



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

ANTONIO PEDRO RODRIGUES DOS SANTOS NETO

**ANÁLISE HIDROGEOMORFOLÓGICA DA DINÂMICA DAS BACIAS DOS
IGARAPÉS FRASCO E AUAÍ GRANDE NO PERÍMETRO DA ÁREA
CONSOLIDADA E DE EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR,
A PARTIR DO USO DE GEOTECNOLOGIAS.**

BOA VISTA, RR
2014

ANTONIO PEDRO RODRIGUES DOS SANTOS NETO

**ANÁLISE HIDROGEOMORFOLÓGICA DA DINÂMICA DAS BACIAS DOS
IGARAPÉS FRASCO E AUAÍ GRANDE NO PERÍMETRO DA ÁREA
CONSOLIDADA E DE EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR,
A PARTIR DO USO DE GEOTECNOLOGIAS.**

Dissertação de Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geografia. Linha de Pesquisa: Dinâmica da Paisagem Amazônica.

Orientador: Prof^o. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior.

Co-orientador: Prof^o. Dr. Vladimir de Souza

BOA VISTA, RR

2014

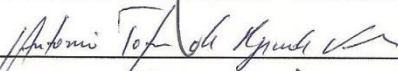
ANTÔNIO PEDRO RODRIGUES DOS SANTOS

ANÁLISE HIDROGEOMORFOLÓGICA DA DINÂMICA DAS BACIAS DOS IGARAPÉS
FRASCO E AUAÍ GRANDE NO PERÍMETRO DA ÁREA CONSOLIDADA E DE
EXPANSÃO URBANA NO MUNICÍPIO DE BOA VISTA-RR, A PARTIR DO USO DE
GEOTECNOLOGIAS

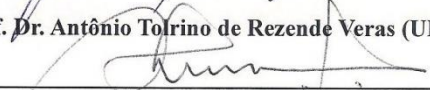
Dissertação apresentada como pré-requisito
para conclusão do Curso de Mestrado do
Programa de Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Roraima. Área de
concentração: Dinâmica da Paisagem
Amazônica. Defendida em 27 de março de
2014 e avaliada pela seguinte banca:



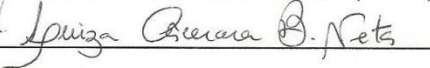
Prof. Dr. Stélio Soares Tavares Júnior – Orientador (UFRR)



Prof. Dr. Antônio Tolrino de Rezende Veras (UFRR)



Prof. Dr. Arnaldo Yoso Sakamoto (UFMS)



Prof. Dr. Luiza Câmara Beserra Neta (UFRR)

Aos meus pais e avós: Florêncio, Maria e
avós Antonio Pedro e Liduina e a meus
filhos João, Eduardo e Inaira, que me
deram forças para trilhar e
vencer as dificuldades.

AGRADECIMENTOS

Este estudo reúne contribuições diretas e indiretas de grande número de pessoas. Por esta razão, manifesto meu profundo agradecimento a todos!

A CPRM representada pelo Chefe do Núcleo de apoio de Roraima Jean Flávio Cavalcante de Oliveira que nos ajudou na realização das análises em campo.

A coordenação do mestrado do PPGGEO em nome dos coordenadores Prof^a Luiza Camara Beserra Neta, Prof^o Stélio Soares Tavares Júnior e os secretários Pedro e Otomar.

À meu orientador, Prof^o Stélio Soares Tavares Júnior e Co-orientador Vladimir de Souza, por me guiarem dedicando esforço e tempo no desenvolvimento e conclusão deste estudo.

Aos professores do Curso de Mestrado em Geografia da UFRR, pelos valiosos ensinamentos.

Agradeço a Deus, pela inspiração, refúgio e fortaleza.

As minhas amigas e companheiras de mestrado Ana Sibelonia e Maria Valdira que estiveram comigo ajudando e incentivando de forma incondicional para finalização deste trabalho. Aos meus filhos, pais e amigos, que sempre me apoiaram incondicionalmente.

Nas grandes batalhas da vida,
o primeiro passo para
a vitória é o desejo
de vencer.
(Mahatma Gandhi)

RESUMO

A paisagem natural que abriga os corpos hídricos no município de Boa Vista, tem sido no decorrer dos anos afetada pela expansão urbana que avança sobre limites naturais das bacias de vários igarapés. Neste contexto, este estudo objetivou analisar a dinâmica hidrogeomorfológica das bacias dos igarapés Frasco e Auaí Grande no perímetro da área consolidada e de expansão urbana, a partir do uso de geotecnologias no município de Boa Vista-RR. Para tanto foram realizadas revisão bibliográfica, trabalho em campo, caracterização hidrogeomorfológica, parâmetros morfométricos e análise físico-química da água. As bacias dos igarapés apresentam formas goticulares, circulares, elipsoidais e geminadas, alimentados por nascentes. As altitudes nessa área variam de 67 a 85 m, e as declividades oscilam de 3° a 45°. Os resultados da análise interpretativa das imagens e parâmetros físico-químicos, demonstraram que as bacias apresentam padrões normais de pH, condutividade elétrica e turbidez de acordo com a recomendação estabelecida pelo CONAMA 375/05, as águas com temperaturas entre 30 e 33 °C refletem as condições térmicas típicas do clima da região (AWi na classificação de Koppen). O avanço da expansão urbana no decorrer dos anos tem invadido os limites naturais das bacias de diversos igarapés para dar lugar à construção de casas, ruas e obras de saneamento básico. Assim, os resultados obtidos mostram a necessidade de implementação de ações conjuntas do poder público para inibir a ocupação dos limites das bacias e conseqüentemente o desaparecimento desses corpos hídricos.

Palavras Chave: Expansão Urbana. Boa Vista. Hidrogeomorfologia. Geotecnologias.

ABSTRACT

The natural landscape that houses the water bodies in Boa Vista, has over the years been affected by urban sprawl advancing on natural boundaries of watersheds of various streams. In this context, this study aimed to analyze hydrogeomorphological dynamics of the basins of creeks Frasco and Auaí Grande in the perimeter of the consolidated area and of the urban expansion, from the use of geotechnology in Boa Vista-RR. For this literature review, were performed: fieldwork, hydrogeomorphological characterization, morphometric parameters and physico-chemical analysis of the water. The basins of the streams have droplets, circular, ellipsoidal and terraced formats, fed by springs. The elevations in this area range 67-85 m, and the slopes range from 3 ° to 45 °. The results of the interpretative analysis of images and physico-chemical parameters showed that the basins have normal patterns of pH, electrical conductivity and turbidity in accordance with the recommendation established by CONAMA 375 / 05, the waters with temperatures between 30 and 33 ° C reflect the typical thermal conditions of the regional climate (AWI in the classification of Koppen). The advancement of urban expansion over the years has invaded the natural boundaries of watersheds of various streams to make way for construction of houses, streets and sanitation works. Thus, our results demonstrate the need for implementation of joint actions of government to inhibit the occupancy limits of the basin and consequently the disappearance of these water bodies.

Keywords : Urban Sprawl. Boa Vista. Hidrogeomorphology. Geotechnology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

TABELAS

Tabela 1 - Principais Características das imagens ópticas utilizadas.....	48
Tabela 2 - Valores de OIF obtidos para a cena - 232/057 do sensor OLI	51

FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da interação do termo Hidrogeomorfologia.....	18
Figura 2 - Localização da área de estudo Município de Boa Vista-RR.....	38
Figura 3 - Serra Nova Olinda a oeste da cidade de Boa Vista.....	40
Figura 4 - Latossolo vermelho e vermelho-amarelo predominante na região de Boa Vista-RR.....	41
Figura 5 - Vegetação predominante do pediplano presença de veredas de buritizais (<i>mauritia flexuosa</i>) e gramíneas.....	42
Figura 6 - Procedimentos de análise em trabalho prático de campo.....	55
Figura 7 - Fluxograma com os procedimentos metodológicos aplicados na execução da pesquisa.....	56
Figura 8 - Mapa Hipsométrico da área de estudo Município de Boa Vista-RR, destacando o interflúvio entre as bacias do igarapé Frasco e Auai Grande.....	58
Figura 9 - Mapa hipsométrico da área de estudo Município de Boa Vista-RR.....	60
Figura 10 - Mapa de Declividade da área de estudo Município de Boa Vista-RR, mostrando as variações do relevo nas bacias do Igarapé Frasco e Auai Grande.....	61
Figura 11 - Modelo tridimensional (3D) referente aos níveis altimétricos da bacia do Igarapé Frasco.....	62
Figura 12 - Modelo tridimensional (3D) referente aos níveis altimétricos da bacia do Igarapé Auai Grande.....	63
Figura 13 - Visão panorâmica do lago do Sulivam.....	64
Figura 14 - Visão panorâmica do lago da Base Aérea.....	65
Figura 15 - Igarapé frasco canal - resíduos de lixo doméstico.....	66
Figura 16 - Nascente do igarapé Auai Grande - conjunto cidadão.....	67
Figura 17 - Imagem comparativa da expansão urbana em Boa Vista, 1985 -2013.....	68
Figura 18 A - Imagem do Igarapé Frasco - Destacando os pontos de análise físico-química da água.....	71

Figura 18 B - Imagem do Igarapé Auai Grande - Destacando os pontos de análise físico-química da água.....	72
Figura 19 - Análise comparativa do pH das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.....	73
Figura 20 - Análise comparativa da condutividade elétrica das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.....	74
Figura 21 - Análise comparativa da turbidez das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.....	75
Figura 22 - Análise comparativa da Temperatura das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.....	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

NA	Agência Nacional de Águas Brasil
COHRE	Centro pelo Direito à Moradia Contra Despejos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DGI	Divisão de Geração de Imagens
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
PMBV	Prefeitura Municipal de Boa Vista
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
USGS	Serviço Geológico Americano

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO.....	16
1.1.1	Abordagem Conceitual sobre Hidrogeomorfologia	16
1.1.2	Importância e Caracterização das Bacia Hidrográficas e Nascentes	18
1.1.2.1	Caracterização Física das Bacias Hidrográficas.....	18
1.1.2.2	Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gerenciamento.....	22
1.1.2.3	Legislação Ambiental e a expansão Urbana sobre os cursos d'água em Boa Vista.....	25
1.1.2.4	As Geotecnologias como Ferramenta de Análise dos Recursos Hídricos.....	32
2	OBJETIVOS	36
2.1	GERAL.....	36
2.2	ESPECÍFICOS.....	36
3	CONTEXTO GEOGRÁFICO DA CIDADE DE BOA VISTA	37
3.1	LOCALIZAÇÃO.....	37
3.2	CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS.....	39
3.2.1	Geologia	39
3.2.2	Geomorfologia	39
3.2.3	Pedologia	40
3.2.4	Vegetação	41
3.2.5	Hidrografia e Clima	42
3.3	HISTÓRICO DA EXPANSÃO URBANA EM BOA VISTA- RR.....	43
4	MATERIAIS E MÉTODOS	47
4.1	MATERIAIS UTILIZADOS.....	47
4.1.1	Bibliográficos, Cartográficos e de Sensores Remotos	47
4.1.2	Aplicativos Computacionais e Equipamentos	48
4.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	49
4.2.1	Processamento e Utilização das Imagens de Sensores Remotos	49
4.2.2	Geração de Mapas em Ambiente SIG	51
4.2.3	Análise Morfométrica das Bacias	52
4.2.2.1	Características Geométricas.....	52
4.2.2.2	Características do Relevo.....	53
4.2.4	Aquisição de Dados em Campo	53
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
5.1	CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOLOGICAS E PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DAS BACIAS DOS IGARAPÉS FRASCO E AUAÍ GRANDE.....	57
5.1.1	As Influências dos Fatores Sociais e Políticos na dinâmica das Nascentes	64
5.2	AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BACIAS DOS IGARAPÉS FRASCO E AUAÍ GRANDE.....	70
5.2.1	Potencial Hidrogeniônico-pH	73
5.2.2	Condutividade Elétrica-CE	74

5.2.3	Turbidez.....	75
5.2.4	Temperatura.....	76
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
	REFERÊNCIAS.....	79
	ANEXOS.....	88

1 INTRODUÇÃO

A paisagem predominante na região do município de Boa Vista-RR constitui-se em um pediplano estruturado em sedimentos cenozóicos, recobertos por uma vegetação de savana, onde se desenvolvem centenas de lagos, brejos e veredas, que fazem dessa região da Amazônia setentrional um cenário bem distinto das demais do norte do Brasil. Grande parte desses lagos, brejos e veredas constituem-se em bacias de nascentes de importantes igarapés, concentrados na área de interflúvio entre os rios Cauamé e Mucajaí, afluentes da margem direita do rio Branco, e incorporados no perímetro urbano da capital Boa Vista.

Boa Vista, capital do Estado de Roraima, enfrenta uma série de problemas associados à infraestrutura e planejamento urbano devido sua expansão acelerada que atinge diversas áreas de nascentes de igarapés. Segundo Falcão et al (2008), durante os processos de ocupação, muitas nascentes de lagos e igarapés são aterrados para dar lugar às construções de casas, ruas e avenidas, enquanto outros são anexados à área urbana, tornando-se úteis a população, tendo suas águas utilizadas para diversos fins, uma vez que, nestas áreas, são precários os serviços de saneamento básico (água encanada, rede de esgotos e coleta de lixo).

Nesse sentido, surge à necessidade de analisar as implicações que a expansão urbana na cidade de Boa Vista causa na dinâmica hidrogeomorfológica das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande, considerando que esta expansão no decorrer dos anos tem ocupado nascentes de vários outros igarapés, causando alterações nas suas dinâmicas naturais.

Diante deste contexto, este estudo teve como objetivo analisar a dinâmica hidrogeomorfológica das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande, a partir do uso de Geotecnologias, a fim de melhor entender a dinâmica (hidrológica, geomorfológica e geológica) desses elementos da paisagem natural.

Nesse cenário do perímetro da área consolidada e de expansão urbana de Boa Vista, encontra-se a bacia do igarapé Frasco, cujas nascentes constituem-se em lagos de forma circulares e elipsoidais situados em bairros da zona oeste, bem como a bacia do igarapé Auai Grande, na zona mais periférica, sudoeste da cidade de Boa Vista, cujas nascentes constituem em lagos circulares e elipsoidais.

O conhecimento gerado com este estudo, além de ser uma contribuição de caráter científico sobre um tema ainda pouco explorado, tem um caráter técnico,

como a possibilidade de sua aplicação no planejamento da cidade e na prevenção de impactos ambientais que comprometam a qualidade da água.

1.1 REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO

Neste tópico são abordados trabalhos anteriores importantes para a análise hidrogeomorfológica das bacias hidrográficas dos igarapés Frasco e Auai Grande.

Assim faz-se necessário a discussão dos conceitos de hidrogeomorfologia, que abordem seus processos, a caracterização física de bacias hidrográficas e sua importância como instrumento de planejamento de gestão com base nas principais leis aplicadas para preservação dessas áreas, com os avanços tecnológicos.

1.1.1 Abordagem Conceitual sobre Hidrogeomorfologia

É a partir do desenvolvimento dos estudos geomorfológicos e de sua interação com outras ciências e em especial com a Hidrologia que surge o termo Hidrogeomorfologia, que busca entender a relação entre litosfera e atmosfera.

Segundo Goerl, Kobiyama e Santos (2012), foram realizadas uma revisão conceitual sobre a temática da Hidrogeomorfologia, através de pesquisas que abordam seus conceitos, princípios, processos, interdisciplinariedade com outras ciências e suas aplicações buscando entender sua dinâmica.

De acordo com Scheidegger (1973), o termo Hidrogeomorfologia é a união da (geomorfologia + hidrologia), sendo este introduzido e conceituado em um artigo científico publicado no *Journal of Hydrology*. Na mesma década, Gregory (1979a; 1979b) faz uma reflexão crítica sobre o emprego deste novo conceito e comenta como a espacialização dos processos hidrológicos contribuiu para o avanço dos estudos nas bacias inglesas. Praticamente uma década se passa até Richards (1988) empregá-lo novamente. Na ocasião este autor argumenta que o estudo Hidrogeomorfológico regional proporciona o entendimento do cenário de previsão da evolução dos sistemas fluviais em escala de bacias. Na década de 90 a Hidrogeomorfologia recebeu uma maior notoriedade e, a partir do ano 2000, tornou-se um tema recorrente e de maior evidência nos periódicos.

A Hidrogeomorfologia possui fundamentos da hidrologia e da geomorfologia, mas deve também possuir elementos próprios. Dessa maneira, um processo hidrológico propicia a modificação, evolução ou formação de uma feição que por sua vez condiciona a intensidade, magnitude e duração do processo. Neste contexto,

Okunishi (1994) exemplifica que o fluxo de água sobre uma superfície móvel (encosta inclinada ou superfície de fundo de um canal) provoca a movimentação de sedimentos e conseqüentemente alterações topográficas, que, por sua vez, irão controlar as características do fluxo de água.

Para Sidle e Onda (2004), a hidrogeomorfologia, como o próprio nome indica, inclui as inter-relações entre diversos processos hidrológicos e geomorfológicos e pode ser definida como um ramo da ciência interdisciplinar que se concentra na ligação e interação de processos hidrológicos com as formas da paisagem ou materiais terrestres e, ainda, a interação de processos geomorfológicos com as águas superficiais ou sub-superficiais em diferentes escalas espaciais e temporais. Goudie (2004) designa a interação entre a Hidrologia e Geomorfologia de Geomorfologia Hidrológica, ou seja, um ramo da Geomorfologia. Este autor comenta que a dinâmica das áreas superficiais é o principal elo de interação com a Hidrologia e que recentemente pesquisas conjuntas entre a Geomorfologia e águas subterrâneas e/ou Hidrogeologia tem sido desenvolvidas.

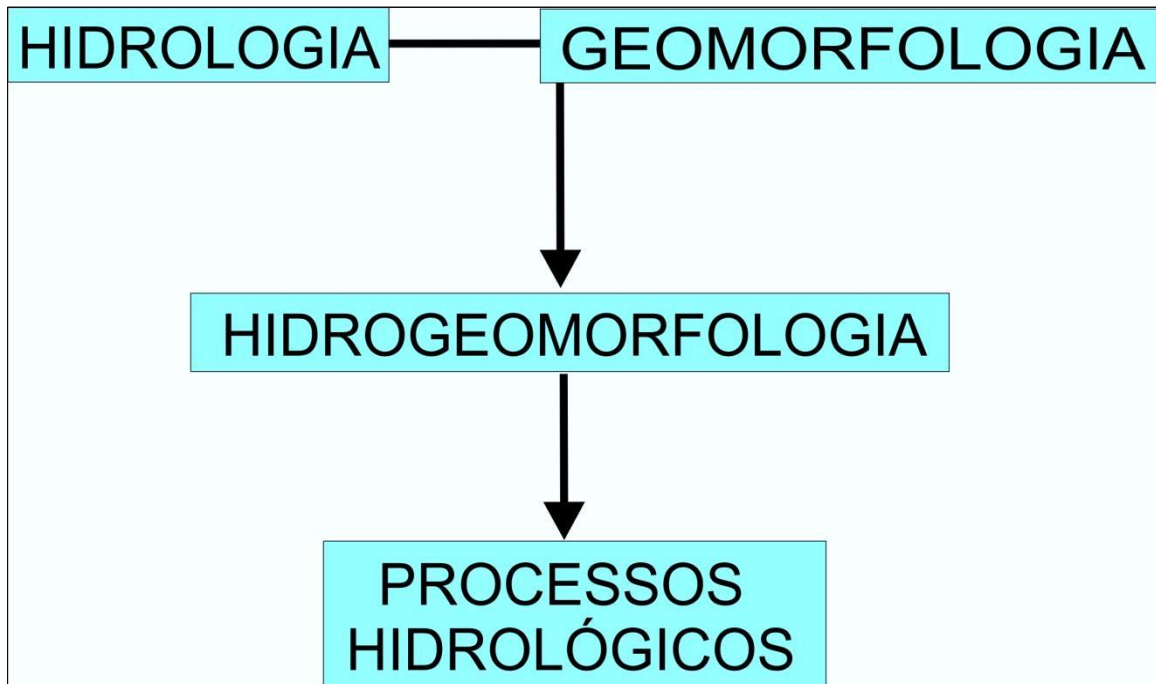
Como a Hidrogeomorfologia é ainda um ramo da ciência emergente (SIDLE; ONDA, 2004), estas questões ainda não se apresentam de maneira clara nas pesquisas que vem sendo desenvolvidas com escopo hidrogeomorfológico. Na tentativa de contribuir com a elucidação do referido conceito, este ramo da ciência busca compreender como os processos hidrológicos contribuem para a formação e evolução da paisagem e ainda como as formas de relevo condicionam ou controlam os processos hidrológicos em diferentes escalas temporais e espaciais.

Panizza (1996) argumenta que o principal objeto de estudo da geomorfologia é a superfície de contato entre a litosfera e a atmosfera ou/e hidrosfera, ou seja, a interface entre duas entidades físicas: um meio sólido e outro líquido e/ou gasoso, pois é ao longo dessa superfície de contato (interface) que os processos geomorfológicos ocorrem. A geomorfologia caracteriza-se como uma ciência multidisciplinar que se comunica com outras ciências para o avanço dos seus conhecimentos, por exemplo: o estudo da geomorfologia fluvial ou de encosta necessita do auxílio ou complemento da hidrologia, climatologia ou meteorologia, assim como para o estudo da geomorfologia tectônica, o auxílio da física, geofísica e geologia.

De acordo com Montgomery e Bolton (2003) as inundações e os deslizamentos podem ser considerados como processos hidrogeomorfológicos. Para

Hungr et al. (2001), fazem parte dos processos hidrogeomorfológicos as inundações, fluxos hiperconcentrados e os fluxos de detritos (Figura 1).

Figura 1- Fluxograma da interação do termo Hidrogeomorfologia.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

1.1.2 Importância e Caracterização das Bacias Hidrográficas e Nascentes

1.1.2.1 Caracterização física das bacias Hidrográficas

Para compreender como se dá à formação das bacias hidrográficas, cabe destacar os principais componentes das bacias entre eles, solo, água, vegetação e fauna, que convivem em permanente dinâmica e interação, respondendo às interferências naturais tais como, intemperismo, erosão e aquelas de natureza antrópica, que afetam os ecossistemas como um todo.

As bacias hidrográficas constituem unidades naturais para a análise de ecossistemas. Elas apresentam características próprias, as quais permitem utilizá-las para testar os efeitos do uso da terra nos ecossistemas. O planejamento do uso

da terra deve se basear no conhecimento científico dos recursos existentes na bacia hidrográfica e suas inter-relações (CASTRO, 1980).

Segundo Valente e Gomes (2005) as Bacias Hidrográficas podem ser entendida como áreas pequenas ou grandes. Ainda de acordo com os autores supracitados a Bacia Hidrográfica é “delimitada no espaço geográfico pelo divisor de águas, representado pela linha que une pontos de cotas mais elevadas”, pois estes pontos mais elevados faz com que a água da chuva ao atingir a superfície do solo se destine a um córrego ou rio, isto é, essa dinâmica acaba por si só contribuindo para outra bacia hidrográfica.

A Bacia Hidrográfica é compreendida como uma área geográfica que drena suas águas para um determinado recurso hídrico principal, que recebe água de seus afluentes, os quais podem integrar sub- bacias e possuir limites definidos pelos recursos hídricos, solo, vegetação, meio antrópico e outros componentes ambientais (MOTA, 2008).

Conforme Pissarra e Politano (2003), os elementos que compõem uma Bacia Hidrográfica e suas características são: a planície de inundação, localizada em posição baixa e se apresenta como extensões contíguas aos canais de drenagem; o interflúvio, identificado como “terras altas” situadas entre duas planícies de inundação e composto pelas encostas e pelo divisor, constituindo-se na porção do terreno de maior expressão para o uso agrícola; e as encostas ou vertentes, locais onde ocorre a máxima manifestação dos processos hidrológicos.

Para Silva, Rodrigues e Meireles (2011), a análise de uma Bacia Hidrográfica deve ser feita a partir de uma perspectiva sistêmica sustentável e complexa, pois quando se trata dos recursos hídricos, a tarefa consiste em compreender e considerar as relações do arranjo espaço temporal do papel da água como um recurso indispensável no funcionamento da biosfera. Isso se deve ao fato dessas relações dependerem das interações espaciais entre a distribuição da água, o clima, a geologia e o relevo, constituindo de maneira articulada uma totalidade ambiental composta pelo espaço e a paisagem natural.

De acordo com Christofolletti (1980), um sistema pode ser definido como sendo um conjunto de elementos interconectados e suas relações entre si e seus atributos. Uma bacia hidrográfica pode ser classificada como sendo um sistema não-isolado, aberto, pois ocorrem movimentações de fluxos constantes, entre seus

componentes, com inter-relações entre os sistemas geológico, geomorfológico, biogeográfico, climático e antrópico.

É importante ressaltar que, de acordo com Barbosa e Furrier (2009), qualquer mudança natural ou antrópica que venha a ocorrer num determinado ponto da bacia hidrográfica, produz, automaticamente, um ajustamento dos sistemas do canal fluvial/vertente, tanto para montante quanto para jusante do ponto em que houve interferência. Isso se dá pela articulação entre estes dois subsistemas, que se encadeiam em suas permutas de matéria e energia ao longo da área da bacia de drenagem.

A exploração desordenada dos recursos naturais, o uso inadequado dos solos, o desmatamento irracional, o uso indiscriminado de fertilizantes, corretivos e agrotóxicos vêm provocando inúmeros problemas ambientais, principalmente em áreas de nascentes e ribeirinhas, alterando a qualidade e quantidade de água drenada pela bacia hidrográfica (ANDRADE PINTO et. al, 2004).

A quantidade e qualidade de água das nascentes de uma bacia hidrográfica podem ser alteradas por diversos fatores, destacando-se a declividade, o tipo de solo e o uso da terra das áreas de recarga, pois influenciam no armazenamento da água subterrânea e nas águas das nascentes e dos cursos d'água.

Os estudos sobre nascentes ainda são escassos na literatura científica. Entende-se comumente que as nascentes são afloramentos do nível freático na superfície do terreno, e são pontos iniciais de cursos de água.

Davis e Dewiest (1966) definem “fonte” como “qualquer descarga superficial natural de água suficientemente grande para fluir em um pequeno curso de água. Valores de descarga menor que isto é denominado de percolação superficial”. O conceito de nascentes ou seu sinônimo (fontes - como visto em diversas literaturas e glossários técnicos) tem sua definição como à descarga natural de água suficientemente grande para fluir em pequeno curso de água, ou na definição de Calheiros (2004), que pode dar origem a uma fonte de acúmulo (represa ou regatos, ribeirões e rios).

Na maioria dos casos, as nascentes têm sua origem no afloramento da superfície freática, e sua surgência pode ocorrer de várias maneiras (pontual, difusa, por veredas, etc..).

Kresic (2007) define fonte como “o local na superfície da terra onde há descarga de água subterrânea do aquífero, criando um fluxo visível. Quando o fluxo

não é visível, mas a superfície é úmida quando comparada à área do entorno, então a descarga de água subterrânea é denominada de percolação. Essa fonte geralmente é marcada por uma abundante vegetação e ocorre comumente em vales que cortam a jusante da zona de saturação de um depósito de camada aquífera uniforme”.

De acordo com Pinto et al (2004), nascentes são pontos iniciais dos cursos d'água formadores dos pequenos e grandes rios. Também são conhecidas como minas, fio d'água, olho d'água e fontes, sendo caracterizadas como os pontos nos quais a água subterrânea aflora naturalmente através da superfície do solo, mesmo que de forma intermitente.

Santos (2009) definiu e caracterizou as nascentes em seu artigo denominado “As Áreas de Preservação Permanente (APP) associadas a nascentes”, discutindo o uso equivocado do referido termo por observadores no âmbito legal de uma APP. O primeiro equívoco refere-se a terrenos localmente de topografia plana ou bastante suave, com dificuldade natural de escoamento superficial de águas de chuva. Há nessas situações a possibilidade de formação de uma camada sub-superficial de argilas hidromórficas que, por sua grande impermeabilidade, dificultam a infiltração e proporcionam a sustentação de uma camada superficial saturada ou úmida, especialmente em períodos chuvosos.

As nascentes são elementos hidrológicos de importância primeira para a dinâmica fluvial, pois marcam a passagem da água subterrânea para a superficial pela exfiltração. A água das chuvas, ao atingir o solo, infiltra e percola para os aquíferos mais profundos ou escoam superficialmente. Esta parcela que se destina diretamente aos rios, rapidamente é drenada para fora do sistema (bacia) sob ação da gravidade em canais hidrográficos (FELIPPE; MAGALHÃES, 2009). As nascentes também possuem relação direta com a precipitação, evapotranspiração e infiltração, e assim seus pontos de afloramento podem mover-se de acordo com a variação da superfície freática. Isso implica que as nascentes podem se movimentar durante o ano hidrológico, bem como sua vazão variar também em função desses parâmetros citados.

A definição técnica deixa claro que a nascente deve ter ocorrência natural e com vazão suficiente para fluir em curso de água ou a fonte de acúmulo. Dessa forma a nascente é a descarga (pontual ou não) da água subterrânea, de onde se

inicia um curso de água, que pode ser monitorada periodicamente e analisada por meio de hidrógrafa (gráfico vazão versus tempo).

Segundo Nascimento e Vilhaça (2008) os principais desafios encontrados na aplicação de um planejamento e gerenciamento são: A conservação dos mananciais e a preservação das fontes de abastecimento superficiais ou subterrâneas. Sendo assim, observa-se que é preciso que seja dada maior ênfase ao uso do solo, proteção da vegetação e reflorestamento nas Bacias Hidrográficas, proporcionando um conhecimento aprimorado sobre os fatores determinantes no processo de interação entre os elementos naturais junto às ações antrópicas.

1.1.2.2 Bacias Hidrográficas como Unidade de Planejamento e Gerenciamento

A bacia hidrográfica como unidade de planejamento já é de aceitação mundial, uma vez que esta se constitui num sistema natural bem delimitado geograficamente, onde os fenômenos e interações podem ser integrados a priori pelo input e output, assim bacias hidrográficas podem ser tratadas como unidades geográficas, onde os recursos naturais se integram. Além disso, constitui-se uma unidade espacial de fácil reconhecimento e caracterização, considerando que não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção (SANTOS, 2004, p. 40-41).

No gerenciamento de bacia hidrográfica, a bacia é tomada como unidade de planejamento para todas as atividades. Segundo Tundisi (2003), esse gerenciamento apresenta dois momentos distintos. No primeiro são definidos: “os objetivos, as opções e a zonação em larga escala das prioridades no uso integrado do solo, agricultura, pesca, conservação, recreação e usos domésticos e industriais da água”. Já no segundo, são avaliadas “a capacidade de gerenciar conflitos resultantes dos usos múltiplos e a interpretação de informações existentes de forma a possibilitar a montagem de cenários de longo prazo incorporando uma perspectiva de desenvolvimento sustentável”.

A partir da Agenda 21 os conceitos de desenvolvimento sustentável teve grande repercussão mundial. Em várias regiões e países consolidou-se a concepção

de que a bacia hidrográfica é a unidade mais apropriada para o gerenciamento, a otimização de usos múltiplos e ao desenvolvimento sustentável.

Por ter características bem definidas, a bacia hidrográfica é uma unidade que permite a integração multidisciplinar entre diferentes sistemas de planejamento e gerenciamento, estudo e atividade ambiental. Nesse sentido Tunisi (2003), aponta várias vantagens abordando a bacia hidrográfica das quais podemos citar: • A bacia hidrográfica é uma unidade física com fronteiras delimitadas podendo estender-se por várias escalas espaciais; • É um ecossistema hidrológicamente integrado, com componentes e subsistemas interativos. • Oferece oportunidade para o desenvolvimento de parcerias e a resolução de conflitos; • Estimula a participação da população e a educação ambiental e sanitária; • Garante visão sistêmica adequada para o treinamento em gerenciamento de recursos hídricos e para o controle da eutrofização (gerentes, tomadores de decisão e técnicos).

Para o planejamento e gerenciamento de uma bacia hidrográfica é fundamental considerar a mudança de paradigma de um sistema setorial, local e de respostas à crise para um sistema integrado, preditivo, e em nível de ecossistema. Isso deverá resultar em um diagnóstico mais abrangente dos problemas e deverá incorporar os aspectos sócio-econômicos para que se possa desenvolver um bom planejamento e gerenciamento.

No final da década de 1980 o gerenciamento integrado de recursos hídricos foi proposto como uma das soluções frente à incapacidade de construir um processo dinâmico e interativo somente com uma visão parcial e exclusivamente tecnológica.

O planejamento e o gerenciamento integrado devem proporcionar uma visão abrangente de planejamento incluindo políticas públicas, tecnológicas e de educação, com o intuito de promover um processo de longo prazo com participação de usuários, autoridades cientistas e do público em geral além das organizações e instituições públicas e privadas.

Essa integração propõe a resolução de conflitos, a otimização de usos múltiplos de rios, lagos, represas e áreas alagadas e a promoção de bases científicas sólidas.

O planejamento ambiental segundo Almeida et al. (1999) é um processo político administrativo, onde municípios e populações envolvidos devem ser os agentes de correção, adaptação e concretização ou não das propostas resultantes.

O processo de planejamento tem passado de sequencial para interativo, constituindo-se de processo cíclico que se realimenta constantemente.

De acordo com Franco (2000), pode-se considerar o “planejamento ambiental como parte do princípio da valoração e conservação das bases naturais de um dado território como base de auto-sustentação da vida e das interações que a mantém, ou seja, das relações ecossistêmicas”. Tem como principal objetivo atingir o desenvolvimento sustentável da espécie humana, dos agroecossistemas e dos ecossistemas urbanos, minimizando gastos das fontes de energia que os sustentam e os riscos e impactos ambientais, mantendo a biodiversidade dos ecossistemas.

Para Santos (2004), o planejamento ambiental como política pública “envolve um pouco mais de questões como o levantamento de dados sobre a região para a qual se pretende fazer o planejamento e, a mais complicada: a análise integrada das diversas variáveis envolvidas”. Dessa forma, mais do que uma simples planificação de ações, envolve um estudo detalhado e preciso do meio físico, biótico e sócio-econômico da região.

Dessa maneira, o planejamento ambiental torna-se instrumento de extrema importância para o cumprimento de políticas de meio ambiente, configurando-se como uma relevante ferramenta de diagnóstico e prognóstico para uma eficiente gestão ambiental.

Para Layargues (2002), a gestão ambiental pode ser entendida como um processo de mediação de conflitos de interesses, considerando também a diversidade de atores sociais envolvidos em conflitos socioambientais e reconhecendo a assimetria dos poderes político e econômico presente no cerne da sociedade. A conjunção de fatores sociais, climáticos, políticos, hidrológicos, econômicos, pedológicos, culturais entre outros, e a compreensão das dinâmicas envolvidas nas relações estabelecidas e consideradas em seu conjunto, são fundamentais para o planejamento e a gestão da bacia hidrográfica.

A gestão ambiental é uma prática muito recente, que vem ganhando espaço nas instituições públicas e privadas. Através dela é possível a mobilização das organizações para se adequar à promoção de um meio ambiente ecologicamente equilibrado (CALDERARI, 2009).

1.1.2.3 Legislação Ambiental e a Expansão urbana sobre os cursos d'água em Boa Vista.

A gestão ambiental no Brasil tem na Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA-Lei 9.638/81) sua principal referência fundamentada nos incisos VI e VII do artigo 23 e artigo 225 da Constituição Federal (ROSSI, 2009). Segundo a Lei nº 6.938/81, artigo 3º, meio ambiente é considerado como o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite abrigar e rege a vida nas diferentes formas.

Nesse sentido, observa-se que a amplitude legislativa ambiental abrange o universo animal, vegetal e mineral. Com relação à degradação ambiental, a mesma lei a define como alteração adversa das características do meio ambiente (BRASIL, 1981). Vale lembrar que de acordo com a Resolução CONAMA nº 01/86, degradação ambiental está diretamente relacionada com impacto ambiental negativo, no qual, considera-se como degradação da qualidade ambiental ocasionada pela atividade humana (CONAMA, 1986).

O artigo 8º da Lei 6.938/81 delega poderes ao CONAMA de estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais. Segundo a política ambiental, o termo qualidade ambiental pode ser conceituado como juízo de valor atribuído ao quadro atual ou às condições do meio ambiente em que os níveis de poluição não comprometam a saúde da população (IBAMA, 2002).

Desde 1965 quando foi promulgada a lei 4.771- que versa sobre as áreas de preservação permanente – as nascentes são consideradas ambientes que exigem proteção (BRASIL, 1965). A Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 (BRASIL, 2002) regulamenta: Art. 3º Constitui Área de Preservação Permanente a área situada: II - ao redor de nascente ou olho d'água, ainda que intermitente, com raio mínimo de cinquenta metros de tal forma que proteja, em cada caso, a bacia hidrográfica contribuinte.

As APPs são aquelas que necessitam da presença de floresta ou vegetação para que se efetive a proteção e preservação dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade e da paisagem, gerando, conseqüentemente, o bem estar humano, de modo que a mera ausência de vegetação em tais locais constitui dano ambiental legalmente presumido. Essa vegetação pode ou não ser nativa e, ainda que pereça,

ou seja, retirada, nem por isso a área deixará de ser especialmente protegida, pois a vegetação não é objeto de proteção por si mesma, mas pelas funções que desempenha.

Nos artigos 2º e 3º estão determinadas as áreas de preservação permanente, cujo conceito e razão estão expressos na própria lei: Artigo 1º (...)

II – Área de preservação permanente: área protegida nos termos dos arts. 2.º e 3.º desta Lei, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

As APPs são fisionomias feições, e ou lugares que por possuírem importância para o equilíbrio ambiental, são protegidos permanentemente por leis federais, estaduais e municipais e que não podem ser submetidos à intervenção antrópica que venha a alterar sua composição fauno-florística.

Brandão e Lima (2002) chamam atenção para o fato de que “as (APPs) demanda atenção especial porque esta voltada para a preservação das águas, vegetação e fauna bem como para a dissipação de energia erosiva”.

A existência e conservação dessas áreas são de grande importância para os rios, pois sem elas são inúmeros os danos que podem ocorrer, desde a erosão das margens, movimento de massas (desbarrancamento), aceleração dos processos de assoreamento e comprometimento do fluxo de escoamento, até a consequente redução da qualidade das águas dos mesmos, e da própria qualidade de vida da população.

Em especial, tal discussão crítica sobre o Direito deve buscar compreender o papel determinante que a ordem jurídica tem tido na determinação do padrão de acesso a terra urbana e a moradia, bem como das condições de utilização dos recursos naturais. “Em outras palavras, na determinação dos processos combinados de segregação sócio-espacial e degradação sócio-ambiental” (FERNANDES, 2004, p. 104).

As APPs buscam atender direta ou indiretamente ao interesse social ou à utilidade pública, sempre com vistas à preservação de nossos recursos naturais e, conseqüentemente, proporcionando o bem estar e a melhora na qualidade de vida da população; e, somente para atender aos mesmos preceitos de interesse social ou utilidade pública, poderá ser autorizada intervenção antrópica nessas áreas.

A urbanização é um processo relativamente recente da humanidade, iniciando-se primeiramente nos países ricos com o advento da Revolução Industrial no século XVIII, atingindo no século XX os países subdesenvolvidos com mais intensidade. O início do século XXI marcou o momento em que a população mundial tornou-se majoritariamente urbana. Como consequência observa-se uma acelerada alteração das paisagens naturais. As cidades avançam sobre áreas que antes eram ocupadas por vegetação nativa, ou mesmo, campos agrícolas, tornando o meio ambiente urbano cada vez mais antropizado.

De acordo com Rodrigues (1998) o 'meio ambiente urbano', compreende o conjunto de edificações, das suas características construtivas, sua história e memória, seus espaços segregados, a infraestrutura e os equipamentos de consumo coletivo. A autora complementa afirmando que: Compreende, também, o conjunto de normas jurídicas que estabelecem os limites administrativos das cidades, as possibilidades de circulação, de propriedade e de uso do espaço - do acesso ao consumo da e na cidade-que por sua vez envolve um conjunto de atividades públicas e políticas, representadas pelos poderes executivo, legislativo e judiciário.

Nesse sentido, pode-se inferir que o desenvolvimento urbano está diretamente associado aos interesses políticos e econômicos de uma sociedade, devendo ser respeitadas as normas jurídicas.

Em decorrência do acelerado processo de degradação as APPs foi criado diversos mecanismos legais para restringir a ocupação dessas, haja vista, sua importância para preservar a qualidade das bacias hidrográficas e do meio ambiente como um todo, promovendo a dissipação da energia erosiva, que causam grandes danos aos ambientes hídricos.

Como marco importante desse processo de preocupação com a qualidade do meio ambiente, destaca-se a Lei Federal 4.771/65, estabelecido pelo Novo Código Florestal, alterada pela Lei nº 7.803/89, que define em seu Artigo 2º, as APPs, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

1 - de 30 m (trinta metros) para os cursos d'água de menos de 10 m (dez metros) de largura;

2 - de 50 m (cinquenta metros) para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 m (cinquenta metros) de largura;

3 - de 100 m (cem metros) para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 m (duzentos metros) de largura;

4 - de 200 m (duzentos metros) para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 m (seiscentos metros) de largura;

5 - de 500 m (quinhentos metros) para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 m (seiscentos metros).

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m (cinquenta metros) de largura.

A forma desordenada com que vem ocorrendo o crescimento das cidades brasileiras no perímetro urbano contribui para a intensificação da degradação das áreas de APP's, pois desconsideram suas características naturais causando impactos sobre o meio principalmente nas áreas de fundo de vale.

Assim, tanto os igarapés, os rios, quanto às lagoas estão sendo impactado devido a carência de mais investimento na infra-estrutura urbana e pela ocupação, que se dá, na maioria das vezes, de forma irregular, apesar das legislações vigentes.

Para Amorim (2003) a ocupação não criteriosa de áreas marginais aos cursos d'água pode causar: a perda das matas ciliares, a erosão do solo e o conseqüente assoreamento dos cursos d'água, a contaminação de águas superficiais e subterrâneas, a destruição do habitat de inúmeras espécies e a eliminação de superfícies de drenagem natural, contribuindo para a ocorrência de eventos críticos como as enchentes e inundações.

Com respeito especificamente à proteção dos recursos hídricos, a legislação estabelece obrigações ao poder público municipal para coibir ações impactantes aos corpos hídricos sob seu domínio. A Lei Federal nº 9.433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos, estabelece através do Capítulo IV – Da Ação do Poder Público, Art. 31. Na implementação da Política Nacional de Recursos hídricos, os Poderes Executivos do Distrito Federal e dos municípios promoverão a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estadual de recursos hídricos.

Segundo o Centro pelo Direito à Moradia Contra Despejos-COHRE (2006) na cidade de Boa Vista, a apropriação da terra urbana ao longo de sua formação deu-

se de forma desordenada, ou seja, resultaram de edificações em áreas inundáveis, aterros das áreas de lagoas, sem preocupação com o funcionamento dos sistemas de drenagem, o que acarretou e acarreta danos, desaparecimento ou degradação de igarapés e lagoas em sua formação sócio-espacial.

O crescimento populacional de Boa Vista manteve-se tímido até a década de 70, mas, a partir daí, as taxas de crescimento registraram saltos significativos. Dentre os fatores que impulsionaram esse crescimento destaca-se a construção da BR 174, que em 1977 foi liberada ao tráfego interligando as cidades de Manaus e Boa Vista; até essa data essa ligação se dava apenas por via aérea ou fluvial em algumas épocas do ano quando o rio Branco permitia a navegação.

A abertura dos garimpos nas décadas de 80 e 90 foi outro fator que também incentivou a vinda de um número considerável de imigrantes. No entanto, esse processo de imigração trouxe para o estado apenas grupos de homens sozinhos, desacompanhados da família e não deram uma contribuição tão significativa ao aumento do contingente populacional de Boa Vista. A maior contribuição dada ao crescimento da população boa-vistense foi dada pelas centenas de famílias que chegaram a Roraima nesse mesmo período, atraídas pela divulgação das facilidades encontradas no estado, como por exemplo, distribuição de alimentos, terras, ferramentas e outros bens (FREITAS, 1997).

Durante essa década foram criados ao menos 16 bairros, sobretudo na região oeste da cidade, representando um inchamento demográfico na zona ambientalmente mais frágil do município, onde se encontra uma vasta quantidade de lagos e igarapés. Residem nesses bairros cerca de 80% da população da cidade: o Censo de 2000 apontou 152.062 moradores para uma população urbana de 197.298 pessoas, e a Contagem Populacional de 2007 apontou aí 200.537 dos 246.444 habitantes da capital, com precárias condições de moradia, saneamento e transporte público.

Para Silva (2007) após os anos 1980 ocorreu a incorporação de novas áreas mediante a proliferação desordenada de loteamentos, respondendo especialmente a interesses políticos de assentamentos de migrantes que eram induzidos a se deslocarem para Boa Vista. Conforme Veras (2009), este deslocamento evidencia a existência do terceiro espaço urbano. Os anos 1990 reproduziram a expansão urbana ocorrida na década anterior, num ritmo ainda mais intenso.

Com o crescimento da migração intraestadual, em função da desativação dos garimpos e da falência dos projetos de assentamentos rurais no interior do estado, houve uma desordenada expansão da área urbana, resultando na criação de novos bairros. Esse rápido crescimento urbano, não foi acompanhado por aumento de infraestrutura, este fato, foi uma das principais causas de impactos ambientais, que por sua vez proporcionaram o desaparecimento de diversos corpos hídricos urbanos tais como: lagos e igarapés (COELHO, 2000).

No decorrer dos primeiros anos do século XXI, o tecido urbano de Boa Vista continua tendo alterações, obrigando novas formas de análise espacial. O tecido urbano segundo Reis (2006) é uma definição geométrica de relações de propriedade e uma definição social das formas de uso; obteve diferentes formas que concretiza Boa Vista, como um lugar formado por um traçado de ruas e bairros que são identificados como em zonas, sendo estas: norte, sul, leste e oeste de acordo com o Plano Diretor de Boa Vista (1991).

O processo de ocupação decorrente das urbanizações, em especial nas margens dos corpos hídricos, tem gerado graves problemas ambientais, como os desmatamentos em regiões de preservação, poluição dos rios em áreas de mananciais, remoção da mata ciliar e outros (SILVA, 2007).

Silva (2007) propõe que Boa Vista possui três espaços urbanos distintos: em primeiro lugar, o arruamento histórico do núcleo embrionário, às margens do Rio Branco; segundo, o espaço definido no projeto urbanístico radial concêntrico de 1944; e um terceiro (mancha urbana) que perpassa os limites do projeto inicial a partir dos anos 1970 e que se consolida com a expansão urbana dos anos 1990 em diante. Esta cronologia é fundamental para se compreender a expansão demográfica e urbana, pois tais movimentos se atrelam inevitavelmente a processos sociais ocorridos durante os diferentes períodos.

O avanço acelerado das ocupações irregulares sobre os igarapés urbanos e lagos naturais são decorrentes do grande crescimento demográfico que ocasionou uma expansão acelerada da área urbana do município, que se deu predominantemente na forma de ocupações irregulares e a implantação de loteamentos públicos principalmente no setor oeste-sudoeste da cidade (FALCÃO et al., 2008).

A partir de 2000 inicia-se um período do rompimento da configuração planejada, foi um período tumultuado de invasões de terrenos preconizado pelo

poder público e com isto, construções de edificações irregulares se expandiram levando a um processo de ocupação acelerado em um período muito curto para que os governantes sem interesses pudessem acompanhar com instalações de infraestrutura para atender a demanda imigratória oriundas de vários lugares do Brasil, com forte presença principalmente do estado do Maranhão, com este processo de urbanização desordenada, deu-se início a formação de vários bairros indo em direção ao círculo hídrico localizados ao contorno oeste da Cidade de Boa Vista-RR (FALCÃO et al 2008).

Para Veras (2009), o espaço urbano de Boa Vista tem sido no decorrer dos tempos, destinado a cumprir funções específicas que mudam de acordo com as necessidades e interesses de organizações sociais e políticas das classes dominantes que se revezam no poder. Diante dessa perspectiva, a cidade, inacabada e em transformação, é resultante de intervenções reguladas por diferentes agentes promotores do espaço urbano.

Recentemente os limites de expansão da cidade de Boa Vista foram estabelecidos pela Lei municipal de nº 1.359, de 21 de julho de 2011. Em seu Art. 1º o perímetro da área consolidada e de expansão urbana deste Município totaliza uma área de 50.359,7572ha e 100.547,63m de perímetro atendendo aos seguintes limites: (ANEXO 1).

Partindo da margem direita do Rio Branco com foz do Igarapé Água Boa de Baixo seguindo a foz do Igarapé Paca continuando da nascente deste até a nascente do igarapé Taboca e desta até a confluência do primeiro afluente do referido igarapé; segue para a foz do igarapé Murupú, na margem esquerda do Rio Cauamé; continua em linha reta ao encontro do igarapé Carrapato tendo ainda em linha reta o destino do igarapé do Buritizal grosso, seguindo da nascente do igarapé Joana a sua foz, na margem direita do igarapé Água Boa de cima subindo a jusante na sua foz na margem direita do Rio Branco seguindo por este a jusante na margem direita, situada na boca do Igarapé Água Boa, ponto inicial deste trajeto, totalizando uma área de 50.359,7572 ha e perímetro de 100.547,63m.

O crescimento urbano acelerado nas cidades, assim como em Boa Vista, implica em desemprego crescente, degradação ambiental, escassez de serviços urbanos, sobrecarga da infraestrutura existente e falta de acesso à terra, à renda, à moradia adequada (UNCHS, 2001). Assim o avanço da mancha urbana sobre as nascentes dos igarapés Frasco e Auaí Grande tendem a causar impactos ambientais

que interferem na dinâmica natural desses corpos hídricos trazendo consequências sociais a população da capital Boa Vista.

1.1.2.4 As Geotecnologias como Ferramenta de Análise dos Recursos Hídricos

Segundo Guerra (1980), antes de se pensar em planejar a utilização dos recursos naturais, faz-se necessário o conhecimento prévio dos mesmos, ou seja, suas características qualitativas e quantitativas. Uma das tecnologias que possibilitam a caracterização física de uma região é denominada geotecnologia. Esta tecnologia permite o emprego de diversas ferramentas disponíveis para o conhecimento, gestão e monitoramento das bacias hidrográficas de uma região e o aproveitamento dos recursos naturais ali existentes.

Contudo, Rocha (2000) assinala que é necessário não apenas conhecer, mas também utilizar de maneira integrada todas as ferramentas, processos e entidades pertencentes às geotecnologias disponíveis desenvolvendo metodologias de aplicabilidade das mesmas no sentido de diagnosticar e prognosticar riscos e potencialidades ambientais em relação ao desenvolvimento das sociedades. A utilização das geotecnologias se torna um instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água.

O avanço tecnológico tem causado grande influência na pesquisa geográfica estando relacionada com o advento das geotecnologias que atualmente estão sendo bastante usadas em diversas áreas do conhecimento, como uma das principais ferramentas no estudo e análise de diversos fenômenos: urbanos, ambientais, sociais e econômicos.

A utilização das geotecnologias se torna um instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água. Destaca-se a utilização dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) como ferramenta para mapear e obter respostas às várias questões sobre planejamento urbano e levantamento do meio físico, ao descrever os mecanismos das mudanças que operam no meio ambiente, além de auxiliar o planejamento e manejo dos recursos naturais existentes.

Segundo Fitz (2008) as geotecnologias podem ser entendidas como as novas tecnologias ligadas às geociências e correlatas, as quais trazem avanços

significativos no desenvolvimento de pesquisas em ações de planejamento em processos de gestão, manejo e em tantos outros aspectos relacionados à estrutura do espaço geográfico.

Florenzano (2002) menciona que “sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície”.

O sensoriamento remoto pode ser definido, de uma maneira ampla, como sendo a forma de obter informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com ele. As informações são obtidas utilizando-se a radiação eletromagnética refletida e/ou emitida pelos alvos, geradas por fontes naturais como o Sol e a Terra, ou por fontes artificiais como, por exemplo, o Radar (NOVO, 1988; MOREIRA, 2003; ROSA, 2003).

Para Novo (2008), o sensoriamento remoto é a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, por meio da captação e do registro da energia eletromagnética que é refletida ou emitida pela superfície, sem que haja contato direto com o alvo.

Apesar da variedade de aplicações e uso consolidado em diversos campos da ciência, existem várias definições para o termo sensoriamento remoto. Lillesand, Kiefer e Chipman (2008) definem sensoriamento remoto como a ciência e arte de obter informação sobre um objeto, área ou fenômeno através de dados adquiridos por um sensor que não está em contato com o objeto, área ou fenômeno estudado”.

Para Xavier e Souza (1988) o Geoprocessamento é entendido como um conjunto de sistemas de análise de dados, que se estruturam como instrumentos para o tratamento destes. O tipo de sistema que melhor viabiliza o Geoprocessamento é o Sistema de Informação Geográfica, cuja estrutura permite armazenamento, recuperação e transformação de dados contidos em uma base geocodificada.

Segundo Câmara e Medeiros (1996) o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informação geográfica.

O termo Geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica e que vem influenciando de maneira crescente as áreas de Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e

Regional (CAMARA; DAVIS 2001). As ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica, permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos.

Também conhecidas como "geoprocessamento", as geotecnologias são o conjunto de tecnologias para coleta, processamento, análise e oferta de informações com referência geográfica. As geotecnologias são compostas por soluções em *hardware*, *software* e *peopleware* que juntos constituem poderosas ferramentas para tomada de decisões (ROSA, 2005).

Veiga e Silva (2007) definem geoprocessamento como um conjunto de tecnologias de coleta, tratamento, manipulação e apresentação de informação espacial. Os resultados do uso dessas tecnologias possibilitam a apresentação do fenômeno espacial em forma de imagem, relatórios e tabelas, constituindo importante ferramenta de análise espacial e subsídio às decisões.

De forma mais detalhada Piroli (2010) define o termo geoprocessamento como sendo um ramo da ciência que estuda o processamento de informações georreferenciadas utilizando aplicativos (normalmente SIGs), equipamentos (computadores e periféricos), dados de diversas fontes e profissionais especializados.

O SIG engloba em sua definição vários aspectos já abordados na definição de geoprocessamento. Ao SIG agregam-se ainda os aspectos institucionais, recursos humanos e, principalmente, aplicação específica (MAGUIRE, 1993). SIG é um conjunto de ferramentas computacionais composto de equipamentos e programas que, por meio de técnicas, integra dados, pessoas e instituições, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento, a análise e a oferta de informação georeferenciada produzida por meio de aplicações disponíveis, que visam maior facilidade, segurança e agilidade nas atividades humanas referentes ao monitoramento, planejamento e tomada de decisão relativa ao espaço geográfico.

Miranda (2005) ressalta que as geotecnologias existentes possibilitam a aquisição e manipulação de informações espaciais, sendo ferramentas de mapeamento dos recursos naturais. Técnicas essenciais como o Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento, (SIG), cartografia digital e Sistemas de Posicionamento Global (GPS) são imprescindíveis para a composição de mapas

temáticos que facilitam a compreensão e os estudos do espaço e ambiente de regiões específicas.

Conforme Lazzarotto (1999) o GPS (Global Positioning System) é um sofisticado sistema eletrônico de navegação, baseado em uma rede de satélites que permite localização instantânea, em qualquer ponto da Terra, com uma precisão quase perfeita. O mesmo autor coloca ainda que “o sistema consiste basicamente de três partes: um complexo sistema de satélites orbitando ao redor da Terra, estações rastreadoras localizadas em diferentes pontos do globo terrestre e os receptores GPS nas mãos dos usuários”.

Atualmente, vários pesquisadores estão utilizando as ferramentas dos SIGs e produtos de sensoriamento remoto, por meio de *softwares* especializados, oferecendo, cada vez mais, técnicas elaboradas para estudos ambientais. Podem-se citar os trabalhos desenvolvidos por: Assad (1995); Hernandez (1998); Rodrigues (1998); Chaves (2005); Pedron (2006), que determinaram o uso, ocupação e aptidão agrícola das terras, bem como os conflitos decorrentes dos vários tipos de uso, visando a contribuir para o planejamento racional dos recursos naturais de São João do Polêsine, RS e Santana (2008), entre tantos outros. O desenvolvimento destes trabalhos constata a eficácia dessas ferramentas, as quais permitiram a realização de trabalhos confiáveis, alcançando precisão e rapidez na geração das informações.

O SIG pode ser utilizado para armazenar, gerar, integrar e analisar informações de diferentes fontes (imagens de sensoriamento remoto, mapas, dados censitários, etc.); calcular áreas, gerar mapas de forma automatizada, etc. O uso de ambientes computacionais de SIG facilita a integração de dados de sensores remotos com aqueles provenientes de outras fontes, bem como a análise espacial e a modelagem dos ambientes permitindo realizar a projeção de cenários futuros (FLORENZANO, 2011).

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a dinâmica hidrogeomorfológica das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande no perímetro da área consolidada e de expansão urbana no Município de Boa Vista-RR, a partir do uso de geotecnologias.

2.2 ESPECÍFICOS

- ✓ Mapear as áreas das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande a partir do uso de geotecnologias;
- ✓ Contextualizar a expansão urbana sobre as bacias urbanas localizadas em Boa Vista;
- ✓ Identificar as características hidrogeomorfológicas das bacias (aspectos hidrológicos, geomorfológicos, geológicos e pedológicos) e parâmetros morfométricos (área, perímetro, forma, altimetria e declividade);
- ✓ Entender a influencia dos fatores sociais e políticos nas mudanças ambientais dos corpos hídricos;
- ✓ Avaliar a qualidade físico-química das águas das bacias: (pH, condutividade elétrica (CE), turbidez (NTU) e temperatura (C°);

3 CONTEXTO GEOGRÁFICO DA CIDADE DE BOA VISTA

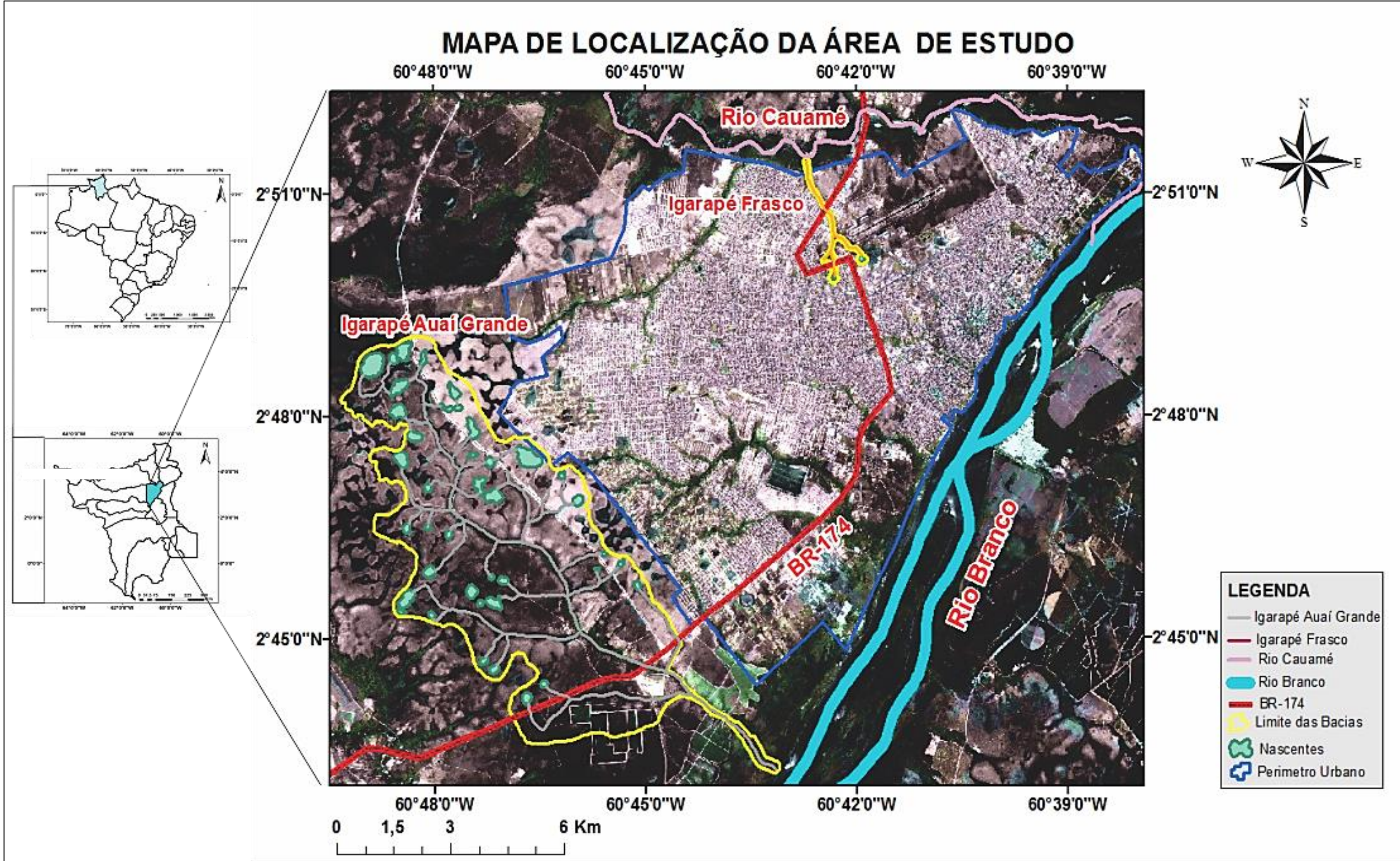
Nesta seção, será abordada a localização e posteriormente as características fisiográficas (Geologia, geomorfologia, vegetação, hidrografia e clima), proporcionando uma melhor compreensão da temática estudada.

3.1 LOCALIZAÇÃO

A pesquisa foi desenvolvida no perímetro da área consolidada e de expansão urbana da cidade de Boa Vista-RR, onde destacam-se as bacias dos igarapés Frasco (urbana) e Auai Grande (peri-urbana), contribuintes da bacia do Rio Branco.

A bacia do igarapé Frasco esta localizada a noroeste da cidade, entre as coordenadas $2^{\circ}51'30''\text{N}$ e $60^{\circ}41'10''\text{W}$ e $2^{\circ}49'40''\text{N}$ e $60^{\circ}42'10''\text{W}$ apresentando suas nascentes distribuídas em lagos situados na zona oeste; em contrapartida encontramos mais distante da mancha urbana a bacia do Igarapé Auai Grande localizada a sudoeste pela BR-174, nas coordenadas $2^{\circ}49'10''\text{N}$ e $60^{\circ}44'30''\text{W}$ e $2^{\circ}43'20''\text{N}$ e $60^{\circ}49'10''\text{W}$ (Figura 2).

Figura 2 – Localização da área de estudo no Município de Boa Vista-RR. Imagem integrada via técnica IHS, HRC/CBERS 2B e LISS 3/RESOURCESAT – 1, destacando a área do perímetro urbano e das bacias estudadas.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

3.2 CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS

Para o melhor entendimento será abordado a seguir as características fisiográficas da paisagem que compõem Boa Vista, destacando a área de estudo onde encontram-se as bacias do igarapés Frasco e Auaí Grande.

3.2.1 Geologia

A região do município de Boa Vista, insere-se no domínio lito-estrutural Guiana Central - DGC (REIS et al. 2003), que ocupa a porção centro-norte do estado de Roraima, correspondendo ao Cinturão Guiana Central (KROONENBERG et al. 1976), o qual prolonga-se pela Guiana e Suriname. Assinala lineamentos estruturais preferencialmente NE-SW, impressos em unidades litológicas desde o Paleoproterozóico até o cenozoico.

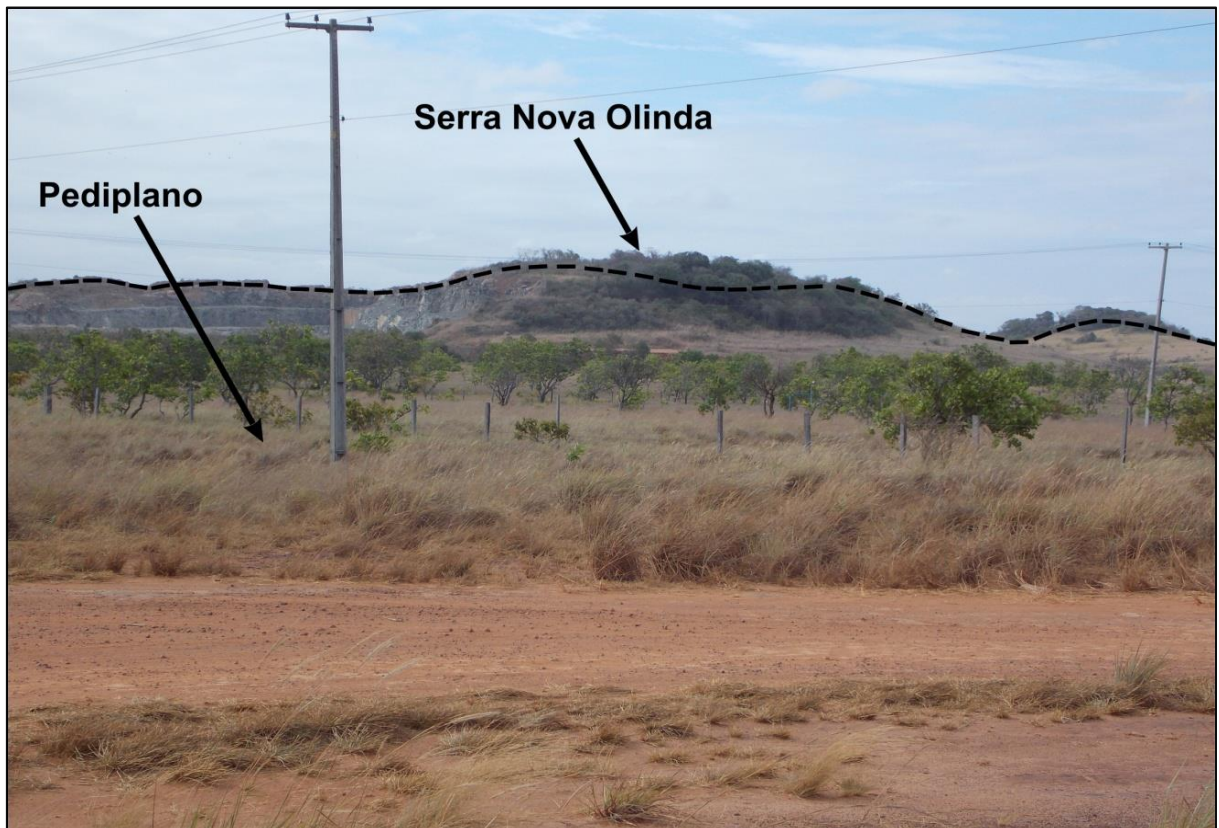
Nesse cenário geológico, que assenta-se a cidade de Boa Vista, mais precisamente em terrenos da bacia do Tacutu, cujas litologias predominantes constituem-se em rochas vulcânicas do Juro-Cretáceo da Formação Apoteri, sedimentos cenozóicos areno - argilosos relacionados às formações Boa Vista e Areias Brancas e depósitos detrítico-lateríticos recentes (EIRAS; KINOSHITA, 1988).

3.2.2 Geomorfologia

A cidade de Boa Vista, encontra-se assentada sobre a unidade morfoestrutural de relevo denominado Pediplano Rio Branco- Rio Negro, que caracteriza-se por apresentar formas aplainadas a suavemente aplainadas, onde destacam-se pequenas elevações conhecidas como tesos e áreas de depressão com formações de lagos (FRANCO, DEL'ARCO e RIVETTI, 1975).

De acordo com Costa (2008), nessa área de pediplano ocorrem também os relevos residuais destacam-se ne pequenas elevações como inselbergs como a serra nova Olinda que interrompem essa superfície aplainada e formam pequenos divisores das áreas abaciadas formadores de lagos (Figura 3).

Figura 3 - Serra Nova Olinda em meio ao pediplano a oeste da cidade de Boa Vista.

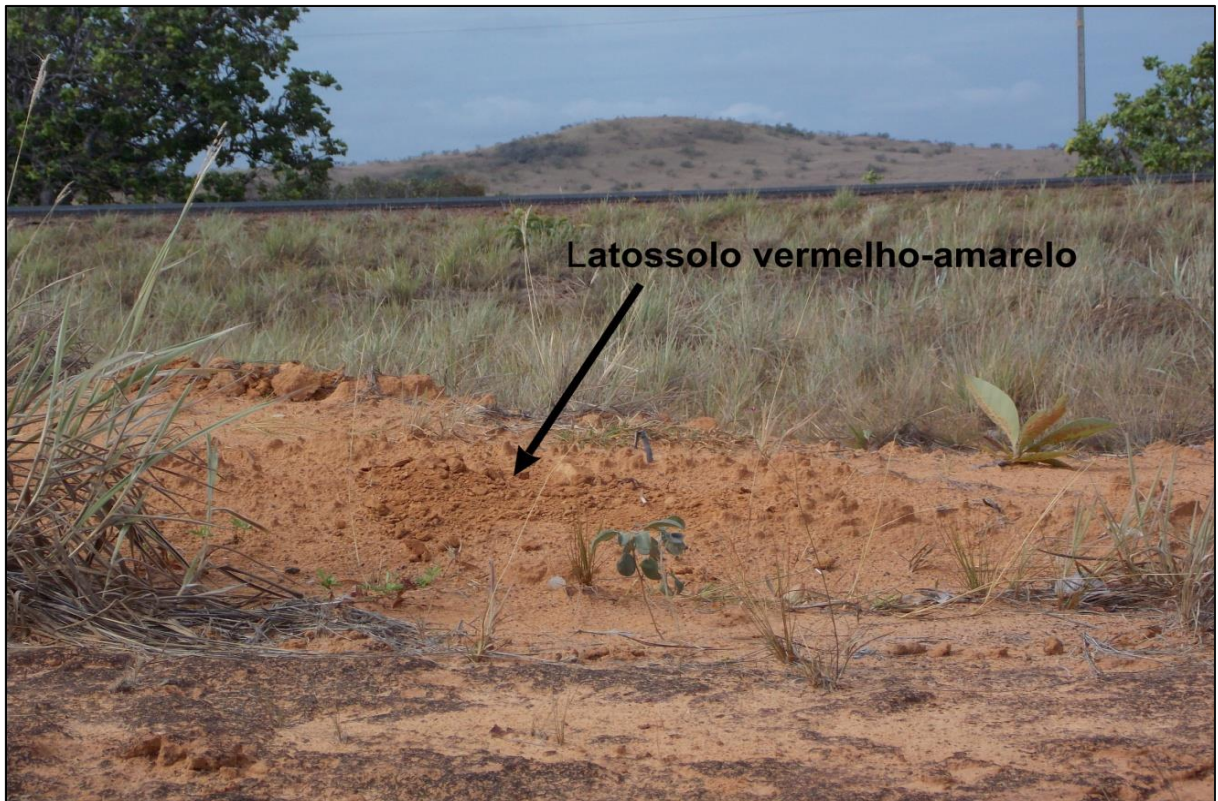


Fotografia: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

3.2.3 Pedologia

Segundo Vale Júnior e Schaefer (2010), a pedologia da região é predominantemente representada pelos latossolos amarelos e argilossolos amarelos ocupando as áreas planas da paisagem, enquanto os gleissolos e neossolos quartzarênicos posicionam-se nas partes rebaixadas, formados por sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista (Terciário). Nesta unidade também ocorrem relevos serranos pontuais (Serra Grande, Murupu, Moça, Cantá, Nova Olinda, etc.), associados a ocorrência de alguns inselbergs originados de produtos de intemperismo de granitos e gnaisses. Nessas áreas predominam os latossolos vermelhos, latossolos, vermelhos-amarelos e cambissolos e ainda, distribuídos ao longo dos principais rios como: Rio Branco, Uraricoera, Tacutu, Surumu, Cauamé e Mucajá onde estão os neossolos flúvicos formados a partir de depósitos de sedimentos fluviais do holoceno (Figura 4).

Figura 4 - Latossolo vermelho e vermelho-amarelo predominante na região de Boa Vista-RR.



Fotografia: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Sob os sedimentos arenosos da Formação Boa Vista encontra-se um relevo plano, composto pela vegetação de savana onde registra-se o Neossolo Quartzarênico. Em áreas de formas abaciadas, onde o solo permanece em constante umidade encontra-se o Neossolo Quartzarênico Hidromórfico e Gleissolos. (BARBOSA; MIRANDA, 2005; VALE JUNIOR; SOUZA, 2005).

3.2.4 Vegetação

A vegetação predominante da área estudada é do tipo savana, que se estende por todo o Município de Boa vista da formação Boa Vista. As espécies dominantes são as savanas Graminosas ou Graminea Lenhosa que se estendem pelos campos ondulados do pediplano de Boa Vista e se divide em duas sub-unidades denominado campo limpo, e outro com predominância do estrato gramíneo, e maior densidade de espécies arbóreo-arbustivas de pequeno porte identificados como campo sujo (BARBOSA; MIRANDA, 2005).

É importante destacar que na região constituída por gramíneas e arbustos ocorrem com frequência a *Curatela americana*, conhecida popularmente como caimbé e veredas de buritizais *Mauritia Flexuosa* que ocorrem em áreas brejosas e ao longo dos igarapés e rios da cidade de Boa Vista (Figura 5).

Figura 5 - Vegetação predominante do pediplano presença de veredas de buritizais (*mauritia flexuosa*) e gramíneas.



Fotografia: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

3.2.5 Hidrografia e Clima

As bacias em estudo fazem parte da bacia do rio Branco. O rio Branco é o principal curso fluvial do estado de Roraima, nasce da junção dos rios Urariocoera e Tacutu distante cerca de 30 km à montante da cidade de Boa Vista. Trata-se de um rio de águas brancas, de canal retilíneo medindo aproximadamente 548 km de percurso (sentido norte-sul) desde a sua formação até sua desembocadura no rio Negro.

Para Franco, Del'arco e Rivetti (1975), além do rio Branco, outros cursos fluviais importantes aparecem neste cenário como o rio Cauamé, os igarapés

Grande, Paca, Caranã, Auai Grande, Waizinho e Água Boa de Univini, os quais formam uma drenagem densa de padrão dendrítico, sendo que em algumas áreas pode-se observar cursos d'água adaptados as linhas estruturais quando definem um padrão retangular.

A área de estudo apresenta o clima do tipo AWi, isto é tropical chuvoso, quente e úmido com uma estação seca bem acentuada geralmente, com 4 a 6 meses de estiagem. A estação seca apresenta o período de menor precipitação entre dezembro e março quando o índice pluviométrico atinge em torno de 10% da taxa anual e a extrema queda nos índices pluviométricos chegam a pelo menos em um mês a uma quantidade de chuva inferior a 60 mm. Na estação chuvosa já se registrou o maior valor de índice anual (60%) entre maio e agosto (ARAÚJO et al., 2001; BARBOSA; MIRANDA, 2005; EVANGELISTA; SANDER; WANKLER, 2008).

3.3 HISTÓRICO DA EXPANSÃO URBANA EM BOA VISTA - RR

A gênese da ocupação da área de Boa Vista ocorreu de forma espontânea, segundo Silva (2007), com a transferência do antigo povoado de São Joaquim, que circundava o Forte de mesmo nome, para a região onde se encontra o núcleo inicial da cidade. Esse núcleo iniciou-se efetivamente com a instalação da Fazenda Boa Vista em 1830 e, mais tarde, em 1858, com a instalação da Freguesia Nossa Senhora do Carmo, da Ordem dos Carmelitas, na sede da Fazenda. A vila foi então alçada à categoria de cidade em 1890, e desmembrada do município de Moura, pertencente ao estado do Amazonas.

Em 1858, visando afirmar um maior domínio administrativo sobre a região, o governo, por força da Lei provincial Nº. 92, de 09 de novembro do referido ano, ao designar as freguesias do Amazonas, estabeleceu que a sede da Freguesia de Nossa Senhora do Carmo seria “acima das cachoeiras do rio Branco, no lugar denominado Boa Vista”.

Em 1890, criou-se o município de Boa Vista do Rio Branco, pois o decreto de criação desse município elevava a então Freguesia de Nossa Senhora do Carmo, estabelecida em 1858, à condição de Vila de Boa Vista do Rio Branco, condição que permaneceu até 1926, quando passa à categoria de cidade, com o nome de Boa

Vista. Esse decreto marca o início do processo de emancipação política na área e sua dinâmica urbana no decurso da história (SILVA, 2007).

A partir de 1924, se dá o processo evolutivo da urbanização na Cidade de Boa Vista, período em que a população existente era aproximadamente 1.822 habitantes, formando uma pequena faixa localizada as margens do Rio Branco onde havia várias atividades econômicas e administrativas do município pertencente à província amazonense intitulada de Freguesia do Carmo.

Somente no ano de 1926, a vila de Boa Vista do Rio Branco foi elevada a categoria de cidade, tornando-se a sede do município, passando a se chamar, simplesmente Boa Vista em 1938, quando lhe foi acrescido dois distritos: “Caracaraí e Murupu, sendo criados os distritos de Boa Vista, Guitaná, Serra da Lua e Maú entre os anos de 1939 e 1943” (SILVA, 2007, p. 102).

Segundo os dados do IBGE (2000), no período compreendido de 1920 a 1950, houve um aumento populacional de Boa Vista de 80% aproximadamente, a partir da criação do Território Federal do Rio Branco. Pode-se atribuir esse aumento ao declínio da extração da borracha na Amazônia e à instalação administrativa do território (FERRI, 1990).

O pequeno aglomerado, que se transformou na capital roraimense em 1943, era um espaço que apresentava poucas condições, através das quais o urbano planejado foi sendo produzido. Havia um grande vazio demográfico e um reduzido número de pequenos aglomerados no vale do rio Branco, excetuando-se Boa Vista, que era o único lugar que poderia ser chamado de vila (RICE, 1978).

Em 1944, a população do território era cerca de 15.000 habitantes e Boa Vista contabilizava 5.000 habitantes. Segundo Freitas (1993) e Silva (2007), nesse período, os núcleos considerados urbanos em Roraima, possuíam uma estrutura muito simples no que se refere aos equipamentos disponíveis. Boa Vista era uma pequena cidade com a sede do governo territorial funcionando na prelazia.

Conforme Barros (1995), a criação do território ao lado da mineração foi responsável pelo crescimento populacional e ultracentralização funcional da cidade de Boa Vista como base de apoio ao longo das décadas de 1940 e 1950, e que se acentuará nas seguintes.

Até a década de 1960, o perímetro urbano “coincidia com a área central atual, delimitada pelo igarapé Calunga e pelas avenidas Terêncio Lima e Major Willians” (VALE, 2002, p.102). O crescimento que ocorreu nesta época foi significativo devido

á atração representada pelos garimpeiros de diamantes localizados nas serras do Tepequém e nos vales dos rios Maú, Cotingo e Suapi.

De acordo com Vale (2007), a evolução da ocupação da área urbana de Boa Vista, dependia do Estado e do capital investido. Até os anos 1960, a expansão urbana ficou em torno do Centro administrativo e comercial porque essa malha urbana fazia parte de uma rede em que tinha como centro Manaus e estava ligada pela hidrovia do Rio Branco. No ano de 1976 quando construíram a BR 174 (trecho Boa Vista - Manaus) a expansão urbana toma a direção desta (Zona Oeste) e a segue quando realizado o outro trecho que ligaria a cidade a fronteira com a Venezuela, em 1996 (Zona Norte).

Entre os anos de 1987 e 1990, destacou-se o grande movimento de garimpeiros, período que ficou denominado como a “corrida do ouro”, e que desencadeou um crescimento desordenado nessa cidade, principalmente em direção a zona oeste, que demonstra essa expansão e o principio da dispersão urbana após o rio Branco, na década de 1990, com a criação da cidade Santa Cecília, um loteamento, localizado após o rio, que tornou-se um bairro satélite de Boa Vista.

A expansão urbana de Boa Vista nos anos seguintes implicou na alteração dos limites da cidade. Em dezembro de 1999, através da Lei nº 483, foram criados novos bairro na cidade, a partir da alteração da Lei Nº 244 de setembro de 1991, que regulamentava o uso do solo urbano. A expansão urbana em direção à zona oeste torna-se um atrativo para a atividade comercial. A fim de atender as demandas das populações periféricas, os comerciantes abrem filiais nos bairros, evitando um deslocamento desnecessário para o centro.

Segundo o senso do IBGE de 2010, a cidade de Boa Vista apresentava uma população de aproximadamente 285 mil habitantes, mais do que o dobro daquela observada em 1991, que era de 122 mil habitantes. Conforme aponta Vale (2007, p.22), até o início da década de 1980, a expansão urbana da capital roraimense foi capitaneada pelo governo, que, visando à segurança nacional, promoveu o crescimento populacional do Território por meio de uma política urbana concentrada na capital.

Para o entendimento da atual conformação urbana da cidade de Boa Vista, necessita-se compreender o seu processo histórico de ocupação territorial. Com esse intuito, Veras (2010) propõe que Boa Vista possui três espaços urbanos

distintos: primeiro, o arruamento histórico do núcleo embrionário, as margens do rio Branco; segundo, o espaço definido no projeto urbanístico radial concêntrico de 1944; e terceiro (mancha urbana), a área que perpassa os limites do projeto inicial a partir dos anos 1970 e se consolida com a expansão urbana a partir dos anos 1990. Essa cronologia é fundamental para se entender a expansão demográfica e urbana, pois tais movimentos se atrelam inevitavelmente a processos sociais ocorridos durante os distintos períodos.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão discutidos os materiais utilizados, tais como dados bibliográficos, cartográficos, imagens de sensoriamento remoto e dos procedimentos metodológicos adotados, buscando facilitar a compreensão e interpretação dos resultados.

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

A referida seção tratará dos seguintes conjuntos de dados: Bibliográficos, cartográficos, sensoriamento remoto e de campo que foram necessários para a realização da pesquisa.

4.1.1 Bibliográficos, Cartográficos e de Sensores Remotos

Durante a realização desta pesquisa foi necessário à utilização de uma diversidade de materiais, que serviram como apoio ao embasamento e aplicação dos procedimentos metodológicos em campo e no laboratório.

Os materiais de cunho bibliográfico foram oriundos de artigos científicos e capítulos de livros referentes aos conceitos abordados tanto no referencial teórico, como para a construção dos procedimentos metodológicos aplicados.

O levantamento dos dados cartográficos foi realizado com base na folha do IBGE, carta-planialtimétrica do município de Boa Vista - RR, escala 1:100.000 (Folha NA.20 – X- D- II/MI 54), que auxiliou na elaboração de mapas temáticos da área de pesquisa.

Os dados de sensoriamento remoto utilizados consistiram nas imagens de sensores remotos ópticos adquiridas sem custo, através da Divisão de Geração de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – DGI/INPE e pelo site Serviço Geológico Americano (USGS).

As principais características do conjunto de imagens ópticas dos dados de sensoriamento remoto estão expostas na tabela 1.

Tabela 1- Principais características das imagens ópticas utilizadas.

Satélite	Sensores	Data de aquisição	Órbita/ Ponto	Bandas	Resolução espacial (m)	Azimuth iluminação/ elevação do sol
CBERS 2B	HRC	2008/03/17	176_D/97_2	1 Pancromática	20 x 20	100.124/ 67.0514
Resources at-1	LISS 3	2010/11/29	321/073	2,3,4,e 5	23 x 23	143.345/ 59.821
Landasat5	TM	1985/09/15	232 058	2,3,4 e 5	30 x 30	88.7059/ 57.5861
Landasat8	OLI	2013/08/27	232 058	1, 2, 3, 4, 5, 6,7, 8	30 x 30 15 x 15	73.81458879/ 62.91213759

Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

4.1.2 Aplicativos Computacionais e Equipamentos

Durante a realização dos procedimentos de processamento de imagens de sensores remotos foi utilizado o aplicativo PCI Geomatics, versão 10. Para criação e manipulação do banco de dados georreferenciados e aplicação de técnicas de geoprocessamento utilizou-se os Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) no ambiente dos aplicativos ArcGis Desktop, versão 10. Estes aplicativos foram utilizados por meio do Laboratório de Geotecnologias do Mestrado de Geografia/UFRR.

Os trabalhos de campo contaram com o uso de vários equipamentos como: GPS (Global Positioning System) que foi utilizado na aquisição de pontos de controle para o mapeamento das bacias dos igarapés Frasco e Auiá Grande.

Para avaliação de parâmetros físico-químicos da água utilizou-se a Mini-sonda multiparamétrica modelo MS5-E equipamento portátil de medição de parâmetros da qualidade da água: pH, condutividade elétrica (CE), temperatura (C°) e turbidez (NTU).

4.2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.2.1 Processamento das Imagens de Sensores Remotos

O pré-processamento nas imagens de sensoriamento remoto ocorreu com a criação do banco de imagens. Neste procedimento as imagens dos sensores LISS-III, TM e OLI foram armazenadas em um banco de dados para a sua devida manipulação em ambiente do software PCI Geomatics. Essas imagens ópticas passaram por um rigoroso processo de tratamento que depende da correta aplicação de operações de processamento destinadas a atenuar os efeitos da interferência atmosférica e das distorções geométricas.

Na operação de atenuação da interferência dos constituintes atmosféricos foi aplicado o método de subtração do pixel escuro (CHAVEZ, 1975), enquanto que na redução das distorções geométricas foi realizado o procedimento de georreferenciamento, através da aplicação de funções polinomiais. Neste procedimento foram coletadas, regularmente por toda a área e em todas as cenas, as informações referentes à posição geográfica e altimetria de 19 pontos de controle no terreno, tanto por meio de GPS, durante os trabalhos de campo, como a partir outras imagens anteriormente georreferenciadas.

A técnica a ser empregada para integração digital de dados multifontes se baseou na transformação IHS, essencialmente em razão do controle individual dos componentes intensidade/brilho (I), matiz (H) e saturação(S) durante todo o processo, permitindo uma boa correlação espacial do gradiente com a resposta espectral dos alvos de interesse. A imagem LISS3 na composição 5R4G3B foi digitalmente integrada via técnica IHS, conforme Harris et al. (1990), com a imagem HRC, com objetivo de gerar um produto de alta resolução espacial, que mantivesse a variação espectral dada pela imagem LISS 3 e a espacial dada pela HRC.

Para entender as mudanças nos corpos hídricos em estudo foram aplicadas operações de realce nas imagens Landsat dos sensores TM e OLI, a fim de obter uma composição colorida RGB que discriminasse o maior número de informações úteis.

Para tanto, foi aplicado o método OIF (Optimum Index Factor), descrito por Chavez, Berlin Junior e Sowers, (1982), que se baseia nas propriedades estatísticas

da imagem e emprega os valores dos desvios padrões e coeficientes de correlação entre bandas espectrais, que hierarquiza combinações de três bandas. O valor do OIF obtido para cada triplete proporciona a escolha da composição que apresenta alta variância e baixa covariância, o que reflete num maior número de informação na composição. A equação empregada no cálculo do OIF é a seguinte:

$$\text{OIF} = \frac{\sum_{k=1}^3 \text{DP}_k}{\sum_{j=1}^3 \text{CC}(r_j)}$$

Onde,

DP = desvio padrão,

k = faixa espectral (banda),

CC (rj) = valor absoluto do coeficiente de correlação entre duas bandas, do conjunto de três bandas avaliadas

O coeficiente de correlação (CC) mede a similaridade entre duas bandas e resulta num valor que pode variar de -1 à +1. Para calcular o CC é necessário dividir o valor de covariância pelo produto dos desvios padrões de duas bandas, para cada conjunto de três bandas do triplete, expresso pela equação:

$$\text{CC} = \frac{\text{COVARIÂNCIA}(r_j)}{\text{DP}_r \times \text{DP}_j}$$

Os dados de estatística das imagens obtidos por meio da aplicação da função “PCA” (Principal Component Analysis) do programa “XPace” do pacote PCI Geomatics. Estes valores referem-se aos dados de matriz de covariância, média e desvio padrão, que foram obtidos para todas as bandas. Assim, os relatórios produzidos foram tratados e submetidos ao cálculo do OIF no programa Excel, onde, se escolheu a composição 6, 5 e 3 por apresentar um dos maiores valores de OIF dentre as composições possíveis no caso da cena 232/58 do OLI (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de OIF obtidos para a cena - **232/057 do sensor OLI.**

TRIPLETE (BANDAS)	OIF - 232/057 27/08/2013	TRIPLETE (BANDAS)	OIF - 232/057 27/08/2013
1,2,3	6.613.62	2,3,7	6.591.45
1,2,4	6.675.16	2,4,5	8.193.54
1,2,5	8.120.06	2,4,6	7.428.75
1,2,6	7.473.61	2,4,7	6.630.15
1,2,7	6.722.49	2,5,6	8.773.71
1,3,4	6.598.14	2,5,7	8.092.84
1,3,5	8.058.26	2,6,7	7.123.65
1,3,6	7.413.94	3,4,5	8.127.40
1,3,7	6.639.26	3,4,6	7.352.85
1,4,5	8.224.00	3,4,7	6.556.45
1,4,6	7.459.09	3,5,6	8.722.36
1,4,7	6.692.33	3,5,7	8.022.27
1,5,6	8.736.15	3,6,7	7.046.06
1,5,7	8.079.64	4,5,6	8.860.83
1,6,7	7.133.59	4,5,7	8.161.04
2,3,4	6.519.55	4,6,7	7.152.95
2,3,5	8.044.94	5,6,7	8.263.56
2,3,6	7.381.81		

Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

A composição colorida estatisticamente selecionada foi integrada digitalmente com a banda 8 PAN (tons de Cinza) de 15 metros de resolução espacial, de forma a aumentar a natureza radiométrica das imagens e melhorar sua qualidade visual. Vale ressaltar que essas manipulações do espaço espectral considerado como técnicas de realce, não geram informações novas apenas tornam explícitas as informações de interesse (NOVO, 2008).

4.2.2 Geração de Mapas em Ambiente SIG

O emprego do Modelo Digital de Elevação (MDE) em SIG proporciona benefícios como os recursos digitais (velocidade, repetitividade e integração com outras bases de dados), a redução de intervenções manuais e, portanto, redução da subjetividade e a possibilidade de representação paramétrica. Assim, os MDE vêm sendo utilizados em diversos estudos focados em recursos hídricos, tais como: delineamento de redes de drenagem, definição de limites de bacias hidrográficas,

cálculo de declividade, cálculo de altitude, verificação da direção do escoamento e como parte integrante de modelos hidrológicos (OLIVEIRA et al., 2010).

A metodologia utilizada nesta etapa da pesquisa utilizou como suporte o MDE-SRTM, com resolução espacial de 30 x 30, iluminação azimutal de 135° e ângulo de inclinação em 30° fornecido pelo banco de dados geomorfométricos TOPODATA/INPE (VALERIANO, 2008). Em ambiente SIG usando o software ArcGis 10 realizou-se os procedimentos de manipulação do MDE para a construção dos produtos, que proporcionou a laboração dos mapas hipsométrico e de declividade.

As medidas de área e perímetro foram realizadas na plataforma do Arcgiz utilizando o pacote Measure, como também o pacote Spatial Analyst (surfasse - slope), que por meio de suas ferramentas extraíram dados referentes aos produtos utilizados como suporte a pesquisa, tais como os mapas de hipsometria e de declividade.

Esses dados também permitiram a criação de produtos na visualização tridimensional (3D), que deram suporte para o entendimento da estrutura, morfologia e delimitação das bacias.

4.2.3 Análise Morfométrica das Bacias

Os parâmetros morfométricos são importantes indicadores na análise da dinâmica hidrogeomorfológica das bacias, especialmente no que diz respeito nas mudanças de suas geometrias. Neste trabalho foram agrupados conforme suas características geométricas (área, perímetro e forma) e de relevo (altimetria e declividade).

4.2.3.1 Características geométricas

a) Área: Toda área drenada pelo sistema pluvial inclusa entre seus divisores topográficos, projetada em plano horizontal, sendo elemento básico para o cálculo de diversos índices morfométricos (TONELLO, 2005).

b) Perímetro: Comprimento da linha imaginária ao longo do divisor de águas (TONELLO, 2005).

c) Fator de forma: Relaciona a forma da bacia com a de um retângulo, correspondendo à razão entre a largura média e o comprimento axial da bacia (da foz ao ponto mais longínquo do espigão), podendo ser influenciada por algumas características, principalmente pela geologia. Podem atuar também sobre alguns processos hidrológicos ou sobre o comportamento hidrológico da bacia. O fator de forma pode ser descrito pela seguinte equação (VILLELA; MATTOS 1975):

$$F = \frac{A}{L^2}$$

Sendo: F = fator de forma; A = área de drenagem em Km² e L = comprimento axial da bacia em Km.

4.2.3.2 Características do relevo

A imagem representativa do MDE foi compilada e tratada em ambiente de SIG. Utilizando o pacote *Spatial Analyst*, da plataforma ArcGis, o modelo de elevação passou por ferramentas que extraíram dados referentes aos produtos utilizados como suporte a pesquisa, tais como altimetria e declividade.

Em ambiente SIG foi realizada a manipulação uma composição colorida da imagem e posterior classificação em simbology/classified objetivando gerar o mapa de altimetria da área estudada adotando como método de classificação.

Em conjunto com os dados de altimetria e declividade foram gerados modelos tridimensionais em 3D que auxiliaram na identificação dos níveis altimétricos da área estudada a partir do aplicativo Arc Scene da plataforma ArcGis com base no (MDE).

4.2.4 Aquisição de Dados em Campo

O trabalho prático de campo foi desenvolvido em duas campanhas distintas, sendo a primeira realizada no mês de agosto de 2012 e a segunda realizada em Novembro de 2013.

Na primeira campanha realizou-se a visualização e levantamento fotográfico das formas do relevo na paisagem das bacias a serem estudadas, acesso a estas e localização dos principais pontos de estudo, para a descrição dos dados morfológicos e ambientais da paisagem com destaque para os aspectos físicos como relevo, vegetação, solos e hidrografia.

A segunda campanha de campo consistiu-se na aquisição dos dados dos parâmetros físico-químicos, usando o equipamento portátil Mini-sonda multiparamétrica modelo MS5-E (pH, condutividade elétrica, temperatura, turbidez e profundidade) ao qual esta inserida a área de estudo.

Durante a aquisição dos dados dos parâmetros físico-químicos da água, a Mini-sonda multiparamétrica foi montada e calibrada. Logo após sua montagem foi feita a esterilização da ponta da sonda com água deionizada que ficou submerso na água e depois colocada dentro do corpo hídrico por 30 segundos a uma profundidade média de 60 centímetros em local de fluxo corrente, onde a cada medição o equipamento era devidamente lavado para evitar a contaminação e alteração nas medidas seguintes, objetivando uma melhor determinação dos referidos parâmetros avaliados (Figura 6).

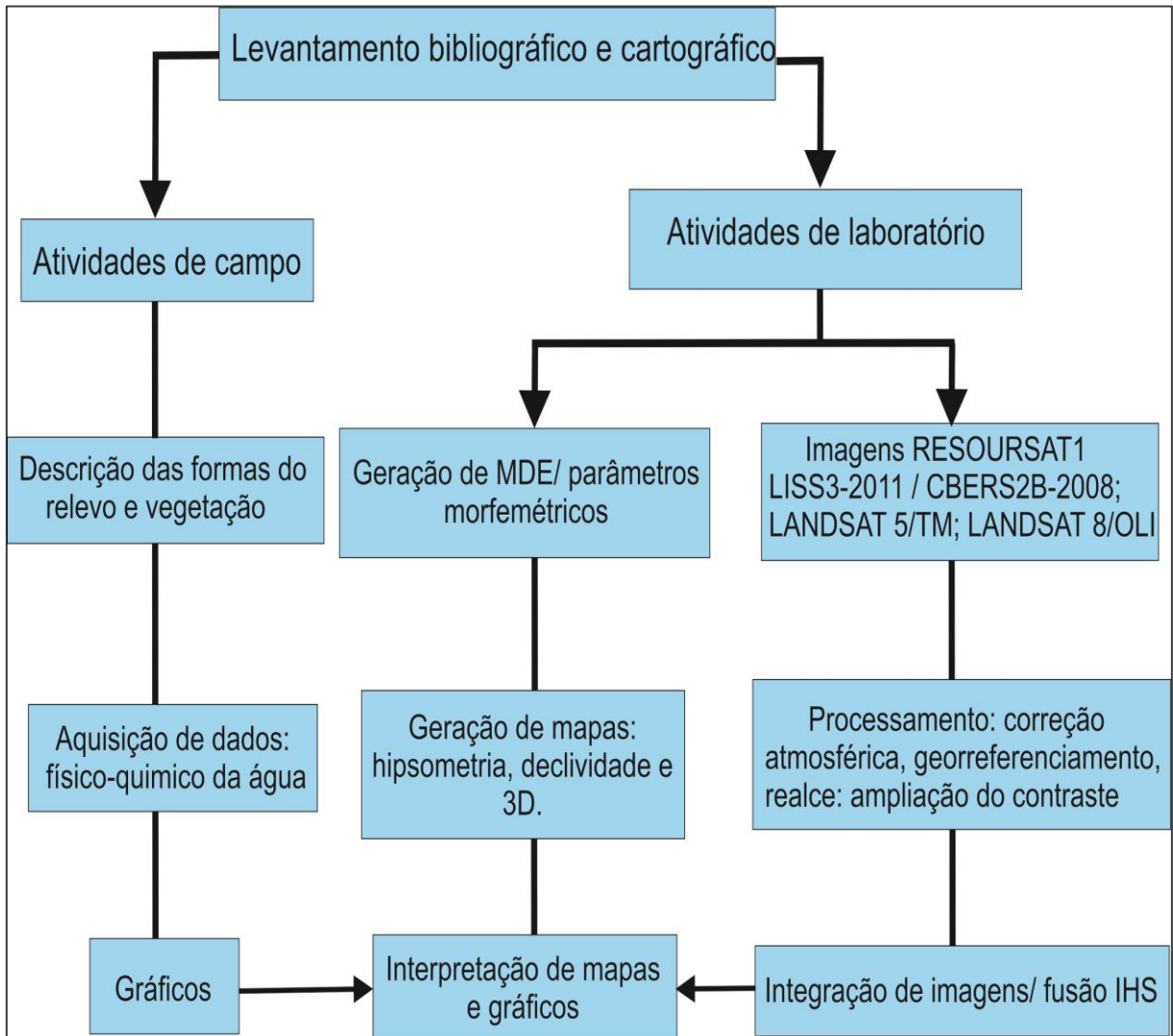
Figura 6 - Procedimentos de aquisição de dados em trabalho prático de campo. A) Equipamento Portátil Mini-sonda multiparamétrica; B) Montagem e Calibração do Equipamento; C) Processo de Lavagem da Sonda; D) Uso Prático do Equipamento no Canal do Corpo Hídrico.



Fotografia: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Todos os procedimentos metodológicos estão descritos no fluxograma a seguir (Figura 7)

Figura 7 - Fluxograma com os procedimentos metodológicos aplicados na execução da pesquisa.



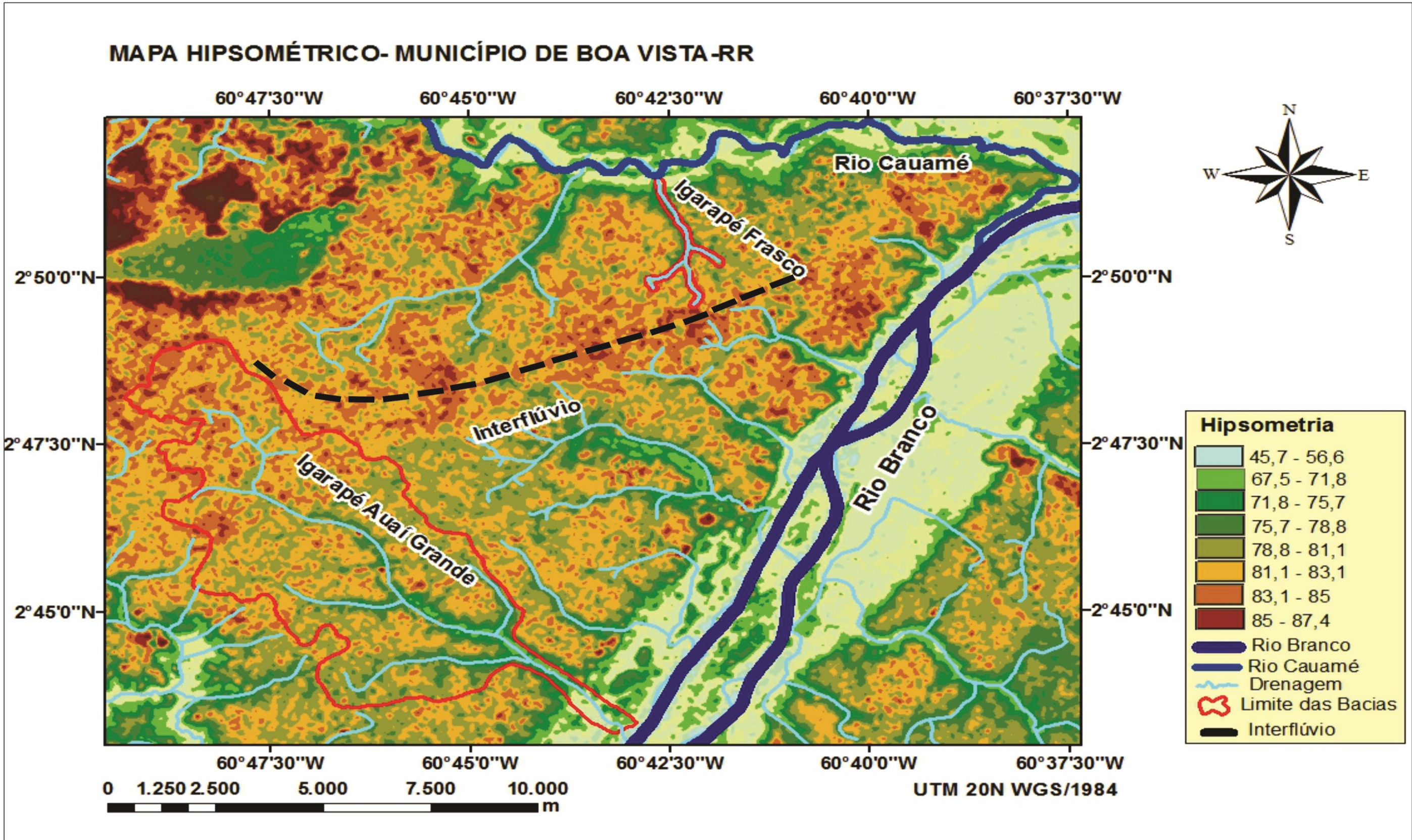
Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERÍSTICAS HIDROGEOMORFOLÓGICAS E PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS DAS BACIAS DOS IGARAPÉS FRASCO E AUAÍ GRANDE.

As bacias dos igarapés Frasco e Auaí Grande estão localizadas numa área de pediplano suavemente ondulada, com a presença de áreas abaciadas onde se formam lagos e veredas de buritizais, com predominância de latossolos vermelhos e vermelho-amarelo onde se desenvolvem as savanas graminosas ou gramínea lenhosa. O padrão de drenagem das bacias é do tipo dendritico arborescente na forma alongada, assentadas numa área de relevo que mostra um controle estrutural delimitado pela presença de um interflúvio que as separa (Figura 8). A caracterização desse padrão de drenagem segue em concordância com o trabalho de Reis Neto (2007) referente geomorfologia e neotectônica da bacia do Rio Cauamé.

Figura 8 - Mapa Hipsométrico da área de estudo Município de Boa Vista-RR, destacando o interflúvio entre as bacias do Igarapé Frasco e Auaí Grande.

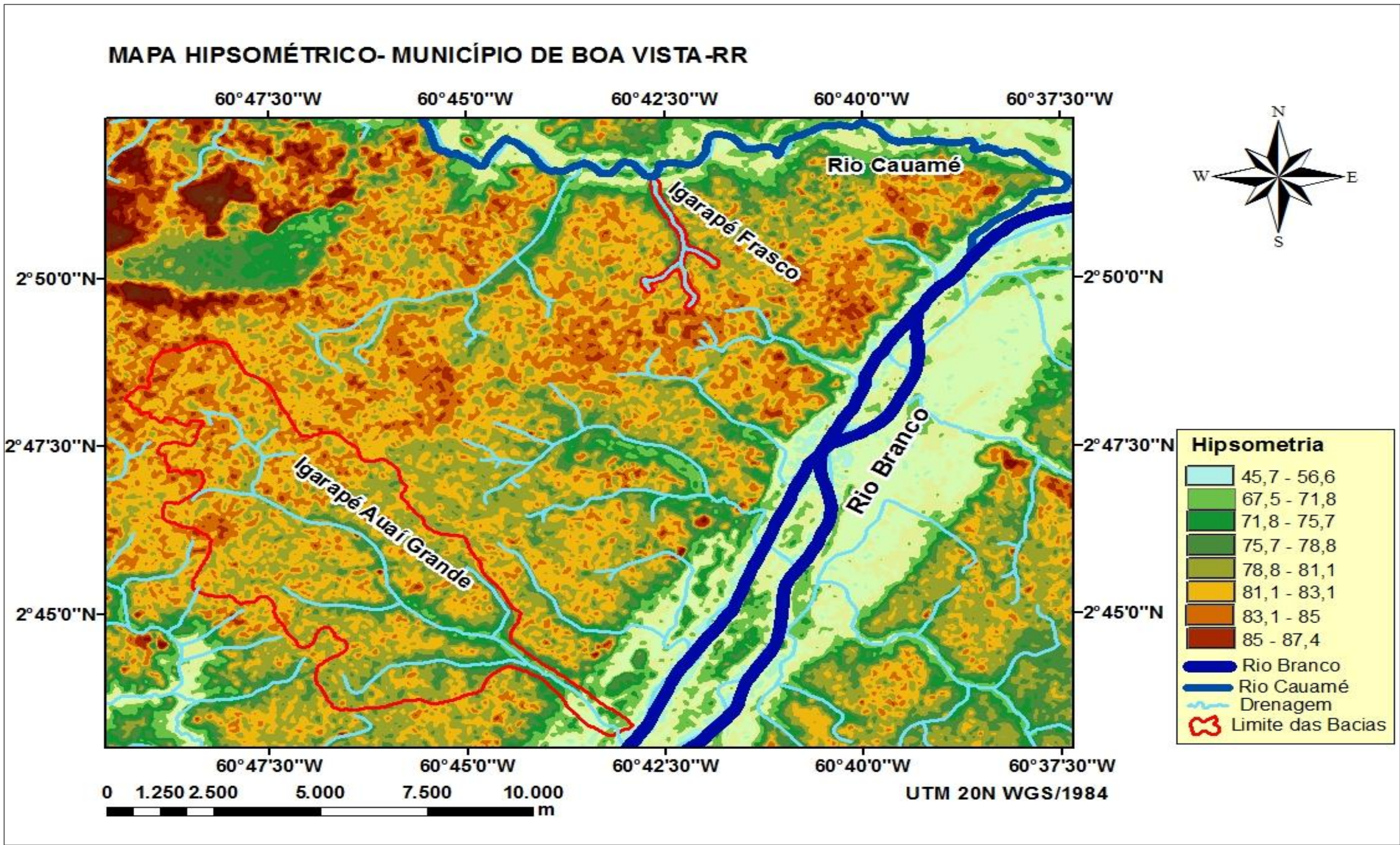


Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

A bacia do igarapé Frasco é formada por duas nascentes que apresentam-se na forma goticular e elipsoidal, seguindo uma direção preferencial (NNW-SSE) com uma área de 1 km², perímetro de 9,6 km e fator de forma igual a 0,104 indicando que a bacia não apresenta forma circular pois este parâmetro distancia-se do valor 1, estando pouco sujeita a inundações. Em seu alto curso apresenta altitudes em torno de 83 m, enquanto que no baixo curso 67 m, implicando em uma declividade sem variações significativas, exceto na região de sua foz, onde este parâmetro pode alcançar valores em torno de 6° (Figuras 9, 10 e 11). Seu período máximo de cheia é determinado pelo regime pluviométrico das chuvas, no período do verão sofre com a falta de água e conseqüentemente diminui seu volume, no entanto não seca.

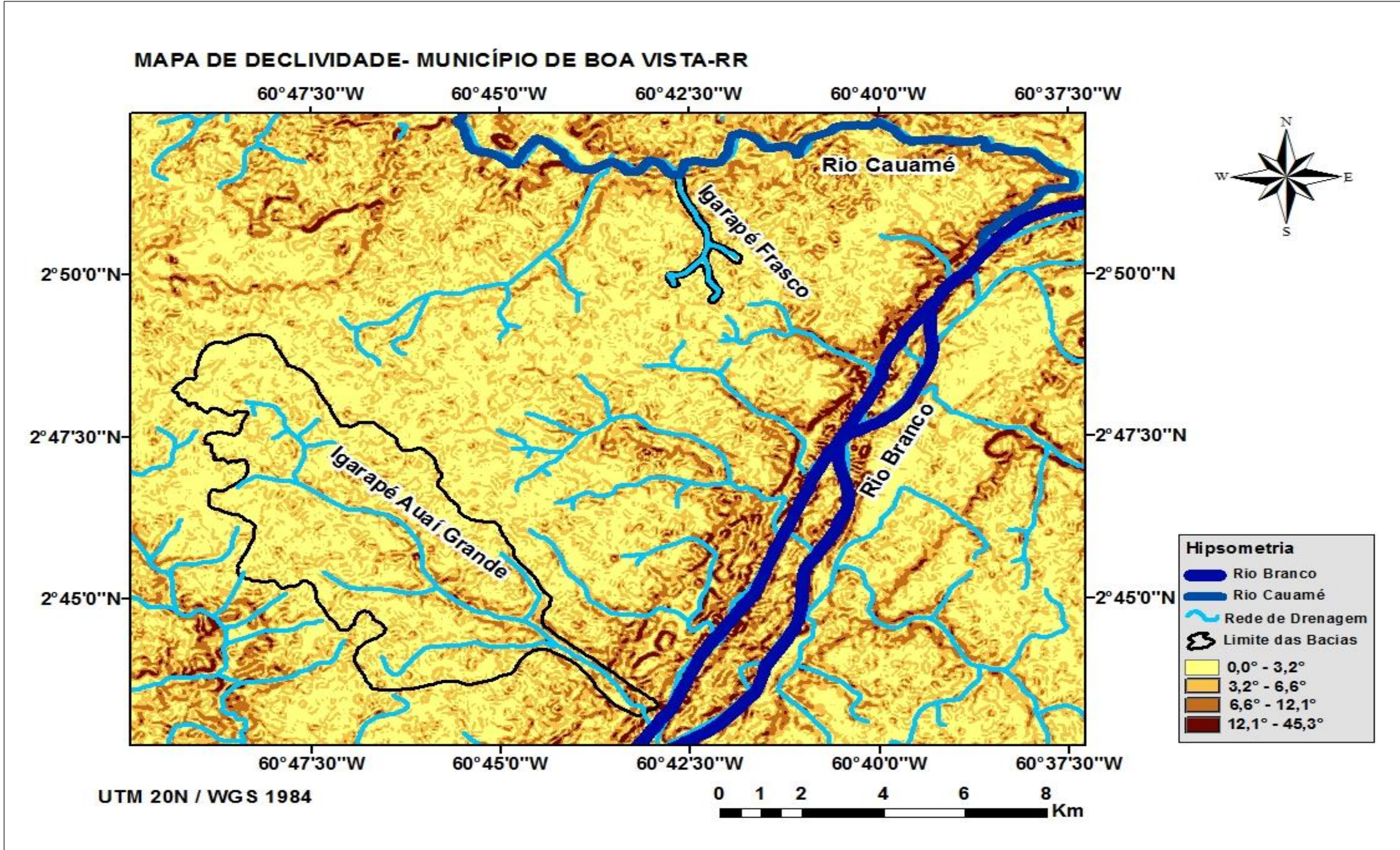
A bacia do igarapé Auaí Grande é formada por cerca de 21 nascentes que apresentam-se na forma goticular, elipsoidal e geminadas com direcionamento preferencial (NE-SW) com uma área de 4,6 km², perímetro de 219 km e fator de forma igual a 0,205 o que indica que a bacia não apresenta forma circular pois este parâmetro distancia-se do valor 1, estando pouco sujeita a inundações.. As altitudes nessa bacia variam entre 85 m no alto curso a 45 m no baixo curso, a declividade atinge 3° no alto curso, 6° no médio curso e em sua foz a chega a cerca de 12° de inclinação, apresentando variações pouco significativas evidenciadas pelo mapa tridimensional em 3D (Figuras 9, 10 e 12).

Figura 9 - Mapa Hipsométrico da área de estudo Município de Boa Vista-RR, apresentando variação altimétrica com cerca de 45 metros entre as áreas rebaixadas das bacias do Igarapé Frasco e Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Figura 10 - Mapa de Declividade da área de estudo Município de Boa Vista-RR, mostrando as variações do relevo nas bacias do Igarapé Frasco e Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Figura 11 - Modelo tridimensional (3D) referente aos níveis altimétricos da bacia do Igarapé Frasco.

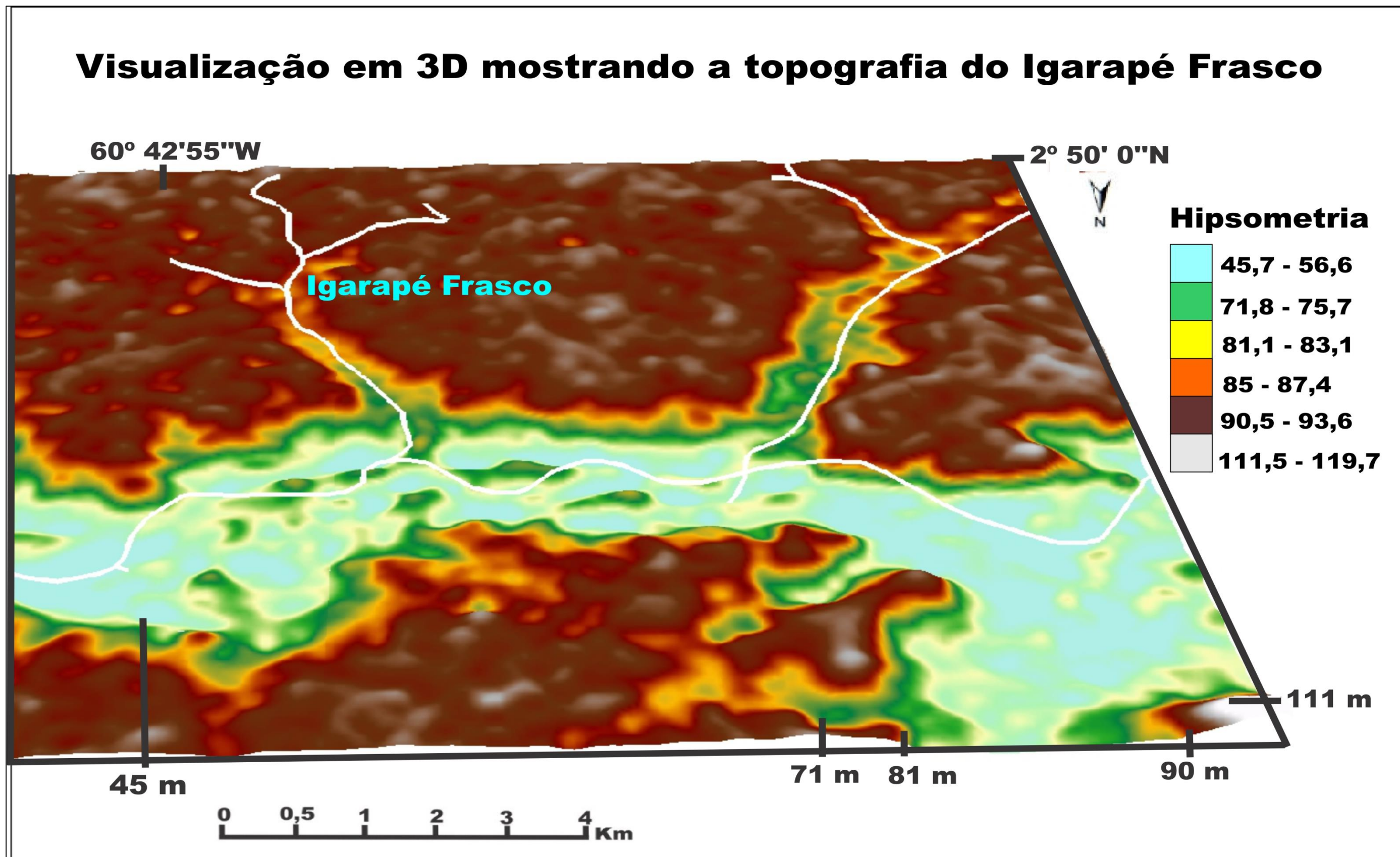
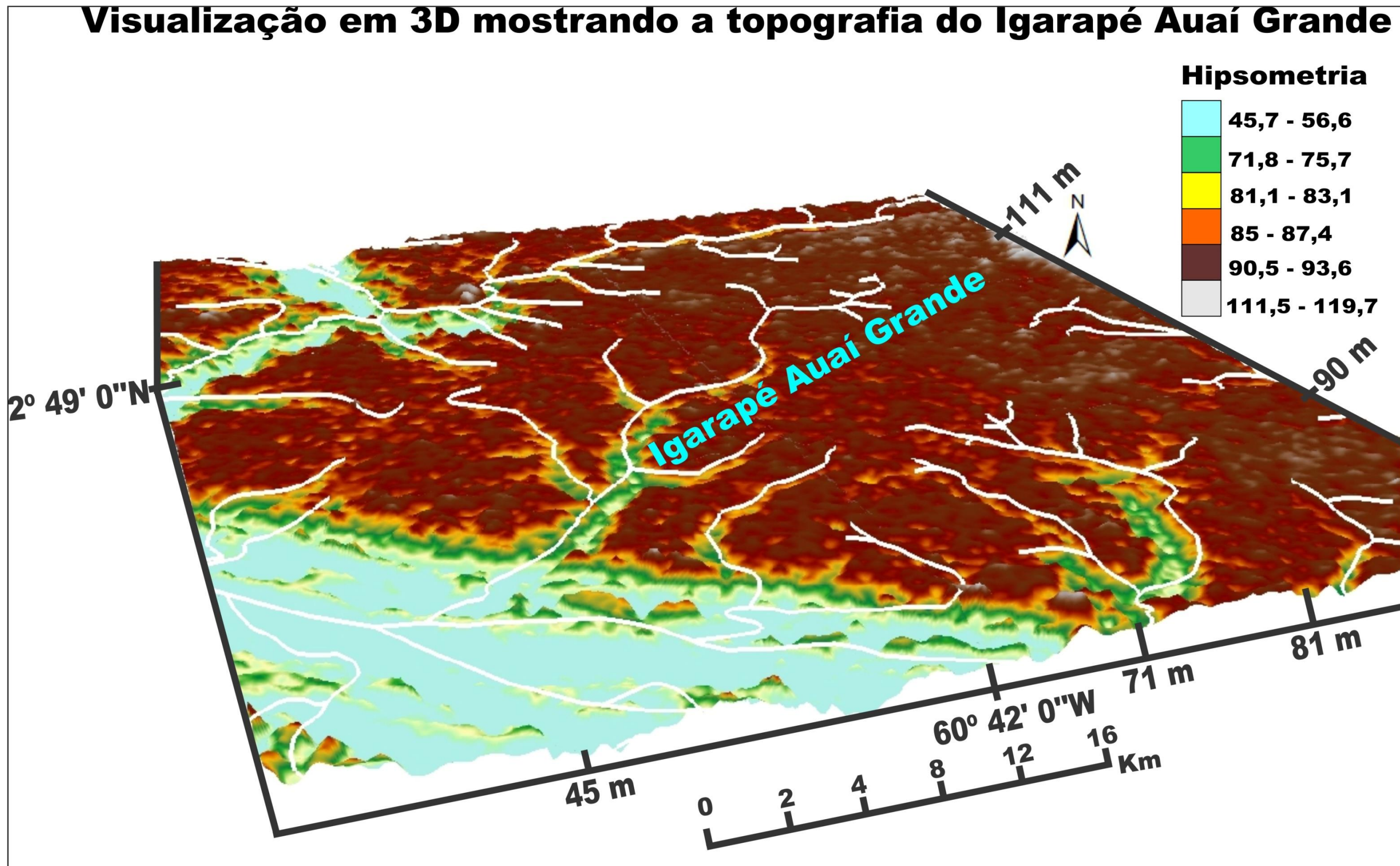


Figura 12 - Modelo tridimensional (3D) referente aos níveis altimétricos da bacia do Igarapé Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

5.1.1 As influências dos Fatores Sociais e Políticos na Dinâmica dos corpos Hídricos.

A bacia do igarapé Frasco situada na área urbana é formada por duas nascentes que constituem os lagos do Sulivam e Base Aérea.

O lago do Sulivam situado próximo ao bairro Jardim Floresta numa área de ocupação em meio à expansão urbana da cidade de Boa Vista, no passado apresentava características naturais, mas atualmente apresenta feições de ordem antrópica como: leito cavado, canalizado e mata ciliar alterada. Todavia ainda apresenta resquícios em seu percurso de mata ciliar, com presença de buritizais (*mauritia flexuosa*) (Figura 13).

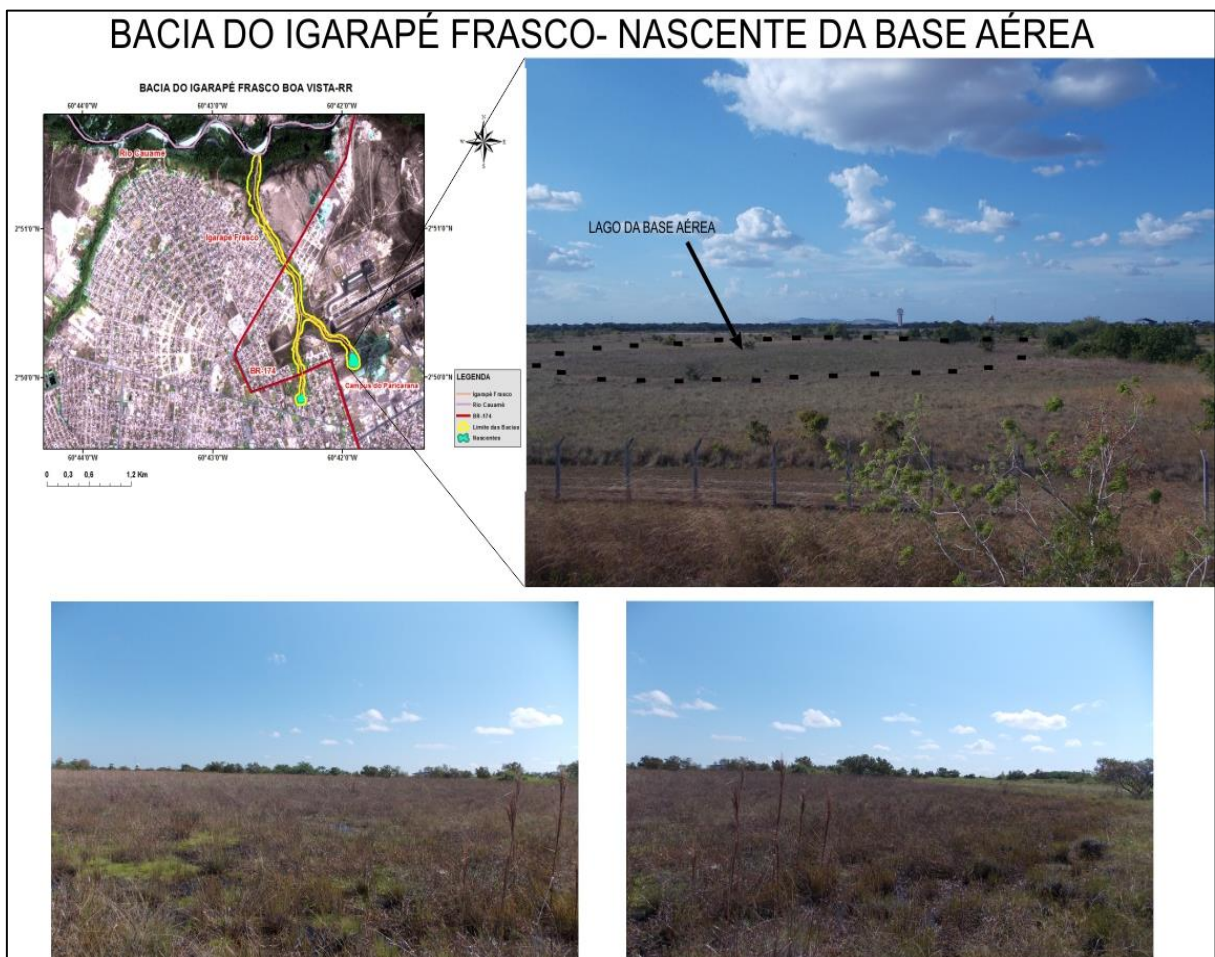
Figura 13 - Visão panorâmica do lago do Sulivam.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

O lago da Base Aérea localizado próximo ao bairro aeroporto encontra-se dentro da base aérea de Boa Vista, próximo ao Campus do Paricarana - UFRR estando institucionalmente protegido de uma ação antrópica mais intensa. Em seu entorno aparece numa área de savana com presença de vegetação típica da região, conhecidas popularmente por caimbé, murici (*Byrsonima crassifolia*) (Figura 14). Essa caracterização da formação vegetal esta em acordo com os trabalhos de Meneses, Costa e Costa (2007), que estudaram as áreas lacustres dos lavrados de Roraima e do estudo das savanas de Roraima realizados por Barbosa e Miranda (2005).

Figura 14 - Visão panorâmica do lago da Base Aérea



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Além da ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanente, constatou-se que as bacias dos igarapés e nascentes sofreram alterações como

retirada da mata ciliar e despejo de lixo em suas margens comprometendo a qualidades da água, além de promover inundações nessas áreas modificadas (Figura 15).

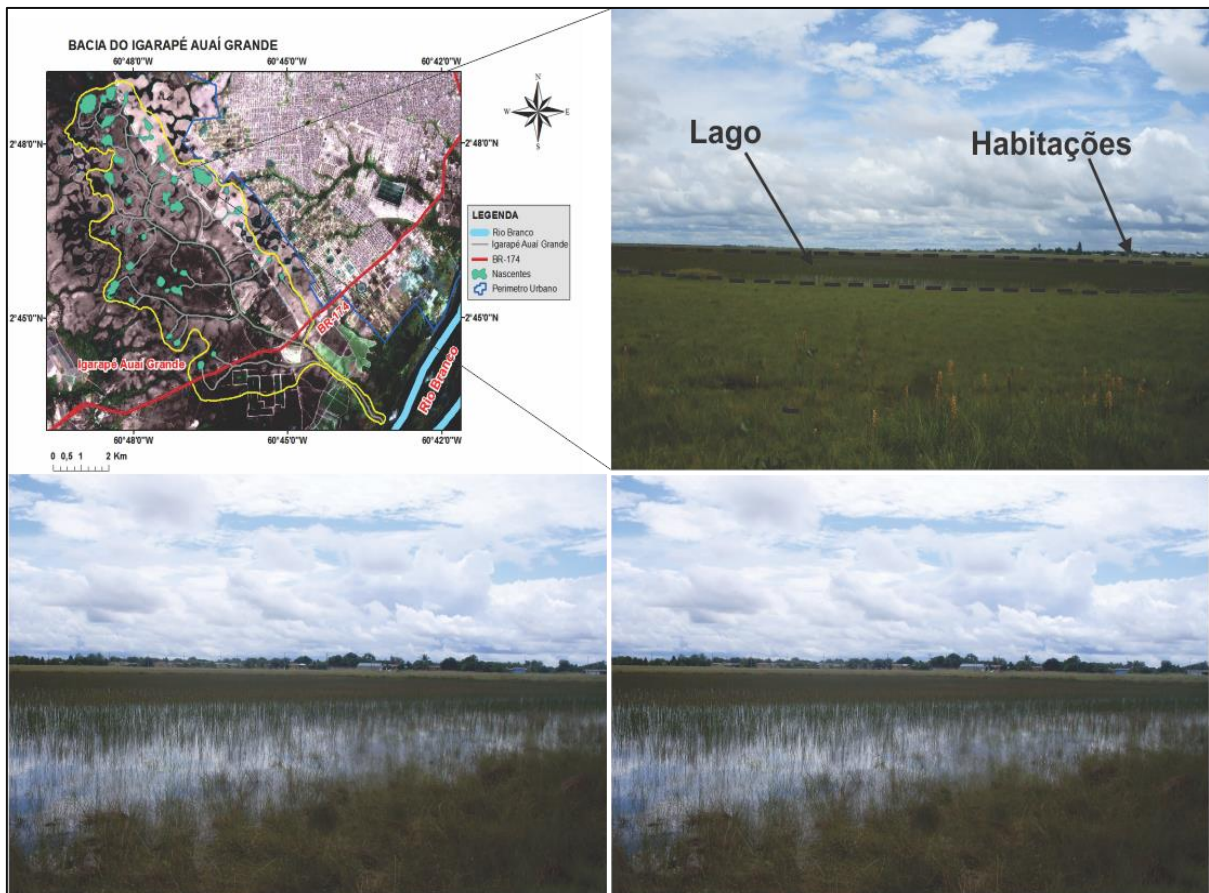
Figura 15 - Canal principal do igarapé Frasco - Destaque para resíduos de lixo doméstico em suas margens.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

A bacia do igarapé Auaí Grande localizada na área peri-urbana da cidade de Boa Vista, apresentam as mudanças em sua paisagem principalmente na parte leste, onde as ocupações tem ocasionado o desaparecimento de algumas nascentes, que eram inclusive alimentadas por outras bacias como a do Igarapé Grande (Figura 16).

Figura 16 - Nascente do igarapé Auaí Grande - Área próxima ao conjunto cidadão, destacando a expansão urbana sobre os lagos.

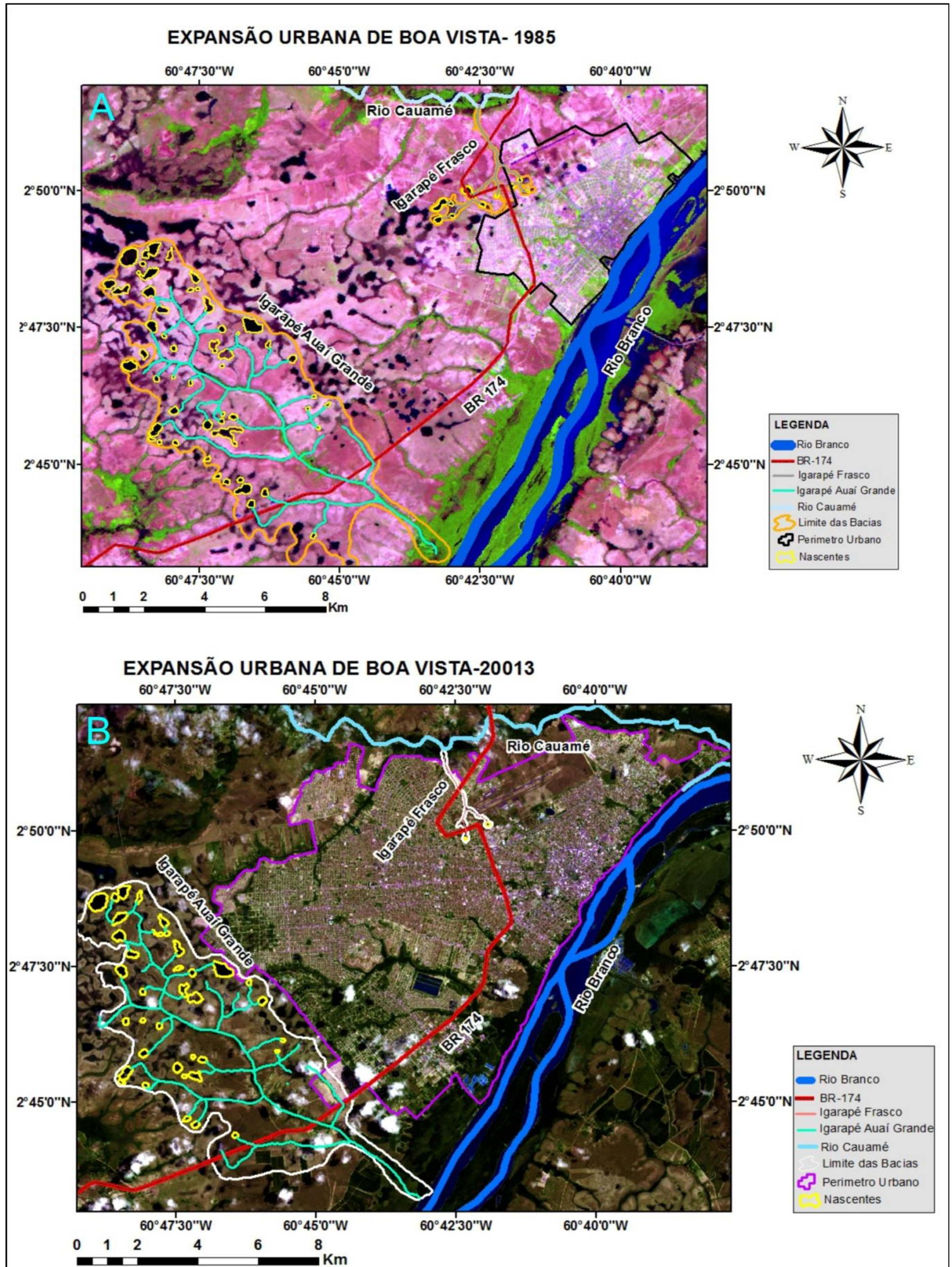


Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

As nascentes da bacia do igarapé Auaí Grande situadas próxima ao conjunto cidadão tem sido afetada com o avanço da expansão urbana que invadem os limites naturais com o objetivo de ocupação e construções de casas.

Numa análise temporal das bacias dos igarapés Frasco e Auaí Grande em 1985, observa-se que Boa Vista cresceu de forma ordenada seguindo o padrão concêntrico e que nos anos seguintes passa a sofrer com as ocupações nos seus limites naturais causando impactos de ordem antrópica, evidenciado com o desaparecimento de algumas nascentes que apresentavam diversas morfologias (goticulares, circulares, elipsoidais e geminadas) determinadas pelo tipo ou padrão de conexão com as veredas ou igarapés (Figura 17 A).

Figura 17 - Imagem comparativa da expansão urbana nos anos de 1985 e 2013 em Boa Vista-RR: Imagem A Landsat 5/TM – 1985 e B Imagem integrada Landsat 8/OLI – 2013.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Por outro lado, visualizamos Boa Vista em 2013 (Figura 17 B), apresentando mudanças na paisagem, pois se percebe que as nascentes e os limites das bacias foram suprimidos com o avanço da mancha urbana que expandiu-se para sudoeste e oeste. Estas zonas são consideradas pelo Plano Diretor Estratégico da Cidade (PMBV, 2006) como área prioritária de preservação. No entanto, sobrepondo o mapeamento da imagem de 1985 em relação à imagem de 2013, nota-se que as nascentes das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande têm sido afetados por alterações antrópicas, tais como aterros, para dar espaço as construções de moradias, obras públicas em áreas de APPs que impermeabilizam o solo que causam enchentes e instalação de drenagens pluviais desordenadamente.

Neste contexto os igarapés tem perdido áreas dos seus limites naturais a exemplo de que em 1985 a bacia do igarapé Frasco em 1985 apresentava uma área de 1,7 Km² e a bacia do igarapé Auai Grande 4,9 Km² sendo que em 2013 esses valores passam a ser de 1 km² e 4,6 Km².

Junto às ocupações irregulares nos limites das bacias ocorrem alterações como: retirada da mata ciliar, exposição e compactação do solo, gerando impermeabilização do solo, conseqüente diminuição da taxa de infiltração da água, aumentando o escoamento superficial e a quantidade de sedimentos a ser carregado para a rede de drenagem, modificando a geometria do canal de drenagem por meio do assoreamento. Essa constatação corrobora com Sander (2003) sobre mudança na geometria de canal.

Vários trabalhos foram realizados referentes à expansão urbana, e aos igarapés em Boa Vista-RR onde destacam-se: Bonatto (2002); Costa (2004); Carvalho (2007); Meneses (2007); Silva (2010); Soares (2010); Wankler et al (2011); Souza (2012) entre outros.

5.2 AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS BACIAS DOS IGARAPÉS FRASCO E AUAÍ GRANDE.

A coleta dos dados referentes aos parâmetros físico-química (pH, Condutividade Elétrica (CE), Turbidez (NTU) e Temperatura(C°)), das águas dos igarapés Frasco situado na área urbana e Auai Grande localizado na área peri-urbana da cidade de Boa Vista, foram realizados em 5 pontos no período de verão (dezembro de 2013), tendo suas coordenadas devidamente obtidas com auxílio de GPS (Figuras 18 A e B).

Figura 18 A – Imagem do Igarapé Frasco - Destacando os pontos de análise físico-química da água.

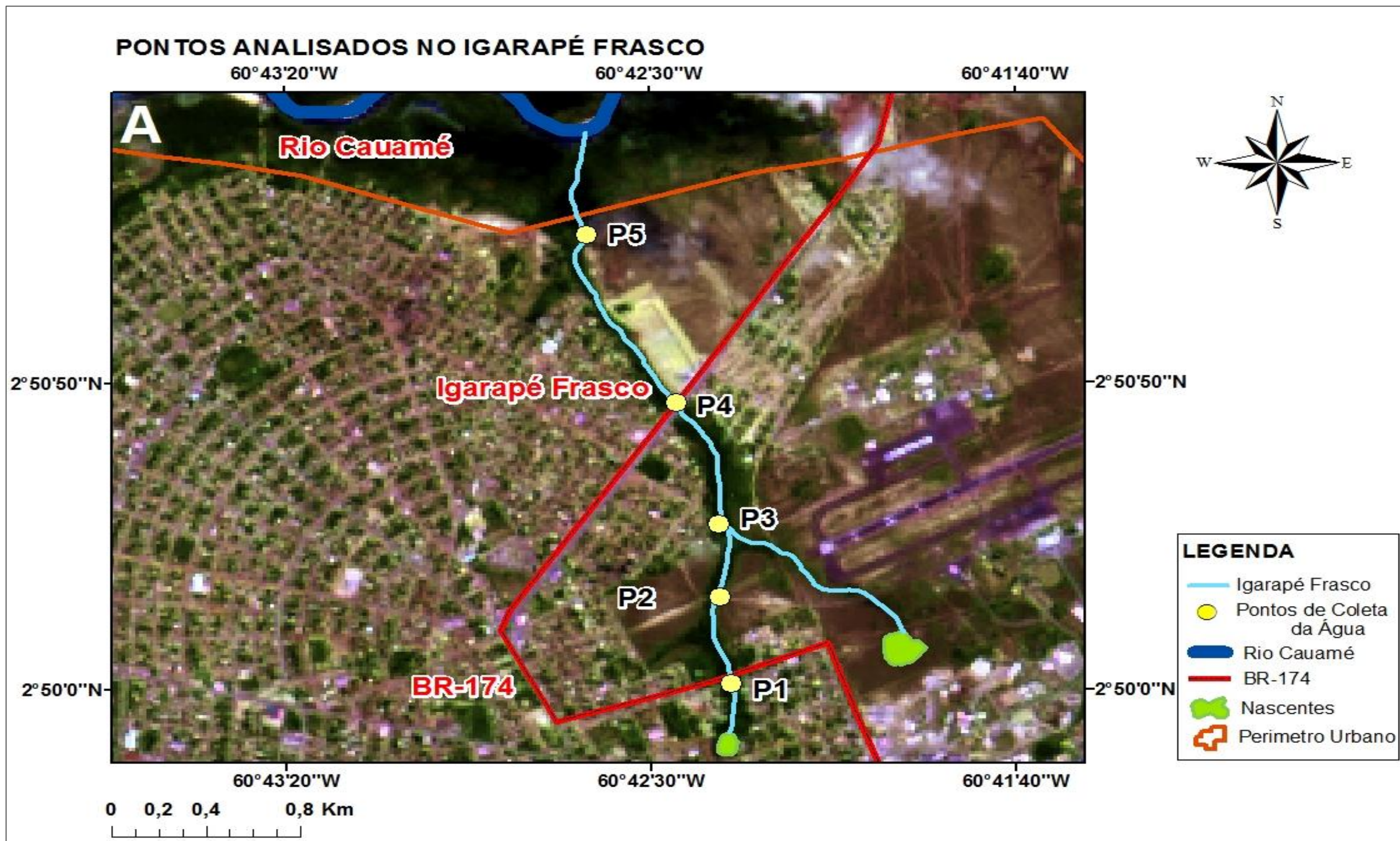
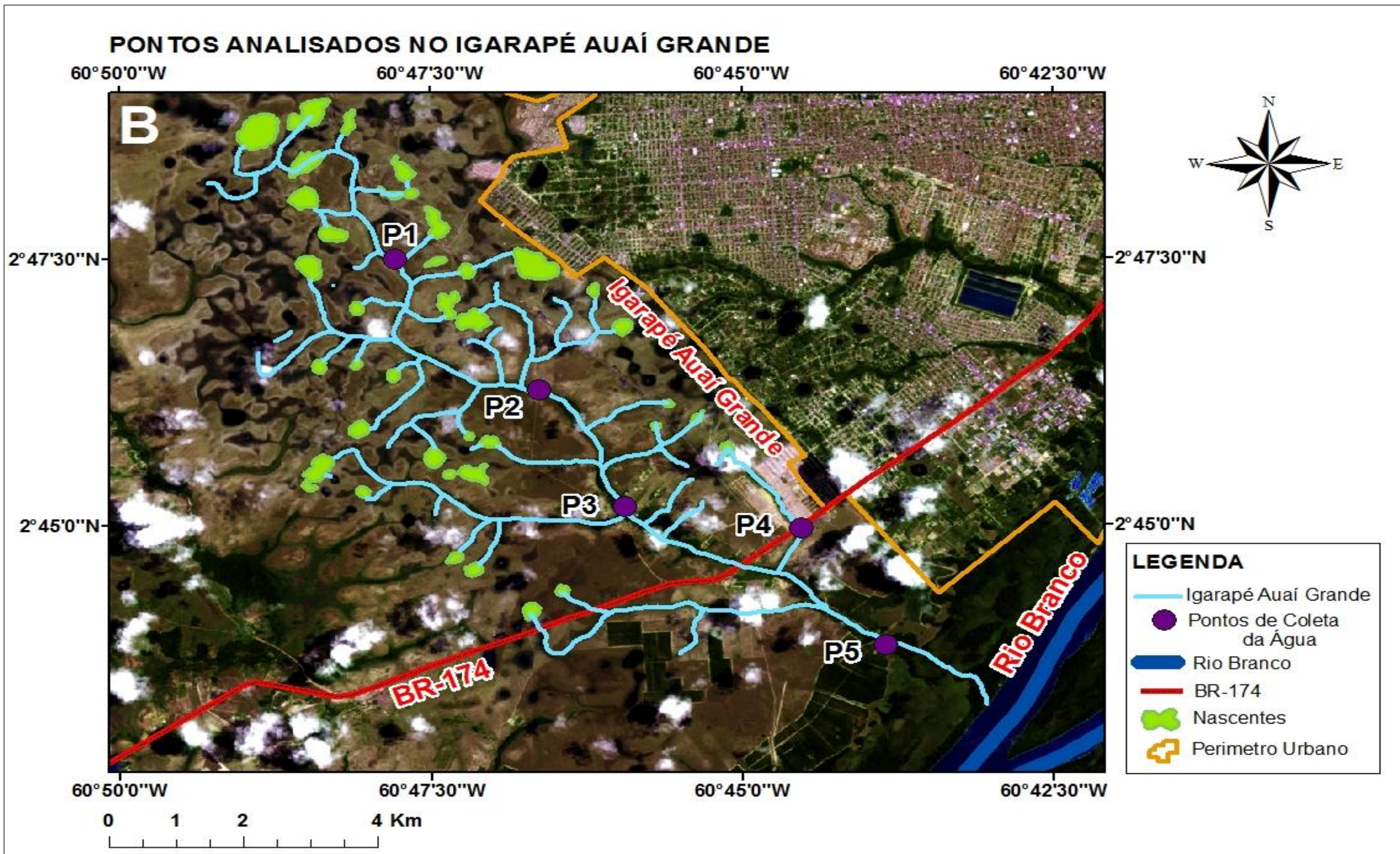


Figura 18 B – Imagem do Igarapé Auai Grande - Destacando os pontos de análise físico-química da água.

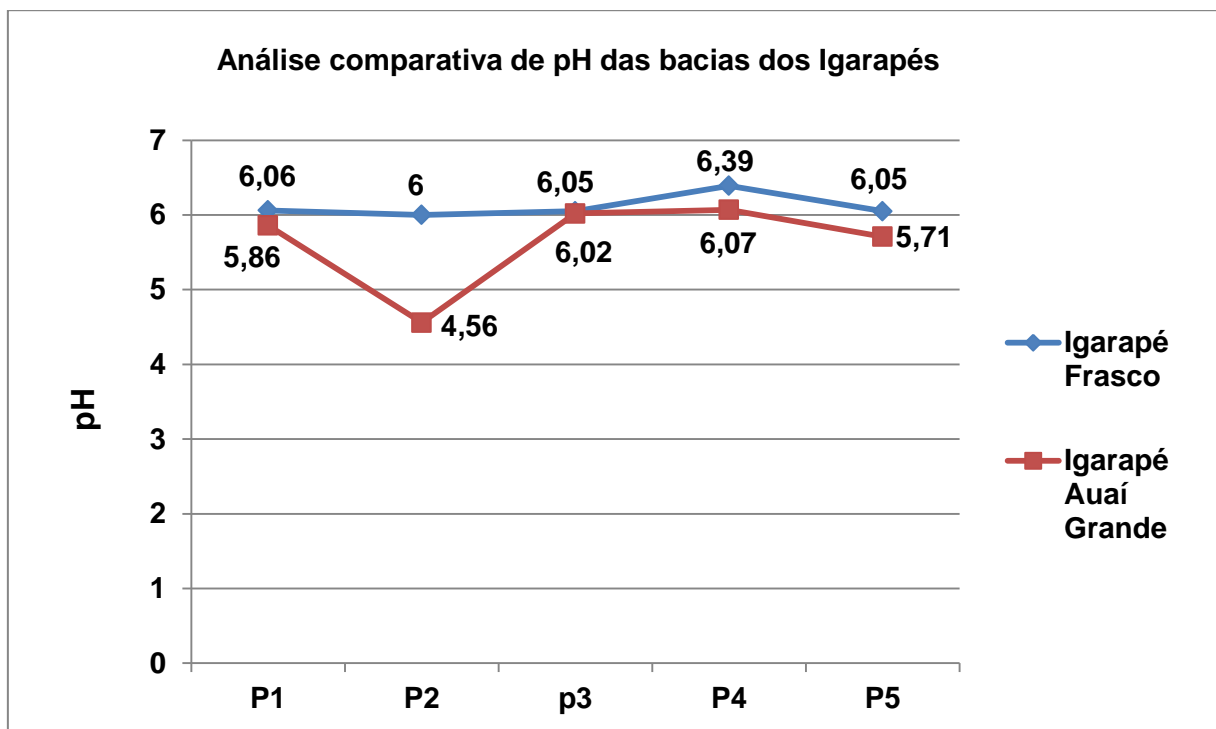


Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

5.2.1 Potencial Hidrogeniônico – pH

Com base nos dados da figura 1 observa-se que os níveis de pH das duas bacias oscilam de 6,39 a 4,56, sendo a maior encontrada na bacia do Igarapé Frasco e a menor no ponto 2 na bacia do Igarapé Auai Grande (Figura 19).

Figura 19 - Análise comparativa do pH das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

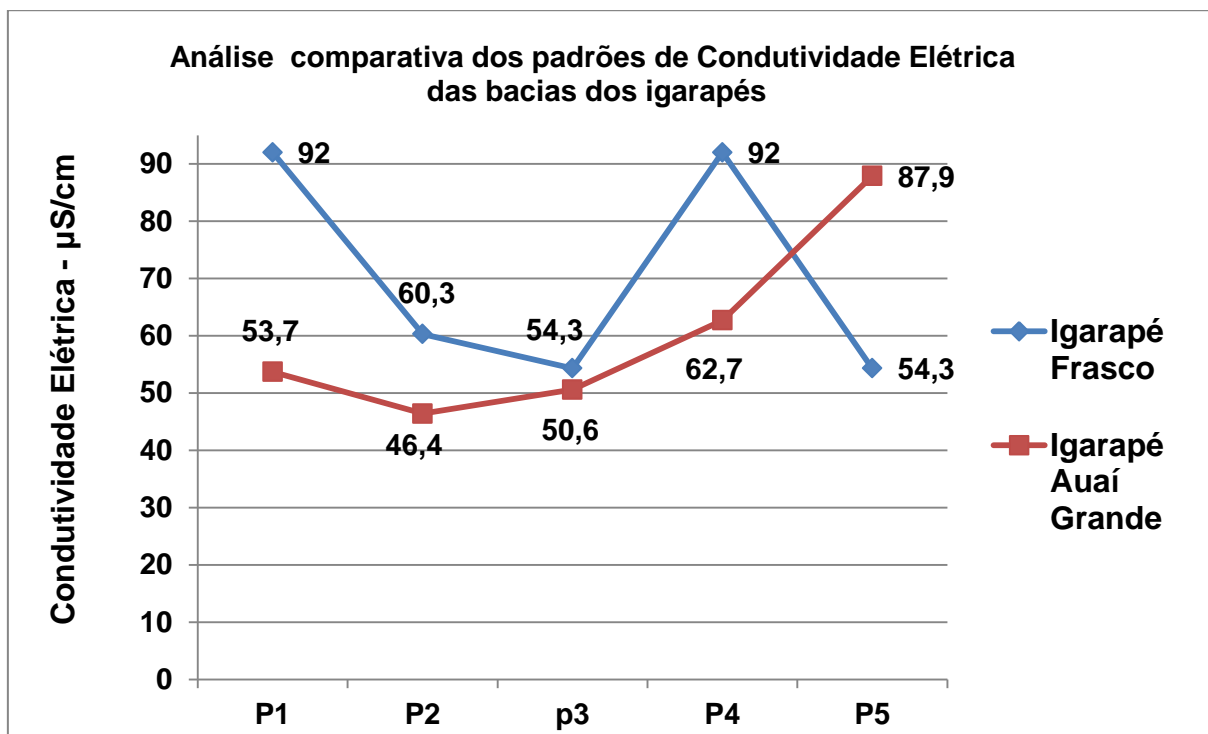
O valor ácido observado no ponto 2 do Igarapé Auai Grande está relacionado possivelmente à liberação de ácidos orgânicos, através da decomposição de matéria orgânica, cujo acúmulo se dá principalmente nas áreas mais superficiais em acordo com Meneses (2007).

Os valores de pH evidenciados nas bacias do Igarapé Frasco e Auai Grande, enquadra-se na categoria de águas claras com pH de 4,5 a >7, por carrear pouco material em suspensão conforme (SIOLI, 1950). Apesar dos pontos coletados não terem ultrapassados os níveis permitidos 6 a 9 recomendados pela resolução CONAMA 357, percebe-se que a bacia localizada na área urbana alcançou níveis mais altos do que a bacia situada em na área mais afastada da cidade.

5.2.2 Condutividade Elétrica - CE

De acordo com a figura 2 os níveis de condutividade elétrica apresentaram as maiores valores oscilando de 92 na bacia do igarapé Frasco e 87,9 na bacia do igarapé Auai Grande (Figura 20).

Figura 20 - Análise comparativa da condutividade elétrica das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

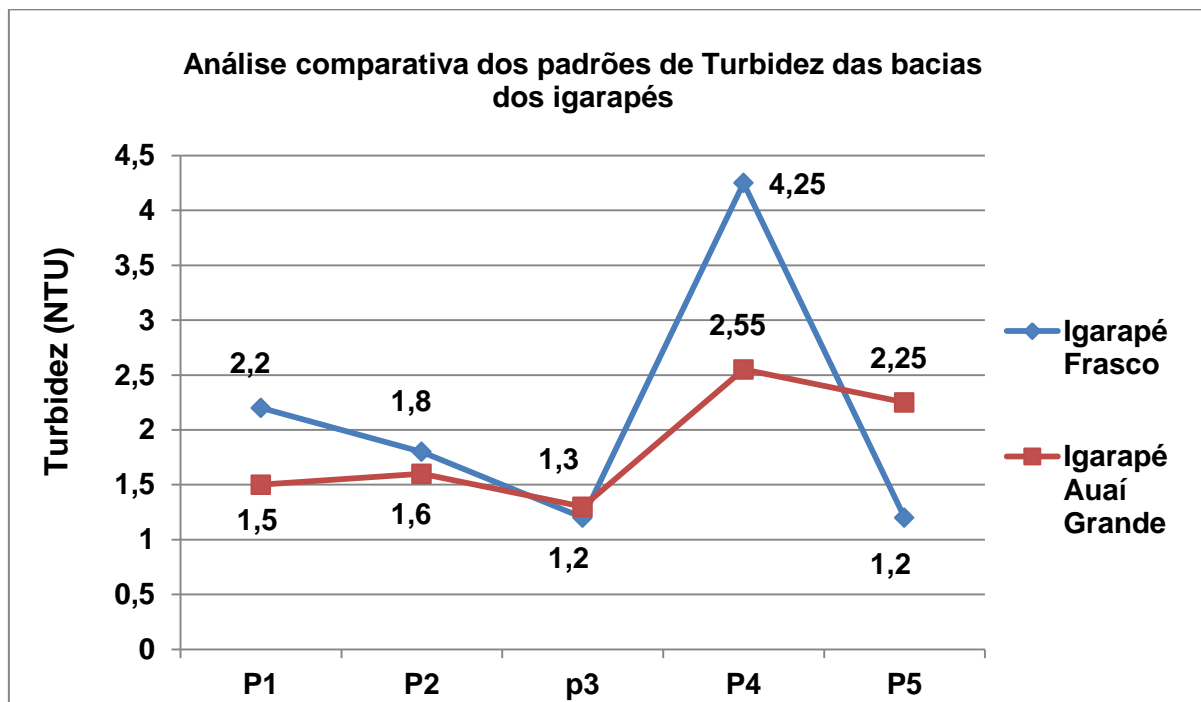
Os pontos 1 e 4 apresentaram os maiores valores de CE do igarapé Frasco que são atribuídos ao lançamento de dejetos lançados nesse igarapé urbano, visto que os pontos citados marcam as áreas de maior ocupação no decorrer do curso dessa bacia.

O maior valor de CE identificado no ponto 5 do igarapé Auai Grande esta relacionado à poluição da água por chorume proveniente do Aterro sanitário de Boa Vista. Os valores de CE observados nos igarapés estão dentro dos níveis estabelecidos como naturais pela resolução CONAMA 357/05, pois não ultrapassaram 100 µS/cm e que em ambientes com elevadas contribuições de efluentes domésticos e industriais, esse valor pode atingir até 1000 µS/cm.

5.2.3 Turbidez

Os maiores valores de turbidez identificados entre as bacias do Igarapé Frasco e Auai Grande oscilaram de 2,55 a 4,25 (Figura 21).

Figura 21 - Análise comparativa de Turbidez das bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

Na bacia do Igarapé Frasco foram observados os maiores valores de turbidez proveniente de material advindo das residências e estão relacionados a fontes de poluição que lançam materiais finos e outras substâncias na água (PINTO, 1998).

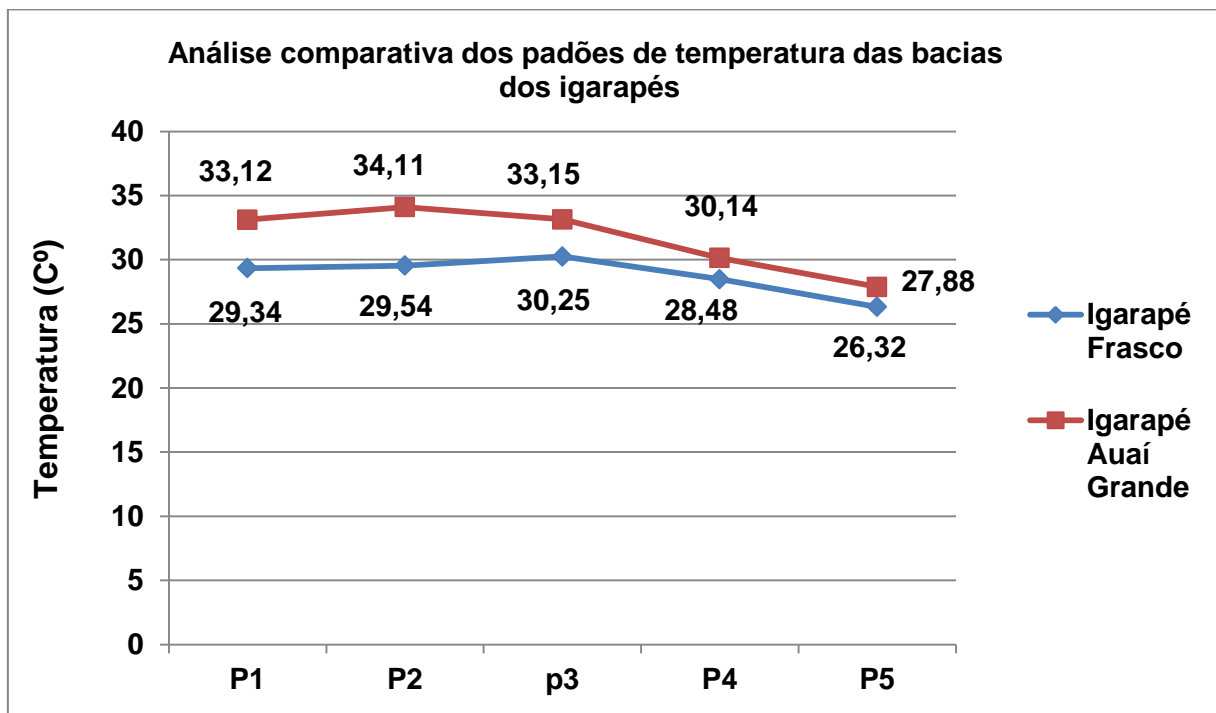
Os valores apresentados nas bacias dos Igarapés analisados estão dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05, onde o limite máximo é até 100 NTU (unidades nefelométricas).

5.2.4 Temperatura (C°)

As bacias dos Igarapés Frasco e Auai Grande apresentam mata ciliar nos seus entornos, todavia a bacia do Igarapé Auai Grande situado na área peri-urbana da

cidade de Boa vista, apresentou temperaturas mais elevada decorrentes do fato das análises terem sido obtidos em horários de maior incidência da radiação solar (intervalo de 12 às 17 horas) e que de modo geral, as temperaturas dessas águas refletem as temperaturas do ar, típicas do clima local (Awi de Köppen), que diurnamente chegam a atingir 42 °C (Figura 22).

Figura 22 – Análise comparativa das Temperaturas das bacias dos igarapés Frasco e Auai Grande.



Organização: Antonio Pedro R. dos Santos Neto

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A caracterização hidrogeomorfológica das bacias dos igarapés Frasco e Auaí Grande permitiram identificar o cenário natural onde esses corpos hídricos se desenvolveram. As bacias estão situadas na unidade morfoestrutural do relevo Pediplano Rio Branco - Rio Negro que se apresenta suavemente ondulada, com a presença de áreas abaciadas onde se formam lagos e veredas de buritizais, com predominância de latossolos vermelhos e vermelho-amarelo onde se desenvolvem as savanas gramíneas ou gramínea lenhosa.

A utilização de imagens de satélite possibilitou por meio do geoprocessamento a caracterização morfométrica das bacias. Os mapas de altimetria e declividade mostram que as bacias estão localizadas em áreas baixas que variam de 45 a 85 metros, com declividade que apresentam pouco gradiente de energia nos igarapés variando de 3° a 12°.

Os resultados obtidos da análise físico-química de pH, condutividade elétrica e turbidez apresenta maiores valores na bacia do igarapé Frasco decorrentes da expansão urbana, diferente da bacia do igarapé Auaí Grande, que encontra-se na área peri-urbana da cidade de Boa Vista, no entanto os valores da análise da água nas bacias dos igarapés estão dentro dos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/05.

O emprego de parâmetros na caracterização hidrogeomorfológica das bacias hidrográficas foram de fundamental importância neste trabalho, pois permitiram identificar as características físicas da área de estudo bem como entender sua dinâmica. Nesse sentido, os resultados obtidos indicam que as bacias apresentam-se frágeis a ação da expansão urbana.

Ao longo dos anos o avanço da expansão urbana tem causado o desaparecimento e deformação de nascentes das bacias dos igarapés Frasco e Auaí Grande na cidade de Boa Vista, gerando problemas ambientais (poluição da água) e sociais (inundações).

Diante do exposto fica nítido que as bacias dos igarapés Frasco e Auaí Grande têm sofrido com o avanço da mancha urbana da cidade de Boa Vista, que ocupa áreas de preservação ambiental. Desta forma espera-se que esta pesquisa possa dar subsídios para que sejam estabelecidas diretrizes e revisão no plano

diretor das áreas das bacias buscando minimizar ou inibir os efeitos das ocupações irregulares para a preservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R.; MORAES, F. E.; SOUZA, J. M.; MALHEIROS, T. M. Planejamento ambiental: caminho para a participação popular e gestão ambiental para nosso futuro comum. Uma necessidade, um desafio. 2. ed. Rio de Janeiro: Thex, 1999. 180 p.

AMORIM, L. M. Como Definir Critérios Para Ocupação de Fundos de Vale em Áreas Urbanas. In. **22º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003, Joinville, SC**. Disponível em:< <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes22/>> Acesso em 23 de Set. 2013.

ANDRADE PINTO, L.V.; BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; FERREIRA, E. Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do ribeirão Santa Cruz, Lavras, M.G.; **Scientia Forestalis**, nº65, p.197-206, 2004

ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R.D.; SAMPAIO, R. A. **Precipitação Pluviométrica Mensal Provável em Boa Vista**, Estado de Roraima, Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.3, p.563-567, nov. 2001.

ASSAD, M. L. L. Uso de um sistema de informações geográficas na delimitação da aptidão agrícola das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 19, n. 1, p.133-139, 1995.

BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. **Diversidade de Savanas de Roraima**. **Revista Ação Ambiental**: Roraima Ambientes do Extremo Norte do Brasil, Viçosa, n. 32, p.19-23, jul./ ago. 2005.

BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Gurujá, Litoral Sul do Estado do Paraíba. Congresso Brasileiro de Geografia Física, Minas Gerais: 2009.

BARROS, N. C. C. de. **Roraima paisagens e tempo na Amazônia setentrional**. Recife: Ed. Universidade Federal de Pernambuco, 1995.

BONATTO, F. **Transformações na paisagem natural de Boa Vista-RR. Um diagnóstico ambiental por geoprocessamento**. Rio de Janeiro. 2002. (Tese de Mestrado- UFRJ).

BRANDÃO, S. L.; LIMA, S. C. **Diagnóstico ambiental das áreas de preservação permanente (APP)**, margem esquerda do rio Uberabinha, em Uberlândia (MG). Caminhos de Geografia, v.3, n. 7. Out/ 2002.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal Brasileiro. Brasília, 1965.

BRASIL. **Carta Planialtimétrica de Boa Vista-RR**. Folha NA. 20-X- D-II- MI-54. Brasília. 1980.1mapa, color, 560x560mm Escala: 1:100.000.

Boa Vista. Lei nº 244, 06 de setembro de 1991. Plano Diretor de Boa Vista. Câmara Municipal 1991.

CALDERARI, C. E. **A gestão ambiental com a responsabilidade social nas empresas**. UNISALESIANO - Centro Universitário Católico Salesiano Auxilium. In: II Encontro Científico e II Simpósio de Educação UNISALESIANO. São Paulo. Lins, 2009. Disponível em: <<http://www.unisalesiano.edu.br/>> encontro 2009/trabalho/aceitos/CC36071516870. pdf. Acesso em: 07 Nov. 2013.

CALHEIROS, R. O. **Preservação e Recuperação das Nascentes: de água e de vida**. 1ª ed. Piracicaba: CBH, 2004. 125p.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução À Ciência da Geoinformação: Por que Geoprocessamento?** São Paulo: INPE, 2001. 345 p. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd>>. Acesso em 10 Abril 2013.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. de; **Geoprocessamento para projetos ambientais**. – São José dos Campos – São Paulo: INPE, 1996.

CARVALHO, J. Q. G; ARAÚJO, R. N. **Algumas considerações sobre os impactos na nascente do igarapé Caranã, Boa Vista-RR**. Revista Acta Geográfica 2007.

CASTRO, P. S. E. **Influência da cobertura florestal na qualidade da água em duas bacias hidrográficas na região de Viçosa, MG**. Piracicaba-SP, 1980. 107f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

CHAVES, A. A. A. **Avaliação do uso e qualidade do solo e da água da porção norte da Bacia do Rio Descoberto, Brasília, DF**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2005.

CHAVEZ Jr., P. S. **Atmospheric, solar and MTF corrections for ERTS digital imagery**. Am. Soc. Photogrammetry, 1975, 69-79.

CHAVEZ, P. S.; BERLIN, J. G. L.; SOWERS, L. B. **Statistical Method for Selecting Landsat MSS Ratios**. Applied Photographic Engineering, v.8, n.1, p.23-30, feb. 1982.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgar Blücher Ltda. 1980. 188 p.

COELHO, M. C. N. **Impactos Ambientais em Áreas Urbanas - Teorias, Conceitos e Métodos de Pesquisa**. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. (Eds.). **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil**. S. Paulo. Bertrand Brasil. 2000.

COHRE- Centro pelo Direito à Moradia Contra Despejos. **CONFLITOS URBANO-AMBIENTAIS EM CAPITAIS AMAZÔNICAS: BOA VISTA, BELÉM, MACAPÁ E MANAUS**. Impressão: Gráfica Calábria. Apoio: Embaixada da Holanda no Brasil. 2006.

COSTA, J. A. V.; COSTA, N. S. R.; REIS NETO, R. A. **Indícios de Drenagem Urbana rumo à Extinção: O Caso dos Igarapés da Grande Boa Vista**. Textos e Debates (UFRR), Boa Vista, v. 1, p. 64-70, 2004.

COSTA, J. A. V.; **Compartimentação do Relevo do Estado de Roraima**. In: OLIVEIRA, R. S. (Org.); Roraima em Foco: Pesquisas e Apontamentos Recentes. Ed. da UFRR. Boa Vista, 2008. pp. 77-107.

DAVIS, S. N.; DEWIEST, R. J. M. **Hydrogeology**. New York: John Wiley & Sons. 1966. 463 p.

EIRAS, J.F.; KINOSHITA, E.M. **Evidências de Movimentos Transcorrentes na Bacia do Tacutu**. Anais... Belém: SBG, Cong. Bras. Geol., 1988. p. 2278-2172.

EVANGELISTA, R. A. O.; SANDER, C.; WANKLER, F. L. **Estudo Preliminar, da Distribuição Pluviométrica e do Regime Fluvial da Bacia do rio Branco, Estado de Roraima**. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org). Roraima 20 anos: As geografias de um novo estado. Boa Vista: UFRR, 2008. p. 142-167.

FALCÃO, M. T.; PINHEIRO, M. N. M.; OLIVEIRA, S. K. S.; BARBOSA, C. de A. P. **Ocupação e crescimento irregular em Boa Vista-RR e suas implicações na saúde ambiental: estudo de caso no bairro São Bento**. In: SILVA, P. R. F.; OLIVEIRA, R. S. (Org.). Roraima 20 anos as geografias de um novo estado. Boa Vista: Editora UFRR, 2008. p. 245-271.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES, J. A. P. 2009. **Consequências da ocupação urbana na dinâmica das nascentes em Belo Horizonte- MG**. In: VI Encontro Nacional Sobre Migrações, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: ABEP.

FERNANDES, E. Aspectos da Gestão Ambiental no Brasil. **Revista Mineira De Saneamento Básico**. [S.I], 2004.

FERRI, P. **Achados ou perdidos a imigração indígena em Boa Vista**. Goiânia:, 1990.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008, p. 160.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. Ed. Oficina de textos, São Paulo, ISBN: 85-86238-21-X; 2002; 97 p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. 3ª ed, São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

FRANCO, E. M. S.; DEL'ARCO, J. O.; RIVETTI, M. Geomorfologia. In: BRASIL. **Projeto Radambrasil**. (Levantamento dos Recursos Naturais v.8). Rio de Janeiro: IBGE, 1975. p.137 -180.

FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume – FAPESP, 2000. 296 p.

FREITAS, A. **A História Política e Administrativa de Roraima de 1943 a 1985**. Manaus: Ed. Umberto Calderaro Ltda. 1993.

FREITAS, A. **Geografia e História de Roraima**. Manaus: GRAFIMA. 1997

GOERL, R. F.; KOBAYAMA, M.; SANTOS, I.; **Hidrogeomorfologia: princípios, conceitos, processos e aplicações**. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 13, n 2, p 103 – 111, 2012.

GOUDIE, A. **Encyclopedia of Geomorphology**. Routledge: London, 2004, 1200 p.

GREGORY, K. J. Hydrogeomorphology: how applied should we become? **Progress in Physical Geography**, v.3, p. 84-101, 1979a.

GREGORY, K. J. Fluvial geomorphology. **Progress in Physical Geography**.v.3, p. 274-282, 1979b.

GUERRA, A. T. **Recursos naturais do Brasil/** Antônio Teixeira Guerra. 3 ed. /Rio de Janeiro: IBGE, 1980. 220p.

HARRIS, J.R.; MURRAY, R.; HIROSE, T. HIS transform for the integration of radar imagery with remotely sensed data. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 56, n. 12, p.1631-1641. 1990.

HERNANDEZ, F. P.; PONZONI, F. J.; PEREIRA, M. N. **Mapeamento da fitofisionomia e do uso da terra de parte da Bacia do Alto Taquari mediante o uso de imagens Tm/Landsat e HRV/SPOT1**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 33, n. especial, p. 1755-1762, 1998.

HUNGR, O.; EVANS, S. G.; BOVIS, M. J.; HUTCHINSON, J.N. A review of the classification of landslides of the flow type. *Environmental and Engineering Geoscience*, v. 7, n. 3, p. 221-238, 2001.

IBAMA. **Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal Documento de Referência**. Brasília. 128 p. 2002.

IBAMA. **Guia de Procedimentos do Licenciamento Ambiental Federal Documento de Referência**. Brasília. 128 p. 2002.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2000. **Características da população e dos domicílios – Resultado do Universo**. Rio de Janeiro: 2000.

KRESIC, N. **Hydrogeology and Groundwater Modelling**.2nd.Edition.CRC Press (Taylor and Francis Group).807 pp. 2007.

KROONENBERG, S. B. **Amphibolite-facies sand Granulite-facies Metamorphism in the Coeroeni-Lucie Area, Southwestern Suriname**.Geol. Mijnb. Dienst. Suriname, Medeling, 25, 1976. p.109-289.

LAYARGUES, P. P. **Educação para Gestão Ambiental: A cidadania no enfrentamento político dos conflitos sócioambientais.** In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. de. (orgs.): Sociedade e Meio Ambiente: A educação ambiental em debate. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002, p. 87-155, 182 p.

LAZZAROTTO, D. R. GPS – **Global Positioning System.** (1999) FATOR GIS [online] <<http://www.fatorgis.com.br/geoproc/gps.htm>>. Acesso em: 05 de Jan. 2013.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W.; CHIPMAN, J. W. **Remote sensing and image interpretation.** 6th ed. Hoboken, NJ: John Wiley e Sons, 2008, p. 441-587.

MAGUIRE, D.; GOODCHILD, M. F.; RHIND, D.W. **Geographical Information Systems.** Longman Scientific e Technical, v. 1 e 2, NY, 1993.

MENESES, M. E. N. S.; COSTA, J. A. V. Urbanização no setor sudoeste de Boa Vista - Roraima. **Acta Geográfica** (UFRR), v. 1, p. 67-82, 2007.

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

MIRANDA, J. I. Fundamentos de Sistemas de Informações Geográficas/ Miranda, José Iguelmar.– Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 425p.

MONTGOMERY, D. R.; BOLTON, S. M. Hydrogeomorphic Variability and River Restoration. In: WISSMAR, R. C. e BISSON, P. A. (ed.) *Strategies for Restoring River Ecosystems: Sources of Variability and Uncertainty in Natural and Managed Systems.* American Fisheries Society Publication: Maryland, p. 39-80, 2003.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação.** Minas Gerais, UFV. 307p. 2003.

MOTA, S. V. **Gestão ambiental de recursos hídricos.** 3ª ed. Atual. E rev. Rio de Janeiro: ABES, 2008.

NASCIMENTO, W. M.; VILHAÇA, M. G. **Bacias Hidrográficas: Planejamento e Gerenciamento.** Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros - Seção Três Lagoas Três Lagoas - MS - n. 7 - ano 5, Maio de 2008.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher Ltda. 308p. 1988.

NOVO, E. M. L. M. de. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações.** São Paulo: Ed. Blucher, 2008. p. 363.

OKUNISHI, K. Concept and methodology of hydrogeomorphology. **Transactions, Japanese Geomorphological Union,** 15A, p. 5-18, 1994.

PANIZZA, M. Environmental Geo-morphology. In: Developments in Earth Surface Processes 4, Elsevier: Amsterdam. 1996, 285p.

PEDRON, F. A.; POELKING, E. L.; DALMOLI, N. R. S. D. **A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine (RS)**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 105-112, 2006.

PINTO, A. L. **Saneamento Básico e suas Implicações na Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Anastácio (MS)**.1998. 175p. Tese (Doutorado e Geociências) - Universidade Estadual Paulista/Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 1998.

PINTO, L. V. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FERREIRA, E. **Estudo das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG**. Scientia Forestalis. n. 65. jun. 2004. p. 197-206

PIROLI, E. L. **Introdução ao geoprocessamento**. Ourinhos: Unesp/Campus Experimental de Ourinhos, 2010.

PISSARRA, T. C.; POLITANO, W. **A bacia hidrográfica no contexto do uso do solo com florestas**. IN: VALERI, S. V. et al. (Ed.). Manejo e recuperação florestal: legislação, uso da água e sistemas agroflorestais. Jaboticabal: Funep, 2003. p. 29-54.

Plano Diretor de Boa Vista. Boa Vista: 1991.

Prefeitura Municipal de Boa Vista. **Lei Complementar nº 924**, de 28 de novembro de 2006. Plano Diretor de Boa Vista. Disponível em:< http://www.pmbv.rr.gov.br/serv_leis.php>. Acesso em: 30 de abril de 2013.

REIS, N. J.; FRAGA, L. M.; FARIA, M. S. G.; ALMEIDA, M. E. **Geologia do Estado de Roraima, Brasil**. Géologie de La France, n. 2-3-4, 2003. p.121-134.

REIS, N. G.; **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. São Paulo: Via das Artes, 2006.

REIS NETO, R. A. **Geomorfologia e Neotectônica da Bacia do Rio Cauamé**. Boa Vista, 2007. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Universidade Federal de Roraima.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso em: 11 de Out. 2013.

RICE, A. H.; **Exploração na Guiana Brasileira**. Tradução e notas Lacyr Schettino. Belo Horizonte: Editora Itatiaia; São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1978.

RICHARDS, K. Fluvial Geomorphology. **Progress in Physical Geography**, v. 12, p. 435-456, 1988.

RODRIGUES, A. M. **Produção e Consumo do e no Espaço - Problemática Ambiental Urbana**. São Paulo: Hucitec, 1998.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar/ Cezar Henrique Barra Rocha**. Juiz de Fora, MG: Ed. do Autor, 2000. 220p.

RODRIGUES, L. M. R. **Geoprocessamento aplicado ao estudo da evolução e adequação do uso agrícola das terras na Microbacia do Córrego Lamarão, DF**. 1998. 109p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1998.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. Uberlândia, EDUFU. 5ª ed. 109p. 2003.

ROSA, R. Geotecnologias na geografia aplicada. **Revista do departamento de geografia, Uberlândia**, n. 16, p. 81-90, 2005.

ROSSI, A. A. **Garantia da prestação de informações relativas ao ambiente como instrumento de gestão e de política ambiental no Brasil**. Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos. 147p. 2009.

SANDER, C. **Variação Espaço-Temporal da Densidade de Drenagem e mudanças antrópicas na cabeceira do Córrego guavirá, marechal Cândido Rondon (PR)**. Maringá, 2003. 162f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais na Área de Análise Ambiental) - Universidade Estadual de Maringá.

SANTANA, H. M. de P. **Caracterização de unidades pedoambientais na região Santa Tereza, Estado do Tocantins**. 2008. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.

SANTOS, R. F. **Planejamento Ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004.

SANTOS, A. R. dos. **As APPs associadas a nascentes: O que é uma nascente? Como identificá-la?** 2009. Disponível em: <<http://www.ecodebate.com.br/2009/07/21/as-apps-associadas-a-nascentes-que-e-uma-nascente-como-identifica-la-artigo-de-alvaro-rodriques-dos-santos/>>. Acesso em 28 de março de 2013.

SCHEIDEGGER, A. E. Hydrogeomorphology. **Journal of Hydrology**, n. 20, p. 193-215, 1973

SIDLE, R. C.; ONDA, Y. Hydrogeomorphology: overview of naemerging science. **Hydrological Processes**, n. 18, p. 597-602, 2004.

SILVA, C. L. R. **Variação do espaço temporal da expansão urbana e da rede de drenagem da bacia do igarapé Grande na cidade de Boa Vista, Roraima.** Boa Vista, 2010. 120f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima.

SILVA, P. R. F.; **Dinâmica Territorial Urbana em Roraima - Brasil.** Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana. Universidade de São Paulo, 2007. (Tese Doutorado).

SILVA, E.V. da; RODRIGUES, J. M. M; MEIRELES, A. J. de A. **Planejamento ambiental e bacias hidrográficas.** Fortaleza: Edições UFC 2011.

SIOLI, H. Das Wasser im Amazonasgebiet Forsch.u.Fortschr. vol. 26, p. 274-280. 1950.

SOARES, W. W. B.; OLIVEIRA, M. P. G.; SOUZA, V. **Diagnóstico socioambiental dos igarapés Jararaca, Tiririca, Mecejana e Caxanga na área urbana de Boa Vista-Roraima.** In: Reunião Regional da SBPC em Boa Vista, RR, 2010, Boa Vista. Reunião Regional da SBPC em Boa Vista, RR. Boa Vista-RR, 2010.

SOUZA, V.; VERAS, A. T. R. Panorama socioambiental do Igarapé Caranã, Boa Vista-Roraima. **Acta Geográfica** (UFRR), v. 6, p. 85, 2012.

TONELLO, K.C. **Análise hidroambiental da bacia hidrográfica da cachoeira das pombas Guanhães, MG.** 2005. Tese (Doutorado em Ciências Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 2005.

TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI - Enfrentando a Escassez.** São Carlos: Rima, 2003.

UNCHS. **Cities in a Globalizing World: Global Report on Human Settlements.** London: Earthscan, 2001.

VALE, A. L. **O Ceará em Roraima.** Fortaleza, Universidade Estadual do Ceará, 2002. (Dissertação de mestrado).

VALE, A. F. **Migração e territorialização:** as dimensões territoriais dos nordestinos em Boa Vista, RR. 2007. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2007.

VALE, J. F.; SOUSA, M. I. L. Solos da Amazônia: Caracterização e Distribuição dos Solos das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. **Savanas de Roraima:** Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris. Boa Vista: FEMACT, 2005, p.79-91.

VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, G. R. C. E. **Solos sob Savanas de Roraima: gênese, classificação e relações ambientais.** 1ª ed. Gráfica Ioris, 2010. 219 p.

VALERIANO, M. M. **TOPODATA: Guia de Utilização de Dados Geomorfológicos Locais**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE. São José dos Campos, 2008 75p.

VALENTE, O.F.; GOMES, M. A. **Conservação de Nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras**. Ed. Viçosa - MG, 2005.

VEIGA, T. C.; SILVA, J. X. da. Geoprocessamento aplicado a identificação aplicado à identificação de áreas potenciais para atividades turísticas: o caso do município de Macaé-RJ. In: ZAIDAN, R. T.; SILVA, J. X. da. **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações**. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2007.

VERAS, A. R. T.; **A produção do espaço urbano de Boa Vista - Roraima**. São Paulo, 2009. 235f. Tese (Doutorado em Geografia Humana) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo.

_____, A. R. T. **A cidade de Boa Vista no contexto urbano Roraimense**. Boa Vista: UFRR, 2010. (Material de apoio didático ao mini-curso da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência Norte).

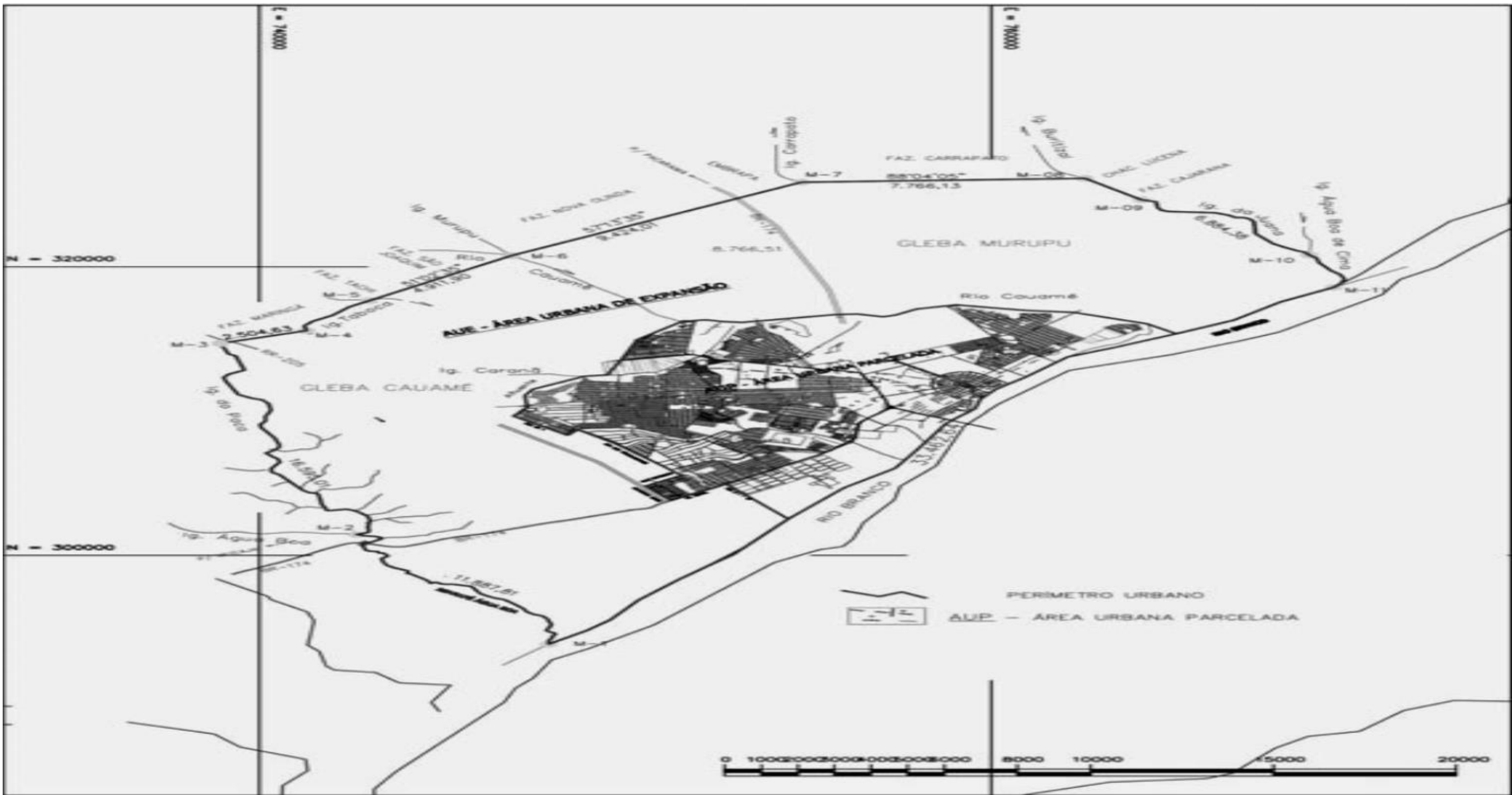
VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGRAWHill do Brasil, 1975.

XAVIER, S. J.; SOUZA, M. J. L. **Análise Ambiental**. Rio de Janeiro: ed. UFRJ, 1988. 196p.

WANKLER, F. L.; SANDER, C.; EVANGELISTA, R. A. O.; SANTOS, M. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. **Implicações da urbanização sobre a estrutura e funcionamento de bacias hidrográficas: uma avaliação sobre o igarapé Caraná, Boa Vista, RR**. In: NASCIMENTO, R.S.C; HORBE, A.M.C; ALMEIDA, C.M.. (Org.). **Contribuições a Geologia da Amazônia**. Belém: SBG, 2011, v. 7, p. 93-103.

ANEXO

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOA VISTA
GABINETE DO PREFEITO
ANEXO I



Fonte: Diário oficial do Município de Boa Vista (2011).