sewage and solid waste disposal. Therefore, it is necessary attention to the processes that occur in these environments because they contribute to understanding the dynamics of the transformation of the landscape especially when combined with urban sprawl.

Keywords: Geomorphological Compartmentation, Lacustrine environments, Sediments Anthropic Pressure.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| FIGURA 1  | (A) Lago Caracaranã Município de Normandia- Roraima no período chuvoso, no (B) Vista panorâmica do Lago Caracaranã.....  | 30 |
| FIGURA 2  | Diagrama mostrando um ecossistema lântico com suas zonas e espécies predominantes.....   | 32 |
| FIGURA 3  | Zonação ver de um lago baseada na estratificação térmica durante os meses de verão.....  | 34 |
| FIGURA 4  | Imagem do sensor OLI ( <i>Operation Land Imager</i> ) do satélite LandSat-8, referente a orbita/ponto 232/58, 231/58 correspondente a integração 6R5G4xB8 mostrando a sede do município de Bonfim a nordeste do estado de Roraima com destaque para os limites territoriais e as principais vias de acesso e os Lagos do Bicho e Italiano..... | 43 |
| FIGURA 5  | (A) Ocupação no Vale do Tacutu Bonfim-RR em 1978 (B) Av. São Sebastião no centro de Bonfim-2016.....   | 44 |
| FIGURA 6  | Visão panorâmica da região da Serra do Tucano as margens da BR 401. Ao fundo panorama dos mares de morros do Planalto dissecado Norte Amazônia precedido de uma extensa área aplainada.....  | 45 |
| FIGURA 7  | Exposição de blocos lateríticos, testemunhos de ciclos de erosão na região.....  | 46 |
| FIGURA 8  | Vista panorâmica do Morro do Redondo, estruturado em rochas basálticas da Formação Apoteri (CPRM,1999).....  | 47 |
| FIGURA 9  | Superfície de aplainamento no Pediplano Rio Branco-Rio Negro, formada por sedimentos areno-argilosos da Formação Boa Vista.....  | 48 |
| FIGURA 10 | Rio Tacutu limite natural entre Brasil e Republica Cooperativista da Guiana.....   | 48 |
| FIGURA 11 | (A) Savana parque sobre relevo suavemente ondulado e Latossolo Vermelho. (B) No detalhe espaçamento entre a <i>Curatella Americana</i>   |    |

|   |    |
|---|----|
| (caimbé) que permeia o estrato graminoso, na região da Serra do Tucano.....   | 49 |
| FIGURA 12 Mosaico fitofisionômico da região - savana gramínosa com densidade de estrato herbáceo, presença de arbustos, interrompida por vegetação de porte como veredas de buritizais.....                       | 50 |
| FIGURA 13 Cartas para elaboração de mapas temáticos.....  | 51 |
| FIGURA 14 Imagens ópticas e de radar, para elaboração de mapas temáticos.....   | 52 |
| FIGURA 15 Mapa demonstrando os pontos de amostragem de sedimentos no Lago do Italiano, Bonfim - RR.....   | 56 |
| FIGURA 16 Mapa demonstrando os pontos de amostragem de sedimentos no Lago do Bicho, Bonfim - RR.....  | 57 |
| FIGURA 17 (A) Coleta dos sedimentos no Perfil (B e D) Armazenamento das amostras em saco plástico (C) Mensuração entre os pontos de coleta.....   | 58 |
| FIGURA 18 Valores do índice F atribuídos a forma.....   | 60 |
| FIGURA 19 Fluxograma demonstrando a secagem, identificação e preparo das amostras para a separação das frações (areia, silte e argila) na lavadora ultrassônica e das frações (silte e argila) na centrífuga..... | 62 |
| FIGURA 20 Tratamento das amostras da fração arenosa em laboratório.....   | 63 |
| FIGURA 21 Separação morfológica dos grãos com o uso do microscópio óptico.....  | 64 |
| FIGURA 22 Procedimentos quanto a DRX.....   | 65 |
| FIGURA 23 Procedimentos para análise dos grãos com o uso do Microscópio Eletrônico de Varredura- (MEV) e Espectrometria de Energia Dispersiva-(EDS).....  | 66 |
| FIGURA 24 Mapa dos compartimentos geomorfológicos, Bonfim – RR.....   | 68 |
| FIGURA 25 Mapa das unidades geomorfológicas, Bonfim - RR.....   | 69 |
| FIGURA 26 Conjunto de Serras Kanuku exibindo topos lineares e pontos com vertentes convexas e côncava convexas.....   | 70 |

|  |    |
|--|----|
| FIGURA 27 (A) Morro do Redondo precedido pela superfície aplainada do Pediplano Rio Branco - Rio Negro exibindo topo convexo e vertentes com patamares de dissecação. (B) Maciço Somital exibindo vertente ravinada recoberta por vegetação indicando fluxo preferencial da drenagem. (C) Superfície apresentando blocos rochosos..... | 71 |
| FIGURA 28 No segundo plano, morros alinhados exibindo topos convexo e retilíneo precedidos de extensa superfície de aplainamento.....  | 72 |
| FIGURA 29 (A) Configuração regional da paisagem na Serra do Tucano, apresentando a planície com vales abertos, formação de colinas com vertentes retilinizadas, e elevações maiores apresentando pontões (Morro da Antena) e vertentes de morfologia convexa, côncava-convexa e retilínea.....   | 73 |
| FIGURA 30 Colinas com morfologia de topo plano suave com vertentes convexas apresentando quebra de declive e rede drenagem com formação de vales abertos.....  | 74 |
| FIGURA 31 Ao fundo da imagem a formação de colinas amplas suavizadas com topo aplainado.....   | 75 |
| FIGURA 32 Superfície de Aplainamento as margens da BR-401 sentido Bonfim-RR..  | 76 |
| FIGURA 33 Rio Arraia, exibindo no fundo do vale sedimentos aluvionares constituídos por basaltos.....  | 77 |
| FIGURA 34 Rio Tacutu, área predominantemente plana onde ocorre acúmulo de sedimentos formando o Plauto Aluvial.....  | 77 |
| FIGURA 35 Perfil topográfico da paisagem na região de Bonfim-RR no sentido NO-SE demonstrando as variações de relevo.....  | 78 |
| FIGURA 36 Aspecto de um Lago na forma circular no período seco (dezembro).....   | 79 |
| FIGURA 37 Frequência dos lagos segundo as classes morfológicas.....  | 80 |
| FIGURA 38 Mapa de Espacialização da Morfologia dos Lagos.....  | 83 |
| FIGURA 39 (A) Destaque para as ciperáceas colonizando a extensão do lago no período de chuvoso – agosto/ 2015. (B) Vista parcial do Lago do Italiano no período seco – março/ 2015.....  | 84 |
| FIGURA 40 (A, B e C) Colonização de junco ( <i>juncus effusus</i> ) na extensão do Lago  |    |

|   |    |
|---|----|
| do Italiano.....  | 85 |
| FIGURA 41 A paisagem do Lago Italiano, de acordo com a cobertura vegetal: (A) e (B) a sudeste vegetação arbustiva <i>curatella americana</i> e <i>anacardium occidentale</i> (C) ao norte vegetação herbácea graminosa com presença de <i>palicourea rigida</i> (D) a noroeste aglomerado de <i>mauritia flexuosa</i> e outras diversidades arbóreas..... | 86 |
| FIGURA 42 (A) Vista parcial do Lago do Bicho no período de seco – março/ 2015. (B) Lago no período de cheia – agosto/ 2015.....   | 87 |
| FIGURA 43 Diversidade da paisagem no Lago do Bicho com presença de vegetação emergente na lâmina d'água (A), palmeiras nas bordas (B e C) e vegetação arbórea fechada (D).....  | 88 |
| FIGURA 44 Formação de aninga ( <i>Montrichardia linifera</i> ) bordejando o Lago do Bicho.....  | 89 |
| FIGURA 45 Formação de dutos nas margens do Lago do Bicho.....   | 89 |
| FIGURA 46 Perfil de solo exposto na borda do Lago do Italiano localizado na área urbana do município de Bonfim-RR.....  | 90 |
| FIGURA 47 Variação granulométrica nos perfis do solo no Lago Italiano, classificação nominal adaptada de Folk & Ward (1957).....  | 91 |
| FIGURA 48 Perfil do Lago do Italiano demonstrando a variação granulométrica e de cores dos solos, entre os pontos de coleta e os intervalos amostrados.....   | 92 |
| FIGURA 49 Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard – Lago do Italiano conforme os pontos de coleta P1, P2, P3, P4 e P5.....   | 94 |
| FIGURA 50 Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard – Lago do Italiano conforme os pontos de coleta H1, H2 e H3.....   | 95 |
| FIGURA 51 Variação granulométrica nos perfis do solo no Lago do Bicho, classificação textural adaptada de Folk e Ward (1957).....   | 96 |
| FIGURA 52 Perfil do Lago do Bicho demonstrando a variação granulométrica e de cores dos solos, entre os pontos de coleta e os intervalos amostrados.....  | 97 |
| FIGURA 53 Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard – Lago do Bicho  |    |

|  |     |
|--|-----|
| conforme os pontos de coleta P1, P2 e P3.....  | 98  |
| FIGURA 54 Distribuição morfológica dos grãos no Lago Italiano conforme o grau de arredondamento.....   | 99  |
| FIGURA 55 Distribuição morfológica dos grãos no Lago do Bicho conforme o grau de arredondamento.....   | 100 |
| FIGURA 56 (A) Aspecto de um grão subanguloso com fissuras apresentando tonalidades castanho avermelhado e alaranjadas (hidróxidos de Fe) na superfície. (B) Grãos angulosos translúcidos com domínios de alteração apresentando tonalidade, castanho avermelhada. (C) Grão subarredondado translúcido apresentando cavidades. (D) Grãos angulosos a subangulosos apresentando arestas em superfície..... | 101 |
| FIGURA 57 Difratoograma apresentando identificação mineralógica das amostras P1, P2, P3, P4 E P5 do Lago dos Italiano apresentando relação com os principais minerais constituintes dos solos da região.....   | 103 |
| FIGURA 58 Difratoograma apresentando caracterização mineralógica das amostras H1, H2, H3 do Lago do Italiano e P1, P2 e P3 do Lago do Bicho apresentando os principais minerais constituintes dos solos da região.....   | 104 |
| FIGURA 59 Imagens MEV demonstrando os aspectos dos grãos com feições na superfície de origem mecânica como fraturas e bordas de abrasão (A, C,D, E e F). Presença de matéria orgânica ao redor do grão de quartzo (B). Grãos subarredondados apresentando superfície com feições de dissolução (G e H).....  | 105 |
| FIGURA 60 Imagens MEV demonstrando os aspectos do grão de zircão encontrado no Horizonte E do Perfil analisado no Lago do Italiano.....  | 106 |
| FIGURA 61 Imagens do MEV demonstrando o mapeamento linear e os espectros dos elementos químicos presentes nos grãos do P1 do Lago do Italiano no intervalo de 20 a 40cm em que prevaleceu a presença de SiO <sub>2</sub> que está associado ao Quartzo.....  | 107 |
| FIGURA 62 Mapeamento e os espectros dos elementos químicos presentes em grão do P1 do Lago do Italiano no intervalo de 0 a 20cm de profundidade, em que prevaleceu a ocorrência de SiO <sub>2</sub> .....  | 108 |

|   |     |
|---|-----|
| FIGURA 63 Cultivo de capim às margens do Lago do Italiano para criação de equinos.....  | 109 |
| FIGURA 64 (A e B) Materiais alocados exibindo indícios de novas construções em áreas próximas ao Lago do Italiano. (C) Arruamentos que surgem devido as novas ocupações (D) Quintal de uma moradia nas margens do Lago..... | 110 |
| FIGURA 65 (A) Fossa rudimentar em terreno próximo ao Lago (B, C e D) Esgoto a céu-aberto com resíduos lançados diretamente no Lago.....   | 111 |
| FIGURA 66 (A, B e C) Deposição de lixo doméstico e outros resíduos sólidos nas margens do Lago. (D) Presença fósseis de moluscos límnicos em meio ao lixo.....  | 112 |
| FIGURA 67 (A) Utilização de maquinário para construção de reservatório de água. (B) Equinos pastoreando em valas abertas no leito do Lago (C e D) Arruamentos no leito do Lago.....   | 113 |
| FIGURA 68 (A) Área de expansão urbana nas proximidades do Lago. (B) Materiais alocados para construção de moradia em rua próxima ao Lago do Bicho.....  | 114 |

## SUMÁRIO

|   |    |
|---|----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b> .....   | 17 |
| <b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....                                    | 19 |
| 2.1 PRESUPOSTOS TEÓRICOS DO ESTUDO DA PAISAGEM.....                     | 19 |
| 2.2 ASPECTOS GERAIS DOS AMBIENTES LACUSTRES.....                        | 22 |
| <b>2.2.1 Gênese dos Lagos</b> .....                                     | 23 |
| <b>2.2.2 Os principais compartimentos dos Ambientes Lacustres</b> ..... | 31 |
| <b>2.2.3 Dinâmica de Estratificação dos Ambientes Lacustre</b> .....    | 33 |
| <b>2.2.4 Sedimentos em Ambientes Lacustres</b> .....                    | 34 |
| 2.3 AMBIENTES LACUSTRES E IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS.....              | 36 |
| 2.4 O USO DAS GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DOS AMBIENTES LACUSTRES.....     | 38 |
| <b>3 OBJETIVOS</b> .....  | 41 |
| 3.1 GERAL.....  | 41 |
| 3.2 ESPECÍFICOS.....  | 41 |
| <b>4 ASPECTOS FISIOGRÁFICOS DA REGIÃO DE BONFIM-RR</b> .....            | 42 |
| <b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....                                      | 51 |
| 5.1 MATERIAIS UTILIZADOS .....  | 51 |
| <b>5.1.1 Bibliográficos, Cartográficos e de Sensores Remotos</b> .....  | 51 |
| <b>5.1.2 Aplicativos Computacionais (Softwares)</b> .....               | 52 |
| <b>5.1.3 Equipamentos utilizados em campo e laboratório</b> .....       | 52 |
| 5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....                                    | 53 |
| <b>5.2.1 Processamento das Imagens de Sensores Remotos</b> .....        | 53 |
| <b>5.2.2 Atividades de Campo</b> .....                                  | 54 |
| 5.2.2.1 Descrição Geomorfológica.....                                   | 54 |
| 5.2.2.2 Descrição dos lagos.....  | 54 |
| 5.2.2.3 Coleta de Sedimentos.....                                       | 55 |
| 5.3 ATIVIDADES DE LABORATÓRIO.....                                      | 59 |
| <b>5.3.1 Elaboração dos Mapas Temáticos</b> .....                       | 59 |
| 5.3.1.1 Compartimentos Geomorfológicos e Unidades Geomorfológicas.....  | 59 |
| 5.3.1.2 Classificação Morfológicas dos Lagos.....                       | 60 |

|              |   |     |
|--------------|---|-----|
| <b>5.3.2</b> | <b>Análise Granulométrica dos Sedimentos</b> .....  | 61  |
| 5.3.2.1      | Separação das Frações de Areia, Silte e Argila (método aquoso).....                                 | 61  |
| 5.3.3.2      | Tratamento da Fração Arenosa (peneiramento a seco).....   | 63  |
| <b>5.3.3</b> | <b>Análise morfológica dos grãos de Areia</b> .....   | 64  |
| <b>5.3.4</b> | <b>Análise mineralógica dos Sedimentos</b> .....  | 65  |
| <b>5.3.5</b> | <b>Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectrometria de Energia Dispersiva (EDS)</b> ..... | 66  |
| <b>6</b>     | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....   | 67  |
| 6.1          | COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA REGIONAL.....   | 67  |
| 6.1.1        | <b>Patamares em Crista Estruturado –PCRE</b> .....  | 67  |
| 6.1.2        | <b>Maciço Somital Convexo –MSC</b> .....  | 70  |
| 6.1.3        | <b>Morros Residuais Estruturados –MRE</b> .....   | 72  |
| 6.1.4        | <b>Morros e Colinas Escalonados com Vales Abertos –MEVA</b> .....                                   | 73  |
| 6.1.5        | <b>Colinas Dissecadas Abertas –CDA</b> .....  | 74  |
| 6.1.6        | <b>Plaino Erosivo –PER</b> .....  | 75  |
| 6.1.7        | <b>Superfícies de Aplainamento –SAP</b> .....   | 75  |
| 6.1.8        | <b>Plaino Aluvial –PAL</b> .....  | 76  |
| 6.2          | CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DOS SISTEMAS LACUSTRES.....   | 79  |
| 6.3          | CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DOS LAGOS.....  | 84  |
| 6.3.1        | <b>Lago do Italiano</b> .....   | 84  |
| 6.3.2        | <b>Lago do Bicho</b> .....  | 87  |
| 6.4          | CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS LACUSTRES.....  | 90  |
| 6.4.1        | <b>Perfil do Solo na área de estudo</b> .....   | 90  |
| 6.4.2        | <b>Análise granulométrica</b> .....   | 91  |
| 6.4.3        | <b>Morfologia dos grãos</b> .....   | 98  |
| 6.4.4        | <b>Identificação mineralógica</b> .....   | 105 |
| 6.4.5        | <b>Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectrometria de Energia Dispersiva (EDS)</b> ..... | 102 |
| 6.5          | ALTERAÇÕES NA PAISAGEM EM DECORRÊNCIA DA OCUPAÇÃO NAS ÁREAS DE LAGOS.....                           | 109 |
| 6.5.1        | <b>Lago do Italiano</b> .....   | 109 |
| 6.5.2        | <b>Lago do Bicho</b> .....  | 114 |
|              | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....   | 116 |
|              | <b>REFERÊNCIAS</b> .....  | 117 |



## 1 INTRODUÇÃO

As paisagens são resultados de fatores naturais e das interações que ocorrem em uma determinada área, estas evoluem ao longo do tempo geológico e se apresentam em constante transformação.

A combinação de processos endógenos comandados pela tectônica da Terra e dos processos exógenos comandados pelos agentes modeladores que se relacionam e atuam na superfície, como o clima, solo, vegetação e redes de drenagem, produzem e transformam a fisionomia e as feições constituintes da paisagem.

Nesse processo de transformação, encontra-se o homem, que através da interação com a natureza altera as paisagens em curto espaço de tempo, isso é possível através das técnicas, que ele desenvolve a cada dia e que está em constante evolução.

A região amazônica constitui a maior biodiversidade do planeta em função de sua riqueza natural representada por amplas florestas e redes de drenagem que ajudam a compor um mosaico de grande interesse antrópico, cujo objetivo é explorar e fazer uso de suas riquezas.

Distingue-se deste cenário, a porção norte/nordeste do estado de Roraima, que apresenta formas de relevo que expressam a diversificação de sua paisagem, variando desde áreas montanhosas, relevos residuais isolados, assim como áreas planas que refletem a atuação dos processos geológicos e geomorfológicos, que contribuíram para a atual configuração regional.

A área de estudo corresponde aos compartimentos e unidades de relevo da porção centro-norte do município de Bomfim localizado no nordeste do estado de Roraima, com destaque para os Lagos do Bicho e Italiano, ambos inseridos no perímetro de expansão urbana deste município. A região foco de estudo apresenta relevos de altitudes menos acentuadas representadas pela diversidade de colinas, tesos, *inselbergs*, além da predominância de áreas aplainadas, que favorecem a formação de lagos, feições estas que constituem importantes reservatórios de água doce e são fundamentais para sobrevivência da fauna e flora, bem como, do homem.

Neste sentido o objetivo da pesquisa é de analisar a paisagem através dos aspectos geomorfológicos, para o entendimento do ambiente lacustre na área de expansão urbana da cidade de Bomfim.

O presente estudo está estruturado em quatro partes. A primeira trata sobre os pressupostos teóricos referentes à temática de estudo da paisagem e sua evolução no âmbito da geomorfologia, em seguida a abordagem destaca os estudos dos ambientes lacustres enfatizando sua origem, classificação e as alterações que estes podem sofrer frente a expansão urbana.

A segunda parte tem como enfoque apresentar de maneira geral as características fisiográficas, históricas da área de estudo, propiciando melhor conhecimento dos processos de ocupação na área.

Em seguida a terceira parte trata dos procedimentos metodológicos que foram utilizados no estudo, neste são demonstrados os métodos, materiais e técnicas, que foram de grande relevância para o desenvolvimento da pesquisa.

Por fim, a quarta parte traz os resultados, em que foi possível caracterizar a paisagem regional num contexto geomorfológico onde foram identificados os compartimentos e unidades geomorfológicas, bem como classificados os sistemas lacustres de acordo com sua morfologia. O estudo dos Lagos do Bicho e do Italiano permitiu adquirir dados granulométricos, morfológicos e mineralógicos dos sedimentos/solos que serviram de base para a discussão sobre os aspectos fisiográficos e alterações antrópicas nesses ambientes lacustres.

Logo, a relevância do estudo reside na compreensão de que o conhecimento das características dos ambientes lacustres pode nos levar ao entendimento dos processos de transformação da paisagem especialmente quando associados a expansão urbana.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 PRESUPOSTOS TEÓRICOS DO ESTUDO DA PAISAGEM

O conceito de paisagem foi desenvolvido historicamente e assumiu diferentes conotações através das concepções geográficas. Apesar de ser considerada pela maioria das correntes do pensamento geográfico, um objeto-chave da Geografia, seu conceito não é exclusivo dessa ciência.

A paisagem tem sido alvo de muitas interpretações ao longo do tempo, a exemplo, nas ciências Biológicas a abordagem geossistêmica da paisagem a considera como um organismo, com funções vitais e com elementos que interagem, enquanto que na perspectiva Ecológica, Rodriguez e Silva (2002) definem a paisagem como a expressão espacial dos ecossistemas e um complexo padrão ou mosaico de ecótopos dentro de determinada área geográfica.

Possivelmente, o vocábulo alemão “*Landschaft*” de acordo com Holzer (1999) teve origem de “*Land schaffen*”, ou seja, produzir a terra, que convertida em inglês para “*Landscape*” recebe o significado de “*land shape*”, que tem sentido de formatar a terra. Essa definição da paisagem foi constituída por Cal Sauer que enfatizou em sua obra intitulada, *The Morphology of Landscape*, a distinção entre paisagem natural e cultural, a primeira representava as formas da natureza, que existe com ou sem o homem e a segunda o resultado direto da relação do homem e sua ação transformadora sobre o meio.

Maciel e Lima (2011) mencionam que do ponto de vista científico, o termo paisagem teve sua gênese na Alemanha como *landschaft* que se refere ao sentido morfológico e cultural entre o sítio e seus habitantes, o precursor das abordagens paisagísticas foi o naturalista Alexandre Von Humboldt no século XIX que descreveu características das áreas em relatos de suas viagens científicas e considerou em seus estudos a vegetação como um registro relevante para caracterização do espaço geográfico.

Cassetti (2001) destaca que as pesquisas de Von Richthofen, Penck e Passarge contribuíram para os primeiros estudos geomorfológicos alemães tendo como base a integração entre estrutura geológica, climatológica, biogeográfica assim como a análise dos processos de formação do relevo que são unidades que representam o conceito de paisagem.

Moura e Simões (2010), descrevem que Passarge foi o primeiro autor a dedicar um livro exclusivamente à paisagem, “*Grundlagen der Landshaftskunde*”, baseado em estudos

realizados sobre o continente africano sua obra resultou em um ramo da Geografia denominado Geografia da Paisagem.

As abordagens tradicionais sobre a paisagem variam em sua definição através de diversas escolas em que cada uma delas cria sua própria concepção tornando a discussão sobre o termo polissêmico e complexo.

Dentre elas Casseti (2001), aponta as principais escolas da geografia e seus respectivos olhares para o conceito de paisagem destacando no final do século XX a descrição dos elementos físicos das paisagens em relação aos aspectos das atividades socioeconômicas. Segundo este autor, a escola germânica considerou a visão geográfica da paisagem trabalhando o método baseado na cartografia dos aspectos geomorfológicos, já a escola francesa concentrou os estudos da paisagem nas características das regiões com enfoque na natureza e as atividades humanas.

Maciel e Lima (2011) relatam que a escola anglo-saxônica analisou a paisagem através da evolução do relevo esta corrente teve como destaque os trabalhos de William Morris Davis. Segundo Monteiro (2001), Davis apresentou uma proposta fundamentada na tendência evolucionista, denominada teoria do Ciclo Geográfico do Relevo com que teve como enfoque a dinâmica de evolução do relevo, ressaltando a importância das transformações em que o modelado terrestre está constantemente submetido, sendo este um dos pontos de partida para o desenvolvimento da geomorfologia.

O conceito de paisagem no século XX passou por diversas redefinições e em alguns momentos foi posto em plano secundário, em detrimento de outros conceitos considerados como mais adequados às necessidades contemporâneas, porém a paisagem foi retomada à medida que os estudos geográficos se firmavam na comunidade científica moderna.

Segundo Holzer (1999), o geógrafo Carl Sauer foi um importante difusor do novo conceito geográfico, adotou em seus estudos uma postura corológica focando a morfologia e estabelecendo uma grande preocupação com a reconstrução genética das formas culturais da paisagem, para ele o tempo era uma variável fundamental ao idealizar que a paisagem seria o resultado da ação contínua de uma cultura em determinado meio.

Por conseguinte, Moura e Simões (2010), elencam que o biogeógrafo Carl Troll em 1938 adicionou ao conceito de Paisagem as abordagens contemporâneas da Ecologia esse definiu ecótopo como a extensão do conceito de biótopo à totalidade dos elementos geográficos, e definiu a Ecologia da Paisagem que, posteriormente, denominou Geoecologia. Nessa perspectiva conforme Vale (2012) incluía, além das paisagens naturais, as paisagens

antrópicas e sugeria que as paisagens culturais e os aspectos sócio-econômicos deveriam também ser considerados nas análises dos fatores componentes da superfície terrestre.

Um relevante trabalho sobre Geografia Física das Paisagens refere-se à obra de Tricart (1977) que fundamentado na geomorfologia, desenvolveu a teoria da ecodinâmica, apresentando o conceito de paisagem integrada como sendo o resultado da interação entre os elementos, a estrutura e a dinâmica. Uma contribuição importante nessa abordagem é a compreensão dos processos de modelagem do relevo e a relação entre a gênese das rochas com o tipo de clima existente. Mendonça (2001) destaca que suas produções refletiram com clareza as características e os propósitos da geografia física da atualidade.

Aliado ao pensamento de Tricart, o francês Bertrand (1971) idealiza a proposta de que a paisagem não é distinta e sim resultado da combinação dinâmica, entre elementos físicos, biológicos e antrópicos que ao reagir dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto indissociável em perpétua evolução. Portanto, essa evolução ocorre tanto sob os efeitos das interações entre os elementos, como da dinâmica própria de cada um dos elementos ao considerarmos separadamente.

Marques Neto (2012) menciona que no Brasil os estudos da paisagem tiveram importantes contribuições e ampliaram os estudos geomorfológicos no país baseado em autores franceses como Emmanuel De Martonne e Pierre Deffontaines, a compreensão da paisagem foi adequada a complexa realidade geográfica brasileira.

Destaca-se neste cenário a contribuição do geógrafo Aziz Nacib Ab'Saber que promoveu uma renovação metodológica nas pesquisas geomorfológicas desenvolvidas no território nacional, reavendo o conceito de fisiologia da paisagem, e definindo a paisagem como sendo o resultado da relação entre os processos passados e os atuais. Para interpretar a paisagem é necessário correlacionar, morfoestrutura, leitura das feições, cronologia e mudanças climáticas de períodos geológicos, os quais são responsáveis pela compartimentação topográfica regional da superfície e da dinâmica atual das paisagens (VITTE, 2007).

Ab'Saber (1969), buscou a reconstrução do modelo interpretativo do relevo e de sua gênese, priorizando em seus estudos os processos geomorfológicos onde os processos predominantes de denudação ou de sedimentação passariam a distinguir as principais formas de relevo no Brasil.

Nessa perspectiva, Ross (1992) associou gênese e cronologia, aos diferentes tamanhos e as várias formas de relevo da superfície terrestre e propôs a metodologia de

classificação do relevo em seis táxons ou escalas de amplitude, considerando as influências das forças endógenas e exógenas na esculturação da superfície terrestre que vão desde as maiores como a morfoestrutura até as menores como as formas produzidas pelos processos erosivos atuais, a exemplo as ravinas e voçorocas.

Bigarella, Mousinho e Silva (1965b) destacaram em seus estudos os pediplanos, pedimentos e os depósitos correlativos do sudeste do Brasil o que ajudou a desenvolver os estudos cronogeomórfológicos quando exploraram pormenorizadamente a geologia e geomorfologia do Quaternário brasileiro.

Em seus estudos de movimentação dos continentes, nos quais foram realizados também em regiões desérticas da África, Bigarella procurou fazer uma correlação entre as taxas de epirogênese e as variações climáticas ao longo do Quaternário, o que possibilitou demonstrar a validade da teoria da biostasia e da resistasia para explicar a evolução do relevo brasileiro (VITTE, 2007).

Outras contribuições aos estudos da paisagem no Brasil surgiram com Christofolletti (1989), que considerou as formas de relevo como a expressão espacial de uma superfície, sendo componentes das diferentes configurações da paisagem, estas formas estão relacionadas aos processos que atuam sobre elas constituindo o estudo de ambos fundamentais para o conhecimento do sistema geomorfológico.

Logo, essas abordagens permitem compreender que a paisagem se encontra num patamar mais amplo de compreensão em relação ao constante processo de modificação e adaptação das ações antropogênicas sobre os fatores que compõem sua dinâmica.

## 2.2 ASPECTOS GERAIS DOS AMBIENTES LACUSTRES

A grande diversidade de processos formadores de lagos faz com que os ambientes lacustres sejam comuns a diferentes paisagens que se dispõem na superfície terrestre. Constituídos de água doce, salobra ou salina, de modo geral, os lagos ocorrem em áreas continentais ou costeiras, por meio de fenômenos geológicos, climáticos ou por atuações antrópicas.

Os lagos são definidos por Esteves (2011) como uma massa de água estacionária sem comunicação direta com o oceano, cuja formação depende basicamente da existência de uma depressão topográfica em conjunto com um balanço hídrico favorável, deste modo alguns lagos podem ser intermitentes na paisagem e aflorarem apenas em alguns meses do ano.

Os lagos constituem fenômenos transitórios na paisagem terrestre, e podem variar em tamanho, forma e profundidade. Geologicamente possuem curta durabilidade, haja vista que são depressões onde predominam o processo de sedimentação, fator que gradualmente ocasiona a perda de profundidade resultando no assoreamento natural do lago.

Neste contexto Odum (2004) ressalta que a história geológica determina a presença, além de influenciar o tipo de lago em uma região, este autor indica que a formação de numerosos lagos naturais nas regiões glaciares são resultados de alterações geológicas recentes de aproximadamente 20.000 anos.

A ação da glaciação pleistocênica foi responsável pela escavação de profundas depressões nas altas latitudes, geograficamente é nessas áreas onde estão concentrados a maioria e os mais profundos lagos do planeta.

Os lagos ocupam cerca de 3% da superfície terrestre, na grande maioria são corpos d'água com pouca profundidade, a exemplo no Brasil, Liporoni (2012) aponta que a maioria dos lagos raramente atingem profundidade superior a vinte metros.

Muitos lagos por apresentarem grandes extensões são denominados de mar, é como se enquadra o mar Cáspio localizado no hemisfério norte que possui uma área de 436 400 Km<sup>2</sup> considerado como o maior do mundo (ESTEVEZ, 2011).

Os lagos que possuem menor extensão e profundidade geralmente são denominados na literatura como lagoas. Em Perônico e Castro (2010), as lagoas são consideradas como ambiente de baixa energia onde as partículas sedimentares se depositam, formando sequencia de camadas cronodeposicionais, em que as mais antigas encontram-se subjacentes às mais recentes. Cada camada, portanto, funciona como indicador histórico de formação desses depósitos lacustres.

### **2.2.1 Gênese dos Lagos**

A classificação dos lagos perpassa por diferentes critérios, no contexto geomorfológico os lagos são classificados segundo as suas origens que podem ocorrer por meio de processos destrutivos, construtivos ou obstrutivos.

Sperling (1999) destaca que os processos construtivos ocorreriam em uma escala geológica de tempo, enquanto que os processos destrutivos atuariam de forma localizada e em curto período, a exemplo por meio de uma explosão vulcânica, por último, os processos

obstrutivos estariam associados à barramento de fluxos d'água provocados por derramamento de lava ou por erosão eólica.

Tundisi e Tundisi (2008) observam que, para classificar os lagos é preciso considerar além da sua geomorfologia, a sua perenidade ou intermitência, tendo em vista, que esses sistemas estão submetidos a um processo contínuo de alteração produzido pelas bacias hidrográficas dos quais estes fazem parte.

Neste sentido, a geomorfologia desempenha um papel muito importante na dinâmica das bacias lacustres, pois influenciam no metabolismo dos lagos, sendo responsável pelo controle das entradas de nutrientes assim como o volume do fluxo que ocorrem nessas drenagens (WETZEL, 1993).

Segundo Wetzel (op.cit) os aspectos geomorfológicos das bacias e as modificações que elas sofrem através do tempo subsequente a sua formação atuam em todo metabolismo dos sistemas de água doce. Os padrões térmicos, por exemplo, são marcadamente influenciados pela morfometria e pelo volume de entrada de fluxo na bacia, por sua vez, estes padrões conduzem a distribuição de gases dissolvidos, de nutrientes e dos próprios organismos.

Wetzel (op. cit.) ressalta ainda que a produtividade pode ser determinada pelas características morfométricas da bacia lacustre. Em uma bacia com acentuada declividade como em forma de U ou V, formadas muitas vezes por forças tectônicas, quando muito profundas são relativamente pouco produtivas, tendo em vista que a radiação solar geralmente não alcança o fundo do lago impedindo a germinação e o estabelecimento de vegetação aquática, a exemplo lagos de origem vulcânica.

Por outro lado Esteves (2011) ressalta que depressões onde a profundidade é reduzida como no caso dos ecossistemas lacustres brasileiros, grande parte de suas áreas são tomadas por bancos de macrófitas aquáticas, como os lagos da região Amazônica e Pantanal.

Existem vários processos de formação de bacias lacustres, que atuam em conjunto ou isoladamente, sendo as origens mais comuns vinculadas a ambientes glaciais, vulcânicos, tectônicos e associados a dinâmicas fluviais e litorâneas.

Neste sentido, o limnólogo Hutchinson (1957) baseado na geomorfologia e origem das depressões lacustres identificou 76 tipos de lagos no planeta, e agrupou-os em 11 agentes de formação.

Neste sentido, destaca-se também a atuação dos agentes endógenos e exógenos nas formações lacustres que deram origem a diversos tipos de lagos, dentre estes serão descritos



nesse trabalho alguns dos principais como: os lagos tectônicos, vulcânicos, glaciais, de dissolução e erosão, provenientes da atividade eólica e de processos fluviais.

Os lagos formados a partir de falhas são considerados os mais antigos do mundo e possuem uma história que data do início do período Terciário (12 milhões de anos). Os movimentos nas porções mais interiores da crosta formam discontinuidades, as depressões que geralmente ocorrem entre essas massas de deslocamento ou em corredores de falhas de abatimento apontados em Wetzel (1993) como *graben ou rift valley*, formaram os lagos de falha, a exemplo, o lago Baikal com cerca de 1.636m está situado em uma grande fossa tectônica na Sibéria é considerado o lago mais profundo do mundo, outro lago em destaque é o Tanganika localizado na porção sul da faixa ocidental da Grande Fossa Africana, este lago originou-se pelo deslocamento do *rift valley* ao longo de fraturas da crosta.

Os movimentos epirogenéticos contribuíam para formação de muitos lagos tectônicos, através destes movimentos, grandes massas de água foram isoladas dos oceanos, como o mar Cáspio e o de Aral ambos na Rússia. Esses movimentos também contribuíram para o isolamento de águas continentais como o lago Vitória na África oriental, que foi formado a partir de movimentos de elevação do leito do Rio Kafu em decorrência do enrugamento e elevação das margens do planalto que formava esta bacia (ESTEVES, 2011).

Distinguem-se desta formação as bacias lacustres provenientes da atividade vulcânica, que apesar de serem comuns em áreas nas quais ocorrem movimentos tectônicos, as catástrofes associadas a este fenômeno, formam concavidades e a medida que o material vulcânico é ejetado, gera um vazio, neste contexto a partir do cone de dejeção do vulcão, podem ser formados três tipos de lagos como: lagos de cratera, lago de *maar* e lagos de caldeira (WETZEL, 1993).

Outra formação pode ocorrer com a obstrução de drenagens em vales preexistentes em que a solidificação da lava provoca o represamento das águas formando os lagos de barragem vulcânica, como é o caso dos lagos Kivo e Bunyoni na África (ESTEVES, 2011).

Wetzel (1993) relata que os lagos são feições comuns nas regiões montanhosas afetadas pela glaciação pleistocênica, a formação desses corpos d'água se deu a partir de vários processos, nos quais fizeram surgir diferentes tipos de lagos.

Dentre esses processos está o avanço e recuo do gelo sobre superfícies de rocha consolidada, segundo Wetzel (op.cit) os movimentos dos glaciares provocaram a remoção do material solto ao longo de fraturas, com o recuo do gelo, as bacias assim formadas na rocha, foram inundadas resultando em distritos de lagos.

Muitos vales glaciários de regiões montanhosas, em virtude da ação do gelo represaram água de degelo na depressão por uma saliência de rocha mais elevada ou por obstrução de morainas dando origem aos lagos de anfiteatro. A ação corrosiva do gelo propiciou gerar nessas bacias, uma cadeia de pequenos lagos dispostos em degraus num corredor glaciário designados de *lagos paternoster* (WETZEL, 1993).

Outra feição lacustre de origem glacial descrita em Wetzel (1993) e Esteves (2011) pode ser formada a partir da escavação de vales nas escarpas das montanhas adjacentes ao mar chamadas de lagos *fiorde* que podem ser encontrados em regiões da Noruega e na parte ocidental do Canadá. Atualmente muitos desses lagos apresentam-se submersos ou foram invadidos pelo mar.

Os lagos cárticos segundo Esteves (2011) são resultantes do acúmulo d'água em depressões formadas por solubilização de rochas calcárias (dolomitos), de cloreto de sódio (salgema) ou de sulfato de cálcio (gipsita), muitos lagos são formados quando estes depósitos rochosos, são gradualmente dissolvidos pela percolação da água de precipitação, subterrânea ou a associação destas.

As bacias de dissolução são caracterizadas por Wetzel (1993) como de contorno circular e aprofundadas em forma de cone, denominadas de *dolinas* que se formam por erosão e dissolução gradual do estrato rochoso. Esses lagos são frequentes em regiões cárticas do mundo, como o lago Luner, localizado nos Alpes austríacos com 102m de profundidade, é considerado o lago de dissolução mais profundo do planeta.

Meneses (2006), aponta a ação eólica em regiões áridas ou semi-áridas, podem a partir da deposição de sedimentos arenosos em determinado segmento de um rio formar barreiras e acumular água, como os depósitos de dunas. No Nordeste brasileiro, a ação do vento promove o deslocamento de dunas, que ao serem depositadas em um novo local, podem represar pequenos córregos que estão em direção ao mar, transformando-os em lagos.

O acúmulo de água pode ocorrer também em depressões previamente erodidas pela atividade eólica formando os lagos de deflação eólica. Segundo Wetzel (1993) nas bacias de deflação eólicas é comum o preenchimento de água nos períodos úmidos do ano, tornando-as cada vez mais ricas em sais a medida que se dá a evaporação.

Assine (2003) descreve que no Brasil formas reliquiárias, como as baías e as salinas, produzidas por deflação eólica são encontradas em grande número na região da (Nhicolândia) situada na porção sul do maior leque aluvial do pantanal mato-grossense (Taquari).

Ao estudar os condicionantes de formação desta paisagem, Assine (2003) explica que a atual configuração lacustre foi produzida devido a atuação de condições climáticas em vigor no Holoceno que promoveu a implantação do atual sistema fluvial e provocou a subida no nível freático, favorecendo o acúmulo d'água por influxo subterrâneo nas áreas previamente erodidas pelo vento.

Os lagos de origem fluvial estão relacionados com processos de erosão e deposição de sedimentos dos rios como os lagos de barragem e lagos de meandro, também estão relacionados com a variação no nível da água em função da precipitação que pode resultar nos lagos de inundação, estes lagos são os mais comuns encontrados no território brasileiro (TUNDISI, TUNDISI, 2008; ESTEVES, 2011).

Os lagos de barragem são formados pelo represamento de tributários ocasionado pela elevação do nível do leito do curso principal de um rio. A combinação de processos destrutivos e obstrutivos que ocorrem sobre as vertentes contribui para que grande carga de sedimentos sejam transportados e depositados na foz de seus afluentes obstruindo o fluxo formando assim um lago lateral (WETZEL, 1993).

Esteves (2011) descreve que lagos dessa origem podem ser encontrados na região dos grandes lagos do Amapá localizados entre os rios Amapá grande e Araguari que se transformam em grandes alagados no período de cheia. Outro exemplo é o lago D. Helvécio que ocorre no médio Rio Doce em Minas Gerais que destaca-se como o lago natural mais profundo do Brasil, com cerca de 31 m. Por fim, na região de terra firme da Amazônia, como os lagos Piorini e Erepecu que foram formados a partir dos rios de água branca, conhecidos na literatura pela capacidade de transportar grande quantidade de sedimentos.

Os lagos de meandro (*oxbow lake*) surgem em rios meândricos nas planícies aluviais. Devido a forte sinuosidade apresentada nesses canais, as margens côncavas sofrem intensos processos erosivos enquanto que a deposição ocorre nas margens convexas onde a turbulência é reduzida. Logo, a continuidade desse processo aumenta a concavidade até o estrangulamento de parte do curso fluvial provocando o isolamento do meandro que por sua vez pode se transformar em um lago (WETZEL, 1993).

Segundo Esteves (2011) esses lagos são numerosos no Pantanal de Mato Grosso e na Região Amazônica, uma vez que essas regiões apresentam poucas elevações e grande número de rios meândricos, oferecendo, portanto, condições favoráveis essa formação.

No pantanal mato-grossense inúmeros lagos estão situados nos cinturões de meandramento dos rios Paraguai, Taquari e Piquiri (ASSINE, 2003). Na planície amazônica

Meneses (2006) revela que esses lagos são regionalmente conhecidos como “sacados” e podem ser encontrados ao longo dos rios Madeira, Juruá e Purus.

O transbordamento anual dos rios inundam as planícies baixas e formam lagos os lagos de inundação que apresentam como característica principal a grande variação no nível da água em função da precipitação (MENESES, 2006).

Esteves (2011) descreve que esses lagos ocorrem em locais que ainda não foram totalmente colmatados pelo sedimento do rio, como em regiões da bacia amazônica onde são chamados de lagos de várzea. Entre eles podem ser citados: lagos do Castanho, Maicá, Redondo, lago Grande de Maicuru, Itaudema, lago Grande de Curuaí, lagoa do Poção.

No Pantanal mato-grossense essas feições são denominadas de “baías”, segundo Assine (2003), elas podem ocorrer alinhadas e conectadas, como num rosário, recebendo contribuição de águas superficiais durante as cheias que podem transbordar e coalescerem formando imensos lagos. A exemplo estão baía Negra, lagoas Mandioré e Goiba.

Lagos dessa origem também são encontrados na região da Baixada Maranhense, onde as bacias lacustres estão dispostas com relação ao conjunto dos rios caudalosos Pindaré e Mearim. Conforme Franco (2008) estes rios são responsáveis por promover pulsos de inundação ao regime hídrico dos lagos, a presença de igarapés nas reentrâncias ao longo das planícies de inundação funcionam como emissários entre esse sistema fluvio-lacustre.

Franco (op.cit) aponta o Lago Viana com 52 km<sup>2</sup> de extensão, como um dos principais lagos dessa região, entrelaçado entre os demais sistemas que compõem o conjunto de lagos dos rios Pindaré e Mearim, esse lago possui uma função especial, agindo no período chuvoso, como centro dispersor de águas que drenam toda região de lagos a sua jusante.

Os cenários amazônicos possuem extensos mantos lateríticos onde podem ser encontradas inúmeras bacias lacustres, é o que afirma Costa, Carmo e Behling (2005), muitos lagos estão situados sobre crostas onduladas e abatidas, que funcionam como acumuladores preferenciais de águas pluviais e coletores de águas fluviais. Conforme Costa, Carmo e Behling (op. cit.) apesar das crostas lateríticas conterem muitas cavidades elas comportam como rochas de baixa permoporosidade o que proporciona o acúmulo de água e consequente formação dos lagos.

Alguns desses lagos são encontrados na região dos Seis Lagos em São Gabriel da Cachoeira, como a Lagoa da Pata, que está subdividida conforme Cordeiro *et al.* (2008) em quatro alvéolos de dissolução. Também podem ser encontradas o conjunto de lagoas da região de Palmeirópolis no Tocantins onde muitas lagoas estudadas por Noronha (2009)

apresentaram afloramentos de couraças lateríticas nas suas bordas, além apresentaram nódulos ferruginizados com diversos graus de arredondamento em seus fragmentos lateríticos, indicando o processo de dissolução e encouraçamento na formação dessas lagoas.

Conforme Dutra (2013), é comum a ocorrência de lagoas no topo dos platôs de formação ferrífera, essas feições podem ser encontradas na região de Carajás em que apresenta características de relevo pouco acentuado com depósitos de ferro relacionados a uma série de platôs cobertos por duricrosta ferruginosa e espessa, denominada de “canga”.

Os lagos formados sobre crostas lateríticas tem comportamento diferencial dos demais lagos amazônicos conforme indica Costa, Carmo e Behling (2005) enquanto a grande maioria dos lagos dessa região constituem bacias semi-abertas, com ligação temporária com a atividade fluvial, os lagos sobre as crostas ferruginosas, são lagos fechados, logo são bacias coletoras de materiais detríticos e orgânicos restritos a região do seu entorno.

Corroborando com este autor, Cordeiro *et al.* (2008) atribui essas características aos lagos da estrutura dos Seis Lagos localizada na região do alto Rio Negro, estes lagos estão sobre uma canga laterítica que possui superfície com diversas depressões por colapso, geralmente estão situados nessas depressões fechadas e são favorecidos pela impermeabilidade do substrato e abastecimentos de mananciais vizinhos.

Outros tipos de lagos compõem as paisagens brasileiras, são as represas e açudes, que são lagos artificiais criados para atender necessidades humanas como: regularização de cursos, obtenção de energia elétrica, abastecimento de água, entre outras necessidades.

No Estado de Roraima, os estudos voltados para os ambientes lacustres tem sido direcionado principalmente para porção nordeste do estado onde a ocorrência dos lagos distribuem-se pelas planícies e depressões da Formação de Boa Vista e apresentam formas e extensões variáveis. Dentre os trabalhos realizados, merecem destaque os estudos de, Simões Filho *et al.* (1997), Latrubesse e Nelson (2001), Meneses (2006), Pinheiro (2007), Reis Neto e Costa (2010), assim como Santos Neto, Tavares Junior e Souza (2013), que consistem em importante referencial no conhecimento da fisiografia e dinâmica dos ambientes lacustres do estado de Roraima.

Registros lacustres permitiram Simões Filho *et al.* (1997) reconstruir a evolução dos lagos na região norte de Roraima. Dentre eles destaca-se o Lago Caracaranã no município de Normandia, que constitui uma bacia de drenagem de 3,8 km de circunferência considerado o maior lago do Estado, possui um sistema de pequenas lagoas das quais recebe drenagem durante os períodos úmidos do ano (Figura1).

Figura 1: (A) Lago Caracaranã Município de Normandia- Roraima no período chuvoso, no (B) Vista panorâmica do Lago Caracaranã

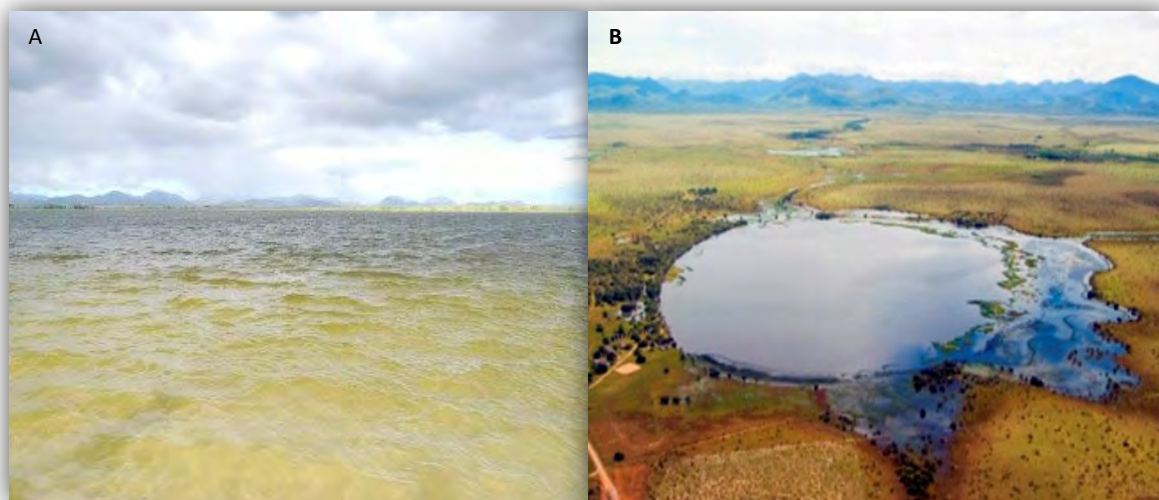


Foto: Habert(2012); Orihuela (2010)

Na região do município de Bonfim Simões Filho *et al.* (1997) estudaram o lago Redondo e o lago da fazenda São Joaquim, nestes puderam identificar que são bacias médias, com abundância de macrófitas aquáticas e algas marcadas pela presença de fragmentos de couraças lateríticas, sugerindo grande variação sazonal em sua profundidade.

Latrubesse e Nelson (2001) por meio da análise de imagens de radar em regiões próximas ao Rio Tacutu atribuíram a presença a de dunas parabólicas altamente erodidas como sendo um indicador de formação de lagos de deflação eólica cuja gênese se deve a influencia de climas pleistocênicos mais secos.

Meneses (2006) ao analisar os lagos do entorno de Boa Vista-RR classificou como lagos de olho d'água, os lagos que se desenvolvem sobre uma extensa superfície de aplainamento, e ocorrem quando a infiltração das águas pluviais provoca a elevação do nível freático que alcançam as depressões do terreno ou afloram nas áreas planas da superfície.

Trabalhos como de Pinheiro (2007), descreve que os lagos da Formação Boa Vista, estão encaixados em linhas de falhas ou que essas falhas estejam influenciando no seu direcionamento neste caso preferencialmente nas direções E-W e NE-SW o que denota a influência tectônica na região.

Pinheiro (2007) destaca que em alguns locais dessa região no período seco o espelho d'água dos lagos chegam a desaparecer ficando exposta a depressão, configurando-os como lagos sazonais de regime intermitente. Neste sentido, os lagos que possuem regime perene,

geralmente estão conectados com canais de drenagens ou por fluxos aquosos chamados de brejos ou igarapés.

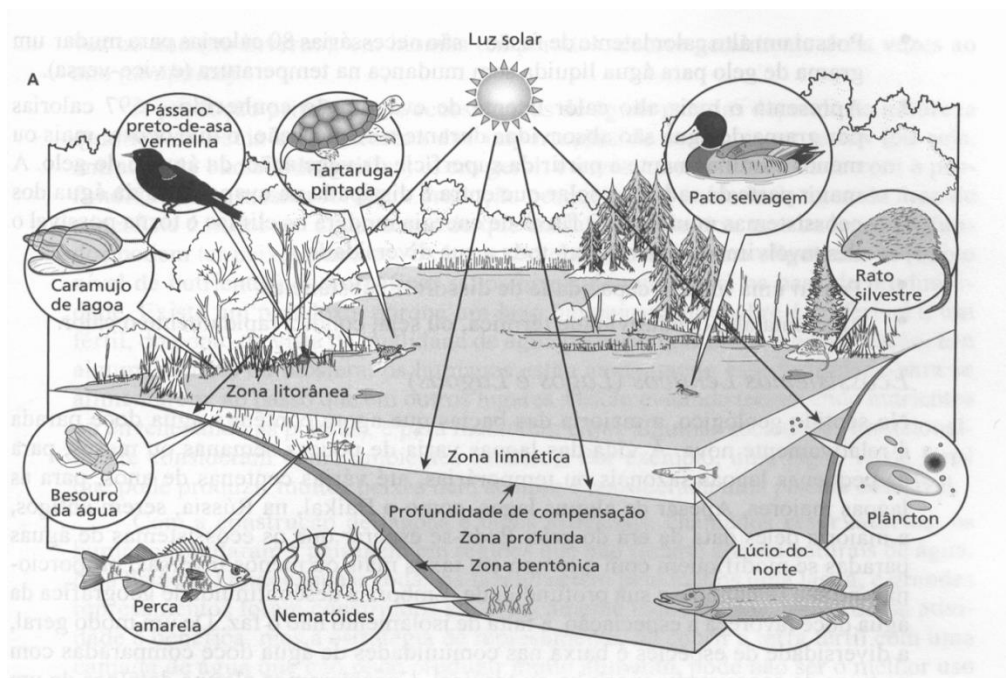
Ao estudarem os compartimentos geomorfológicos na Bacia do Rio Cauamé nessa região, Reis Neto e Costa (2010) associaram a presença dos lagos a dificuldades de escoamento, que foi indicada pela presença de crostas, que contribuíram para impermeabilização do terreno e atuaram como camada mantenedora da superfície, dificultando a percolação da água no solo e o encaixamento da drenagem.

Reis Neto e Costa (op. cit), narram que em períodos secos essa drenagem aparece desorganizada com apenas pontilhados de lagos já em períodos chuvosos esses lagos são alimentados pelas águas fluviais e transbordam sobre os interflúvios em decorrência do baixo nível topográfico.

## 2.2.2 Os principais compartimentos dos ambientes Lacustres

Os ecossistemas lênticos dos quais os lagos estão inseridos, são compostos por diferentes compartimentos que são divididos de acordo com Odum e Barrett (2011) em regiões distintas, litorânea, limnética, profunda e bentônica que na realidade foram divididas considerando a presença diferenciada da biota em cada uma dessas regiões (Figura 2).

Figura 2: Diagrama mostrando um ecossistema lêntico com suas zonas e espécies predominantes.



Fonte: Odum e Barrett (2011)

A região litorânea é o compartimento do lago que está em contato direto com o ambiente terrestre adjacente, cuja produtividade orgânica é alta. Nesta região que estão localizados níveis tróficos de um ecossistema, ou seja, produtores primários, consumidores e decompositores, nessa região é habitada tanto por organismos aquáticos quanto terrestres, sendo considerada como um compartimento de transição entre esses ecossistemas (ESTEVES, 2011).

A região limnética ou pelágica é a região que corresponde à parte central do lago, onde chega a luz e que está condicionada a formação de gradientes das variáveis físicas e químicas da água. Nessa região estão concentrados os plâncton e nécton e por vezes neuston (ESTEVES, 2011).

É na região profunda mencionada em Odum e Barrett (2011) que tróficamente encontram-se o estrato heterótrofico, caracterizado pela presença de solos, sedimentos e matéria orgânica em decomposição. Enquanto que na bentônica, além de ser a região mais profunda de toda a bacia lacustre, compreende os substratos associados ao fundo do ecossistema aquático, sua principal característica é a ausência de organismos fotoautotróficos, consequência da não penetração de luz (TUNDISI; TUNDISI, 2008).

A região bentônica como refere Esteves (2011) também é um importante sítio de atividade biogeoquímica que integra informações sobre a história evolutiva do ambiente aquático, assim como o ambiente terrestre circundante, que podem ser interpretadas através de seus sedimentos.

Odum (2004) ressalta que nas lagoas, a compartimentação das regiões se diferencia da dos lagos. Nos lagos, as zonas liminéticas e profundas são relativamente grandes comparadas a região litorânea, conseqüentemente a zona liminética é a principal região produtora, tendo em vista que a energia solar é fixada e transformada em alimento. Por outro lado, o tamanho e a circulação da água limita a estratificação nas lagoas, assim, a zona litorânea é maior e a principal região produtora.

Essa diferenciação de regiões é bem perceptível nos trabalhos de Simões Filho *et.al* (1997), onde foi identificado a variação nos sedimentos no interior dos lagos estudados em Roraima que apresentaram texturas arenosas ou argilosas e com baixo teor de carbono enquanto que nas suas margens a deposição de macrófitas fornecem matéria orgânica o que favorece a presença de sedimentos orgânicos com alto teor de carbono.



### 2.2.3 Dinâmica de Estratificação dos Ambientes Lacustre

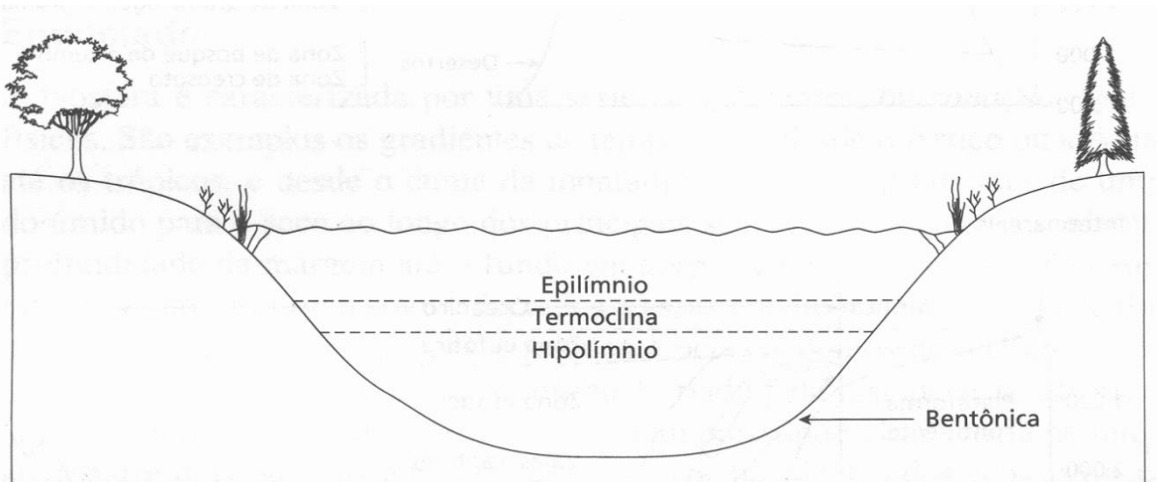
A distribuição desigual da radiação luminosa ou a má distribuição do calor solar nos lagos podem causar uma zonação vertical da coluna d'água. Essa zonação pode ocorrer de forma sazonal como nas regiões temperadas, ou diariamente como ocorre nas regiões tropicais e é de grande importância para os ambientes lacustres, uma vez que essa distribuição controla a dispersão dos sedimentos que chegam ao aporte fluvial e exerce influência na circulação das camadas de água, na estratificação térmica e no comportamento ecológico dos lagos (WETZEL, 1993).

Segundo Odum (2004), a temperatura interfere na composição química da água que comporta mais oxigênio a baixas temperaturas, a água com temperatura abaixo 4°C e acima de 4°C é mais leve do que a esta temperatura, em consequência a variação de densidade facilita o processo de circulação da água nos lagos.

Além disso, na maioria dos lagos a quantidade de energia eólica que se faz sentir na superfície é suficiente para fazer essa circulação agir, pois o vento atua sobre da água transferindo energia para camadas inferiores dos corpos hídricos.

Quando num lago o aquecimento e a diminuição de densidade na superfície ocorrem mais rapidamente do que esse movimento de circulação, a estrutura térmica da coluna d'água é dividida em camadas horizontais proporcionando condições favoráveis para ocorrência do fenômeno de estratificação térmica (Figura 3).

Figura 3: Zonação vertical de um lago baseada na estratificação térmica durante os meses de verão.



Fonte: Odum e Barrett (2011)

A variação térmica influencia nas transferências de energia e é caracterizada pela existência do padrão de estratificação definido pela “termoclina”, camada de transição caracterizada pelo gradiente térmico acentuado que divide a coluna d’água em diferentes temperaturas: uma superior o epilímnio que é a camada superficial mais quente e outra inferior o hipolímnio mais fria e mais densa (ODUM, 2004).

Esse padrão de estratificação térmica é característico de regiões temperadas, que passam por situações mais contrastantes em termos de sazonalidade.

Quanto aos lagos tropicais, Esteves (2011) afirma que as elevadas temperaturas conduzem a fracos gradientes de variação sazonal, nestas regiões é comum o processo de estratificação diária, em que a estratificação ocorre durante o dia e a desestratificação durante a noite, processo este facilitado pela baixa diferença de temperatura entre o epilímnio e o hipolímnio.

Nos lagos onde ocorre estratificação térmica também se desenvolve estratificação química, isto é, os gases e compostos orgânicos e inorgânicos presentes na água podem apresentar distribuição não homogênea na coluna d’ água (MENESES, 2006).

O processo de estratificação dos lagos torna possível a diferenciação dos organismos das regiões que vivem entre a região litorânea e a região profunda.

#### **2.2.4 Sedimentos em Ambientes Lacustres**

O potencial de acúmulo de sedimentos nos ambientes lacustres contribuem para formação de importantes registros da história de eventos que ocorrem numa bacia hidrográfica. A variedade de indicadores palinológicos procedem principalmente da deposição de poléns, fungos, algas, fragmentos de organismos e vegetação aquática que não foram decompostas e produzem a sequencia dos eventos ocorridos nesses ambientes.

Estudos palinológicos de Absy *et al.* (1997), em análises de pólen das amostras de sedimentos dos lagos Redondo e da fazenda São Joaquim na região do município de Bonfim-RR, permitiram correlacionar a vegetação pretérita àquela que atualmente ocupa o entorno desses lagos, e indicar através dos resultados que poucas mudanças ocorreram nesta vegetação, ao longo dos últimos 3.500 anos.

Segundo Esteves (2011) os sedimentos acumulados nas bacias lacustres são constituídos por diferentes materiais e origens podendo ser orgânico ou mineral. Análises

granulométricas podem fornecer importantes dados sobre a origem desses sedimentos que podem ser detrítica, química e orgânica.

Os sedimentos, com alto teor de matéria orgânica são de origem principalmente autóctone formados a partir de detritos do próprio lago que procedem principalmente das plantas herbáceas e do plâncton que se depositam após a sua morte.

A exemplo, análises granulométricas e de carbono nitrogênio em lagos de água preta estudados por Amorim *et al.* (2009), apresentaram material orgânico como consequência de processos de produção *in situ*, e nas margens principalmente pelo fitoplâncton e pelas macrófitas aquáticas. Além disso, esses estudos comprovaram que esses lagos possuem teores mais elevados de material orgânico no sedimento pelo fato de apresentarem águas mais ácidas que tendem a preservar melhor o material orgânico e/ou pelo fato destes lagos serem caracterizados por baixos teores de material mineral em suspensão que poderia diluir o conteúdo orgânico do sedimento.

Segundo Meneses (2006) ao longo da evolução de um sistema aquático, formam-se camadas de sedimentos, contendo compostos químicos e estruturas biológicas que representam as diferentes fases do processo. Assim, a capacidade do sedimento em acumular compostos é também responsável por tornar este compartimento um dos mais importantes na análise do nível de contaminação dos ambientes aquáticos.

Estudos geoquímicos de sedimentos ajudam a manter informações regulares quanto ao risco que estes podem representar para os ambientes lacustres, a exemplo, no lago Paranoá descrito em Maia, Boaventura e Pires (2006), em que foram identificados a presença de elementos nos sedimentos associados a atuações antrópicas e que contribuem para poluição desses ambientes como, Fe utilizado para material de construção, Al empregado no tratamento de esgoto, o Cr presente em ligas metálicas, V como componente derivado de petróleo e o Ba proveniente de inseticidas.

Os sedimentos lacustres também ajudam a definir estado nutricional do lago, que pode ser definido pelo teor de alguns elementos como fósforo e nitrogênio ou até mesmo pela biomassa das algas e plantas aquáticas, que na realidade refletem o estado trófico desses ambientes.

O fluxo de nutrientes no lago como de fósforo e nitrogênio, promovem o aumento da produtividade, através do processo de eutrofização que ao longo do tempo geológico é considerada como o envelhecimento natural do lago. No entanto, muitos lagos tem sofrido com o aumento da eutrofização devido a ações antrópicas que geram aumento da carga de

matéria orgânica e de nutrientes provocando o envelhecimento precoce dos lagos (ESTEVES, 2011).

Além disso, a acumulação de sedimentos nos lagos é considerada um dos fatores responsáveis pelo seu desaparecimento, este fenômeno está ligado à própria dinâmica desses corpos hídricos que acumulam matéria orgânica trazida pela deposição de sedimentos transportados por afluentes, e provoca o assoreamento. Esse processo reduz o volume de água, aumenta a turbidez, e dificulta a fotossíntese tornando impossibilitada a renovação do oxigênio conduzindo estes ao desaparecimento.

### 2.3 AMBIENTES LACUSTRES E IMPACTOS AMBIENTAIS URBANOS

Pode-se dizer que os seres humanos ao se concentrarem num determinado espaço físico, aceleram inevitavelmente os processos de transformação na paisagem, neste sentido, as modificações no ambiente tende a crescer na proporção em que a concentração populacional aumenta. Logo, é nos ambientes urbanos que concentram cada vez mais as populações do mundo.

Esses lugares são intensamente reproduzidos, o que para Spósito (2010) entendê-los, não se resume em apenas observá-los ou viver neles. É preciso verificar sua dinâmica, seus aspectos geográficos e históricos, entender que sua paisagem pode ser observada pela infraestrutura, pela hidrografia, pela topografia, e que estes entre outros elementos podem se expressar diferenciadamente.

No início do século XXI o Brasil já apresentava 80% da população concentrada nas cidades. No processo de urbanização, a paisagem antes vista como simples fonte de matéria-prima aparece como elemento de grande valorização cultural, ambiental e de pesquisa.

O norte do Brasil teve a ocupação mais recente de todo o país, que ocorreu em muitas áreas, partir da iniciativa governamental com o objetivo de incentivar os assentamentos de imigrantes nessa região através da criação de projetos de ocupação.

A implantação desses projetos favoreceu sem dúvida, a ocupação dessa região, todavia, à medida que não respeitaram o equilíbrio ecológico, observando apenas aspectos econômicos, trouxeram também prejuízos aos espaços ocupados, pois, a falta de planejamento adequado e de uma prévia avaliação dos impactos que futuramente poderiam ocorrer sobre essas áreas, trouxe como consequência, o surgimento dos problemas socioambientais.

Neste sentido, Guerra e Marçal (2006) no seu enfoque sobre geomorfologia urbana afirmam que os processos de urbanização têm tido um papel fundamental nos danos ambientais ocorridos nas cidades, pois o rápido crescimento urbano causa uma pressão significativa sobre o meio físico.

Em concordância com este autor Falcão, Pinheiro e Oliveira (2008) destacam que o aumento populacional reflete as complexas relações entre as políticas ambientais e populacionais e traduz a incapacidade do município de atender a demanda por serviços básicos o que gera diferentes paisagens urbanas.

Neste cenário estão inseridos os lagos importantes reservatórios de água doce, situados no interior dos continentes, tão fundamentais para sobrevivência de plantas, animais e do homem. Segundo Tundisi e Tundisi (2008) esses ambientes funcionam como ecossistemas complexos, com interações dinâmicas com a bacia hidrográfica, e recebe a influencia das atividades humanas que nela se desenvolve.

A deterioração desses mananciais é resultado do constante aumento do uso, para diversas finalidades que o homem tem manifestado sobre esses ambientes em especial o uso da água, componente vital para sobrevivência humana.

Conforme Esteves (2011), dentre os impactos mais relevantes que podem surgir nos ambientes lacustres está as alterações no ciclo hidrológico, na disponibilidade de água, o assoreamento e a eutrofização artificial desses ambientes lacustres.

Este último consiste no aumento da concentração de nutrientes da água, principalmente fósforo e nitrogênio, induzido por ação humana que despejam efluentes domésticos, industriais ou agrícolas e alteram o funcionamento desses ecossistemas aquáticos através crescimento explosivo de fitoplânctons e diferentes plantas, aquáticas, que degradam a qualidade da água (ESTEVES, 2011).

Reis Neto *et al.* (2006) descreve diversas alterações que o crescimento urbano pode trazer aos ambientes lacustres, dentre elas está o aterramento dos lagos associado ao aumento do nível do terreno resulta num rebaixamento do lençol freático e na perda da conectividade entre os corpos lacustres e suas áreas inundáveis. Além disso, a modificação da drenagem natural acarreta em uma redução na permeabilidade da superfície do solo, conseqüentemente um aumento no escoamento superficial, o que poderá tornar-se agravante para a ocorrência de eventos de inundação em áreas confinadas.

Meneses, Costa e Costa (2007) menciona que em Boa Vista-RR a desordenada expansão urbana vem trazendo para os ambientes lacustres sérias implicações ambientais que

incluem a extinção precoce de muitos lagos e brejos e o comprometimento da qualidade das águas lacustres através de práticas antrópicas dentre elas, o lançamento indiscriminado de efluentes domésticos em suas bacias.

Para Sousa, Ponte e Gomes (2007), avaliação dos ecossistemas lacustres urbanos advém da necessidade do equilíbrio ambiental desses corpos hídricos com o modelo de urbanização, uma vez que estes estão sujeitos ao excessivo aporte de carga orgânica e poluição ao longo de suas margens, tornando-se focos de doenças.

O processo de expansão urbana na porção nordeste do estado de Roraima, tem representado um problema frequente quando associado à ocupação desordenada em áreas de lagos tão expressivas nessa região. Nesta perspectiva, a apropriação e a transformação dessa paisagem tem se tornado cada vez mais preocupante, tendo em vista, que estas feições são de grande importância para população que faz uso de suas águas para diversas atividades.

#### 2.4 O USO DAS GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DOS AMBIENTES LACUSTRES

As geotecnologias denominadas em Rosa (2005), como o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica, sendo compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware*, constituem ferramentas para tomada de decisões e são consideradas fundamentais na análise geomorfológica, pois permitem a identificação e espacialização das feições de relevo, inclusive de ambientes aquáticos como os lagos.

As geotecnologias surgiram para facilitar o acesso a informações sobre os objetos ou fenômenos do espaço geográfico, dentre elas Rosa (2005) destaca o sensoriamento remoto, os sistemas de informação geográfica, a cartografia digital, o sistema de posicionamento global e a topografia. Esse conjunto de técnicas tem possibilitado cada vez mais aos pesquisadores a análise dos processos que atuam sobre a paisagem por meio da aquisição de dados multitemporais que possibilitam o estudo de processos morfodinâmicos.

Novo (2010) define o Sensoriamento Remoto como a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento e transmissão de dados inseridos a bordo de plataformas, com o objetivo de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem na superfície terrestre a partir do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que compõem em suas diversas manifestações.

Em se tratando de lagos Lehner e Doll (2004), consideram que o sensoriamento remoto favorece a obtenção de informações instantâneas sobre amplas áreas e fornecem imagens de cobertura global da Terra em crescente qualidade e resolução, possibilitando o monitoramento das variações espaço-temporais das extensões dessas feições e de outras áreas alagáveis.

Câmara *et al.* (1996) consideram que o Sistema de Informações Geográficas (SIG), possibilitam a integração, numa única base de dados, de informações geográficas provenientes de fontes diversas como dados cartográficos ou imagens de satélite. Além de oferecer mecanismos para recuperar, manipular e visualizar estes dados, através de algoritmos de manipulação e análise.

Esse tipo de estrutura conforme Silva e Zaidan (2007) tem grande relevância em termos de viabilização do Geoprocessamento, tendo em vista, que este opera sobre uma base de dados integrada que possibilita a execução de análises e cálculos matemáticos que permitem a elaboração de mapas qualitativos e quantitativos, constituindo-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos que apoiem os gestores no processo de tomada de decisão para gestão do espaço.

Para Florenzano (2011), os SIGs podem ser utilizados para armazenar, gerar, integrar e analisar informações de diferentes fontes além de calcular áreas, gerar mapas de forma automatizada, entre outras atribuições facilitando a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes, bem como a análise espacial e modelagem dos ambientes permitindo realizar projeções de cenários futuros.

Estudos realizados por França (2005), com emprego de técnicas de sensoriamento remoto na faixa que se estende do rio Madeira ao rio Tapajós, permitiram através de análises multi-temporais de dados multi-sensores, avaliar o efeito da dinâmica sazonal do nível d'água na planície de inundação do Rio Amazonas sobre a caracterização morfológica dos sistemas lacustres presentes nessa área. Assim identificou-se que existe relação entre a caracterização morfológica lacustre e o aporte de sedimentos provenientes de diferentes tipos de água recebidos pelo canal principal.

Matos *et al.*(2012) observaram o conjunto de lagos meridionais da Reserva Biológica do Lago Piratuba, na planície costeira do Amapá por meio da evolução multitemporal entre 1972 e 2009, em que séries temporais de satélites orbitais e medições hidrodinâmicas apontaram alterações no comportamento hidro e morfodinâmico desse sistema lacustre, como redução da área e de volume de água dos lagos, acarretando baixa

profundidade e o aumento do processo de assoreamento e eutrofização pela proliferação das macrófitas aquáticas.

Em Roraima o uso das geotecnologias tem sido fundamental em diversos estudos sobre ambientes lacustres, a exemplo, Falcão, Burg e Costa (2015), utilizaram o SIG integrado ao sensoriamento remoto em análise de imagens de satélite de diferentes datas e mostraram que os lagos no espaço urbano de Boa Vista, desapareceram em 19,1% num período de 33 anos de ocupação.

Além da aquisição de informações que auxiliam no entendimento de como os sistemas lacustres estão distribuídos no espaço geográfico, as geotecnologias colaboram para aprimorar os estudos dos lagos, pois permitem a associação de diversos fatores como morfometria, morfologia e morfodinâmica possibilitando assim, estudos mais abrangentes sobre essas feições.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 GERAL:

Analisar a paisagem através dos aspectos geomorfológicos, para o entendimento do ambiente lacustre na área de expansão urbana da cidade de Bonfim.

#### 3.2 ESPECÍFICOS:

- Mapear as unidades geomorfológicas em áreas limítrofes à cidade de Bonfim e classificar os sistemas lacustres;
- Descrever as características fisiográficas e morfológicas dos Lagos do Bicho e do Italiano na área de expansão urbana de Bonfim-RR;
- Analisar as características granulométricas (textura e morfologia),e mineralógicas e química pontual dos sedimentos lacustres;
- Identificar as possíveis implicações sócio-ambientais decorrentes da expansão urbana nas áreas de lagos;

#### **4. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS DA REGIÃO DE BONFIM-RR**

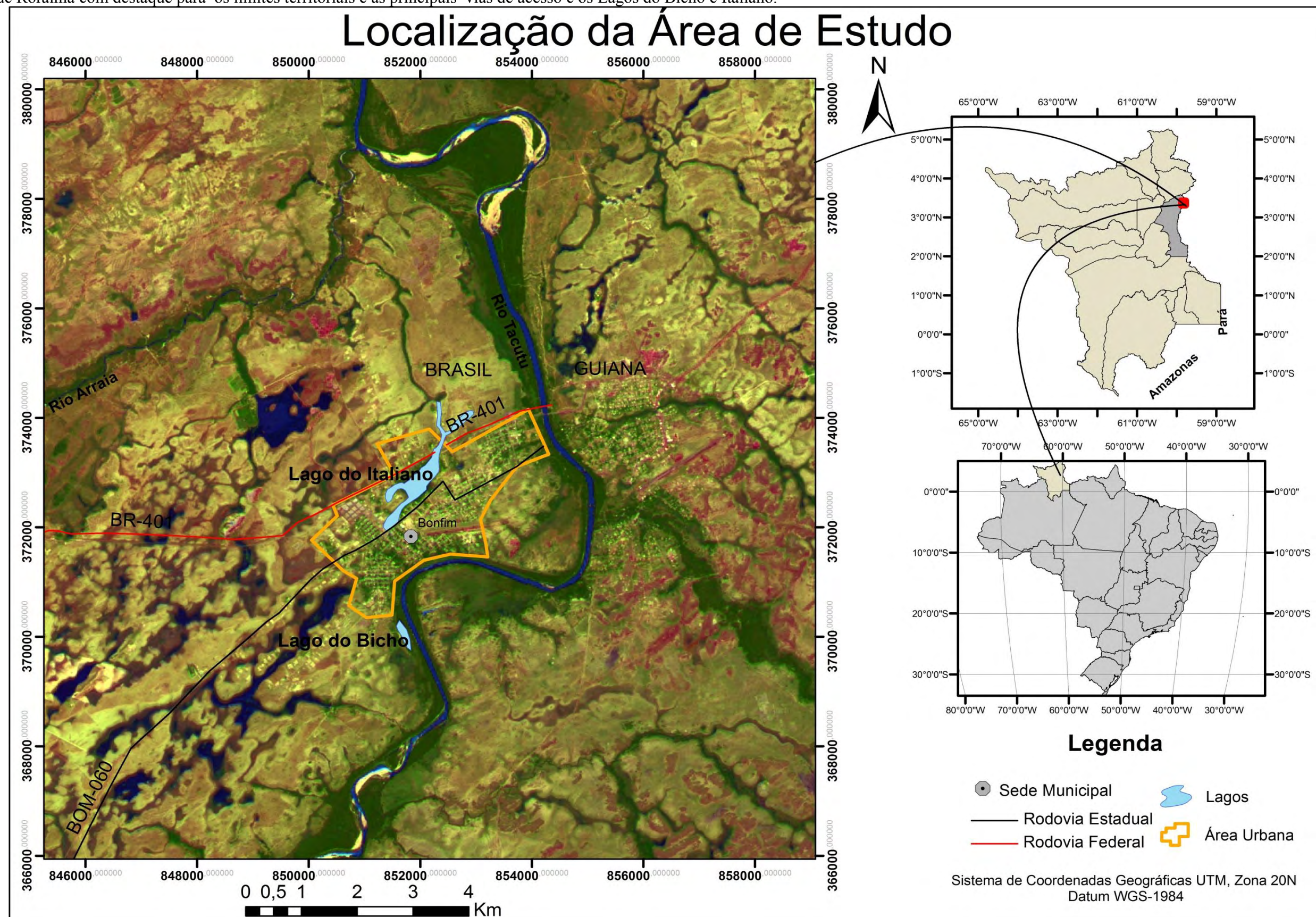
A área de estudo compreende à porção centro-norte do município de Bonfim, com destaque para os Lagos do Bicho e do Italiano, localizados na sede do município de Bonfim. Este município está a nordeste do Estado de Roraima dentro do quadrante 2°20'00"W e 3°20'00"W e 59°00'00"N e 61°00'00"N e tem como limites os municípios: ao norte Normandia, a sul Caracaráí, a oeste Boa Vista e Cantá e a leste faz fronteira internacional com a República Cooperativista da Guiana tendo como via de acesso a BR- 401 (Figura 4).

A sede do município de Bonfim está localizada a 124 km da capital Boa Vista, possui área territorial de 8.095 km<sup>2</sup>, deste valor 1.756,63 Km<sup>2</sup> corresponde terras indígenas o que resulta em 21,60% do total da área do município segundo IBGE (2010).

Além da sede do município ainda existem as localidades São Francisco, Nova Esperança, Vilhena, a área rural e as comunidades indígenas Bom Jesus, Jabuti, Jacamim, Manoá-Pium, Moskou e Muriru, conforme IBGE (2010).

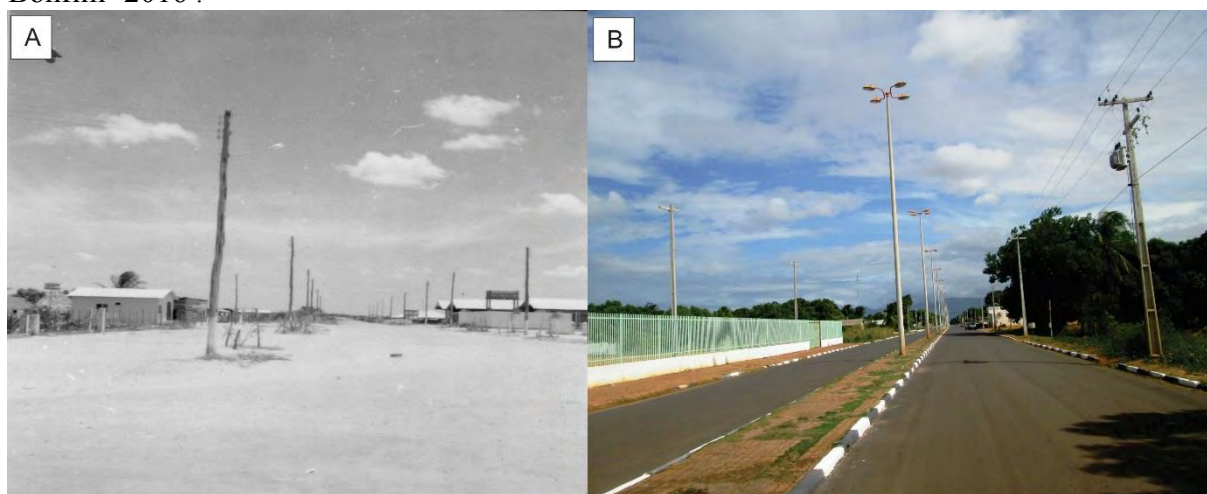
No contexto social o município de Bonfim-RR conforme IBGE (2010) possui uma população de 10.943 habitantes com densidade demográfica de 1,35 hab/km<sup>2</sup> sendo que quase a metade deste contingente, ou seja, 42,47% de sua população é formada por indígenas que se encontram especializados na sede do município e nas suas comunidades.

Figura 4: Imagem do sensor OLI (*Operation Land Imager*) do satélite LandSat-8, referente a órbita/ponto 232/58, 231/58 correspondente a integração 6R5G4xB8 mostrando a sede do município de Bonfim a nordeste do estado de Roraima com destaque para os limites territoriais e as principais vias de acesso e os Lagos do Bicho e Italiano.



A ocupação do município teve início com um pequeno vilarejo ainda no século XIX (Figura 5), no entanto foi criado oficialmente em Julho de 1982, pela Lei Federal nº 7.009 em 01 de julho de 1982 e desde sua ocupação inicial passou por vários ciclos comerciais, tendo uma interação socioeconômica com a cidade de Lethen- Guiana que é considerada cidade gêmea de Bonfim (OLIVEIRA e BETHONICO, 2013).

Figura 5: (A) Ocupação no Vale do Tacutu em 1978 (B) Av. São Sebastião no centro de Bonfim- 2016 .



Fonte: Adaptado de IBGE (2014)

Segundo Oliveira e Bethonico (2013), a ocupação e evolução demográfica do município se devem a fatores como: a instalação de fazendas reais para atividade agropecuária, abertura de garimpos, implantação de colônias agrícolas, criação de pelotões de fronteiras e os que tiveram maior impacto no incremento demográfico foram projetos de assentamentos rurais.

No contexto geomorfológico a paisagem dessa região está inserida nos domínios morfoestruturais de relevo designados por Franco, Del'Arco e Rivetti (1975) como Planalto Dissecado Norte Amazônia, Relevos Residuais e Pediplano Rio Branco-Rio Negro que compõem o arranjo do relevo local.

Nesses compartimentos segundo Costa (2008); Beserra Neta e Tavares Júnior (2008) as formas de relevo são representadas por sequências de morros e serras, com altitudes que podem variar de 100 a 300 metros sustentados por rochas areníticas da Formação Serra do Tucano e vulcânicas basálticas da Formação Apoteri que se enquadram nos domínios Planalto Dissecado Norte Amazônia e Relevos Residuais.

O modelado representativo desse compartimento é descrito em Silva *et al.* (2009); Nascimento *et al.* (2012), a Serra do Tucano constitui um conjunto de morros e serras onde o ponto mais alto é localmente chamado de “Morro da Antena”. Essa feição geomorfológica é sustentada por rochas de composição arenítica, apresentando formas mais dissecadas e formação de mares de morros e colinas alinhadas na direção NE-SW cujos vales estão encaixados em estruturas falhadas de mesmo padrão e vertentes com ravinamento instalado pela rede de drenagem que obedecem as linhas de fraturas e falhas (Figura 6).

Figura 6: Visão panorâmica da região da Serra do Tucano as margens da BR 401. Ao fundo panorama dos mares de morros do Planalto dissecado Norte Amazônia precedido de uma extensa área aplainada.



Foto: Raquel Alves (2016)

Segundo Conceição (2011), a região da Serra do Tucano do Mioceno até os dias atuais foi submetida a condições climáticas que ocasionou a formação de crostas lateríticas, estas ocorrem como blocos métricos arredondados principalmente próximo aos vales (Figura7).

Figura 7: Exposição de blocos lateríticos, testemunhos de ciclos de erosão na região



Foto: Raquel Alves (2016)

Os Relevos Residuais estão representados na região pelos *inselbergs* como o “Morro do Redondo” um afloramento residual que se destaca ao longo da BR 401, apresentando vertentes com patamares diferenciados (Figura 8).

Figura 8: Vista panorâmica do Morro do Redondo, estruturado em rochas basálticas da Formação Apoteri (CPRM,1999).



Foto: Raquel Alves (2016)

Este compartimento, também é representado pelas serras Apon e Urubu situadas nos interflúvios dos Rios Tacutu e Urubu sustentadas por rochas granitóides que de acordo com Silva *et al.* (2009) os Relevos Residuais tratam-se de remanescentes colinosos, formados por litologias mais resistentes aos processos de denudação.

O Pediplano Rio Branco-Rio Negro foi definido em Franco, Del'Arco e Rivetti (1975) por uma região de aplainamento que inclui relevo suavemente ondulado, por vezes apresentando remanescentes colinosos chamados de tesos, sustentados por crostas ferruginosas de pequena elevação (Figura 9).

Figura 9: Superfície de aplainamento do Pediplano Rio Branco-Rio Negro, formada por sedimentos areno-argilosos da Formação Boa Vista (CPRM,1999).



Foto: Raquel Alves (2016)

Hahn *et al.* (2012) descreve que esta unidade é constituída por materiais do Cenozóico e sustentada por sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista, areias eólicas inconsolidadas da Formação Areias Brancas e depósitos aluvionares e coluvionares.

O graben do Tacutu, importante feição estrutural, que segundo Hahn *et al.* (2012) serve de arcabouço da paisagem de grande parte da região do município de Bonfim, constitui-se uma feição que representa um seguimento distensivo, correspondente a um rift

intracontinental implantado no Mesozóico, onde as principais estruturas são orientadas preferencialmente a NE-SW.

Os solos da região são Latossolo vermelho eutrófico distribuídos principalmente nas savanas presentes no Pediplano Rio Branco-Rio Negro apresentando espécies arbóreas mais adensadas e porte mais arbóreo, devido às melhores condições químicas e físicas, herdadas do material de origem, ao longo dos afluentes próximos ao rio Tacutu são mais expressivos os Gleissolos e Solos areno-quartzosos como os Neossolos Quartzarênicos (EPE, 2010).

Na região o clima é descrito por Barbosa (1997), como de predomínio “AW” classificado por Köppen como tropical com estação úmida e seca, o regime de chuvas está representado por dois períodos distintos, sendo o período chuvoso nos meses de maio a agosto com precipitação pluviométrica anual é de 1.500 a 2.000 mm e período seco de setembro a abril.

Os recursos hídricos do município são formados pelas bacia do Rio Tacutu (Figura 10) que nasce na serra Acari na Republica Cooperativista da Guiana e tem como afluentes situados na margem esquerda os rios Jacamim, Arraia e Urubu. Além de compor diversos igarapés, brejos e lagos como o lago João Garcia e lago Central, situados na área urbana.

Figura 10: Rio Tacutu limite natural entre Brasil e Republica Cooperativista da Guiana.



Foto: Raquel Alves (2016)



Segundo Costa e Falcão (2011) o Rio Tacutu abrange cerca de 21% da bacia do Rio Branco, uma característica especial deste rio é que inicialmente escoar de sul para norte e posteriormente é capturado pelo hemigráben do Tacutu e passa a escoar de NE para SW.

A composição vegetal predominante são as savanas que são consideradas por Campos, Pinto e Barbosa (2008) como endêmicas na América Latina. Conhecida regionalmente como lavrado é marcada pela presença de estratos gramínoides permeados por árvores de pequeno porte isoladas ou agrupadas. Miranda e Absy (2000) descrevem quatro grupos fisionômicos de savanas em Roraima: savana graminosa, savana aberta, savana arborizada e savana parque esta predominante na área de estudo (Figura 11).

Figura 11: (A) Savana parque sobre relevo suavemente ondulado e Latossolo Vermelho. (B) No detalhe espaçamento entre a *Curatella Americana* (caimbé) que permeia o estrato graminoso, na região da Serra do Tucano.

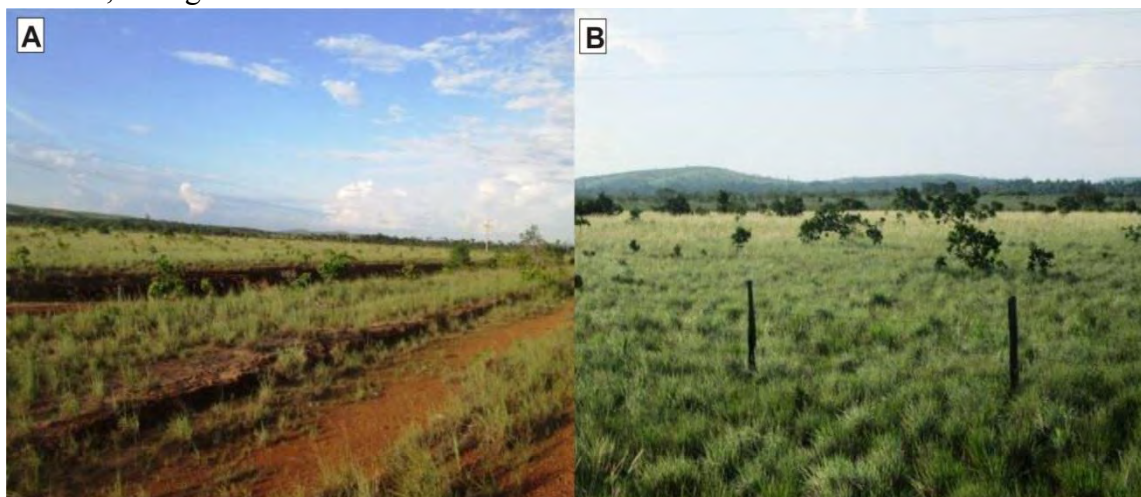


Foto: Raquel Alves (2016)

Conforme Miranda e Absy (2000) as savanas estão situadas em todo o sistema geomorfológico da Formação Boa Vista, sendo caracterizada por formar um grande mosaico com lagos que abastecem pequenos cursos de água por toda esta região. Dentre as espécies arbóreo-arbustivas encontradas na região destacam-se o caimbé (*Curatella americana*) e o murici (*Byrsonima*).

Destaca-se também neste contexto, os buritizais (*Mauritia flexuosa*) que circundam os ecossistemas aquáticos como lagos, igarapés e áreas brejosas formando veredas. Embora distantes de uma fisionomia graminosa com esparsas árvores, estes ecossistemas florestais são parte integrante do grande mosaico de unidades vegetais que formam a paisagem geral das savanas de Roraima (MIRANDA e ABSY, 2000) (Figura 12).

Figura 12: Mosaico fitofisionômico da região - savana gramínosa com densidade de estrato herbáceo, presença de arbustos, interrompida por vegetação de porte como veredas de buritizais.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 MATERIAIS UTILIZADOS

O presente estudo foi norteado por levantamento de dados bibliográficos, cartográficos, de sensores remotos e de campo, bem como, análises granulométricas, mineralógica e química pontual realizada em laboratório. Os materiais e métodos utilizados seguem descritos a seguir.

#### 5.1.1 Bibliográfico, Cartográfico e de Sensores Remoto

Na primeira fase da pesquisa foi realizado o levantamento bibliográfico, em livros, artigos científicos, periódicos, revistas científicas, teses e dissertações com intuito de enriquecer o pressuposto teórico metodológico e gerar informações para melhor compreensão do problema.

Neste levantamento, as temáticas pesquisadas foram: o estudo da paisagem e sua evolução no âmbito da geomorfologia, a abordagem sobre os estudos dos ambientes lacustres como a classificação e os tipos de lagos, e as alterações que os lagos podem sofrer frente ao crescimento urbano.

Por conseguinte ocorreu a aquisição de dados cartográficos, a exemplo dos mapas geológico e geomorfológicos bem como as cartas plani-altimétricas. As informações destes materiais estão descritos na (Figura 13).

Figura 13: Cartas para elaboração de mapas temáticos

| <b>Título</b>  | <b>Escala</b> | <b>Referência</b> |
|--|---------------|-------------------|
| Carta Plani-altimétrica Bonfim-RR, Folha. NA.21 –V-A-IV MI-42  | 1:100.000     | IBGE, 1983        |
| Carta Plani-altimétrica de Bonfim-RR, Folha. NA.21 –V.A MIR-11 | 1:250.000     | IBGE, 1986        |
| Mapa Geológico do Estado de Roraima                            | 1:500.000     | CPRM, 1999        |
| Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima                       | 1:1.000.000   | IBGE, 2005        |

Elaboração: Raquel Alves (2016).

Nos dados de sensoriamento remoto foram analisadas imagens ópticas e de radar do satélite Landsat-8, obtidas sem custo por meio do endereço eletrônico <http://landsat.usgs.gov>) descritas na (Figura 14).

Figura 14: Imagens ópticas e de radar, para elaboração de mapas temáticos.

| <b>Imagem</b>   | <b>Tipo</b> | <b>Sensor</b>                         | <b>Resolução</b> | <b>Banda</b>                       | <b>Referência</b>   |
|---|-------------|---------------------------------------|------------------|------------------------------------|---|
| 232/58, 231/58<br>LandSat-8 de 11 de<br>setembro 2015 | Óptica      | Oli<br>(Operacional<br>Terra Imager ) | 30 e 15mts       | 6R 5G 4B, 8<br>(Pan-<br>Cromática) | <a href="http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php">http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php</a> |
| SRTM ( <i>Shuttle Radar Topography Mission</i> )      | Radar       | -                                     | ~30mts           | -                                  | <a href="http://earthexplorer.usgs.gov/srtm">http://earthexplorer.usgs.gov/srtm</a>   |

Elaboração: Raquel Alves (2016).

### 5.1.2 Aplicativos computacionais (*Softwares*)

- ✓ Springer 5.2.3 – para o processamento das imagens orbitais
- ✓ ArcGis, versão 10.1 – para geração e tratamento do Modelo Digital de Elevação - MDE de elevação, vetorização e edição dos mapas temáticos;
- ✓ VLATE 2.0 – para obtenção de parametros morfométricos dos lagos
- ✓ Corew Draw versão 7.0 – para o realce de imagens fotográficas, editadas e legendadas, elaboração de croquis.
- ✓ Sysgran 3.0 – para classificação morfológica dos grãos
- ✓ X'Pert HighScore – para leitura dos picos do difratograma
- ✓ Origin 5.0 – para edição dos gráficos do difratograma
- ✓ Excel 2010 – para elaboração de planilhas e gráficos

### 5.1.3 Equipamentos utilizados em campo e/ou laboratório

- ✓ GPS (*Global Positioning System*) Garmim 12 para coleta das coordenadas geográficas dos pontos de ambientes lacustres;
- ✓ Trado Manual (tipo holandês), para coleta de amostras de sedimentos;
- ✓ Sacos e tubos plásticos para o acondicionamento das amostras de sedimentos;
- ✓ Balança de precisão (Kern0460.51) para pesagem das amostras dos sedimentos;
- ✓ Lavadora Ultrassônica (Unique) para separação das frações das partículas do solo (areia, silte e argila);

- ✓ Centrifuga (Centribio) para separação de silte e argila;
- ✓ Agitador Mecânico (Bertel) para separação das frações de areia;
- ✓ Lupa binocular para análise morfológica dos grãos;
- ✓ Difratorômetro de Raios X (DRX) modelo LabX – XRD - 6000 Shimadzu (DRX), para determinar a composição mineralógica dos solos/sedimentos;
- ✓ Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV/EDS) marca Hitachi modelo TM3030 para análise morfológica e química pontual dos grãos.

## 5.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 5.2.1 Processamento das Imagens de Sensores Remotos

Para composição dos mapas, foi utilizado o conjunto imagens ópticas multiespectrais do sensor Oli (*Operation Land Imager*), do satélite LandSat-8 nas bandas 6(R),5(G),4(B) e banda 8 (Pan-cromática) de resolução espacial de 15x15m, referentes a órbita/ponto 231/58 e 232/58, correspondentes a cobertura da área do município de Bonfim-RR. As cenas foram imageadas em 11 de setembro do ano de 2015 e obtidas gratuitamente por meio do endereço eletrônico [http://landsat.usgs.gov/band\\_designations\\_landsat\\_satellites.php](http://landsat.usgs.gov/band_designations_landsat_satellites.php). Destaca-se que esse mapa foi elaborado durante as atividades da disciplina “Geoprocessamento na análise de dados ambientais e sócio-espaciais” da grade curricular do Programa de Pós-graduação em Geografia-UFRR, durante o semestre 2015.2, sob a orientação do Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior.

A princípio, o conjunto óptico foi submetido às operações de rotina de pré-processamento como a atenuação da interferência dos constituintes atmosféricos através do método de calibração radiométrica proposto por Chander Markham e Helder (2009), que consiste na conversão de números digitais em reflectância. Foram aplicadas operações de realce por meio da função linear para ampliação do contraste, visando à obtenção de maior qualidade visual nas imagens. Além dessas operações foi realizada a fusão das bandas 4 (B), 5 (G), 6 (R) com a banda 8 (Pan-Cromática), utilizando o método denominado transformação RGB-IHS (técnicas de integração digital via IHS). Finalmente as imagens foram submetidas a operação de mosaico utilizando o método manual de mosaicagem afim de obter cobertura total da área, essas operações foram realizadas no ambiente do Springer 5.2.3.

Após a etapa de pré-processamento, foi realizada a edição do mapa de localização por meio de vetorização no software ArcGis versão 10.1 onde foram inseridos elementos gráficos como título, legenda, orientação, escala, grade entre outros *layouts* que fazem parte do mapa.

## **5.2.2 Atividades de Campo**

As atividades de campo foram desenvolvidas nas seguintes etapas:

### **5.2.2.1 Descrição Geomorfológica**

A descrição geomorfológica consistiu na etapa de observação em campo das características da paisagem regional como: morfologia das vertentes, tipologia de topos e padrões de ravinamentos de dissecação. Além disso, foi observado o tipo de cobertura vegetal que faz parte desses ambientes. Nesta ocasião ocorreu a aquisição de imagens fotográficas da paisagem, de detalhes dos ambientes lacustres e dos diferentes compartimentos geomorfológicos.

Após estes procedimentos foram correlacionados os dados geomorfológicos adquiridos em campo com as informações contidas no mapa geomorfológico elaborado pelo IBGE (2005), na escala de 1:1.000.000.

### **5.2.2.2 Descrição dos lagos**

A descrição dos lagos ocorreu primeiramente com a aquisição de imagens fotográficas da paisagem lacustre. Nesta etapa, foram coletadas por meio do Sistema de Posicionamento Global (GPS) as coordenadas geográficas dos pontos de concentração lacustre e de unidades geomorfológicas adjacentes.

Foram verificadas as condições ambientais em que se encontram os lagos buscando observar indícios de erosão próxima e/ou nas margens, estabilidade das margens, assoreamento em seu leito, identificação da vegetação ripária conforme Medeiros (2011), presença de vegetação aquática e possíveis alterações decorrentes de atividades antrópicas.

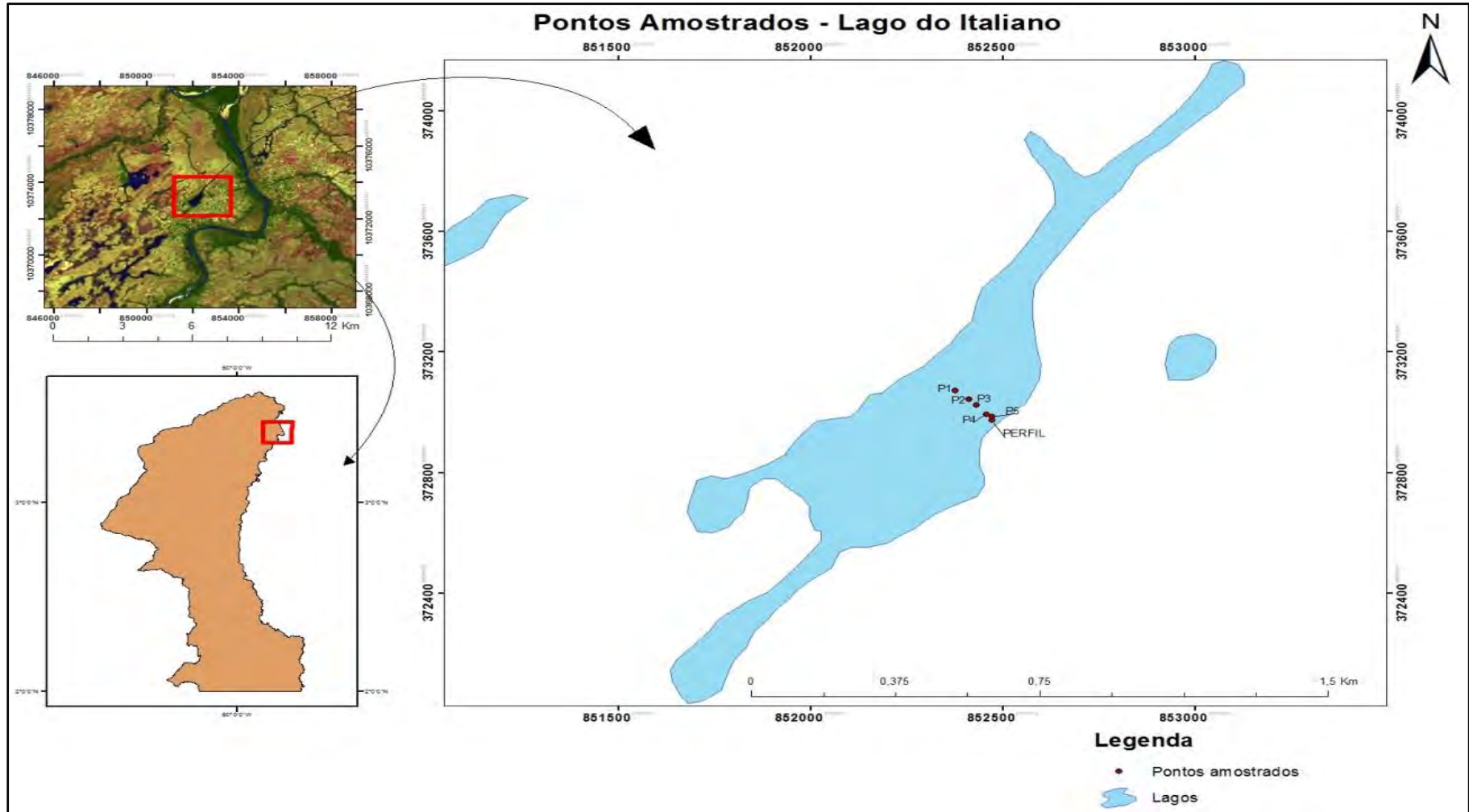
### 5.2.2.3 Coleta de Sedimentos

A amostragem foi realizada em 25/04/2015 período seco e feita de modo sequencial cujas amostras foram coletadas em locais selecionados de acordo com a distribuição da cobertura vegetal e aspectos geomorfológicos, pedológicos e rede hidrográfica. O propósito foi de caracterizar os solos, seus horizontes e a possível relação com os sedimentos lacustres.

Para coleta das amostras de sedimentos/solos foram considerados dois lagos da cidade de Bonfim o Lago Italiano (LIT) na área urbana, sendo este intermitente, com ausência de espelho d'água o que permitiu a coleta 5 pontos de modo sequencial desde o centro do lago até níveis topográficos mais elevados, incluindo um perfil em que as amostras foram coletadas numa trincheira (Figura 15).

Os outros pontos foram coletados no Lago do Bicho (LB) na área rural, sendo este perene, em que foram coletados 3 pontos desde a borda do lago até níveis topográficos mais elevados (Figura 16).

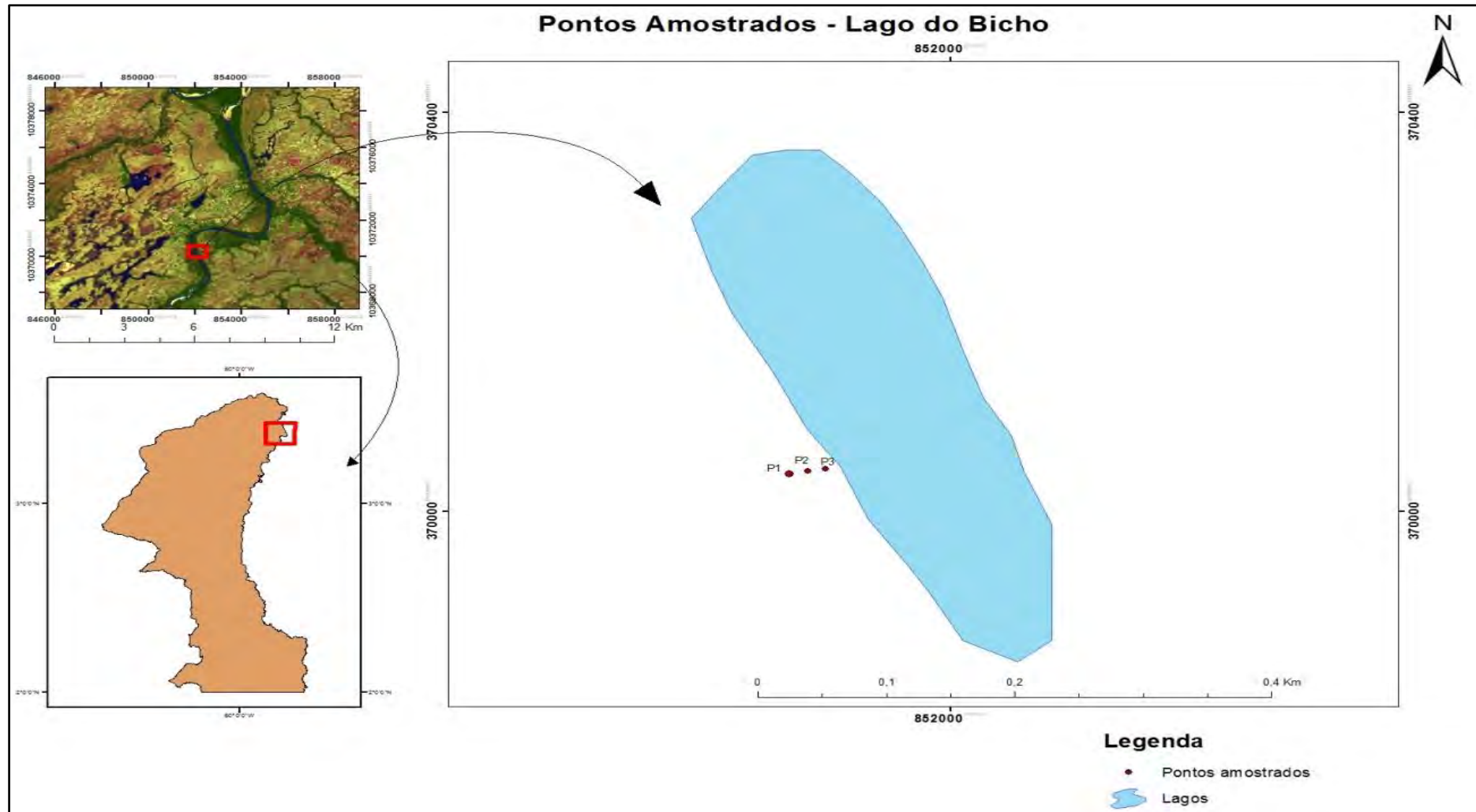
Figura 15: Mapa demonstrando os pontos de amostragem de sedimentos no Lago do Italiano, Bonfim - RR



Autor: Raquel Alves(2016)



Figura 16: Mapa demonstrando os pontos de amostragem de sedimentos nas margens do Lago do Bicho, Bonfim - RR



Autor: Raquel Alves (2016)

Figura 17: (A) Coleta dos sedimentos no Perfil (B e D) Armazenamento das amostras em saco plástico (C) Mensuração entre os pontos de coleta.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

As tradagens para coleta foram executadas com um trado manual, tipo holandês, atingindo profundidades de 60cm, em intervalos fixos de 20cm com exceção o Ponto 3 (na borda do Lago do Bicho) em que somente foi possível coletar até o intervalo de 40cm tendo em vista que atingiu o nível d'água. As amostras foram identificadas, armazenadas em sacos plásticos e posteriormente transportadas para o laboratório.

Ainda em campo, foram descritas as características pedológicas, a exemplo, a profundidade, espessura dos horizontes, cor e aspectos texturais, que serão aqui descritos conforme Lemos e Santos (1996). Para determinação da cor do solo foi realizada a comparação visual pela carta de Munsell (2000), pertencente ao Programa de Pós Graduação em Geografia da UFRR.

### 5.3 ATIVIDADES DE LABORATÓRIO

Nas amostras coletadas foram realizadas análises granulométrica das texturas (areia, silte e argila), análise morfológica dos grãos de areia, identificação mineralógica dos grãos e análise química pontual nos grãos.

As análises laboratoriais dos sedimentos/solo foram realizadas nos laboratórios de sedimentologia do NUPENERG (Núcleo de Pesquisas Energéticas), Mapeamento de Áreas Degradadas (IGEO) e laboratório de difração de Raio X do curso de Física da UFRR (Universidade Federal de Roraima) e Laboratório de Informática do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRR (PPGGEO). Neste último foi possível a manipulação dos dados nos *softwares* que foram utilizados para interpretação e representação dos resultados, além do tratamento das imagens de sensoriamento remoto utilizadas para confecção dos mapas.

#### 5.3.1 Elaboração dos Mapas Temáticos

##### 5.3.1.1 Compartimentos Geomorfológicos e Unidades Geomorfológicas

Para auxiliar na elaboração desses mapas foram utilizados dados geológicos quanto a litologia e feições estruturais que foram adquiridos no mapa geológico elaborado pelo CPRM (1999), na escala de 1:500.000. A vetorização foi realizada com o auxílio de imagem de radar da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) do satélite LandSat-8 sob a resolução de aproximadamente ~30m.

Nesta etapa também foi realizada a extração automática da drenagem através de MDE-SRTM, com o uso da ferramenta *ArcHydro Tools* disponível no *software* ArcGIS 10.0, o resultado da extração foi a drenagem no formato *shape*. Após a extração, foi realizada edição vetorial para correção de incompatibilidades detectadas.

Os tipos de modelados e compartimentos geomorfológicos foram individualizados a partir de técnicas fotointerpretativas onde foram feitas a correlação dessas imagens com a descrição geomorfológica realizada em campo, observando aspectos de altimetria, formas dos topos e declividade das vertentes, bem como, a distribuição dos lagos num contexto regional.

Para auxiliar a visualização das variações do relevo, na determinação das unidades de paisagens, foi traçado um perfil topográfico a partir da imagem SRTM com o auxílio da

ferramenta *Interpolate Line* no software ArcGIS 10.0 que facilitou a identificação de serras e superfícies aplainadas.

### 5.3.1.2 Classificação Morfológica dos Lagos

Para elaboração do mapa de classificação morfologia dos lagos foi aplicada a metodologia descrita em França (2005) que utilizou como parâmetro o índice F (Forma)  $F=1/\sqrt{A}*\pi$ , para indicar o grau de irregularidade do corpo d'água, em que quanto menor o valor do índice F mais próximo de um círculo será a forma do lago.

Tal fórmula consiste em:

F = forma,

l = perímetro dado em metros (m), e

A = área dada em metros quadrados (m<sup>2</sup>).

Os parâmetros morfométricos foram adquiridos a partir do VLATE 2.0, extensão para ArcGiz versão 10.1, onde foi criada uma tabela de atributos com duas colunas, uma com o perímetro em metros e outra com a área em m<sup>2</sup>, com a obtenção desses valores foi realizado o cálculo do índice F. De acordo com os valores de F obtidos para cada feição lacustre foi definida a classificação morfológica conforme a (Figura 18).

Figura 18: Valores do índice F atribuídos a forma.

| <b>FORMAS</b>  | <b>LIMIAR</b>    |
|----------------|------------------|
| Circular/ Oval | $1,27 < F < 2,6$ |
| Alongada       | $2,9 < F < 3,5$  |
| Composto       | $3,5 < F < 5,0$  |
| Dendrítico     | $F > 5,0$        |

Fonte: França (2005).

A partir dessa classificação foram mensuradas a frequência dos lagos para cada classe morfológica por meio da fórmula =CONT.SE(intervalo:intervalo;termo) do programa Excel.2010, além de ser aplicada regra de três simples para a determinação da porcentagem de cada frequência. Após estes procedimentos a planilha com os dados foi transferida para o programa ArcGis 10.1 onde foi gerado o mapa da distribuição dos sistemas lacustres com destaque para morfologia.

### 5.3.2 Análise Granulométrica dos Sedimentos

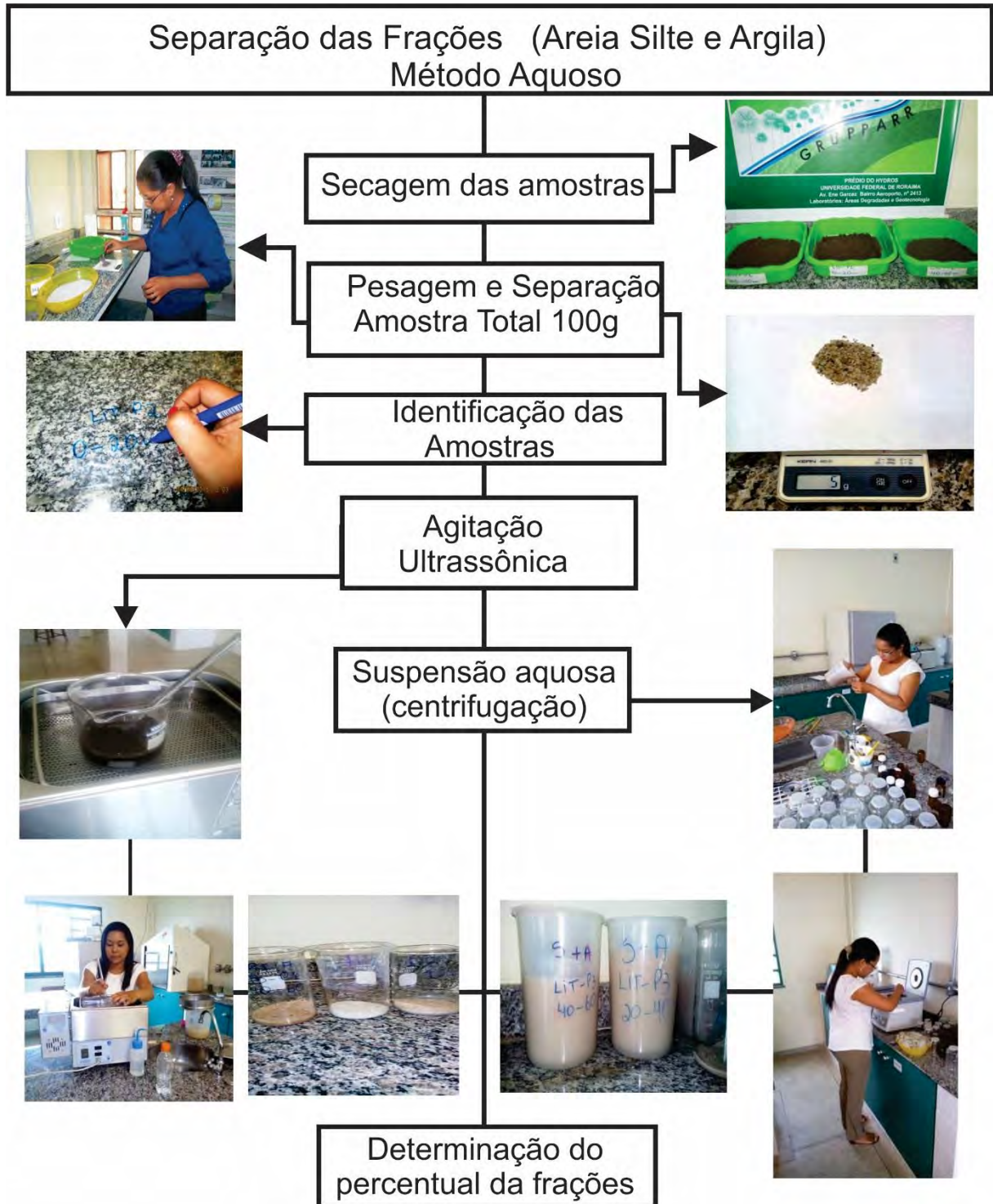
A determinação granulométrica das texturas foram realizadas em 26 amostras conforme metodologia da EMBRAPA (1997) e Meneses (2006), em que foi utilizado o método aquoso para separação de areia, silte e argila e o método seco para a separação da fração arenosa. Nesta etapa as amostras foram conduzidas no Laboratório de Sedimentologia pertencente ao Núcleo Pesquisas Energéticas da UFRR

#### 5.3.2.1 Separação das Frações de Areia, Silte e Argila (método aquoso)

Inicialmente as amostras foram secas em temperatura ambiente, destorroadas manualmente, sendo pesadas 100g de cada amostra em balança de precisão da marca KERN460-51. Posteriormente cada amostra foi acondicionada em um Béquer e adicionados a 400ml de água, colocada em uma lavadora ultrassônica da marca Unique e mexida com a ajuda de um bastão de vidro por 10 minutos. Neste processo, a lavadora emite vibrações que permitem que as partículas mais pesadas fiquem na parte inferior do Béquer, neste caso a areia, ficando em suspensão o silte e a argila. O processo foi repetido por vezes, até a água do Béquer ficar com o aspecto de límpida. Após a desagregação a areia foi colocada para secar em temperatura ambiente.

O silte e a argila foram reservados para separação que foi realizada numa centrífuga de bancada da marca CentriBio de (RPM/1000). No interior da centrífuga as amostras foram colocadas em tubos de ensaio que ao girar por 2 minutos (RPM/1000), a fração silte (sólido) deposita-se no fundo do recipiente, enquanto que fração argila permanece em suspensão. Após este procedimento a argila foi descartada e o silte foi reservado em um recipiente para secar em temperatura ambiente. Após a separação e secagem, as frações foram pesadas separadamente o que permitiu a determinação do percentual relativo entre areia, silte e argila. Os procedimentos de separação das frações de areia, silte e argila podem ser observados na (Figura 19).

Figura 19: Fluxograma demonstrando a secagem, identificação e preparo das amostras para a separação das frações (areia, silte e argila) na lavadora ultrassônica e das frações (silte e argila) na centrífuga.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

### 5.3.2.2 Tratamento da Fração Arenosa (peneiramento a Seco)

Para determinação dos valores percentuais correspondentes as frações de areia grossa, média e fina foi utilizado um conjunto de peneiras da série *Tyler* com aberturas de 1,00mm, 500 $\mu$ , 250 $\mu$ , 125 $\mu$ , 63 $\mu$ , <63 $\mu$ , superpostas na ordem decrescente colocadas em agitador mecânico da marca Bertel por 5 minutos. Em seguida ao peneiramento, as subfrações retidas em cada peneira foram pesadas separadamente, fornecendo os dados necessários para a constituição de histogramas representativos da sua distribuição nas amostras (Figura 20).

Figura 20: Tratamento das amostras da fração arenosa em laboratório.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Em cada fração granulométrica valores obtidos em gramas foram tratados estatisticamente conforme Folk e Ward (1957), e monitorados os seguintes parâmetros grau de seleção, de assimetria, curtose e o diâmetro médio. A classificação dos sedimentos em areia grossa, média e fina foi obtida pela escala de conversão de dados utilizada pela A.S.T.M. (*American Society for Materials*). Para caracterização das partículas do solo foi utilizada, à escala de Atterberg (SUGUIO, 1973).

Os resultados granulométricos foram processados no programa SysGran 3.1. adquirido gratuitamente pelo site [http://www.cem.ufpr.br/?page\\_id=527](http://www.cem.ufpr.br/?page_id=527), em que foram representados por tabelas e diagramas triangulares de Shepard (1954). Os dados obtidos foram plotados na forma de planilhas numéricas para elaboração de histogramas no *software* Excel do pacote Office 2010.

### 5.3.3 A análise morfológica dos Grãos de Areia

Nessa etapa foram observadas as frações granulométricas em lupa binocular com uma câmera fotográfica acoplada para a obtenção de fotografias dos grãos (Figura 21). Para a determinação do grau de arredondamento e esfericidade dos grãos de areia, foram separadas amostras contendo 100 grãos pertencentes a diferentes intervalos de classes granulométricas, em que foram comparadas visualmente com as tabelas de classes de arredondamento e esfericidade citadas por Suguio (1973) cuja classificação pode ser angular, subangular, arredondado, subarredondado e bem arredondado.

Figura 21: Separação morfológica dos grãos com o uso do microscópio óptico.



Elaboração: Raquel Alves (2016)



### 5.3.4 Análise Mineralógica dos Sedimentos

Para esta análise foi realizada a pulverização das amostras através da utilização do gral de ágata, em seguida as amostras foram diluídas em água sobre lâminas de alumínio, posteriormente as soluções foram pipetadas sobre a superfície de lâminas de vidro e secas ao ar. Após secar as amostras no total de 26, foram inseridas na câmara difratométrica modelo XRD 600 da marca LabX onde foram submetidas a difratometria de Raios-X (DRX) cuja leitura de cada amostra é analisada no intervalo de varredura de  $5^\circ$  a  $70^\circ 2\theta$  (Theta), em duração de 40 minutos. Para interpretação os picos do difratograma foi utilizado o *software X'Pert HighScore* (Figura 22).

Figura 22: Procedimentos quanto a DRX.

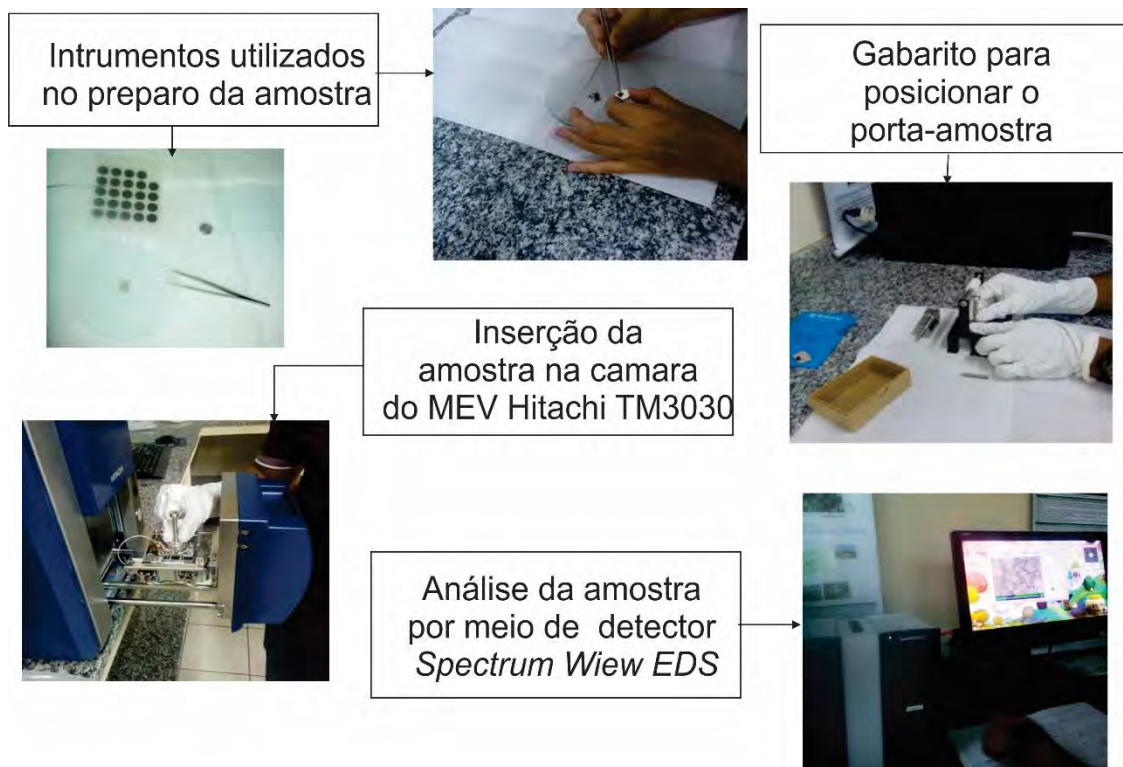


Elaboração: Raquel Alves (2016)

### 5.3.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectrometria de Energia Dispersiva (EDS)

Neste procedimento, uma pequena quantidade de grãos (amostra total) foi depositada em um adesivo de carbono adesivo e inserida no porta-amostra do microscópio que em seguida foi colocada em um gabarito para mensurar a melhor orientação do porta-amostra em relação ao feixe de varredura e o coletor de elétrons, após isso o porta-amostra é alocado na câmara de vácuo do MEV da marca Hitachi modelo TM3030 (Figura 23). Este aparelho possui um sistema de condensação do feixe por lentes eletromagnéticas e sistema de detecção de elétrons geradores de imagem que associado ao equipamento de visualização tem capacidade de gerar imagem de alta resolução. A utilização do MEV possibilitou a análise de detalhe sobre a morfologia, enquanto que a composição química pontual, por linha e mapeamento dos grãos foi adquirida através do EDS. As imagens de alta resolução do MEV foram numa escala que variou de 20 $\mu$ m a 1mm.

Figura 23: Procedimentos para análise dos grãos com o uso do Microscópio Eletrônico de Varredura- (MEV) e Espectrometria de Energia Dispersiva-(EDS)



Elaboração: Raquel Alves (2016)

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA REGIONAL

A partir das descrições morfológicas observadas nos trabalhos de campo e dos dados altimétricos adquiridos nas cartas plani-altimétricas Bonfim-RR Folhas NA.21 –V-A-IV MI-42 e NA.21 –V.A MIR-11 e (IBGE, 1983,1986) foram identificados os modelados de agradação e dissecação da região do município de Bonfim (Figura 24), mais especificamente no entorno da cidade homônima. Esta região estudada está inserida no domínio das unidades morfoestruturais definidas por Franco, Del’Arco e Rivetti (1975), como Planalto Dissecado Norte Amazônia, Relevos Residuais de Roraima e Pediplano Rio Branco-Rio Negro. Caracterizam-se segundo Beserra Neta e Tavares Júnior (2008) por uma sequências de serras, morros, colinas ravinadas e colinas com vales encaixados, além de elevações residuais que se destacam numa extensa superfície aplainada.

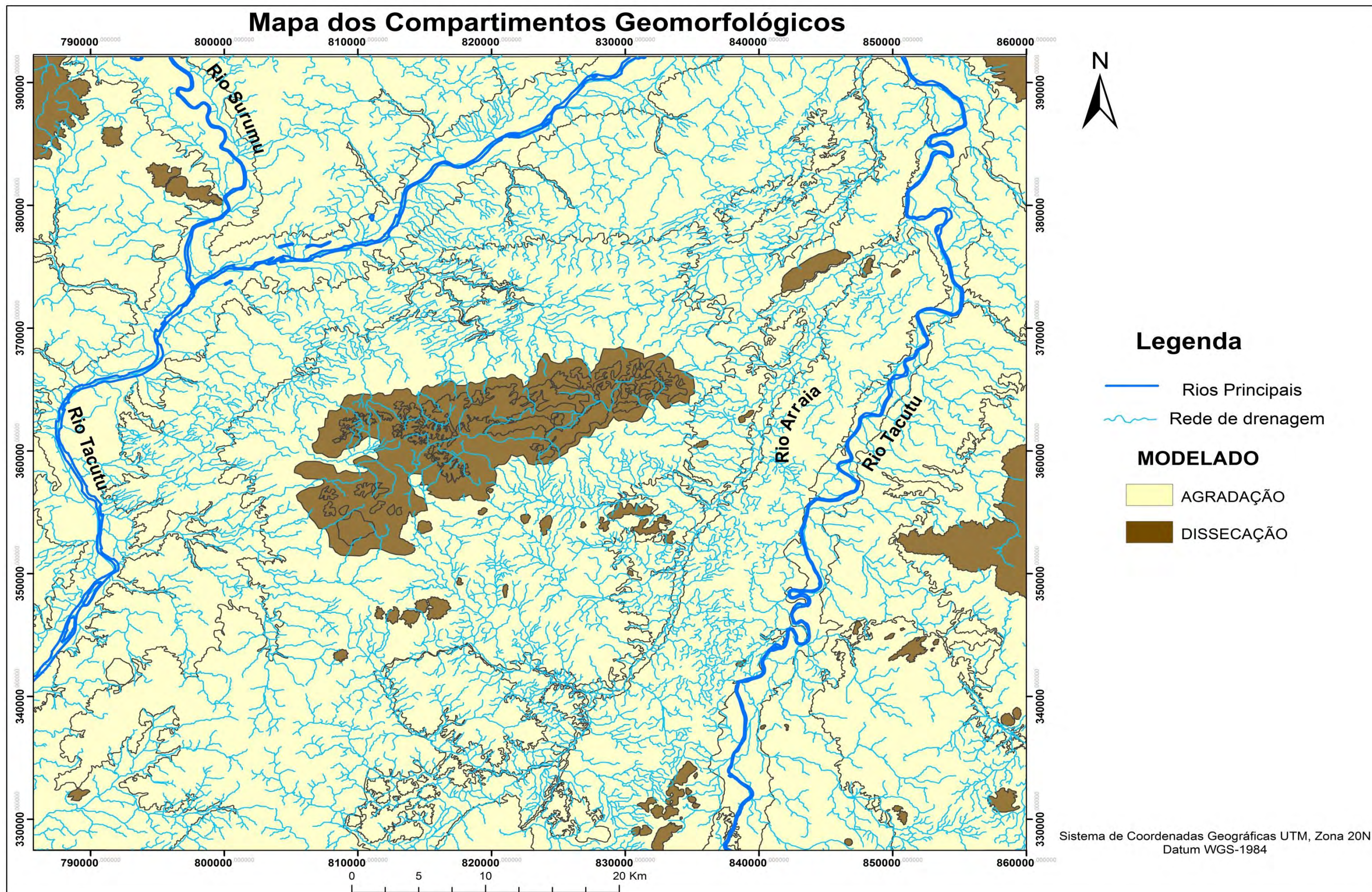
Para a compreensão da compartimentação geomorfológica para a região estudada, faz-se necessário destacar os aspectos geológicos. A área é constituída por derrames basálticos inseridos na Formação Apoteri, juntamente com as sequências areníticas representadas pela Formação Serra do Tucano, ambos de idade mesozoicas. Ocorrem com grande expressão regional sedimentos areno-argilosos e areias eólicas inconsolidadas, inseridos respectivamente na Formação Boa Vista e Formação Areias Brancas, ambos de idade cenozoicas (BARRON, 1996; VAZ *et. al.*2007).

A compartimentação da área estudada engloba as seguintes unidades: Relevo em Patamar em Crista Estruturada (PCRE), Maciço Somital Convexo (MSC), Morros Residuais Estruturados (MRE) e Morros e Colinas Escalonadas com Vales Abertos (MEVA), ambos definidos como modelado de dissecação; também são encontrados o Plano Erosivo (PER), as Superfície da Aplainamento (SAP) e o Plano Aluvial (PAL) definidos como modelados de agradação (Figura 25). Estas unidades de relevo serão discutidas a seguir:

#### 6.1.1 Patamares em Cristas Estruturado - PCRE

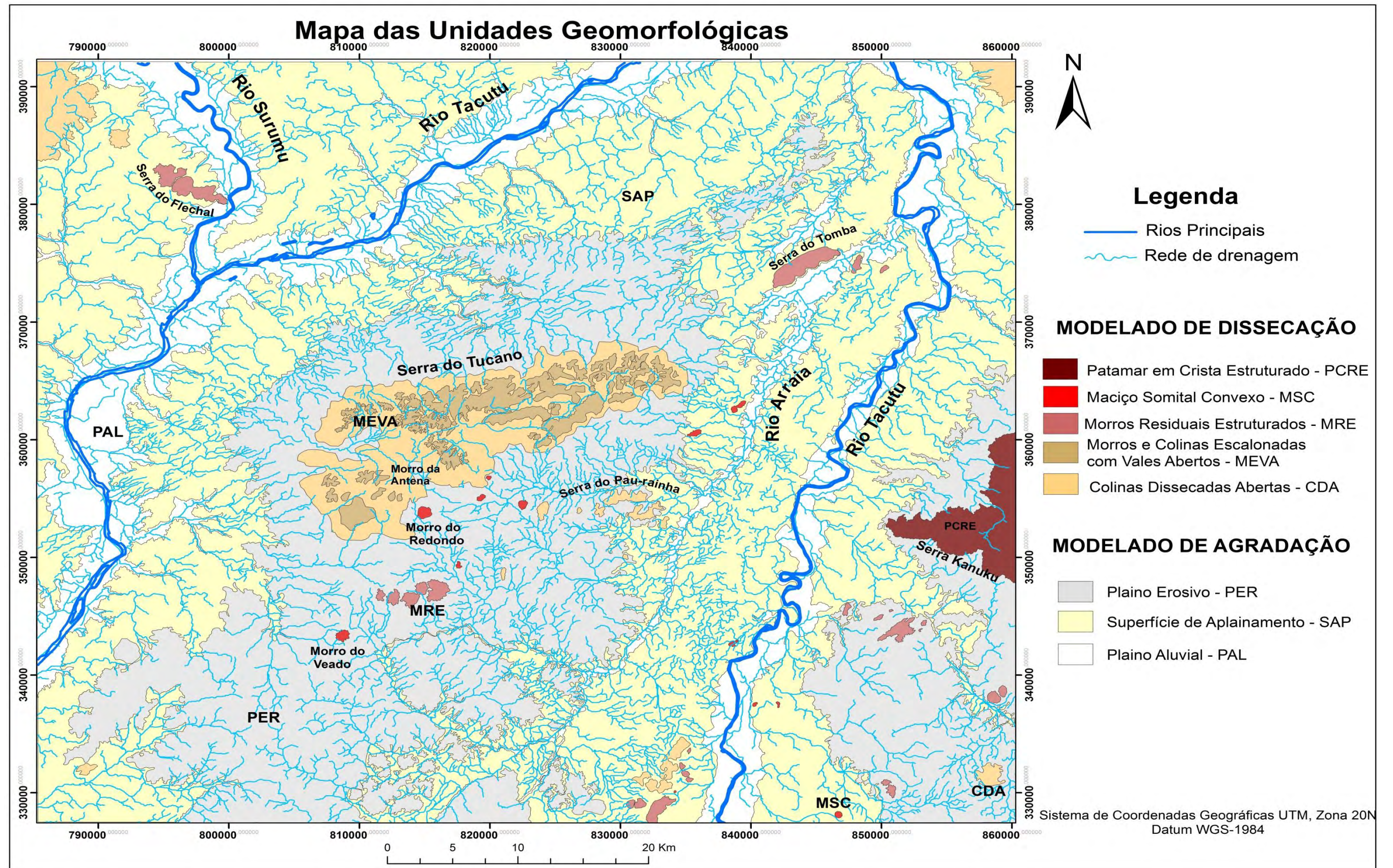
Os Patamares em Cristas Estruturados estão situados na porção leste do município a margem direita do Rio Tacutu, apresentam altitudes que chegam acima de 900m e se encontram alinhados nas direções NE-SW.

Figura 24: Mapa dos compartimentos geomorfológicos, Bonfim – RR



Autor: Raquel Alves (2016)

Figura 25: Mapa das unidades geomorfológicas, Bonfim - RR



Autor: Raquel Alves (2016)

Figura 26: Conjunto de Serras Kanuku exibindo topos lineares e pontões com vertentes convexas e côncava convexas.



Foto: Raquel Alves (2016)

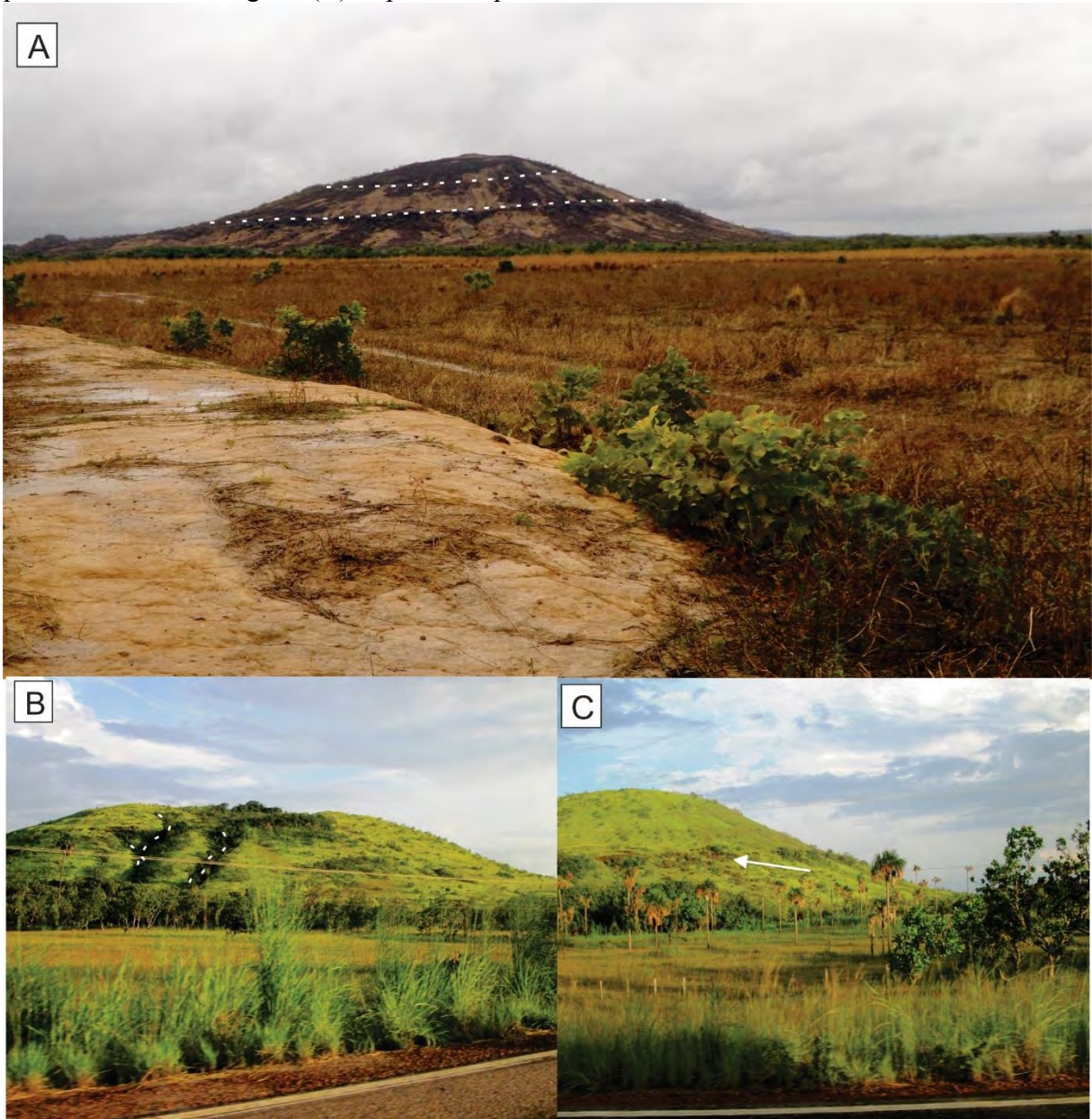
Estas feições exibem topos de cristas estruturados que apresentam pontões. Estão elaboradas em rochas gnasses e metagranitóides da Formação Suíte metamórfica Rio Urubu (Paleoproterozóico) (CPRM, 1999) tendo como destaque a o conjunto de Serras Kanuku na porção sudeste da fronteira entre o Brasil e a Republica Cooperativista da Guiana.

### **6.1.2 Maciço Somital Convexo – MSC**

Constituem elevações isoladas que fazem parte da unidade morfoestrutural Planaltos Residuais de Roraima, essas feições sobressaem sobre a planura de áreas adjacentes se espacializam na porção central e sudeste do município.

O Morro do Redondo é um maciço situado na borda do graben do Tacutu que se destaca na paisagem regional apresentando elevação de 270m com topo convexo e vertente convexo-retilínea, esta feição é sustentada por rochas vulcânicas da Formação Apoteri (Mesozoica) das quais constituem fonte de materiais formadores de Latossolos presentes na região (Figura 27).

Figura 27: (A) Morro do Redondo precedido pela superfície aplainada do Pediplano Rio Branco - Rio Negro exibindo topo convexo e vertentes com patamares de dissecção. (B) Maciço Somital exibindo vertente ravinada recoberta por vegetação indicando fluxo preferencial da drenagem. (C) Superfície apresentando blocos rochosos.



Elaboração: Raquel Alves ( 2016)

Esses maciços exibem topos convexos e vertentes convexo-retilíneas modeladas por drenagem de primeira ordem exibindo ravinas. Ocorre nas superfícies afloramentos rochosos e formação de patamares indicando processos de erosão diferenciada. O EPE (2010) associa a gênese, dessas feições a resíduos de pediplanação em climas áridos e semi-áridos, exumados

na paisagem através do rebaixamento dos terrenos circundantes através da ação do clima úmido e pela ação da drenagem.

### 6.1.3 Morros Residuais Estruturados – MRE

Esta unidade ocorre pela presença de morros alinhados com altitudes variando de 150 a 300 metros, ocorrem na porção noroeste do município de Bonfim, é representado pelo conjunto de morros denominado Serra do Flechal situado próximo à confluência dos Rios Surumú e Tacutú com direção NW-SE, também ocorre às margens do Rio Arraia a nordeste do município, representado pela Serra do Tomba com direção NE-SW (Figura 28).

Figura 28: No segundo plano, morros alinhados exibindo topos convexo e retilíneo precedidos de extensa superfície de aplainamento.



Foto: Raquel Alves ( 2016)

Estas feições são sustentadas por rochas Paleoproterozóicas como paragnaisses, xistos e anfibólitos do Grupo Cauarane (CPRM, 1999) ocorrem também na porção centro-sul do município e estão alinhados preferencialmente na direção NE-SW.



#### 6.1.4 Morros e Colinas Escalonadas com Vales Abertos – MEVA

Formada por um conjunto de morros e serras, vales abertos com cabeceiras de anfiteatro e vertentes que apresentam morfologia linear, convexa e concava-convexa com altimetrias que chegam a atingir 300m. Esta unidade de relevo apresenta topo retilíneo e alguns pontões, a exemplo do Morro da Antena (Figura 29), que corresponde a uma das maiores elevações que compõem o conjunto de serras denominados de Serra do Tucano com forte alinhamento estrutural na direções NE-SW. As feições são sustentadas por rochas de idade mesozoica como arenito e arenito conglomerático da Formação Serra do Tucano (CPRM, 2009).

Figura 29: Configuração regional da paisagem na Serra do Tucano, apresentando a planície com vales abertos, formação de colinas com vertentes retilinizadas, e elevações maiores apresentando pontões (Morro da Antena) e vertentes de morfologia convexa, côncava-convexa e retilínea.



Foto: Raquel Alves (2016)

### 6.1.5 Colinas Dissecadas Abertas – CDA

As colinas Dissecadas Abertas apresentam elevações caracterizadas por baixa altitude que variam de 100 a 150m sustentadas por rochas areníticas de idade mesozoicas. São áreas que circundam as superfícies das serras e estão espacializadas na porção central do município como na região da Serra do Tucano e com ocorrências incipientes nas demais áreas.

Apresentam pequenas elevações como morrotes e colinas amplas, com morfologia de topo convexo suave a retilinizado e vertentes apresentando declividade moderada, com formação sulcos e ravinas com drenagem que apresenta entalhe pouco acentuado (Figura 30).

Figura 30: Colinas com morfologia de topo plano suave com vertentes convexas apresentando quebra de declive e rede drenagem com formação de vales abertos.



Foto: Raquel Alves (2016)

### 6.1.6 Plaino Erosivo – PER

São áreas que ocorre em toda extensão do município com altitudes variando entre 95 e 130 metros, são moderadamente planas com declividade suave formando setores de transição e descarga de sedimentos entre as superfícies de encostas e as superfícies aplainadas. Estão recobertos por sedimentos arenosos oriundos dos arenitos da Formação Boa Vista e areias eólicas da Formação Areias Brancas (CPRM, 2009) (Figura 31).

Figura 31: Ao fundo da imagem a formação de colinas amplas suavizadas com topo aplainado.



Foto: Raquel Alves (2016)

### 6.1.7 Superfícies de Aplainamento – SAP

Esta unidade corresponde ao modelado de agradação é caracterizada pelo padrão plano ou suavemente ondulado, com altitudes variando entre 80 e 95m, apresenta vasta distribuição espacial na área de estudo compreendida como modelado de dissecação (Figura

32). Estas feições são sustentadas por arenitos, arenitos conglomeráticos da Formação Boa Vista e depósitos arenosos da Formação Areias Brancas, (TAVARES JUNIOR *et al.*2013).

Figura 32: Superfície de Aplainamento as margens da BR-401 sentido Bonfim-RR.



Foto: Raquel Alves (2016)

#### **6.1.8 Plaino Aluvial – PAL**

O Plaino Aluvial corresponde a áreas baixas com altitudes que variam entre 60 e 85 metros, ocorrem ao longo dos vales fluviais formando áreas de deposição, é constituído por sedimentos aluviais compostos por cascalho, areia e argila semiconsolidadas e incosolidadas (CPRM, 1999). No leste da área de estudo, o Plaino Aluvial é representado pela formação da planície de inundação fluvio-lacustre entre os vales do Rio Arraia e Tacutu, sendo esta, sujeita a inundações periódicas (Figura 33).

Nessa unidade, o Rio Tacutu ao longo de seu curso expressa padrões de drenagem variados que vão de retangular a meandrante, com ocorrência de cotovelos de drenagem, o que denota expressivo controle estrutural na configuração da rede de drenagem, assim como, meandros abandonados, que propiciam a formação de diversos lagos (Figura 34)

Figura 33: Rio Arraia, exibindo no fundo do vale sedimentos aluvionares constituídos por basaltos.



Foto: Raquel Alves (2016)

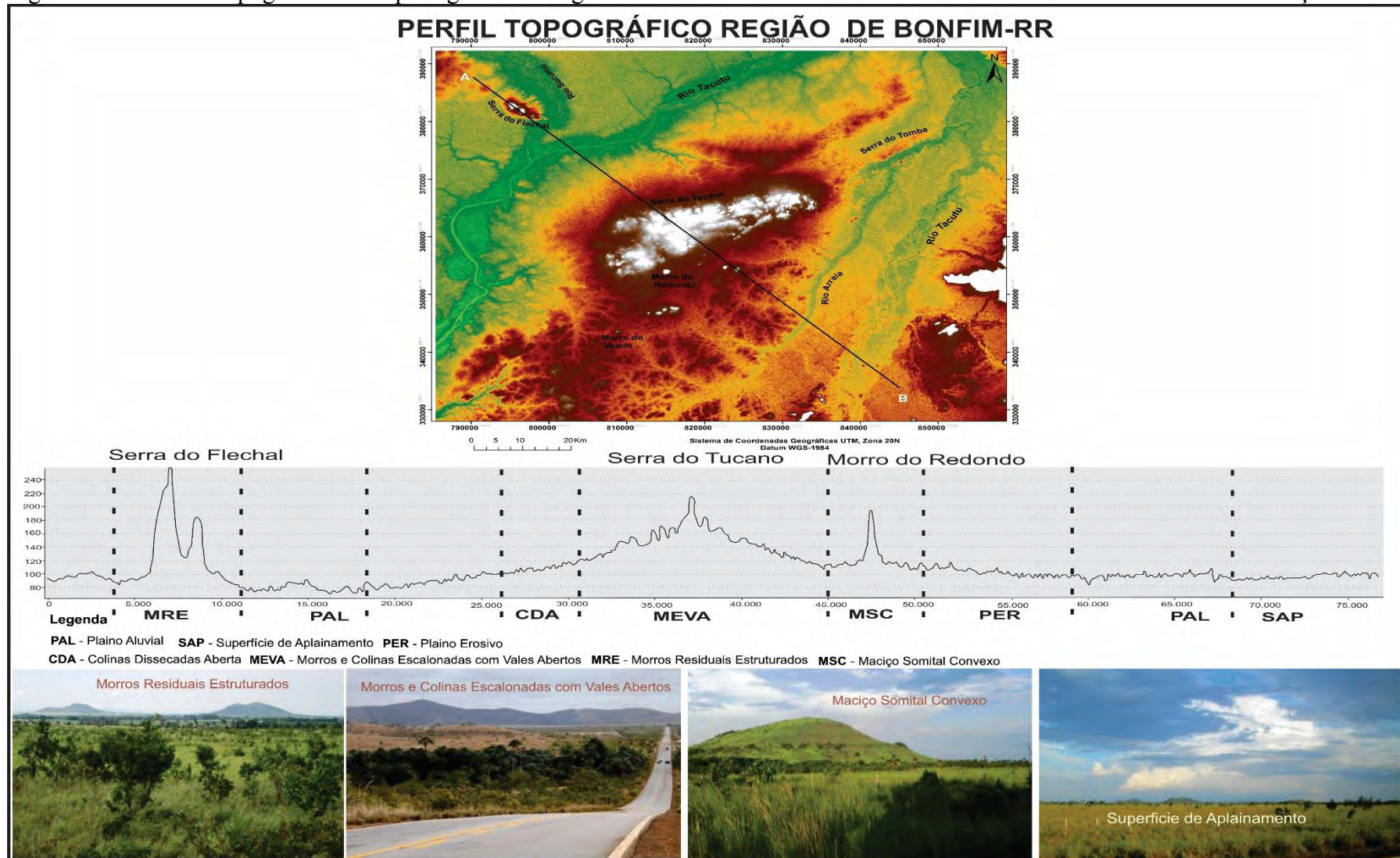
Figura 34: Rio Tacutu, área predominantemente plana onde ocorre acúmulo de sedimentos formando o Plano Aluvial.



Foto: Raquel Alves (2016)

A identificação e caracterização dessas unidades permitiram a produção de um perfil topográfico que possibilitou a constatação de feições que caracterizam o contexto geomorfológico regional (Figura 35).

Figura 35: Perfil topográfico da paisagem na região de Bonfim-RR no sentido NW-SE demonstrando as variações de relevo



Autor: Raquel Alves (2016)

## 6.2 CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DOS SISTEMAS LACUSTRES

No município de Bonfim os lagos estão espacializados de maneira heterogênea concentrando-se principalmente na planície de inundação dos Rios Tacutu e Arraia nas porções SW e NE do município cuja cobertura refere-se aos sedimentos areno-argilosos da Formação Boa Vista.

Esta espacialização sugere que as características geomorfológicas, a exemplo das extensas áreas aplainadas somadas a formação dos solos arenosos e alto índice de precipitação pluviométrica anual de 1.500 a 2.000 mm, contribuem para ocorrência desses ambientes lacustres. Na porção NW em que é maior a ocorrência de relevos ondulados como os maciços, morros e colinas escalonadas foi observado que a densidade de lagos é menor.

No entanto, são necessários estudos mais aprofundados que contribuem para compreensão da distinta distribuição dos sistemas lacustres na região que pode estar relacionada a sucessões sedimentares condicionadas por mecanismos neotectônicos, além de variações paleoclimáticas da qual a região tenha sido submetida.

Na região, concordando com estudos de Pinheiro (2007) alguns lagos, são sazonais, apresentando espelho d'água no período chuvoso (maio a agosto) e o desaparecimento destes no período seco (setembro a abril), ficando somente a depressão exposta. Em outros casos, na estiagem ocorre a diminuição do volume d'água onde ocorre a secagem da água acumulada e a deposição dos sedimentos em suspensão, ocasionando a formação círculos concêntricos brejosos (Figura 36).




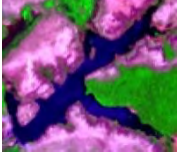
Figura 36: Aspecto de um Lago de forma circular no período seco (dezembro) .



Foto: Raquel Alves (2016)

Os sistemas lacustres encontrados na área de estudo foram agrupados nas seguintes classes morfológicas: circular/oval, alongada, composta e dendrítica (Figura 37).

Figura 37: Frequência dos lagos segundo as classes morfológicas.

| Forma   | Classe Morfológica | Nº de Lagos na imagem 15 m | Frequência dos Lagos (%) |
|---|--------------------|----------------------------|--------------------------|
|    | Circular/Oval      | 781                        | 86                       |
|    | Alongada           | 88                         | 10                       |
|   | Composta           | 6                          | 1                        |
|  | Dendrítica         | 27                         | 3                        |
| <b>Total</b>  |                    | 902                        | 100                      |

Elaboração: Raquel Alves 2016

Os lagos na forma circular/oval ocorrem com maior frequência 86% e se distribuem em toda área de estudo são lagos com formato arredondado a subarredondado em que algumas vezes se alongam adquirindo característica oval. Meneses (2006) ao analisar esta morfologia lacustre na região descreveu que na maioria dos casos estes ocorrem isolados.

Os lagos alongados ocorrem em cerca de 10 %, são lagos que apresentam forma alongada e se distribuem principalmente na planície aluvial dos Rios Tacutu, Surumu e Arraia. A morfologia alongada ocorre quando estão relacionados à drenagem, é uma característica desses lagos em locais de savana e planícies de inundação dos rios e igarapés (BRASIL, 2002).

Pesquisas de França, Galgane e Sano (2008) apontaram que as diferentes morfologias dos lagos na planície aluvial do Rio Araguaia pode está relacionada a gênese de formação das bacias lacustres, a exemplo, nas depressões em que se estabeleceram os sistemas lacustres originados por espiras de meandros, formação esta que ocorre por



processos de acreção lateral, as características morfológicas mais frequentes são as alongadas, essa é uma evidência de que processos sedimentares e aos aportes recebidos pelo canal principal influenciam na morfologia desses sistemas.

Considerando a grande variedade dos lagos alongados, essa classe foi subdividida por Affonso, Novo e Queiroz (2013) de acordo com o tipo de conexão principal, onde foram classificados como simples os lagos em que a conexão com o canal principal é feita através de canais de pequena largura e de grande comprimento, e direta para lagos em que a conexão é direta com o canal principal podendo ser considerados uma extensão deste.

A classe dentrítica apresenta lagos com formato ramificado e representa 3% dos lagos analisados, estes estão distribuídos principalmente na planície de inundação dos Rios Arraia e Tacutu na direção NE-SW, apesar da pouca representação na área de estudo, a origem de lagos dentríticos em planícies de inundação pode está relacionada segundo Mertes *et al.*(1995) à confluência de rias fluviais que são derivadas de drenagens de tributários com padrão dendrítico, neste sentido, Holz *et al.*(1979) relata que estas feições podem ser localizadas relativamente próximas aos cursos fluviais principais.

A morfologia composta, se refere a forma de lagos que não apresentam uma forma definida ou são a combinação de outras classes, esses lagos representaram minoria na região ocorrendo em áreas pontuais implicando em apenas 1% do total dos lagos, nas análises fotointerpretativas ficou evidente que a ocorrência dessa morfologia predominou em lagos do tipo vale bloqueado, corroborando com os estudos de França, Galgane e Sano (2008) expressam que essa morfologia está associada aos lagos do tipo, canal abandonado, oxbows e vale bloqueado, sugerindo que estes apresentam-se deformados tendo como fundamento os intensos processos de colmatação a que as bacias lacustres estão sujeitas.

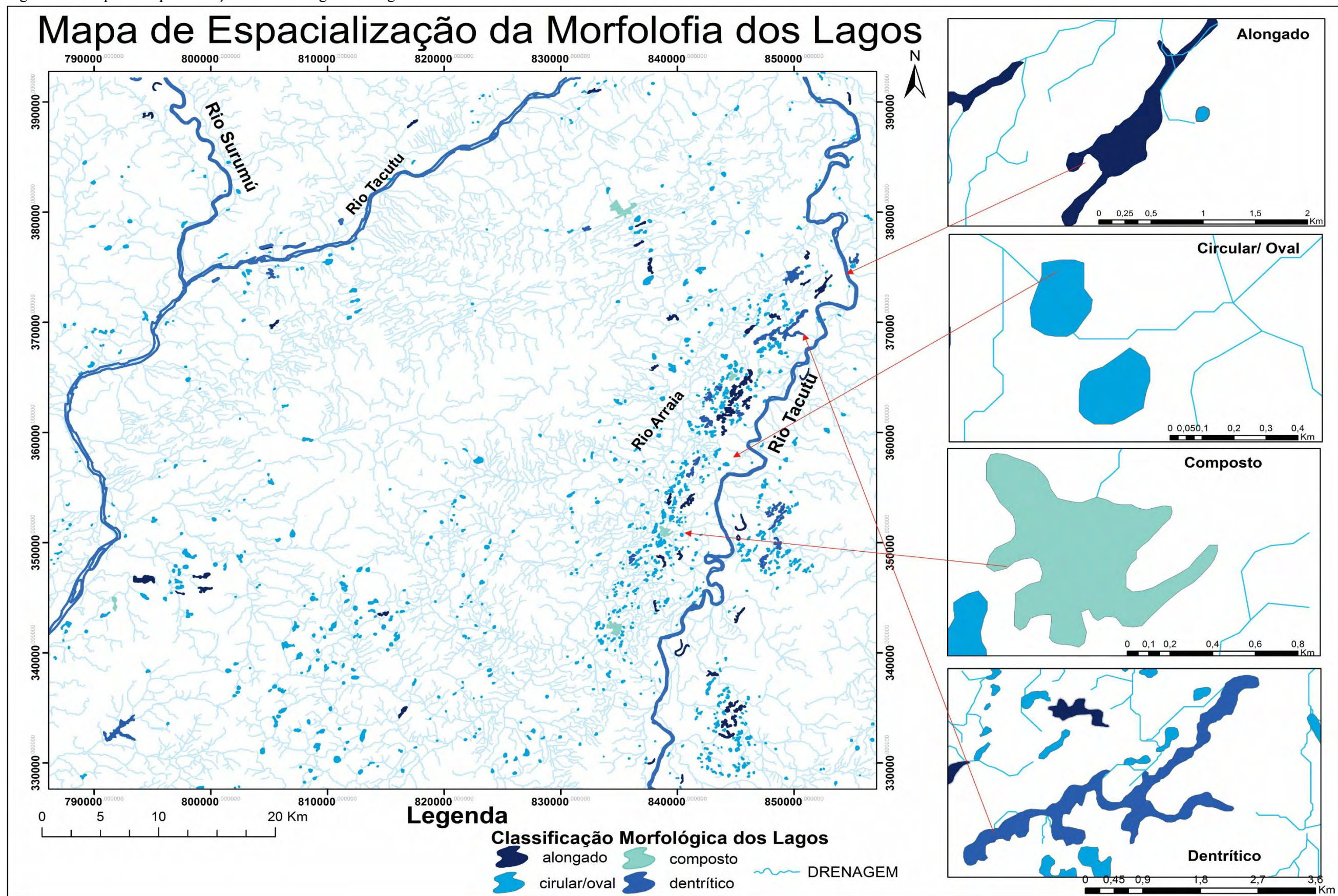
A morfologia dos lagos dessa região confirma com as citadas nas pesquisas de Pinheiro (2007) adotou a classificação circular, subcircular e subretangular, destacando o predomínio da morfologia circular, cerca de 80% dos lagos analisados, verificando ainda que a mudança de estação climática pouco modifica as formas desses lagos.

Latrubesse e Nelson (2001) destacaram a presença de lagos em um grande número de depressões rasas pertencentes a extensa planície da Formação Boa Vista, apresentando como classificação circular, arredondado, em forma de pêra ou alongado.

Percebeu-se que a atribuição aos lagos em forma de pêra, se assemelha aos classificados por Meneses (2006) como goticular, morfologia esta que foi mais abundante (48 %) nos lagos analisados por esta autora e estão relacionados a existência de padrões de

conexão em que o lago e a drenagem, aparecem conectados a um único canal através do qual se processa o escoamento de suas águas. É importante destacar que essa morfologia apresenta o formato que se assemelha a uma gotícula d'água devido a um ligeiro prolongamento marginal, a partir do qual surgem os igarapés, essa característica ficou evidente no presente estudo para grande parte dos lagos classificados como circular/oval. A distribuição dos lagos quanto a morfologia pode ser observada na (Figura 38).

Figura 38: Mapa de Espacialização da Morfologia dos Lagos



Autor: Raquel Alves (2016)

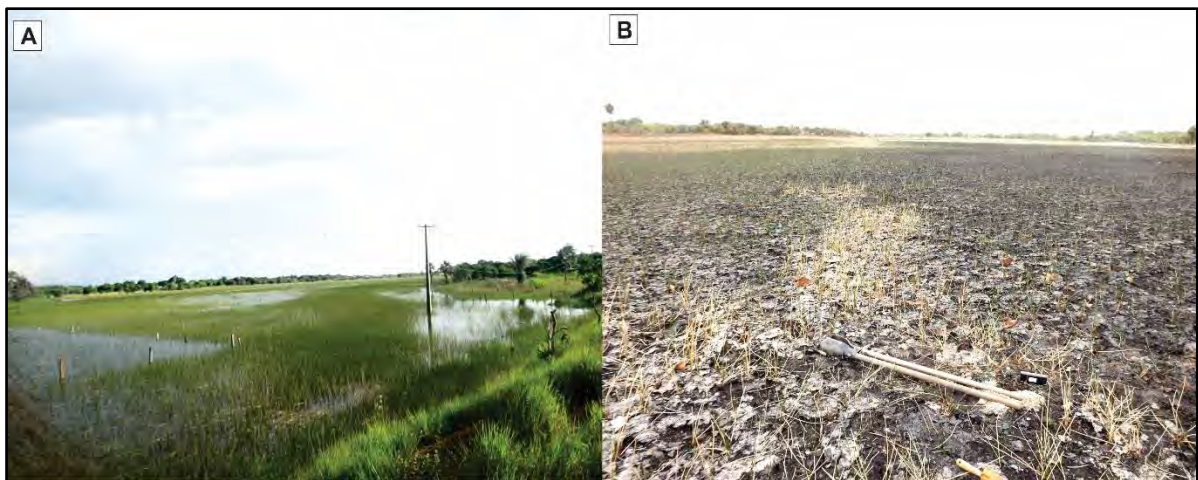
### 6.3 CARACTERIZAÇÃO FISIAGRÁFICA DOS LAGOS

#### 6.3.1 Lago do Italiano

O lago do italiano está localizado na área urbana da sede do município de Bonfim-RR ocupando uma área de 3.750m<sup>2</sup> é um sistema intermitente com padrão de conexão com fluxo de drenagem. É classificado como alongado, pois apresentou índice F 2,9 apresentando trechos de largura diferenciada.

No período de outubro a março, que são os meses mais secos no ano, a ausência de chuvas associada ao rebaixamento do lençol freático favorece a rápida evaporação do espelho d'água deixando esse lago com a bacia exposta (Figura 39 B). No período chuvoso (abril a setembro) o lago é intensamente colonizado por comunidades de macrófitas aquáticas como ciperáceas, tendo como destaque a presença de *junco* (*juncus effusus*) no interior de sua bacia (Figura 39 A).

Figura 39: (A) Destaque para as ciperáceas colonizando a extensão do lago no período de chuvoso – agosto/ 2015. (B) Vista parcial do Lago do Italiano no período seco – março/ 2015

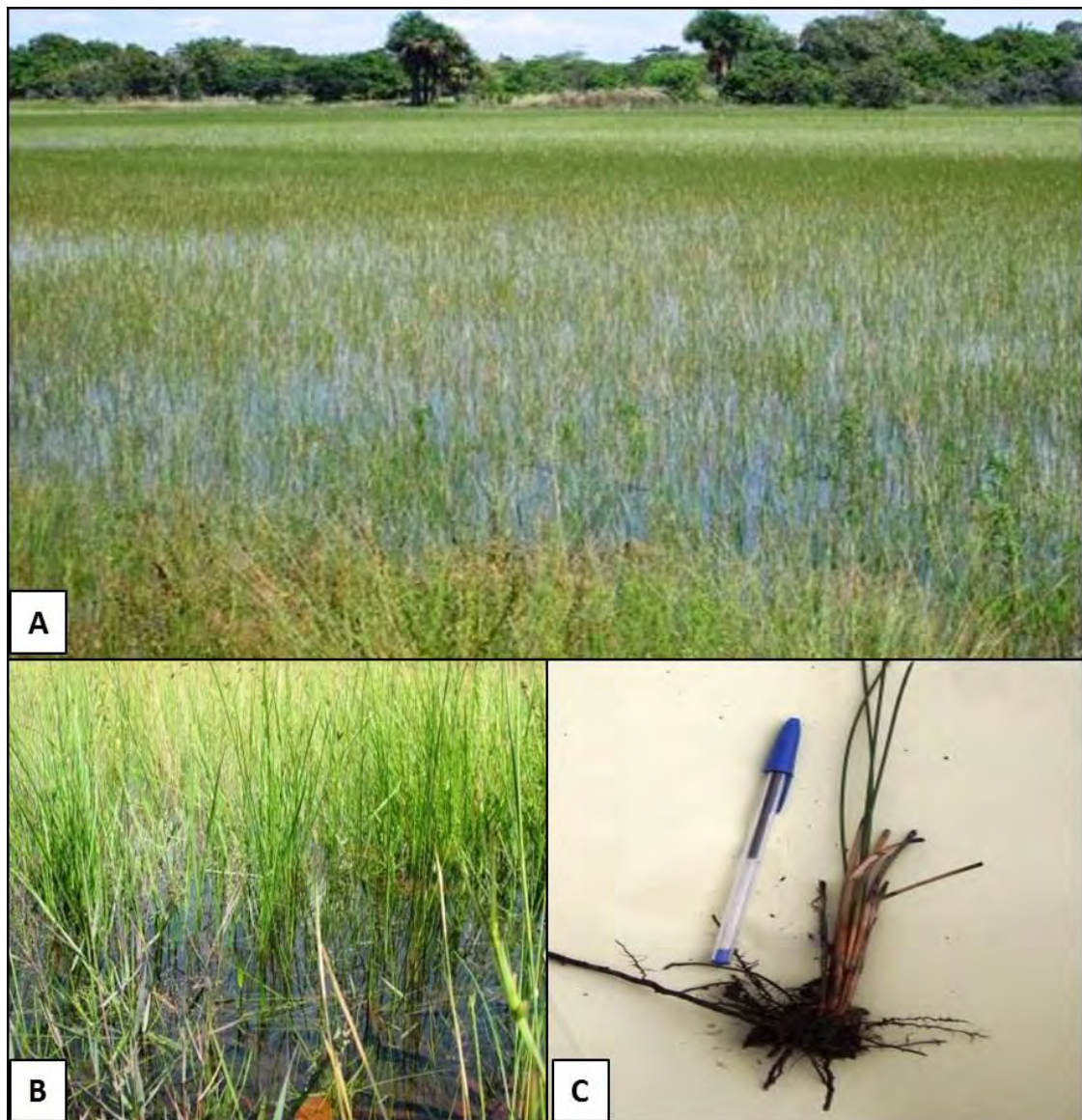


Elaboração: Raquel Alves (2016)

A presença de junco na bacia, é um indicador de baixa profundidade (Figura 40 A, B e C), tendo em vista que esta vegetação cresce abundantemente em áreas alagadas, por se tratar de plantas de pequeno porte geralmente se desenvolvem nas partes mais rasas dos lagos, o que infere que o Lago Italiano é extremamente raso, pela grande quantidade de macrófitas emersas em toda a sua extensão. Meneses (2006) descreve que lagos sem ciperáceas ou que a ocupação é restrita as margens são os mais profundos, como é o caso dos lagos em Boa Vista

–RR que possui em torno de 2,5 de profundidade no período chuvoso e que esta não permite o desenvolvimento de macrófitas emergentes, ocorrendo apenas ninfeáceas, que são macrófitas fixas de folhas flutuantes, capazes de colonizar tanto ambientes rasos como ambientes com profundidades um pouco maiores.

Figura 40: (A, B e C) Colonização de junco (*juncus effusus*) na extensão do Lago do Italiano.

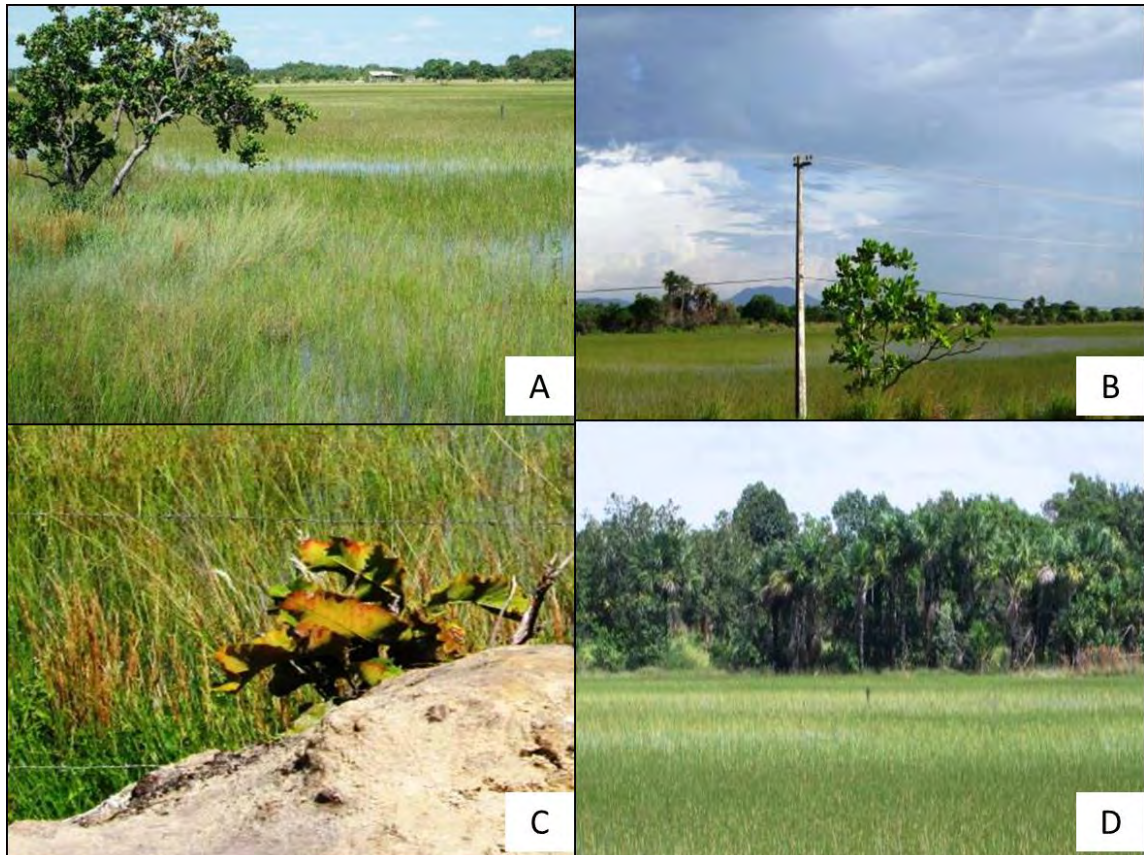


Elaboração: Raquel Alves (2016)

A paisagem que circunda o Lago do Italiano é formada por vegetação bem diversificada destacando as poáceas que formam o estrato graminoso, e outras espécies como caimbé (*curatella americana*), fragmentos de buritizeiros (*mauritia flexuosa*), cajueiro

(*anacardium occidentale*) e douradão (*palicourea rigida* ) que são espécies típicas das savanas roraimenses (Figura 41).

Figura 41: A paisagem do Lago do Italiano, de acordo com a cobertura vegetal: (A) a sudeste vegetação arbustiva *curatella americana* e (B) *anacardium occidentale*; (C) ao norte vegetação herbácea graminosa com presença de *palicourea rigida*; (D) a noroeste aglomerado de *mauritia flexuosa* e outras diversidades arbóreas.



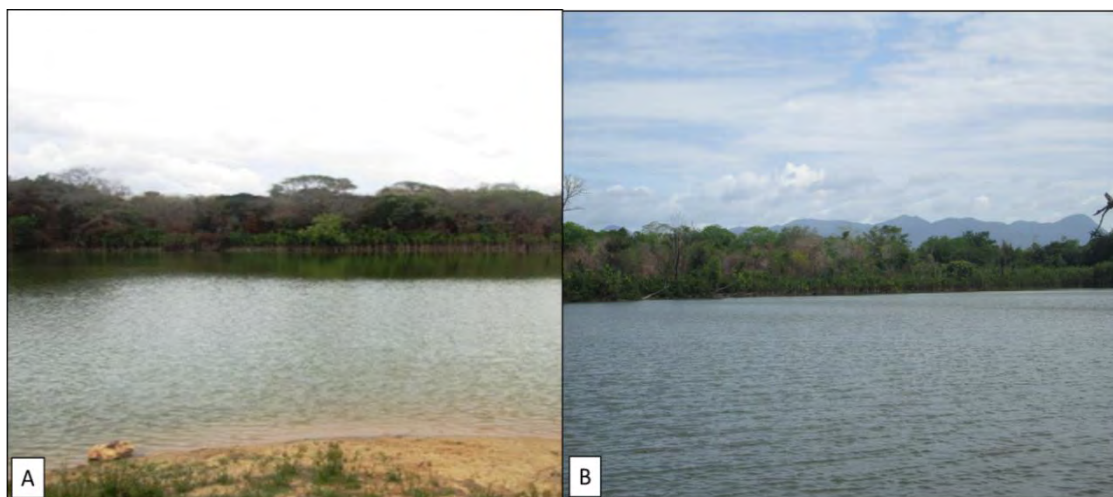
Elaboração: Raquel Alves (2016)

Foi observado que a cobertura vegetal arbórea está concentrada na borda oeste da bacia lacustre enquanto que na borda leste concentra-se vegetação herbácea, essa variação é possivelmente promovida por questões edáficas seguidas da dinâmica da água no solo, e o gradiente textural que podem influenciar na diferenciação fitofisionômica da paisagem.

### 6.3.2 Lago do Bicho

O Lago do Bicho está localizado a 1,5km do da sede do município de Bonfim-RR, formado à margem direita do Rio Tacutu, importante bacia na região, possui morfologia circular/oval em que apresentou índice F 1,33, considerado pela classificação de França (2005) um lago de acreção lateral de regime perene. Este demonstra o aspecto do espelho d'água nos diferentes períodos sazonais (Figura 42), mantém um padrão de conexão com fluxo de drenagem e possui significativa profundidade se comparado ao Lago Italiano.

Figura 42: (A) Vista parcial do Lago do Bicho no período de seco – março/ 2015. (B) Lago no período de cheia – agosto/ 2015



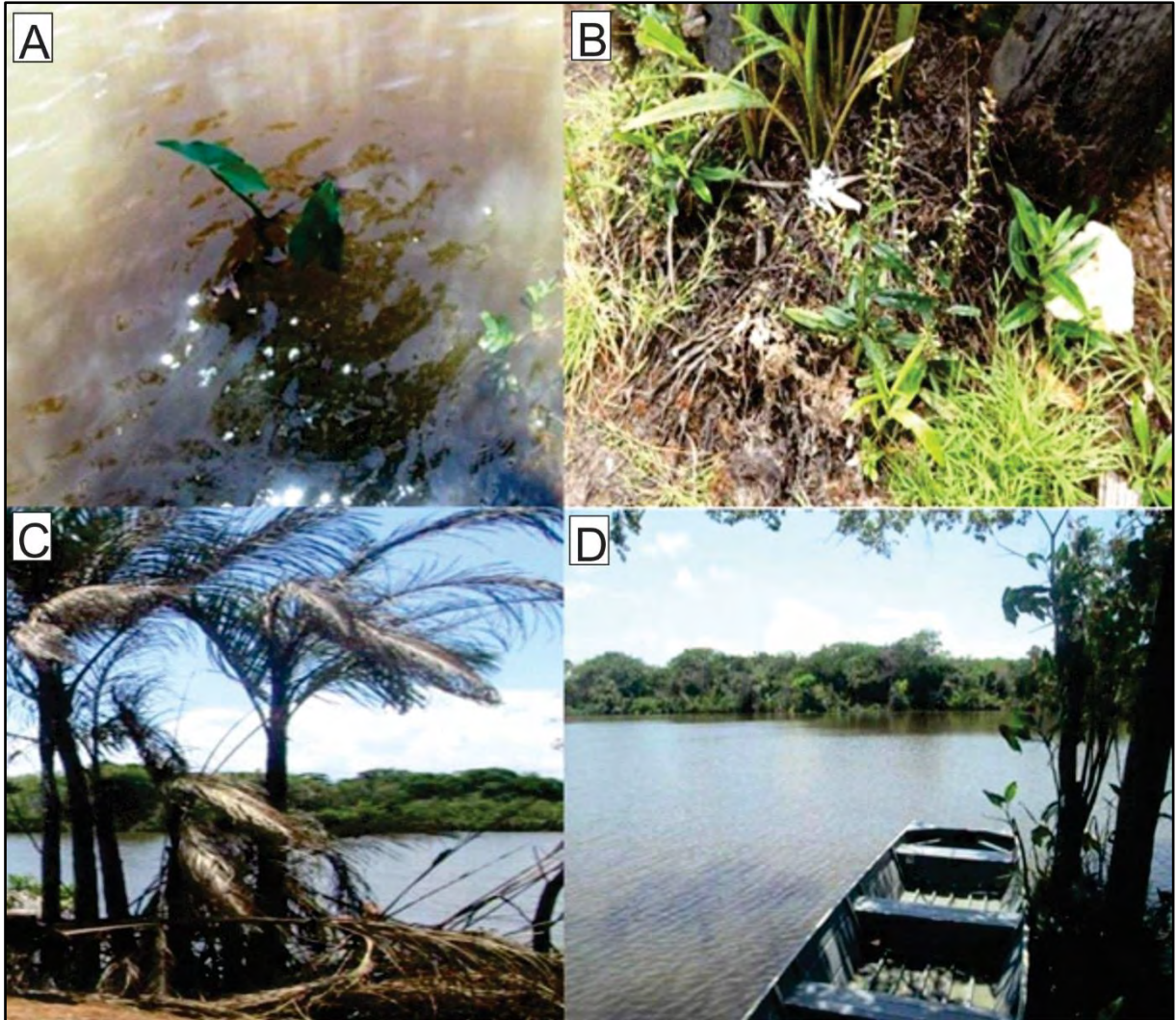
Elaboração: Raquel Alves (2016)

A bacia é bordejada por macrófitas fixas no fundo com caules flutuantes (aráceas) em seu primeiro plano (Figura 43 A), a paisagem modifica conforme elevação do terreno, apresentando mata ciliar densa com árvores de grande porte como jenipapo (*Genipa americana*) e também espécies de palmeiras isoladas como tucumanzeiros (*Astrocaryum aculeatum*) (Figura 43 BCD).

O Lago do Bicho apresenta ao longo de suas margens a formação de *Montrichardia linifera* de forma bem acentuada (Figura 44). Essa macrófita aquática da família Araceae é conhecida popularmente como "aninga" sendo densamente distribuída em ambientes inundáveis. Essa vegetação segundo Vilarinho (2005) caracteriza-se em ambientes

hidromórficos, geralmente organossolos o relevo baixo influenciado pela drenagem influi no seu aparecimento.

Figura 43: Diversidade da paisagem no Lago do Bicho com presença de vegetação emergente na lâmina d'água (A), palmeiras nas bordas (B e C) e vegetação arbórea fechada (D).



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Nas margens há ocorrência de feições erosivas associadas ao fluxo de água em subsuperfície como dutos formados por *pipings* encontrados em setores de cabeceiras no Lago do Bicho, a presença dessas feições pode está associada a baixa cobertura vegetal deste setor que favorece a retirada de partículas do solo no interior da massa de detritos, pela ação das linhas de fluxo confinadas ao longo de descontinuidades estruturais (Figura 45).

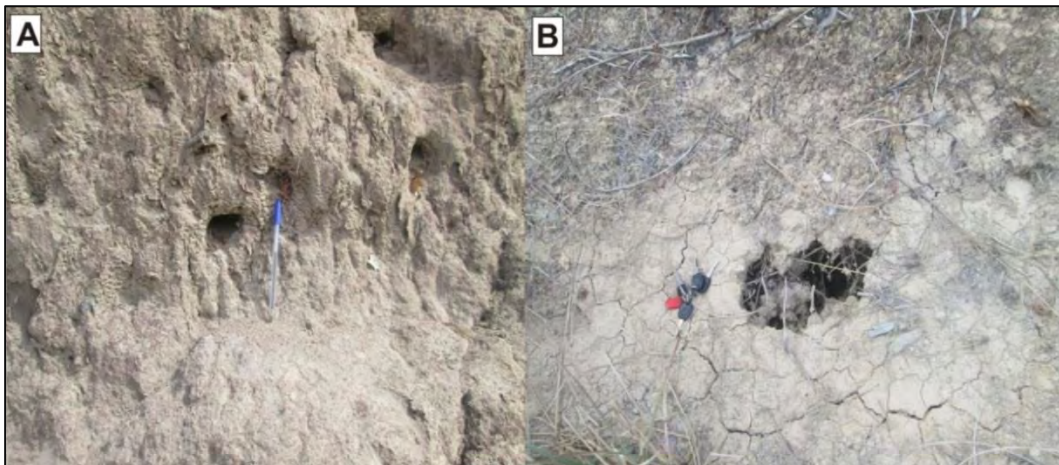


Figura 44: Formação de aninga (*Montrichardia linifera*) bordejando o Lago do Bicho



Foto: Raquel Alves (2016)

Figura 45: Formação de dutos nas margens do Lago do Bicho



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Augustin e Aranha (2006) associam a presença dessas feições, além de outros mecanismos à erosão fluvial promovida pela ocorrência de olhos d'água em situações de alto gradiente hidráulico, ao baixo poder de agregação do solo, a passagens deixadas por raízes decompostas e a processos de bioturbação. Além de demonstrar evidências de que ferro e alumínio causam aglutinação de partículas de argila, o que altera seu comportamento hidrológico, induzindo o aumento da pressão hidráulica no interior dos agregados, destruindo-os e favorecendo o carreamento lento das partículas finas e o surgimento de dutos.

## 6.4 CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS LACUSTRES

### 6.4.1 Perfil do Solo na área de estudo

Um perfil de solo foi descrito no Lago do Italiano, no intervalo de 130 cm, onde foram identificados três horizontes: o horizonte Ap, apresenta textura areno-siltosa e cor cinza-escuro (10YR 4/1); horizonte E de textura arenosa, cor cinza-claro (2,5GR 8/1) e horizonte B de textura areno-argilosa e cor predominante amarelo-claro-acinzentado (7,5Y 8/3) (Figura 46).

Figura 46: Perfil de solo exposto na borda do Lago do Italiano localizado na área urbana do município de Bonfim-RR

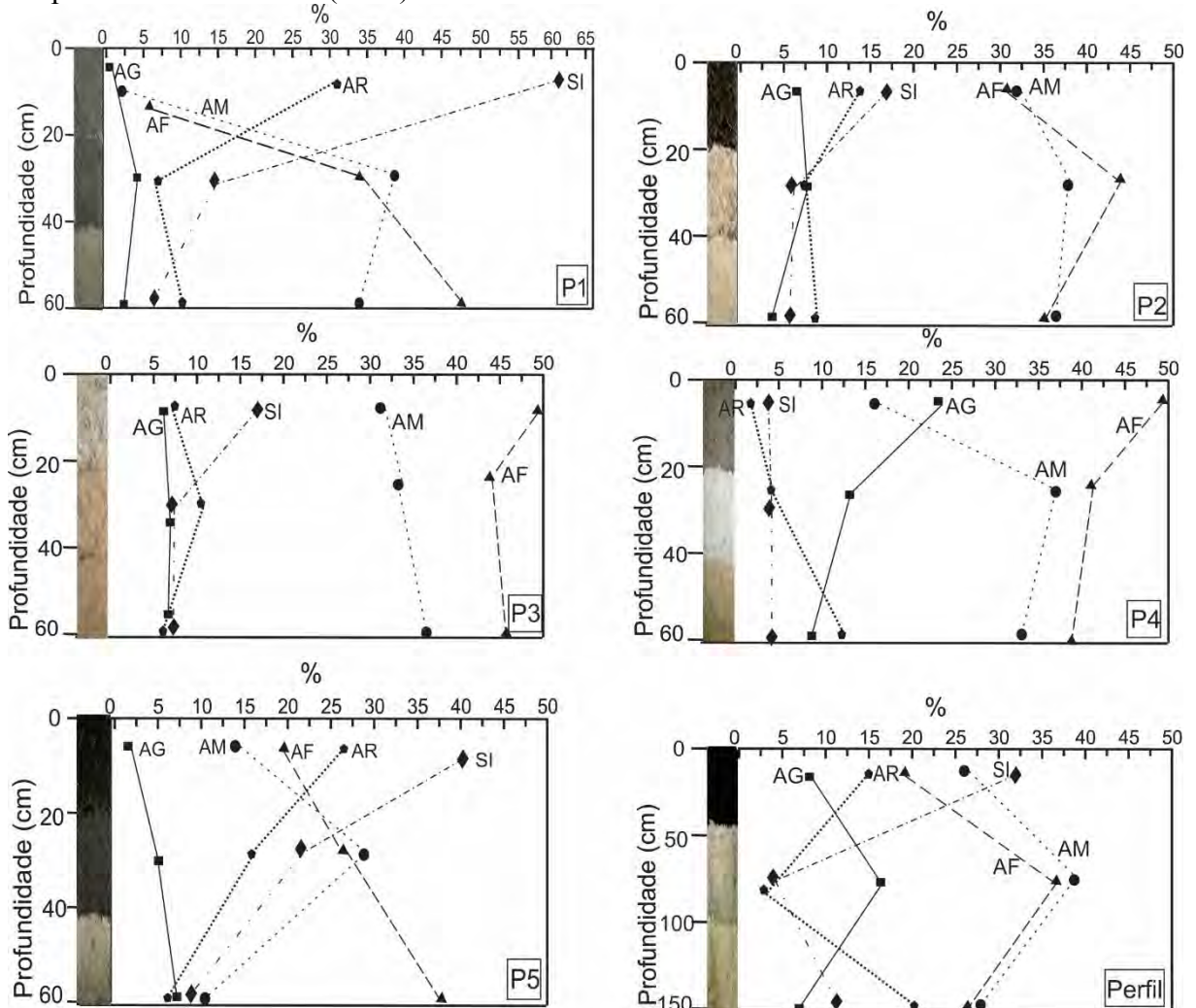


Elaboração: Raquel Alves (2016)

### 6.4.2 Análise granulométrica

Os sedimentos coletados no Lago do Italiano apresentaram granulometria arenosa, sobretudo areia média e fina, seguidos de silte e argila com variação de textura nas camadas (Figura 47).

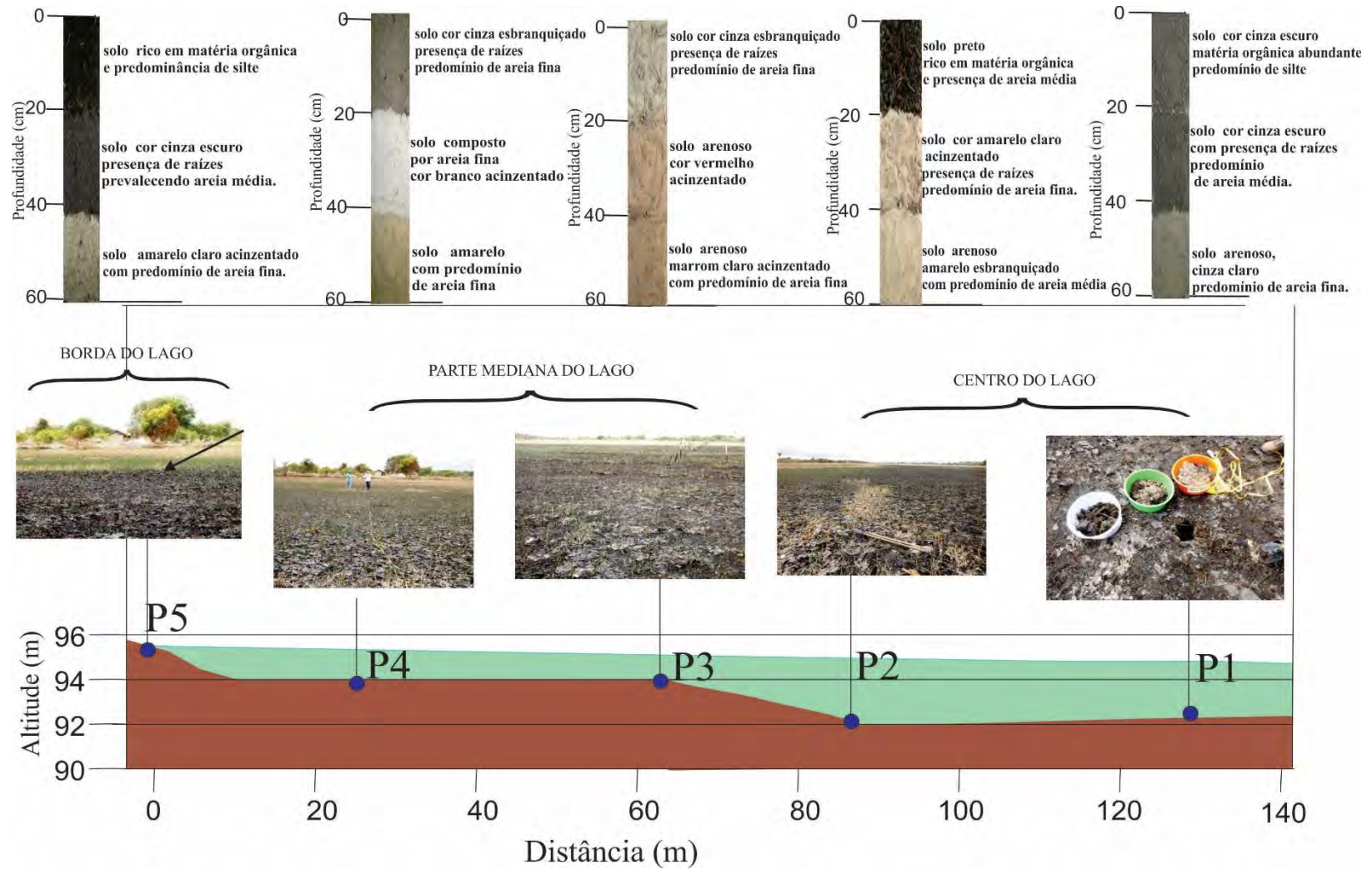
Figura 47: Variação granulométrica nos perfis do solo no Lago Italiano, classificação nominal adaptada de Folk e Ward (1957).



Legenda: **AG** = areia grossa; **AM** = areia média; **AF** = areia fina; **SI** = silte e **AR** = argila.  
Elaboração: Raquel Alves (2016)

A variação granulométrica observada nos sedimentos lacustres se deve ao padrão de deposição descrito em Thomas e Meybeck (1996), que destacam que essa variação ocorre conforme as diferenças de energia hidrodinâmica, pois o movimento da água é principalmente orbital ou oscilatório, devido à passagem das ondas geradas pelo vento, que envolvem correntes de baixa velocidade e influenciam as direções de transporte de sedimentos que geralmente se apresentam mais finos na parte central e mais grossos nas margens (Figura 48).

Figura 48: Perfil do Lago do Italiano demonstrando a variação granulométrica e de cores dos solos, entre os pontos de coleta e os intervalos amostrados.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Na parte central (P1) do Lago do Italiano no intervalo de 0 a 20cm, prevaleceram silte e argila, na parte mediana (P3) no intervalo de 0 a 20 prevaleceram textura fina, já no perfil (borda do lago) intervalo de 30cm predominou areia média demonstrando ligeira variação de textura em camadas superficiais. Tais características supracitadas correspondem com o padrão de deposição descrito por Thomas e Meybeck (1996).

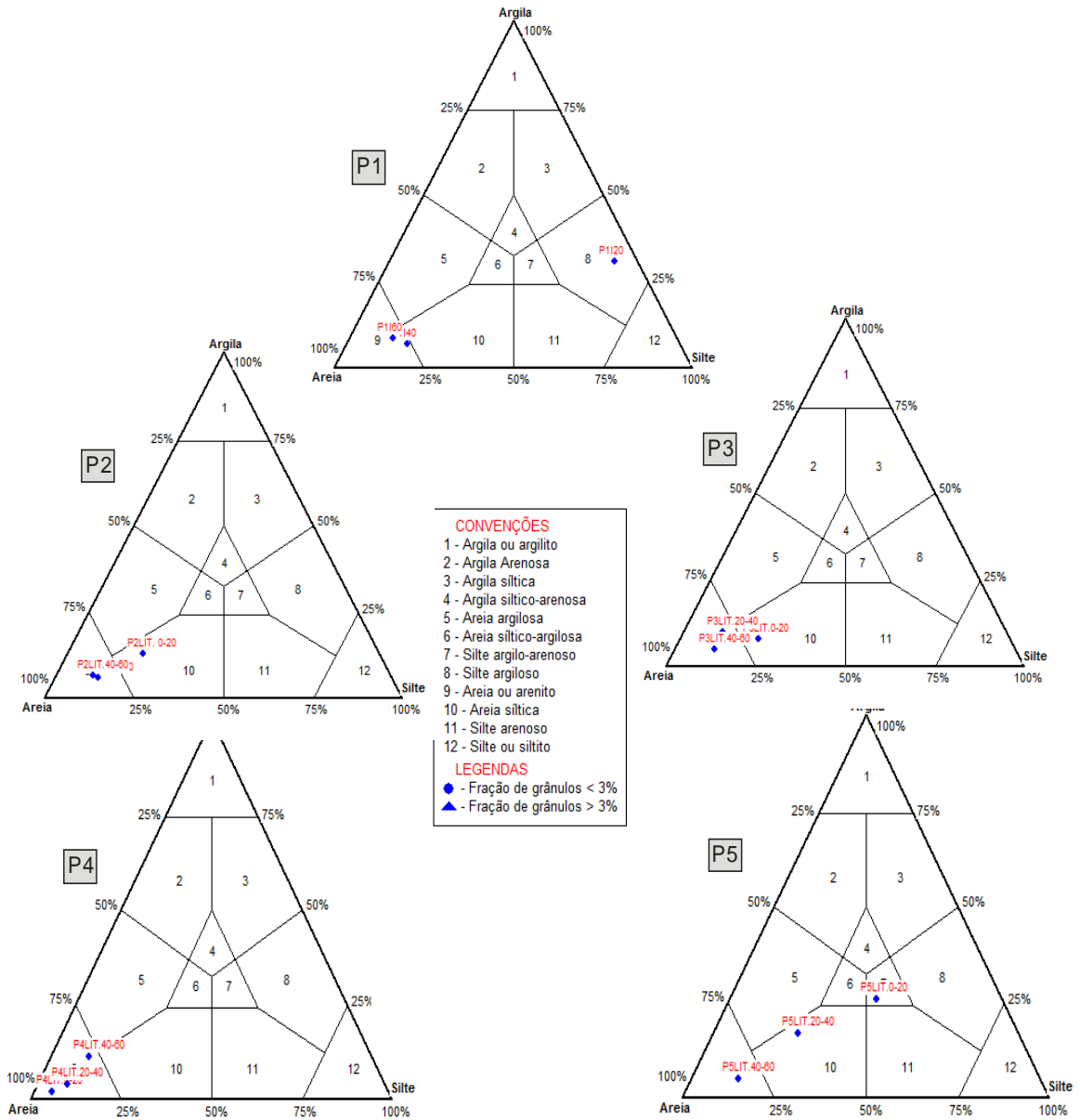
Os sedimentos do Lago do Italiano possuem horizontes arenosos, apresentando mudanças de texturas em camadas superficiais dos pontos (P1) e (P5) com ocorrência de solos siltico-argilosos a siltico-argilo-arenosos, nessas camadas observou-se elevados teores de matéria orgânica no (P1) intervalo de 0 a 20cm A fração de areia ocorre na ordem de 8% a 95% em toda seqüência amostrada, silte na ordem de 3% a 61% e argila variando de 2% a 31% (Figura 49).

Geralmente os ambientes lacustres são locais formados por sedimentos que variam na classificação granulométrica, onde nas margens ocorre a deposição de material grosseiro e mais ao fundo material mais fino. Neste sentido, para Tundisi e Tundisi (2008), os ambientes lacustres são caracterizados por sua baixa hidrodinâmica o que permite a deposição de materiais de baixa granulometria como o silte e a argila, que normalmente ficariam em suspensão em ambientes mais agitados.

Observa-se neste sentido no (P1) intervalo de 0-20cm (centro do lago) a ausência de granulometria mais grosseira em camada superficial e elevada concentração de silte, o que sugeri a formação de depósitos turfáceos. Segundo Toledo, (1999); Tundisi e Tundisi (2008) a deposição dos sedimentos de origem orgânica após a sua morte como algas, gramíneas, ciperáceas, juncos e outros detritos vegetais acabam gradativamente se transformando em turfa.

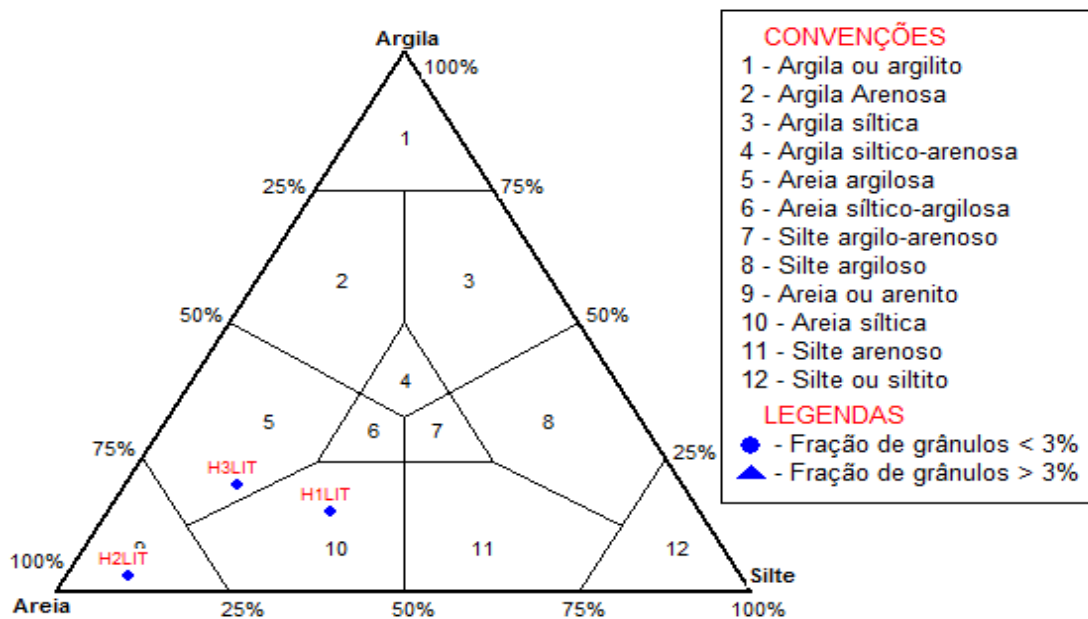
No Perfil exposto na borda do lago foi observado nos horizontes mudanças de texturas entre camadas, no (H1) prevaleceu a ocorrência de solos siltico-arenosos na ordem de 32% a 53% essa camada é rica em matéria orgânica, no (H2) ocorreu a predominância de areia na ordem de 93% e no (H3) prevaleceu areia-argilosa na ordem de 20% a 66% (Figura 50).

Figura 49: Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard – Lago do Italiano conforme os pontos de coleta P1, P2, P3, P4 e P5.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Figura 50: Distribuição granulométrica no diagrama de Shepard – Perfil no Lago do Italiano conforme os horizontes de coleta H1, H2 e H3.



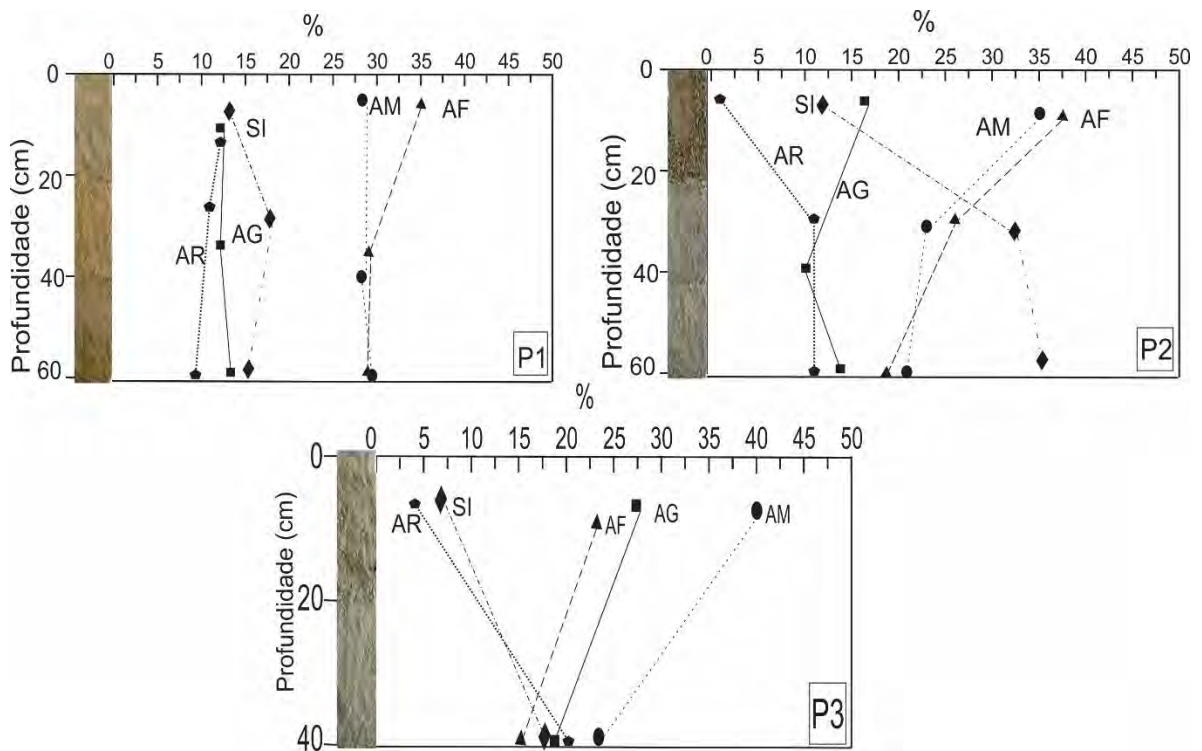
Elaboração: Raquel Alves (2016)

Os sedimentos coletados nas margens onde situa o Lago do Bicho, apresentaram domínio de fração arenosa na granulometria fina, com pouca variação textural entre as camadas ao longo do perfil.

O (P1) que corresponde a encosta, apresentou predomínio de areia fina em todos os intervalos, o (P2) na borda do Lago apresentou predomínio de areia fina no intervalo de 0 a 20cm e de silte entre os intervalos de 20 e 60cm. Essas frações diminuíram consideravelmente no (P3) situado na borda do Lago, que apresentou elevada fração de areia grossa a média em todos os intervalos (Figura 51).

A distribuição granulométrica entre as camadas demonstraram que concentração de silte no (P2) sugere que o material vem sendo transportado do ponto mais elevado e que ao chegar no (P3), o contato com a água contribui para que o material mais fino seja transportado para partes mais baixas, ao passo que as frações mais grosseiras tendem a se concentrar na borda do Lago (Figura 52).

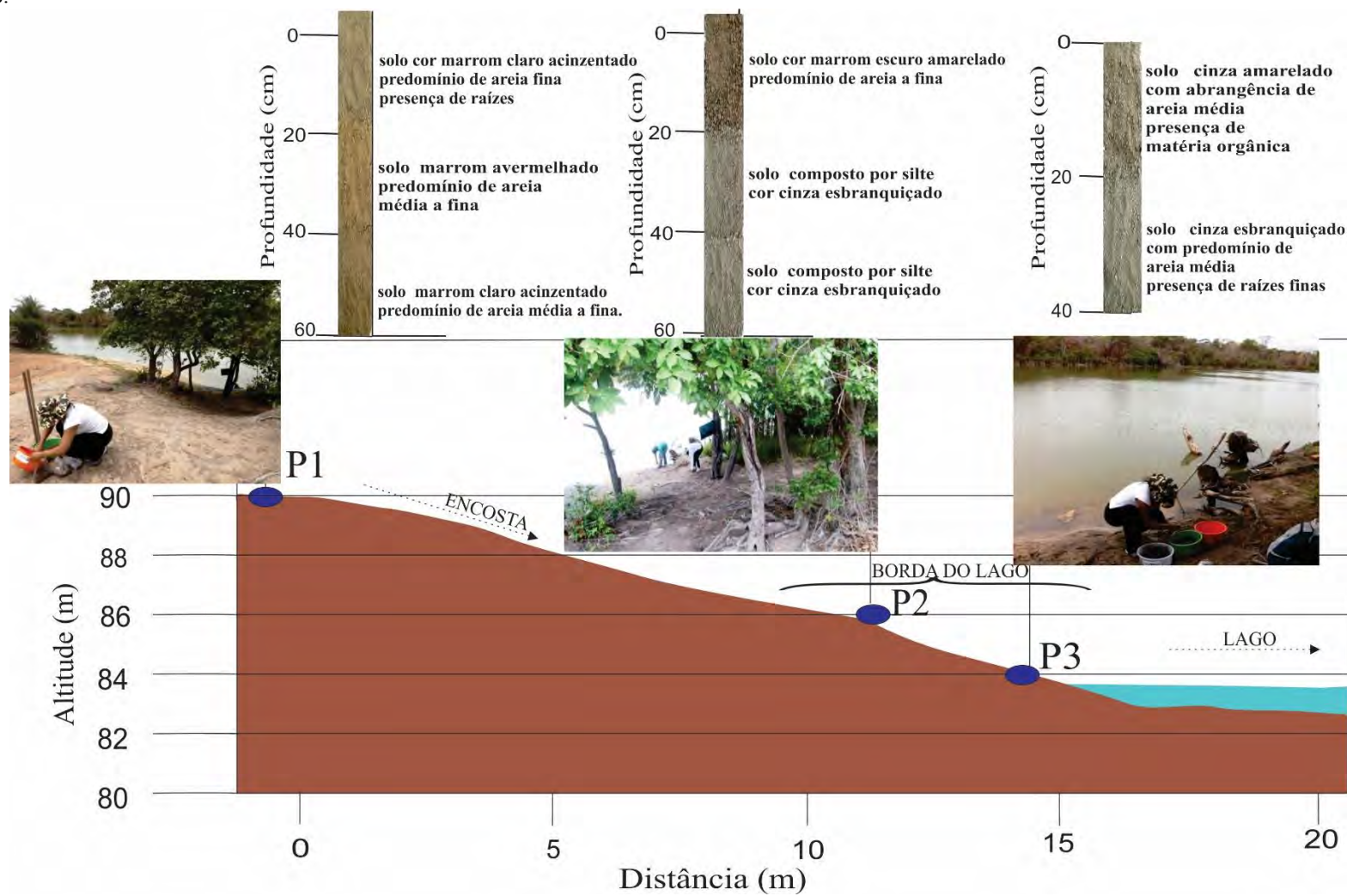
Figura 51: Variação granulométrica nos perfis do solo no Lago do Bicho, classificação textural adaptada de Folk e Ward (1957).



Legenda: **AG** = areia grossa; **AM** = areia média; **AF** = areia fina; **SI**= silte e **AR**= argila.  
Elaboração: Raquel Alves (2016)



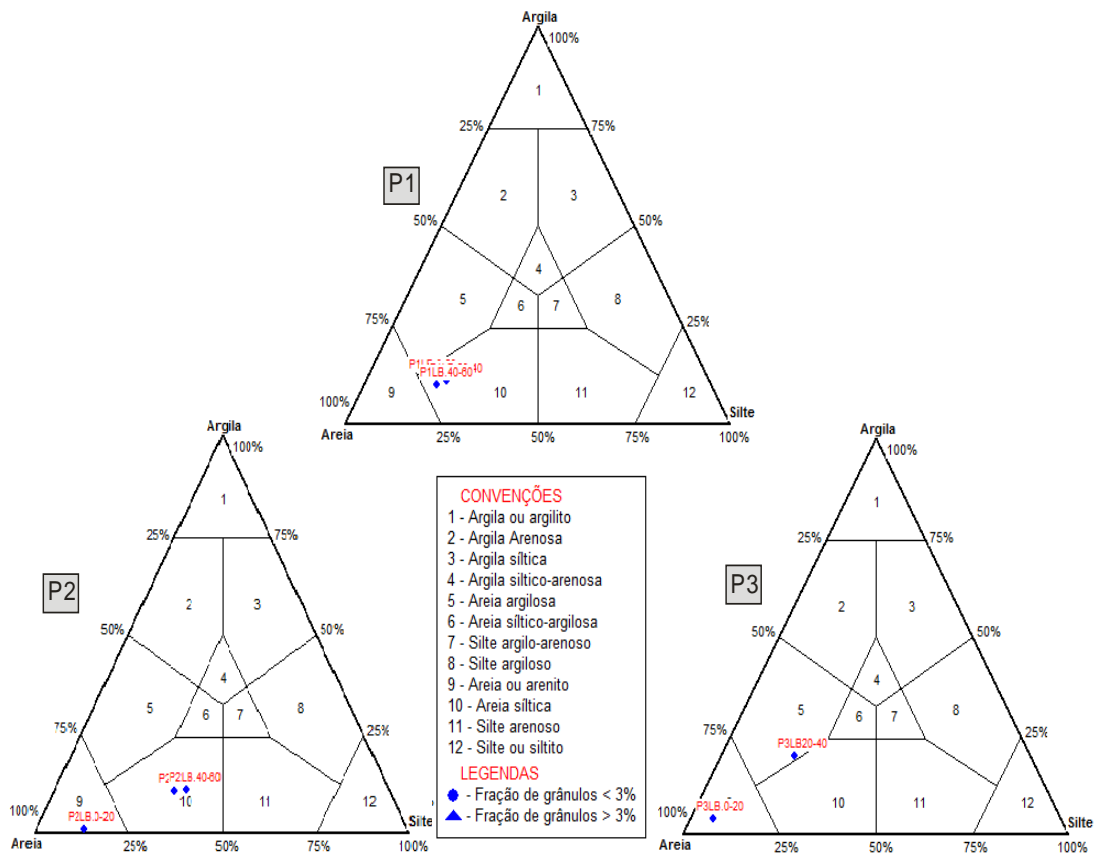
Figura 52: Perfil do Lago do Bicho demonstrando a variação granulométrica e de cores dos solos, entre os pontos de coleta e os intervalos amostrados.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

No Lago do Bicho os sedimentos/solos são dominados por fração arenosa, na ordem de 54% a 90% em toda sequência amostrada, silte na ordem de 6% a 35% e argila variando de 4% a 20%. (Figura 53).

Figura 53: Distribuição granulométrica nos diagramas de Shepard – Lago do Bicho conforme os pontos de coleta P1, P2 e P3.

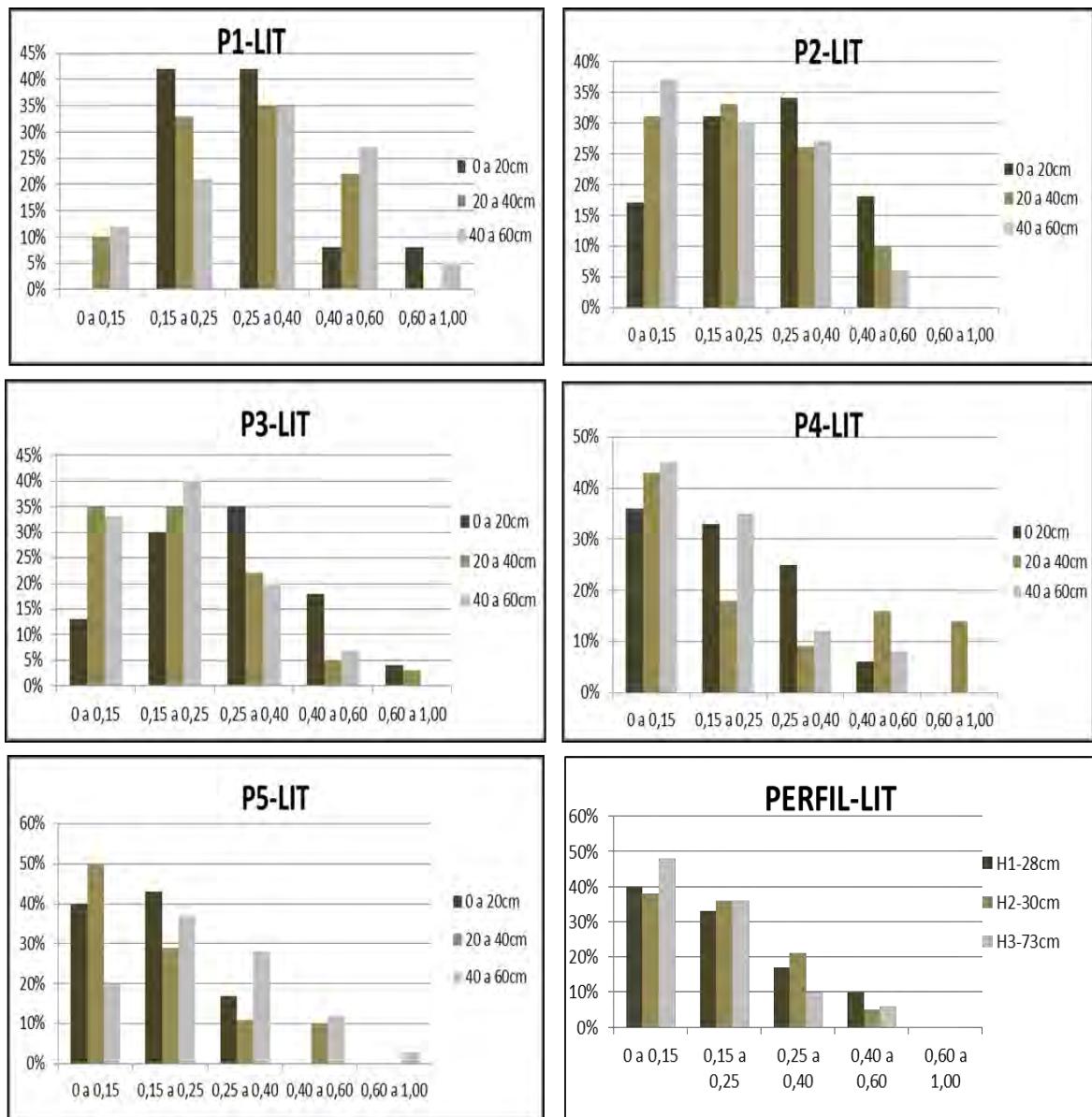


Elaboração: Raquel Alves (2016)

### 6.4.3 Morfologia dos grãos

As análises morfológicas demonstraram que o Lago Italiano apresenta grãos angulosos a subangulosos variando entre 0 e 50 % angulosos, e 18% a 43% subangulosos os demais subarredondados, arredondados e bem arredondados ocorrem na ordem de 35% a 3%. A angulosidade e a subangulosidade dos grãos indicam que esses sedimentos são provenientes de áreas próximas, tendo sofrido pouco transporte. (Figura 54).

Figura 54: Distribuição morfológica dos grãos no Lago Italiano conforme o grau de arredondamento.



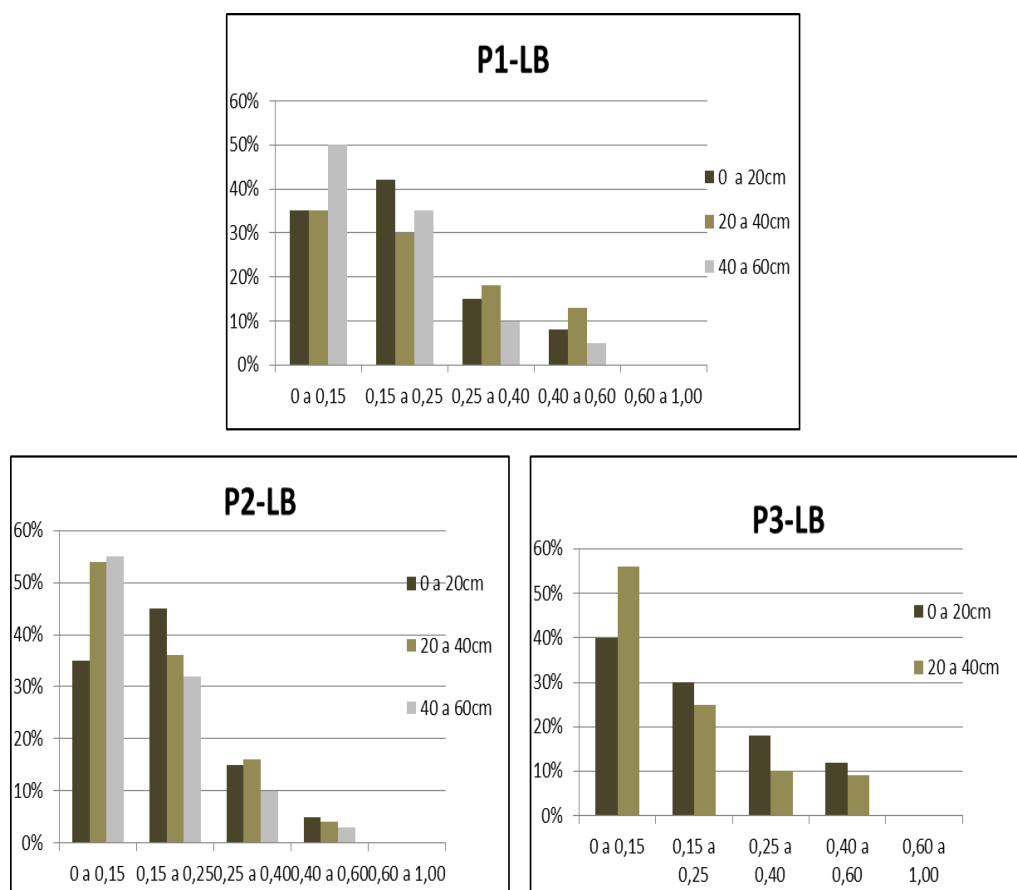
Elaboração: Raquel Alves (2016)

Os grãos angulosos estão presentes principalmente na borda do Lago em profundidades maiores, os grãos sub-arredondados destacam-se à medida que se aproxima do centro do lago em horizontes superficiais com intervalo de 0 a 20cm.

No Lago do Bicho, as análises morfológicas demonstraram predominância de grãos angulosos na ordem de 56% a 36% e de grãos subangulosos cujo grau de arredondamento variou entre 45% a 25%. Os grãos subarredondados variaram entre 18% a 10% e

arredondados 13% a 3%. As amostras não demonstraram grãos com grau bem arredondado (Figura 55).

Figura 55: Distribuição morfológica dos grãos no Lago do Bicho conforme o grau de arredondamento.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

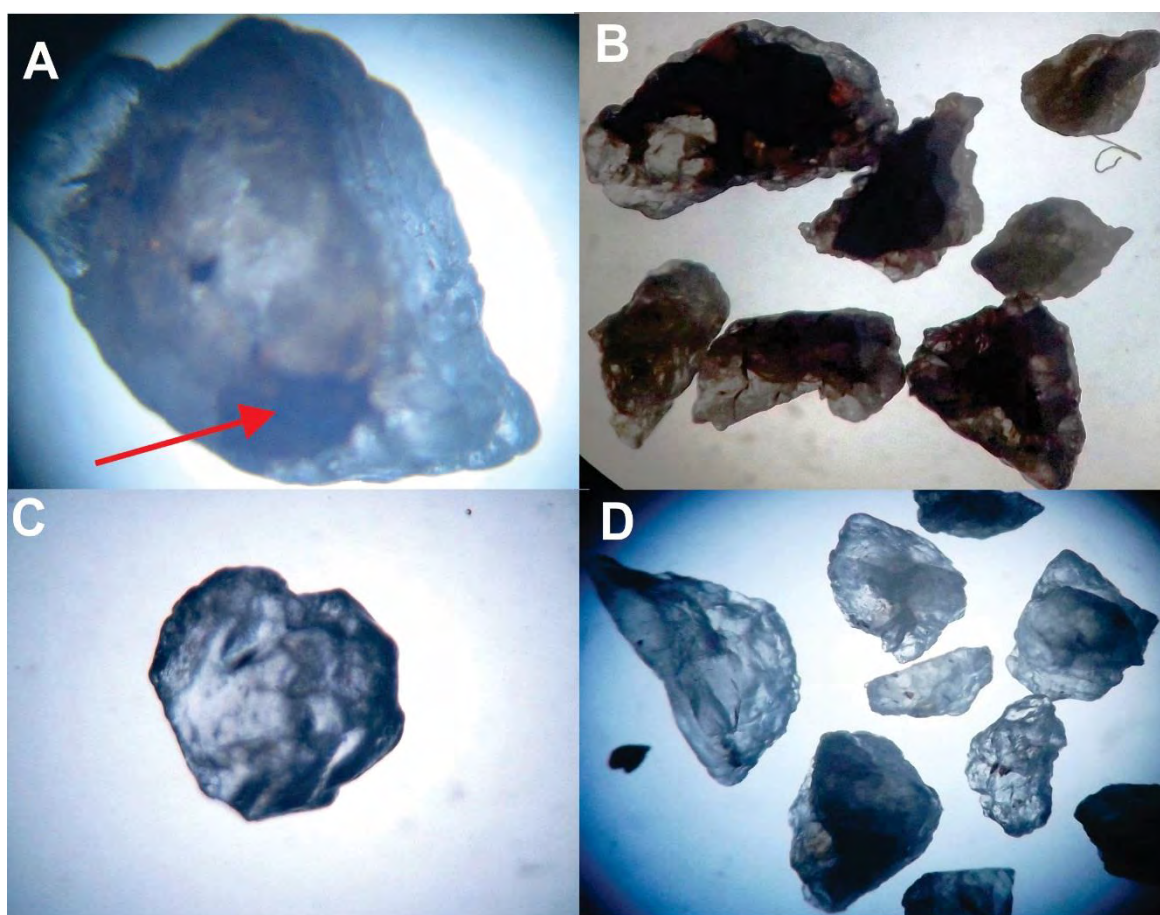
Os grãos angulosos estão dispostos em profundidades maiores. Esses grãos apresentam arestas pontiagudas e bem preservadas demonstrando que a área fonte está próxima, e como foram pouco transportados não foram suficientemente retrabalhados o que não permitiu seu arredondamento.

Os grãos dos sedimentos analisados são na maior parte cristalinos translúcidos, em alguns casos apresentando tonalidades esbranquiçadas, essa coloração é característica de areias quartzosa cujas rochas são isentas de compostos de ferro. Além de translúcidos os grãos apresentam fissuras e manchas de tons escuros como castanho avermelhados e tons

amarelados sendo um indicador da presença de oxi-hidróxidos de ferro como a goethita depositados na superfície desses grãos.

Alguns grãos apresentaram cores escuras como cinza e negro que estão relacionados a deposição de matéria orgânica (hidrocarbonetos) tendo como um dos principais indicadores a presença de compostos de enxofre (SUGUIO, 1973). Por se tratar de ambientes de águas calmas, os lagos favorecem a concentração de matéria orgânica em suas bacias (Figura 56).

Figura 56: (A) Aspecto de um grão subanguloso com fissuras apresentando tonalidades castanho avermelhado e alaranjadas (hidróxidos de Fe) na superfície. (B) Grãos angulosos translúcidos com domínios de alteração apresentando tonalidade, castanho avermelhada. (C) Grão subarredondado translúcido apresentando cavidades. (D) Grãos angulosos a subangulosos apresentando arestas em superfície.



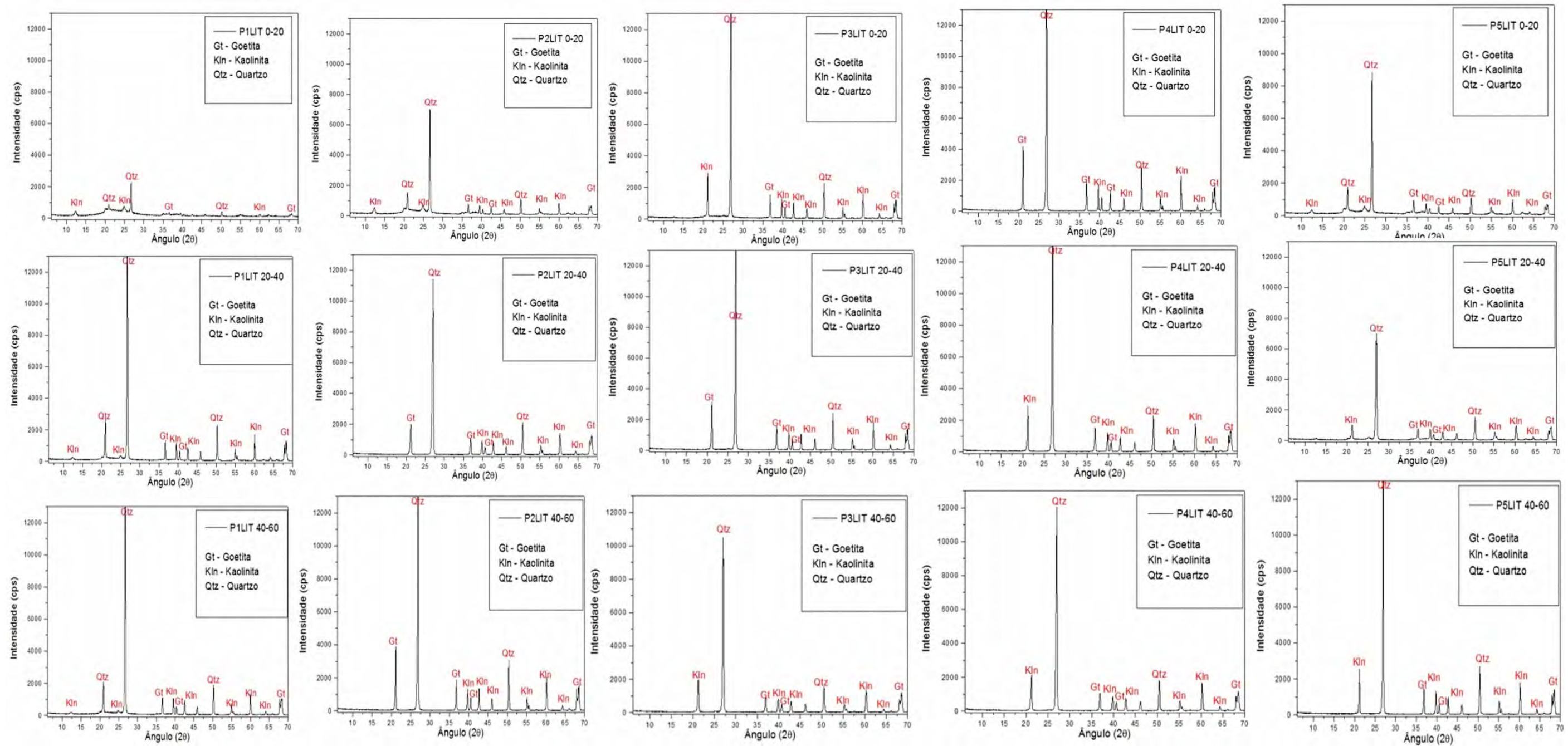
Elaboração: Raquel Alves (2016)

#### 6.4.4 Identificação mineralógica dos sedimentos

A composição mineralógica dos sedimentos/solos dos lagos apresentou predomínio de quartzo, seguido de caulinita, goethita e muscovita. Essa característica mineralógica encontrada na Difração de Raios-X (DRX) concorda com os resultados adquiridos na Espectrometria de Energia Dispersiva (EDS), bem como são similares aos resultados dos estudos de Carneiro Filho (1991) onde destaca a fonte geradora desses constituintes mineralógicos dos sedimentos as rochas que compõem a Formação Boa Vista.

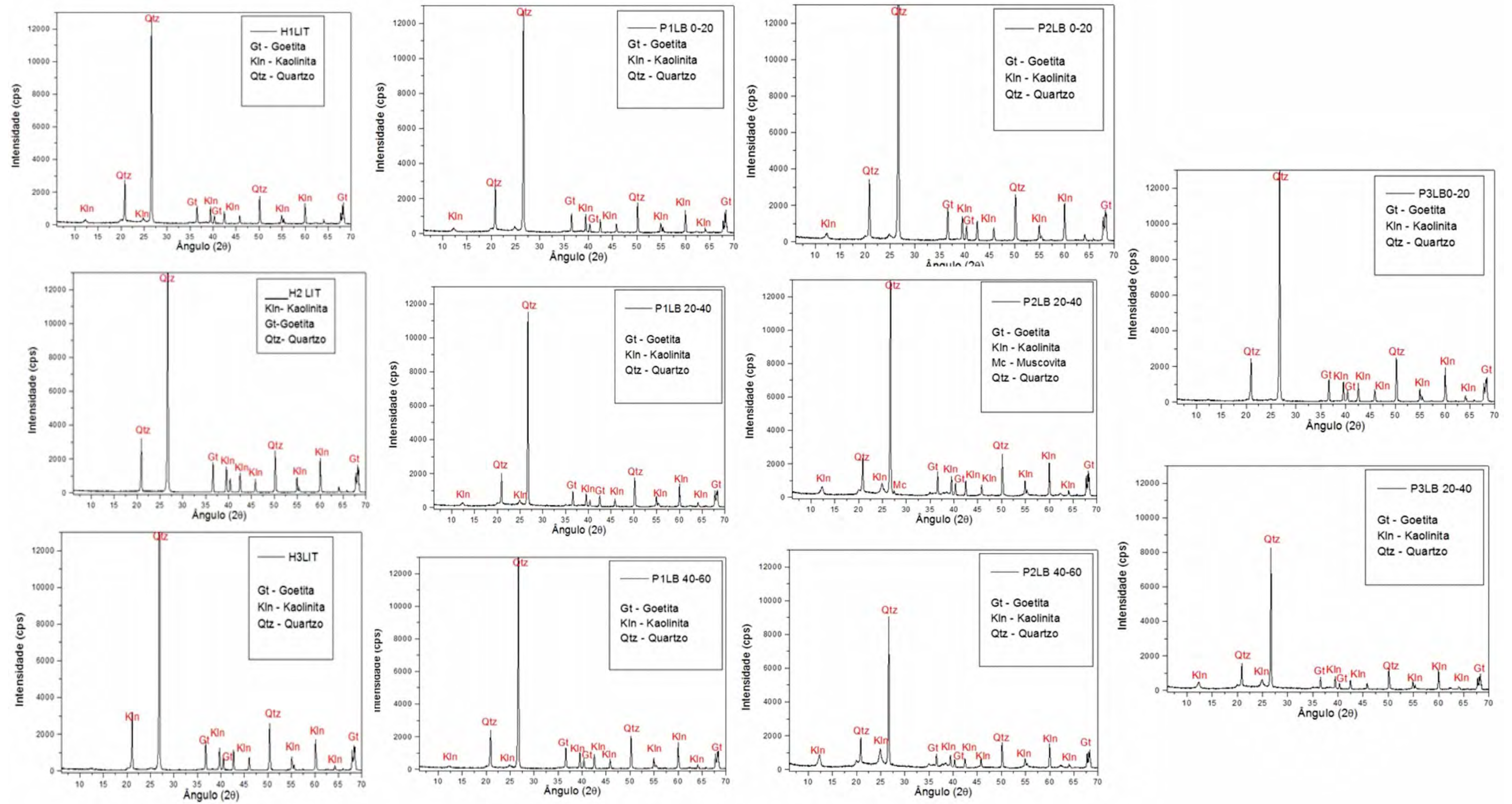
Nas amostras realizadas os espectros de Difração de Raios-X mostraram a presença de um pico maior de quartzo no ângulo  $2\theta = 26,50^\circ$ . Logo, os minerais presentes nas amostras de solos coincidiram em relação aos picos de DRX característicos demonstrando similaridade entre os intervalos, a exceção dos sedimentos na profundidade de 0 a 20cm do (P1) que corresponde a amostra do centro Lago do Italiano que obteve menor valor de picos para esses minerais, isso pode ser justificado pela grande quantidade de matéria orgânica presente neste intervalo (Figuras 57 e 58).

Figura 57: Difratoograma apresentando identificação mineralógica das amostras P1, P2, P3, P4 E P5 do Lago dos Italiano apresentando relação com os principais minerais constituintes dos solos da região.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Figura 58: Difratograma apresentando caracterização mineralógica das amostras H1, H2, H3 do Lago do Italiano e P1, P2 e P3 do Lago do Bicho apresentando os principais minerais constituintes dos solos da região.



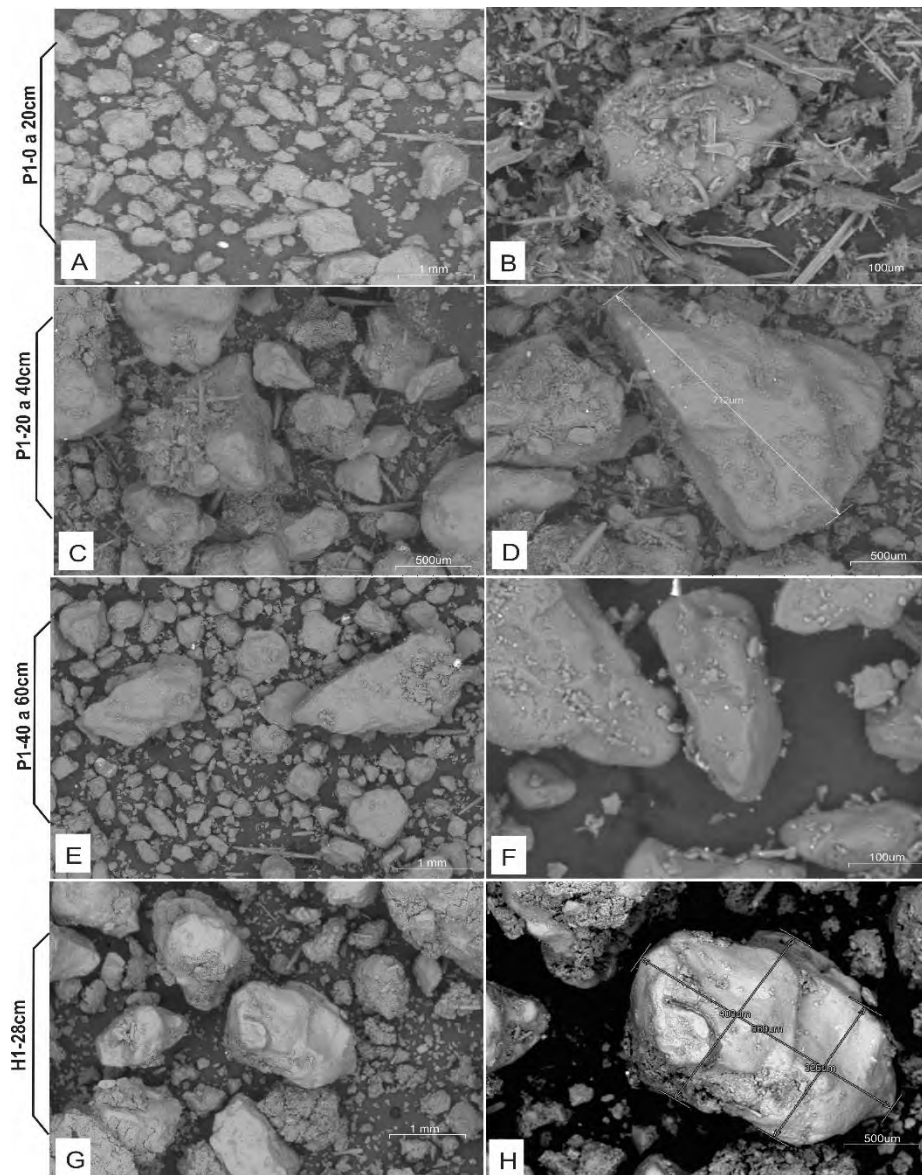
Elaboração: Raquel Alves (2016)



### 6.4.5 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e Espectrometria de Energia Dispersiva (EDS)

As imagens geradas pelo MEV mostraram grãos de quartzo com diferentes graus de arredondamento apresentando variedade de feições superficiais de origem mecânica como superfícies de abrasão, fraturas e arestas, ocorreram também grãos subarredondados apresentando superfícies de dissolução indicando expressivo retrabalhamento desses grãos (Figura 59).

Figura 59: Imagens MEV demonstrando os aspectos dos grãos com feições na superfície de origem mecânica como fraturas e bordas de abrasão (A, C,D, E e F). Presença de matéria orgânica ao redor do grão de quartzo (B). Grãos subarredondados apresentando superfície com feições de dissolução (G e H).



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Além destes, foi detectado a ocorrência de minerais pesados como o zircão que é característico de rochas graníticas constituídas essencialmente por quartzo e feldspatos (Figura 60).

Figura 60: Imagens MEV demonstrando os aspectos do grão de zircão encontrado no Horizonte E do Perfil analisado no Lago do Italiano.

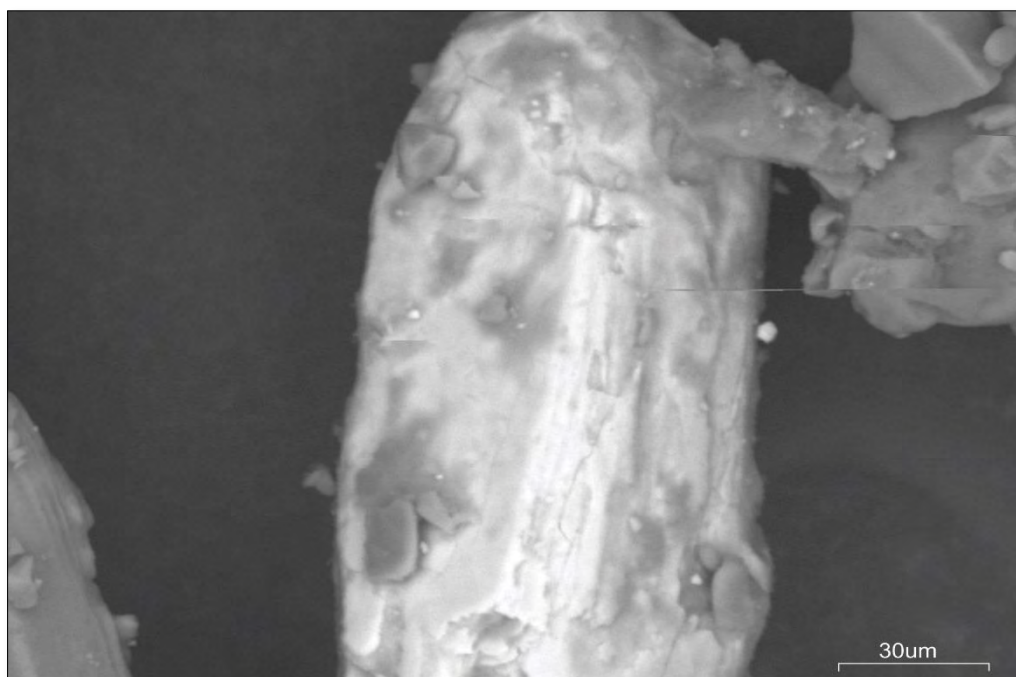
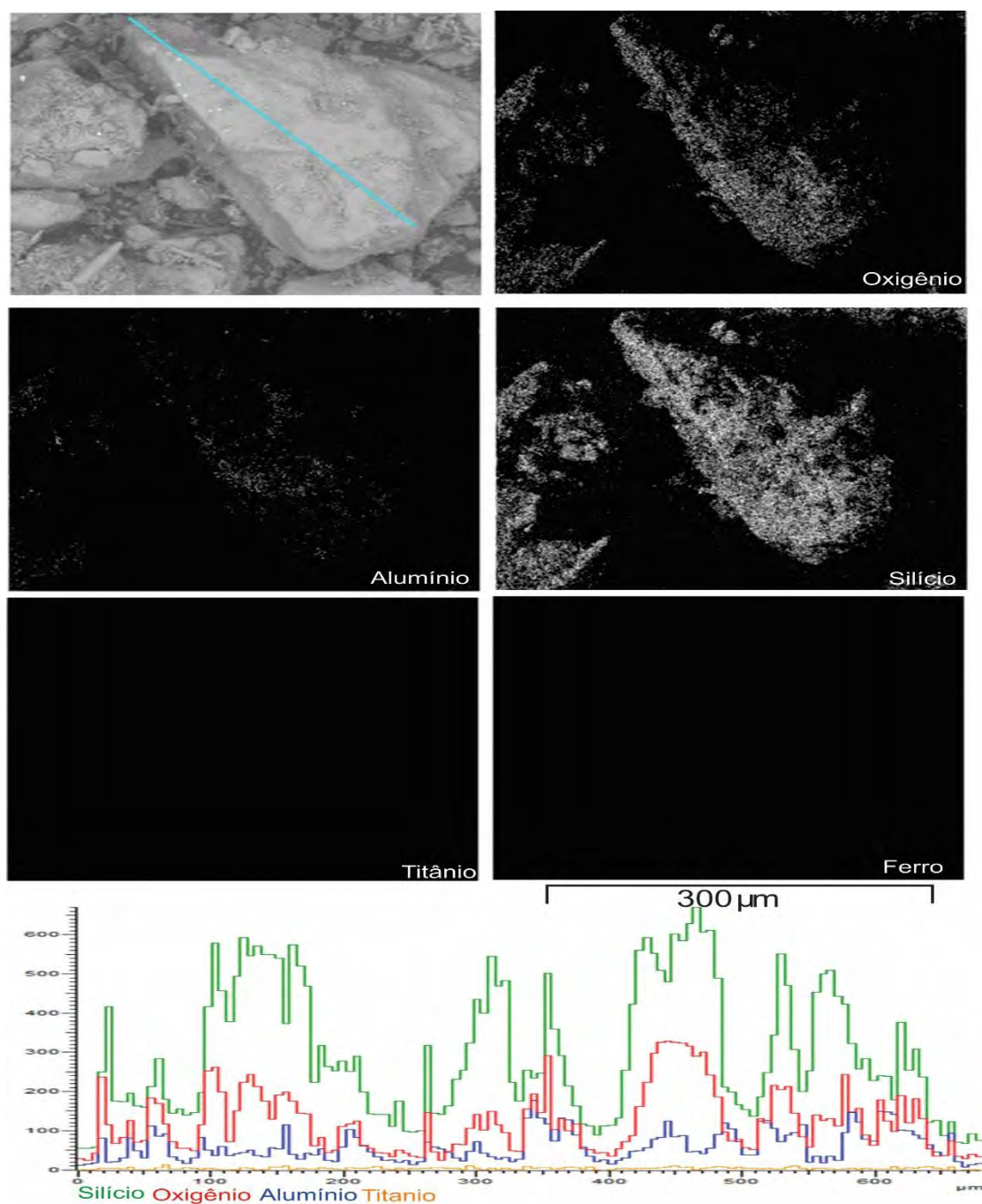


Foto: Raquel Alves (2016)

Machado *et al.* (2012) descrevem que os grãos de zircão por oferecerem resistência ao desgaste natural que ocorrem por meio dos processos crustais como erosão, transporte, metamorfismo, são frequentes entre os minerais detríticos registrados na maioria dos depósitos sedimentares.

As análises químicas em EDS evidenciaram e reforçam a discussão da mineralogia encontrada nos sedimentos lacustres, em que prevaleceram a ocorrência de  $\text{SiO}_2$ , (83,8%) e secundariamente teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (30 %), refletindo a predominância quartzosa e a significativa participação da caulinita nos sedimentos (Figura 61). Ocorreu também baixos teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (1 %) associado à goethita e baixos teores de  $\text{TiO}_2$  (0,56%) que pode estar associado ao rutilo, no qual não foi identificado nos picos na difração de Raios-X.

Figura 61: Imagens do MEV demonstrando o mapeamento linear e os espectros dos elementos químicos presentes nos grãos do P1 do Lago do Italiano no intervalo de 20 a 40cm em que prevaleceu a presença de  $\text{SiO}_2$  que está associado ao Quartzo.

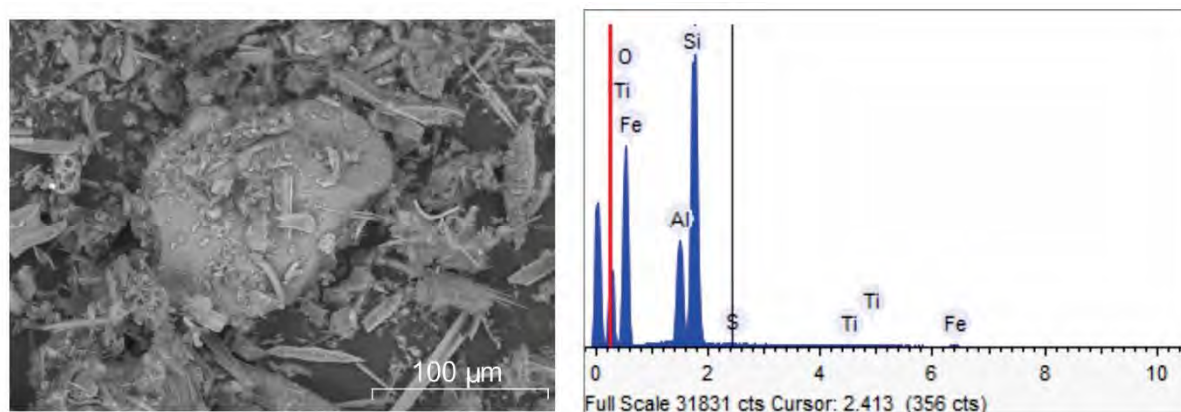


Elaboração: Raquel Alves (2016)

O mapeamento da composição química realizado por EDS em um grão da amostra do (P1) do Lago do Italiano no intervalo de 0 a 20 cm, apresentou concentração de  $\text{SiO}_2$  acima de (79%) o que sugeri que o referido grão é essencialmente característico de quartzo Segundo Thomas e Meybeck (1996).

A amostra apresentou traços de  $\text{SO}_3$  (0,58%), que pode está relacionado a decomposição de matéria orgânica no lago na qual se apresentou de forma abundante neste intervalo, sendo confirmada pelo alto teor de silte 61% e a obtenção do menor pico de quartzo na DRX. Para Suguio (1973), na maior parte dos casos quando as rochas estão associadas a presença de matéria orgânica são encontrados compostos de enxofre. Toledo (1999) relaciona a presença de enxofre em sedimentos lacustres como um elemento característico da formação de turfas (Figura 62).

Figura 62: Mapeamento e os espectros dos elementos químicos presentes em grão do P1 do Lago do Italiano no intervalo de 0 a 20cm de profundidade, em que prevaleceu a ocorrência de  $\text{SiO}_2$ .



### Resumo dos Resultados

| Elemento | Peso % | Peso % $\sigma$ | Atômico % | Composição % | Formula                 |
|----------|--------|-----------------|-----------|--------------|-------------------------|
| Aluminum | 9.659  | 0.061           | 7.237     | 18.251       | $\text{Al}_2\text{O}_3$ |
| Silício  | 37.190 | 0.104           | 26.767    | 79.561       | $\text{SiO}_2$          |
| Enxofre  | 0.235  | 0.034           | 0.148     | 0.587        | $\text{SO}_3$           |
| Titanium | 0.347  | 0.047           | 0.146     | 0.578        | $\text{TiO}_2$          |
| Ferro    | 0.796  | 0.080           | 0.288     | 1.023        | $\text{FeO}$            |
| Oxigênio | 51.773 | 0.114           | 65.414    |              | $\text{O}_2$            |

Elaboração: Raquel Alves (2016)

## 6.5 ALTERAÇÕES NA PAISAGEM LACUSTRE EM DECORRÊNCIA DO CRESCIMENTO URBANO

A partir de observações *in loco* nos Lagos do Italiano e do Bicho, pôde-se perceber intensa ocupação desordenada em direção aos ambientes lacustres na cidade de Bonfim-RR. Foi observado que os solos dessas depressões estão sendo utilizados para diversas finalidades, a exemplo a escavação de poços para coleta de água, o que tem gerado certa pressão sobre esses ambientes que aos poucos tem sua dinâmica alterada pelas atividades antrópicas.

### 6.5.1 Lago do Italiano

No Lago do Italiano a presença de unidades habitacionais é marcante em suas margens concentrando-se na porção oeste do Lago, percebeu-se que nesta porção o padrão das ocupações é mais urbano, enquanto que na porção leste concentra-se áreas de chácaras destacando a criação de animais (avícolas, equinos, suínos e ovinos), para realização dessas atividades a vegetação é substituída por plantações como capim e outras culturas como bananeiras, mangueiras dentre outras espécies secundárias (Figura 63).

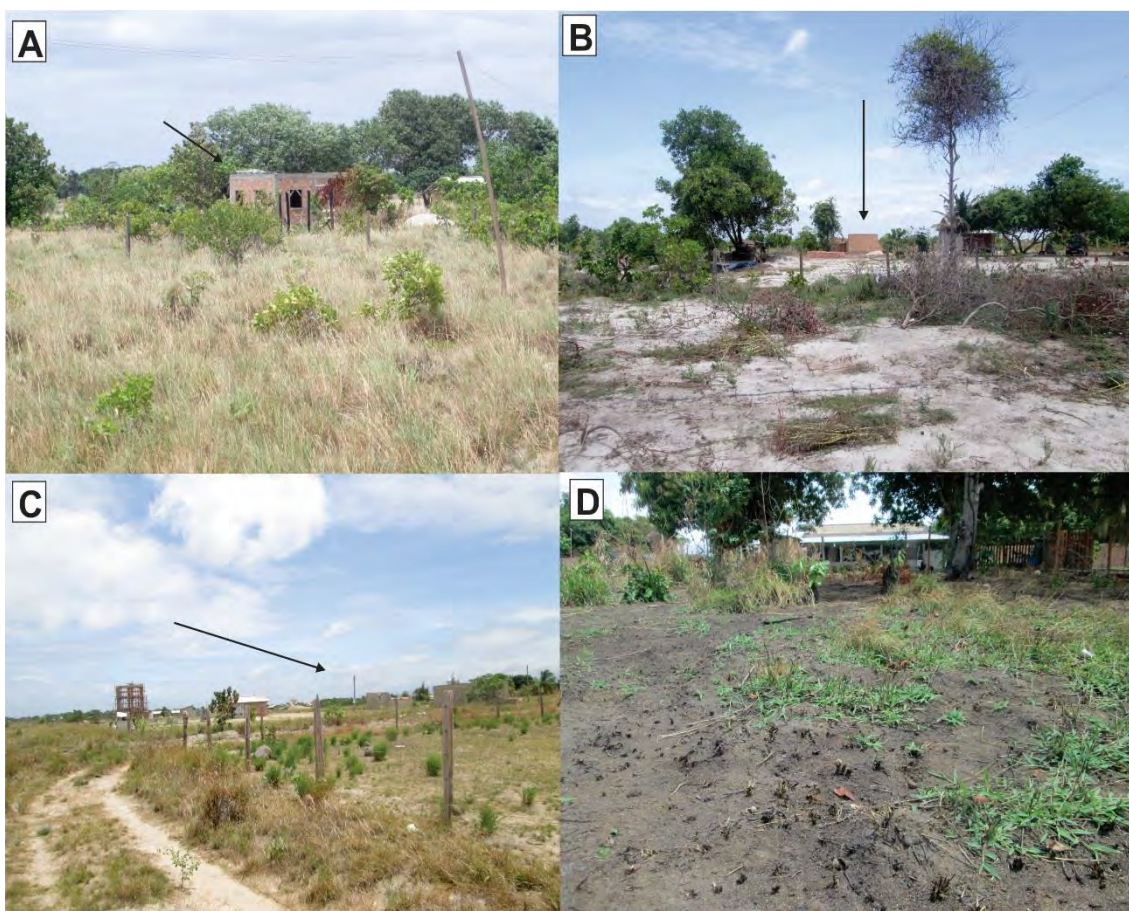
Figura 63: Cultivo de capim às margens do Lago do Italiano para criação de equinos.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

O avanço do crescimento desordenado às margens do Lago do Italiano é notório pela instalação de moradias que aos poucos vem ocorrendo em áreas desprovidas de infraestrutura urbana. Para a construção das residências foi observada a remoção de parte da vegetação ripária, tornando o solo exposto, o que aumenta o potencial de assoreamento do lago (Figura 64).

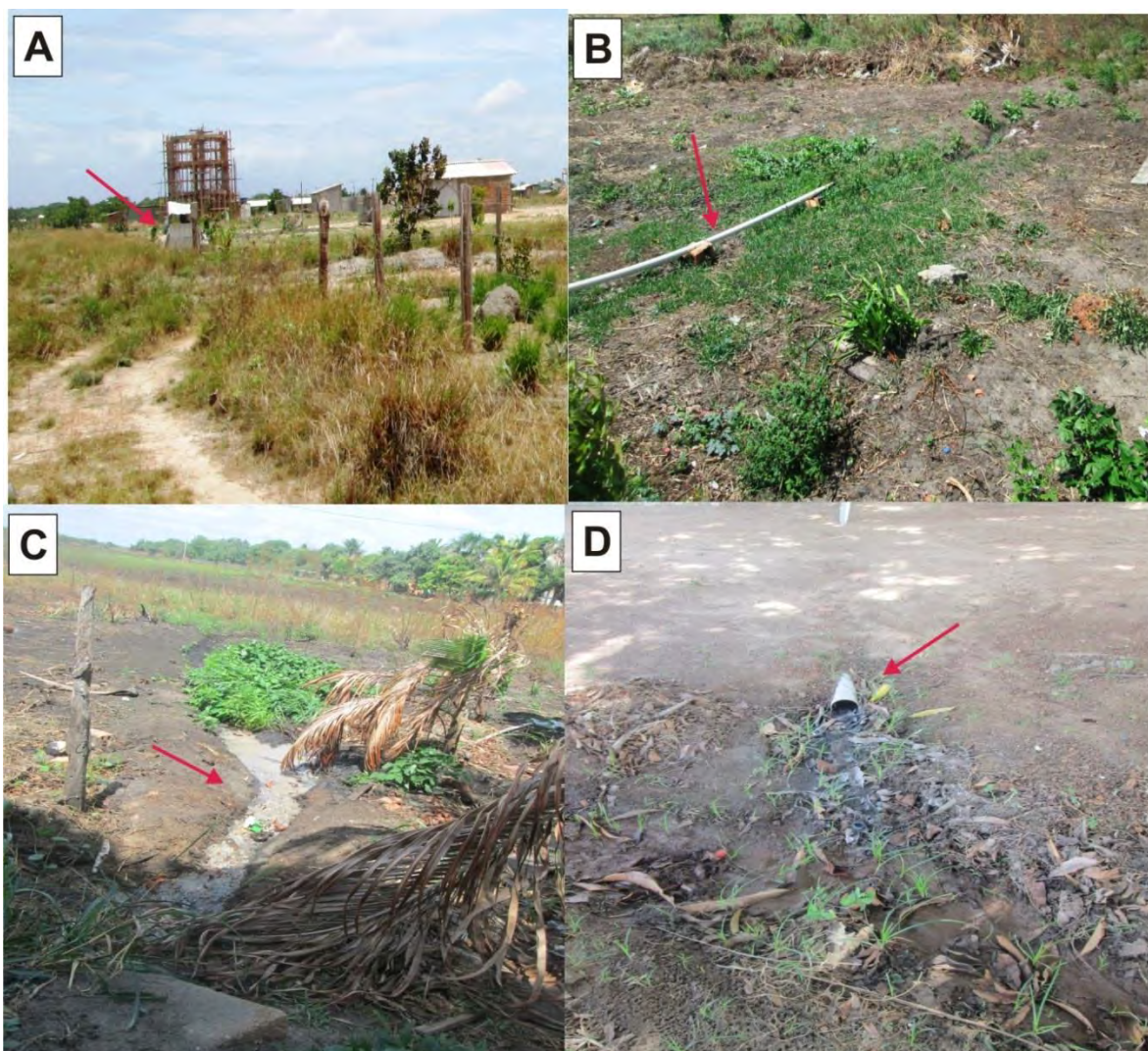
Figura 64: (A e B) Materiais alocados exibindo indícios de novas construções em áreas próximas ao Lago do Italiano. (C) Arruamentos que surgem devido às novas ocupações (D) Quintal de uma moradia nas margens do Lago.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

O Lago possui diversos efluentes que são lançados diretamente na depressão, a exemplo, esgoto proveniente de atividades domésticas, e a presença de fossas rudimentares que são instaladas por ações de moradores que moram próximo a sua margem (Figura 65). Conforme Masullo *et al.* (2014) o lançamento de esgoto *in natura* pode contribuir para a multiplicação de algas cianofíceas que conseqüentemente sufocam e matam o zooplâncton.

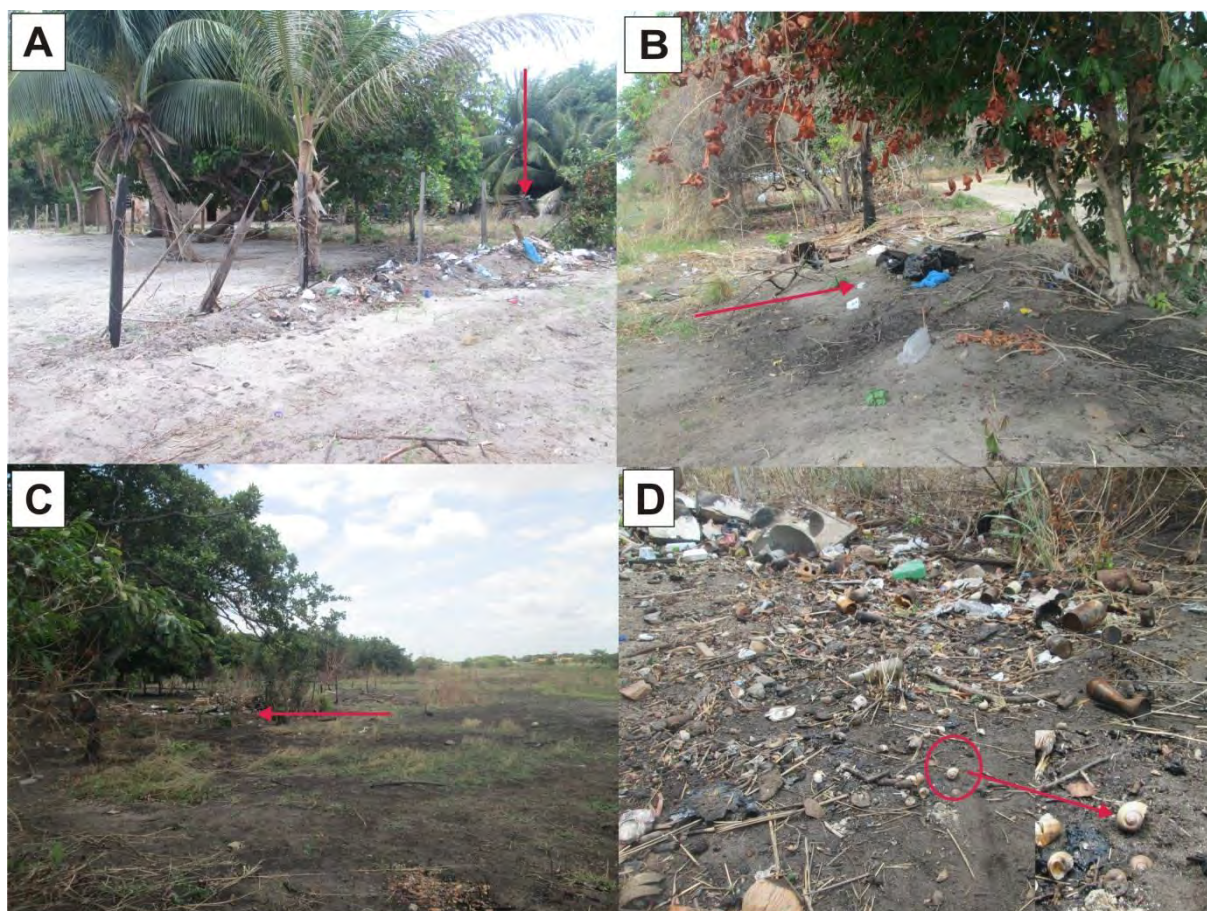
Figura 65: (A) Fossa rudimentar em terreno próximo ao Lago (B, C e D) Esgoto a céu-aberto com resíduos lançados diretamente no Lago.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Na porção oeste do Lago do Italiano os quintais das casas estão bem próximos as suas margens, foi observado nesses locais o descarte de resíduos sólidos, como lixo doméstico foram encontrados fósseis de moluscos límnicos, estas espécies estão presentes em toda área do Lago (Figura 66).

Figura 66: (A, B e C) Deposição de lixo doméstico e outros resíduos sólidos nas margens do Lago. (D) Presença fósseis de moluscos límnicos em meio ao lixo.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

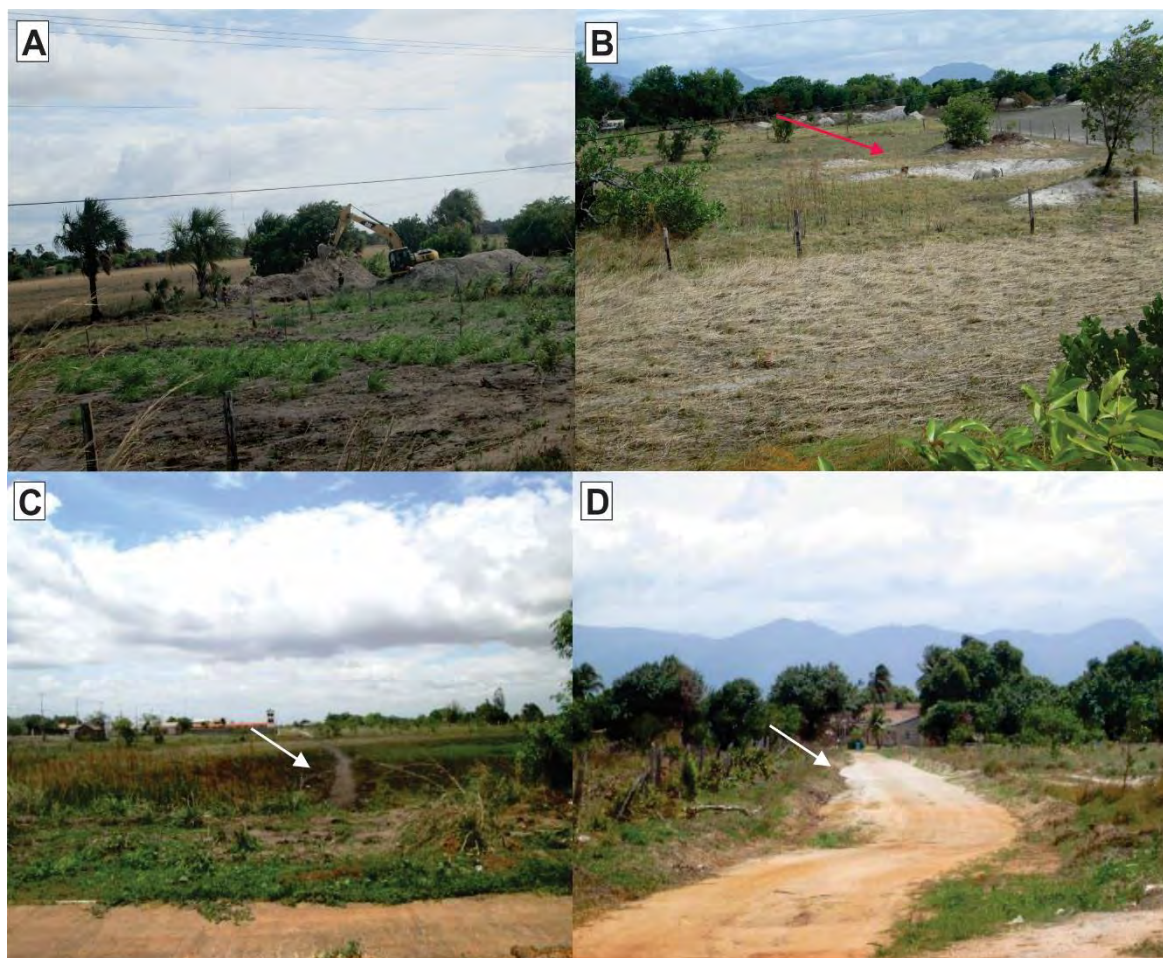
A problemática do lixo está no modo como a sociedade não considera os prejuízos que podem ser causados pelo tratamento inadequado dos resíduos sólidos, Mucelin e Belini (2008) descrevem entre os impactos negativos que podem ser originados a partir do lixo urbano produzido, estão os efeitos decorrentes da prática de disposição inadequada, especialmente em ambientes aquáticos que tendem a acumular sedimentos e substâncias químicas a eles associados, causando a diminuição do escoamento da água e gerando risco de assoreamento o que contribui para o crescimento de macrófitas aquáticas.

Acerca disso Bem (2009) destaca que a eutrofização é um dos principais desequilíbrios que ocorre em ambientes lânticos tendo como indutor a concentração excessiva dos nutrientes fósforo e nitrogênio provenientes de diversas atividades urbanas, implicando na impossibilidade do meio biótico de realizar suas funções biológicas devido à diminuição na concentração de oxigênio dissolvido na água.



Em períodos prolongados de estiagem na região o aumento na demanda por recursos hídricos, leva a população escavar, de maneira aleatória, reservatórios para captação de água do lençol freático, também é notória a abertura de arruamentos alterando o relevo e promovendo mudanças bruscas na paisagem (Figura 67).

Figura 67: (A) Utilização de maquinário para construção de reservatório de água. (B) Equinos pastoreando em valas abertas no leito do Lago (C e D) Arruamentos no leito do Lago.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Para Reis Neto *et al.*(2006) as intervenções antrópicas sobre as formas de relevo, onde são elaborados arruamentos, cortes ou aterros no terreno, alteram as morfologias originais, mesmo respeitando a topografia, acabam direcionando os fluxos hídricos, gerando padrões de drenagens não existentes.

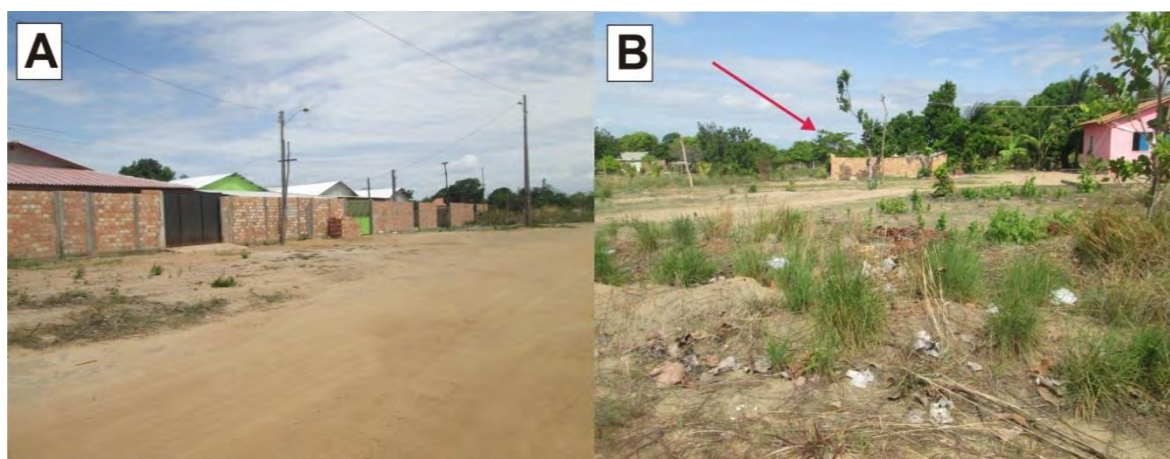
Deste modo, os fatores antrópicos associados ao próprio metabolismo lacustre que tende a assorear seu fundo com sedimentos e provocar a perda de profundidade, permite concluir que este lago está fadado a um gradativo desaparecimento.

### 6.5.2 Lago do Bicho

Este lago possivelmente por estar deslocado do centro urbano cerca de 1,5km, se apresenta bem conservado com presença de alta densidade de vegetação em suas margens, tendo como principais usos a prática da pesca e como balneário para lazer da população não sendo observadas outras ações que pudessem comprometer a qualidade desse corpo lântico.

No entanto, nas proximidades do Lago foi observado incipiente alteração principalmente associadas a atividades primárias, a exemplo o cultivo de hortas e pequenas olarias, percebeu-se também que na porção oeste atualmente está submetida à pressão antrópica, pois foi detectado o aumento da instalação de moradias, em razão da dinâmica de aceleração do município que vem crescendo nesta direção (Figura 68).

Figura 68: (A) Área de expansão urbana nas proximidades do Lago. (B) Materiais alocados para construção de moradia em rua próxima ao Lago do Bicho.



Elaboração: Raquel Alves (2016)

Essa dinâmica foi descrita nos estudos de Santos Neto, Tavares Junior e Souza. (2013), que por meio da evolução multitemporal entre 2000 e 2009 foi constatado o aumento da malha urbana do município, que passou de 9.060km<sup>2</sup> para 10.676 km<sup>2</sup>, principalmente no sentido NE e ESE evidenciando a ocupação dos limites naturais dos Lagos.

Neste sentido, pode-se dizer que um dos principais fatores para o surgimento de ocupações nessas direções está na ausência de atuação do poder público na criação de espaços urbanos e aplicação de políticas habitacionais eficazes que considerem a presença de mananciais aquáticos nas áreas urbanas.

Ressalta-se ainda que a área territorial da cidade está limitada por aspectos fisiográficos, a exemplo do rio Tacutu que é configurado como fronteira natural que divide a leste o Brasil e a República Cooperativista da Guiana, além de ser marcado pela presença de áreas protegidas institucionalmente, tornando o seu crescimento restrito quando direcionado a estas áreas.

Santos Neto *et al.* (2013), destaca que as condições de infraestrutura dos bairros que surgem próximos aos lagos com o passar dos anos ocasiona a valorização dos terrenos, levando a população a uma demanda maior de compras de terras nos limites desses mananciais.

Estes fatos permitem concluir que, no atual contexto de urbanização da cidade de Bonfim, a paisagem lacustre está submetida a diversas alterações, que podem implicar em impactos negativos ao ecossistema lacustre, a dinâmica hídrica até chegar a níveis que atinjam o bem-estar da sociedade que faz uso desses mananciais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A compartimentação geomorfológica de Bonfim-RR está dividida em modelados de dissecação e agradação, em que estão individualizados pelas seguintes unidades de relevo: Patamares em Crista Estruturado (PCRE), Maciço Somital Convexo (MSC), Morros Residuais Estruturados (MRE) e Morros e Colinas Escalonadas com Vales Abertos (MEVA) Plaino Erosivo (PER); Superfícies de Aplainamento (SAP) e o Plaino Aluvial (PAL).

A espacialização lacustre no contexto regional está concentrada na planície de inundação dos Rios Arraia e Tacutu. A maioria dos lagos ocorre de forma isolada, outros apresentam algum tipo de relação com a drenagem local. A morfologia predominante é circular/oval (87%) seguida de alongada (10%), dentrítica (3%) e composta (1%). Muitos apresentam regime intermitente e outros perene. São densamente colonizados por macrófitas aquáticas, como ciperáceas das quais se distribuem conforme as variações de profundidades.

A granulometria dos sedimentos é essencialmente de fração arenosa média a fina, com destaque para concentração de silte em superfície, demonstrando se tratar de solos típicos de ambientes lacustres. São em sua maioria grãos angulosos a subangulosos, exibindo arestas pontiagudas e bem preservadas indicando que estes são provenientes de áreas próximas tendo sofrido pouco transporte.

Os grãos são na maior parte cristalinos translúcidos exibem fissuras e manchas de tons escuros ou amarelados que indicam a presença de oxi-hidróxidos de ferro. Alguns grãos apresentam cor escura, associadas à deposição de matéria orgânica. Estes grãos possuem feições superficiais de origem mecânica como superfícies de abrasão, fraturas e arestas, e superfícies de dissolução indicando expressivo retrabalhamento desses grãos.

Os resultados apontam para alta concentração de  $\text{SiO}_2$  e secundariamente  $\text{Al}_2\text{O}_3$  refletindo a predominância quartzosa e significativa participação da caulinita nos sedimentos. Ocorrem também teores de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , associado à goethita, teores de  $\text{TiO}_2$  que pode estar associado a presença de rutilo e  $\text{SO}_3$  relacionado a decomposição de matéria orgânica. Esses elementos concordam com os resultados da composição mineralógica adquiridos na DRX.

Contudo, foi evidenciado que os ambientes lacustres de Bonfim têm sido submetidos a intensa pressão antrópica, representada pela ocupação desordenada que levou a problemas como: lançamentos de efluentes domésticos e descarte de resíduos sólidos, sendo necessária devida atenção aos processos que ocorrem nesses ambientes.

## REFERENCIAS

AB' SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço de pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia**, São Paulo, IGEO/USP, n.18, p.1-23. 1969.

ABSY, M. L.; et al. **Registros palinológicos em sedimentos do Holoceno e vegetação atual de Roraima**. In: Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima. Manaus: INPA, 1997. p. 462-479.

AMORIM, M. A; et al. **Origem e dinâmica da deposição dos sedimentos superficiais na Várzea do Lago Grande de Curuai, Pará, Brasil**. Revista Acta Amazônica v.39, n1, 2009. p.165-172

AFFONSO, A.G.; NOVO, E.M.LM.; QUEIROZ, H.L. **Dinâmica temporal da cobertura de macrófitas nos lagos de Mamirauá** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, XVI, Foz do Iguaçu-PR, Brasil, 2013, *Anais...* Foz do Iguaçu: INPE, 2013.63987-6394p.

ASSINE, M. L. **Sedimentação na Bacia do Pantanal Mato-Grossense, Centro-Oeste do Brasil**. Tese ( Livre-Docência) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, UNESP, Rio Claro, 2003.

AUGUSTIN, C. H. R.; ARANHA, P. R. A. **Pipings em áreas de voçorocamento, noroeste de Minas Gerais**. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, Ano 7, n.1, p.9-18. 2006.

BARBOSA, R. I. **Distribuição das Chuvas em Roraima**. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Eds.) Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.

BARRON, C. N. **Notes on the stratigraphy of Central British Guiana**. In: Conferência Geológica Interguianas, 6, 1966, Belém. *Anais....* Belém: DNPM, 1966. p. 121-126.

BEM, C. C. **Determinação do estado de eutrofização de um lago raso: estudo de caso do Lago Barigui – Curitiba**. Dissertação (Mestre em Recursos Hídricos e Ambiental), Departamento de Hidráulica e Saneamento, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, 2009.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global: um esboço metodológico**. Revista IGEOG/USP, Caderno de ciências da Terra, n.13 São Paulo: 1971

BESERRA NETA, L.C.; TAVARES JUNIOR, S.S. **Geomorfologia do Estado de Roraima por Imagens de Sensoriamento Remoto**. In: SILVA, P. R.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). Roraima 20 anos As Geografias de um novo Estado Boa Vista: UFRR, 2008

BIGARELLA J.J.; MOUSINHO M.R.; SILVA J.X. 1965b. **Pediplanos, pedimentos e seus depósitos correlativos no Brasil**. Bol. Paran. Geografia. (16 e 17), 1965, p.117-152.

BRASIL. Serviço geológico do Brasil. CPRM. **Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Central do Estado de Roraima**. Brasília: CPRM, 2002. 1 CD-ROM.

CÂMARA, G.; et. al. **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. SBC, X Escola de Computação, Campinas, 1996.

CAMPOS, C.; PINTO, F.; BARSOSA, R. I. **O Lavrado de Roraima: importância biológica, desenvolvimento e conservação na maior savana do Bioma Amazônia**. Roraima: INPA, 2008.

CARNEIRO FILHO A. **Contribution to the study of the forest - savanna mosaic in the area of Roraima, northern Amazon basin**. Dissertation of Master. Netherlands. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, 1991. 116p

CASSETI, V. **Elementos de Geomorfologia**. Goiânia: Editora UFG, 2001.

CHANDER, G.; MARKHAM B. L.; HELDER, D. L. **Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors**. Remote Sensing of Environment n°113, 2009. p. 893–903.

CHRISTOFOLETTI, A. **Concepções geográficas na análise do sistema ambiental**. In: Encontro Nacional de Estudos Sobre Meio Ambiente, 2, Florianópolis Anais...Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina. 1989. p. 206- 218

CORDEIRO, R. C. et al. **Acumulação de Carbono em Lagos Amazônicos como indicador de eventos Paleoclimáticos e Antrópicos**. Revista Oecologia Brasilienses, v. 12, n1, 2008. P.130-154

COSTA, J.A.V. **Compartimentação do Relevo do Estado de Roraima**. In: Oliveira. R.S. (Org.). Roraima em foco: pesquisas e apontamentos recentes. Boa Vista: ed. UFRR. 2008.

COSTA, J.A.V.; FALCÃO, M.T. **Compartimentação Morfotectônica e implicações de evolução do Relevo do Hemigráben do Tacutu no Estado De Roraima**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 12, nº 1, 2011. p.85-95

COSTA, M. L; CARMO, M. S.; BEHLING, H. **Mineralogia e geoquímica de sedimentos lacustres com substrato laterítico na Amazônia brasileira**. Revista Brasileira de Geociências, v. 35, 2005. p.165-176.

CONCEIÇÃO. D. A. **Intemperismo Na Região da Serra do Tucano-RR**. Dissertação (Mestrado em Geociências) Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2011.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil - Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Mapa Geológico Estado de Roraima Escala 1:500.000. CPRM, Manaus, 1999.

DUTRA, G. **Síntese dos processos de gênese de cavidades em litologias de ferro**. In: Congresso Brasileiro de Espeleologia. n. 32, Barreiras. *Anais...*Campinas: SBE, 2013. p. 415-426.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Bacia hidrográfica do rio Branco/RR: estudo de inventário hidrelétrico (Relatório final)**. Brasília: Hydros Engenharia, 303 p. 2010.

ESTEVES, F. **Fundamentos de Limnologia**. 3. ed. Rio de Janeiro. Interciência. 2011

FALCÃO, M.T.; PINHEIRO, M.N.M.; OLIVEIRA, S.K.S. **Processos de Urbanização e Mudanças na paisagem da cidade de Boa Vista/RR**. In: SILVA, P. R.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). Roraima 20 anos As Geografias de um novo Estado. Boa Vista: UFRR, 2008 p.245-268

FALCÃO, M.T.; BURG, I.P.; COSTA, J.A.V. **Expansão Urbana de Boa Vista / RR e os Reflexos Sobre os Recursos hídricos**. Revista Equador (UFPI), v. 4, nº 2, 2015. p. 98 - 113

FLOREZANO, T. G, **Imagens de satélite para estudos ambientais** – São Paulo: oficina de textos, 2002.

FOLK, R.L.; WARD W.C, 1957. **Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters**: J. Sediment. Petrol, v. 27, 1957.

FRANÇA, A.M.S. **Aplicação de Sensoriamento Remoto no estudo da influência da dinâmica sazonal do Rio Amazonas sobre a morfologia dos sistemas lacustres**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE, São José dos Campos, 2005.

FRANÇA, A.M.S.; GALGANE, P.; SANO, E. E. **Gênese e Morfologia dos Sistemas Lacustres da Planície Aluvial do Rio Araguaia**. IX Simpósio Nacional Cerrado e II Simpósio Internacional de Savanas Tropicais. Brasília, 2008.

FRANCO, E. M. S; DEL'ARCO, J. O; RIVETTI, M. **Geomorfologia**. In: BRASIL. Projeto Radambrasil. Levantamento dos Recursos Naturais. Folha NA 20 Boa Vista e parte das Folhas NA 21 Tumucumaque, NB20 Roraima e NB21.ed.IBGE. Rio de Janeiro. 1975.p. 139-180.

FRANCO, J. R. C. **Sistema Lacustre Vianense: Ensaio de Modelos Conceituais Para os Lagos do Município de Viana-Ma**. Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade de Ecossistemas) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal do Maranhão, Belém São Luís, 2008.



GUERRA, A.T.; MARÇAL, M.S. **Geomorfologia Ambiental**. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006

HABERT, J.; **Lago Caracaranã Município de Normandia-RR no período de cheia. 2012.** 1 álbum (189 fot.), color. 1024x683 disponível em: <http://www.panoramio.com/photo/64423971>. Acesso em 14 de out 2014.

HAHN, P.Y.S.; et al. **Caracterização das Unidades Morfoestruturais do Hemigraben Tacutu, Norte de Roraima.** Revista Geonorte, edição especial, v.2, n.4, 2012 p.1378- 1383

HOLZ, K. R.; et al. **South American river morphology and hydrology.** NASA Special Publication 412, Apollo-Soyuz Test Project Summary Science Report, v. 2, p. 545-594, 1979.

HOLZER, W. **Paisagem Imaginário e Identidade:** alternativas para o estudo geográfico. In: ROSENDAHL, Z. e CORRÊA, R. L. (orgs). **Manifestações da Cultura no Espaço.** Rio de Janeiro: Eduerj, 1999. 248p. p.149-168 (Série Geografia Cultural)

HUTCHINSON, E. G. **A Treatise on Limnology.** 1. Nova Iorque, John Wiley & Sons INC, 1957.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 mai. 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@Bonfim-RR.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 22 mai. 2014.

\_\_\_\_\_. **Carta Planialtimétrica do município de Bonfim.** Rio de Janeiro, 1983. Folha NA.21 –V-A-IV MI-42, color, 560x560mm Escala de 1:100.000

\_\_\_\_\_. **Carta Planialtimétrica do município de Bonfim.** Rio de Janeiro, 1986. Folha NA. 21 –V.A MIR-11, color, 560x560mm. Escala de 1:250.000

\_\_\_\_\_. **Mapa Geomorfológico do Estado de Roraima.** Brasília. 2005.1 mapa, color.,792x893mm. Escala: 1:1.000.000.

LATRUBESSE, E. M.; NELSON, B. W. **Evidence for Late Quaternary Aeolian Activity in the Roraima–Guyana Region.** In.: Revista. Catena. 43, 2001. p.63-80.

LEHNER, B.; DOLL P. **Development and validation of a global database of lakes, reservoirs and wetlands.** Journal of Hydrology, v. 296, 2004. p. 1-22,

LEMOS, A.; SANTOS, P.B. **Manual de descrição e coleta de solos em campo.** Campinas: SBCS/SNLCS. 1996. p. 44

LIPORONI, L.M . **Estudo Preliminar da Qualidade da Água do Lago Paranoá, Brasília-DF, utilizando um Modelo de Qualidade da Água Bidimensional.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

MACIEL, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. **O Conceito de Paisagem: diversidade de olhares.** Revista Sociedade e Território. Natal, v. 23. n.2, p. 159-177, jul/ dez. 2011

MACHADO, D.A.M.; et al. **Proveniência de sedimentos da Bacia de Curitiba por estudos de minerais pesados.** Revista Brasileira de Geociências, v. 42, 2012. p.563-572.

MAIA, P. D.; BOAVENTURA, G. R. PIRES, A. C. B. **Distribuição Espacial De Elementos-Traço em Sedimentos do Lago Paranoá – DF, Brasil.** Revista Geochimica Brasiliensis, v.20. n2, 2006. p.158-174

MARQUES NETO, R. **Contribuição dos Geógrafos Franceses para o Desenvolvimento da Geografia Física Brasileira na primeira metade do século vinte: Emmanuel De Martonne e as Superfícies de Erosão.** Revista de Geografia. Juiz de Fora, v. 2, n 1, 2012. p.1-13.

MASULLO, Y. A.G; et al. **Análise Multitemporal do Uso e Ocupação do Solo na Lagoa da Jansen-Ma.** V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. Belo Horizonte- MG, 2014.

MATOS, M.F.A.; et al. **Análise multitemporal da morfodinâmica dos lagos meridionais da Reserva Biológica do Lago Piratuba, planície costeira do Amapá, norte do Brasil.** Revista de Geologia, HIDROSEMA-UFRN, v. 25, 2012. p.85 – 100.

MEDEIROS, J. de D. **Guia de campo: vegetação do Cerrado 500 espécies.** Brasília: MMA/SBF, 2011.

MENDONÇA, F. **Geografia Física: Ciência Humana?** São Paulo: Contexto, 2001, 71p

MENESES, M. E. N. S. **Os Lagos do entorno da cidade De Boa Vista – Roraima, Aspectos Fisiográficos, Granulométricos, Mineralógicos e Químicos dos Sedimentos e Físico-químicos das Águas.** Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2006.

MENESES, M. E. N. S.; COSTA, M. L.; COSTA, J. A. V. **Os Lagos do Lavrado de Boa Vista – Roraima: fisiografia, físico-química das águas, mineralogia e química dos sedimentos.** Revista Brasileira de Geociências, v. 3. n 37, 2007. p. 478-489.

MERTES, L. A. K.; et al. **Spatial patterns of hydrology, geomorphology, and vegetation on the floodplain of the Amazon River in Brazil from a remote sensing perspective.** Geomorphology, n.13, p.215-232. 1995.

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. **Fisionomia das Savanas de Roraima, Brasil.** Acta Amazonica, Pará, v. 3, n. 31, jun. 2000.p. 423-441

MONTEIRO, C. A. F. **William Morris Davis e a Teoria Geográfica.** Revista de Geomorfologia, v. 2, n 1, p.1-20. 2001.

MOURA, D. V.; SIMÕES, C. S. **A Evolução Histórica do Conceito de Paisagem.** Revista Ambiente e Educação. v. 15n.1, p. 179-186. 2010.

MUNSELL COMPANY INC. **Munsell Soil Color Charts.** Baltimore: Munsell Company, 1954.

MUCELIN, C. A e BELLINI, M. **Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano**. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, vol.20, n.1, pp. 111-124. 2008

NASCIMENTO, S.O.; et al. **Análise Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Tacutu-RR**. Revista Geonorte, Edição Especial, v.2, N.4, p.1273 - 1278, 2012.

NORONHA, S. E. **Caracterização dos Ecossistemas Lacustres sob Substrato Laterítico Na Região de Palmeirópolis – TO**. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental e Territorial) - Instituto de Ciências Humanas, Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. Edgard Blücher Ltda, 4ª ed, São Paulo, 2010.

ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia**. 6º. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

ODUM, E.P; BARRET, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5º. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

OLIVEIRA, R. V.; BETHONICO, M.B.M. **Fatores Históricos de Ocupação e Evolução Demográfica do Município de Bonfim-RR**. In: FILHO; A. R e BESERRA NETA; L.C (Orgs.) Bonfim: Um Olhar Geográfico. Boa Vista: Editora UFRR, 2013. 260p. (Coleção Paisagem e Território Amazônico; v.1)

ORIHUELA, T. **Vista panorâmica do Lago Caracaranã**. 2010. 1 álbum (44 fot.), color. 1024x683 Disponível em: <https://www.flickr.com/photos/roraima/4771716345> Acesso em 14 de out 2014.

PERÔNICO, C.; CASTRO, P. T.A. **Recuperação de testemunhos sedimentares em ambientes lacustres assoreados do complexo de lagos do médio vale do rio Doce, Minas Gerais**. Revista Natureza on line, Minas Gerais, v. 8 n.1, p. 51-56. 2010. Disponível em: <http://www.naturezaonline.com.br>. Acesso em 26 mai.2014.

PINHEIRO, M. N. M. **Análise Morfométrica de Lagos Nas Áreas Aplainadas do Nordeste De Roraima - Brasil**. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação Em Recursos Naturais, UFRR, Boa Vista, 2007.

REIS NETO, R. A. R.; COSTA, J. A. V. **Mapeamento de Unidades Geomorfológicas da Bacia do Rio Cauamé – RR.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 11, n 2, p.3-10 2010.

REIS NETO, R. A. R.; et al. **Crescimento Urbano E Degradação Ambiental Eas Nascentes (Igarapés: Grande, Paca E Caranã) Área Urbana De Boa Vista - Roraima.** In: VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia, 2006.

RODRIGUEZ, J.M.M; SILVA, E.V. **A Classificação das Paisagens a partir de uma visão Geossistêmica.** In: Mercator – Revista de Geografia da UFC, a.1, n.1, 2002.

ROSA, R. **Geotecnologias na Geografia Aplicada.** In: Revista do Departamento de Geografia da UFU, v 1 n16, 2005. p. 81-90

ROSS, J. S. **Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo.** Revista Geografia. São Paulo, IG-USP, 1992

SANTOS NETO, A.P.R.; TAVARES JUNIOR, S.S.; SOUZA, V. **Paisagens Lacustres e a Expansão Urbana no Município Bonfim-RR.** In: FILHO; A. R e BESERRA NETA; L.C (Orgs.) Bonfim: Um Olhar Geográfico. Boa Vista: Editora UFRR, 2013. 260p. (Coleção Paisagem e Território Amazônico; v.1)

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt clay ratio. **J. Sediment Petrology**, n. 24, 1954.

SILVA, D. A.; et al. **Características Geomorfológicas e a Atuação Antrópica Na Formação Da Atual Paisagem Em Boa Vista, Bonfim E Pacaraima.** Revista ACTA Geográfica, Ano III, N°6, p.55-64.jul./dez. 2009.

SILVA, J.X. da; Z Aidan, R.T. (Org.) **Geoprocessamento e Análise Ambiental: aplicações.** 2a ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

SIMÕES FILHO F., et al. **Registros sedimentares de lagos e brejos dos campos de Roraima: Implicações paleoambientais ao longo do Holoceno.** In: R.I. Barbosa, E.J.G.

Ferreira, E.G. Castellon (Orgs.) *Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima*. Manaus, INPA, 1997. p. 295-302.

SOUSA, F. D. M; PONTE, V. M. P; GOMES, R. B. **Avaliação da qualidade sanitária de dois Ecossistemas Lacustres Urbanos da Bacia do Rio Maranguapinho-Ce**. II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica. João Pessoa, 2007.

SPERLING, E. V. **Morfologia de lagos e represas**. DESA/UFMG. Belo Horizonte.1999

SPÓSITO, E. S. **A vida nas Cidades: Por que a Cidade Existe? Morar é preciso, O Futuro da Cidade**. Repensando a Geografia. ed. 5<sup>a</sup>. São Paulo: Contexto, 2010. p. 31

SUGUIO, K. *Introdução à Sedimentologia* . São Paulo, Edgard Blücher. 1973. p 342

TAVARES JÚNIOR, S.S; et al. **Compartimentação Geomorfológica de Roraima por meio de análise de morfoestruturas**. Estudo de Caso: Serra do Tepequém e o Graben do Tacutu. XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR. Foz do Iguaçu- PR, 2013.

THOMAS, R. MEYBECK M. **The use of particulate material**. In: Chapman, D. (Org). *Water Quality Assessments - A Guide to Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*, 2<sup>a</sup> ed. UNESCO/WHO/UNEP, 1996

TOLEDO, L. M. A. **Considerações sobre a turfa no Brasil**. Akrópolis - Revista de Ciências Humanas UNIPAR, vol. 7, n. 28, 1999. p. 27- 41

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977

TUNDISI, J. G; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. p.48

VALE, C. C. **Teoria Geral do Sistema: Histórico e Correlações com a Geografia e com o Estudo da Paisagem** In: Revista - Entre-Lugar, Dourados, , a. 3, n.6, 2012

VAZ, P. T; WANDERLEY FILHO, J. R; BUENO, G. V. **Bacia do Tacutu**. Boletim de Geociências da Petrobrás, Rio de Janeiro, v.15, n.2, p.289-297, maio/nov 2007.

VILARINHO, E. S. **Solos e indicadores ambientais na região do Cabloco Bernardo, sul Delta do Rio Doce**. Dissertação (Mestrado em Ciências), Programa de, de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2005.

VITTE, A. C. **O Desenvolvimento do Conceito de Paisagem e a sua Inserção na Geografia Física**. Mercator – Revista de Geografia da UFC, a. 06, n. 11, 2007

WETZEL, R.G. **Limnologia**. Lisboa: Fundação Calouste, 1993.