

## **VULNERABILIDADE AOS IMPACTOS AMBIENTAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAUAMÉ EM DECORRÊNCIA DA EXPANSÃO URBANA E USO PARA LAZER EM SUAS PRAIAS**

### **VULNERABILITY TO ENVIRONMENTAL IMPACTS OF RIVER BASIN AS A RESULT OF CAUAMÉ URBAN EXPANSION AND RECREATION FOR USE AT ITS BEACHES**

Juliana da Silva Oliveira  
Lab. de Métricas da Paisagem, Dep.Geografia, UFRR  
jul.silva\_19@hotmail.com

Thiago Morato de Carvalho  
Lab. de Métricas da Paisagem, Dep.Geografia, UFRR  
thiago.morato@ufr.com

#### **RESUMO**

Esta pesquisa teve como objetivo caracterizar temporalmente o uso e cobertura da bacia hidrográfica do rio Cauamé, no ano de 2014 e análise visual para 1943 e 1975, para identificar as vulnerabilidades sócio-ambientais com base no padrão de uso destinado ao lazer nas praias do rio Cauamé. As etapas metodológicas foram baseadas em técnicas de sensoriamento remoto/geoprocessamento que foram utilizadas para a classificação do uso e cobertura da terra, perfil longitudinal, declividade e hipsometria; idas a campo, para a identificação dos pontos vulneráveis a impactos ambientais e sua caracterização. A bacia foi compartimentada com base em critérios geomorfológicos em três divisões: alta, média e baixa bacia as quais representem o alto, médio e baixo curso do rio Cauamé. Esses três compartimentos foram segmentados em quatro tipos de padrões de drenagem: retangular, paralelos, dendríticos e sub-dendríticos. Foram caracterizadas seis praias para o lazer: Praia do Caçari, Praia da Polar, Praia do Curupira, Banho da Ponte, Banho do Caranã e Banho da Cachoeirinha. Os resultados desta pesquisa ajudarão a traçar o perfil do meio físico, como o padrão de uso e cobertura da bacia do rio Cauamé, e servir de base para a caracterização das áreas destinadas ao lazer e seus respectivos impactos ambientais. Informações importantes para o gerenciamento/planejamento urbano e de áreas úmidas, assim como compor bases iniciais do entendimento dos aspectos hidrogeomorfológicos de Roraima.

**Palavras-chave:** Bacia hidrográfica do rio Cauamé, Boa Vista, vulnerabilidade, praias.

#### **ABSTRACT**

This research aimed to characterize the land use and land cover of Caumé drainage basin, in 2014 and visual analysis for 1943 and 1975, to identify the socio-environmental vulnerabilities based on the use pattern for leisure on the beaches of the Cauamé river. The methodological steps were based on remote sensing/geoprocessing, that were used for the classification of land use and land cover, longitudinal profile, slope and hypsometry; field analysis, to identify vulnerable to environmental impacts and its characterization points. The basin was compartmentalized using geomorphological criteria into three divisions: high, medium and low basin, which represent the high, middle and lower course of the Cauamé river. These three compartments have been segmented into four types of drainage patterns: rectangular, parallel, dendritic and sub-dendritic. Six beaches for recreation were characterized: Praia do Caçari, Praia da Polar, Praia do Curupira, Banho da Ponte, Banho do Caranã e Banho da Cachoeirinha. The results of this research will help to characterize the physical profile environment, such as the pattern of land use and coverage of the Cauamé drainage basin, and serve as a basis for the characterization of areas for leisure and their environmental impacts. Important for the management and urban planning of this wetland, as well as composing original bases for understanding the hydrogeomorphological aspects of Roraima.

**Keywords:** Cauamé drainage basin, Boa Vista, vulnerability, beaches.

## 1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa visa caracterizar temporalmente o uso e cobertura da bacia hidrográfica do rio Cauamé para o ano de 2014, e análise visual do entorno da cidade de Boa Vista, Roraima, para os anos de 1943 e 1975, possibilitando identificar as vulnerabilidades socioambientais com base no padrão de uso nas proximidades da planície aluvial do rio Cauamé, principalmente com relação às áreas urbanizadas de Boa Vista. Essa problemática se deve à expansão urbana, que têm acarretado a ocupação irregular em áreas consideradas de risco e áreas de preservação permanente (APP), como planícies fluviais e lagos da planície de aplainamento do lavrado, do entorno de Boa Vista, nordeste de Roraima.

O rio Cauamé é afluente da margem direita do alto rio Branco e drena a cidade de Boa Vista pelo seu flanco direito da planície por 18,7 km. Ao longo do perímetro urbano, além do uso habitacional em áreas de invasão, também se enquadra o uso destinado ao lazer, conhecidos popularmente como "banhos". Na região do baixo Cauamé, onde os depósitos aluvionares são mais significativos, são formações barras de pontal, conhecidas como praias, frequentadas por banhistas, em busca de lazer, principalmente aos finais de semana.

Caracterizar estes ambientes é fundamental para estabelecer padrões de vulnerabilidades ambientais, decorrentes do uso irregular e atividades de lazer, as quais favorecem impactos diretos ao meio ambiente como depósitos de lixo, lançamento de efluentes, compactação do solo e alteração na cobertura vegetal.

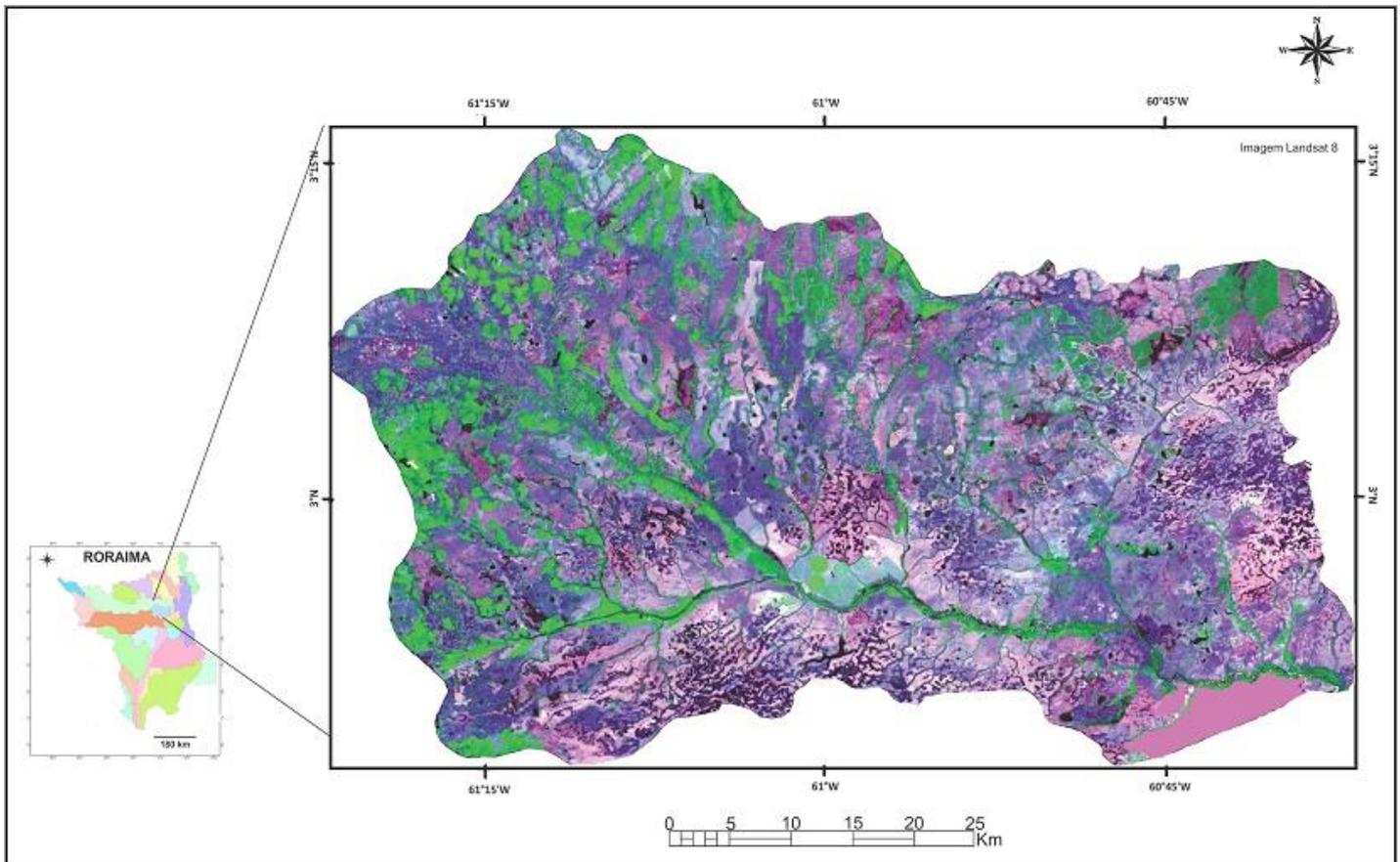
Alguns questionamentos foram levantados com intuito de verificar, se a expansão da cidade de Boa Vista está acarretando ações impactantes na planície do rio Cauamé, por exemplo: i) as áreas de risco a inundações têm aumentando no entorno do rio Cauamé? A resposta a esta pergunta pode ser devido à expansão urbana, favorecendo invasão em áreas de APP (ambientes de planície favorável a alagamentos); ii) O uso das praias para lazer (geoturismo) do rio Cauamé tem acarretado problemas ambientais? A resposta a esta pergunta pode ser que as praias do Cauamé tem se degradado com a poluição de lixo; instalação de bares, favorecendo lançamentos de esgoto diretamente no canal; iii) Houveram alterações consideráveis como desmatamento ao longo do Cauamé? Uma possível resposta a esta pergunta é que houve uma considerável alteração na cobertura vegetal (APP) da planície do Cauamé.

Seguindo a ordem metodológica, em primeiro momento foi definido o limite da bacia hidrográfica do Cauamé e compartimentado entre alta, média e baixa bacia, bases para posterior descrição fisiográfica e delimitação do alto, médio e baixo rio Cauamé, com base em critérios geomorfológicos. Foi possível comparar imagens da área de estudo para os anos de 1943, 1975 e 2014, para identificar as possíveis mudanças que ocorreram e as pressões que vêm ocorrendo ao longo do rio, em detrimento da expansão do perímetro urbano de Boa Vista. Após as análises do meio físico e questão da dinâmica do uso e cobertura da terra, caracterizou-se os tipos de praias do baixo Cauamé e seus aspectos de uso destinado ao lazer.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1. Localização da Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na bacia hidrográfica do rio Cauamé, afluente da margem direita do alto rio Branco. Possui uma área de 3.159 km<sup>2</sup> e está situada na porção nordeste do estado de Roraima, abrangendo os municípios de Boa Vista e Alto Alegre (Figura 1).



**Figura 1** Localização da Bacia Hidrográfica do rio Cauamé, quadrante nordeste de Roraima, imagem Landsat 8 (OLI), 2014.

A bacia hidrográfica do Cauamé está inserida dentro do domínio do lavrado, região campestre que se estende pelo nordeste de Roraima, Guiana e Venezuela, por cerca de 65mil km<sup>2</sup>. Em Roraima esta formação se estende por 43mil km<sup>2</sup>, onde se desenvolve o sistema de drenagem do Cauamé, o qual é agente modelador desta extensa superfície de aplainamento, com predomínio de fraca dissecação, presença de formas residuais características da região, com serras isoladas, campos de blocos de matações e *tors* nos sopés das serras, e colinas suavizadas, denominadas de tesos (Carvalho e Carvalho, 2012a). Ocorrem também sistemas de veredas e sistemas lacustres inter-tesos, descritos por Morais (2014), com ilhas de mata entre formações arbustivas, a serras representativas são Taiano, Tabaió, Murupu e Nova Olinda, presentes no alto e médio Cauamé e proximidades de Boa Vista. Mais descrição do domínio do lavrado em Carvalho e Carvalho (2012a); Carvalho (2009a); Vanzolini e Carvalho (1991) e Veloso et al., (1975).

As áreas abaciaadas, formando sistemas agradacionais, são ambientes inundáveis periodicamente, formados por veredas e lagos. Dentre os igarapés afluentes do rio Cauamé, destacam-se o Murupú, Au- au, igarapé Caranã, ocorrem também sistemas de buritizais em formações agrupadas, porém, somente nos terraços da planície aluvionar do Cauamé. Em nível regional, a bacia do Cauamé está inserida no sistema geomorfológico denominado de Pediplano Rio Branco-Rio Negro (Veloso et al., 1975), que trata-se de uma extensa superfície de aplainamento desde o nordeste de Roraima conectando-se com o rio Negro, ao longo da planície fluvial do rio Branco, porém com distintas formações morfológicas desde o ponto de vista da geomorfologia, quanto da ecologia. Restritamente à bacia do Cauamé, esta desenvolve-se sobre as rochas sedimentares da Formação Boa Vista, sedimentos incoesos, friáveis, com depósitos arenos (quartzarênicos).

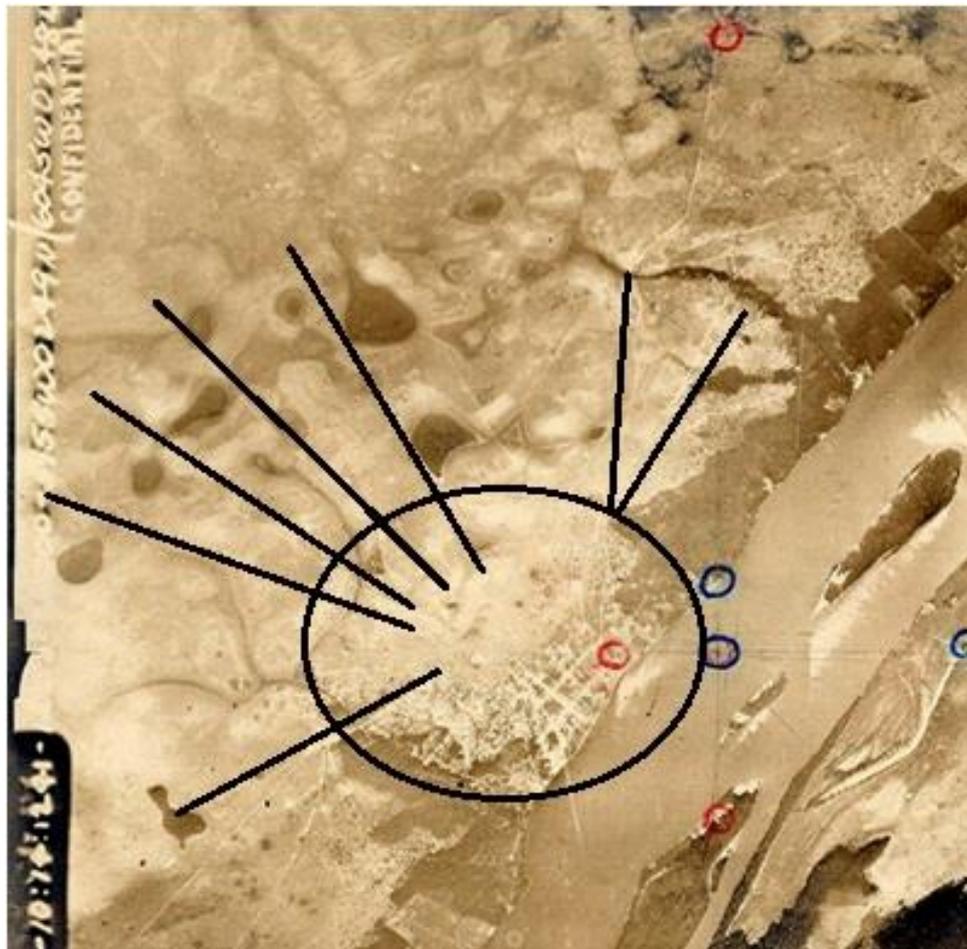
O solo da área é formado por argissolo amarelo, alumínico, textura arenosa/média e latossolo amarelo, alumínico, textura média com potencialidade natural apenas regular para lavoura (Barroso, 2009).

A litologia possui dois contrastes: no baixo curso afloram rochas basálticas (Complexo vulcânico Apoteri) destacando-se a serra Nova Olinda e nas cabeceiras predominam metassedimentos (paragnaisse e

metacherts do Grupo Cauarane). Quanto às águas subterrâneas predominam o domínio intergranular (Sistema Aquífero Boa Vista) com produtividade bastante elevada, até 113m<sup>3</sup>/h (Barroso, 2009).

A cidade de Boa Vista é drenada pelo baixo Cauamé, por 18,7 km de extensão ao longo rio, situa-se a 85m, e apresenta um clima quente e úmido, com duas estações bem definidas (chuvosa e estiagem). A média para a estação chuvosa é de 230,85 mm/ano (Abril a Setembro), sendo Junho-Julho o período de máxima precipitação, média de 330 mm/ano. A estiagem ocorre entre Outubro a Março, com média de 44,98 mm/ano, os meses de menor precipitação são Janeiro-Fevereiro com 29 mm/ano, apresentando uma média pluviométrica anual de 1643 mm (dados analisados para o período de 1910 a 2010).

Com relação ao aspecto histórico do planejamento urbano da cidade, o qual ocorreu entre 1944 e 1946, realizado pelo engenheiro civil Darcy Aleixo Derenusson, correlacionado a um plano geopolítico estratégico na fronteira amazônica, o formato de leque das vias de acessibilidade da malha urbana, muitos correlacionam a formatos de cidades com traçado similar como Paris, Belo Horizonte, Goiânia, porém, o que verifica-se é que esse leque já era um traçado pré-estabelecido em Boa Vista. O formato de leque da cidade em comparação com demais malhas urbanas similares, trata-se de uma coincidência, a qual foi favorável ao planejamento das cidade, tratava-se de caminhos que já estavam estabelecidos, os quais direcionavam-se a diferentes pontos do rio Cauamé, e outros acessos adjacentes à cidade como a Caracaraí, Alto Alegre, o que pode ser observado na fotografia aérea de 1943 (Figura 2).



**Figura 2** 6 Fotografia aérea da cidade de Boa Vista, Roraima, ano de 1943 (USAF), com destaque em preto para o aglomerado urbano e os acessos já existentes em direção ao rio Cauamé, Caracaraí, Alto Alegre, Pacaraima. Fonte: Acervo MEPA/UFRR < <http://ufrr.br/mepa> >.

O rio Cauamé é margeado pelos bairros Caçari, Paraviana, Cauamé, Jardim Caranã, Cidade Satélite e mais recentemente pelo Monte das Oliveiras, o qual é resultante de ocupação por invasão. Os principais problemas ambientais que podem ser identificados ao longo do rio são principalmente a ocupação irregular, que são áreas de pressão; degradação ambiental ocasionada pela destruição das matas ciliares, poluição doméstica devido à falta de saneamento básico, e contribuindo para o aumento das áreas de vulnerabilidades, principalmente aos desastres por inundação.

## 2.2. Metodologia

Para caracterizar a bacia hidrográfica do rio Cauamé, foi necessário gerar alguns produtos, dentre eles o uso e cobertura da terra, pois é de fundamental importância identificar o uso e a cobertura para conhecer os elementos da paisagem, a qual pode ser classificada de acordo com o grau de intervenção humana.

O uso e cobertura da terra consiste em caracterizar a vegetação e demais elementos naturais que revestem o solo, e identificar de que forma o homem esta utilizando a área por ele ocupada (Morais e Carvalho, 2013), e a necessidade de se conhecer esses elementos consiste em identificar os pontos de pressão que vêm ocorrendo, tornando áreas vulneráveis, ocasionados pela ação humana. Este produto serve como ferramenta em criar estratégias de amenizar os danos causados pela ocupação do homem.

De acordo com Morais e Carvalho (2013) conhecer como estão relacionados e estruturados os elementos da paisagem (função, estrutura e dinâmica), é ferramenta crucial para a caracterização da cobertura do solo, bem como, os tipos de usos antrópicos que interferem nesses sistemas, identificar e interpretar os diferentes usos e tipos de cobertura de uma região, além de contribuir para os estudos da paisagem que o cerca, é o meio pelo qual podemos compreender sua dinâmica na escala espaço-temporal.

A dinâmica espaço e tempo, definem a evolução da paisagem e as modificações que a mesma sofreu, sejam por fatores naturais que atuam constantemente no modelado do relevo, hidrografia, vegetação, etc., seja na ação humana que é uma forte modificadora da paisagem. Algumas alterações podem não serem percebidas em um curto espaço temporal, podendo até ser consideradas como aparentemente estáticas, mas ao se comparar a paisagem em diferentes escalas temporais, serão identificadas as modificações ocorridas na paisagem.

Outros produtos gerados foram o perfil topográfico longitudinal e declividade que resultam do trabalho que o rio executa para manter o equilíbrio entre a capacidade e a competência, de um lado, com a quantidade e o calibre da carga detrítica de outro lado, através de toda a sua extensão. É importante que seja traçado o perfil topográfico longitudinal de um rio, pois ele mostra a sua declividade (gradiente), variável determinística para indicar o potencial energético, sendo útil para compartimentar o alto, média e baixo trecho do canal. Com relação ao perfil longitudinal do rio, em direção à jusante, há aumento proporcional da largura, da profundidade e da velocidade do fluxo, sendo variáveis relacionadas de forma direta, e uma relação indireta com a granulometria, a qual tende a diminuir sua textura, com classes de cascalhos e pedregulhos nas cabeceiras (montante), região de alto potencial energético (denudacional/erosivo), e baixo potencial energético no baixo trecho, com sedimentos finos (areia fina, silte/argila), com depósitos bem selecionados, principalmente as formações de barras de pontal do baixo Cauamé, áreas de praias utilizadas pelos banhistas.

A hipsometria é outra etapa importante na análise geomorfologia da bacia, produto o qual serve para analisar a distribuição da altimetria numa determinada região de interesse, permitindo classificar as diferentes categorias altimétricas em detrimento de um fatiamento vertical do relevo. Importante para definir sistemas de aplainamento, formações denudacionais e sua disposição areal.

Estes produtos citados acima foram base para elaborar a compartimentação da bacia em alta, média e baixa, suas características fisiográficas, e posterior compartimentação da rede de drenagem. A rede de drenagem esta diretamente relacionada às características estruturais/topográficas, litológicas, pedológicas e climática de uma região. Foi possível classificar os padrões clássicos de drenagem, em retangular: consequência da influência exercida por falhas ou pelo sistema de juntas ou de diáclases; paralela: os cursos de água escoam paralelamente uns aos outros; dendrítica: seu desenvolvimento assemelha-se à configuração de uma árvore, podendo haver dois "sub" padrão sub-dendrítico, o que caracteriza um baixo grau de densidade do padrão dendrítico e o sub-retangular.

A seguir descreve as etapas metodológicas e materiais necessários. A metodologia está baseada em técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, usuais e outras pouco difundidas no meio acadêmico (Carvalho, 2009b; Carvalho e Bayer 2008; Carvalho e Carvalho, 2012b; Carvalho e Ramirez, 2008; Morais e Carvalho, 2013). Estas técnicas foram utilizadas com apoio do Mepa (Laboratório de Métricas da Paisagem), dep. de Geografia/UFRR, com material disponível em seu banco de dados.

1. Descrição fisiográfica e compartimentação da bacia hidrográfica do Cauamé: a caracterização do relevo (fisiografia) foi realizada com base em modelos digitais de elevação onde foram gerados produtos como hipsometria (fatiamento altimétrico), perfil topográfico longitudinal e a declividade. Foram utilizando os programas ENVI versão 4.3 e Quantum Gis versão 2.4. As imagens utilizadas foram do Landsat 8 (OLI) de 2014 e modelos digitais de elevação da SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). Os procedimentos estão descritos a seguir:
  - i) Delimitação da bacia hidrográfica do rio Cauamé: Foi utilizada imagem da SRTM importante para visualizar o entalhamento da rede de drenagem, delimitar os divisores de água. Também foi utilizada a base vetorial da rede de drenagem, extraída dos modelos digitais de elevação da SRTM para o estado de Roraima, elaborada pelo Mepa, através de um modelo hidrologicamente correto, detalhes em <<http://ufr.br/mepa>>. A drenagem foi importante para auxiliar na delimitação da bacia hidrográfica, permitindo identificar direção do fluxo em detrimento dos divisores de água, condizente com a realidade, a figura 3 (A) mostra exemplo do limite utilizado pela CPRM/ANA e o real limite com base neste estudo. O limite da bacia foi vetorizado na escala de 1:150.000.
  - ii) Uso e cobertura da terra: Para caracterizar as classes de cobertura da terra como vegetação, campos e corpos de água, e o tipo de uso, áreas urbanas e lavouras, foram utilizadas imagens Landsat 8 (OLI), ano de 2014/Fevereiro (período de estiagem). Com a utilização do programa Envi 4.3 foi elaborado mapa temático de uso e cobertura da terra através do método de classificação supervisionada, que consiste num método que relaciona áreas da imagem com as classes de cobertura da terra que deseja separar. Ou seja, o analista, com conhecimento prévio da área ou por inferências, seleciona amostras das classes na imagem, que se deseja obter, chamadas de amostras de treinamento, conforme manual técnico de Uso e Cobertura da Terra (IBGE, 2006). Com a seleção de cada classe da imagem o programa irá correlacionar às informações dos pixels da imagem e assim agrupar os dados, identificando na imagem o padrão de comportamento espectral de cada pixel, utilizando-se de padrões estatísticos neste caso o método de Máxima Vero Semelhança, método mais usual para classificação supervisionada.
  - iii) Perfil Topográfico Longitudinal; Declividade e Hipsometria: esses produtos foram importantes para compartimentar a bacia hidrográfica do Cauamé em três trechos, definidos em alta, média e baixa bacia. Foi necessário caracterizar o perfil longitudinal do rio, importante para definir os pontos de quebra do gradiente do canal (*knickpoints*), método útil para identificar os trechos de transição entre o alto; médio e baixo rio Cauamé. Foi traçado o perfil ao longo do canal principal da nascente até a sua foz, com o rio Branco. O perfil foi feito com base nos modelos digitais de elevação da SRTM, utilizando o programa Envi 4.3, na função "*transect - profile*".
2. Para mapear as áreas vulneráveis devido à expansão urbana (o que tinha e como esta atualmente), suprimento da cobertura vegetal e lagos aterrados, foram utilizadas fotografias aéreas de 1943, levantamento aéreo da Força Aérea dos Estados Unidos, cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, e tratadas no Laboratório de Métricas da Paisagem (Mepa/UFRR); uso do complemento "*openlayers*" do Quantum Gis 2.4 para análise visual de imagens do GeoEye (2014), e através do programa Google Earth, sendo possível comparar para a região de Boa Vista, com a ferramenta imagens históricas os anos de 1975 e 2014, importante para identificar as alterações ocorridas em detrimento da expansão urbana. Foram identificadas e mapeadas as alterações, como lagos aterrados, supressão da vegetação de APP da planície do Cauamé; expansão urbana ocasionando áreas de pressão na margem do rio.

3. Mapeamento e caracterização das praias do baixo Cauamé: As praias do baixo Cauamé foram mapeadas e caracterizadas com base em imagens do GeoEye (2014) através do complemento "openlayers", utilizando a base de dados do "Google Satellite layer", sendo possível no programa vetorizar os limites das praias, calcular a área, verificar sua localização referente aos bairros de Boa Vista. Também foram realizados trabalhos de campo para o reconhecimento da área, registro fotográfico, caracterizar o ambiente, verificando possíveis problemas relacionados aos aspectos ambientais, como desmatamento, invasão, infraestrutura. Em campo, foram aplicados questionários, cuja finalidade foi conhecer o perfil dos frequentadores das praias. As idas a campo foram realizadas durante os finais de semana, com intuito de conciliar com os dias de maior atividade destes locais, entre os meses de abril e maio. As perguntas relacionadas ao questionário se referem ao perfil dos banhistas para saber qual o bairro proveniente desses frequentadores e a opinião deles a respeito das praias como área de lazer.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Caracterização Fisiográfica da Bacia de Drenagem do rio Cauamé

Com a utilização de técnicas de geoprocessamento/sensoriamento remoto e o auxílio dos programas citados na metodologia, alguns produtos a respeito da geomorfologia da bacia do rio Cauamé foram obtidos, os quais são descritos a seguir.

Com o produto hipsométrico foi possível caracterizar as diferentes classes altimétricas do relevo. Conforme pode ser observado na figura 3 (B), as cotas altimétricas da bacia variam ente 62 e 400 m, sendo que a área predominante encontra-se entre as cotas de 62-100 m, que estão inseridas no baixo e o médio Cauamé. Foi possível identificar as mudanças de gradiente longitudinal e dividir a bacia do rio Cauamé em três compartimentos, definidos em alta, média e baixa bacia ao longo dos 86,8 km de canal, desde a segunda ordem até a quarta ordem, em sua foz no rio Branco. Os compartimentos foram definidos conforme pode ser observado na figura 4 e posteriormente na figura 5:

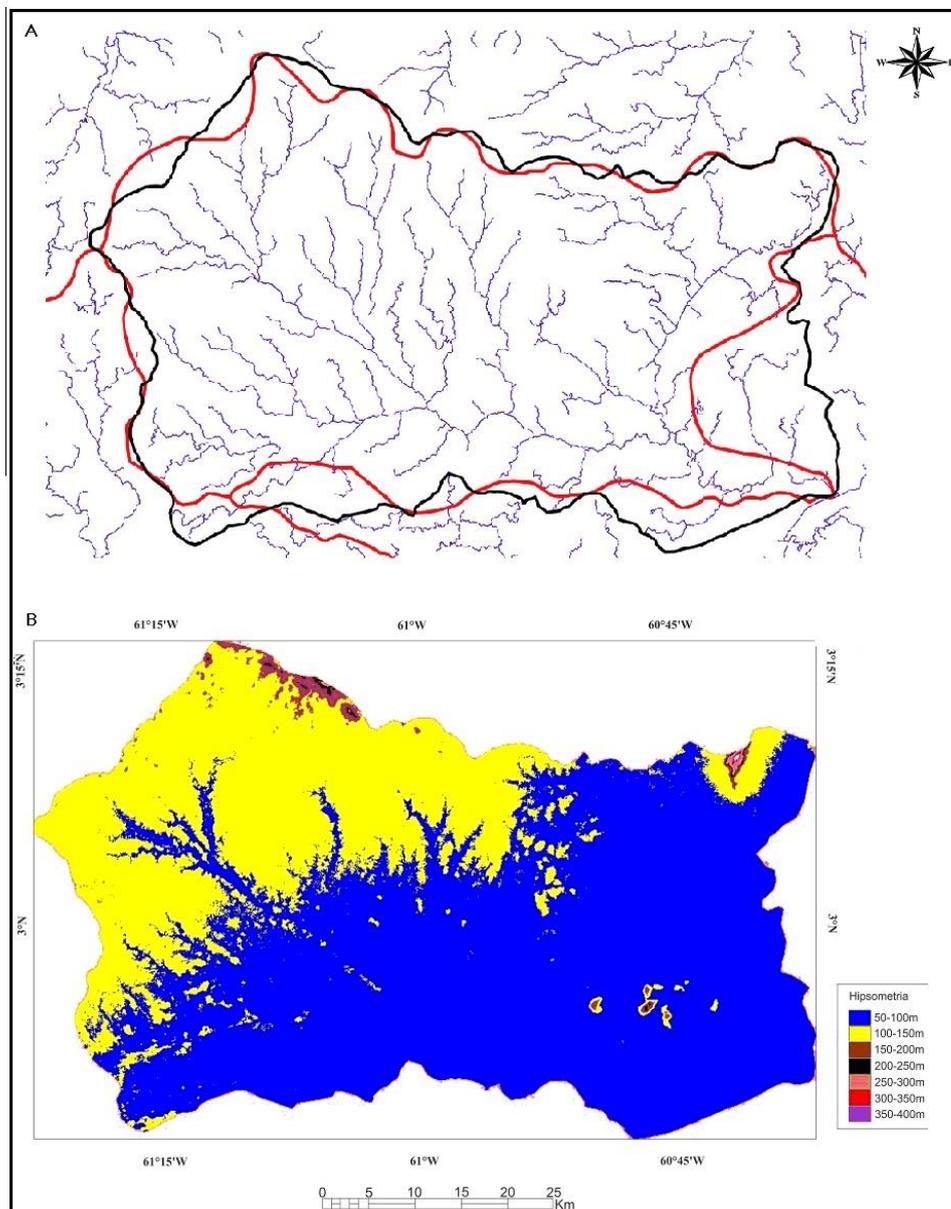
**1- Alta Bacia:** Compartimento em que se encontram as nascentes do rio, possui uma área de 751,72 km<sup>2</sup>, com altitudes entre 75m e 100m, com uma extensão do canal de segunda ordem de 22,35 km. Caracteriza-se por ambientes com maiores declividades, entre 2° e 5°, ou seja, ambiente favorável a processos erosivos (denudacional), com maior suscetibilidade a erosão laminar e linear, além de ser ambiente vulnerável a ação antróppica, por exemplo, devido à utilização do solo, como aragem por mecanização.

**2- Média Bacia:** possui 1.231,58 km<sup>2</sup> de área, com cotas altimétricas entre 62m e 75m, e extensão de 35,48 km de canal de terceira ordem. É característico deste compartimento o equilíbrio entre os sistemas denudacionais e agradacionais, os quais consistem em ambientes suscetíveis a erosão (denudacionais); e ambientes suscetíveis a processos de sedimentação (agradacionais), que recebem os sedimentos provenientes da alta bacia. Nesse compartimento concentram-se a maior quantidade de lagos, o relevo não tem energia o suficiente para escoar o fluxo, o qual fica estagnado em determinadas áreas planas, sendo os divisores de água formado pelos tesos (morfologia convexas/pequenas morros), cuja declividade varia de 0° a 1°, apresentando áreas também com declividade maiores, entre 1° a 5°.

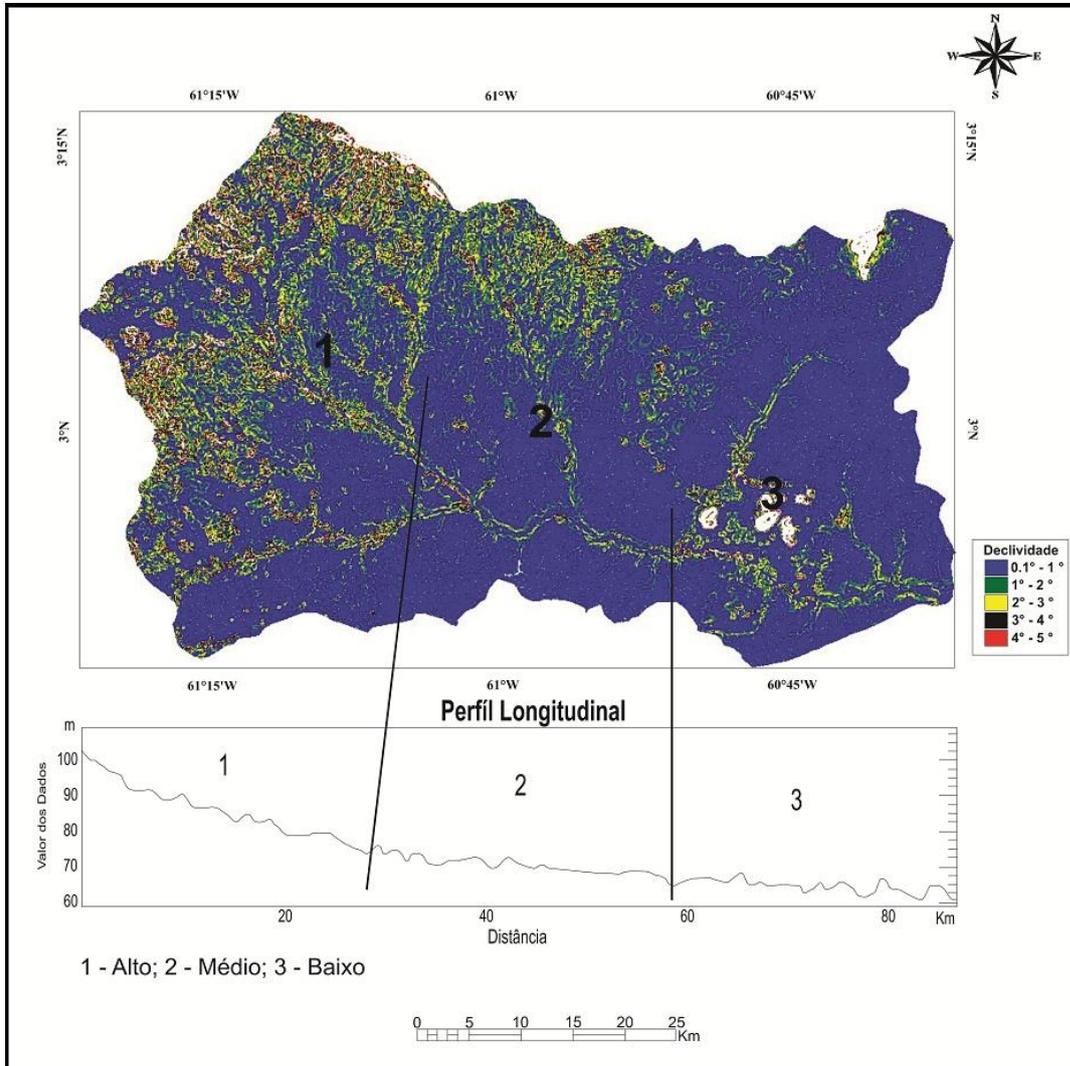
**3- Baixa Bacia:** drena uma área de 1.175,76 km<sup>2</sup> cujo relevo caracteriza-se por uma extensa planície rebaixada (aplainada), com fraca disseção, presença de veredas lineares inter-tesos (canais de primeira e segunda ordem), e sistemas lacustres temporários, e formações de ilhas de buritizais em terraços da planície aluvionar. A cota altimétrica média é de 62m, com presença de serras e morros isolados na porção central, cujas cotas máximas são de 400 metros. O baixo Cauamé tem como principal processo o agradacional, menor capacidade de transportar os sedimentos, favorecendo maior taxa de deposição. O canal do rio é mais largo com uma média de 50 metros e 28,43 km de extensão em canal de quarta ordem, formando uma planície fluvial mais desenvolvida que no médio trecho, com largura média de 1 km. Neste trecho a principal característica morfológica do canal são as formações de meandro, com depósitos de areia (praias), formados por sedimentos de fundo, os quais são transportados e estabilizados nos trechos de convexidade do canal, o

índice de sinuosidade é de 1,61 (relação entre o comprimento do canal com o comprimento em linha reta entre os extremos). Estes depósitos apresentam como característica marcante as barras de pontal (barras fluviais) que são feições de deposição comuns em rios meandriformes. São estes depósitos do tipo barras de pontal utilizados para banhos, as praias do baixo Cauamé.

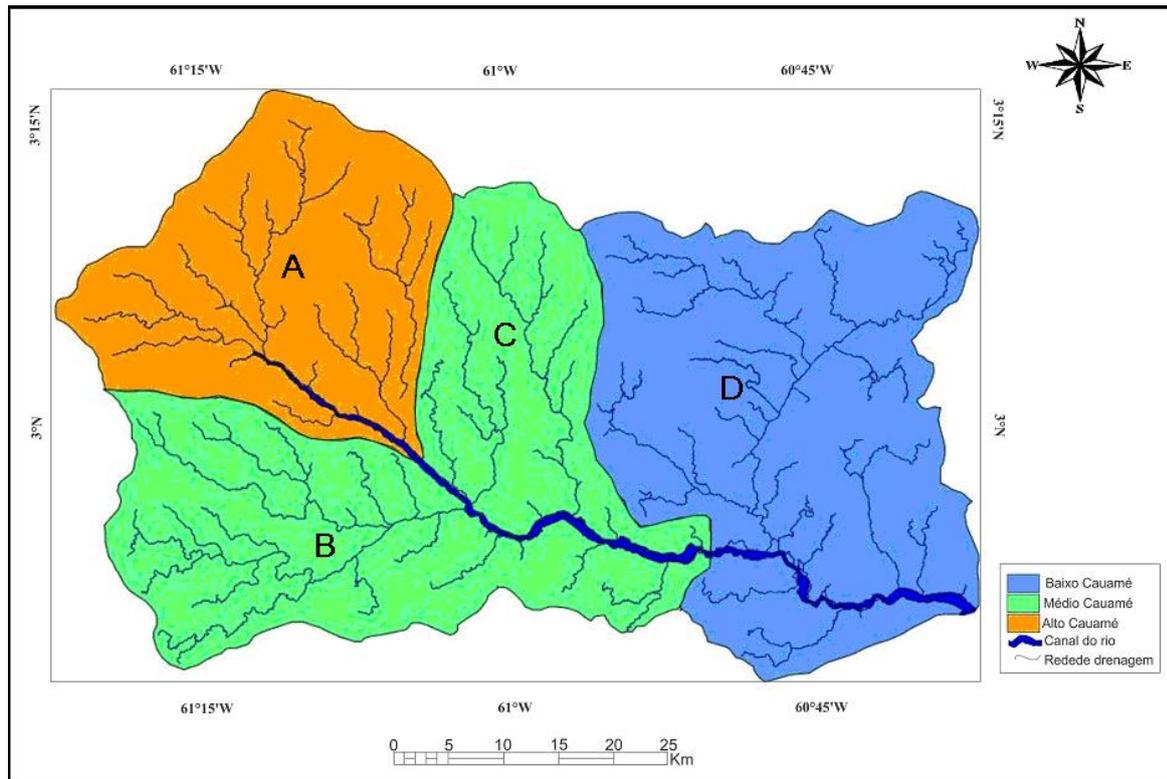
Com relação à compartimentação da rede de drenagem, podemos classificar a bacia do Cauamé em três padrões principais (Figura 5). O primeiro padrão é o paralelo os quais os cursos de água escoam paralelamente uns aos outros, ocorrem predominantemente na região da margem esquerda do alto e médio Cauamé, a qual tem um sistema homoclinal com caimento para o sul, em direção ao canal do Cauamé. Padrão retangular e sub-retangular, que se desenvolve na margem esquerda do baixo Cauamé, os quais se formam por consequência da influência exercida por um controle estrutural, formações de serras com médio controle estrutural, apresentando relevo com média dissecação; e o padrão dendrítico, característico da alta bacia, com maior densidade de drenagem de primeira ordem, formado pelas nascentes, e o sub-dendrítico ocorre predominantemente na margem direita da média e baixa bacia hidrográfica.



**Figura 3** ó A) Detalhe da delimitação da bacia do Cauamé, em vermelho limite da CPRM/ANA em preto limite identificado neste estudo. B) Hipsometria da bacia hidrográfica do Cauamé, representado pelas classes de 50 a 400 metros.



**Figura 4** Variação da declividade da bacia hidrográfica do Cauamé e perfil topográfico longitudinal, compartmentado em alto, médio e baixo Cauamé, ao longo dos 86,8 km de extensão, considerando desde a formação de segunda ordem até a sua foz no rio Branco, trecho de quarta ordem.



**Figura 5** - Compartimentação alta, média e baixa bacia hidrográfica do Cauamé; e rede de drenagem: A) Dendrítico; B) Sub-dendrítico; C) Paralelo; D) Retangular.

### 3.2 - Uso e Cobertura da Terra

Foram identificadas as seguintes classes: vegetação, campos secos, campos úmidos, área urbana, lavoura e massa d'água. Pode ser observada na figura 6 e 7 a distribuição das classes, e quantidade de cultivos presentes na região, as quais são atividades que favorecem o desmatamento e a antropização do espaço natural e conseqüentemente impactos ambientais ao longo de sua planície fluvial.

O período avaliado foi o de estiagem, que ocorre entre Outubro a Março, neste estudo a imagem foi de Fevereiro de 2014. A vegetação representa 9,4% da bacia, presentes mais significativamente na alta e média bacia, e margeando o canal do rio, a vegetação é composta pelas ilhas de mata e aluvial. Verifica-se uma baixa porcentagem da classe massa d'água, com 0,6%, constituída pelo canal principal e sistemas lacustres. A classe predominante é a de campos secos e úmidos (lavrado), abrangendo 73% da bacia, destes 48% são de campos seco e 25% de campos úmidos (Figura 7).

Os 48% que representam os campos secos, estão distribuídos no baixo e médio Cauamé, os quais representam o lavrado da região, constituído por vegetação rasteira e arbustiva esparsa.

As áreas de campo úmido, que representam 25% da bacia, estão concentradas na alta e uma pequena porção na média e baixa bacia, isso devido à maior concentração de vegetação (ilhas de mata) e igarapés (veredas), afluentes do Cauamé. São ambientes susceptíveis a inundações periódicas dos igarapés (veredas), pois este sistema de drenagem possui maior densidade, e está em estreito contato com o canal principal.

Este ambiente permite com que haja uma constante troca de água entre as veredas, lagos e canal principal, que no período de estiagem retém uma parte da água nos sistemas lacustres permanentes ou temporários. A classe "urbana" é representada pela cidade de Boa Vista, margem direita do baixo Cauamé, com 14% representativa na bacia. A classe cultivo com 3% é representada pelas fazendas de irrigação, principalmente para orizicultura na região, as quais são as áreas de maior impacto na bacia, devido à mecanização.

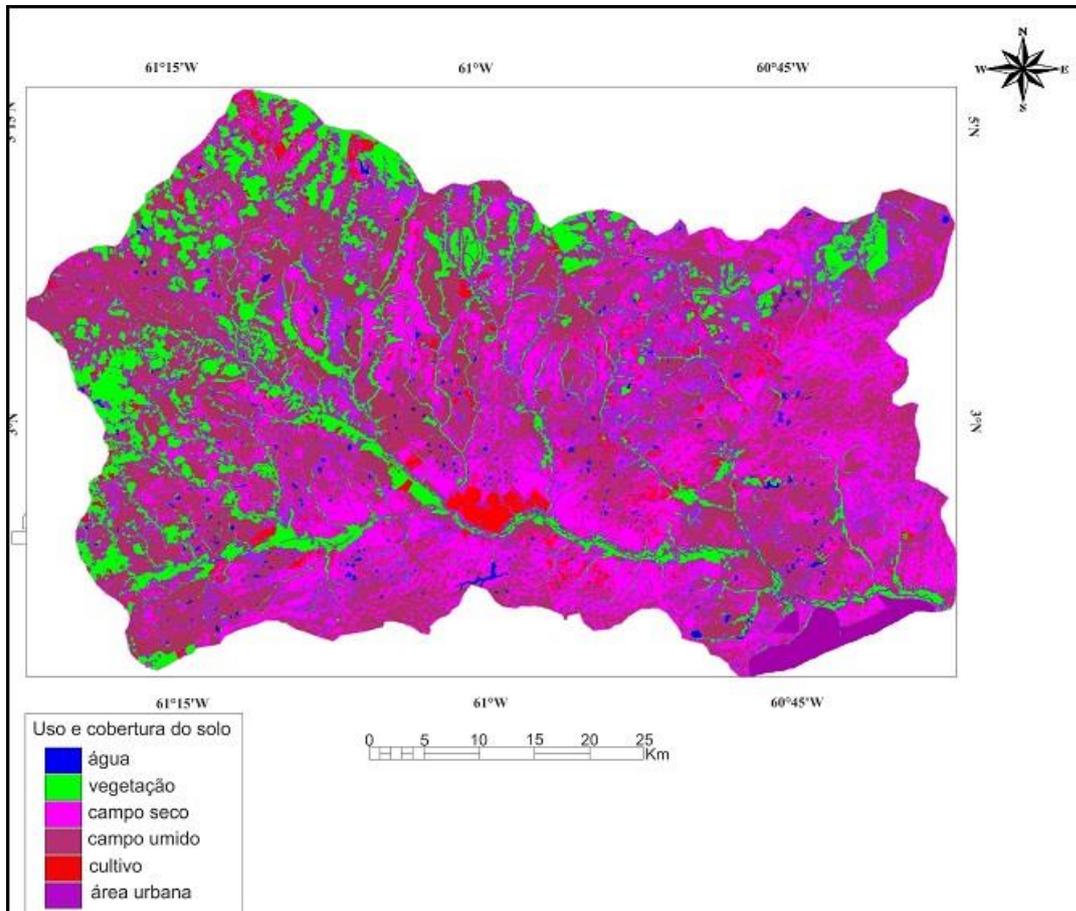


Figura 6 ó Uso e cobertura da terra: classificação supervisionada. Bacia hidrográfica do rio Cauamé, Roraima.

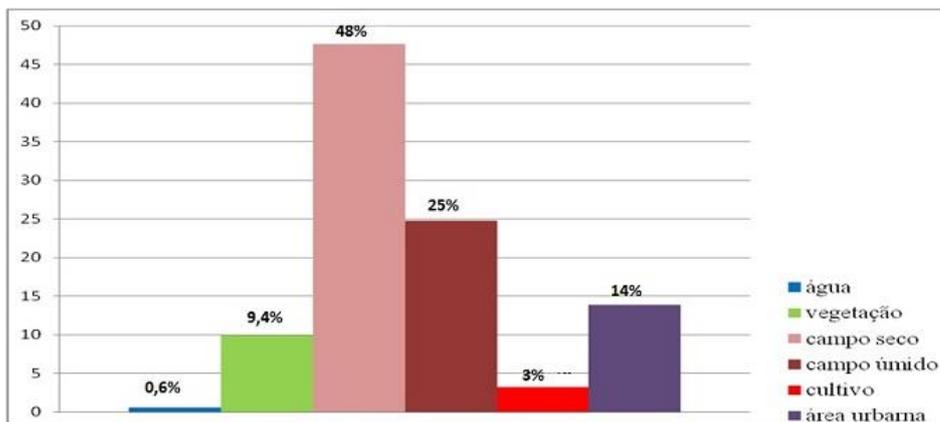


Figura 7 - Porcentagem da distribuição das classes de uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Cauamé.

### 3.3. Áreas Vulneráveis da Bacia do Cauamé

O papel do homem é a variável fundamental para a análise de vulnerabilidade, uma vez que este tem a capacidade de alterar o meio, como uma força externa ao sistema natural, promovendo um rearranjo do equilíbrio dinâmico dos elementos da paisagem, em alguns casos acarretando ações desfavoráveis ao meio de vida de uma sociedade. Devido a ocupação realizada sem considerar a estrutura e funcionamento dos aspectos ambientais, sua dinâmica tanto na escala espacial quanto na temporal, pode causar graves problemas ambientais.

Os elementos em risco, sociedade e/ou estruturas físicas-bióticas, podem estar expostos de diferentes maneiras a uma mesma ameaça. Segundo Saito (2011), o aumento da vulnerabilidade em ambientes urbanos decorre não somente do crescimento sem precedentes das cidades, mas a pobreza crônica, da precariedade do acesso e da posse da terra urbana, da má administração, levando em investimento inadequado da infraestrutura urbana.

Com a expansão urbana da cidade de Boa Vista, podemos observar áreas vulneráveis a impactos ambientais, em detrimento das análises dos pontos de pressão aos sistemas naturais. Conforme pode ser observado na figura 8, a área urbana da cidade cresceu em direção a margem direita do rio Cauamé, acarretando no aterramento de lagos, devido a expansão urbana.

O igarapé Pricumã, observado no ponto 1 da figura 8, foi afetado com a expansão urbana, parte sendo aterrado e canalizado, com 2,13 km de extensão e 3,20 km não canalizado. Neste local ocorreu uma diminuição do canal, com a colmatagem de dois canais de 1ª ordem, margem esquerda do igarapé, e suprimento da vegetação em alguns pontos, com maior significância no lago de nascente (aterado) e na vegetação de contato com a planície do rio Branco, onde houve extração de areia e garimpo. Foram identificados em Boa Vista 57 lagos ativos em 1943, destes 22 foram aterrados com a expansão urbana nas últimas décadas.

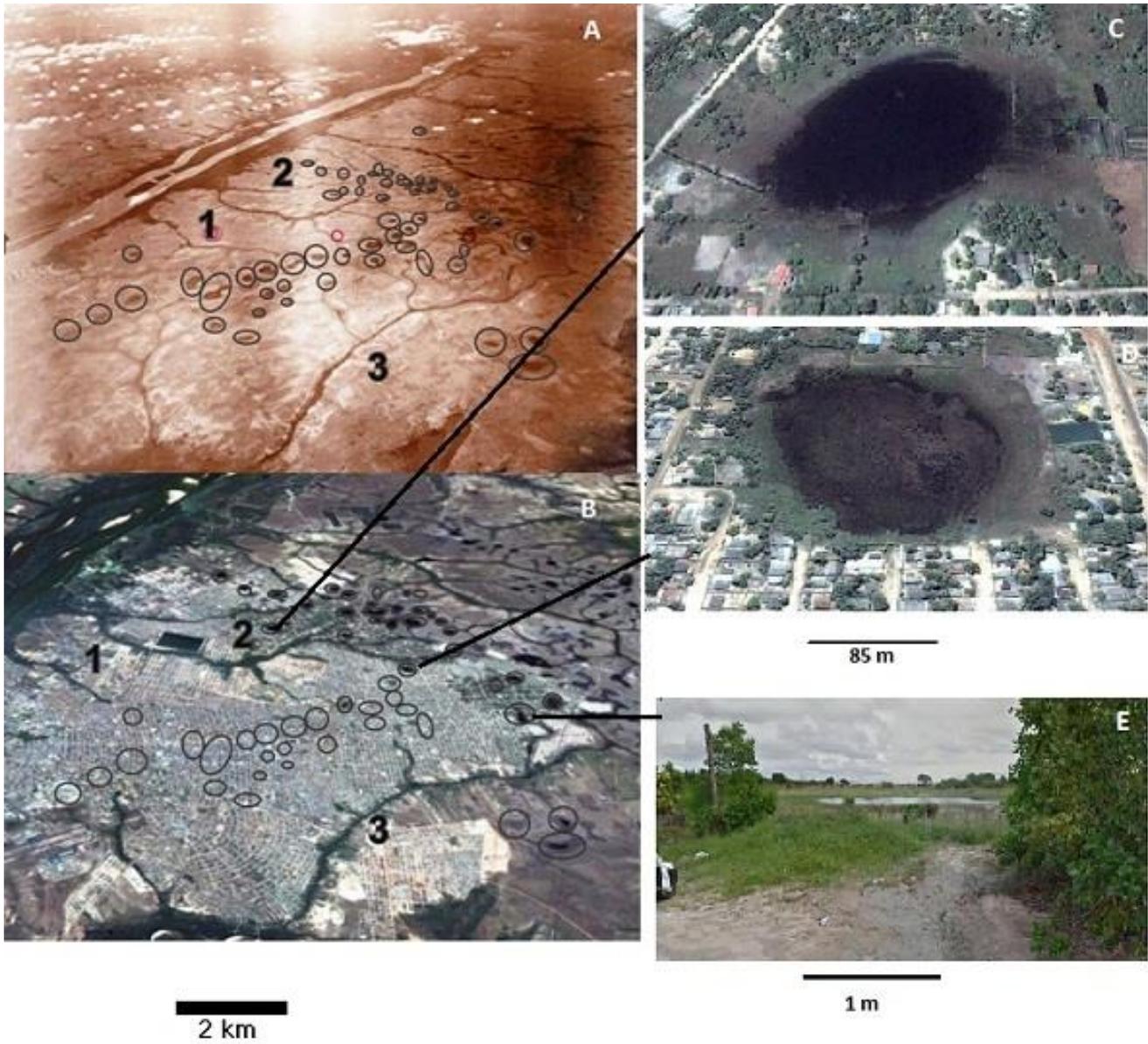
Na figura 9 foi realizado um comparativo entre as décadas de 40, 70 e período atual. Boa Vista em 1943, possuía uma área urbana estimada de 32,86 km<sup>2</sup>, em 1975 houve um crescimento para 62,88 km<sup>2</sup>, e em 2014 aumentou para 131,19 km<sup>2</sup>. Em 71 anos ocorreu um aumento de 299,23%, estimativa de 4,21% de crescimento ao ano, com uma taxa de 1,39 km<sup>2</sup>/ano de crescimento urbano, acarretando uma pressão ao longo da planície do rio Cauamé.

A vulnerabilidade é acarretada pelo uso da terra e alteração em sua cobertura, fragilizando o ambiente, o qual possui uma suscetibilidade a certos processos naturais, principalmente os decorrentes de alagamentos por ação pluvial em trechos de lagos colmatados em Boa Vista, e os de ação fluvial, ao longo dos igarapés e planície como a do Cauamé, problema de ordem natural o qual é intensificado pela ocupação indiscriminada das áreas de proteção ambiental, por exemplo, áreas úmidas as quais são por lei de uso restrito, devido a convenção de Ramsar em 1971, a qual o Brasil é signatário.

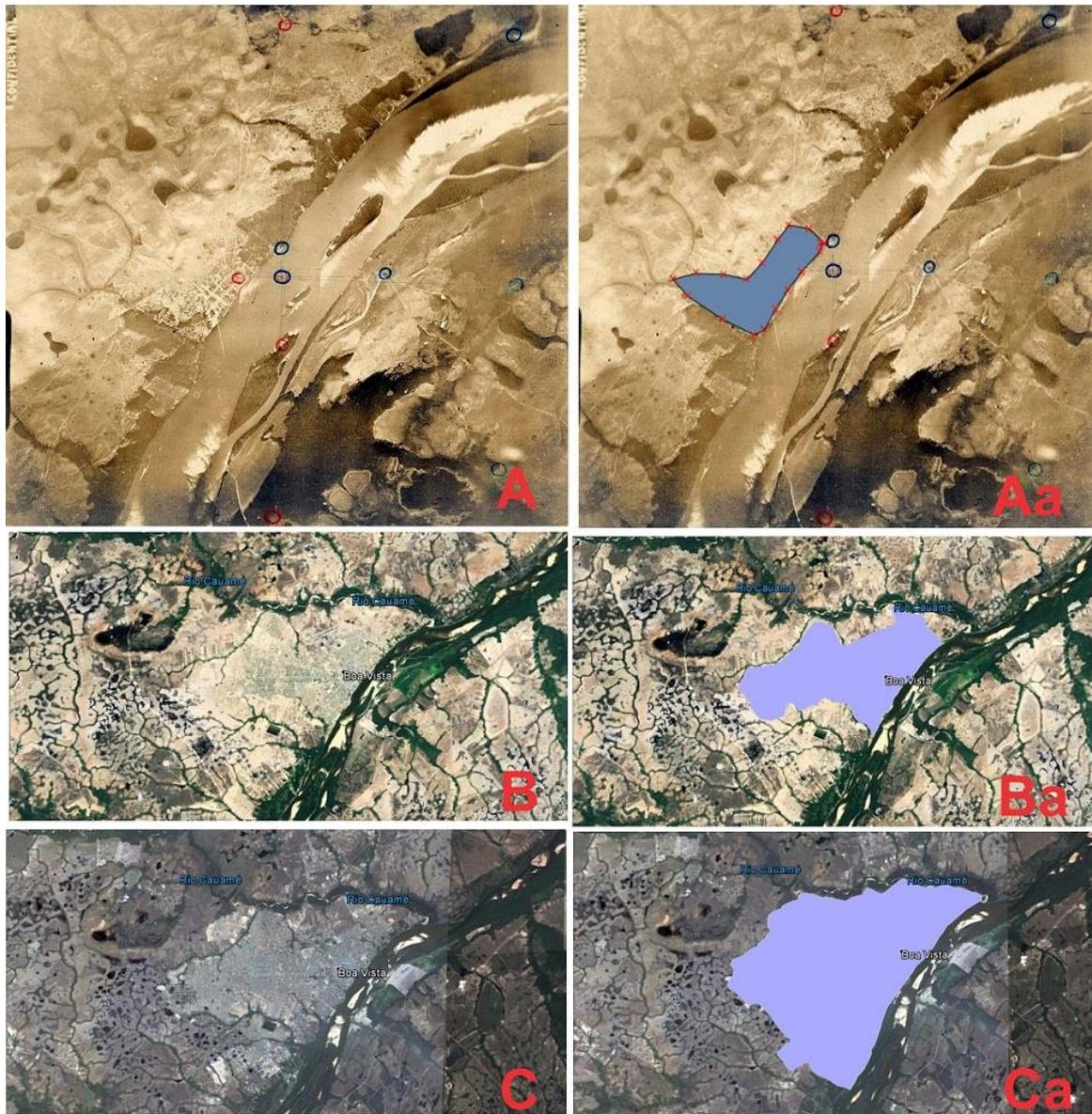
No caso de Boa Vista, a região é naturalmente ambiente favorável ao estabelecimento de sistemas lacustres devido ao baixo gradiente do relevo e lençol freático raso (Carvalho e Carvalho, 2012a; Pinheiro et al., 2012). Estes impactos podem ser agravados por diversas ações, como efluentes domésticos, despejo de resíduos sólidos e orgânicos, invasão habitacional, desmatamento da APP, dentre outros (Figura 12).

Pode ser avaliado que os problemas gerados pelas rápidas mudanças na distribuição populacional são enormes e os reflexos socioambientais são notáveis como: a deficiência de moradia, degradação ambiental a ausência de serviços básicos como um todo. Esses fatores acarretam impactos ambientais na bacia do rio Cauamé e conseqüentemente mudança em sua dinâmica hídrica e geomorfológica.

Com relação ao impacto na vegetação aluvial, foi observado ao longo da planície do rio Cauamé, figuras 10 e 11, que a vegetação manteve-se praticamente inalterada ao longo dos anos (1943-2014), principalmente na margem esquerda do rio, a qual não é afetada diretamente pela cidade, porém, da mesma forma ao longo da margem direita do rio (adjacente à cidade) também podemos destacar que não houve alterações significativas. Na área urbana, o que se percebe de alteração na mata nativa é nas proximidades da margem direita, relativo ao desmatamento das ilhas de mata e veredas, principalmente no bairro Caçari, vegetação desconexa da planície fluvial.



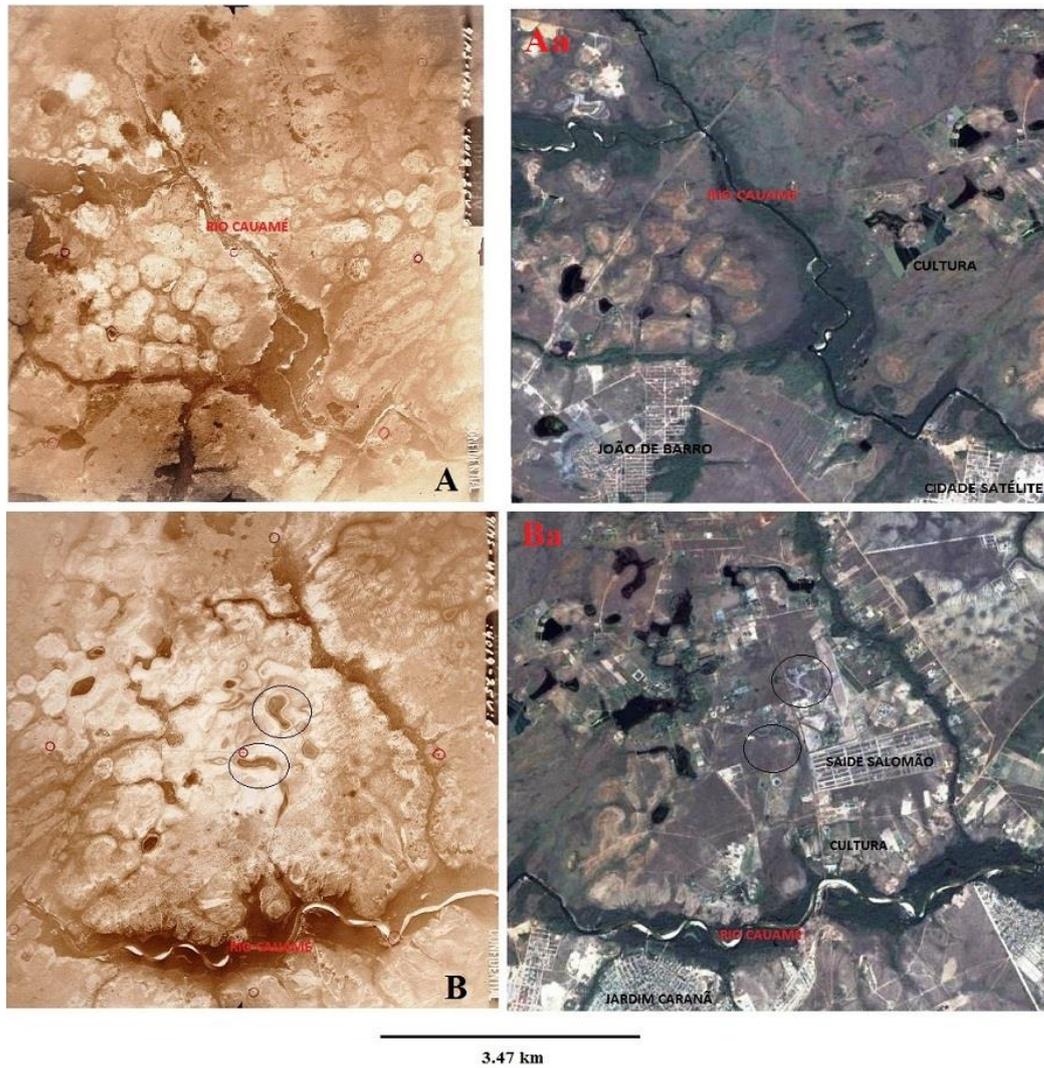
**Figura 8** é Comparativo: A é fotografia aérea da cidade de Boa Vista, ano de 1943, com destaque para os lagos e igarapés: 1- Igarapé do Pricumã; 2- Igarapé Grande; 3 é Igarapé Caranã. B é Imagem GeoEye, 2014; C, D e E é Imagens dos lagos ativos em área urbana. Fonte: Acervo Mepa/UFRR; Google Earth.



12 km

Fonte: Acervo Mepa/UFRR; Google Earth.

**Figura 9** Comparativo entre as décadas de 40, 70 e 2014. A e Aa- Boa Vista 1943, com destaque para a mancha urbana com área de 32,86 km<sup>2</sup>; B e Ba- Boa Vista 1975, com destaque para a mancha urbana com área de 62,88 km<sup>2</sup>; C e Ca- Boa Vista 2014, com destaque para a mancha urbana que passou para 131,19 km<sup>2</sup>. Em 71 anos ocorreu um aumento de 299,23%, estimativa de 4,21% de crescimento ao ano, com uma taxa de 1,39 km<sup>2</sup>/ano de crescimento urbano.



**Figura 10** Comparativo entre de 1943 e 2014: A e Aa- Visão de parte do baixo Cauamé após o bairro Cidade Satélite; B e Ba ó Alteração da paisagem ao longo dos anos no sentido Ponte do Cauamé/BR174/Pacaraima. Fonte: Acervo Mepa/UFRR; Google Earth.



**Figura 11** Comparativo entre de 1943 e 2014: A ó Fotografia aérea da praia do Caçari e vegetação nativa da década de 40; B- 2014 e a evolução na paisagem com destaque para alteração da vegetação de veredas e ilhas de mata, na área urbana. E vegetação aluvial (planície de inundação) inalterada. Fonte: Acervo Mepa/UFRR; Google Earth.



**Figura 12** - Bairro Paraviana, zona urbana periférica de Boa Vista, planície fluvial do baixo Cauamé, cheia de 2011 (maior histórica). A) Casas irregulares, invasão em área de APP do Cauamé; B) Visão geral da foto A, vegetação aluvial indicando limite da planície do Cauamé.

### 3.4. Praias Fluviais: Localização e Descrição das Áreas de Lazer do rio Cauamé

As praias fluviais do baixo Cauamé são formadas a partir de processos deposicionais, ou seja, o trabalho do rio em depositar sedimentos de fundo, os quais são transportados e estabilizados nos trechos de convexidade do canal. As praias do rio Cauamé são frequentadas no período de vazante, período o qual ocorre o surgimento das barras de areia, criando um ambiente propício ao lazer.

Foram mapeadas seis praias em condições de uso, ao longo do rio Cauamé, as quais localizam-se no baixo curso, trecho cujo perfil longitudinal do rio caracteriza-se por uma baixo gradiente, favorecendo um padrão de canal meandriforme, e conseqüentemente a deposição de sedimentos de fundo, os quais dito anteriormente, constituem-se em praias, ativas somente durante o período de estiagem quando estão emersas.

A Prefeitura Municipal de Boa Vista criou a Lei Complementar nº 018 de 1974, que estabelece normas para o uso e ocupação dessas áreas de banho.

Conforme artigo 127 do Código de Postura do Município (Lei Complementar Nº 018, 1974) é proibido em balneários ou praias:

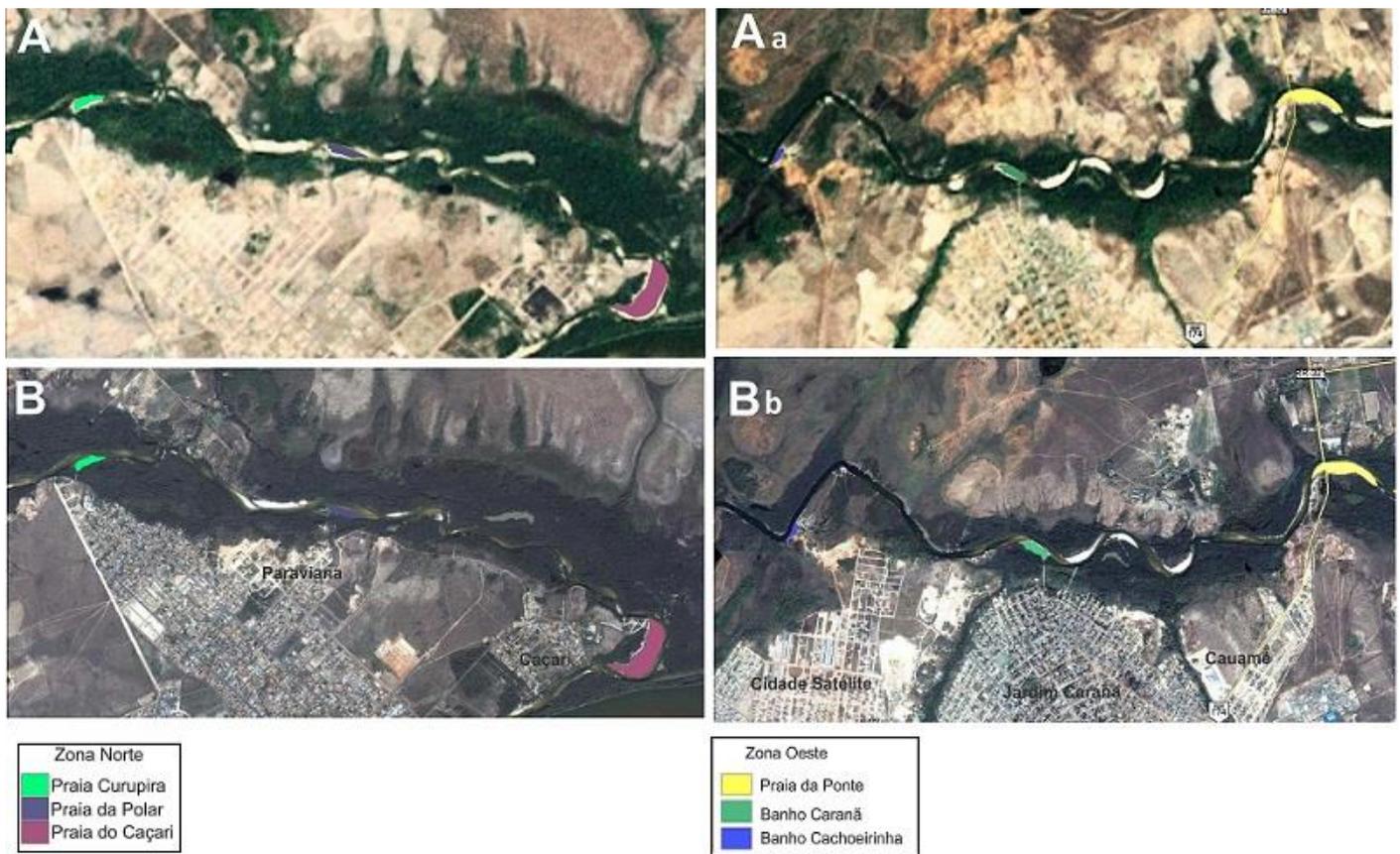
- Banhar animais;
- Retirar areia ou outro material que prejudique a sua finalidade;
- Armar barracas por mais de 24 horas ou fora dos locais determinados, sem prévia licença da Prefeitura;
- Fazer fogueiras nos matos ou bosques adjacentes;
- Lançar pedra, vidros ou outros objetos que possam causar danos aos banhistas;
- Danificar, remover ou alterar as cabines ou outros melhoramentos realizados pela Prefeitura;
- Praticar jogos esportivos que atentem contra a saúde e a segurança dos outros banhistas;
- Praticar esportes aquáticos, com barcos motorizados, nas áreas de maior frequência dos banhistas;
- Fica expressamente proibido às embarcações, motores e esquiadores nas praias e exibirem num raio de área de 500 metros de extensão a partir da praia.

Em visita a campo nas praias do Cauamé, observamos que algumas dessas proibições não são cumpridas nem fiscalizadas, como por exemplo, a presença de lixo nas áreas de banho, verifica-se também a presença de barcos motorizados no canal do rio e motos aquáticas.

A figura 13 identifica as praias mais frequentadas por banhistas em busca de lazer, na margem direita do canal, as quais localizam-se no baixo Cauamé, com uma média de distância entre si de 2,9 km, agrupadas ao longo de 14,6 km em trecho de área urbana, variando de 6.528 m<sup>2</sup> a 108.250 m<sup>2</sup>, as quais foram classificadas por zonas urbanas (Norte e Oeste).

Na Zona Norte, localiza-se a Praia do Caçari com uma área de 108.250 m<sup>2</sup> na vazante máxima, a qual é frequentada por pescadores amantes, comerciantes e banhistas principalmente aos finais de semana. O local é de fácil acesso, pelo bairro Caçari. A 3 km a montante da Praia do Caçari, localiza-se a Praia da Polar, com uma área aproximada de 24.590 m<sup>2</sup> (vazante máxima). Possui três restaurantes/bares, frequentados pelos banhistas, porém, não há banheiros no local. O que acarreta no uso da mata aluvial, onde foi observado acúmulo de papel higiênico no local e despejo de lixo (garrafas plásticas; latas; vidro). A 2,4 km a montante da Praia da Polar, localiza-se a Praia do Curupira, local com entrada irregular, pouco frequentada por banhistas, localizada no bairro Paraviana. É um ambiente sem construção ou qualquer tipo de infraestrutura, com ruínas de um antigo bar, que segundo os banhistas, foi demolido em cumprimento a uma ordem judicial movida pelos moradores do local. Possui uma área de 19.020 m<sup>2</sup> (vazante máxima).

Na Zona Oeste da cidade, localiza-se a Banho da Ponte na BR 174, 2,6 km a montante da Praia do Curupira, com uma área de 61.630 m<sup>2</sup> (vazante máxima). É a praia mais frequentada aos finais de semana e feriados, principalmente no período de estiagem, com uma infraestrutura com restaurante e bar, com constante movimento e som ao vivo, possui sanitários disponíveis aos banhistas. A 3,6 km a montante do Banho da Ponte localiza-se o banho do Caraná, que leva esse nome devido estar situado no bairro Jardim Caraná, possui uma área de 22.510 m<sup>2</sup> (vazante máxima), esse ponto do rio Cauamé é a foz do igarapé Caraná; e a menor praia chamada de banho da Cachoeirinha, localizada a 3 km a montante do banho Caraná, no bairro Cidade Satélite com uma área de 6.528 m<sup>2</sup> (vazante máxima).



**Figura 13** ó A e Aa- Imagem Landsat 1 de 1975 e B e Ba ó GeoEye de 2014: Localização das praias na Zona Norte da cidade e bairros circunvizinhos (Paraviana e Caçari). Zona Oeste da cidade e bairros circunvizinhos (Cidade Satélite, Jardim Caraná e Cauamé).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bacia hidrográfica do rio Cauamé é um ambiente com presença dos elementos característicos da paisagem do lavrado de Roraima, com ilhas de mata, veredas (buritizais), sistemas lacustres desconexos da planície fluvial, e que durante o período analisado, 71 anos, manteve-se significativamente inalterado. Sendo um ambiente propício para o lazer, devido as características morfológicas do canal, proporcionando na região do baixo Cauamé a deposição de material sedimentar, onde formam-se as praias para os banhos nas barras de pontal, com areias brancas com textura fina e média.

Com o uso de modelos de elevação da SRTM, corrigidos hidrologicamente pelo Mepa < <http://ufr.br/mepa> >, e a rede de drenagem extraída deste modelo, foi possível delimitar com melhor precisão a bacia hidrográfica e a compartimentação, seguindo critérios geomorfológicos, com base em técnicas de sensoriamento remoto/geoprocessamento, levando-se em consideração a divisão em três compartimentos: alta, média e baixa bacia, do mesmo modo o perfil do alto, médio e baixo rio Cauamé. Produtos importantes para a descrição fisiográfica da paisagem do Cauamé, servindo de suporte para o planejamento e gerenciamento territorial da área de estudo.

As áreas vulneráveis a ação antrópica encontram-se na margem direita do rio, no compartimento do baixo Cauamé, devido à expansão urbana que ocasionou a alteração do meio natural, como aterramento de lagos e desmatamento da vegetação nativa. Sendo estas tipologias vegetacionais não pertencentes a planície de inundação, como ilhas de mata e veredas, as quais identificou-se significativa alteração desde a década de 40. No entanto, a vegetação da planície fluvial, manteve-se relativamente inalterada, o que inicialmente parecia

ser uma contradição. No alto e médio Cauamé, houve alteração na vegetação não pertencente a planície de inundação, porém, com menor intensidade com relação ao baixo Cauamé, trecho de expansão de Boa Vista. Da mesma forma que no baixo, não foi observado mudança significativa na vegetação da planície fluvial, constatado através das fotografias aéreas de 1943 e imagens de satélites atuais (2014).

O rio Cauamé, como bem explanado, é um ponto importante no cenário urbano da cidade de Boa Vista, por se tratar de um ambiente favorável a formação de praias fluviais. A estação seca e chuvosa tem uma grande importância na dinâmica do rio. No período, de estiagem, a formação das praias é bem marcante, as quais são ambientes utilizados para o lazer, principalmente aos finais de semana.

A temporada de praias ocorre entre os meses de Setembro a Abril. Durante o período de vazante foi possível mapear e caracterizar seis praias na margem direita do rio, no baixo Cauamé, sendo elas: Praia Caçari, Polar e Curupira, localizadas na Zona Norte da cidade; e Banhos da Ponte, Caranã e Cachoeirinha, localizados na Zona Oeste da cidade. Com uma distância média de 2,9 km entre si, essas praias são frequentadas por pessoas geralmente provenientes dos bairros adjacentes em busca de um local para o lazer. Entre estas, as praias de maior aprovação pela população que frequentam estes ambientes foi a praia da Polar e banho do Cauamé, por apresentarem uma boa estrutura, e as praias com menor índice de aprovação foi a do Caranã e Cachoeirinha, por serem inadequadas, desde o ponto de vista ambiental (área degradadas) como o social (marginalidade).

Esta pesquisa, além do intuito de caracterizar os aspectos físicos e sociais das praias, foi importante por definir de forma mais fiel a bacia hidrográfica do Cauamé, com base em técnicas de sensoriamento remoto/geoprocessamento, compartimentar a bacia e caracterizar os trechos do canal. Estes dados servirão para contribuir com o banco de dados do projeto Aspectos Hidrogeomorfológicos do Estado de Roraima (Mepa/Dep.Geografia/UFRR), importante para a compreensão da dinâmica física-biótica-social das áreas úmidas de Roraima. Base para a preservação e o planejamento e gestão do manejo de bacias hidrográficas, por estas serem integrantes e atuantes numa sociedade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barroso, J. Diagnóstico Ecológico da bacia do rio Cauamé no Estado de Roraima, com a utilização de Sistema de Informações Geográficas para o Desenvolvimento Sustentável. 2009. 77p. Dissertação (Mestrado profissional interinstitucional em Economia) ó Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Universidade Federal de Roraima, 2009.

Carvalho, C. M. O lavrado da Serra da Lua em Roraima e perspectivas para estudos da herpetofauna na região. *Revista Geográfica Acadêmica*, v.3, n.1, pág. 4-17. 2009a.

Carvalho, T. M. e Ramirez, R. 2008. Técnicas de Sensoriamento Remoto aplicadas à Biogeografia: metodologia geográfica para espacialização de moluscos terrestres. *Boletim Goiano de Geografia*, v.28, p.157-166.

Carvalho, T. M.; Carvalho, C. M. 2012a. Interrelation of geomorphology and fauna of Lavrado region in Roraima, Brazil suggestions for future studies. *Quaternary Science Journal*, 61:146-155.

Carvalho, T. M.; Carvalho, C.M. 2012b. Sistemas de informações geográficas aplicadas à descrição de habitats. *Acta Scientiarum. Human and Social Sciences Maringá*, v. 34, n. 1, p. 79-90.

Carvalho, T. M. 2009b. Parâmetros geomorfométricos para descrição do relevo da Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé, Manaus, Amazonas. In: Edinaldo Nelson dos Santos-Silva; Veridiana Vizoni Scudeller. (Org.). *Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central volume 2*. 1ed. Manaus: Governo do Estado do Amazonas; Universidade Estadual do Amazonas, 2009, v. 2, p. 3-17

Carvalho, T. M.; Bayer, M. 2008. Análise integrada do uso da terra e geomorfologia do bioma cerrado: um estudo de caso para goiás. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 1, p. 62-72.

Pinheiro, M. N.; Neves, C. R.; Falcão, M. T.; Oliveira, S. K. 2012. O Padrão Urbano como determinante do grau de risco das áreas



ocupadas nas proximidades do rio Cauamé: Praia da Ponte, do Curupira, da Polar e do Caçari. Revista Geonorte, Ed. Especial, v.1, n.4, p.880-889.

Morais, R. P.; Carvalho, T. M. 2013. Cobertura da Terra d Parâmetros da Paisagem no Município de Caracaraí ó Roraima. Rev. Geogr. Acadêmica v.7, n.1.

Morais, R. P. 2014. Apectos dinâmicos da paisagem do lavrado, nordeste de Roraima. Monografia, conclusão do curso de Bacharelado em Geografia do departamento de Geografia da Universidade Federal de Roraima. 65p.

Saito, S. M. 2011. Desastres naturais e geotecnologias - Vulnerabilidade - Caderno didático n ° 6. São José dos Campos, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / CRS. 32p.

Vanzolini, P. E.; Carvalho, C. M. 1991. Two sibling and sympatric species of *Gymnophthalmus* in Roraima, Brasil Sauria:Teiidae. Papéis Avulsos de Zoologia, v.37, p.73-226.

Veloso, H. P.; Góes, L. F.; Leite, P. F.; Silva S. B.; Ferreira, H. C.; Loureiro, R. L. Terezo, E. F. 1975. Capítulo IV - Vegetação: As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico. Folha NA.20 Boa Vista e parte das folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21. In: Projeto RadamBrasil. Rio de Janeiro, RJ. p.305-404.