



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS**

MARIA DAS NEVES MAGALHÃES PINHEIRO

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE LAGOS NAS ÁREAS APLAINADAS DO
NORDESTE DE RORAIMA - BRASIL**

BOA VISTA
2007

MARIA DAS NEVES MAGALHÃES PINHEIRO

**ANÁLISE MORFOMÉTRICA DE LAGOS NAS ÁREAS APLAINADAS DO
NORDESTE DE RORAIMA - BRASIL**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Naturais – PRONAT da Universidade Federal de Roraima como pré - requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, com área de concentração em Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas

Orientador: Prof. Dr. Renato Augusto Oliveira Evangelista

BOA VISTA/RR
2007

MARIA DAS NEVES MAGALHÃES PINHEIRO

**ANÁLISE DA MORFOMETRIA DE LAGOS NAS ÁREAS APLAINADAS DO
NORDESTE DE RORAIMA - BRASIL**

Dissertação apresentada a Banca Examinadora como pré - requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais do Programa de Pós - Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, área de concentração em Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas, defendida em 04 de dezembro de 2007.

Prof. Dr. Renato Augusto Oliveira Evangelista
Orientador

Prof. Dr. Márcio Luiz da Silva
Membro

Prof. Dr. Vladimir de Souza
Membro

Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior
Membro

Aos meus filhos Mitonio e Maiene, dos quais eu sou o espelho. Em especial ao meu amado esposo Esterfison pelo companheirismo durante essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus senhor onipotente que me deu capacidade, coragem e força de vontade para vencer mais essa etapa na minha vida.

A Universidade Federal – UFRR, pela infra-estrutura disponibilizada;

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro concedido, sem este seria impossível à realização desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Renato Augusto Oliveira Evangelista, pela orientação, amizade, companheirismo e paciência que foram de extraordinária acuidade para o meu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

A Coordenação do Curso de Mestrado na pessoa do Professor Dr. Marcos Vital, pela excelente atuação na coordenação do Programa em Recursos Naturais – PRONAT / UFRR.

Ao Professor Dr. Stélio Soares Tavares Júnior pela preciosa contribuição para estruturação deste trabalho, através das imagens de satélite.

A secretaria do PRONAT, dona Inácia, pela sua sempre afetuosa atenção todas as vezes que precisamos de sua ajuda.

Aos professores, Dr. José Frutuoso do Vale Júnior e Dr. José Augusto Vieira Costa pela sua valiosa contribuição nas discussões e sugestões para o avanço deste trabalho.

A colega Luciana Barros, amiga maravilhosa que muito contribuiu nessa caminhada principalmente nos momentos de compartilhar conhecimentos.

Ao meu amigo, Raimundo Alves Reis Neto pela amizade, companheirismo, conversas, horas de estudos e ajuda com o programa Arc View. Comprovação de que existe amizade verdadeira.

A grande amiga e companheira de todas as horas Márcia Teixeira Falcão pela amizade, companheirismo e por todos os momentos maravilhosos que compartilhamos e que vamos compartilhar por muitos anos.

A coordenadora do Curso de Geografia da UERR Cândida de Almeida Barbosa Pereira, pela amizade, pelo apoio e pelas palavras calorosas na hora certa.

A todos os colegas da turma que contribuíram de forma direta e indireta nessa minha caminhada.

A minha família pelo apoio, paciência e compreensão dedicada a minha pessoa em relação a essa conquista.

"Para que a partir de hoje a família se transforme, o pai seja pelo menos o universo e a mãe seja no mínimo a terra."

Vladimir Maiakovsky

RESUMO

Na porção nordeste do Estado de Roraima, no Pediplano Rio Branco – Rio Negro, mais precisamente na Formação Boa Vista, encontra-se uma extensa área aplainada, coberta por savanas, onde estão situados diversos lagos apresentando formas, profundidades e extensões muito variáveis. As medidas morfométricas desses corpos d'água foram adquiridas através do aplicativo Arc View 3.2, Software da Esri, sobre a imagem de satélite do Landsat 5, obtida em 2 de abril de 2006, sobre órbita/ponto 232/58 e de trabalhos de campo. Partindo dessa conjuntura, a presente pesquisa tem por objetivo realizar a análise da distribuição espacial e morfométrica desses lagos através do comportamento hidrológico, água estocada e fisiografia nas áreas aplainadas da região descrita. Os lagos apresentam formas circulares, subcirculares e subretangulares. Os lagos da área A são perenes, perdem parte do seu volume d'água estocada no período seco, mas não secam. Na área B, são fortemente influenciados pela sazonalidade. Ao avaliar o caráter intermitente em 19% dos lagos analisados em imagem de satélite, o restante - 81% - apresenta uma redução quase que total do espelho d'água. Esses lagos estão ligados a um ou dois canais de drenagem, apresentam uma grande densidade de macrófitas aquáticas, que se distribuem ao longo das depressões e estão fisiograficamente atrelados a solos areno - argilosos que ocorrem em relevos suaves-ondulados a ondulados, incidindo também a presença de lateritas na área A. Quanto ao direcionamento, provavelmente esteja condicionado às falhas relacionadas à neotectônica. A área A prevalece a direção NE a SW e, na área B, prevalece a direção L a W. Esses lagos aumentam substancialmente seu volume de água estocada no período chuvoso. Em relação à densidade lacustre, na área A é de 1% no período seco, subindo para 2% no período chuvoso; na área B é de 0,6% no período seco, subindo para 2% no período chuvoso. Tanto na área A quanto na área B os lagos representam muito pouco da área total selecionada.

Palavras-chave: Lagos; Comportamento hidrológico; Análise morfométrica.

ABSTRACT

In the northeast portion of the State of Roraima, in Pediplano Rio Branco - Rio Negro, more precisely in the 'Formação Boa Vista' we find an extensive flat area, covered by 'savannas', where several lakes are placed presenting very variable forms, depths and extensions. The morfometric measures of those bodies of water were acquired through the application Arc View 3.2, Software of Esri, on the image of satellite of Landsat 5, obtained on April 2, 2006, in the point 232/58 and of field works. Thus, the present research has for objective to accomplish the analysis of the space and morfometric distribution of those lakes through the hidrology, stocked water and fisiografy in the flat areas of the described area. The lakes present circular, subcirculares and subretangulares forms. The lakes of the area are perennial, they lose part of their volume of water stocked in the dry period, but they don't dry. In the area B, the lakes are strongly influenced by the 'sazonalidade'. When evaluating the intermittent character in 19% of the lakes analyzed in satellite image, the remaining - 81% - presents a reduction almost that total of the mirror of water. Those lakes are linked to one or two drainage channels, they present a great density of aquatic 'macrófitas', that are distributed along the depressions and they are fisiografically harnessed to soils areno - loamy that happen in soft-wavy reliefs the wavy ones, also happening the 'lateritas' presence in the area A. The direction of this area is probably conditioned to the flaws related to the neotectonic. In the area A prevails the direction NE SW and, in the area B, the direction prevails L to W. Those lakes increase their volume of water substantially stocked in the rainy period. The lacustrine density in the area A is of 1% in the dry period, arising for 2% in the rainy period; in the area B it is of 0,6% in the dry period, arising for 2% in the rainy period. Thus like in the area A as in the area B the lakes represent very little of the selected total area.

Key-words: Lakes; Hidrology; Morfometric analysis.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Variáveis morfométrica e índices utilizados para a análise morfométrica dos lagos das áreas A e B da região nordeste do Estado de Roraima.....	55
TABELA 2 -	Classificação dos lagos segundo a área, identificadas através de imagem de satélite, a quantidade por classe e o percentual em relação ao total. Períodos seco e chuvoso. Área A no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima,2007.....	62
TABELA 3 -	Classificação dos lagos segundo a área, identificadas através de imagem de satélite, a quantidade por classe e o percentual em relação ao total. Períodos seco e chuvoso. Área B no município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima.....	63
TABELA 4 -	Valores das áreas dos lagos de algumas regiões do mundo (média, valores máximos e mínimos, e número de lagos).	64
TABELA 5 -	Valores das áreas dos lagos do sistema lacustre da planície aluvial do médio rio Araguaia entre Bandeirantes e Luiz Alves Goiânia, em relação aos das áreas A e B da região nordeste do Estado de Roraima.....	65
TABELA 6 -	Comparação entre a área e a profundidade máxima, dos lagos das áreas A e B na região nordeste do Estado de Roraima nos períodos seco e chuvoso regional.....	69
TABELA 7 -	Área superficial e estimativa do volume d'água estocada nos lagos estudados "in loco" nas áreas A e B na região nordeste do Estado de Roraima no período seco e período chuvoso.....	76

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 -	Mapa de Roraima representando a vegetação presente no Estado de Roraima. Modificado de ITERAIMA (1996)).	46
FIGURA 2 -	Localização das áreas A município de Boa Vista e B no município de Alto Alegre, com uma pequena porção no município de Boa Vista, definidas para a realização do estudo na região nordeste do Estado de Roraima.....	52
FIGURA 3 -	Lago A3 da área A, município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, demonstrando o aspecto do espelho d'água nos diferentes períodos sazonais.1: março (2007) período seco 2: Lago A3 período chuvoso, julho (2007).....	57
FIGURA 4 -	Lago B2 da área B, município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, demonstrando o aspecto do espelho d'água nos diferentes períodos sazonais.1: março (2007) período seco 2: Lago B2 período chuvoso, julho (2007).....	58
FIGURA 5 -	Imagem de satélite, demonstrando os principais pontos de localização e distribuição espacial dos lagos na área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.....	59
FIGURA 6 -	Imagem de satélite, demonstrando os principais pontos de localização e distribuição espacial dos lagos na área A no município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.....	60
FIGURA 7 -	Correlação linear entre a área e o comprimento máximo dos lagos da área A no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima analisados sobre imagem de satélite e a quantidade representativa de cada classe no período seco.....	67
FIGURA 8 -	Correlação linear entre a área e o comprimento máximo dos lagos da área A no município de Alto Alegre, região nordeste do Estado de Roraima, analisados sobre imagem de satélite e a quantidade representativa de cada classe no período chuvoso.....	67
GURA 9 -	Correlação entre a classe dos lagos da área B no município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima analisados sobre imagem de satélite e a quantidade	

	representativa de cada classe no período chuvoso.....	68
FIGURA 10 -	Classificação dos lagos da área A no município de município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima identificados através de imagem de satélite de acordo com o índice de desenvolvimento da margem no período seco e chuvoso, a quantidade de lagos, o percentual em relação ao total e a forma do contorno, 2007.....	70
FIGURA 11 -	Classificação dos lagos da área B no município de Alto Alegre e pequena porção leste no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima, identificados através de imagem de satélite de acordo com o índice de desenvolvimento da margem no período seco e chuvoso, a quantidade de lagos, o percentual em relação ao total e a forma do contorno, 2007.....	71
FIGURA 12 -	Distribuição das regiões climáticas de Roraima, segundo a classificação de Koopen. A seta indica o crescimento da precipitação de nordeste para sudoeste. Fonte: Barbosa, (1997).....	72
FIGURA 13 -	Variação da precipitação pluviométrica na cidade de Boa Vista, considerando as médias mensais registradas no período de 1910-1995, com base em Barbosa (1997). Fonte: Evangelista, (2006).....	73
FIGURA 14 -	Representação da precipitação pluviométrica no ano de 2006, indicando a característica atípica desse ano, destacado o mês de janeiro que apresentou um índice diferenciado dentro da média histórica anual.....	74
FIGURA 15 -	Representação da precipitação pluviométrica no ano de 2007, indicando que foi um ano de precipitações normais mesmo tendo chovido mais no mês de maio do que no mês de junho.....	74
FIGURA 16 -	Aspecto do Lago A1 da área A nos diferentes períodos sazonais 1: mês de dezembro, entre períodos (2006) 2: março, período seco (2007) 3: julho, período chuvoso (2007).....	76
FIGURA 17 -	Aspecto do Lago B2 da área B nos diferentes períodos sazonais 1: mês de dezembro, entre períodos (2006) 2: março, período.seco (2007) 3: julho, período chuvoso (2007).....	78
FIGURA 18 -	Arcabouço neotectônico da Amazônia. Fonte: Costa et. al (1996).....	79

FIGURA 19 -	Mapa geológico do Estado de Roraima, destacando as duas áreas de estudo A e B, as falhas encontradas nas duas áreas e o esboço do Hemigráben Tacutu. Fonte: BRASIL (2002).....	79
FIGURA 20 -	Estruturas neotectônicas maiores da região nordeste de Roraima e adjacências com a presença das falhas. Fonte: Costa et. al (1996).....	80
FIGURA 21 -	Direcionamento do alinhamento dos lagos da área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.....	82
FIGURA 22	Direcionamento do alinhamento dos lagos da área B no município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.....	84
FIGURA 23 -	Aspectos da área B, município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, evidenciando a suave ondulação do relevo do relevo nessa área. 1: Lago B1. 2: Lago B2. 3: Lago B3. Março, período seco (2007). A seta indica a suave ondulação do relevo.	85
FIGURA 24 -	Aspectos da área A, município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, evidenciando a declividade local e ondulação do relevo nessa área. 1: Lago A1. 2: Lago A2. 3: Lago A3. Março, período seco (2007). A seta indica o declive do relevo.....	86
FIGURA 25 -	Forma de distribuição da drenagem e dos lagos na área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.....	87
FIGURA 26 -	Forma de distribuição da drenagem e dos lagos na área B município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima.....	88
FIGURA 27 -	Lateritas em forma de tesos na Formação Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. Aspecto presente na área A..	90
FIGURA 28 -	Presença dos remanescentes erosionais instalados nas áreas de drenagem na Formação Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima.....	90
FIGURA 29 -	Lateritos evidenciando a formação de terrenos na Formação Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima.	91
FIGURA 30 -	Vegetação presente nos lagos da área A, no município de Boa	

	Vista, região nordeste do Estado de Roraima. 1: Presenças ninfeáceas. 2: Presença de aráceas.....	93
FIGURA 31 -	Vegetação presente nos lagos da área A, município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. 1: Presença de ciperáceas no interior dos lagos. 2: Presença de ninfeáceas próximas às margens. Período chuvoso. Julho de 2007.....	93
FIGURA 32 -	Lago A1 da área A, município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. 1: Presença de macrófitas flutuantes, as onograceáceas no período seco março (2007), sedimentam no fundo do lago. 2: No período chuvoso, julho (2007) embeleza a área com flores amarelas.....	94
FIGURA 33 -	Forma de distribuição da vegetação nos lagos da área B, no município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, apresentando ciperáceas no centro da e no entorno da depressão. Período seco dezembro (2006).....	95
FIGURA 34 -	Vegetação do entorno dos lagos da área A., no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima 1: ciperáceas 2: mauritia flexuosa (buriti)..	96
FIGURA 35 -	Vegetação mais freqüente no entorno dos lagos da área B. 1: malpighiáceas 2: apiáceas 3: poáceas. Figura 1 e 2. adaptadas de Menezes, (2006).....	96

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE TABELAS

LISTA DE FIGURAS

1	INTRODUÇÃO.	17
1.1	Ambientes lacustres	17
1.2	Caracterização dos lagos de Roraima.	20
1.3	Origem dos lagos.	21
1.4	Breve Histórico dos estudos morfométricos dos lagos.	23
1.5	Tipos de lagos.	26
1.5.1	Tipos de lagos quanto à origem.	26
1.5.2	Tipos de lagos quanto à qualidade da água.	31
1.5.3	Tipos de lagos quanto ao regime hidrológico.	32
1.5.4	Tipos de lagos quanto à condição climática.	33
1.6	Fatores que contribuem para as modificações morfológicas dos lagos	34
1.6.1	Clima.	34
1.6.2	Eutrofização.	35
1.6.3	Sedimentação.	36
1.6.4	Assoreamento.	37
1.6.5	Alterações hidrológicas.	39
1.7	Aspectos Climáticos da área de estudo	40
1.8	Aspectos Fisiográficos da Área de Estudo	40
2	OBJETIVOS.	50
2.1	Objetivo Geral.	50
2.2	Objetivos Específicos.	50
3	MATERIAIS E MÉTODOS.	51
3.1	Localização da Área de Estudo.	51
3.2	Objeto de Estudo.	51
3.3	Procedência dos dados.	53

3.4	Processamento de Imagens.	54
3.5	Variáveis Medidas.	55
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.	57
4.1	Distribuição Espacial e Densidade Lacustre.	57
4.1.1	Área A.....	57
4.1.2	Área B.....	59
4.2	Morfometria dos lagos.	61
4.2.1	Classificação dos lagos segundo suas áreas.	61
4.2.2	Relação da área com outras variáveis.	66
4.2.3	Índice de desenvolvimento da margem.	69
4.3	Comportamento hidrológico e água estocada nos lagos.	71
4.3.1	Influência hidroclimática.	71
4.3.2	Lagos da área A.....	75
4.3.3	Lagos da área B.....	77
4.4	Influencias fisiográficas na morfologia dos lagos.	78
4.4.1	Geologia.	78
4.4.2	Relevo e Hidrografia.	83
4.4.3	Pedologia.	89
4.4.4	Vegetação.	92
5	CONCLUSOES.	98
	REFERÊNCIAS.	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 Ambientes lacustres

A importância dos recursos hídricos para os seres vivos vem promovendo uma crescente preocupação diante de sua escassez e má utilização. Nesse contexto, destaca-se o crescimento dos estudos limnológicos e a sua interface com outras ciências como a geomorfologia para explicar a origem e evolução morfológica dos ambientes aquáticos (MORAIS et al., 2005).

Devido ao meio físico ser considerado bastante dinâmico, durante toda a história da terra constata-se através de estudos que sua superfície passou por importantes mudanças climáticas e geomorfológicas que geraram como resultado o surgimento de ambientes com características bem variadas (PEREIRA; ALMEIDA, 2003). No desenvolvimento da paisagem atual as profundas mudanças climáticas ou as pequenas flutuações do clima; desempenharam um importante papel.

A rede hidrográfica e seus elementos formadores, os curso d'água e seus sistemas lacustres constituem importante agente (ativo) na formação da paisagem terrestre (CHRISTOFOLETI, 1981).

São considerados lagos as depressões naturais do solo, produzidas por causas diversas e cheias de águas confinadas, apresentando formas, profundidades e extensões muito variáveis. Esta é a definição geomorfológica de lago encontrada em Guerra (1993). Para Suguio (2003), a caracterização do ambiente lacustre se dá pela apresentação de águas tranquilas, em geral doces.

O termo lagoa, que conforme Guerra (1993) é utilizado para lagos de pequena extensão e profundidade, não foi empregado aqui uma vez que a bibliografia não especifica a partir de que extensão e profundidade o lago pode ser designado lagoa.

Para Esteves (1998), os lagos são corpos de água sem comunicação direta com o mar e suas águas têm em geral baixo teor de íons dissolvidos, quando suas águas são comparadas com as águas oceânicas. Os lagos variam em tamanho, extensão e profundidade e são muito sensíveis às agressões ambientais, uma vez que suas águas são renovadas muito lentamente (AMBIENTAL BRASIL, 2007).

Berner e Berner (1996) afirmaram que os lagos são de fundamental importância para os homens e animais, visto que suas águas fazem parte das mais diversificadas atividades humanas, sendo ainda uma importante fonte de água potável, ainda que esses corpos d'água constituam apenas 0,01 % de toda a água doce existente no planeta o que é um número relativamente baixo.

Afirmam ainda que os lagos cobrem somente uma área equivalente a 3 % da superfície terrestre. No entanto, apesar destes baixos valores quantitativos, suas águas são utilizadas na captação para irrigação, atividades industriais, lazer, recreação etc. Em linhas gerais pode-se estimar que o volume de água contido em lagos é cerca de 200 vezes superior àquele encontrado nos rios.

Além de somente 3% da superfície da terra ser ocupada por lagos, a maioria encontra-se no hemisfério norte, fator que para Sperling (1999), deve-se às glaciações que ocorreram nas altas latitudes durante o Pleistoceno.

A distribuição dos lagos se dá principalmente nas regiões que correspondem às áreas que foram cobertas por geleiras durante o Pleistoceno, ou mais recentes. Na Escandinávia e no Canadá, os lagos ocupam grande parte da superfície. Os grandes lagos da América do Norte, também fazem parte desse grupo constituindo assim a maior área de água doce continental de comunicação direta entre si, com aproximadamente 246,481 km² (SCHÄFER, 1984).

Esteves (1998) afirma que os lagos não são elementos permanentes das paisagens da Terra, pois eles são fenômenos de curta duração na escala geológica, portanto surgem e desaparecem no decorrer do tempo.

Os lagos em geral possuem curta durabilidade por estarem expostos a vários fenômenos tais como: antropofismo, metabolismo e morfodinamismo que para Sperling (1999), contribuem para a sua curta escala geológica. Os lagos geralmente são de pequena extensão, de pequena profundidade e isso os torna vulneráveis a esses fenômenos.

Desse modo, lagos são ambientes transitórios e estão fadados ao desaparecimento. Porém a velocidade desse processo é extremamente variável, podendo ocorrer em poucos anos, no caso de pequenos lagos, ou mesmo em uma escala de tempo da ordem de centenas de milhares ou alguns milhões de anos (SPERLING, 1999).

A grande maioria dos lagos da Terra é de pequena profundidade. Somente 20 lagos, possuem profundidade superior à 400 m. Destaca-se na Rússia o lago Baical

com 1.620 m, como o mais profundo do mundo, é o que cita Esteves (1998). Em seguida vem o lago Tanganica, situado no continente africano com 1.471 m de profundidade (SPERLING, 1999).

No que se diz respeito à área, a grande maioria dos lagos são corpos de água pequenos, pois somente alguns possuem grandes extensões e por isso são denominados de mar. Para Esteves (1998), são os mares Cáspio, mar Morto e o mar Aral. O mar Cáspio (Rússia-Iran) é o maior lago do mundo, medindo 436.400 km² de área, seguido do lago Superior (EUA-Canadá) com 82.400 km² de área.

A bacia hidrográfica do rio Amazonas, localizada na América do Sul e no Brasil, é a maior do mundo e a atividade geológica da rede hidrográfica, é responsável pela formação da maioria dos lagos brasileiros. Esteves (1998), afirma que geralmente são ecossistemas pequenos com pouca profundidade, sendo raro encontrar lagos naturais com profundidades superiores a 20 m. Profundidades significativas só são encontradas em represas.

Os sistemas lacustres naturais são pouco conhecidos e correm os riscos de ter seu funcionamento natural alterado mesmo antes de serem estudados em uma abordagem hidrogeomorfológica e limnológica (MORAIS et al., 2005).

Arcifa et al. (1990) destacou que o estudo dos lagos tem sido posto em segundo plano, muito embora tais sistemas sejam extremamente abundantes na paisagem brasileira.

A morfogênese e o morfodinamismo dos lagos são controlados principalmente por fatores tectônicos, litológicos e climáticos, sendo que conforme Esteves (1998) e Sperling (1999), no processo de desaparecimento de lagos atuam principalmente fatores como: variações climáticas; assoreamento; eutrofização; precipitação de compostos minerais e alterações hidrológicas.

Na porção nordeste do estado de Roraima se encontra uma extensa área aplainada, coberta por savanas, onde se situam diversos lagos, em geral de pequenas dimensões e profundidades, localizados em depressões dos solos e sedimentos superficiais, marcando significativamente a paisagem. De acordo com pesquisas realizadas em BRASIL (2002), o processo de assoreamento é evidente naqueles situados em áreas mais planas e rebaixadas.

A realização do presente estudo sobre os lagos na região nordeste de Roraima permitiu iniciar um senso dos lagos, podendo contribuir para um melhor detalhamento e atualização cartográfica da hidrografia e fisiografia da Bacia do Rio

Branco, além de dar subsídio para investigações sobre a gênese dos lagos, lançando uma luz sobre as relações entre as características morfométricas e espaciais e os fenômenos geológicos, climatológicos, pedológicos que ocorreram e ocorrem na área.

Esse estudo possibilitou também a realização de comparações em termos morfométricos desses sistemas lacustres de Roraima com os existentes em outras áreas do mundo em geral e do Brasil em particular.

O estudo também envolveu uma estimativa do volume e água estocada nos lagos permitiu que se avaliasse sua importância hidrológica, contribuindo para a gestão desses recursos hídricos. Os resultados podem também ser aplicados nas investigações limnológicas desses lagos, permitindo que relacionem suas variáveis biológicas as variáveis morfométricas.

1.2 Caracterização dos lagos de Roraima

Os lagos situados na paisagem plana da Formação Boa Vista, são pequenos e rasos, alguns sazonais e outros permanentes. É o que mencionam Latrubesse e Nelson (2001). Muitos dos lagos são quase circulares outros têm formato de pêra, outros elípticos ou retangulares, mas todos com as margens arredondadas.

De acordo com Simões Filho et al. (1997), os lagos caracterizam-se, na sua grande maioria, por feições circulares a ovaladas, isoladas ou parcialmente drenadas, sendo observada, em vários locais, a coalescência de alguns lagos, formando-se igarapés através da implantação de sistemas de veredas.

Em estudos realizados em BRASIL (2002) a forma arredondada ocorre quando os lagos estão isolados e a forma alongada ocorre quando estão relacionados à drenagem, é uma característica desses lagos, respectivamente em locais de savana e planícies de inundação dos grandes rios e igarapés.

A drenagem nessas áreas é dotada de regime intermitente, com rios e igarapés, marcados pelos alinhamentos de buritis (*Mauritia flexuosa*), formando veredas (FRANCO et al., 1975; GATTO, 1991).

Alguns lagos são sazonais, ou seja, o espelho d'água geralmente surge no período chuvoso e desaparece no período seco, ficando somente depressão

exposta. Outros simplesmente reduzem o volume d'água no período seco e aumentam no período chuvoso. Estas características dos lagos de Roraima foram observadas por Junk (1983), destacando que a água dos lagos é transparente e muito pobre em sais minerais e essa falta de nutrientes reflete na quase escassez de macrófitas aquáticas e no baixo número de animais aquáticos.

Por outro lado Simões Filho et al. (1997) mencionam que os vários lagos localizados no Estado de Roraima situam-se em depressões da Formação Boa Vista e que em sua grande maioria apresentam uma grande diversidade e abundância de macrófitas nas margens e no interior do lago.

No período chuvoso ocorre o transbordamento e interligação entre alguns dos lagos, enquanto que na estiagem (outubro-março) processa-se a secagem da água acumulada e a deposição dos sedimentos em suspensão, alguns lagos chegam a desaparecer da paisagem ou formar círculos concêntricos brejosos.

A profundidade dos lagos de Roraima varia de 1,0 a 1,5 metros em média, sendo registrada no lago Caracaranã profundidade de aproximadamente 6,0 metros. De modo geral, conforme Simões Filho et al. (1997), apresentam pequenas dimensões (10 – 100 metros de diâmetro), podendo atingir, em alguns locais, cerca de 3,8 km de circunferência, como no lago Caracaranã.

1.3 Origem dos lagos

Vários ramos da ciência, tem tido a origem dos lagos como objeto de estudo. Esteves (1998), afirma que em Liminologia este assunto foi abordado no início do século passado por Halbfass, e logo depois por Hutchinson, em seu tratado de Liminologia, onde classificou os lagos segundo as origens (SPERLING, 1999).

Davis, no século XIX, classificou a origem dos lagos, segundo o predomínio de processos construtivos, destrutivos e obstrutivos, onde um processo construtivo ocorre em uma escala geológica de tempo, enquanto que os processos destrutivos atuam de forma localizada e em curto período de tempo como é o caso da explosão vulcânica, já o processo obstrutivo está associado à barramento de cursos d'água provocados, por exemplo, por derramamento de lava ou por erosão eólica (SPERLING, 1999).

Schäfer (1984) classifica morfologicamente a gênese dos lagos baseando-se em geral na divisão em bacias de lagos. Feitas por processos tectônicos são as depressões construtivas, por processos de erosão são as depressões destrutivas e pelo acúmulo de substâncias formando diques, são as depressões obstrutivas.

Até o século passado acreditava-se que os lagos eram restos de antigos mares. Sperling (1999) menciona que na verdade até hoje existem esses lagos chamados de lagos de relíquia, como é o caso do Mar Cáspio, que esteve 50 milhões de anos ligados ao Mar Negro. Já ocorreu também o inverso, que são mares derivados de lagos, como é o caso do Mar do Norte, que até o ano 5.000 AC, constituía-se em um lago. Para Timms (1992), a maior parte dos lagos é, no entanto jovem, com idade inferior a 20.000 anos.

Os lagos encontrados atualmente na superfície da Terra tiveram origem em épocas recentes (Pleistoceno e principalmente Holoceno) da história geológica da terra, sendo seu aparecimento resultante de fenômenos endógenos ou exógenos. Adotando como critério os aspectos genéticos das depressões lacustres (MENESES, 2006).

Ao associar a origem dos ambientes lacustres naturais a diversas causas, Sperling (1999) destaca os fenômenos glaciais, tectônicos, atividade de rios, dissolução de rochas e a ação de ventos, entre outros. Suguio (2003) afirma que os lagos originados por processos fluviais são os de maior representatividade em um país como o Brasil que abrange uma enorme rede hidrográfica.

Sperling (1999) acrescenta mais, afirmando que a origem dos ambientes lacustres está associada à ocorrência de fenômenos naturais, de natureza geológica, como também das atuações provocadas pelo homem, portanto de natureza antrópica, que geram os ambientes denominados de represas, reservatórios e barragens.

Algumas hipóteses foram apresentadas sobre o surgimento dos lagos de Roraima, mas carecem de maiores investigações. Gato (1991) destaca que as depressões fechadas constituindo os lagos estariam associadas a uma paleoplanície que ainda está passando por um processo de colmatagem. Ab'Saber (1997) não descarta a possibilidade da origem desses sistemas lacustres estar associada a fenômenos pseudo-cársticos. Junk (1983) comenta sobre uma provável origem ligada à atuação dos ventos.

De acordo Schaefer e Vale Júnior (1997), as atuais lagoas de Roraima sem ligação com a drenagem, contêm depósitos de diatomitos que podem ser interpretados tanto como sendo antigas baixas semi-áridas (*playas*), quanto relacionadas a uma elevação do nível do mar, causando um relativo impedimento à drenagem. Ainda segundo esses autores, nas áreas aplainadas do nordeste de Roraima estudos palinológicos mostraram evidências de que a região apresentava uma extensa planície de inundação sob domínio lacustre, parecida com o pantanal de Mato-Grosso.

Esses lagos para Latrubesse e Nelson (2001) ocupam áreas de deflação entre ápices de paleodunas parabólicas que foram geradas no Pleistoceno e Holoceno quando o clima regional esteve mais árido. As depressões circulares podem ter sido produzidas pela atividade de ventos helicoidais ascendentes nessas condições climáticas.

1.4 Breve Histórico dos estudos morfométricos dos lagos

As sondas para medir a profundidade de um lago, como também as suas dimensões na superfície, já acontecem desde as épocas mais remotas da antiguidade, onde em diversas pinturas do antigo Egito aparecem homens realizando medições com um peso atado a uma corda, instrumento esse datado em uns 3.500 anos.

Uma das primeiras medições das dimensões de um lago, que se tem conhecimento é a referida por Heródoto, que faz aproximadamente 2.500 anos, para o lago Meris, atualmente muito reduzido e conhecido como Birkat Qarun no Egito. Esse lago possuía uma área de 639 km² e uma profundidade de quase 89 m (JURADO, 1992).

Outra medição não tão antiga é a direcionada ao Tiberíades, também chamado de lago Kinneret em Israel. Sua longitude máxima era de 23,66 km e seu eixo máximo era de 8,87 km, valores esses que não são demasiadamente diferentes dos atuais, que são: 21,33 km e 11,84 km respectivamente. Salvo pela precisão das medidas da época e a indeterminação sobre o nível da superfície da água naquele momento.

A origem da morfometria moderna de lagos esteve em estudo desde o século XIX. Para se fazer as primeiras batimetrias, onde Murray, Delebecque e Belloc, realizaram este estudo.

A relação entre a morfometria de um lago e sua origem foi estudada por Forel e Delebecque, no que se diz respeito às variáveis morfométricas no século XIX. Delebecque propôs a medida relativa da profundidade. Hutchinson, na década de 50, criou o índice da profundidade relativa. Diversos autores reconheceram a relação entre a profundidade de um lago e sua liminologia (JURADO, 1992).

Show na década de 60 mencionou que a morfometria de um lago representa as formas características do lago e de sua bacia de drenagem (AWULACHEW, 2006).

Ryder em meados do século XX reconheceu o papel da bacia de drenagem na produtividade de um lago. Alguns autores preocupam-se com as principais implicações da morfologia de um lago e seu funcionamento. Margalef e Goldman, na década de 80, afirmaram que é uma prática freqüente ao se estudar um lago incluir seus principais parâmetros morfométricos com área, profundidade etc (JURADO, 1992).

A contribuição das bacias de drenagem, o clima, a forma e o tamanho de um lago tem sido objeto de estudo e debate por diversos autores, conforme referiu-se Carpenter na década de 80, expondo ainda que existem outros aspectos de grande interesse para o estudo dos lagos, principalmente no que se diz respeito a sua forma que são os aspectos geológicos e geomorfológicos, correspondendo ao que é assegurado por Hutchinson na década de 50 (SPERLING, 1999).

A água armazenada em lagos está estreitamente ligada à morfologia do ambiente (área, perímetro, largura, comprimento, forma, profundidade) por isso é importante um conhecimento fundamentado nas características morfométricas de lagos e as possíveis interações entre a morfologia.

O estudo morfométrico de um ambiente aquático é definido como a análise quantitativa das relações entre a fisiografia e a sua dinâmica hidrológica. Nunes et al. (2006) mencionam que a análise de parâmetros morfométricos tem grande importância, pois através da abordagem quantitativa, pode-se ter uma melhor noção do comportamento hidrológico.

Zacharias et al. (2002) expõe que o nível que um lago alcança em relação às características morfométricas depende dos fatores edáficos e das características naturais da área de drenagem.

Nos estudos de ecossistemas aquáticos, Sucupira et al. (2006) afirma que a mensuração e a análise morfométrica da configuração da superfície terrestre, quanto à forma e às dimensões de sua paisagem, são usadas nas estimativas das características.

O estudo da dinâmica e a vinculação com as características morfométricas e hidrológicas de um lago é fundamental para um conhecimento básico sobre a estrutura do corpo de água. Sperling (1998) acrescenta ainda que é também para uma melhor compreensão da maneira como os parâmetros morfométricos atuam sobre o funcionamento do ecossistema aquático.

A análise estrutural de um ambiente aquático, para Vicens e Marques (2006) revela a diferenciação espacial existente entre eles e destaca o papel que a morfometria e o arranjo espacial dos componentes da paisagem desempenham no potencial de armazenamento hídrico e no ciclo hidrológico.

Cole na década de 80 afirmou que a morfologia de um ambiente aquático exerce influência nas suas características limnológicas (físicas, químicas e biológicas) bem como afeta os padrões de mistura da coluna de água, o conteúdo de calor e o tempo de residência da água (BEZERRA NETO; COELHO PINTO, 2002).

A morfologia de um ambiente aquático exerce influência nas suas características bem como afeta os processos de erosão, transporte e acumulação de sedimentos e nutrientes (PANOSSO, 1998).

A morfologia e o uso da terra nas áreas de lagos, para Zacharias et al. (2002) reduzem continuamente a disponibilidade de recursos de água superficial.

As diferenças entre os lagos podem ser explicadas a partir dos contornos e da profundidade de sua bacia, o formato do lago e sua origem. A morfometria dos ambientes lacustres é, portanto, bastante importante para o entendimento de suas características físicas, químicas e biológicas (MATA et al., 2005).

1.5 Tipos de lagos

Vários tipos de lagos são encontrados na natureza, podendo ser classificados de acordo com vários critérios, que Suguio (2003) sequenciou da seguinte forma: origem (gênese), qualidade da água (química, físico-química ou biológica), regimes hidrológicos e climáticos.

1.5.1 Tipos de lagos quanto à origem

a) Lago de afundamento (cárstico ou de dissolução)

Corpo de água estacionado, alojado em depressão fechada em região de topografia cárstica ligado, por exemplo, a dolinas e uvalas que são depressões formadas principalmente por dissolução de rochas calcárias (SUGUIO, 2003). O agente solubilizador ou de erosão pode ser a água da chuva, a água subterrâneas ou ambas (ESTEVES, 1998). Os lagos formados pelo processo de solubilização de rochas calcárias em geral apresentam formato cônico que é derivado da dissolução gradual da rocha (SPERLING, 1999).

b) Lago antrópico

Suguio (2003) descreve como corpo de água estacionário, formado por barragem artificial (comumente de terra e de concreto) da rede de drenagem, para finalidades aplicadas como, por exemplo, geração de energia elétrica, abastecimento doméstico e usos agrícolas (irrigação) ou industriais.

No Brasil, as represas e açudes são formados principalmente pelo represamento de rios para atender ao abastecimento de água, regularização, de cursos, obtenção de energia elétrica, irrigação, navegação, recreação entre outros (ESTEVES, 1998).

Em geral essas bacias de drenagem de represas são de grande porte, de formato alongado e apresentando uma pequena área de contribuição direta. Para Sperling (1999) a variação do nível de água é muito mais intensa em represas do

que em lago, devido aos aspectos operacionais inerentes ao funcionamento das represas.

c) Lago de barragem

As atividades dos rios são responsáveis pela formação de distintos tipos de lagos, seja por deposição de sedimentos, por inundação de várzea ou por fechamento de meandros (SPERLING, 1999).

Conforme Suguio; Kohler e Mello, na década de 90, o lago formado por barragem natural, pelo entulhamento da drenagem principal, é devido ao nível relativo do mar durante o Holoceno superior ao atual. Esse fenômeno ocorre nos lagos do médio Rio Doce (MG) e no baixo Rio Doce (ES) (SUGUIO, 2003).

Esteves (1998) afirma que os tributários são geralmente pobres em aluviões, o que faz com que não acompanhem a elevação do leito do rio principal. Na Amazônia constituem os lagos de terra firme.

Meneses (2006) menciona que estudos realizados por Pflug, na década de 60, evidenciam que a formação dos lagos na bacia dos rios Doce e Piracicaba ocorreram no Pleistoceno, devido à barragem da foz de antigos tributários. Conforme a atuação de movimentos tectônicos na região deve ser considerada como um dos fatores responsáveis pela diferença entre os níveis do leito do rio Doce e seus antigos tributários, atualmente transformados em lagos.

d) Lago de circo

Segundo Sperling (1999), os efeitos da erosão e sedimentação provenientes da movimentação do gelo, provocaram a formação de milhares de depressões sobre a superfície do planeta, as quais posteriormente se encheram de água. Esse processo ocorreu há 10.000 anos durante a última glaciação do pleistoceno.

Suguio (2003) menciona que esses lagos em geral são profundos e de águas límpidas, que jaz no interior de uma bacia predominantemente rochosa, no fundo de um ciclo glacial.

Por outro lado Esteves (1998) afirma que são resultados de congelamento e descongelamento da água, em geral são pequenos e rasos, sendo comuns em regiões de alta latitude, notadamente em regiões temperadas, principalmente em montanhas, apresentando forma circular ou de anfiteatro.

e) Lago de cratera

Para Suguio (2003) são alojados no interior de uma cratera, em geral formados por atividade vulcânica, embora haja também a cratera formada por impacto de meteoritos. Para Esteves (1998) e Sperling (1999) são formados no cone de vulcões extintos, apresentando pequena extensão, grande profundidade e em geral possuem forma circular.

f) Lago em crescente (fluvial ou de meandro abandonado).

Possuem forma de meia lua, e para Suguio (2003) estão situados em posição bem definida na faixa de meandros, formado pelo abandono do trecho do meandro durante a migração lateral de canais fluviais.

Saijo e Tundisi, no final da década de 90, afirmaram que os tipos de lagos mais freqüentes hoje em dia na América do Sul e especialmente no Brasil são os do tipo fluvial, que muitas vezes originam-se de meandros abandonados, situados nas planícies de inundação (SUGUIO, 2003).

Para Costa et al. (2005) de um modo geral, os lagos de origem fluvial aparecem dispostos ao longo das planícies de inundação dos rios de grande e médio porte.

Encontramos um grande número de lagos ao longo dos rios meândricos, esses lagos são formados através do isolamento de meandros por processos de erosão e sedimentação das margens. Segundo Esteves (1998), provavelmente são os lagos mais freqüentes no território brasileiro.

Quando um rio em função do relevo local apresenta muitos meandros é também possível que a conjunção de processos de deposição e erosão, provoque o fechamento desses meandros, acarretando a formação de lagos (SPERLING, 1999).

g) Lago de deflação

São os lagos que ocupam uma depressão de erosão eólica, sendo encontrados principalmente em regiões de clima semi-árido a árido, formando em geral corpos de água muito rasos, que se ressecam durante as estiagens prolongadas. Alguns autores atribuem esta origem para grande parte dos lagos do Pantanal Mato-grossense (SUGUIO, 2003).

Tricart na década de 80, afirmou que os lagos formados por ação eólica ocorrem principalmente em regiões áridas ou semi-áridas, e se originam a partir da deposição de sedimentos arenosos em algum trecho de um rio formando lagos de barragem eólica, ou ainda devido ao acúmulo de água em depressões previamente erodidas pela atividade eólica (MENESES, 2006).

Nesse caso os lagos são conhecidos como lagos de deflação eólica. No Brasil, este tipo de lago é encontrado em grande número na região da Nhecolândia, porção sul do Pantanal mato-grossense.

A identificação dos aspectos genéticos dos lagos dessa região data de períodos recentes, quando Tricart na década de 80, baseado em estudos de imagens de satélites, considerou que as depressões lacustres foram inicialmente produzidas por deflação eólica, devido à atuação de um clima mais seco durante o Pleistoceno Superior (MENESES, 2006).

h) Lago deltáico

Suguió (2003) relata que são lagos formados ao longo da margem ou no interior dos deltas, pela construção de barras arenosas através de embafamentos ou pelo aprisionamento de parte do mar pela sedimentação deltáica.

A deposição de sedimentos também pode ocorrer na desembocadura de grandes rios e oceanos, ou seja, nos deltas, visto que a diminuição da velocidade da água nesta região, conforme Sperling (1999) possibilita a precipitação de material, que dependendo da imensidade da sedimentação pode isolar partes do terreno, conduzindo desta maneira a formação de lagos.

i) Lago escalonado e Lago estrutural (ou tectônico)

Conforme Suguio (2003), o lago escalonado é um conjunto de lagos que ocorre associado à escadaria glacial, em um vale glacial. Já o lago estrutural ou tectônico é originado pela acumulação de água em depressão comumente alongada, delimitada entre falhas, freqüentemente a margem é quase retilínea e a estrutura é bastante simples, mas pode exibir grandes extensões e alta profundidade e o fundo, às vezes situa-se abaixo do nível do mar atual.

Os lagos formados a partir das falhas tectônicas, para Esteves (1998), se originaram principalmente no terciário 12 Ma, sendo, portanto os lagos mais antigos do globo, localizando-se nas fossas tectônicas, são os lagos de gráben.

Os movimentos tectônicos súbitos, para Sperling (1999), são provocados por terremotos, conduzindo freqüentemente a formação de depressões que o segundo movimento de origem de lagos, refere-se a ocorrência de falhas na crosta terrestre que conduz a criação de fendas longitudinais de grande profundidade.

j) Lago glacial (periglacial ou proglacial)

Suguio (2003) designa como corpo de água estacionário formado por atividades glaciais, cujo leito pode ter sido escavado na rocha do substrato ou simplesmente foi barrado por depósitos da morena frontal (ou terminal). Esse tipo de lago é muito numeroso em regiões que foram submetidas às glaciações quaternárias.

Para Esteves (1998) e Sperling (1999), esses lagos ocorrem em vales barrados por morrainas, que são sedimentos transportados por geleiras, normalmente blocos de argila.

l) Lago pluvial, Lago Reliquiar e Lago Suspenso

O Lago Pluvial encontra-se em bacia interior de regiões secas e foi formado durante o estágio glacial (glacial stades), quando a pluviosidade foi muito maior que atualmente na mesma região. Enquanto que os Lagos Reliquiars são formados em

regiões submetidas à transgressão marinha, seguida de depressão em zona costeira. Desse modo os antigos estuários ou lagunas são conduzidos à situação de lagos de água doce e afastados do mar por progradação costeira (SUGUIO, 2003).

Segundo Sperling (1999), até o século passado acreditava-se que os lagos eram restos de antigos mares, que chamados de lagos de relíquia, como o Mar Cáspio, que há cerca de milhões de anos esteve ligado ao Mar Negro.

Os Lagos suspensos são lagos permanentes, cujo nível da água, situa-se bem acima dos outros corpos de água, incluindo os aquíferos associados ao lago como, por exemplo, um lago situado sobre um terraço que margeia um lago bem maior (SUGUIO, 2003).

1.5.2 Tipos de lagos quanto à qualidade da água

a) Lago acidotrófico e Lago alcalitrófico

Os acidotrófico são lagos cuja acidez se deve a um vulcão ativo ou a uma fonte sulfurosa, podendo haver casos de acidez provocada por putrefação de matéria orgânica vegetal. Os lagos alcalitróficos como lagos ricos em Ca^{2+} não dependem do teor de Ca^{2+} , devendo ser apenas fortemente alcalino (pH acima de 9) (SUGUIO, 2003).

b) Lago distrófico e lago eutrófico

O lago distrófico corresponde a um lago em estágio de evolução intermediária entre eutróficos e pântano. O pântano representa o estágio de lago senil ou de extinção por completa colmatagem. É caracterizado por águas rasas com alto teor de matéria orgânica, baixa disponibilidade de nutrientes e altas demanda bioquímica de oxigênio (DBO). Já o lago eutrófico, é um lago raso de alta produtividade primária e com abundante vegetação litorânea e densa população planctônica. A água do fundo durante o estágio mais avançado de eutrofização tende a empobrecer-se de oxigênio dissolvido durante o verão (SUGUIO, 2003).

c) Lago oligotrófico e lago salgado

Suguio (2003) refere-se aos lagos oligotróficos como sendo os lagos com considerável teor de oxigênio dissolvido em suas águas do fundo, apresentando material nutriente limitado, isto é, apresenta baixa produtividade primária. lago salgado como um lago com salinidade superior a 500 mg/L, em contraposição ao lago doce, que é caracterizado por salinidade inferior a este valor. O aumento da salinidade é favorecido em regiões de baixa pluviosidade e em lagos sem comunicação com outros corpos de água.

1.5.3 Tipos de lagos quanto ao regime hidrológico

a) Lago efêmero (temporários ou tipo *playa*)

O mesmo termo *playa* refere-se à praia e, curiosamente, no SO dos Estados Unidos, é empregado para designar lago efêmero ou evanescentes de regiões desérticas. Quando ressecados esses lagos mostram superfícies brancas, muitas vezes com precipitação de gipsita, que talvez lembrem vagamente praias (SUGUIO, 2003).

b) Lago Holomítico, Lago Meromítico e Lago Oligomítico

Conforme Suguio (2003) o Lago Holomítico é caracterizado pela circulação de suas águas durante o inverno, devido ao fenômeno de convecção resultando na mistura total de suas águas. Deste fato origina-se a denominação holos (total) e miktos (mistura). Conforme a frequência de circulação de suas águas têm sido propostas as seguintes designações: lago monomítico (uma vez) uma mistura anual, lago dimítico (duas vezes) lago polimítico (várias vezes) e lago oligomítico (poucas vezes e sem regimes). Durante a circulação, ocorre à saturação por oxigênio dissolvido de toda a coluna d'água.

No Lago Meromítico no qual a água circula durante o ano até certa profundidade, a camada superior, onde se processa a circulação da água é

denominada mixolímio (mixolímnon). A porção inferior não apresenta oxigênio dissolvido e exibe, portanto quase sempre, característica redutora e, além disso, pode conter alta concentração de sais. Já o Lago Oligomítico é um lago com considerável teor de oxigênio dissolvido em suas águas de fundo, apresentando material nutriente limitado, isto é baixa produtividade primária (SUGUIO, 2003).

1.5.4 Tipos de lagos quanto à condição climática

a) Lago polar e Lago temperado

O lago polar possui temperatura de suas águas superficiais sempre inferiores a 4° C e a circulação da água processa-se somente durante o verão. Os Lagos temperados possuem as temperaturas das águas superficiais ao menos uma vez por ano inferior a 4°C e no inverno as águas podem congelar-se, permanecendo nas profundidades uma temperatura de 4°C, ficando assim estabelecida a estratificação térmica inversa). No verão a temperatura das águas sobe, enquanto na profundidade a temperatura continua mais ou menos como no inverno, ocorrendo então a chamada estratificação normal. Em ambas as situações a água permanece estagnada, enquanto que na primavera e no outono duas vezes durante o ano ocorre o processo de homogeneização das águas (SUGUIO, 2003).

b) Lago tropical

São lagos que possuem estratificação térmica normal onde o epilímio e o metalímio ou termóclina, possuem temperatura superior ao do hipolímio, que por sua vez possui temperatura sempre superior a 4°C, é o que afirma Suguio (2003).

O epilímio refere-se à camada superficial saturada por oxigênio, bem iluminada e com temperatura uniforme, situando-se acima da termóclina, local onde se processa a intensa produtividade primária. Já a termóclina ou metalímio delimitam o epilímio e o hipolímio em corpos aquosos como os lagos, lagoas e lagunas.

Tanto acima como abaixo da termóclina rápidas mudanças são processadas, no que se diz respeito à temperatura como também a outras propriedades, situando-

se a 10m de profundidade que pode variar em função da área do corpo aquoso e também pela velocidade do vento. O hipolímnio é aquela porção da água situada abaixo da termóclina, nas partes mais profundas, não sofrendo influência externa, transformando-se em ambiente redutor durante a fase estagnada de verão, quando apresenta falta de oxigênio dissolvido (SUGUIO, 2003).

1.6 Fatores que contribuem para as modificações morfológicas dos lagos

1.6.1 Clima

Há vários fatores que contribuem para o desaparecimento dos lagos, e os sinais mais evidentes são a redução no volume de água e da área do espelho d'água, provocados pelo clima, a eutrofização, as alterações hidrológicas (vazão) e o assoreamento (TIMMS, 1992).

As profundas mudanças climáticas ou as pequenas flutuações do clima desempenham um papel importante no desenvolvimento da paisagem atual (BIGARELA; BECKER; SANTOS, 1994). O quaternário foi um período de grandes mudanças climáticas, com longos intervalos de tempo com temperaturas muito baixas (as glaciações), intercaladas com períodos mais quentes como o atual. O Quaternário é conhecido como "A Grande Idade do Gelo", assim menciona Labouriau (1994).

O conhecimento sobre as mudanças climáticas ocorridas durante o Holoceno nos permite avaliar a magnitude da variabilidade natural do clima (COSTA et al., 2005).

O volume de água dos lagos vai sendo lentamente reduzido em regiões onde há um predomínio quantitativo da evaporação sobre a precipitação, esse fenômeno é bastante notado em regiões de clima semi-árido, árido, hiper-árido. Sperling (1999) afirma que a tendência é que todos os lagos tornem-se cada vez mais rasos e menores.

Os lagos tropicais são mais sensíveis aos aumentos de temperatura e mostram altas proporções nas mudanças na qualidade de água e na fonte nutriente

das comunidades bióticas em resposta ocorre a eutrofização. São especialmente propensos a perda de oxigênio (LEWIS JÚNIOR, 2000).

1.6.2 Eutrofização

Conforme menciona Carlson (1977) um aspecto importante na caracterização de um corpo de água é o estado trófico, especialmente considerando que a eutrofização é um fenômeno cada vez mais freqüente nos pequenos corpos de água do Brasil. A transparência da água aliada às concentrações de nitrogênio e de clorofila é usada na classificação do estado trófico dos ambientes aquáticos, normalmente se adotando uma escala que vai de estado oligotrófico ao hipereutrófico.

Na década de 80 Thomann e Mueller afirmaram, que a eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água, o principal fator de estímulo é um nível excessivo de nutrientes no corpo d'água, principalmente nitrogênio e fósforo (SPERLING, 1998).

De todos os fenômenos poluidores da água, a eutrofização é aquele que apresenta as características mais complexas em função de sua base essencialmente biológica. O conceito de eutrofização relaciona-se com uma superfertilização do ambiente aquático em decorrência da presença de nutrientes. Etimologicamente o termo eutrófico significa muito alimentado ou alimentado em excesso (CARLSON, 1977).

Conforme Braz (2007) a eutrofização pode ser definida como um aumento da quantidade de nutrientes e/ou matéria orgânica num ecossistema aquático, resultando numa maior produtividade primária e, geralmente, na diminuição do volume total do ecossistema.

Devido a um aumento de nutrientes disponíveis, originam-se *blooms* (aumentos de grande magnitude) de algas verdes e de cianobactérias (algas azuis) que podem ter efeitos nocivos. São estes *blooms* que acabam por provocar o aumento da produtividade primária.

A fertilização excessiva dos corpos d'água, decorrente do recebimento de nutrientes, notadamente por meio de lançamento de esgoto doméstico, conforme

Sperling (1999) traz como consequência a afloração de vegetais aquáticos (algas e plantas superiores) e sua posterior morte e precipitação irá diminuir o volume do ambiente lacustre, além de causar o desequilíbrio no balanço de oxigênio, como consequência do explosivo crescimento de bactérias aeróbicas destinadas a decompor a enorme massa de matéria orgânica ali acumulada. A longo prazo o lago vai armazenando cada vez menos água, até o seu posterior desaparecimento.

1.6.3 Sedimentação

Para Kevin e Graeme (2001) os lagos são repositórios excelentes de materiais transportados por via aérea e especialmente carregados pela água. Há muito tempo que o lago é reconhecido por conter em seus sedimentos forte registro de solos através das entradas de produtos erosionais minerogênicos e químicos. A estes pode ser adicionada uma variedade de indicadores paleoecológicos incluindo o pólen, os fungos, as folhas etc.

Harvey et al. (1999) afirmam que os leques aluviais de lagos pluviais também registram mudanças ambientais ocorridas no passado através de sua morfologia e sedimentos.

Sperling (1999) observa que além da sedimentação de caráter físico ou mecânico (assoreamento) e a de caráter biológico (eutrofização), pode ocorrer também a precipitação de compostos com consequência de reações químicas ou bioquímicas. Os compostos químicos na sua forma reduzida, na ausência ou fraca presença de oxigênio, encontram-se geralmente solubilizados, afirma ainda que quando ocorre o processo de oxidação, seja de forma natural (circulação da massa d'água) ou artificial como injeção de ar comprimido, os compostos tornam-se insolúveis vindo a precipitar.

A precipitação química e bioquímica que é freqüente em ambientes aquáticos é a sedimentação do carbonato de cálcio (CaCO_3) em decorrência na alteração de equilíbrio do gás carbônico (CO_2).

A retirada de (CO_2) do ambiente, que leva a uma nova liberação interna deste gás para manutenção do equilíbrio, pode ocorrer por via química ou biológica (atividade fotossintética das plantas aquáticas) expõe as consequências afirmando que ela provoca a precipitação do composto insolúvel do carbonato de cálcio, que

pode causar a longo prazo a perda de uma parte do volume de água do lago (SPERLING, 1999).

Suguio e Kohler, na década de 90 afirmaram que sedimentos lamosos propiciam a barragem dos lagos (HUTUSHIKA et al., 2005).

A morfologia e os sedimentos de um lago preservam conseqüentemente um registro de mudanças ambientais passadas (HARVEY et al., 1999).

1.6.4 Assoreamento

O assoreamento consiste no aporte de material mineral (areia, silte, argila) a um corpo, d'água, diminuindo a sua profundidade e o seu volume útil, prejudicando diversos usos da água. A intensificação do assoreamento está relacionada a movimentos de terra (abertura de loteamentos, construção de rodovias) na bacia de drenagem do rio ou do lago (SPERLING, 1999).

Devido ação das chuvas o material mineral é então carregado até o corpo d'água. Neste aspecto deve ser lembrado que as precipitações pluviométricas em regiões tropicais são bastante intensas, o que evidentemente reforça a preocupação com o assoreamento. Além disso, a par do fato de nossos solos serem via de regra facilmente erodíveis, ocorre com freqüência à remoção da cobertura vegetal nas atividades antrópica.

Os lagos e as represas apresentam um elevado tempo de residência da água em comparação com os rios, então ocorre a deposição de material na região de entrada dos tributários. O assoreamento pode ir gradativamente se estendendo por todo o fundo do lago, provocando assim a diminuição do seu período de vida.

O problema do assoreamento é constatado principalmente em lagos e represas situados em centros urbanos, onde o elevado adensamento populacional acentua os processos erosivos. Sperling (1999) conclui que além da redução no volume do corpo d'água, o fenômeno do assoreamento também afeta o componente estético, provocando a formação gradual e muitas vezes acelerada de extensas línguas de terra que vão ocupando e destruindo o espelho d'água, a eliminação parcial da comunidade bentônica, aquela que habita o fundo dos rios e lagos e que exerce importante papel na cadeia alimentar e na regulação ecológica do corpo d'água.

Na parte norte do Pediplano Rio Branco-Rio Negro, que corresponde aos Campos do Rio branco, a drenagem é diferente da área sul, concentrando um sistema de veredas em grande densidade e mostrando a influência da dissecação atual em avanço sobre a área de campos, podendo-se interpretar que o pediplano pós Formação Boa Vista aplainou essa área deixando algumas depressões que na medida do seu transbordamento abriram alguns cursos d'água que foram ocupados criando um sistema de veredas (FRANCO et al.1975).

As veredas propiciam um sistema de drenagem contínuo, porque diminuem a evaporação. Na medida em que esse escoamento se faz constante é criado um entalhe de talvegue mais definido no relevo, associando a vegetação arbórea às palmeiras, por onde a floresta vai penetrar através do sistema de veredas, enquanto que as palmeiras se instalam sobre os novos cursos d'água, (abertos pelo transbordamento das depressões).

De acordo com Franco et al. (1975) o adensamento da drenagem passa-se do nível de veredas para uma drenagem de 1ª ordem e pequenas ravinas dissecando o aplainamento, que resulta na deformação dos lagos fechados redondos para lagos com formas ovaladas amebóides, ou celular amebóides, assim classificados por Barbosa na década de 50. Chegam ao desaparecimento, conseqüente da erosão dos tesos, pela instalação da drenagem que passa a transportar esse material de entulhamento dos lagos. As evidências geomorfológicas indicam que grande maioria dos lagos ainda apresenta formas arredondadas significando um entulhamento recente e mostrando que o processo de avanço da floresta sobre o campo via vereda é atual.

Franco et al. (1975) menciona ainda que nos campos do rio Branco a drenagem endorréica, na maior parte coincide com os lagos circulares e a drenagem exorréica coincide com os lagos de formas irregulares. Observa-se vários deles em coalescência para formar igarapés no período chuvoso. Na época da estiagem (outubro a março) o processo de assoreamento é intenso, formando círculos concêntricos brejosos limitando um núcleo de água. Mesmo os lagos estando secos as depressões não desaparecem da paisagem.

Na parte norte do Pediplano Rio Branco-Rio Negro, os lagos parecem ser de dois tipos: um que está condicionado ao nível freático, com água o ano inteiro e possuindo palmáceas no seu interior. O segundo que provavelmente devido à impermeabilidade do terreno, na época de maior pluviosidade fica cheio d'água e

seca por evaporação gradativamente com a mudança para o período seco (FRANCO et al. 1975).

1.6.5 Alterações hidrológicas

O desaparecimento dos lagos também pode ser causado por alterações de caráter hidrológico, que ocorrem na sua bacia de drenagem, sendo o fenômeno mais comum a diminuição da vazão ou mesmo a eliminação de afluentes (SPERLING, 1999).

Para Sperling (1999) este fenômeno é caracterizado fundamentalmente pela retirada de água de rios, em geral para fins de irrigação, provocando prejuízos à utilização da água na região de jusante. Existem exemplos de rios que sofrem uma redução tão grande de vazão que chegam praticamente a secar durante a maior parte do ano.

Sperling (1999) continua afirmando que estas alterações hidrológicas, além de afetarem gravemente o aspecto de quantidade de água, também apresentam influências negativas sobre a qualidade, em decorrência do aumento das concentrações, devido à diminuição da capacidade diluidora, como exemplo de alteração hidrológica mais conhecida internacionalmente, a do lago Aral situado nas atuais repúblicas do Uzbequistão e Cazaquistão (Ásia Central), às vezes também chamado Mar de Aral, devido à sua grande extensão e à característica salina de suas águas.

Este lago vem sofrendo gradativamente uma forte redução no seu espelho, em função da intensa retirada de água de seus dois rios formadores (rios Amu e Syr) para irrigação de culturas de algodão. Atualmente existem embarcações encalhadas a 120 km do início do atual lago, evidenciando a gravidade e a intensidade desta alteração hidrológica (SPERLING, 1999).

1.7 Aspectos climáticos da área de estudo

Lopes (2002) baseado em estudos elaborados pela SUDAM na década de 80 afirma que o clima no Estado de Roraima distribui-se, segundo a classificação de Köppen, em Am, Aw e Af.

O clima Am clima quente, úmido, com precipitação abundante durante a maior parte do tempo, um ou dois meses com precipitações inferiores a 60 mm e temperatura média no mês mais frio nunca inferior a 18°C.

O clima Aw clima quente e úmido, com chuvas de verão, precipitação média no mês mais seco inferior a 60 mm e temperatura média no mês mais frio nunca inferior a 18°C.

Os climas da região nordeste onde estão localizados as duas áreas de estudo A e B é o Aw, que possui um período seco com duração de até 6 meses entre os meses de outubro e março, onde foi verificada uma alta incidência de insolação com 160 a 200 horas de ao mês. No período chuvoso essa incidência é de 95 a 165 horas.

No que diz respeito à sua caracterização pluviométrica, a região nordeste possui como precipitação mínima cerca de 1,100 mm/ano (LOPES, 2002). O máximo pluviométrico ocorre entre maio e julho que geralmente ultrapassa os 50% da precipitação ocorrida em todo o ano (BARBOSA, 1997).

1.8 Aspectos fisiográficos da área de estudo

a) Geomorfologia

As feições da paisagem roraimense são reflexos da ação conjunta de fatores como relevo, vegetação, geologia, clima, organismos e atuação do homem, em busca de condições de sobrevivência. Roraima, dentro do norte da Amazônia, é o único Estado que, apresenta uma enorme variabilidade e complexa caracterização pedogeomorfológica, com cotas topográficas variando de 60 a 160 m, no domínio do pediplano Rio Branco (VALE JUNIOR, 2000).

O Estado de Roraima possui um relevo muito diversificado. A região é cercada ao norte por grandes muralhas naturais, cuja origem remontam do Pré-cambiano (± 2 Ba) que denominamos Serra Parima e Pacaraima, formando o grande divisor de águas entre as bacias dos rios Orinoco e Amazonas, com altitudes que variam entre 1000 e 1800 metros (SILVA, 1997).

Em direção à tríplice fronteira internacional salienta-se o Grupo Roraima. Relevo de altitude esculpido por rochas areníticas avermelhadas, que formam os tepuis. Logo abaixo da fronteira em direção ao sul, o interior do Estado apresenta um relevo bastante acidentado desenvolvido em rochas vulcânicas, com morros e serras com altitudes entre 500 e 1800 metros.

À medida que se avança mais para o sul, a região montanhosa dá lugar quase abruptamente a Formação Boa Vista, uma extensa planície sedimentar quaternária, cortada ao meio pelo rio Branco. No centro do Estado essa planície é interrompida por um alinhamento de montanhas quase paralelas a serra de Pacaraima. Daí para o sul a planície segue sem acidentes através do pediplano Rio Branco - Rio Negro até o estado do Amazonas (SILVA, 1997).

Segundo Schaefer, (1991) O Pediplano Rio Branco-Rio Negro compreende áreas extensamente planas, que corresponde à segunda fase do ciclo Plio-Pleistoceno, possuindo uma vasta distribuição espacial em todo o norte amazônico. As pequenas ondulações às vezes interrompem a planura, como também as depressões incipientes ali encontradas, por onde meandram igarapés, intermitentes ou não, marcados por um alinhamento de veredas de buritis e inúmeras lagoas fechadas ou parcialmente drenadas por igarapés.

A quase totalidade da porção nordeste do Estado, para Franco et al. (1975) é marcada por formas de relevo resultantes de processos de aplainamento, desenvolvido sobre as rochas sedimentares da Formação Boa Vista, sendo caracterizada por superfície plana a levemente ondulada de dissecação muito fraca a fraca, marcada pela presença de inúmeros lagos concêntricos.

De acordo com pesquisa realizada em Brasil (2000) esta porção ocasionalmente está sujeita ao extravasamento nos períodos de chuva, conferindo um aspecto bastante peculiar à paisagem da região e áreas arenosas constituindo campos de dunas fixas. Eventualmente, ocorrem formas residuais (morros isolados, *inselbergs*, campo de blocos e colinas).

A porção nordeste do Estado de Roraima abrange os campos do rio Branco, cujas altitudes variam em torno de 80m a 150m, com topografia suave e drenagem mal definida, com concentração de lagos e áreas de inundação em cotas mais inferiores. Os maciços residuais (também na forma de *inselbergs* ou *monadnocks*) representam-se por rochas granitóides e vulcânicas (FRANCO et al. 1975).

Na área sob influência do rio Branco, entre a foz dos rios Mucajá e Uraricoera, o terreno é caracterizado por extensas e contínuas áreas de planícies e/ou terraços fluviais inundáveis nos períodos das chuvas, correspondendo às áreas das várzeas atuais, com eventual formação de meandros. Durante o período das cheias o rio ocupa além da planície fluvial, parte dos terraços, se estendendo, em alguns casos, para as áreas do pediplano (BRASIL, 2002).

b) Geologia

A área A tem na sua porção noroeste como substrato geológico a unidade litológica denominada Grupo Cauarane composta por xistos, anfibolitos, metacherts, rochas calciosilicáticas, paragneisses, entre outras litologias. No restante da área os sedimentos da Formação Boa Vista compõem a litologia principal (BRASIL, 2000).

Os paragneisses, metacherts e anfibolitos do Grupo Cauarane ocupam o extremo nordeste do cinturão (em área muito pobre de afloramentos) sendo marcados por bandamento metamórfico em paralelismo marcante, a direção das supracrustais Cauarane e Suíte Metamórfica Urariquera registram a atuação de várias fases de deformação que imprimiram padrão de polidobramentos (BRASIL, 2000).

A área B tem a Formação Boa Vista como a litologia principal, sobre a qual se encontram sedimentos holocênicos trabalhados pelo vento e pela rede de drenagem atual.

Segundo Reis et al. (2001) a Formação Boa Vista assinala duas marcantes sucessões sedimentares, separadas presumidamente através de uma discordância angular ao longo da estruturação do bordo norte da bacia Tacutu. Ocorrem em várias porções de domínio da Formação Boa Vista, e correspondem à atividade eólica desenvolvida ao longo do Pleistoceno. Registram predominante direção nordeste, estando representadas por dunas parabólicas inativas, dunas lineares e

lençóis arenosos. As exposições detrito-lateríticas repousam diretamente sobre o substrato rochoso e apresentam incipiente controle tectônico.

Berrangé na década de 70 mencionou que a Formação Boa Vista é constituída por sedimentos predominantemente arenosos, inconsolidados, mal selecionados com argilas arenosas e níveis de cascalho intercalados. Tem cerca de 30 m de espessura máxima e ocupa uma área mapeada estendendo-se pela República da Guiana, lá chegando a mais de 100 metros de espessura, recobrendo discordantemente as rochas polimetamórficas do complexo Guianense, da Formação Surumu e intrusivas afins, da Formação Apoterí e da Formação Tacutu. Esse recobrimento sobre uma área grande impede melhores dados das rochas subjacentes, (especialmente na região do Gráben do Tacutu) (FRANCO et al., 1975).

Schaefer na década de 90 posicionou a Formação Boa Vista dentro do Plio-Pleistoceno (Terciário/Quaternário), enquanto Barbosa e Ramos na década 50 e Brasil na década de 70, posicionaram-na no Pleistoceno Superior, correlacionando-a com a Formação Mesa na Venezuela. Bonfim, na década de 70, posicionou-a no Quaternário, admitindo ser ela constituída por lateritas, solos eluviais e coluviais e areias residuais (VALE JÚNIOR, 2000).

c) Pedologia

Pedologicamente, o Estado de Roraima apresenta uma grande variedade de classes de solos, com características que lhes imprimem feições próprias, diferentes dos demais no cenário amazônico (VALE JÚNIOR, 2000). A ação combinada de fatores como clima tipicamente tropical (altas precipitações e temperaturas), vegetação bastante diversificada, relevo e geologia são responsáveis por essa diversidade.

A grande diversidade pedológica das áreas de savanas de Roraima é avaliada quando verificamos que das quatorze classes de solos do Sistema Brasileiro de Classificação dos solos, doze são identificadas no estado de Roraima (BRASIL, 1999).

Vale Júnior e Sousa (2005) afirmam que estes solos apresentam baixa fertilidade natural sob pastagem pobre, sendo motivo de tomadas de decisões precipitadas quanto ao manejo e uso. Os solos das savanas de Roraima possuem características diferentes dos solos sob o cerrado do Brasil Central, porém, sendo

semelhantes aos solos das savanas do Amapá, cujo material de origem são sedimentados do Grupo Barreiras.

Na área A, os solos dominantes são Argissolos e Latossolos, mas também ocorrem Plintossolos, Gleissolos e Neossolos Quartzarênicos (MELO; VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2005). Na área B, os solos dominantes desenvolvidos sobre os materiais geológicos também são Argissolos, Latossolos e Plintossolos.

Oliveira na década de 90, afirmou que todos os solos existentes na paisagem refletem sua história, desde o momento sua gênese até o presente, a origem que motiva as progressivas transformações que se refletem na morfologia ocorrem no material de origem, através dos fenômenos físicos e químicos diferenciados, que refletem nos atributos químicos, físicos e mineralógicos do solo (VALE JÚNIOR; SOUSA, 2005).

Os Latossolo Amarelo são solos minerais bem desenvolvidos, formados a partir de sedimentos argilosos e argilo-arenosos referidos ao Quaternário-Pleistoceno e cobertura sedimentar terciária a pleistocênica. Possuem espessura em torno de 200 cm (CORRÊA et al., 1975).

Os Argissolos Amarelos conforme Vale Júnior e Sousa (2005) e Brasil (2005) apresentam como horizonte diagnóstico Bt (textural), sendo que essa característica é que o diferencia do Latossolo Amarelo, ambos ocorrem com características associadas na paisagem, são solos profundos bem drenados, e bastante endurecidos durante o período seco.

Os latossolos vermelho-amarelo de textura média argilosa ocorrem em relevo plano, suave ondulado a ondulado e possuem como material de origem produto da decomposição de basalto, gnaisses e os sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista.

Os Latossolos Vermelho são solos que se formaram a partir da decomposição de rochas do pré-cambriano como granito, gnaisses, basaltos, diabásio e arenitos distribuídos de forma irregular pelas savanas, associados, em geral com os relevos planos e suave-ondulados.

Corrêa et al. (1975) e Vale Júnior e Sousa (2005) asseguram que os Argissolo Vermelho-Amarelo, são solos que se posicionam em relevos planos, suave ondulado a montanhosos, originados da decomposição das rochas gnaisses, granitos, anfíbolitos, dioritos, granodioritos (Complexo, Guianense), dacitos,

riodacitos, andesitos, riolitos (Formação Surumu) arenitos, siltitos, folheados (Grupo Roraima), apresentando pouca expressão geográfica nas savanas.

Os Gleissolos ocorrem associados a pequenas manchas de Neossolos Quartzarênicos, sob vegetação de savana estando associado ao relevo plano e abaciado desenvolvidos a partir de sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista.

A respeito da ocorrência dos Neossolo Quartzarênicos, estão associados a relevos planos sob vegetação de savana, cujo material de origem está representado por sedimentos arenosos da Formação Boa Vista, especificadamente em áreas abaciadas, onde há o favorecimento à estagnação de águas por um período prolongado.

Os Plintossolos ocorrem em relevos planos e áreas abaciadas, onde estão sujeitos as flutuações do lençol freático, estando associados aos Gleissolos, aos Neossolos Quartzarênicos Hidromórficos, e o material de origem é de sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista, formando-se sob cobertura vegetal do lavrado (VALE JÚNIOR; SOUSA, 2005).

d) Vegetação

O Estado de Roraima apresenta uma cobertura vegetal bastante diversificada. A área de savana conhecida regionalmente como lavrado onde se encontram os sistemas lacustres estudados é relativamente pequena (figura 1).

Na verdade cerca de 85% do total Estado é coberto por floresta amazônica. A carta da vegetação de Roraima lembra um mosaico de coberturas que se interpenetram irregularmente, passando de um tipo a outro de forma abrupta. O espaço fitofisionômico original de Roraima pode ser dividido em três grandes sistemas ecológicos: Florestas; Campinas-campinaranas e savanas ou cerrados (BARBOSA; MIRANDA, 2005).

Simões Filho et al. (1997) mencionam que as savanas de Roraima, juntamente com as zonas florestadas adjacentes cobrem uma ampla área aplainada na região nordeste do Estado de Roraima onde se desenvolvem suaves depressões freqüentemente ocupadas por lagos e brejos.

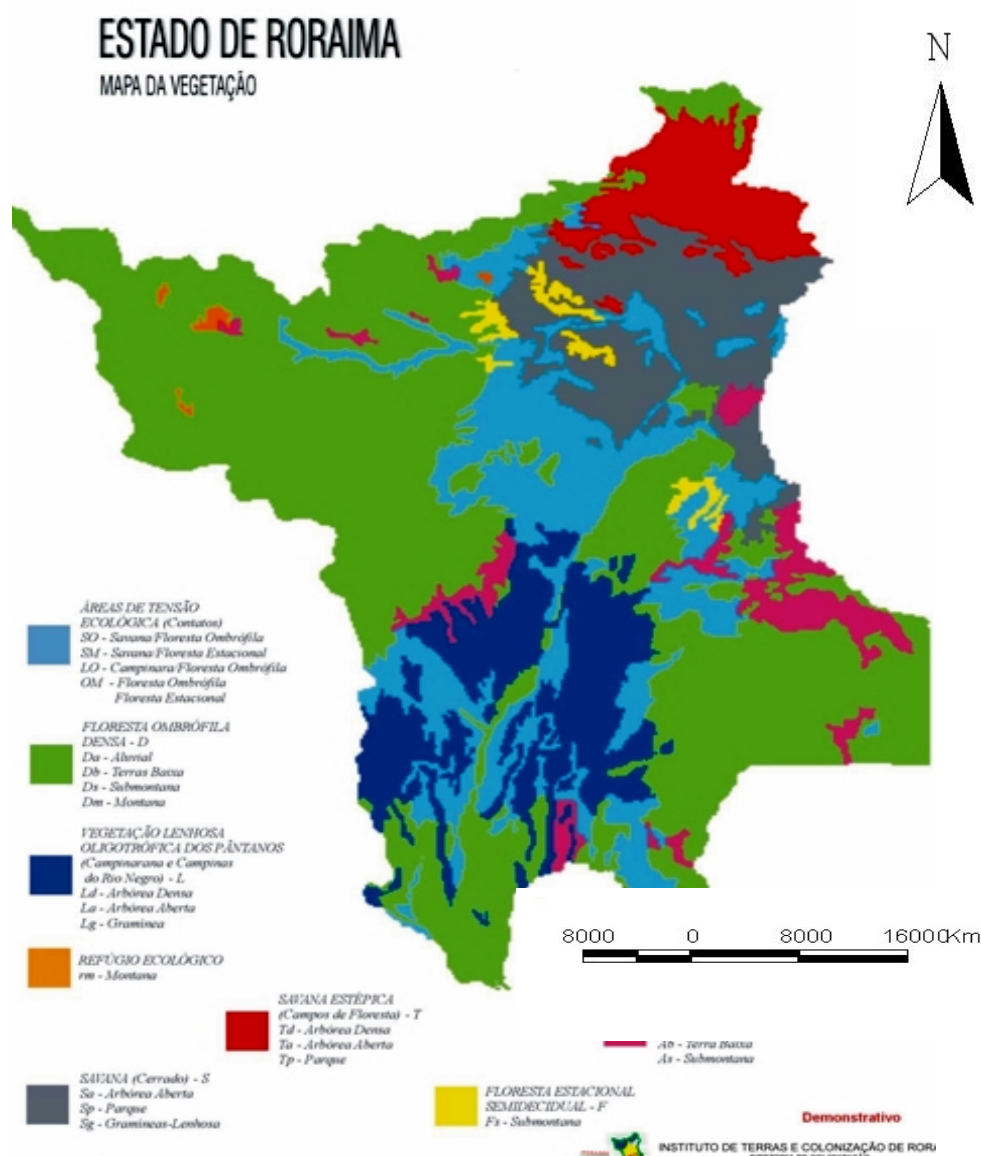


Figura 1: Mapa representando a vegetação presente no Estado de Roraima. Modificado de ITERAIMA (1996).

A paisagem de savana (cerrado ou lavrado) em Roraima, segundo Silva (1997) é formada por uma cobertura vegetal de aproximadamente 37.800 km² e apresenta uma variedade de feições que torna bastante complexo o seu estudo. A fitofisionomia é caracterizada pela presença de campo sujo/campo cerrado, com veredas de buritis, em contato abrupto com a floresta estacional. Nos inselbergs, a formação florestal estacional decidual é marcante (VALE JÚNIOR, 2000).

De um modo geral o ecossistema de savana é caracterizado por apresentar árvores esparsas e baixas (normalmente entre 5 e 7 metros) com o amplo domínio de caimbé (*Curatela americana*), e presença bem evidente de um tapete graminoso

(estrato herbáceo) onde ocorre o predomínio dos gêneros *Andropogon* e *Trachypogon*.

Na área A, a vegetação predominante é a savana parque que segundo Barbosa e Miranda (2005) suas árvores não são contínuas e podem ser percebidas facilmente em outras áreas. Apresentam uma distribuição agrupada de elementos lenhosos, o que lhes dá uma fisionomia em moitas, apresentando uma elevada área basal, densidade de indivíduos e grau de cobertura.

Franciscon (2002) observa que as principais espécies arbóreas, que praticamente compõem a totalidade desse ambiente vegetacional, são *Curatella americana* (caimbé), *Byrsonima crassifolia*, *B. verbascifolia* e *B. coccolobifolia* (muricis). Alguns indivíduos de *Himathantus sucuba* (sucuba) e *Bowdichia virgilioides* (sucupira branca), de distribuição uniforme, também podem ser encontrados compondo o ambiente.

Em meio a savana parque, observa-se diferentes características de composição fisionômica da vegetação associada ou não a afloramento rochoso nas regiões baixas. A mesma situação se observa nos montes e serras, que podem tanto apresentar uma fisionomia de savana como também de floresta.

Nos “lavrados”, os lagos são bastante comuns e apresentam uma grande quantidade de macrófitas aquáticas das famílias *Nymphaeaceae*, *Onograceae*, *Mimosaceae* e *Poaceae*. Ainda que os buritizais, compostos pela espécie *Mauritia flexuosa* (*Arecaceae=Palmae*), ocorrem com grande frequência e podem apresentar uns poucos indivíduos isolados ou grandes extensões de centenas de palmeiras nas áreas de encharcados e beira de igarapés.

A Savana Parque, é formada essencialmente por um estrato graminóide, integrado por hemicriptófitos e geófitos de florística natural ou antropizada, entremeado por Nanofanerófitos isolados, com conotação típica de um parque inglês.

Na área B há o predomínio da savana graminosa, que se localiza ao longo da bacia do alto rio Branco, para Barbosa; Miranda (2005) e Veloso et al. (1975), caracteriza-se pelos campos que se estendem pelas ondulações do pediplano de Boa Vista, entremeados de lagoas temporárias, às vezes permanentes e uma rede de drenagem ladeada por veredas de buritis, é caracterizada por cobertura mista (gramíneo lenhosa) alta e densa.

Espécies como *Paratheria prostata* e *Celtis tala* podem ser encontradas nesse ecossistema. Conforme Franciscon (2002) a cobertura graminosa é densa, dominada pelas espécies dos gêneros *Androgonon* e *Trachypogon* (*Poaceae=Graminae*). Prevaecem nesta fisionomia, quando natural, os gramados entremeados por plantas lenhosas raquíticas, que ocupam extensas áreas dominadas por hemiptófitos.

Esta unidade apresenta algumas características típicas na florística, como um extenso tapete graminoso sobre o qual se encontram algumas espécies de plantas anãs de dispersão bastante espaçada. A fisionomia é observada nas zonas planas dos vales abertos e dos topos das áreas areníticas (FRANCISCON, 2002).

e) Hidrografia

O Rio Branco, principal curso d'água do Estado de Roraima, é formado pela junção dos rios Uraricoera e Tacutu, cerca de 30 km a montante da cidade de Boa Vista (FABRÉ et al., 2002). A partir de sua formação ele corta toda a superfície do estado, no sentido aproximado norte-sul, até desaguar no rio Negro.

Os principais afluentes pela margem direita são os rios Cauamé, Mucajaí, Ajarani, Água Boa do Univini, Catrimâni e Xeriuini; pela margem esquerda, os rios Quitauaú, Cachorro, Anauá e Itapará.

A bacia do rio Branco apresenta, de maneira generalizada, um período chuvoso que vai de abril a setembro e um período seco que vai de outubro a março. No período chuvoso, o rio Branco é facilmente navegável desde a sua desembocadura, no rio Negro, até a cidade de Caracaraí. A montante desta cidade a navegação é dificultada pela presença de algumas cachoeiras e corredeiras, sendo que de Boa Vista (cerca de 130 km a montante de Caracaraí até a confluência dos rios Tacutu e Urariquera é possível à navegação durante o período das cheias.

A área A situa-se na bacia do Rio Uraricoera, que desce em meio a um relevo dissecado até atingir o Pediplano Rio Branco-Rio Negro. Esse rio atravessa zonas muito fraturadas, adaptado as falhas e fraturas em uma variação muito grande, é um rio de escarpa de linhas de falhas (FRANCO et al., 1975).

A área B situa-se na bacia do Rio Mucajaí, que corta o Pediplano Rio Branco-Rio Negro atingindo o embasamento, encaixando-se nas direções preferenciais comportando meandros.

A rede de drenagem do rio Branco evoluiu desde o Mesozóico (período Jurássico-Cretáceo) até o Quaternário relacionando-se com vários eventos da neotectônica ocorridos no Escudo das Guianas. Fabr e et al. (2002), afirma que a bacia sedimentar Tacutu formou-se no Mesozóico como resposta   fragmentação do supercontinente Gondwana (separação dos continentes sul-americano e africano).

Conforme menciona Reis et al. (2001), um dos formadores do rio Branco, o rio Tacutu, constitui um paleodivisor hidrográfico de antiga área soerguida, relacionada ao Domínio Geológico Uraricoera, estruturalmente caracterizado por um arranjo E-W de suas rochas. Sua inflexão no sentido NE-SW (baixo curso) representa uma resposta ao padrão estrutural de um outro domínio geológico, Guiana Central, cujo prolongamento   notável em áreas da Guiana e Suriname. Ambos domínios foram particularmente responsáveis pela extensa sedimentação neog nica da Formação Boa Vista (REIS et al., 2001).

No alto rio Branco, os ambientes com características semelhantes estão representados pela própria calha principal, pelos rios formadores da bacia (rios Urariqu era, Tacutu, Surumu e Parim ), e pelos igarapés de águas brancas ou claras. Na região do baixo rio Branco, Fabr e et al. (2002), separa em dois sub-grupos conforme o tipo de ambiente: o de rios e lagos e o ambiente de igarapés de águas pretas ou claras.

O primeiro está representado por três sub-ambientes: a) a própria calha do rio Branco; b) os afluentes de água branca e de água preta; c) os lagos que, em termos gerais, são escassos. Entre os afluentes de água branca, Fabr e et al. (2002), cita os rios Anau , Ajarani e Catrim ni, cujas características em relação ao pH, condutividade e transparência são semelhantes àquelas verificadas na calha principal do rio Branco e nos rios formadores, apresentando, porém, valores médios superiores de oxigênio, profundidade, clorofila e fósforo, fato que os coloca como os ambientes mais produtivos da região, junto com o lago dos Reis e lago do Mu um.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Fazer análise da distribuição espacial e morfométrica de lagos nas áreas aplainadas do nordeste de Roraima, através do comportamento hidrológico e água estocada, relacionando com diversas variáveis hidroclimáticas, geológicas, geomorfológicas, hidrográficas e pedológicas.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Caracterizar morfometricamente diversos lagos do nordeste de Roraima;
- b) Verificar se existe relações entre as dimensões areais dos lagos, as suas formas, a densidade de lagos e as suas orientações espaciais, assim como entre essas características morfométricas-espaciais e as outras características fisiográficas da região onde estão inseridos.
- c) Estimar a variação do volume de água estocada nos lagos;
- d) Iniciar um censo dos lagos de Roraima.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização da área de estudo

Foram relacionadas duas áreas localizadas na região nordeste do Estado de Roraima, mais precisamente no Pediplano Rio Branco-Rio Negro, denominadas A e B (figura 2).

A área A; com cerca de 1.126 km² apresenta as seguintes coordenadas geográficas: 3° 22' e 3° 4' de latitude N e 60° 40' e 61° 8' longitude W no município de Boa Vista. A área B; tem cerca de 924 km² com as seguintes coordenadas geográficas: 2° 45' e 2° 55' de latitude N e 60° 55' e 61° 16'' de longitude W, tendo a maior parte no município de Alto Alegre e uma pequena porção no município de Boa Vista (figura 2).

Estas áreas foram selecionadas pela presença de inúmeros lagos, por serem distintas, em termos de embasamento geológico, características pedológicas, hidrográficas e pela menor dificuldade de acesso.

O acesso à área A é feito rumando ao norte pela BR 174 (Manaus-Venezuela) totalmente pavimentada, no interflúvio rio Cauamé e rio Uraricoera. O acesso à área B é feito pela rodovia RR 205 totalmente pavimentada até o quilômetro 40 onde se segue a oeste pela rodovia RR 452 que dá acesso a vila São Silvestre, no interflúvio rio Cauamé e rio Mucajaí.

3.2 Objeto de Estudo

Para a análise morfométrica foram selecionados os lagos com extensões superficiais de espelho de água iguais ou superiores a 0,01 km² (1 hectare). Este limite é operativo e deve-se a maior dificuldade em traçar o contorno de lagos menores, utilizando imagem de sensoriamento remoto com resolução espacial em torno de 20 e 30 metros, que foi a principal base de dados.

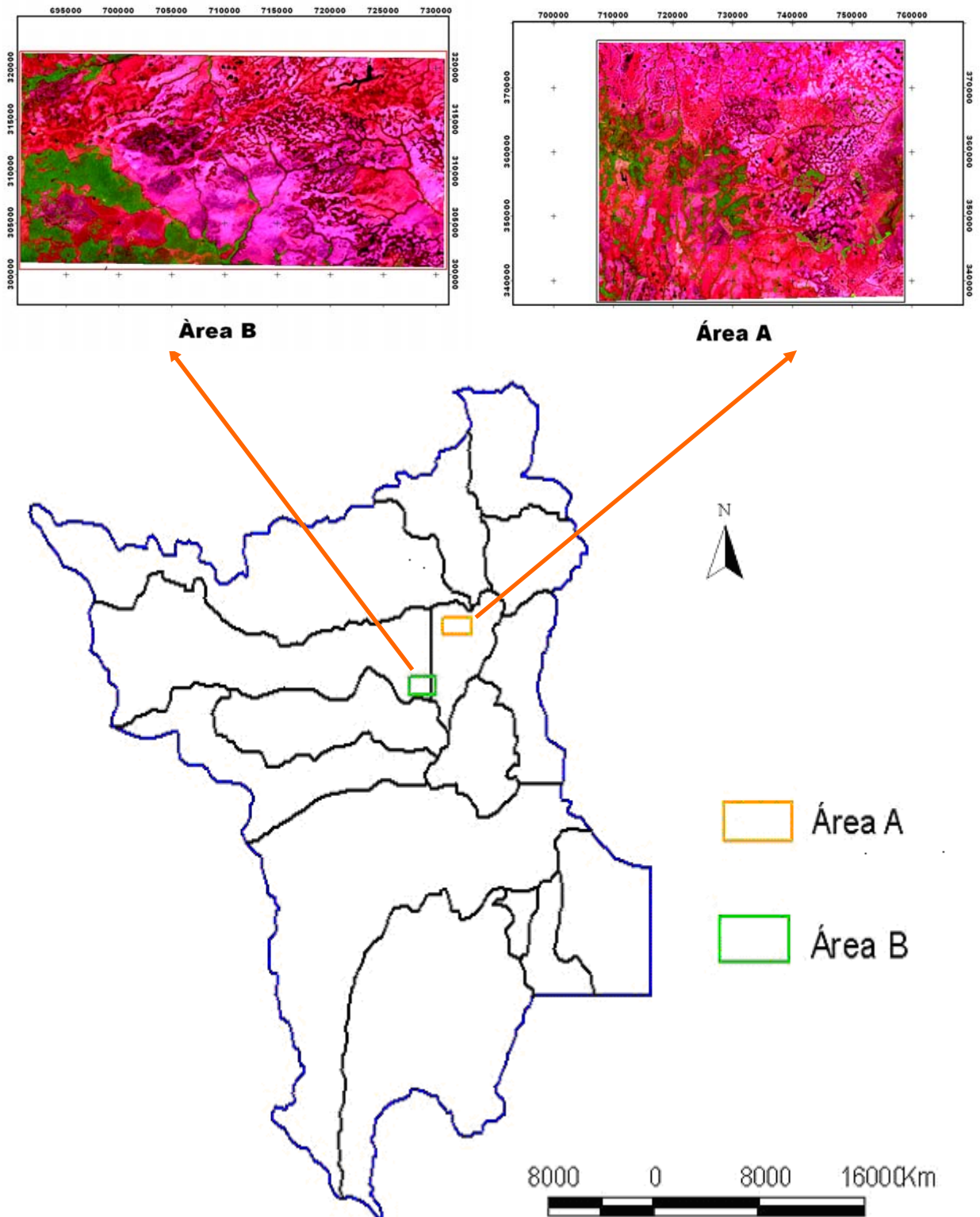


Figura 2: Localização das áreas A município de Boa Vista e B no município de Alto Alegre, com uma pequena porção no município de Boa Vista, definidas para a realização do estudo na região nordeste do Estado de Roraima.

3.3 Procedência dos dados

As medidas morfométricas dos lagos foram realizadas sobre imagem do sensor TM do satélite Landsat 5, obtida em 02 de abril do ano de 2006, sobre órbita/ponto 232/58 . O mês de abril corresponde ao final do período seco. As bandas utilizadas foram a 2 para dar maior contraste entre os corpos hídricos, o solo e a vegetação, a banda 4 para dar maior realce a vegetação e a banda 5 para dar maior realce ao solo.

Não foi possível utilizar uma imagem de satélite referente ao período chuvoso, devido a grande cobertura de nuvens sobre a região que de certo modo dificultou a análise dos parâmetros morfométricos dos lagos no período chuvoso regional.

Todavia, no período de estiagem , quando os lagos perdem volume d'água e reduzem suas áreas superficiais, formam-se franjas em torno do espelho d' água, facilmente distinguidas na imagem de satélite, uma vez que se apresentam com tonalidades mais escuras associadas ao terreno mais úmido e/ou vegetação diferenciada.

Desse modo como artifício para as medidas morfométricas dos lagos no período chuvoso considerou-se os espelhos d'água junto com as franjas representando as áreas e as formas dos lagos quando cheios.

Com isso foi possível registrar as variações nas extensões e formas dos lagos, considerando o período normal de estiagem e o período chuvoso no nordeste de Roraima.

As primeiras observações e o reconhecimento da área foram realizados em dezembro de 2006. As medidas morfométricas foram feitas por meio de trabalhos de campo, isto é, diretamente em alguns lagos selecionados, durante o período seco (março/2007) e o período chuvoso (julho/2007) cujas coordenadas geográficas foram obtidas e as obtidas utilizando GPS Garmim modelo: GPS map 76 CS.

Dados geológicos e pedológicos das áreas investigadas foram retirados da bibliografia científica existente e a análise morfométrica foi realizada à luz dessas informações. Também houve necessidade dos dados hidroclimatológicos, cujas séries históricas foram pesquisadas junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e na base aérea da

Aeronáutica em Boa Vista. Esses dados permitiram verificar se houve anormalidades hidroclimáticas em 2006.

Para realizar a tarefa de localização das possíveis falhas nas duas áreas de estudo, primeiramente elas foram pontuadas no mapa geológico do Estado de Roraima adquirido em Serviço Geológico do Brasil (CPRM), do Programa Roraima Central, através . A seguir essas falhas foram plotadas nos layouts das áreas de estudo através do *Arc View* (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) versão 3.2.

3.4 Processamento de Imagens: 02 de abril de 2006

O uso dessa importante ferramenta de análise da superfície terrestre que é o sensoriamento remoto, com a integração digital de dados multifontes, exige que as imagens sejam processadas.

Para as fases de pré-processamento e processamento das imagens de sensoriamento remoto foram utilizados os aplicativos PCI Geomática versão 9.1.7 e o *Arc View* (Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas) versão 3.2.

O pré-processamento das imagens envolveu os seguintes procedimentos: correção geométrica e correção atmosférica; enquanto que na etapa de processamento os procedimentos foram operações de realce.

No *Arc. View* 3.2 foi criado e modelado um banco de dados com categorias definidas e posteriormente um projeto composto por um conjunto de planos de informação (PIs).

A área foi calculada automaticamente através do *Arc. View* 3.2, pela seleção dos polígonos que representam cada lago da planície.

O perímetro consiste na medida do contorno do lago e assim como a área, foi calculado automaticamente quando selecionado o lago de interesse no *Arc. View* 3.2. O comprimento foi determinado linhas ininterruptas que conectam os pontos mais remotos da costa do lago.

3.5 Variáveis Medidas

Com base nas cenas de satélite todos os lagos foram identificados, numerados e contados nas duas áreas selecionadas e naqueles com extensão igual ou superior a 0,01 km² foram medidas as variáveis e calculados os índices listados na tabela abaixo:

Tabela 01: Variáveis morfométrica e índices utilizados para a análise morfométrica dos lagos das áreas A e B da região nordeste do Estado de Roraima.

Abreviações	Descrição
A	Área da superfície do lago
P	Perímetro do lago
L	Comprimento máximo do lago
W	Largura média do lago, definido como A / L
ID	Índice de desenvolvimento da margem, definido como: $ID = P / 2 \sqrt{\pi A}$
DL	Densidade lacustre (superfície total de lagos em uma região ou área determinada)

O índice de desenvolvimento da margem (ID) relaciona o perímetro do lago (P) com o perímetro de um círculo de área (A) igual a do lago. Seu valor mínimo é 1 se o lago é um círculo perfeito, o que não acontece com lagos de origem natural (JURADO, 1992; SPERLING, 1999).

Os lagos são considerados circulares quando $1 \geq ID \leq 1,25$, são subcirculares quando $1,25 \geq ID \leq 1,5$ e são subretangulares quando $1,5 \geq ID \leq 2,51$. Lagos tectônicos e glaciais normalmente têm valores de ID superiores a 3. Os lagos são considerados dendrítico quando o $ID > 3$, geralmente são formados pelo represamento de um vale ou de uma laguna litoral (JURADO, 1992).

Os lagos foram classificados de acordo com a área e quantificados em cada classe. Após a medição da área dos lagos foram definidas as seguintes classes: $\geq 0,01$ a $< 0,10$ km²; $\geq 0,10$ a $< 0,20$ km² e assim por diante para classificar a área dos lagos da área A no período seco e chuvoso e $\geq 0,01 < 0,04$; $\geq 0,04 < 0,08$ para os

lagos da área B no período seco e chuvoso. As classes utilizadas na área B são diferentes da área A para a obtenção de um número maior de classes.

Adicionalmente foram identificados os padrões de drenagens das bacias onde estão inseridos os lagos para verificar relações entre estes e as características morfométricas e espaciais dos lagos.

Nos trabalhos de campo foram medidos os perímetros, comprimento e profundidades máximas (Z_{max}) de lagos selecionados na área A e na área B.

Na medição dos perímetros foram empregadas trena e corda, enquanto na determinação dos comprimentos máximos, além de trena e corda, foram utilizadas balizas e bússola, mas não foram bons os resultados dessa última medida. Já a variável profundidade máxima do lago mediu-se com o auxílio de um barco, um pequeno bote e uma corda graduada.

Nos trabalhos de campo realizados no período de estiagem foi estimada a declividade do leito dos lagos selecionados, mediante o uso de clinômetro, visando avaliar a forma da depressão dos mesmos e estimar os volumes de água estocada.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Distribuição Espacial e Densidade Lacustre

4.1.1 Área A

Na área A foram quantificados 155 lagos com área superficial igual ou maior que 0,01 km², tanto no período seco, quanto no período chuvoso, esses lagos não perdem totalmente a água de suas depressões no período seco demonstrando que são lagos perenes (figura 3).



Figura 3: Lago A3 da área A (1), município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, demonstrando o aspecto do espelho d'água nos diferentes períodos sazonais, março (2007) período seco. Lago A3 (2) período chuvoso, julho (2007).

A densidade lacustre é a proporção da área superficial lacustre total em relação em relação a área total estudada, expressa em percentual (JURADO, 1992). No período seco o conjunto e lagos na área A formam uma área total de 22,18 km², que no período chuvoso sobe para 41,09 km². Assim na área A no período seco a densidade lacustre foi cerca de 1% subindo para cerca de 2% no período chuvoso, ou seja, os lagos representam muito pouco da área total selecionada.

Quanto à distribuição se pode verificar que os lagos não estão distribuídos de forma homogênea na área definida como A (figura 5). Na porção L e principalmente na porção W, praticamente não existem lagos. As possíveis causas da ausência de lagos nessas áreas são discutidas no item 4.4.2.

4.1.2 Área B

Na área B foram quantificados 136 lagos com área superficial igual ou maior que 0,01 km², no período seco. No período chuvoso além dos lagos aumentarem suas áreas, o número de lagos também sobe para 167, indicando que na área existem depressões que só apresentam água no período chuvoso, ou seja, formam lagos temporários (figura 4).



Figura 4: Lago B2 da área B, município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, demonstrando o aspecto do espelho d'água nos diferentes períodos sazonais.1: março (2007) período seco 2: Lago B2 período chuvoso, julho (2007).

No período seco o conjunto e lagos na área B formam uma área total de 5,02 km², que no período chuvoso sobe para 14,26 km². Assim, na área B no período seco a densidade lacustre foi cerca de 0,6% subindo para cerca de 2% no período chuvoso, ou seja, como na área A os lagos, os lagos da área B também representam muito pouco da área total selecionada.

Na figura 6 podemos verificar que da mesma forma que os lagos da área A, os lagos da área B não estão distribuídos de forma homogênea. Na parte SE não há a presença de lagos e em duas porções da parte SW e parte da porção NW da área também não há a presença e lagos. A parte NE apresenta a maior frequência de lagos. A ausência de lagos nessas partes da área B é discutida no item 4. 4.2.

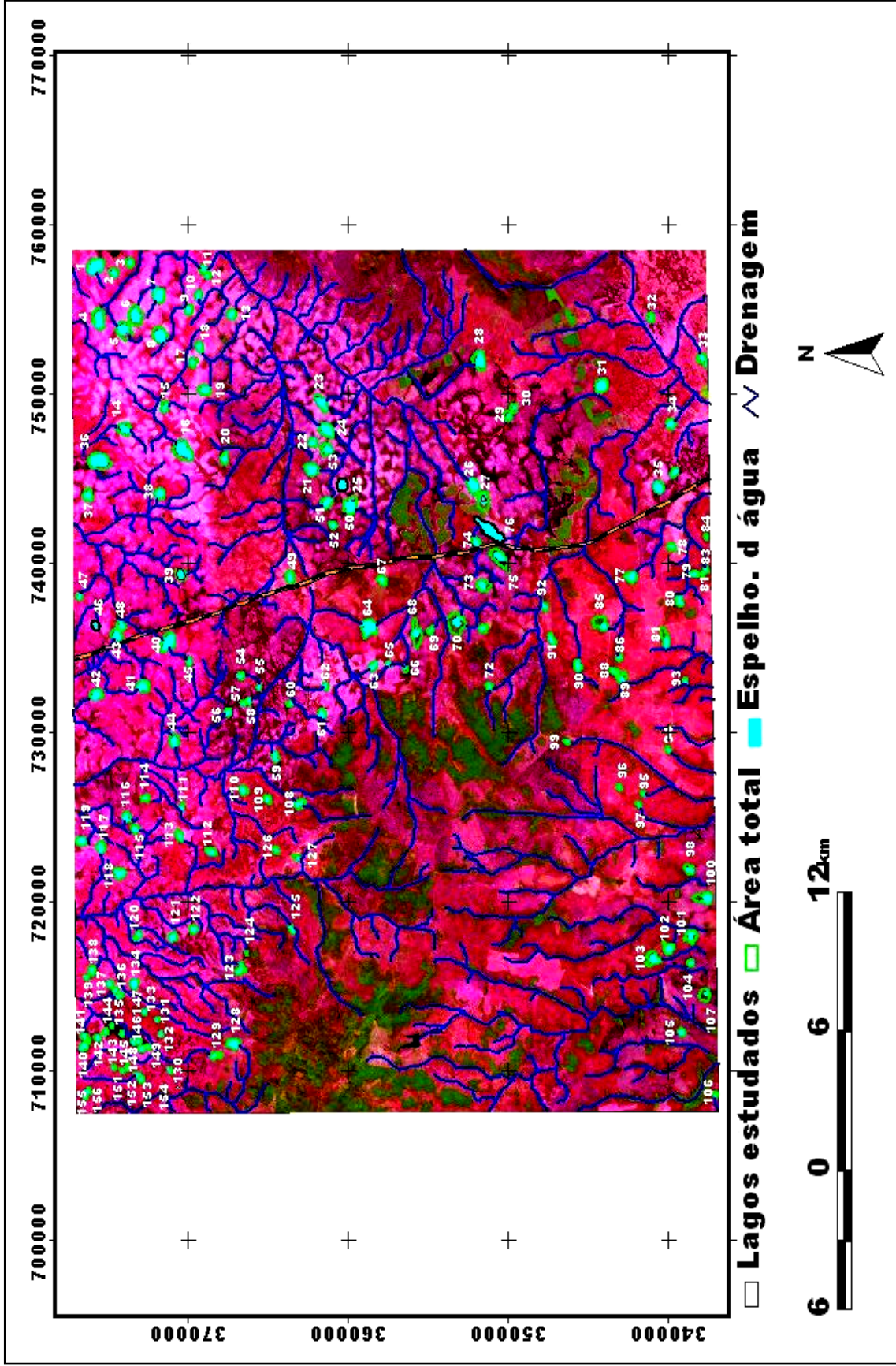
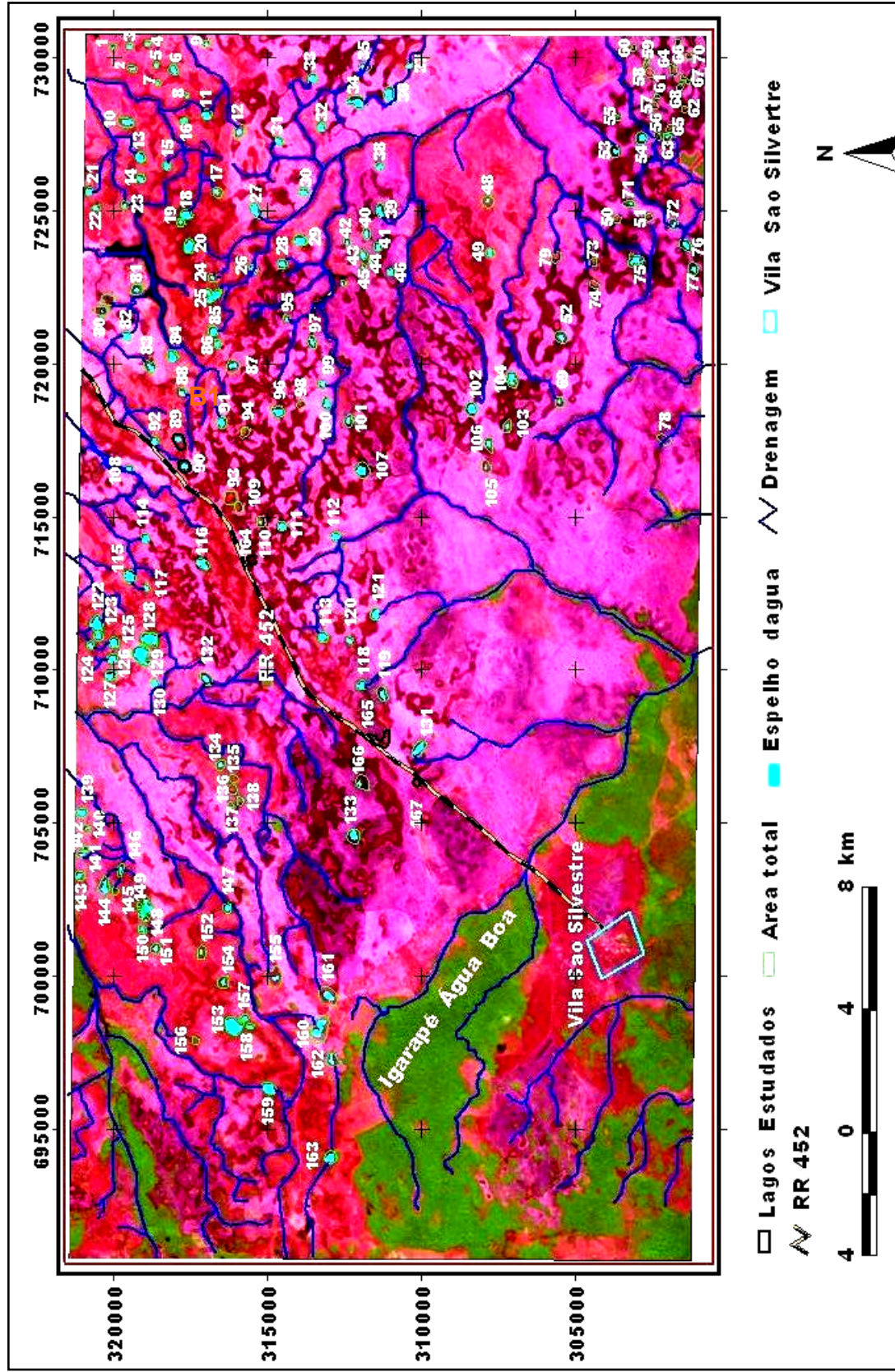


Figura 5: Imagem de satélite demonstrando os principais pontos de localização e distribuição espacial dos lagos na área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.



4 2 Figura 6: Imagem de satélite demonstrando os principais pontos de localização e distribuição espacial dos lagos na área B no município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.

4.2 Morfometria dos lagos

4.2.1 Classificação dos lagos segundo suas áreas

a) Área A

A partir de análise em imagem do sensor do satélite se pôde observar que no período seco todos os lagos da área A continuaram com seus espelhos d'água aparente e não detectou-se nenhum lago seco nesta área. Observou-se que 50% dos lagos têm áreas com dimensões entre 0,01 a 0,10 km², e cerca de 91% possuem área inferior a 0,30 km² (tabela 2). Verificou-se também que os lagos das classes de 0,70 a 1,20 km² desaparecem nesse período, pois passam para classes menores, sendo detectado somente um exemplar da classe de 1,30 a 1,40 km².

No período chuvoso todos os lagos da área A aumentaram seus espelhos d'água e conseqüentemente 45 lagos, ou seja, 29% mudaram da classe de 0,01 < 0,10 km² no período seco para outras classes no período chuvoso (tabela 2), então a classe continha 50% dos lagos no período seco e cai para 21% no período chuvoso. São lagos relativamente pequenos, sendo que 123 lagos, ou seja, 78% do total dos lagos tem área inferior à 0,40 km².

Eram 78 lagos na classe 0,01 < 0,10 km² no período seco, reduziu para 33 no período chuvoso, ou seja, 45 lagos saíram dessa classe, isso representa 29% .

b) Área B

Na área B verifica-se um maior número de lagos pequenos, onde 131 correspondem a 79% do total de um conjunto de classes que variam de 0,01 a 0,12 km². Foram identificados 31 lagos secos, equivalente a 19% do total dos lagos detectados na área B (tabela 3).

Soares et al. (2003) em seus estudos no Pantanal detectou que as lagoas por vezes possuem vegetação anfíbia, mostrando feições anelares, que seca nas épocas de vazante, o que significa que o leito destas está acima do nível freático de estiagem.

Os lagos estudados na área B estavam totalmente secos em março mês de baixa pluviosidade no Estado de Roraima, com exceção do lago B2 que se encontrava encharcado com aspecto pantanoso.

Tabela 2: Classificação dos lagos segundo a área, identificadas através de imagem de satélite, a quantidade por classe e o percentual em relação ao total. Períodos seco e chuvoso. Área A no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, 2007.

Classe (Km²) período seco	Quantidade	%
0,01 < 0,10	33	21
0,10 < 0,20	48	31
0,20 < 0,30	27	17
0,30 < 0,40	15	9
0,40 < 0,50	9	6
0,50 < 0,60	7	5
0,60 < 0,70	5	3
0,70 < 0,80	6	4
0,80 < 0,90	1	1
0,90 < 1,00	0	-
1,00 < 1,10	3	2
1,10 < 1,20	0	-
1,20 < 1,30	0	-
1,30 ≤ 1,40	1	1
total	100%	155
Classe (km²) período chuvoso	Quantidade	%
0,01 < 0,10	78	50
0,10 < 0,20	43	28
0,20 < 0,30	21	13
0,30 < 0,40	6	4
0,40 < 0,50	2	1
0,50 < 0,60	3	2
0,60 < 0,70	1	1
0,70 < 0,80	0	-
0,80 < 0,90	0	-
0,90 < 1,00	0	-
1,00 ≤ 1,10	0	-
1,10 < 1,20	0	-
1,20 < 1,30	0	-
1,30 ≤ 1,40	1	1
total	155	100

Na área B, quando se trata do período chuvoso os lagos têm grandes mudanças de área superficial e conseqüentemente de classe. Com essas mudanças o total de lagos com área inferior a 0,12 km² reduz de 131 para 125.

Por outro lado os lagos na classe 0,12 < 0,16 km² aumentaram de 3 para 26. Houve também um acréscimo na classe 0,16 < 0,20 km², passando de 2 para 11 lagos (tabela 3).

Tabela 3: Classificação dos lagos segundo a área, identificadas através de imagem de satélite, a quantidade por classe e o percentual em relação ao total. Período seco e chuvoso. Área B no município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, 2007.

Classe (km²) período seco	Quantidade	%
0,01 < 0,04	84	50
0,04 < 0,08	40	25
0,08 < 0,12	7	4
0,12 < 0,16	3	2
0,16 ≤ 0,20	2	1
Seco	31	18
total	167	100
Classe (km²) período chuvoso	Quantidade	%
0,01 < 0,04	20	12
0,04 < 0,08	64	38
0,08 < 0,12	41	25
0,12 < 0,16	26	16
0,16 < 0,20	11	6
0,20 < 0,24	0	-
0,24 < 0,28	2	1
0,28 < 0,32	1	1
0,32 < 0,36	0	-
0,36 < 0,40	0	-
0,40 ≤ 0,44	1	1
total	167	100

Comparando área B com área A, observa-se que B tem um número maior de lagos, porém em geral menores. Além disso, cerca de 19% dos lagos da área B secam totalmente, enquanto outros reduzem drasticamente suas áreas superficiais no período de estiagem regional.

Isso mostra que o efeito da sazonalidade climática é mais forte ou mais marcante para as características morfológicas dos lagos na área B do que na área A. Na classe de 0,01 a 0,04 no chuvoso, há uma redução de 84 para 20 lagos, devido os mesmos entrarem em coalescência, formando um só sistema lacustre em alguns casos de lagos próximos uns dos outros.

c) Comparação das áreas dos Lagos A e B com outras regiões lacustres do mundo.

Tabela 4: Valores das áreas dos lagos de algumas regiões do mundo (média, valores máximos e mínimos, e número de lagos).

Outras regiões lacustres	média (km ²)	mín. (km ²)	max. (km ²)	Quant.
Everest (Nepal)	0,018	0,002	0,556	153
Piríneo (Espanha)	0,039	0,005	0,840	1032
ELA (Ontário, Canadá)	0,171	0,016	0,560	15
Ilha Riesco (Chile)	0,238	0,001	9,020	472
Camarões (três Distritos de Camarões).	0,875	0,010	13	39
Labrador (Canadá)	1,650	0,050	12,200	130
L. District (Reino Unido)	3,480	0,086	14,800	16
N. Zelândia (o vulcânico)	40,750	0,00	616	21
N Zelândia (o glacial)	48,440	0,280	347,500	34
Alpes (Sul de Nova Zelândia)	62,300	0,030	548	48
Andes (Chile e Argentina)	148	0,033	2.240	72
Escudo Canadense (Canadá)	1.832	0,016	82,367	159
Área A	0,27	0,04	1,40	155
Área B	0,08	0,01	0,40	167

Fonte: Jurado (1992).

Comparando os lagos das áreas A e B do nordeste de Roraima e os lagos de outras regiões lacustres do mundo (tabela 4) é possível verificar o quanto nossos lagos são pequenos, visto que na área A o valor máximo da área é 1,40 km², o

médio é 0,27 km² e o mínimo é de 0,04 km². Já na área B o valor máximo da área é de 0,41 km², o médio é de 0,08 km² e o mínimo é de 0,01 km².

d) Comparação das áreas dos lagos A e B com outros sistemas lacustres do Brasil, como os da planície aluvial do médio rio Araguaia entre Bandeirantes e Luiz Alves - Goiânia - Brasil.

Comparando os lagos estudados com os de outras regiões lacustres do Brasil (tabela 5) é possível perceber que os da região nordeste do Estado de Roraima possuem uma outra dinâmica, destacando inclusive que na área B, parte desses lagos perdem a água de suas depressões configurando lagos temporários, com áreas que variam em média de 0,01 km² a 0,20 km². No período chuvoso o tamanho da área varia de 0,01 km² a 0,44 km².

Tabela 5: Valores das áreas dos lagos do sistema lacustre da planície aluvial do médio rio Araguaia entre Bandeirantes e Luiz Alves - Goiânia, em relação aos das áreas A e B da região nordeste do Estado de Roraima.

Lago	Área (km ²) seco	Área (km ²) chuvoso
Bandeirante	0,75	1,95
Piedade	0,05	0,71
Dantas	0,33	0,64
Japonês	1,06	1,78
Montaria	0,86	15,87
Luiz Alves	0,64	1,02
Brito	0,46	1,09
Área A	0,04	1,40
Área B	0,01	0,41

Fonte: Santos e Burjack (2006).

Já os lagos da área A no período seco e chuvoso apresentam tamanho de área que varia de 0,01 km² a 1,40 km². Percebe-se através da comparação que os lagos do Brasil são relativamente pequenos e que se compararmos o tamanho dos lagos da área nordeste do Estado de Roraima com os do sistema lacustre do médio

rio Araguaia, veremos que na área A existem lagos maiores que os da região em comparação.

4.2.2 Relação da área com outras variáveis

1) Relação entre a área e o comprimento máximo (A/L)

a) Área A

A relação A/L 155 lagos da área A mostraram uma correlação relativamente significativa no período seco conforme se observa na figura 7. Através da equação $A = 0,4804L - 0,0931$ onde o valor de $r = 0,7103$ (figura 7).

Por outro lado essa correlação torna-se mais significativa $r = 0,9161$ no período chuvoso (figura 8), Isso mostra que quando as áreas superficiais dos lagos aumentam, suas formas passam a ser mais alongadas, resultando em maiores comprimentos máximos, devido se amoldarem ao formato do relevo ou por estarem influenciados pelas falhas existentes na região..

b) Área B

A área e o comprimento máximo dos 167 lagos da área B no período chuvoso, conforme pode se observar na figura 9 existe uma correlação, relativamente significativa onde $r = 0,7812$ (figura 9).

Esses resultados indicam que os lagos da área B quando apresentam áreas maiores no período chuvoso, não implica em um grande aumento no comprimento máximo.

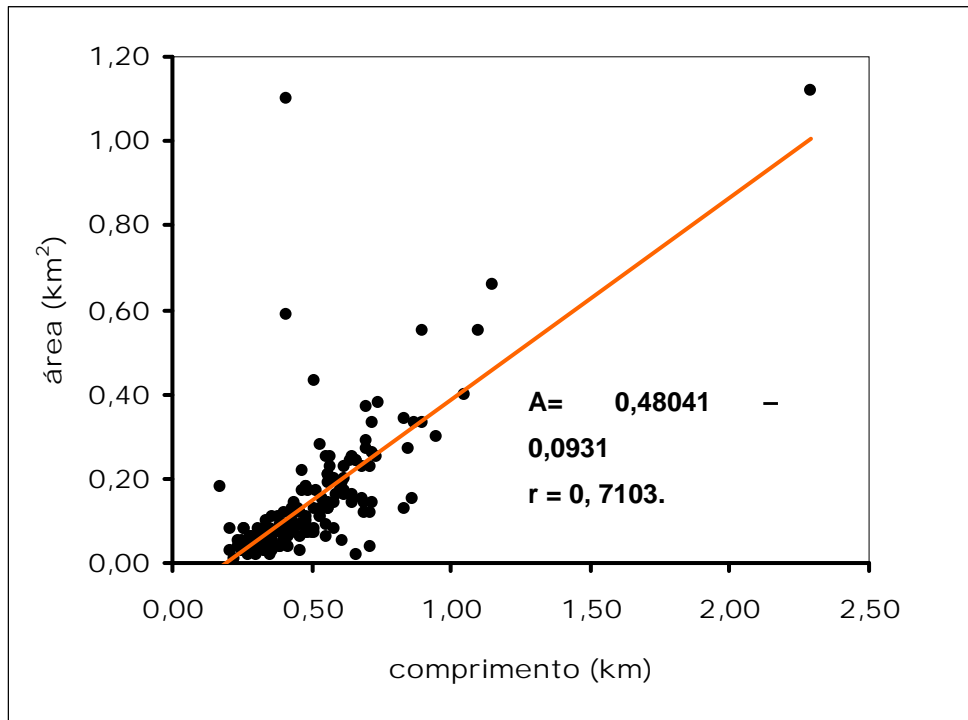


Figura 7: Correlação linear entre a área o comprimento máximo dos lagos da área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima, analisados sobre imagem de satélite no período seco.

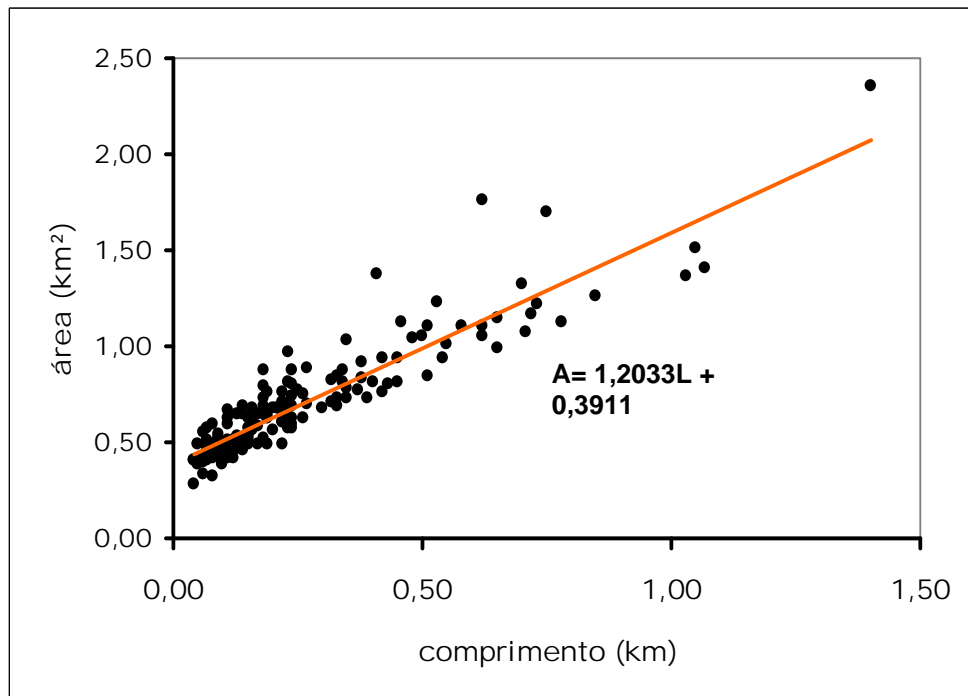


Figura 8: Correlação linear entre a área o comprimento máximo dos lagos da área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima, analisados sobre imagem de satélite no período chuvoso.

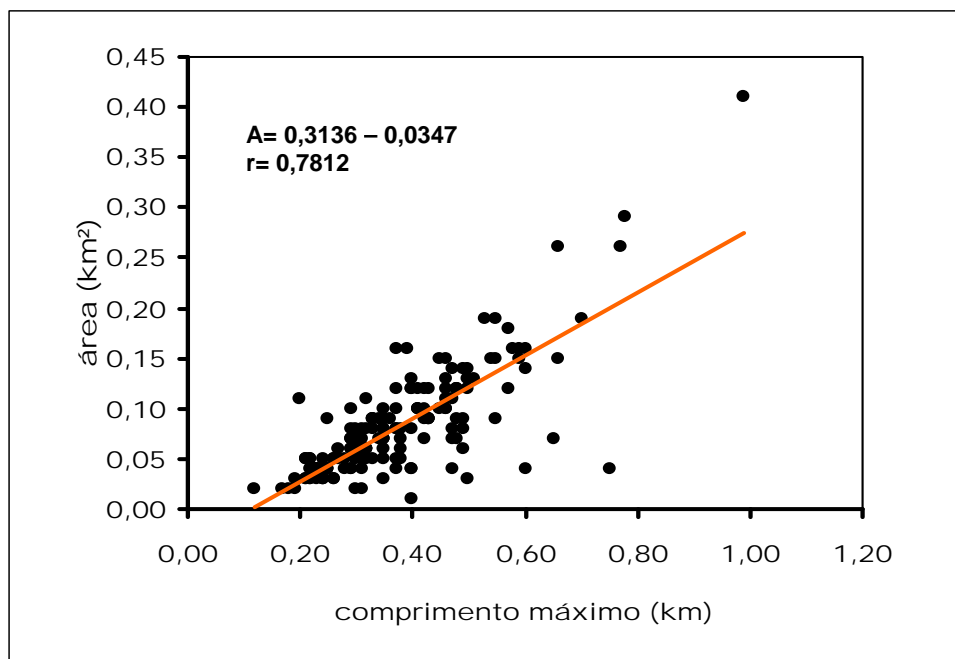


Figura 9: Correlação linear entre a área o comprimento máximo dos lagos da área B no município de Alto Alegre e pequena porção leste no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima, no período chuvoso.

Não foi possível fazer a correlação entre a área e o comprimento dos lagos da área B devido ao fato de que nesta área no período seco existem 31 lagos secos, então se tornou impossível o processo, visto que a correlação é insignificativa, ou seja, não há correlação.

2) Relação entre a área e a profundidade máxima.

Só foi possível fazer uma análise para os poucos lagos estudados “in loco”, quando foram medidas as profundidades máximas.

Esperava-se que a profundidade dos lagos aumentasse consideravelmente com o aumento de suas áreas superficiais. Todavia isso não foi observado, e mesmo um lago grande como o A3 apresentou profundidade relativamente pequena, 3,15 indicando que as depressões que formam esses lagos apresentam baixa declividade, compondo leitos com topografia bastante regular (tabela 6).

Bezerra-Neto e Coelho-Pinto (2002) em seus estudos na Lagoa do Nado, observaram de acordo com Sperling (1999) que em alguns lagos a declividade é aproximadamente constante ao longo de todo o terreno inundado.

Tabela 6: Comparação entre a área e a profundidade máxima, dos lagos das áreas A e B na região nordeste do Estado de Roraima nos períodos seco e chuvoso regional.

Área Estudada	Lagos	Período Seco		Período Chuvoso	
		Área (km ²)	Prof. Max. (m)	Área (km ²)	Prof. Max. (m)
A	A1	0,09	1,21	0,19	3,05
	A2	Seco	Ocupado pela vegetação	0,43	Ocupado pela vegetação
	A3	1,12	1,28	1,40	3,15
	B1	Seco	-	0,16	1,76
B	B2	Seco	Ocupado pela vegetação	0,07	Ocupado pela vegetação
	B3	Seco	-	0,19	1,77
	B4	Seco	-	0,04	2.26

4.2.3 Índice de desenvolvimento da margem

a) Área A

De acordo com as análises na imagem de satélite, no período seco foi possível verificar que 82% dos lagos da área A no período seco apresentam forma circular e os outros 18% se adequam na forma subcircular. Esse quadro muda pouco no período chuvoso (tabela 7). Isso significa que a mudança de estação climática pouco modifica as formas desses lagos. Isso vale mesmo para aqueles lagos que mudam significativamente suas áreas entre o período seco e o período chuvoso, como o lago A1.

Esses lagos em geral mostram conexão com drenagens que funcionam como sangradores naturais, impedindo que aumentem muito seus volumes e áreas superficiais, além disso, suas depressões são bem definidas no conjunto da paisagem.

Período	ID	Quantidade	%	Forma do Contorno
Seco	1,00 a 1,25	127	82	Circulares
	1,25 a 1,50	28	18	Subcirculares
	1,50 a 2,54	--	--	subretangulares
Período	ID	Quantidade	%	Forma do Contorno
Chuvoso	1,00 a 1,25	125	81	Circulares
	1,25 a 1,50	28	18	Subcirculares
	1,50 a 2,54	02	01	Subretangulares

Figura 10: Classificação dos lagos da área A no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, identificados através de imagens de satélite de acordo com o índice de desenvolvimento da margem no período seco e chuvoso, a quantidade de lagos, o percentual em relação ao total e a forma do contorno, 2007.

Na área A no período chuvoso, 81% dos lagos (figura 10) apresentam forma circular e os outros 18% se adequam na forma subcircular e 1% se amoldam na forma subretangular que contabilizam 2 lagos nessa área.

b) Área B.

Na análise da forma dos lagos da área B averiguou-se que 124 entre os 167 lagos da área estão na classe dos lagos circulares que contabilizam 74%. Somente 6%, ou seja, 10 lagos se apresentam com a forma subcircular e apenas 1 lago se enquadraram na classe subretangular. Nessa área de estudo, no período seco 31 lagos que contabilizam 19% dos lagos encontram-se sem água em suas depressões, não sendo possível obter as medidas que classificam os lagos (figura 11)

No período chuvoso esse quadro muda a grande maioria dos lagos, ou seja, 89% passam a apresentar formas circulares. Isso significa que quando os lagos estão com pouca água suas formas refletem mais as irregularidades do fundo das depressões, e quando elas estão cheias refletem as formas circulares mais externas das depressões (figura 11).

Períodos	ID	Quantidade	%	Forma do Contorno
Seco	1,00 a 1,25	124	74	Circulares
	1,25 a 1,50	10	6	Subcirculares
	1,50 a 2,54	02	1	Subretangulares
	secos	31	19	--
	D	Quantidade	%	Forma do Contorno
Chuvoso	1,00 a 1,25	148	89	Circulares
	1,25 a 1,50	15	9	Subcirculares
	1,50 a 2,54	04	2	Subretangulares

Figura 11: Classificação dos lagos da área B no município de Alto Alegre com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, identificados através de imagens de satélite de acordo com o índice de desenvolvimento da margem no período seco e chuvoso, a quantidade de lagos, o percentual em relação ao total e a forma do contorno, 2007.

Desse modo, os lagos da área B comparados aos da área A, tem suas formas mais suscetíveis às mudanças sazonais de precipitação, seja porque muitos secam, seja porque passam a ter formas predominantemente circulares .

4.3 Comportamento hidrológico e água estocada nos lagos

4.3.1 Influência hidroclimática

Para a questão climática foi aceito neste trabalho os estudos realizados por Barbosa (1997) baseado na classificação climática de Koppen, afirma que o tipo climático da região nordeste é o AW, que possui um período seco com duração de 4 meses que localizam-se entre os meses de dezembro e março, onde foi verificada uma alta incidência de raios solares com 160 a 200 horas de insolação ao mês e no período chuvoso essa incidência é de 95 a 165 horas. O máximo pluviométrico

ocorre entre maio e julho que geralmente ultrapassa os 50% do da precipitação ocorrida em todo o ano.

Ao aceitar as afirmações de Barbosa (1997) é admitido que a precipitação cresça de nordeste para sudoeste, saindo das formações de savanas com um índice pluviométrico de 1.100 mm a 1.400 mm ao ano, atravessa uma faixa de transição savana-floresta-savana de altitude com índices pluviométricos de 1.700 mm a 2.000 mm ao ano, até alcançar as florestas úmidas de baixo relevo no sul do estado com índices pluviométricos de 2.000 mm a 2.300 mm ao ano (figura 12).

Partindo desse estudo percebe-se que a área A, que está mais à nordeste do que a área B e possui um regime pluviométrico menor, devido a sua localização, mas não perde de forma total a água de suas depressões, no período seco. A área B possui um regime pluviométrico maior, mas mesmo assim grande parte desses lagos perdem totalmente a água de suas depressões.

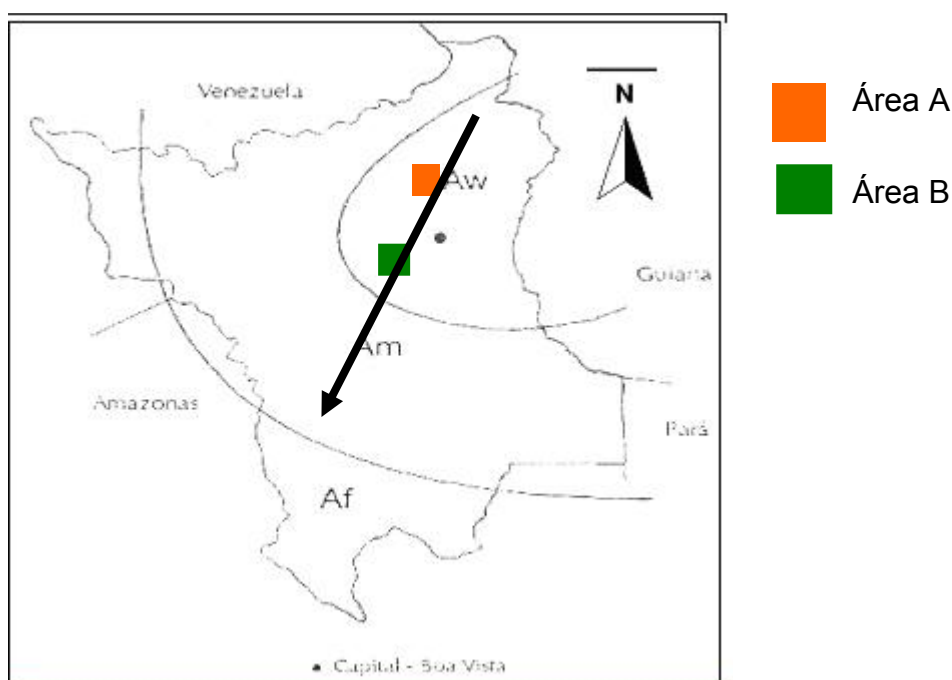


Figura 12: Distribuição das regiões climáticas de Roraima, segundo a classificação de Köppen. A seta indica o crescimento da precipitação de nordeste para sudoeste. Fonte: Barbosa (1997).

Dos lagos estudados no período seco, praticamente todos perderam totalmente seu volume d'água ficando somente as depressões expostas, exceto o lago B1 encontrava-se brejoso.

Desse modo, visto que a área B recebe mais chuvas que a área A, provavelmente o regime pluviométrico não seja o fator preponderante para que

essas depressões da área A permaneçam com água em suas depressões no período seco.

O comportamento hidrológico de lagos e rios no nordeste de Roraima, em termos de volume de água estocada, área superficial e vazão são fortemente relacionados à sazonalidade das precipitações pluviais, que marca notadamente dois períodos anuais bem distintos: um período chuvoso que dura de abril a setembro, com um máximo de precipitações em junho e um período seco que inicia em outubro e termina aproximadamente no final de março conforme se pode observar na figura 13.

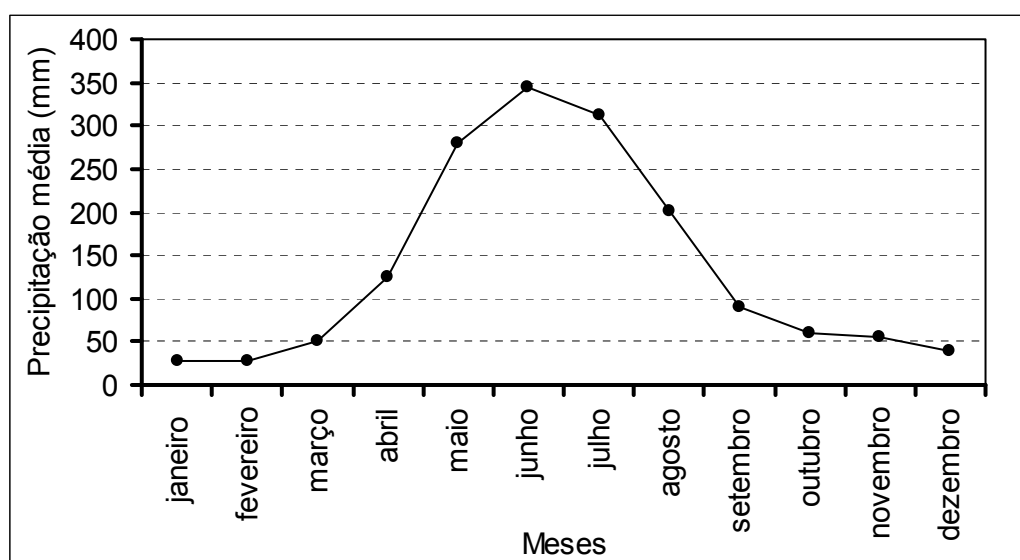


Figura 13: Variação da precipitação pluviométrica na cidade de Boa Vista, considerando as médias mensais registradas no período de 1910-1995, com base em Barbosa (1997). Fonte: Evangelista (2006).

Quando se considera a média histórica anual de precipitação nessa região é de 1.614 mm (BARBOSA, 1997).

O ano de 2006 (figura 14) foi atípico, pois apresentou um total de 2477,6 mm de precipitação, contudo nos meses de 2006 antecedentes a obtenção da imagem do Landsat utilizada neste estudo, que é de 02 de abril de 2006, somente o mês de janeiro foi atípico apresentando 205,2 mm quando a média histórica é de 26,6 mm.

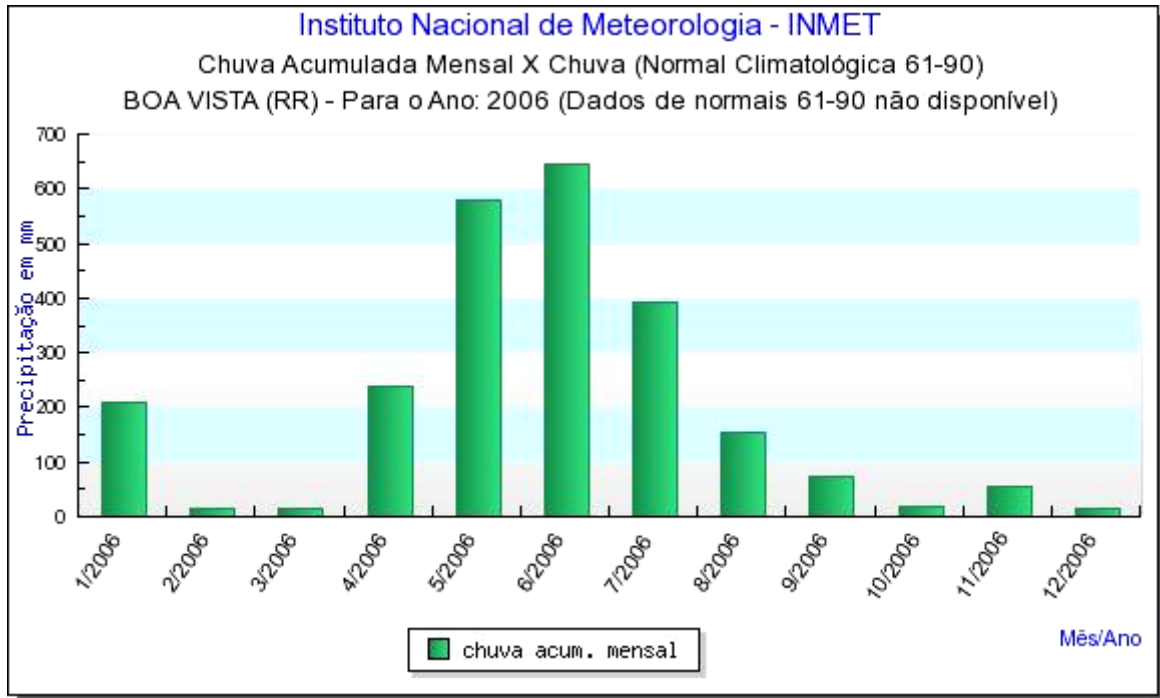


Figura 14: Representação da precipitação pluviométrica no ano de 2006, indicando a característica atípica desse ano, destacado o mês de janeiro que apresentou um índice diferenciado dentro da média histórica anual.

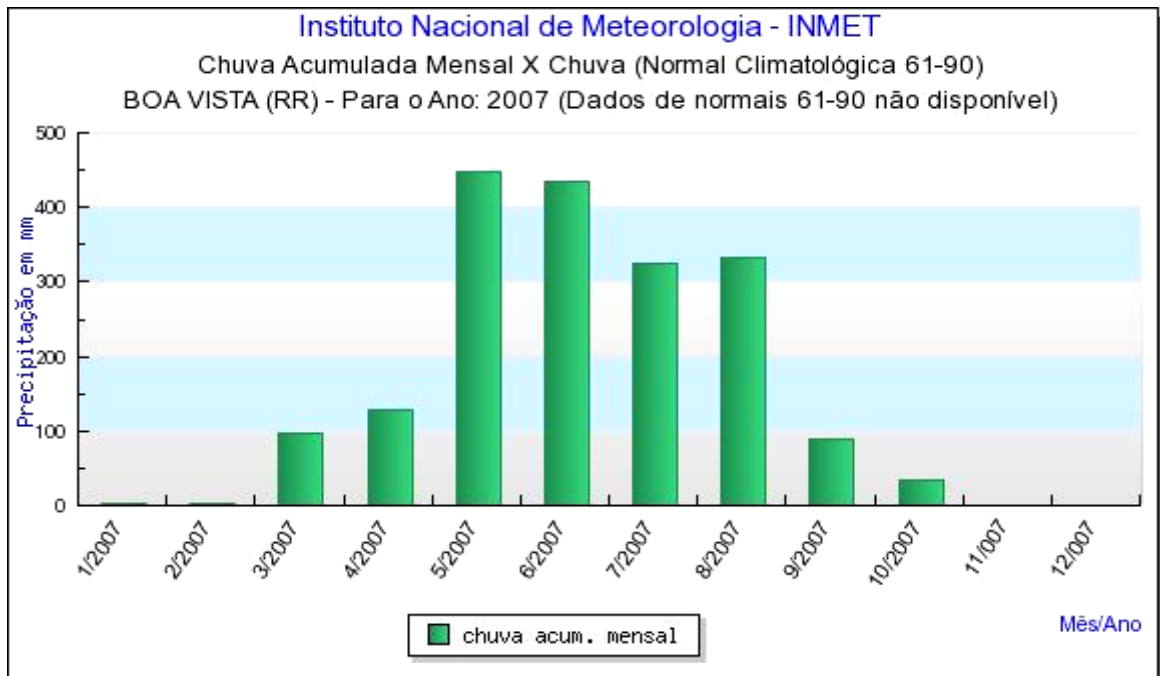


Figura 15: Representação da precipitação pluviométrica no ano de 2007, indicando que foi um ano de precipitações normais mesmo tendo chovido mais no mês de maio do que no mês de junho.

Se o ano de 2006 não estivesse apresentado um alto índice pluviométrico os lagos da área B, provavelmente apresentariam um número maior de depressões secas, ou seja, o número de lagos intermitentes seria maior nesse período.

O ano de 2007 (figura 15) vem se mostrando um ano relativamente normal, com um total de chuvas até outubro de cerca de 1880 mm, ainda que o mês mais chuvoso tenha sido maio e não junho.

Nos meses dos trabalhos de campo março e julho os totais de chuva estiveram normais.

4.3.2 Lagos da área A

Com base nos trabalhos de campo pode-se observar que na área A, no mês de dezembro de 2006, os lagos estavam com seus espelhos d'água bastante aparente, exceto o lago A2 que se apresentava tomado pela vegetação aquática, com uma pequena área de espelho d'água.

No mês de março de 2007, durante o período de estiagem regional, os espelhos d'água e o volume de água estocada nos lagos reduziram substancialmente.

No final do mês de julho de 2007, durante o período chuvoso regional, em resposta ao aumento da pluviosidade os lagos estavam cheios e provavelmente atingiram suas áreas superficiais máximas normais no período chuvoso (figura 16).

Isso fica claro quando se compara a do lago A1, por exemplo, que apresenta profundidade máxima de 1,21 m no mês de março aumentando para 3,05 m no mês de julho.

Com base nas áreas superficiais, nas profundidades máximas e declividades médias dos lagos, foram estimados os volumes de água estocada nos períodos seco e chuvoso, cujos resultados são apresentados na tabela 7.

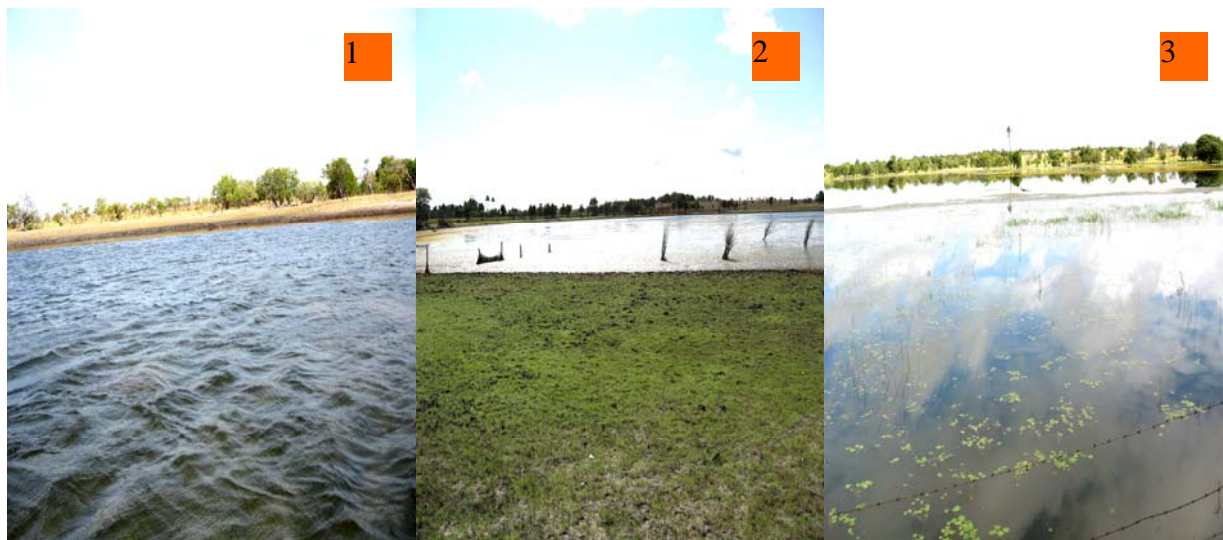


Figura 16: Aspecto do Lago A1 da área A nos diferentes períodos sazonais 1: mês de dezembro (2006) 2: março, período seco (2007) 3: julho, período chuvoso (2007).

Tabela 7: Área superficial e estimativa do volume d'água estocada nos lagos estudados "in loco" nas áreas A e B na região nordeste do Estado de Roraima no período seco e período chuvoso.

Lagos	Área Superficial (km ²)		Volume (m ³)	
	Período Seco	Período Chuvoso	Período Seco	Período Chuvoso
A1	0,09	0,19	107,000	469,000
A3	1,12	1,40	469,000	3.600,000
B1	-	0,16	21,000	235,000
B3	-	0,19	Seco	237,000
B4	-	0,04	Seco	64,000
total	1,21	1,98	597.000	4.605.000

No lago A1 da área A, o volume de água estocada no período chuvoso foi de 496.000 m³. No período seco reduziu para 107.000 m³.

A diferença entre o período cheio e o período seco é de 389.000 m³ de água estocada, o que significa que neste lago o volume de água estocada no período cheio é 4,5 vezes maior que no período seco.

No lago A3 o volume de água estocada no período chuvoso foi 3.600.000 m³ e 469.000 m³ no período seco, apresentando, portanto um volume 7 vezes maior que no período chuvoso.

4.3.3 Lagos da área B

Os lagos na área B, em dezembro de 2006, apresentavam em geral pouca água estocada e no final do período da estiagem (março de 2007) em sua grande maioria se mostravam secos. Entre os estudados exceto o lago B1 apresentava uma área brejosa.

Por outro lado, no mês de julho todas as áreas abaciadas estavam cheias de água. Tanto os lagos da área A quanto os lagos da área B possuem sangradores naturais que são igarapés normalmente marcados por veredas de buritis, e que impedem que os lagos atinjam volumes maiores de água estocada. Desse modo os lagos constituem as verdadeiras nascentes desses corpos d'água (figura 19).

No lago B1 da área B, o volume de água estocado no período chuvoso é de 235.000 m³. Na estiagem o volume de água estocada é 21.000 m³.

A diferença entre o período cheio e o período seco é de 214.000 m³, portanto neste lago o volume de água estocada no período cheio é 11 vezes maior que o volume de água estocada no período seco.

No lago B3 no período cheio o volume de água estocada é de 237.000 m³, secando totalmente no período seco.

No lago B4 no período cheio o volume de água estocada é de 64.000 m³, secando totalmente no período seco.

A quantificação do volume de água estocada nos lagos permitiu avaliar a sua importância hidrológica. Esse conhecimento deve contribuir para a gestão desses recursos hídricos.

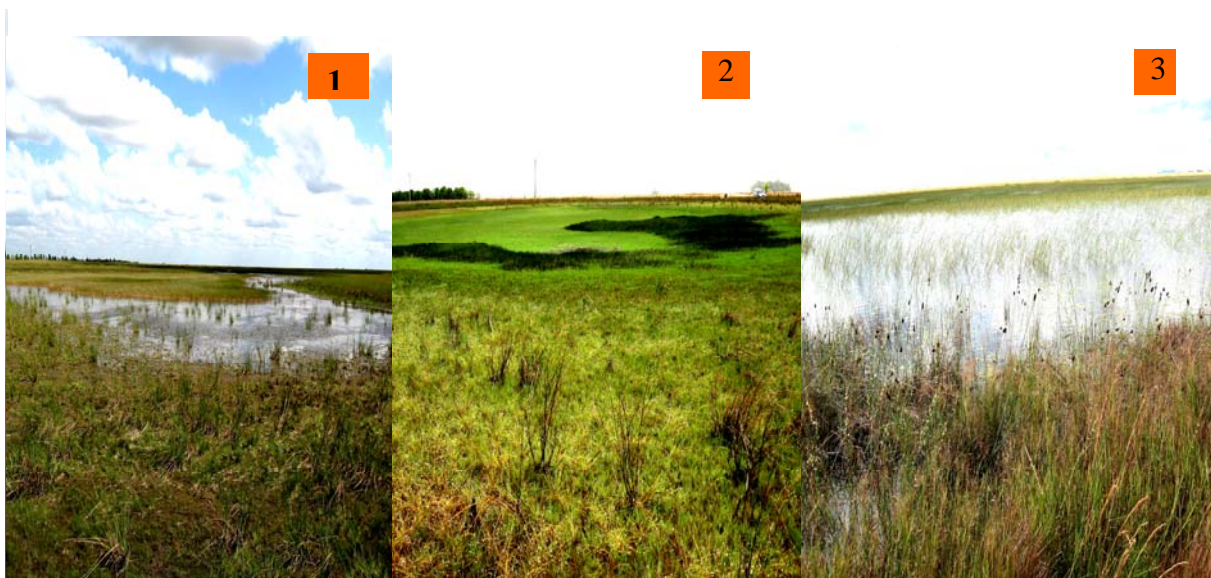


Figura 17: Aspecto do Lago B2 da área B nos diferentes períodos sazonais 1: mês de dezembro (2006) 2: março, período seco (2007) 3: julho, período chuvoso (2007).

4.4 Influências fisiográficas na morfologia dos lagos

4.4.1 Geologia

Costa e Costa (1996) definem a neotectônica para a Amazônia como conjunto de estruturas e de seqüências sedimentares, bem como a distribuição dos elementos principais das bacias hidrográficas e dos sistemas de relevo desenvolvidos do Mioceno ao Recente (figura 18).

Estudos realizados em Brasil (2000) demonstram que todo esse processo de reativação do Cinturão da Guiana Central que culminou a instalação do Hemigraben Tacutu, que teve sua formação ao longo do território brasileiro e guianense durante o Mesozóico (Triássico-Jurrássico) e constitui um seguimento distensivo orientado NE-SW, tendo seu desenvolvimento controlado por movimentos de blocos ao longo das falhas lítricas NE-SW com inclinação para NW e SE e transcorrência NW-SE, influencia na estruturação das bacias hidrográficas como também no direcionamento dos lagos da região nordeste do Estado de Roraima (figura 19).

Na região nordeste do Estado de Roraima, as primeiras referências a estruturas neotectônicas dessa área são devidas às investigações de Eiras e Kinoshita (1988) que, a partir da interpretação de linhas sísmicas, demonstraram a existência de estruturas transpressivas afetando as seqüências mesozóicas que preenchem a Bacia do Tacutu (COSTA; COSTA 1996) (figura 20).

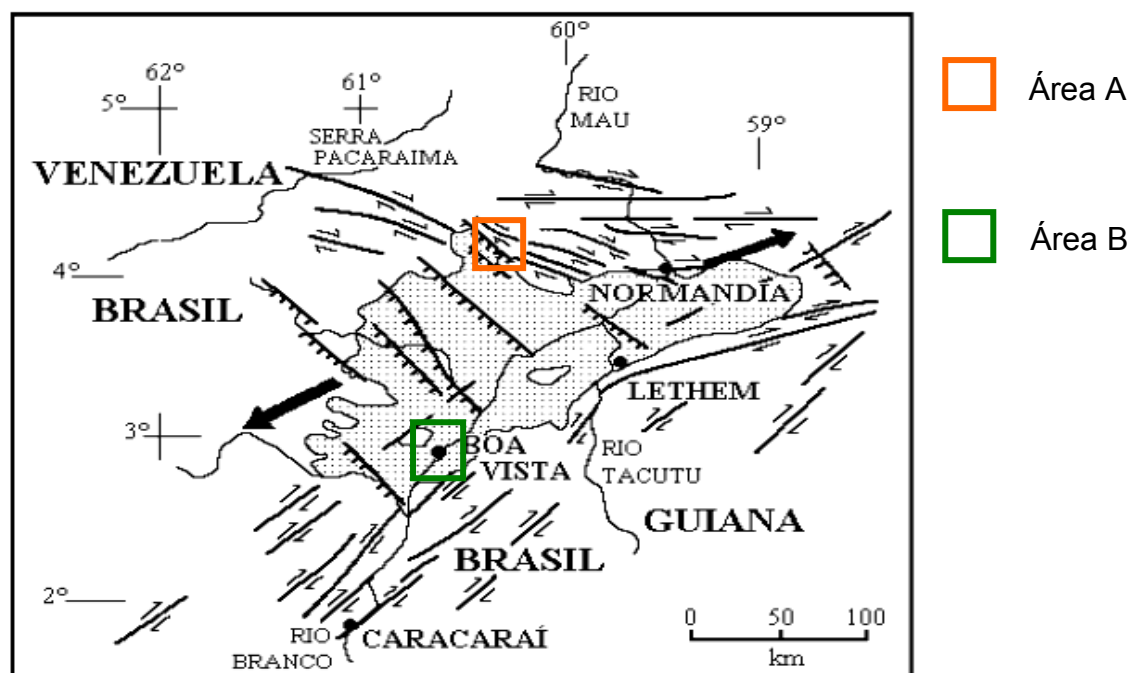


Figura 20: Estruturas neotectônicas maiores da região nordeste de Roraima e adjacências com a presença das falhas. Fonte: Costa e Costa (1996).

Em suas investigações de campo Costa e Costa (1996), definiram o quadro estrutural regional como uma bacia transtensiva em cunha, de direção geral ENE-WSW, formada por falhas normais NW-SE e por falhas transcorrentes dextrais E-W e NE-SW, nas quais se encontram depositados sedimentos da Formação Boa Vista.

Nessa mesma linha de investigação Costa (1999), em estudos desenvolvidos no nordeste de Roraima, afirma também que as feições estruturais cenozóicas mais importantes que compõem o arcabouço neotectônico são falhas normais, transcorrentes e inversas, que foram ativas e, possivelmente, continuam incorporando movimentação, pois, há registro de sismos na região.

A Zona Sismogênica tem epicentros concentrados a sul e sudeste do hemigráben de Tacutu e associa-se a uma faixa onde se reconhece a incidência de processos tectônicos, magmáticos e sedimentares do Pré-Cambriano (faixa de

justaposição dos blocos Caroni/Alto Orinoco e Maecuru, que envolve a Sutura Guiana Central e o Cinturão Granulítico Guiana Central), do Proterozóico Médio (Lineamento Tacutu), do Mesozóico (magmatismo básico e alcalino, Bacia de Tacutu) e Cenozóico (COSTA et al., 2004)

a) Área A

Os lagos da área A estão em grande parte inseridos na Formação Boa Vista, que segundo Costa e Costa (1996) teve sua deposição de sedimentos controlada por movimentação tectônica e geraram falhas nas direções E-W e NE-SW (figura 21).

Essa movimentação teria controlado além da deposição desses sedimentos a esculturação do relevo, o traçado atual da rede de drenagem e o conjunto de lagos. Alguns lagos situados na Formação Boa Vista, de fato (figura 19) estão orientados preferencialmente nas direções E-W e NE-SW, provavelmente as falhas estejam influenciando no direcionamento do restante dos lagos, o que denota a influência tectônica na região.

Souza Filho et al. (1999) ao realizarem um estudo no Rio Madeira, evidenciaram que a tectônica impressa na morfologia lacustre determina sua orientação com os lagos, seguindo um nítido controle estrutural. Evidenciaram ainda que a tectônica fica impressa na morfologia lacustre.

Barbieri (2001) descreve que as depressões lacustres que ocorrem em alinhamentos estruturais, favorecem a coalescência das áreas rebaixadas e a presença do lençol freático em superfície, dando origem a lagos e veredas. Na porção noroeste da Área A o substrato geológico é a unidade litológica denominada Grupo Cauarane, composta por xistos, anfíbolitos, metacherts, rochas calciosilicáticas, paragnaisse entre outras litologias, cuja orientação geral é E-W e NE-SW. Essa estruturação presente nas rochas do grupo Cauarane se reflete nos lagos ali presentes uma vez que estes mostram orientação NNE, mas o direcionamento preferencial é NE-SW.

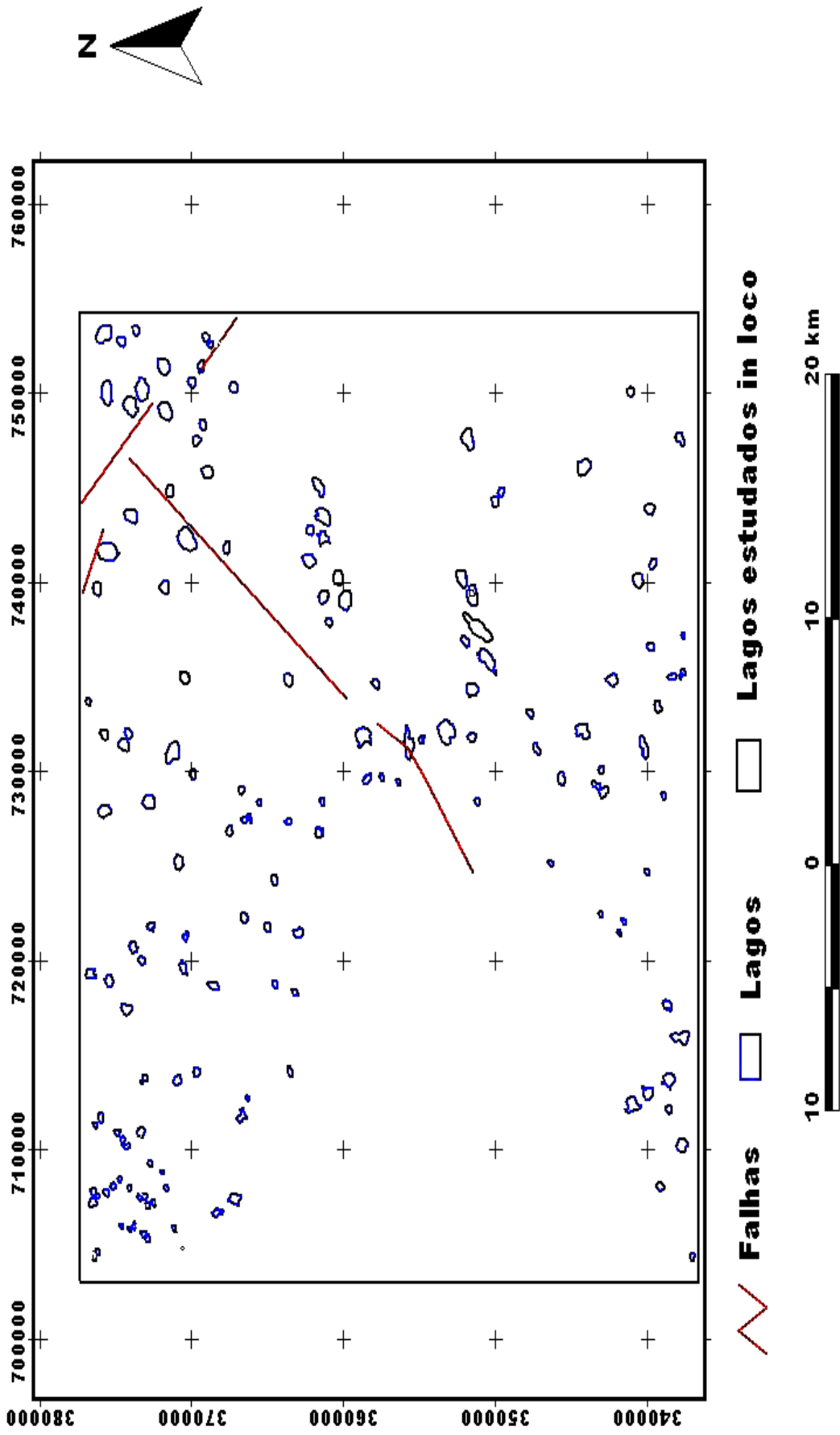


Figura 21: Direcionamento do alinhamento dos lagos da área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.

b) Área B

Os lagos da área B que estão inseridos na litologia da formação Boa Vista sobre a qual se encontram sedimentos holocênicos trabalhados pelo vento e pela rede e drenagem atual. Esses lagos (figura 22) distribuem-se nesse espaço de forma linear e seqüencial nas direções NE- SW, NW-W, NW-SE. Da mesma forma que os lagos da área A, pode ser que os lagos da área B estejam encaixados em linhas de falhas ou essas falhas estejam influenciando no seu direcionamento, mas devido ao processo erosivo que ocorreu e ocorre na área não seja tão perceptiva essa influência.

Os lagos da área B da mesma forma que os lagos da área A estão orientados em uma direção preferencial que no caso da área B é E-W.

4.4.2 Relevo e Hidrografia

Corroborando com Franco et al. (1975) o pediplano Rio Branco-Rio Negro, onde estão localizadas as duas áreas de estudo, A e B é uma extensa área de aplainamento, com localidades conservadas e dissecadas, como menciona com ondulações pouco acentuadas, onde se encontram inúmeros lagos, que estão diretamente relacionados ao relevo que foi elaborado sobre os sedimentos pleistocênicos da Formação Boa Vista, que por ser de pouca espessura, encontram-se pequenos afloramentos, constituindo *inselbergs*.

Ratificando o que é mencionado em Brasil (1975) a Formação Boa Vista constitui uma superfície pediplanada ainda conservada, onde a topografia se apresenta em forma de ondulações pouco acentuadas, conhecidas como tesos onde ocorrem geralmente blocos concrecionários ferruginosos, que isolam parte dos lagos dessa área. O topo dos tesos não é atingido pela inundação na época de cheias, o que dá paisagem a feição de inúmeras ilhas.

Dessa forma Costa (1999) corrobora com Brasil (1975) ao afirmar que nesses interflúvios são freqüentes as ocorrências de áreas abatidas, nas quais estão presentes inúmeros lagos, que, em algumas situações, coalescem para formarem igarapés.

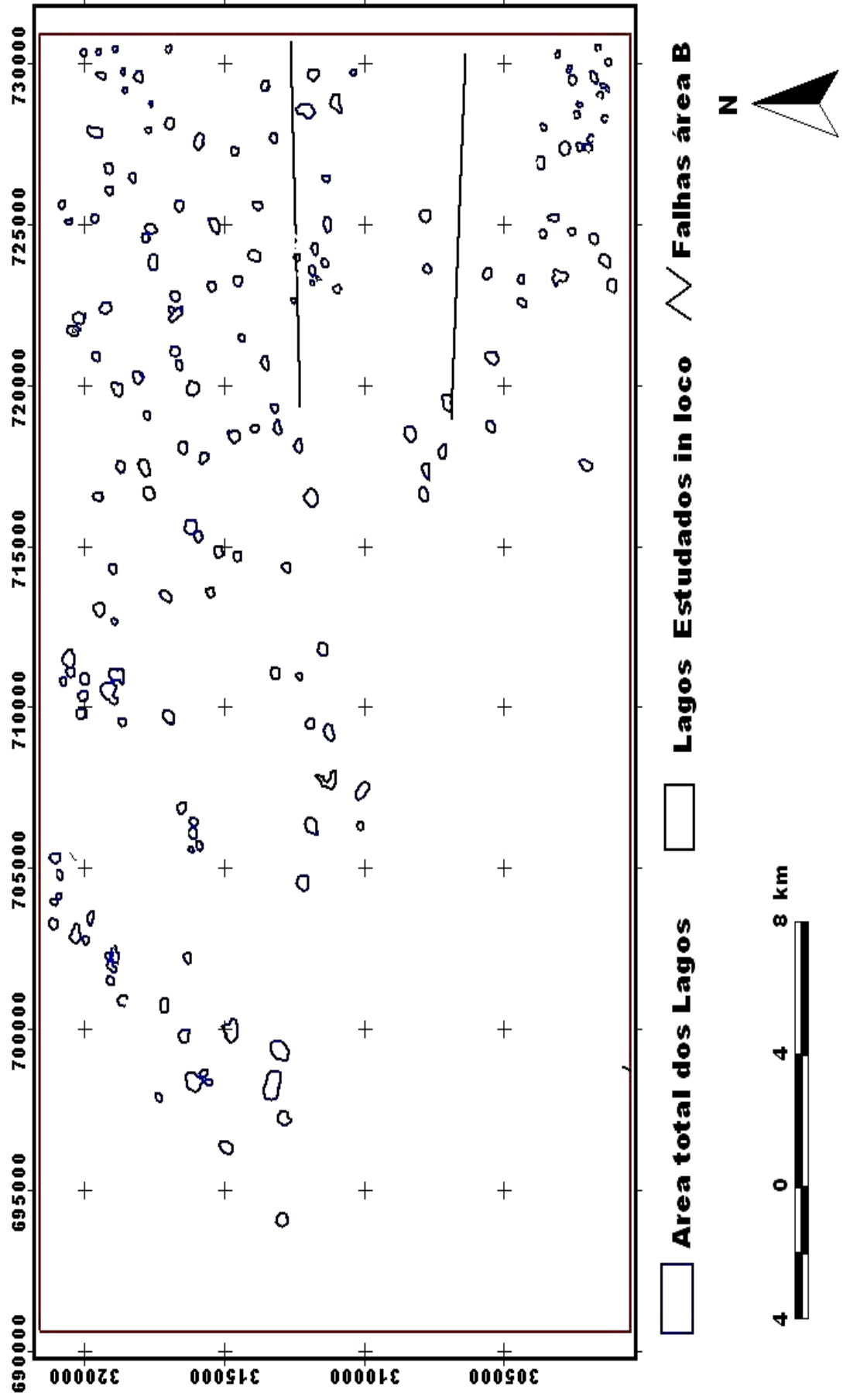


Figura 22: Direcionamento do alinhamento dos lagos da área B no município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.

Confirmando com Brasil (1975) o estado de moderação do relevo está relacionado aos inúmeros lagos que compõem essa baixa topografia. Esses lagos quando se unem para formar uma nova drenagem que tendem a transformá-las em áreas secas instalando-se assim uma rede fluvial organizada, ou seja, com a abertura da drenagem as áreas inundadas tornam-se secas.

Corroborando com Franco et al. (1975) o processo de abertura da drenagem é natural e é resultante da retomada de erosão holocênica. Os lagos vão se transformando em ovais e depois se incorporam a um curso de água, a erosão dos tesos se acentua e o entulhamento desses lagos é um processo natural. Na área A o relevo mostra ondulações mais acentuadas do que a área B que é representada por um relevo plano de fraca ondulação, possivelmente essa seja a causa de parte dos lagos perderem a água das suas depressões no período seco, estarem mais susceptíveis a erosão e serem mais rasos que os lagos da área A.

Na área A o relevo apresenta-se mais ondulado, com a presença de tesos e os lagos são mais profundos do que os da área B, no período seco permanecem com água em suas depressões o que configura lagos perenes.

O processo de cheia e seca de suas depressões facilita para que a sedimentação seja acelerada, devido à movimentação dinâmica da água durante esses estágios que se acentuam na área B onde o relevo apresenta uma forma mais plana, os lagos são mais rasos, e grande parte perde totalmente a água estocada em suas bacias, tornando-se círculos brejosos concêntricos (figura 23).



Figura 23: Aspectos da área B, município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, evidenciando a suave ondulação do relevo. 1: Lago B1. 2: Lago B2. 3: Lago B3 da área B. Março, período seco (2007). A seta indica a suave ondulação do relevo.

Devido essa área ser mais plana que a área A, pode ser que o processo de dissecação tenha sido mais intenso neste local.

Na área A o relevo apresenta ondulações mais acentuadas. Nas bordas dos lagos A1 A2 e A3 a maior declividade está relacionada ao relevo mais ondulado. Nessa área os lagos não perdem o volume total da água de suas bacias no período seco. Pode ser que o processo de dissecação do relevo nessa área seja mais lento e, portanto as depressões sejam maiores e mais profundas (figura 24).



Figura 24: Aspectos da área A, município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima, evidenciando a declividade local e ondulação do relevo nessa área. 1: Lago A1. 2: Lago A2. 3: Lago A3. Março, período seco (2007). A seta indica o declive do relevo.

Na área A praticamente todos os lagos estão interligados a rede de drenagem com os igarapés e brejos da região. São lagos que mantêm conexão com um ou dois canais de drenagem onde um canal pode estar alimentando o lago e o outro ser alimentado por ele e também fazem conexão com os brejos (figura 25). Devido a maior frequência de conexão dos lagos com a drenagem estar em dois canais, observa-se que o adensamento dos buritizeiros formando veredas.

Na área B os lagos estão interligados a rede de drenagem como os igarapés e campos brejosos da região, sofrendo coalescência no período chuvoso, apresentando também aqueles que ficam isolados no período seco (figura 26).

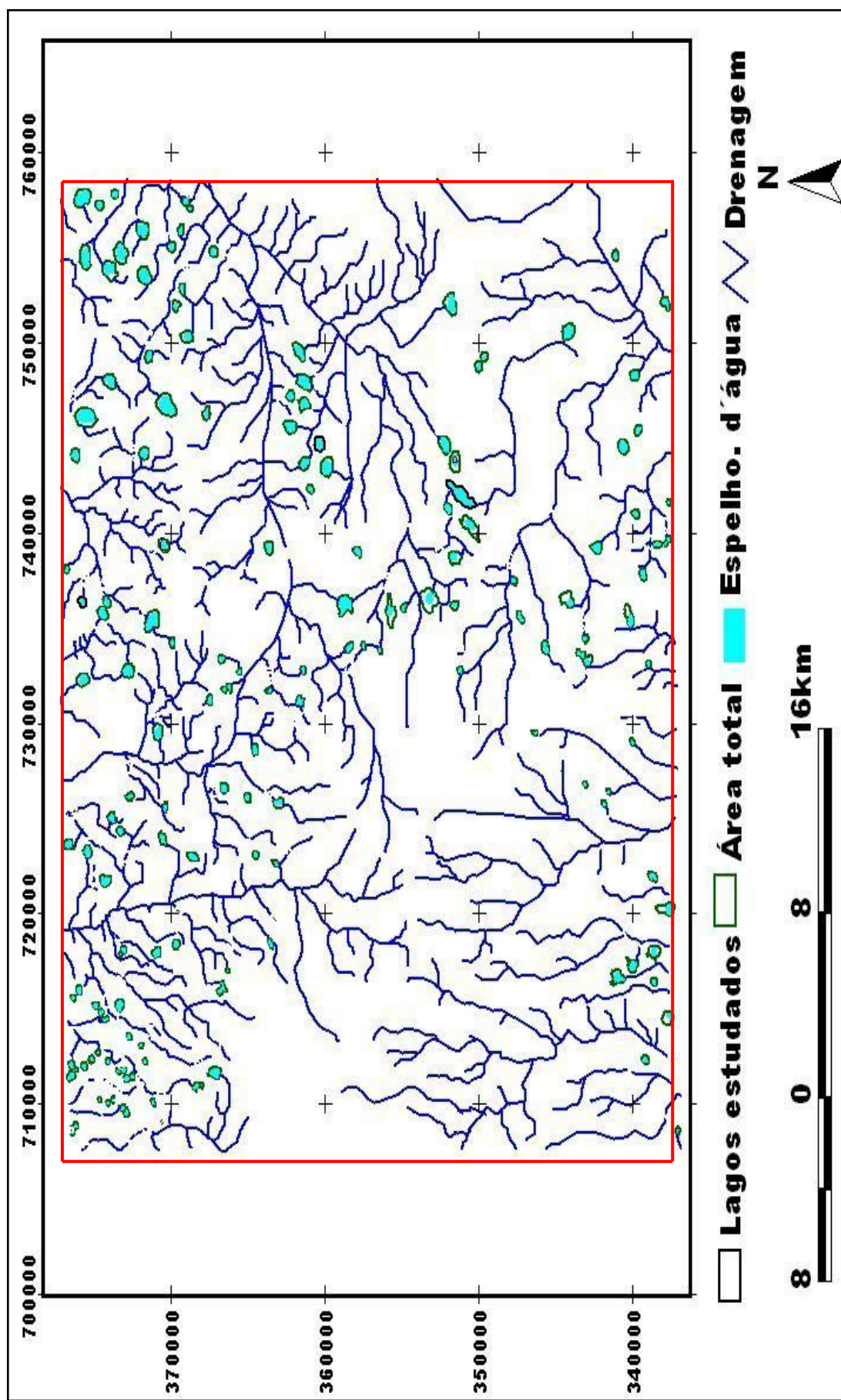


Figura 25: Forma de distribuição da drenagem e dos lagos na área A no município de Boa Vista, na região nordeste do Estado de Roraima.

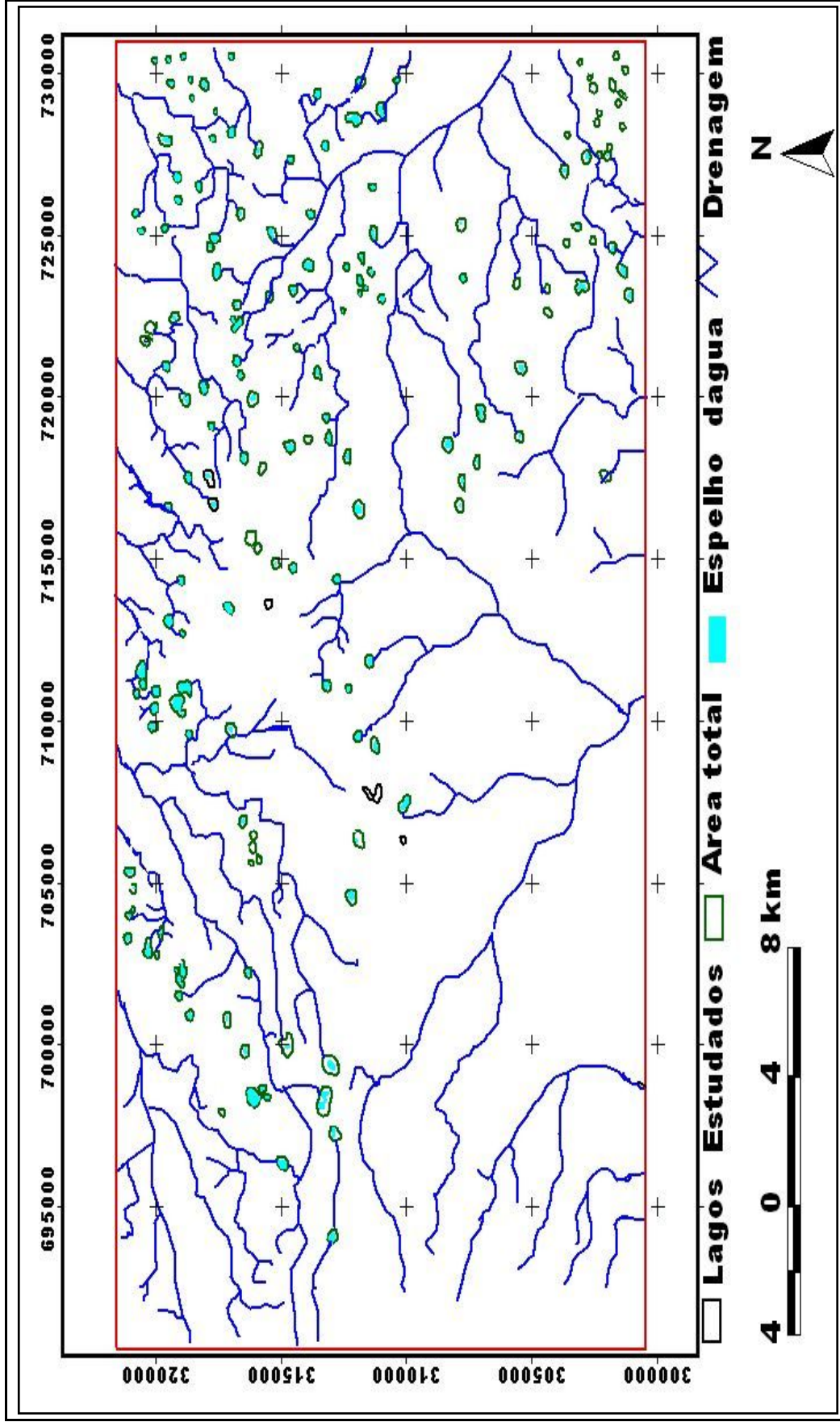


Figura 26: Forma de distribuição da drenagem e lagos na área B no município de Alto Alegre, na região nordeste do Estado de Roraima, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista .

Na área B os lagos também são formadores de drenagem que mantêm conexão com um canal de drenagem, com dois canais de drenagem e com os brejos. No período chuvoso, com as chuvas e o afloramento das águas do lençol freático, muitos lagos interligam-se entrando em coalescência formando um único sistema. Na área de estudo o relevo apresenta-se com suaves ondulações e essa configuração provavelmente facilita a coalescência desses corpos hídricos.(figura 26).

4.4.3 Pedologia

Na Área A e na Área B ocorrem em maior predominância os Latossolos e os Argissolos que Vale Júnior e Souza (2005) em seus estudos nas savanas de Roraima descrevem como solos profundos bem drenados, e bastante endurecidos durante o período seco, devido um horizonte coeso entre A e B. Quando a textura é argilosa os teores de argila é de 35 a 60% possuem textura média quando média os teores de argila são de 15 a 35%.

Na área A predominam os Latossolos Amarelos. Esses solos podem ser um dos fatores preponderante para que os lagos da área A permaneçam mesmo no período seco com bastante água em suas depressões, visto que existe um horizonte coeso entre os horizontes A e B que provavelmente dificulta a infiltração da água.

Na área B predominarem os Argissolos que possuem as mesmas características dos Latossolos, diferenciando-se pela presença de um horizonte B textural, que mantém o lençol freático suspenso. Alguns lagos dessa área perdem totalmente a água de suas depressões, provavelmente esta situação está condicionada as oscilações do lençol freático.

Meneses (2006) ratifica ao estudar os lagos nos arredores de Boa Vista afirmando que a ocorrência de lagos em ambiente baixo e plano das savanas está relacionada ao afloramento do lençol freático, que sazonalmente intercepta as depressões do terreno, ou aflora nas áreas planas da superfície, na forma de olhos d'água.

Por outro lado, foram observadas presenças de crostas lateríticas, que impermeabilizam o terreno, funcionando como camada que mantem a água dificultando sua percolação no solo e o encaixamento da drenagem.

Os terrenos lateríticos encontram-se associados a diversas unidades geológicas e, na área A, distribuem-se na forma de crostas, matacões e em exposições métricas, como observado nas proximidades da região do Taiano e em particular no interflúvio Rio Cauamé-Rio Uraricoera, dentre outras. Sua área de distribuição parece estar controlada tectonicamente, constituindo em alguns casos remanescentes erosionais das atuais drenagens instaladas na área (figura 27 e 28).



Figura 27: Lateritas em forma de tesos na Formação Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. Aspectos presentes na área A.



Figura 28: Presença dos remanescentes erosionais instalados nas áreas de drenagem na Formação Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima.

Os lateritos normalmente estão constituindo a superfície dos terrenos atuais, e se manifestam tanto por crostas ferruginosas ou ferroaluminosas, que Costa et al. (2005) afirma que se apresentam também como espessos pacotes de solos areno-

argilosos a concrecionários de cor amarela até vermelha (classificados normalmente como Latossolos ou Podzólicos Amarelos ou Vermelhos).

Nos interflúvios rebaixados, conforme o Instituto Brasileiro de Administração Municipal IBAM (2006) pequenas colinas (tesos) de topos convexos são por vezes sustentadas pelos remanescentes de crosta ferruginosas de pequena elevação em relação à base. Nas proximidades das elevações o relevo torna-se suavemente ondulado, delineando colinas de topos planos e extensos (figura 29).



Figura 29: Lateritos evidenciando a formação de terrenos na Formação Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima.

Conforme IBAM (2006) verifica-se que os perfis lateríticos estão parcialmente modificados pelos processos pedogenéticos, resultando em latossolos amarelados, bem como pelo ambiente hidromórfico (pequenas bacias lacustrinas).

Embora as crostas lateríticas possam conter muitas cavidades, Costa et al. (2005) em seus estudos na Amazônia concluiu que comportam-se como rochas de baixa permoporosidade proporcionando o acúmulo de água e conseqüente formação dos lagos.

A sedimentação lacustre de acordo com Latrubesse e Nelson (2001) apresenta registro de várias fases de preenchimento ao longo do tempo, sendo composta por intercalações decimétricas constituídas por material argiloso, areno-argiloso e concreções lateríticas, com eventual presença de intervalos ricos em matéria orgânica. Em estudos realizados nos lagos de Roraima, revelou-se uma história de evolução bastante semelhante aos demais depósitos lacustres estudados na Amazônia e na América do Sul tropical.

Na Amazônia Brasileira, Costa et al. (2005) encontrou inúmeras bacias lacustres ou lagos, formados sobre as crostas, que onduladas e abatidas, são e foram acumuladores preferenciais de águas pluviais e coletores de águas também fluviais.

Os lateritos da Amazônia, para Costa (1991) quase sempre apresentam algum tipo de cobertura. É provável que as rochas lateríticas mais antigas estejam camufladas por diversos tipos de coberturas. É provável também que os inúmeros lagos que compõem a área A estejam sobre os lateritos visto que há a presença desses corpos nas proximidades desses lagos e até mesmo a presença no interior do lago A3.

Esses lagos não perdem totalmente o volume de água estocada em suas depressões no período seco da região. Na área B os Lagos podem estar também sobre lateritos, mas a presença desses corpos não está em evidência e o fato de perderem totalmente a água estocada em suas depressões pode ser um indicador de que a pequena área de estudo que faz parte da Formação Boa Vista, os lateritos não estejam presentes.

4.4.4 Vegetação.

Na área A, a presença de macrofilas aquáticas que são os vegetais visíveis a olho nu com partes fotossinteticamente ativas permanentemente ou por diversos meses, conforme Iarng e Gastal Júnior (1996) é intensa, deixando transparecer apenas uma parte do espelho d'água onde se percebe que há maior profundidade,. Essa observação se torna mais presente no lago A3 que se encontra vegetado por aráceas, macrófitas emergentes (figura 30), e por ninfeáceas, macrófitas flutuantes, assim classificadas por Cordazzo e Seeliger (1995).

Há lagos onde as *ciperáceas* ocupam sua parte central e a presença do espelho d'água fica apenas no seu entorno, em outros, as *ciperáceas* se apresentam no entorno, ficando parte do espelho d'água somente na parte mais centralizada. As *ciperáceas* chegam a medir 1,5m a 2m de comprimento, colonizando as áreas que se adequam ao seu tamanho. Foi averiguado que nas partes mais profundas elas não se fazem presentes (figura 31). Quando há presença de *ninfeáceas*, estão

sempre próximas às margens, são sempre de pequeno porte, chegando a medir de 5 cm a 10 cm na área B.

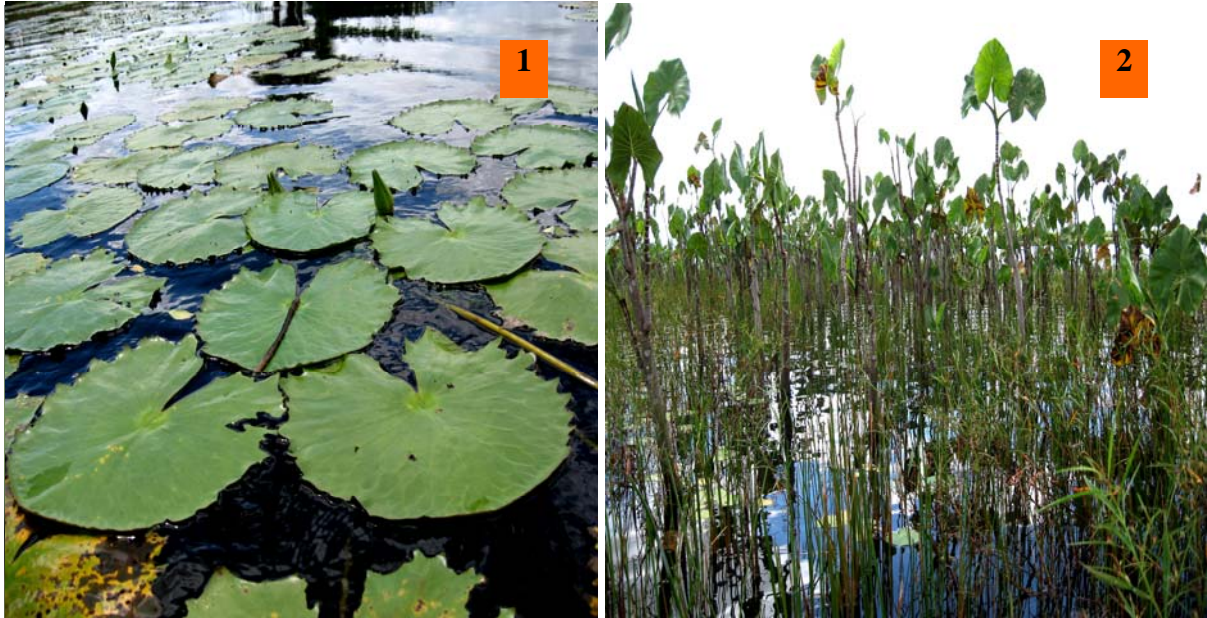


Figura 30: Vegetação presente nos lagos da área A, no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. 1: Presenças ninfeáceas. 2: Presença de aráceas.



Figura 31: Vegetação presente nos lagos da área A, no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. 1: Presença de ciperáceas no interior dos lagos. 2: Presença de ninfeáceas próximas às margens. Período chuvoso. Julho de 2007.

Tanto as aráceas, as ciperáceas e as ninfeáceas, macrófitas aquáticas enraizadas no fundo do lago, são freqüentes nos lagos A1 A2 e A3, chegam a medir 1,5 m a 2 m de altura quando atinge o clímax.

No lago A1 ocorre a presença de macrófitas mortas, depositadas no fundo do lago de forma bem acentuada no período seco e não possui a presença de aráceas e de *mauritia flexuosa* (buritis) ao seu redor. No período chuvoso nesse mesmo lago aparecem macrófitas flutuantes com flores amarelas que embelezam o local são as onograceáceas que dificultam muitas vezes a circulação da água. A presença de animais aquáticos é bem nítida, como jacarés, peixes e segundo relato de moradores da proximidade, há cobras grandes nesses lagos (figura 32).



Figura 32: Lago A1 da área A no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima. 1: Presença de macrófitas flutuantes, as onograceáceas no período seco março (2007), sedimentam no fundo do lago. 2: No período chuvoso, julho (2007) embelezam a área com flores amarelas.

Na área B há lagos onde as *ciperáceas* ocupam sua parte central e a presença do espelho d'água fica apenas no seu entorno, em outros, as *ciperáceas* se apresentam no entorno, ficando parte do espelho d'água somente na parte mais centralizada. Foi averiguado que nas partes mais profundas elas não se fazem presentes (figura 33). Quando há presença de *ninfeáceas*, estão sempre próximas às margens, são sempre de pequeno porte, chegando a medir de 5 cm a 10 cm.

Foi observado que os lagos da área B apresentam no período chuvoso, apenas um pequeno espelho d'água sem vegetação, a maior parte do espelho é povoado por *ciperáceas* que são exuberantes neste período.



Figura 33: Forma de distribuição da vegetação nos lagos da área B, no município de Alto Alegre, com uma pequena porção leste no município de Boa Vista na região nordeste do Estado de Roraima, apresentando ciperáceas no centro e no entorno do lago. Período seco dezembro (2006).

a) Vegetação presente no entorno dos lagos.

No entorno dos lagos da área A ocorre a presença das ciperáceas terrestres que apesar de cortantes serve de comida para o gado, essa vegetação apresenta-se sempre nos locais mais altos nas margens do lago A1 da área A. Ocorre também a presença da mauritia flexuosa (buriti), que circunda o lago, como também as outras vegetações acima citadas (figura 34).

No entorno dos lagos da área B, a vegetação é composta por um tipo de ciperácea terrestre, gramíneas, as poáceas que formam o extrato graminoso, ocorrendo também as apiáceas e as malpighiáceas, mas com uma frequência baixa. (figura 35). Na área B as *ciperáceas* que são macrófitas aquáticas emergentes, estão sempre presentes, chegando às vezes a preencher em alguns casos grande parte da depressão.

Nos lagos da área B, estudados *in loco*, não foi encontrada a presença da Mauritia Flexuosa, nas proximidades nem nas margens dos lagos. Provavelmente o

ambiente não é adequado para esse tipo de vegetação. Predomina no local somente a presença de uma vegetação rasteira e esporadicamente alguns arbustos.



Figura 34: Vegetação do entorno dos lagos da área A., no município de Boa Vista, região nordeste do Estado de Roraima 1: ciperáceas 2: mauritia flexuosa (buriti).



Figura 35: Vegetação mais freqüente no entorno dos lagos da área B. 1: malpighiáceas 2: apiáceas 3: poáceas. Figura 1 e 2, adaptadas de Menezes (2006).

Nos lagos da área A, a vegetação de macrófitas está presente, em maior exuberância. No lago A3 que possui 3,15 m de profundidade no período chuvoso e no período seco possui uma média de 1,28 m de profundidade.

O lago A2 que se encontrava tomado pela vegetação tanto no período seco como no período chuvoso principalmente pelas *ciperáceas*. As *ninfeáceas* e as *aráceas* aparecem em pequeno percentual em bancos no interior do lago.

Já o lago A1 que possui profundidade 3,05 m no período seco e 2,02 m, aparecem apenas as *ciperáceas*, as *ninfeáceas* em pequena quantidade próximo às margens. No período chuvoso surgem as *onograceaceas* macrófitas flutuantes que morrem no período seco e sedimentam no fundo do lago.

Nos lagos da área B, a vegetação de macrófitas também está presente de forma pouco diversificada. No lago B 4 que possui profundidade máxima de 2.26 m no período chuvoso é vegetado praticamente por *ciperáceas* no seu interior. As *ninfeáceas* se apresentam de forma rarefeita e de com tamanho pequeno, medindo por volta de 10 cm. No período seco esse lago se encontra totalmente seco então a vegetação perece.

O lago B3 que possui profundidade de 1,77 m no período chuvoso apresenta-se bastante vegetado nas margens e também no seu interior, mas com o predomínio das *ciperáceas*. No período seco, esse lago perde totalmente seu espelho d'água configurando-se em um lago temporário.

O lago B1 possui profundidade de 1,76 no período chuvoso, no período seco, esse lago contém abundância de vegetação no período, Já no período chuvoso estava encharcado em forma de pântano com a vegetação morrendo.

A partir de pesquisas realizadas *in loco*, averiguou-se que quanto menor a profundidade dos lagos, maior é a quantidade de vegetação presente nesses ambientes. Os lagos de maior profundidade apresentaram um espelho d'água com vegetação presente em maior quantidade nas margens.

Portanto, os lagos de menor profundidade são os que apresentam a maior quantidade de vegetação aquática, especificamente as macrófitas, onde nos lagos da área B, as *ciperáceas* têm grande representatividade. Nos lagos da área A devido ao fato de serem mais profundos, a vegetação, da qual as *aráceas* são abundantes, apresenta-se principalmente nas margens, nos locais de menor profundidade.

5 CONCLUSÕES

Os lagos das áreas A e B apresentam morfologias circular, subcircular e subretangular, sendo assim classificados de acordo com o índice de desenvolvimento da margem. Apresentam perímetros que variam de 0,01 km² a 5,65 km², com profundidades que variam de 1,72 m a 3,15 m de profundidade máxima.

Na área A, foram estudados 155 lagos e todos permaneceram com água em suas depressões. Esses lagos em geral estão ligados a um ou dois canais de drenagem e com os brejos.

Na área B, foram estudados 167 lagos, sendo que alguns desses lagos são sazonais, ou seja, o espelho d'água geralmente surge no período chuvoso e desaparece no período seco, ficando somente a depressão exposta. Outros simplesmente reduzem o volume d'água no período seco e aumentam no período chuvoso.

Os lagos da área A estão distribuídos de forma que se percebe o direcionamento NE-SW. Há a presença de falhas nessa região, portanto esses lagos podem estar sob influência dessas falhas..

No que se diz respeito à forma de distribuição dos lagos da área B, podem estar sobre a influência das falhas com direcionamento L-W que se apresentam na área.

Quanto ao volume de água estocada nos lagos das áreas A e B, há mudanças significativas entre o período seco e o período chuvoso. Mas quando se calcula a densidade lacustre se vê que esses lagos representam muito pouco da área total selecionada.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. A Formação Boa Vista: O significado geomorfológico e geocológico no contexto do relevo de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLON, E.G. (Ed). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p.267-293.

AMBIENTAL BRASIL. **Impactos Recuperação e Conservação de Ecossistemas Aquáticos**. Disponível em: < http://www.ambientebrasil.com.br/artigos/eco_aquáticos>. Acesso em: 16 de maio 2007.

ARCIFA, M. S; MESCHIAT, A. J. GOMES, E. A. T. Thermal regime and stability of atropical shallow reservoir: Lake Monte Alegre, Brazil. **Rev.Hydrobiol. Trop., Bondy**, v. 23, n. 4, p. 271-281, maio 1990.

AWULACHEW, S, B. Investigation of physical and bathymetric characteristics of Lakes Abaya and Chamo, Ethiopia, and their management implications. **Lakes & Reservoirs: Research and Management**. v, 11, n. 1, p.133 – 140. Campinas, 2006.

BARBIERI, M. **Mudanças paleoambientais da região dos cerrados do Planalto Central durante o Quaternário Tardio**: o estudo da Lagoa Bonita/DF. São Paulo, 2001. 171 f. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo.

BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomia e Diversidade Vegetal das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; XAUD, H. A. M; COSTA E SOUSA, J. M. (Ed). **Savanas de Roraima**: Etnografia, Biodiversidade e Potencialidades Agropastoris., Boa Vista: FEMACT , 2005. p.61-77.

BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLON, E.G. (Ed). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p.267-293.

BERNER, E. K.; BERNER, R. A. **Global Environment**. New Jersey: Prentice Hall, 1996.

BEZERRA NETO, J, F.; COELHO PINTO, R. M. A morfometria e o Estado Trófico de um reservatório urbano: Lagoa do Nado, Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais. **Rev. Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 2, p. 285 – 290, março, 2002.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. , SANTOS, G. F. **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994. 425 p.

BRASIL. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1999. 396 p.

BRASIL,. Serviço geológico do Brasil. Superintendência Regional de Manaus. Programa levantamentos geológico do Brasil. **Roraima Central**, Folhas NA. 20- X-B e NA. 20- X-D (inteiras), NA. 20- X-A, NA. 20- X-C, NA. 21- V-A e NA. 21- V-C (parciais). Brasília: CPRM, 2000. 1 CD-ROM.

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

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Manual técnico de pedologia**. 2.ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2005. 300 p.

BRAZ, M. J. C. **A eutrofização dos Sistemas aquáticos**. Disponível em: <<http://www.naturlink.pt/canais/Artigo.>>. Acesso em: 14 maio 2007.

CARLSON, R. E. A trophic index for lakes. **Limnol. Oceanogr. Waco**, São Paulo, v. 22 n.1, p. 361-369, jul.1977.

CORDAZZO, C.V.; SEELIGER, U. **Guia ilustrado da vegetação costeira no extremo sul do Brasil**. Rio Grande: FURG, 1995.

COSTA, M.L. Aspectos Geológicos dos Lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.21, n.2, p. 146 – 160, jun. 1991.

COSTA, J.B.S.; BEMERGUY, R.L; HASUI, Y; BORGES, M.S; FERREIRA Jr., C.R.P; BEZERRA, P.E.L; COSTA, M.L; FERNANDES, J.M.G. Neotectônica da região Amazônica: aspectos tectônicos, geomorfológicos e deposicionais. **Geonomos** Revista de Geociências, Belo Horizonte, v.4, n-2, p.23-44, 1996.

COSTA, J.B.S; COSTA, J.A.V. O quadro neotectônico da região nordeste do Estado de Roraima. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 5, 1996, Belém. **Resumos Expandidos...** Belém: SBG-NN, 1996. p. 284 - 286.

COSTA, J.A.V. **Tectônica da Região Nordeste de Roraima**. Belém, 1999. 315f. Tese (Doutorado em Geologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.

COSTA, M.L.; BEHLING H., BERREDO J.F., CARMO M.S., SIQUEIRA N.V.M. Mineralogical, geochemical and palynological studies of Late Holocene Mangrove sediments from Northeastern Pará State, Brazil. **Revista Brasileira de Geociências**, São Paulo, v.4, n.34, p. 479-488, maio 2004.

COSTA, M.L., CARMO, M. S., BEHLING, H. Mineralogia e Geoquímica de Sedimentos Lacustres na Amazônia Brasileira. **Revista Brasileira de Geociências**, Belém, v.2, n.35, p. 165 – 176. junho.2005.

CHRISTOFOLETI, A. **Geomorfologia fluvial**. São Paulo: Edgard Blücher, 1981. 313p.

CORRÊA, P. R. S; PERES, R. N; SOUZA, L. F. P. Levantamento Exploratório de Solos. . In: BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL** Folha NA. 20. Boa Vista e parte das Folhas NA. 21 Tumucumaque, NB. 20 Roraima e .NB. 21. Rio de Janeiro: DNPM, 1975. p.203 a 262.

CUNHA, S. B. da. Geomorfologia Fluvial. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. **Geomorfologia: Uma Atualização de Base e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994. p. 211-252.

EIRAS, J. F; KINOSHITA, E. M. Evidências de Movimentos Transcorrentes na Bacia do Tacutu. **Boletim de Geociências**. Petrobrás, Rio de Janeiro, v.2, n.24, p. 193-208, 1988.

ESTEVES, F.A. de. **Fundamentos de Liminologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.

EVANGELISTA, R. A. (coord.). O. Monitoramento da qualidade das águas do Estado de Roraima, plano piloto1: município de Alto Alegre, Bom Vista, Cantá, Iracema, e Mucajaí. **Relatório Técnico Final**. Boa Vista – RR, 2006.

FABRÉ, N. N.; SOUZA, N. S.; ALONSO, J. C.; NINA N. C. S. Liminologia. In: CPRM. **Zoneamento Ecológico Econômico da Região Central do estado de Roraima**, Brasília: CPRM, 2002.1 CD-ROM.

FILHO, P. W. M. S.; QUADROS, M. L. E. S; SCANDOLARA, J. E.; SILVA FILHO, E. P. S; REIA, M. R. Compartimentação Morfoestrutural e Neotectônica do Sistema Fluvial-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia-Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, Belo Horizonte v.4, n.29, p.459-476, set. 1999.

FRANCO, E.M. S; DEL'ARCO, J. O; RIVETTI, M. Geomorfologia. In: BRASIL. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha NA. 20. Boa Vista e parte das Folhas NA. 21 Tumucumaque, NB. 20 Roraima e NB. 21. Rio de Janeiro: DNPM, 1975. v.8, p.137 - 180.

FRANCISCON, C. H. Flora. In: CPRM. **Zoneamento Ecológico Econômico da Região Central do estado de Roraima**. Brasília: CPRM, 2002. 1 CD-ROM.

GATTO, L.C.S. Relevo. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Norte**, Rio de Janeiro: IBGE, 1991. v.3, p. 47-60.

GUERRA, A.T. **Novo Dicionário Geológico - Geomorfológico**. 8.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1993. v.5

HARVEY, M. A.; WIGAND, P. E.; WELLS, S. G; WELLS S. G. Response of alluvial fan systems to the late Pleistocene to Holocene climatic transition: contrasts between the margins of pluvial Lakes Lahontan and Mojave, Nevada and California, USA. **Rev. Catena**, Amsterdam, v. 36, p, 255 – 281, Mar. 1999.

HUTUSHIKA, R. S.; MELLO, C. L.; SILVA, R. V.; COSTA. C. **Aspectos da Sedimentação Quaternária no Lago Juparanã (E S) com Base em Levantamentos Sísmicos de Alta Resolução**. Disponível em: <<http://www.abequa2005.geologia.ufrij>>. Acesso em: 13 maio 2007.

IBAM – Instituto Brasileiro de Administração Municipal. **Relatório técnico de geologia e geomorfologia como subsidio ao plano diretor do município de Boa Vista**. Boa Vista: IBAM, 2006. 3 CD-ROM.

IRGANG, B. E; GASTAL JÚNIOR, C. V. S. **Macrófitas aquáticas da planície costeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Botânica UFRGS, 1996. 290p.

JUNK, W.J. As águas da Região Amazônica. In: SALATI, E.; JUNK, W.J; SHUBART, H. O. R; OLIVEIRA, E. **Amazônia; Desenvolvimento, Integração e Ecologia**. São Paulo: Brasiliense, 1983. p.45-100.

JURADO, M.C. **Morfometría de lagos una aplicación a los lagos del Pirineo.** Barcelona, 1992. 286f. Tese (Doutorado em Biología) – Departamento de Ecologia, Universidade de Barcelona.

KEVIN J. E.; GRAEME W. Lake Sediments, erosion and landscape change during the Holocene in Britain and Ireland. **Rev. Catena**, Amsterdam, v. 42, n.2, p.143 – 173. Abril 2001.

LABOURIAU, M. L. S. **História Ecológica da Terra.** 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1994. 307p.

LATRUBESSE, E. M.; NELSON, B. W. Evidence for Late Quaternary Aeolian Activity in the Roraima–Guyana Region. **Rev. Catena**, Amsterdam, v. 43, n.3, p. 63-80, fev.2001.

LEWIS JÚNIOR, W. M. Basis for the protection and management of tropical lakes. **Lakes e Reservoirs: Reserch and Management.** Eldorado, v.5, n. 32, p. 35-48, out. 2000.

LOPES, E. S. Hidroclimatologia. In: CPRM. **Zoneamento Ecológico Econômico da Região Central do estado de Roraima.** Brasília: CPRM, 2002. 1CD ROM

MATA C. L; GONÇALVES, M. D; PEREIRA, S. R. L; AGUIAR, V. G. Morfometria do Sistema Lacustre do rio Araguaia entre Aruanã – GO e Cocalinho – MT. In: ENCONTRO REGIONAL DE GEOGRAFIA, NOVAS TERRITORIALIDADES - INTEGRAÇÃO E REDEFINIÇÃO REGIONAL, 9, 2005, Porto Nacional. **Anais....** Porto Nacional: EREGU, 2005. p. 489 p. p. 45-53.

MELO V.F.; VALE JÚNIOR, J.F.; SCHAEFER, C.E.G.R. Solos de Roraima. **Ação Ambiental**, Viçosa, v. 8, n. 32, p.24-27, jul-ago, 2005.

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.** Belém, 2000. 117f. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Petrologia) - Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará.

MORAIS, R. P.; OLIVEIRA, L. G.; LATRUBESSE, E.M., PINHEIRO, R. C. D. Morfometria de Sistemas Lacustres da planície aluvial do Médio rio Araguaia. **Rev. Acta Sci. Biol. Sci.** Maringá, v.27, n.3, p.203- 213, Jul-Set, 2005.

NUNES, F. G.; RIBEIRO, N. C.; FIORI, A. P. Propriedades Morfométricas e Aspectos Físicos da bacia Hidrográfica do Rio Atuba: Curitiba – Paraná. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFGO, 2006. 316p. p. 235-248.

PANOSSO, R.F. Morfometria das lagoas Imboasi, Cabiúnas, Compridas e Carapebus: Implicações para o seu funcionamento e manejo. In: ESTEVES, F.A. (Ed.). **Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé** (RJ). Rio de Janeiro: UFRJ, 1998, p. 44-47.

PEREIRA, J. B. S; ALMEIDA, J. R. Biogeografia e Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S. B. (Org). **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, p. 195-247.

REIS, N.J.; FARIA, M.S.G. ; MAIA, M. A. M. O Quadro Cenozóico da Porção Norte-Oriental do Estado de Roraima. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DA AMAZÔNIA, 7, 2001, Belém. **Anais...** Belém: SBG, 2001. 452 p. p. 44-47.

SANTOS, A. M; BURJACK, M. I. A. Análise do desempenho do Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres (CBERS 2) na determinação de morfologia de Sistemas Lacustres da Planície do médio rio Araguaia entre Bandeirantes e Luiz Alves. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 8, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2006. 1.200p. p.1079-1086.

SCHÄFER, A. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas continentais**. Porto Alegre: UFRGS, 1984. 532 p.

SCHAEFER, C.E.R. **Ambientes no Nordeste de Roraima: solos, palinologia e implicações paleoclimáticas**. Viçosa, 1991. 108 f. Dissertação (Mestrado em Solos) - Universidade Federal de Viçosa.

SCHAEFER, C.R., VALE JÚNIOR, J.V. Mudanças Climáticas e Evolução da Paisagem em Roraima: Uma Resenha do Cretáceo ao Recente In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E.J.G.; CASTELLÓN, E.G. (Ed). **Homem Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA 1997.p. 232-261.

SILVA, E; SILVA, S. Vegetação e 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. 401-415.

SOARES, A. P; SOARES CÉSAR, P; ASSINE, M. L. Areias e lagoas do Pantanal, Brasil: Herança Paleoclimáticas? **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v.33, n.2. p.211-224, out. 2001.

SOUZA FILHO, P.W. M; QUADROS, M. L. E. S; SCANDOLARA, J. E; SILVA FILHO, E.P; REIS, M.R. Compartimentação morfoestrutural e neotectônica do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia-Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**. São Paulo, v.29, n.4, p. 469-476, dez. 1999.

SIMÕES, FILHO, S. F; TURQ, B; CARNEIRO FILHO, A.C; SOUZA, A. G. Registros Sedimentares de Lagos e Brejos dos Campos de Roraima : Implicações Paleambientais ao Longo do Holoceno In: BARBOSA, R.I.; FERREIRA, E .J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Ed). **Homem Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA. 1997.p.296-305.

SPERLING, E.V. **Introdução da Qualidade das águas de esgotos**. DESA – UFMG, 1998. Disponível em < <http://www.etg.ufmg.br/tim1/eutrofiz.doc> > .Acesso em: 16 maio 2007.

SPERLING, E.V. **Morfologia de lagos e represas**. Belo Horizonte: DESA7 UFMG, 1999.138p.

SUCUPIRA, P. A. P.; PINHEIRO, I. S.; ROSA, M. F. Caracterização Morfométrica do Médio e Baixo Curso do Rio Acaraú – Ceará – Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFGO, 2006. 316 p. p. 256-267 .

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 400 p.

TIMMS, B.V. **Lakes Geomorphology**. Austrália: Gleneagles Agency, 1992.

VALE JUNIOR, J. F. **Pedogênese e Alteração dos Solos Sob Manejo Itinerante, em Áreas de Rochas Vulcânicas Ácidas e Básicas no Nordeste de Roraima**. Viçosa, 2000. 185f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa.

VALE JUNIOR, J. F; SOUSA, M. I. L. Caracterização e Distribuição dos Solos das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; XAUD, H. A. M; COSTA E SOUSA, J. M. (Ed). **Savanas de Roraima: Etnografia, Biodiversidade e Potencialidades Agropastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005. p. 61-77.

VELOSO, H. P.; GOES-FILHO, L.; LEITE, P. F.; BARROS-SILVA, S.; FERREIRA, H.C. LOUREIRO, R.L.; TEREZO, E.F.M. As regiões fitogeográficas, sua natureza e seus recursos econômicos. Estudos fitogeográficos. In: Brasil. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha NA - 20 Boa Vista e Parte das Folhas NA. 21 Tumucumaque, NB. 20 Roraima e NB. 21. Rio de Janeiro. DNPM, 1975. v.8, p. 307-406.

VICENS, R. S., MARQUES, J. S. Características Morfométricas e suas Relações com a Hidrologia de Bacias Hidrográficas de Tabuleiros Costeiros no nordeste do Espírito Santo, Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6, 2006, Goiânia. **Anais...** Goiania: UFGO, 2006. 316 p. p. 285-297.

ZACHARIAS. L; BERTACHAS, I; SKOULIKIDIS, N; KOUSSOUI, T. Greek lakes: Limnological overview. **Lakes e Reservoirs: Reserch an Management**. Campinas. v.7, n.32, p. 55-62, jul. 2002.