

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS PROTEGIDAS DA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO TRACAJÁ E DO LAGO DO ZÉ AÇU
EM PARINTINS (AM)

Bolsista: Ademir Moreira Martins, CNPq.

MANAUS
2012

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

PIB – H - 0015/2011
ESTUDO DE IMPACTOS AMBIENTAIS NAS ÁREAS PROTEGIDAS DA
MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO TRACAJÁ E DO LAGO DO ZÉ AÇU
EM PARINTINS (AM)

Bolsista: Ademir Moreira Martins, CNPq.
Orientadora: Prof.^a MSc. Jesuete Pacheco Bezerra

MANAUS-AMAZONAS
2012

Todos os direitos deste relatório são reservados à Universidade Federal do Amazonas, ao Núcleo de Estudo e Pesquisa em Ciência da Informação e aos seus autores. Parte deste relatório só poderá ser reproduzida para fins acadêmicos ou científicos

Esta pesquisa não é financiada por nenhuma instituição. Sendo assim, o acadêmico participante exerce voluntariado nas atividades e obtém a base de dados por meio da instituição onde cumpre atividades profissionais. Deste modo, ressalta-se o atrelamento institucional pela submissão e aprovação do Comitê do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Universidade Federal do Amazonas e o cumprimento a toda e qualquer regulamentação do referido PIBIC. Esta pesquisa se caracteriza como subprojeto do projeto de pesquisa de doutoramento com o título: *Uso da terra e a sustentabilidade da dinâmica fluvial de uma microbacia hidrográfica na Amazônia Ocidental* (Programa DINTER/CDS-UnB)

RESUMO

O Aumento dos impactos ambientais nas áreas protegidas, no caso, as Áreas de Preservação Permanente (APP) das microbacias na Amazônia, inclusive àqueles ocasionados pela ocupação terra, tem modificado a paisagem causando a quebra do equilíbrio natural dos sistemas hídricos e a outros dependentes deste. O objetivo dessa pesquisa foi fazer análise temporal das décadas de 1970 até 2010 sobre a evolução dos principais impactos ambientais em decorrência da ocupação nas Áreas de Preservação Permanente das duas principais unidades hídricas do Assentamento Vila Amazônia, no caso, o *Lago do Zé Açu* e a microbacia do rio Tracajá. Os procedimentos metodológicos utilizada foram os seguintes: a) interpretação de 4 (quatro) imagem LANDSAT TM5 trabalhadas com técnicas de geoprocessamento para análise visual e automática das microbacias; b) utilização dos dados SRTM para delimitação das microbacias, cálculos de altimetria, extração da drenagem, nascentes; e, c) idas a campo para correlacionar a precisão dos dados de gabinete com a observação realizada em campo. O estudo realizado chegou ao seguinte: 1) mapeamento das APPs de rio e nascente das microbacias da área de estudo; 2) a identificação em imagem satélite da situação de degradação das áreas de APPs; e, 3) ao registro da evolução dos processos de impactos ambientais ocorridos no nas APPs (faixas justafluviais direita e esquerda dos canais principais e respectivos tributários, bem como todas as nascentes identificadas com as imagens SRTM) das microbacias do Tracajá e do *Lago do Zé Açu*, as quais demonstram os desmatamentos de floresta nativa nas décadas de 1980 foi de 10,92 km², 1990 – 4,94 km², 2000 – 1,59 km² e os percentuais atingiram 51,28% das APPs de rio e 61,05% nas nascentes no Tracajá; e de 48,87% e 64,28 no *Zé Açu*. Portanto, o aumento do desmatamento apresentado, revela a necessidade que se encontrem soluções para a recuperação das áreas de APPs, visando manter o complexo sistema hídrico que mantém em funcionamento a vida nas microbacias estudadas.

Palavras chave: sistema hídrico - área protegida - impactos ambientais

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo | 14 |
| Figura 2 - Assentamento Vila Amazônia (Parintins-AM) | 15 |
| Figura 3 - Área das APPs de rio das microbacias do Tracajá e do <i>Lago Zé Açú</i> | 20 |
| Figura 4 - Área das APPs de nascentes das microbacias do Tracajá e do <i>Lago Zé Açú</i> | 20 |
| Figura 5. Mapa Hipsométrico das microbacias do Tracajá e do <i>Lago Zé Açú</i> | 22 |
| Figura 6 - Imagens LANDSAT TM5 de 1986 | 23 |
| Figura 7 - Imagens LANDSAT TM5 de 1997 | 24 |
| Figura 8 - Imagens LANDSAT TM5 de 2005 | 25 |
| Figura 9 - Imagens LANDSAT TM 5 de 2010 | 26 |
| Figura 10 - Evolução temporal do desmatamento nas APPs de rio das microbacias do Tracajá e do Lago do Zé Açú. | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Órbita/Ponto e data das imagens LANDSAT TM5..... | 19 |
| Tabela 2. Área de APPs de rio das microbacias do Tracajá e do <i>Lago do Zé Açu</i> | 21 |
| Tabela 3. Números de nascentes e área em km ² | 21 |
| Tabela 4. Evolução da degradação ambiental nas APPs da microbacia do Tracajá..... | 27 |
| Tabela 5. Evolução da degradação ambiental nas APPs da microbacia do <i>Lago do Zé Açu</i> ... | 27 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2. OBJETIVOS..... | 9 |
| 2.1 Objetivo Geral..... | 9 |
| 2.2 Objetivos Específicos..... | 10 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA..... | 10 |
| 3.1 Áreas de Preservação Permanente..... | 11 |
| 3.3 Bacias Hidrográficas..... | 12 |
| 3.4 Processamento digital de imagens..... | 13 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS..... | 13 |
| 4.1 Área de Estudo..... | 13 |
| 4.2 Atividades de Gabinete..... | 15 |
| 4.2.1 Quanto aos procedimentos técnicos metodológicos..... | 16 |
| 4.3 Atividades de Campo..... | 18 |
| 5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 18 |
| 7. REFERÊNCIAS..... | 30 |
| 8. <i>CRONOGRAMA DE ATIVIDADES</i> | 32 |

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tem-se acompanhado o aumento do desmatamento nas áreas protegidas das microbacias na Amazônia, principalmente, àquele ocasionado pela ocupação da terra. Isto acontece entre outros, devido essas áreas comporem os ecossistemas de terra firme por se tratarem de áreas que não são submetidas às cheias sazonais anuais dos rios Amazônicos, contribuindo assim, com a ocupação por assentamentos humanos inclusive, como parte da política de Reforma Agrária Brasileira.

Cabe ressaltar que a degradação no limite das bacias hidrográficas causa desequilíbrio ao seu e a outros sistemas que coexistem em interação. Assim, as sociedades ao interferirem na paisagem praticam a quebra do equilíbrio dinâmico natural comprometendo a funcionalidade desse sistema (SPÖRL; ROSS, 2004).

Verifica-se na Amazônia uma vasta rede hidrográfica que modela o terreno em áreas de várzeas (planície amazônica) e de terra firme (interflúvio) proporcionando, de alguma forma, o favorecimento da ocupação das áreas das microbacias o que resulta em impactos de degradação que são nocivos aos rios. Essa prática, comum na região, estende-se desde os sistemas produtivos até o leito maior dos rios principais e respectivos tributários que fazem parte das áreas de preservação permanente e de reserva legal regulamentadas por legislações ambientais que inabilita a retirada da vegetação nativa para a ocupação da terra.

Entre estas leis, o Código Florestal de 1965 por intermédio da Lei N.º 4.771 que institui o Código Florestal Brasileiro (*que dispõe o uso da propriedade, que deve respeitar a vegetação existente na terra, considerada bem de interesse comum a todos os habitantes do Brasil*), regulamentada em 2002 pelas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA N.º 302 (*que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno*) e N.º. 303

(*que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente*) que, respectivamente tratam sobre as Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas de Reserva Legal (ARL) bem como dos critérios de sua delimitação.

Martins (2008) cita que presença de uma APP é um impedimento legal na utilização de uso do solo pois, a APP é uma área protegida coberta ou não por vegetação nativa tendo a função de preservar os sistemas hídricos, a integridade dos biomas, a manutenção de rios, lagoas, nascentes, encostas e topos de morro (BRASIL, 2002).

A legislação ambiental apesar de abrangente é aplicada de forma lenta no cumprimento e manutenção desses locais protegidos. As deficiências de meios e materiais tornam o trabalho de monitoramento e avaliação um desafio na preservação e conservação ambiental e por isso a fiscalização não acompanha a velocidade das agressões ao ambiente.

Necessita-se então da busca de metodologias e procedimentos possíveis de serem empregadas visando minimizar a degradação desse complexo sistema hídrico suprindo sobremaneira os déficits apresentados. Assim, procura-se exercitar o uso das metodologias do geoprocessamento junto ao ambiente do Sistema de Informações Geográficas – SIG como alternativas viáveis para auxiliar nas propostas de recomendações para manutenção das áreas protegidas em conformidade com as leis em vigor.

Portanto, diante dessas vantagens tecnológicas realiza-se a análise temporal entre as décadas de 1980 a 2010 relativas aos impactos e riscos ambientais causados pela ocupação da terra nas áreas protegidas do Lago do Zé Açú e da microbacia do rio Tracajá em Parintins-AM.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Fazer análise temporal das décadas de 1970 até 2010 sobre a evolução dos principais impactos ambientais, em decorrência da ocupação nas Áreas de Preservação Permanente das

duas principais unidades hídricas, do Assentamento Vila Amazônia, no caso, o *Lago do Zé Açu* e a microbacia do rio Tracajá.

2.2 Objetivos Específicos

–Mapear as Áreas de Preservação Permanente (APP) do *Lago do Zé Açu* e da microbacia do rio Tracajá com o uso de geoprocessamento, para fins de delimitação, tomando como critério as medidas constantes nas legislações em vigor (Código Florestal e Resolução n.º 302 e n.º 303 do CONAMA);

–Identificar em imagens satélites das cinco décadas (1970 até 2010) a situação ambiental dos lotes/parcelas de terra que avançaram a ocupação dos sistemas de produtivos para as APPs da microbacia do rio Tracajá e as do *Lago do Zé Açu*;

–Demonstrar a evolução dos processos de impactos ambientais nas APPs do Lago do Zé Açu e da microbacia do rio Tracajá, considerando a situação ambiental da década de 1970 e após 1981, quando o Assentamento Vila Amazônia foi criado e oficializado para a ocupação da terra, pelo Instituto Nacional de Reforma Agrária - INCRA;

–Validar em campo os dados identificados pelo geoprocessamento nas áreas protegidas (APP) do *Lago do Zé Açu* e da microbacia do rio Tracajá.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O estudo da degradação ambiental em espaço temporal nas Áreas de Preservação permanentes das Bacias Hidrográficas, por meio do processamento digital de imagens de satélite, permite o acompanhamento em tempo hábil das mudanças ocorridas na paisagem servindo de subsídios para o entendimentos dos processos que implicam na dinâmica fluvial desses sistemas hídricos. Partindo disso, para fundamentar o estudo realizado nas microbacias do *Lago do Zé Açu* e a do Tracajá, realizaram-se literaturas separadas nas temáticas a seguir:

3.1 Áreas de Preservação Permanente

O desconhecimento dos limites das Áreas de Preservação Permanente (APP) tem contribuído para sua degradação não havendo, dessa forma, mecanismo eficiente para seu monitoramento. As consequências do desmatamento nas APPs prejudicam diretamente os sistemas hídricos afetando o equilíbrio ambiental nas áreas das bacias hidrográficas e diminuindo a qualidade de vida da população (NASCIMENTO *et al*, 2005).

A vegetação que cobre estas áreas tem com função principal a 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 (BRASIL, 2002).

A legislação brasileira considera as florestas e as demais formas de vegetação em Áreas de Preservação Permanente quando estas se enquadraram em parâmetros definidos de acordo com:

Art. 2, § Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

- a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:
 - 1) de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
 - 2) de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
 - 3) de 100 metros para os cursos d'água que tenham 50 metros a 200 metros de largura;
 - 4) de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros;
 - 5) de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 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 (cinquenta) metros de largura;
- d) no topo de morros, montes, montanhas e serras;
- e) nas encostas ou partes destas com declividade superior a 45° equivalente a 100% na linha de maior declive;
- f) nas restingas, como fixadoras e dunas ou estabilizadoras de mangues;
- g) nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais; {...} (BRASIL, 1965, Art. 2, p.2).

A identificação das APPs oferece subsídios importantes para o acompanhamento dos processos dinâmicos que ocorrem no interior das bacias hidrográficas evitando assim, seu assoreamento permitindo manter a qualidade e a quantidade da águas em uma bacia hidrográfica (LEITE *et al*, 2010).

3.2 IMPACTOS AMBIENTAIS

Segundo Rosa (2003), a ocupação do homem de forma predatória do ambiente natural ocasiona alterações na paisagem provocando o desequilíbrio ambiental que expõe o solo favorecendo a erosão e comprometendo os lençóis freáticos. Esses processos erosivos quando ocorrem em uma Bacia Hidrográfica, acarreta grande impacto ambiental podendo provocar o assoreamento do rio ocasionado pela acumulação de partículas sólidas em meio aquoso (GUIMARÃES, 2008).

3.3 Bacias Hidrográficas

O estudo das bacias hidrográficas pode apresentar indicadores importantes na observação de desequilíbrio ambiental. As perdas das características naturais das bacias hidrográficas afetam as condições socioeconômicas das populações próximas (PAIVA *et al*, 2004), principalmente quanto à ocupação do solo atinge as áreas de contribuição da bacia, composta de vertentes e rede de drenagem, causando uma disfunção do ciclo hidrológico terrestre (TUCCI, 2004).

A análise dos processos que ocorrem em uma bacia hidrográfica possibilita uma avaliação do funcionamento dos ecossistemas a ela conectados, pois em um recorte da paisagem, ela se constitui como matriz de observação por se constituir como área de maior influência (MCGARIGAL *et al.*, 1995).

A bacia hidrográfica é considerada um complexo sistema de fluxo de matéria e energia, que segundo Rodrigues (2005) não se limita somente aos “canais fluviais e planície de inundação” mais engloba toda sua paisagem.

3.4 Processamento digital de imagens

A análise da paisagem realizada por geoprocessamento utilizando as ferramentas SIG, tecnologia que permite a manipulação dos dados cartográficos em computadores e softwares, ajuda os países com grandes dimensões territoriais nas tomadas de decisões sobre o planejamento ambiental (FLORENZANO, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2007).

A utilização de imagem digital na análise ambiental possibilita a extração de informações ampliadas diferentes daquelas observadas pelo sistema visual humano na medida em que possibilita a manipulação dos sistemas de computação em diferentes faixas do espectro eletromagnéticos. As imagens orbitais quando processadas permitem a manipulação das bandas espectrais, podendo se realçadas ou combinadas facilitando a extração de informações específicas para cada tipo de estudo (CRÓSTA, 1993).

No processo de identificação da degradação da paisagem a classificação digital é amplamente utilizada pois, elimina a subjetividade no processo de mapeamento das áreas monitoradas, fornecendo dados para a manutenção de um SIG atualizado (NOVO, 1992).

Os métodos de classificação se dividem em duas categorias: a classificação supervisionada e a não-supervisionada. Esta quando não há um conhecimento sobre a cena de estudo e aquela quando previamente se escolhe previamente amostras confiáveis para a classificação. Estas amostras representaram o valor médio que o algoritmo classificador usará para determinar as classes a serem mapeadas (NOVO, 1988.).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de Estudo

As microbacias do Tracajá e o *Lago do Zé Açu* estão localizadas na parte leste do município de Parintins (**Fig. 1**), no estado do Amazonas.

O local de estudo está plotado nas cartas planimétricas do Ministério da Defesa/Exército Brasileiro, folha SA-21-Z-A-IV, entre os paralelos 2°36' a 2°53' Sul e os meridianos 56°31' a 56°46' Oeste.

O acesso, como da grande parte dos municípios Amazônicos, é realizado por via fluvial ou aérea sendo a sede do município de Parintins, a 5 km Noroeste da área de estudo, o ponto de apoio logístico.

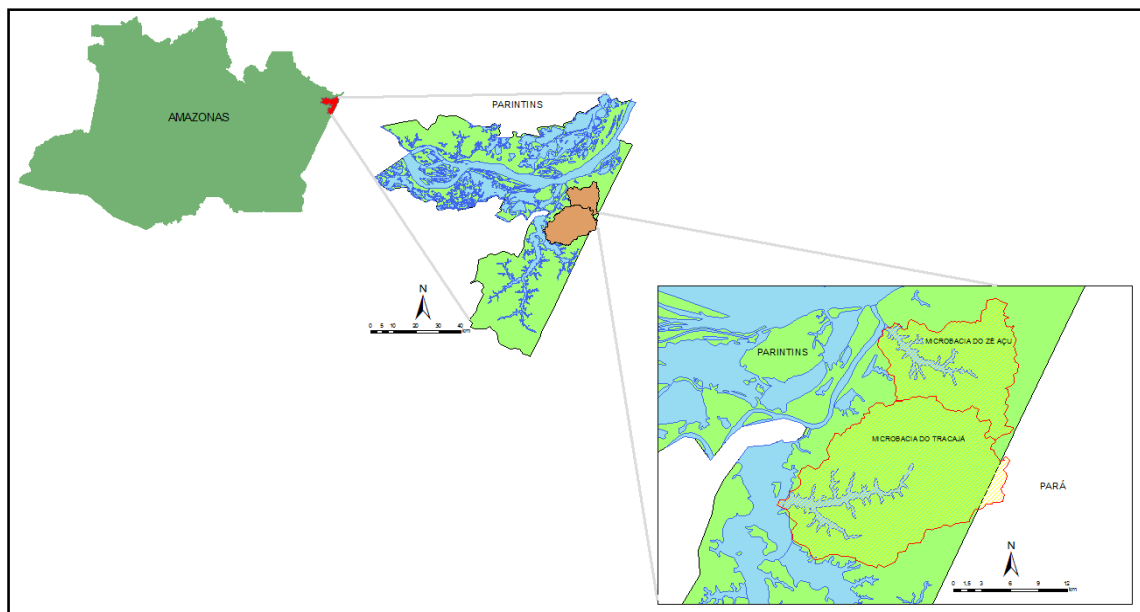


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo
FONTE: IBGE (2007). Org. Ademir Martins, 2012

Na a área de estudo está localizado o Assentamento Vila Amazônia (**Fig. 2**) que possui uma área total de 0,90 km², representando cerca de 13,14 por cento do ecossistema de Terra Firme do município (PACHECO, *et al.*, 2011).



Figura 2 - Assentamento Vila Amazônia (Parintins-AM)
 FONTE: PRA-2005-2007/MDA-INCRA/COOTEMPA-2009

O clima predominante na área, segundo a classificação de Köppen (RADAM BRASIL, 1976), é dominado pelo grupo climático “A” (Clima Tropical Chuvoso), com precipitação anual de 1.355 a 2.839 mm e temperatura média entre 25,6 a 27,6 °C.

Na Amazônia há dois períodos climáticos bem definidos: uma chuvosa nos meses de novembro a março com umidade relativa variando de 84 a 90 por cento; outra seca, com chuvas esporádicas, nos meses de maio a setembro e um período de transição de abril a outubro (FISCH *et al.*, 1998).

Para o desenvolvimento deste projeto foi necessário a organização de atividades primordiais para que os dados cartográficos representassem fielmente a realidade apresentada nas áreas das microbacias, como as descritas a seguir:

4.2 Atividades de Gabinete

A pesquisa foi realizada com a utilização das técnicas de geoprocessamento, utilizando as ferramentas SIG (Sistema de Informação Geográfica), tecnologia que auxilia nas tomadas de decisões de planejamento ambiental dos países com grandes dimensões territoriais

(FLORENZANO, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2007). Neste estudo foram utilizados os softwares ArcGis 9.3 e ENVI 4.3.

Foram trabalhadas 04 (quatro) imagens de satélites LANDSAT TM5 da órbita/ponto 228/068, possibilitando a cobertura das áreas do *Lago do Zé Açú* e da microbacia do rio Tracajá. As imagens foram adquiridas sem ônus no sitio do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) que dispunha em seu acervo LANDSAT imagens da área de estudo a partir do ano de 1984.

A área foi delimitada com base na imagem do projeto SRTM (Shuttle Radar Topographic Mission) disponibilizada no sitio da USGS (United States Geological Survey) permitindo a delimitação das bacias com recorte das imagens LANDSAT utilizadas na elaboração das cartas temáticas para a análise multitemporal das Áreas de Preservação Permanentes pertencente às bacias.

4.2.1 Quanto aos procedimentos técnicos metodológicos

Os dados SRTM são de grande funcionalidade (COSTA *et al.*, 2005), principalmente pelo imageamento radar, um sensor ativo que não necessita de luz solar, importante para a área de estudo que apresenta durante o ano grande ocorrência de nuvens. Esta imagem necessitou de tratamento, pois, tinham imperfeições como depressões espúrias (sinks), picos anômalos e áreas com ausência de dados conforme observada por Santos *et al.*, (2005) no quadrante S03W60 do SRTM, compreendendo parte do Estado do Amazonas. Para o referido tratamento das falhas do SRTM (preenchimento dos "sinks"), utilizaram-se as ferramentas disponíveis no "Spatial Analyst Tools" do ArcGis 9.3.

Após as correções, foram calculadas as células numéricas que representavam a direção de fluxo, permitindo a criação dos limites das bacias e a extração da rede de drenagem para a delimitação da APP de rio. Em seguida, extraíram-se as curvas de nível com equidistância de

10 metros para a identificação da declividade do terreno para o enquadramento das APP de morro de acordo com os parâmetros estabelecidos no CONAMA 303/2002.

As imagens LANDSAT utilizadas passaram pelo processo de registro geométrico tendo como base uma imagem ortorretificada. Foram coletados no mínimo 20 pontos de controle a fim de que o RMS ficasse dentro de um valor próximo de 0,5 (JANSEN, 1986) e tendo como o algoritmo de registro na imagem o vizinho mais próximo na tentativa de manter o valor do pixel mais original (CRÓSTA, 1993). O processo de georreferenciamento permitiu que a imagem adquirida se ajustasse perfeitamente à imagem LANDSAT ortorretificada utilizada como referência.

Para a interpretação visual das imagens foram observadas as técnicas propostas por (FLORENZANO, 2002), na utilização de satélites para estudos ambientais, utilizando o processo de classificação supervisionada no software ENVI 4.3. Neste processo, ajustou-se o contraste para a composição coloridas de falsa cor a fim de selecionar a região de interesse na imagem LANDSAT visando facilitar o reconhecimento das amostras coletadas para o processo de classificação do nível de desflorestamento e identificação das áreas degradadas das bacias do Tracajá e do Lago do Zé Açú.

A classificação supervisionada da imagem LANDSAT consistiu na determinação de um grupo de “pixels” semelhante que segundo Crósta (2002) possuem uma informação qualitativa na qual os valores de cinza são associados à refletância dos alvos que compõem o terreno.

Com o conhecimento prévio da área de estudo, selecionou-se uma classe temática para cada grupo de “pixels” que serviram para calibrar o software classificador que foi agrupado em classes por semelhança, selecionadas previamente, permitindo a confecção do mapa e cobertura da terra. Este tipo de classificação envolve duas fases distintas no processo de análise da imagem: um que prepara o software para identificar as áreas de interesse e outra

onde é realizada a classificação pelo software.

A classificação foi realizada utilizando a coleta de 20 amostras por classe com padrões de comportamento espectrais semelhantes inseridos no algoritmo no método de Distância Mínima do classificador do ENVI 4.3. Segundo Richards (1986), este método é uma singularidade do método de Máxima Verossimilhança, pois considera as matrizes de covariância diagonais de todas as classes e a classificação é obtida a partir da menor distância entre o pixel a ser classificado e os valores médios coletados nas amostras.

4.3 Atividades de Campo

A validação dos dados produzidos nas atividades de gabinete foi realizada com idas a campo a fim de permitir correlação com maior precisão entre os dados obtidos por meio das imagens e os observados in loco. Isto permitiu analisar os impactos ambientais nas APPs das duas unidades hídricas: *Lago do Zé Açu* e microbacia do rio Tracajá.

A validação de campo foi realizada a partir da integração das técnicas defendidas por Xavier (1992 e 1993):

- Assinatura ambiental – é o procedimento que solicita a ida a campo, para definição precisa dos locais com maior ou menor constância da presença de certas características ao longo de vários locais analisados;
- Avaliações Ambientais - verificação da importância das estimativas que serão associadas às categorias relativas a cada parâmetro ambiental envolvido.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na interpretação das imagens LANDSAT das décadas de 1980 a 2010 (**Tabela 1**), bem como, as análises realizadas em campo dos principais impactos ambientais ocasionados pela ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanentes da microbacia do Tracajá e do *Lago do Zé Açu*.

Inicialmente, pretendeu-se realizar os estudos, no período de 1970 a 2010, com imagens LANDAT TM5 disponibilizado pelo INPE. No entanto, as imagens disponíveis eram a partir de 1984 o que permitiu verificar a degradação ambiental nas microbacias do tracajá e do *Lago do Zé*, por imagem LANDSAT, a partir na década de 80 e as demais análises permaneceram no período proposto.

Diante disso, para acompanhamento temporal dos impactos ambientais nas APPs das duas microbacias, utilizou as imagens LANDSAT dos anos de 1986, 1997, 2005 e 2010 nas datas de passagem do imageamento (**Fig. 3**) do sensor remoto TM (*Thematic Mapper*) que contivessem até 50% de cobertura de nuvens.

TABELA 1 -Órbita/Ponto e data das imagens LANDSAT TM5

| ANO | ÓRBITA/PONTO | DATA |
|------|--------------|------------|
| 1986 | 228/062 | 05/08/1986 |
| 1997 | 228/062 | 18/07/1997 |
| 2005 | 228/062 | 10/09/2005 |
| 2010 | 228/062 | 10/10/2010 |

Fonte: Catálogo de Imagem INPE/2011

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente das microbacias do Tracajá e do Lago do Zé Açú teve sua delimitação conforme estabelecida na legislação brasileira no Artigo 2º do Código Florestal (Lei 4771/1965), sendo o cálculo proporcional à distância entre suas margens para as APPs de rio (**Fig. 3**) e um raio de 50 metros para as APPs de nascentes (**Fig. 4**).

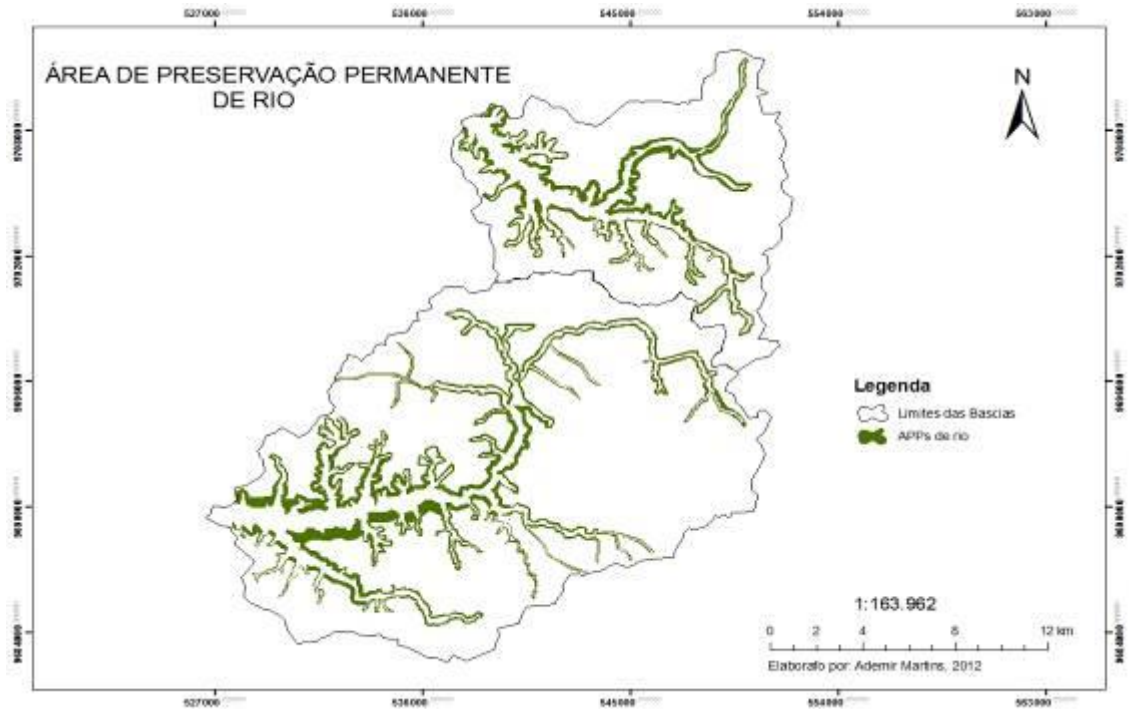


Figura 3 - Área das APPs de rio das microbacias do Tracajá e do *Lago Zé Açú*
 FONTE: USGS, 2011 (SRTM). Org. Ademir Martins, 2012.



Figura 4 - Área das APPs de nascentes das microbacias do Tracajá e do *Lago Zé Açú*
 FONTE: USGS, 2011 (SRTM) Org. Ademir Martins, 2012.

Esses dados (**Tabela 2**) demonstram que a APPs de rio, contribuem com 25,96% para a formação da paisagem das microbacias do Tracajá e do *Zé Açú* e a retirada da floresta nativa nas áreas de proteção, principalmente as ocasionadas por intervenções antrópicas, modifica a paisagem local interferindo na forma e estrutura do terreno comprometendo não somente o sistema hídrico como também todos os outros dentro da bacia.

TABELA 2 - Áreas das APPs de rio do Tracajá e do *Lago do Zé Açú*

| BACIA | ÁREA (km ²) | PERÍMETRO |
|---------|-------------------------|-----------|
| Tracajá | 34,15 | 559,55 |
| Zé Açú | 17,83 | 263,88 |

FONTE: USGS, 2011 (SRTM) Org. Ademir Martins, 2012.

As APPs de nascentes mapeadas (**Tabela 3**), com base nas vertentes de drenagens extraídas do SRTM, identificaram que elas representam apenas 0,83% do total da área das microbacias da pesquisa (**Fig. 7**). Segundo Calheiros *et al.*, (2004) a proteção do entorno de uma nascente é para evitar a erosão, mantendo o fluxo perene e garantindo a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal da bacia.

TABELA 3 – Números de nascentes e área em km² das APPs das Microbacias do Tracajá e do Lago do Zé Açú e a sua representatividade, em porcentagem, dentro de cada bacia.

| BACIA | NASCENTES | ÁREA (km ²) |
|---------|-----------|-------------------------|
| Tracajá | 179 | 1,4 |
| Zé Açú | 57 | 0,45 |
| Total | 279 | 1,84 |

FONTE: USGS, 2011 (SRTM) Org. Ademir Martins, 2012.

A partir da análise do mapa hipsométrico (**Fig. 6**), elaborado com os dados altimétricos disponíveis no SRTM, foi possível constatar que nas na área das microbacias do

Tracajá e do *Lago do Zé Açu* não possuem topos de morros que se enquadre em Áreas de Preservação Permanentes. As declividades apresentada nas vertentes dos morros são inferiores a 30 por cento e, portanto não se enquadram no Art. 2º da resolução 303 do CONAMA que descreve a APPs de topo com declividade superior a 30 por cento na linha de maior declividade.

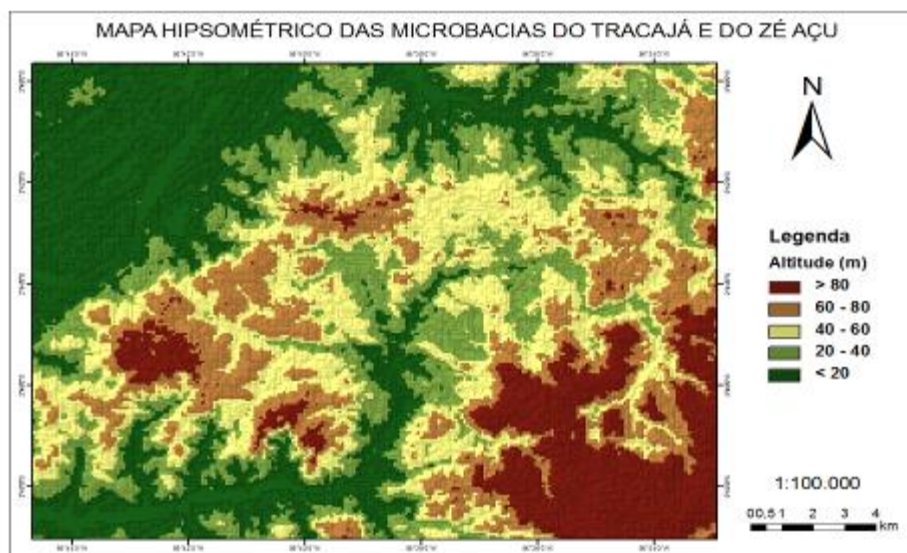


Figura 5. Mapa Hipsométrico das microbacias do Tracajá e do *Lago Zé Açu*
 FONTE: USGS, 2011 (SRTM) Org. Ademir Martins, 2012.

A utilização das imagens LANDSAT, associada à classificação digital de forma integrada no ambiente SIG, possibilitou o acompanhamento da degradação da paisagem, ocorrida no período de 1986 a 2010, nas Áreas de Preservação Permanente das microbacias hidrográficas do Lago do Zé Açu e do Tracajá. A Classificação realizada nas imagens de 1986 (**Fig. 6**), identifica que início da pesquisa a área de estudo apresenta um desmatamento de 38,51% nas APPs de rio e 30% nas nascente na microbacia do Tracajá, tendo o *Lago do Zé Açu* 46,61% na APPs de rio e 36,36% nas nascentes.

Cabe ressaltar, que as pesquisas de campo revelaram que as áreas próximas das microbacias já estavam povoadas desde 1930 por colonos, entre eles, 20 técnicos Japoneses que chegaram à Vila Batista o primeiro nome da Vila Amazônia para pesquisar melhor região

para o cultivo da jutilcutura sendo escolhido os terrenos aluvionais na intercessão do rio Amazonas com o Paraná do Ramos nas proximidades da área de estudo.

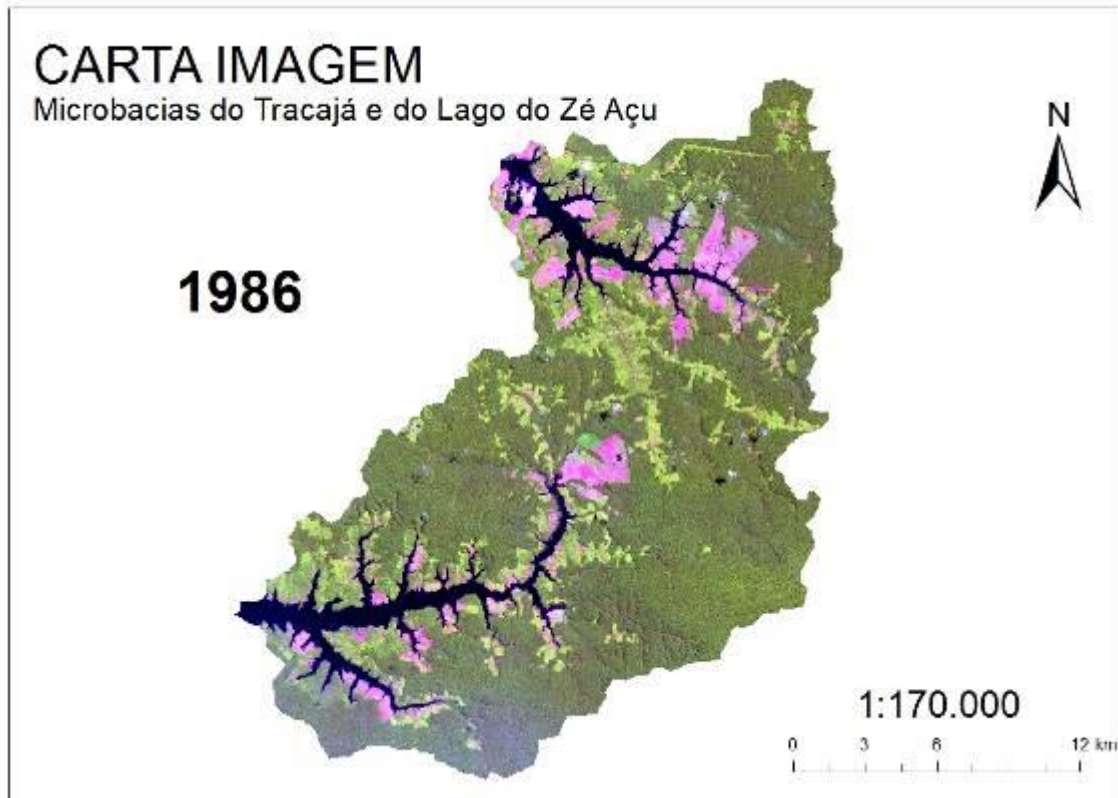


Figura 6 - Imagens LANDSAT TM5 de 1986
Fonte: Catálogo de imagens INPE/2011. Org. Ademir Martins, 2012.

A Figura 7 mostra em 1997 o aumento na evolução da degradação ambiental nas APPs de rio e de nascentes, em 11 anos, na área de estudo. A microbacia do Tracajá com um percentual de 24,30% e 26,42%, o *Lago do Zé Açú* com 20,41% e 26,42% respectivamente.

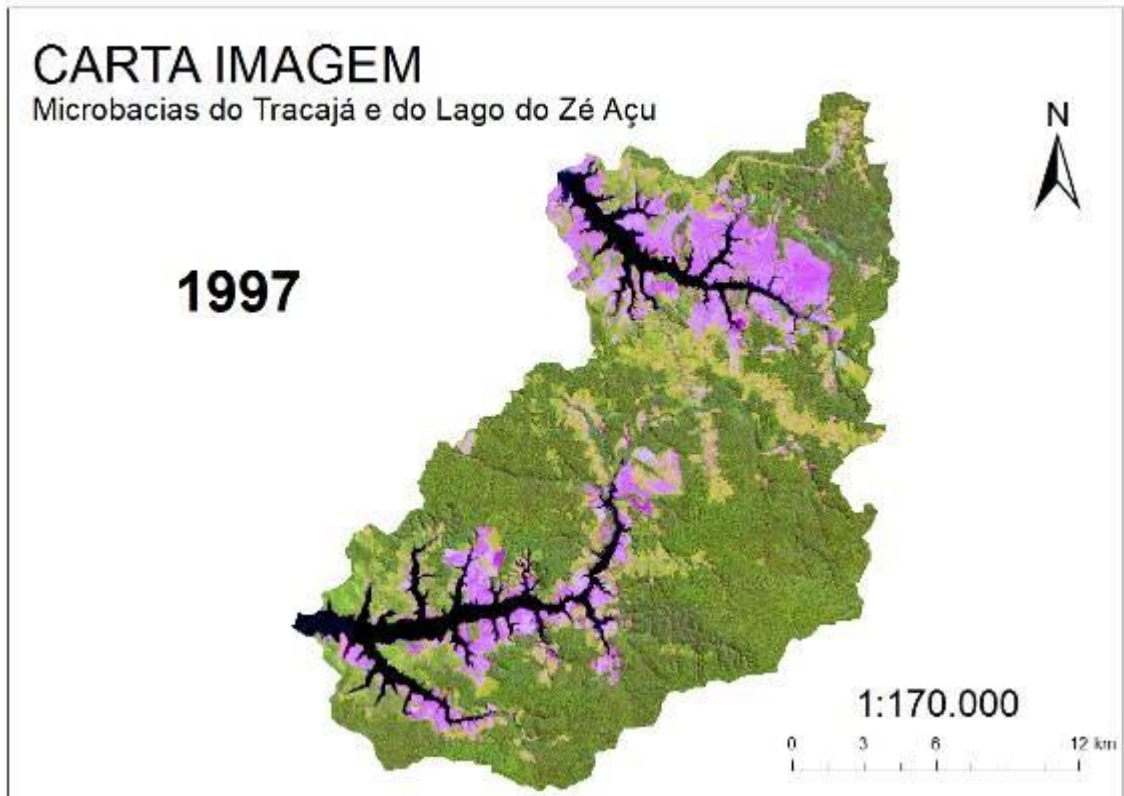


Figura 7 - Imagens LANDSAT TM5 de 1997
Fonte: Catálogo de imagens INPE/2011. Org. Ademir Martins, 2012.

Nas imagens de 2005 (**Fig. 8**), as florestas nativas nas APPs de rio na microbacia do Tracajá estavam ausentes em 68,52% nas APPs de rio e 56,43% nas nascente. No *Lago do Zé Açú*, este percentual estava em 66,91% nas APPs de rio e 52,27% nas nascentes.

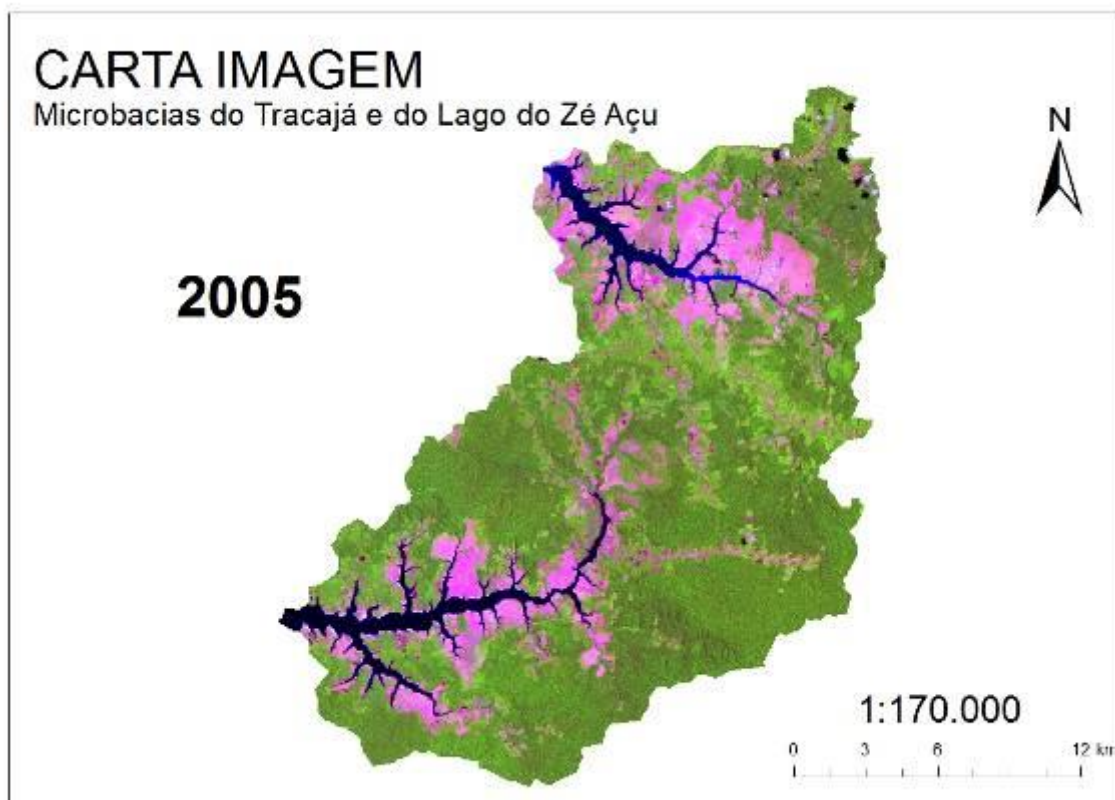


Figura 8 - Imagens LANDSAT TM5 de 2005
Fonte: Catálogo de imagens INPE/2011. Org. Ademir Martins, 2012.

De acordo com os dados extraídos das imagens de 2010 (**Fig. 9**), as APPs de rio da microbacia do Tracajá possuíam 31% de floresta nativa e as de nascentes 42%. Na microbacia do Zé Açú a APPs esses valores representavam 23,67% e 28,88 respectivamente.

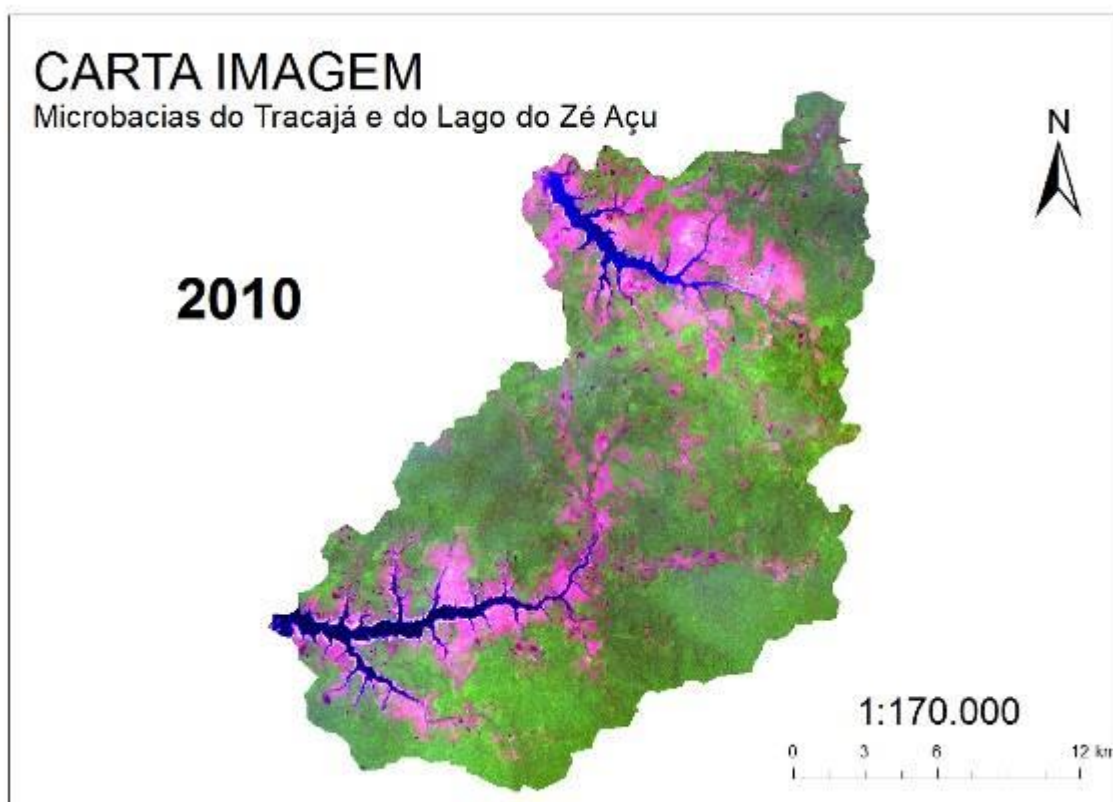


Figura 9 - Imagens LANDSAT TM 5 de 2010
Fonte: Catálogo de imagens INPE/2011. Org. Ademir Martins, 2012.

Após a compilação dos dados (**Tabelas 4 e 5**) que demonstraram a evolução da degradação ambiental nas APPs em 24 anos, foi possível representar (**Fig. 15**) a evolução temporal dos impactos ambientais de 1970 a 2010 ocorridos nas da microbacia do Tracajá e do Lago do Zé Açú. A observação de campo forneceu ainda, subsídios para a verificação da variação nos padrões das feições na paisagem in loco como também para a interpretação das imagens LANDSAT.

A taxa de desmatamento nas APPs de rio do Tracajá foi muito alta até a década de 1980 (**Tabela 4**). Entre os anos de 1986 a 1997 a área de floresta destruída equivaleu ao desmatamento de 1185 campos de futebol para uma área representando 4878 campos.

TABELA 4 – Evolução da degradação ambiental nas APPs da microbacia do Tracajá.

| APP | 1986 | | 1997 | | 2005 | | 2010 | |
|----------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) |
| Rio | 21,00 | 13,15 | 12,70 | 21,45 | 10,75 | 23,40 | 10,23 | 23,92 |
| Nascente | 0,95 | 0,49 | 0,53 | 0,91 | 0,45 | 0,99 | 0,37 | 1,07 |

Fonte: LANDSAT TM5 (a partir dos dados de classificação automática e cálculo de área)

Apesar da diminuição no ritmo de desmatamento nesta microbacia, a área de floresta nativa presente em 2010 correspondia apenas a 29,95% por cento. Diante disso, percebe-se um descumprimento das legislações de preservação das Áreas de APP necessitando de medidas educativas e sensibilização dos moradores do assentamento Vila Amazônia para o reflorestamento e a manutenção do percentual de floresta nativa existente.

Cabe ressaltar que esta microbacia possui ainda grande área de cobertura vegetal o que a diferencia da bacia do Zé Açú que apresenta grandes áreas de solo exposto.

TABELA 5 – Evolução da degradação ambiental nas APPs da microbacia do Tracajá do Lago do Zé Açú.

| APP | 1986 | | 1997 | | 2005 | | 2010 | |
|----------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) | Floresta (km ²) | Desmatamento (km ²) |
| Rio | 6,65 | 11,18 | 4,45 | 13,38 | 3,89 | 13,94 | 3,40 | 14,43 |
| Nascente | 0,28 | 0,16 | 0,13 | 0,31 | 0,11 | 0,33 | 0,10 | 0,34 |

Fonte: LANDSAT TM5 (a partir dos dados de classificação automática e cálculo de área)

A microbacia do *Lago do Zé Açú* também apresenta grande destruição da floresta nativa até o ano de 1986 correspondendo a uma área de desmatamento de aproximadamente 950 campos de futebol para uma APP que representava 2547.

Entretanto, ela apresenta alto nível de erosão na faixa justafluviais do curso médio do rio bem como o assoreamento no curso superior devido à presença de grandes áreas de solo exposto nas faixas justafluviais.

No gráfico abaixo, observa-se uma tendência de aumento do desmatamento na microbacia do Zé Açú e uma tendência de estabilidade na do Tracajá.

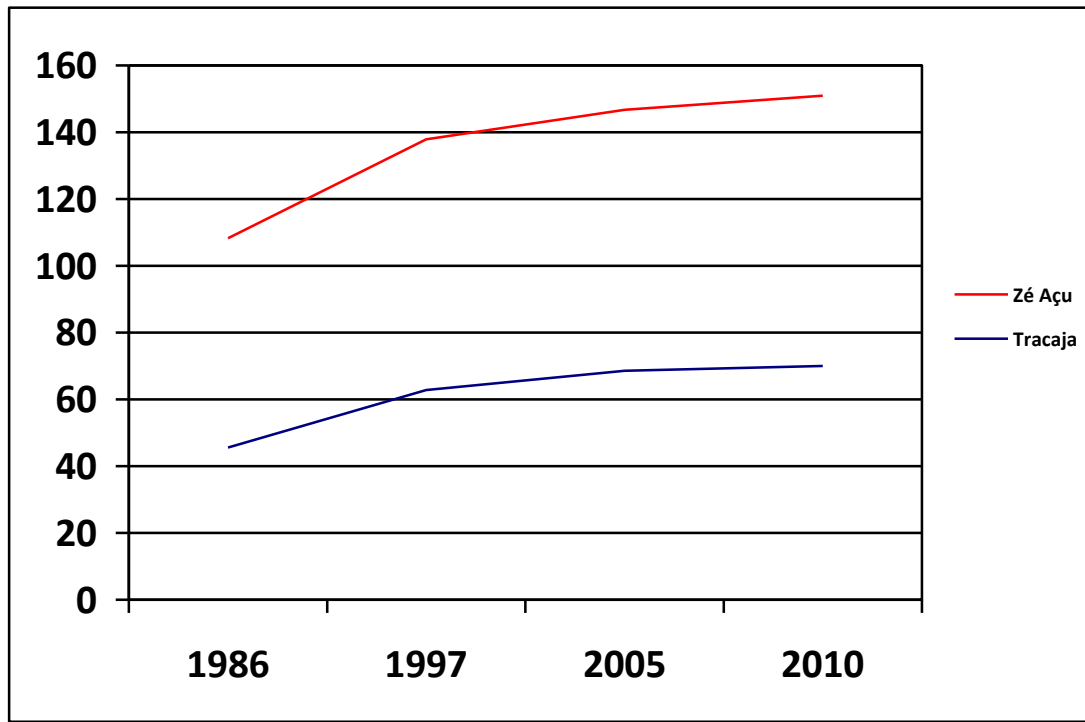


Figura 10 - Evolução temporal do desmatamento nas APPs de rio das microbacias do Tracajá e do Lago do Zé Açú.
Fonte: LANDSAT TM5 (a partir dos dados de classificação automática e cálculo de área)

Assim, é notória a necessidade de ações emergenciais na bacia do Zé Açú, a fim de mitigar os impactos ambientais garantindo a manutenção de seus recursos hídricos e de seus sistemas integrados para que se possa cumprir o que determina do Código Florestal Brasileiro quanto à preservação das Áreas de Proteção Permanentes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa demonstraram que a análise temporal realizada nas décadas entre os anos de 1970 a 2010 da degradação ambiental ocorridas nas microbacias do Tracajá e do *Lago do Zé Açu*, permitiu a identificação dos principais impactos ambientais ocorridos nestas microbacias que promoveram a transformação da paisagem possibilitando alguns comentários:

O primeiro objetivo traçado, mapear as áreas de Preservação Permanentes (APPs) com o uso do geoprocessamento, foi alcançado utilizando os dados SRTM processados em um SIG fornecendo os parâmetros de delimitação da bacia e padrões de drenagem.

O Segundo objetivo proposto de identificar em imagens satélites das cinco décadas compreendida de 1970 a 2010 o impacto ambiental decorrente da retirada da floresta nativa, foi realizado com as interpretações das imagens LANDSAT disponíveis que permitiram classificar e quantificar os dados, onde se constatou com a sobreposição de imagens, nos lotes/parcelas de terras ocupadas, a situação ambiental no assentamento Vila Amazônia demarcados pelo INCRA que os lotes próximos às faixas justafluviais forma demarcados dentro das Áreas de APPs.

O terceiro objetivos de demonstrar a evolução dos processos de impactos ambientais nas APPs, e o quarto objetivo de validar os dados em campo, visavam alcançar informações sobre o nível de degradação das microbacias. Isto foi feito ao se determinar o nível de desflorestamento ocorrido entre 1970 a 2010 com o geoprocessamento e percebido em campo dos processos erosivos detectados nas imagens trabalhadas.

Desta forma, todos os objetivos propostos foram cumpridos permitindo informações atualizadas sobre o estado da paisagem e o nível de degradação em que se encontra a microbacia do Tracajá e do *Lago do Zé Açu*.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. Q.; SANTOS, A. R.; PEZZOPANE, J. E. M. *Comparação entre áreas de preservação permanente demarcadas de diferentes escalas topográficas*. **Revista capixaba de Ciência e Tecnologia**, 3:1-8, 2007.

BRASIL. Lei nº. 4771/65, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal**.

_____. Resolução do CONAMA 302, de 20 de março de 2002. **Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente de reservatórios artificiais e o regime de uso do entorno**.

CALHEIROS, R. de O; TABAI, F. C. V; BOSQUILIA, S. V; CALAMARI, M. **Preservação e Recuperação das Nascentes**. Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ. Piracicaba: CTRN, 2004.

COSTA, Thomaz Corrêa e Castro da; SANTOS, Paulo Roberto Alves dos; GUIMARÃES, Saulo Pedrinha. **Extração de variáveis topográfica do modelo digital de elevação SRTM para o Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2005.

CROSTA, A.P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas (SP):IG/Unicamp, 1993. 170p.

FLORENZANO, Teresa Galloti. **Imagem de Satélite para estudos ambientais**. São Paulo, Oficina de Textos, 2002.

FISCH, Gilberto; MARENGO, José A.; NOBRE, Carlo A. *Uma revisão geral sobre o clima da Amazônia*. **Revista Acta Amazônica**, v. 28, n, 2, p. 101 – 126 abr/jun; 1998.

JANSEN, J.R. **Introductory digital image processing**. New Jersey: Prentice Hall, 1986.

LEITE, Thiago Almeida; NETO, José de Oliveira Melo; NASCIMENTO, Audenis Fagner de Jesus; CHAGAS, Rogério Moreira; JÚNIOR, Arisvaldo Vieira Mélo. *Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) com uso de geoprocessamento como subsídio à gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Jacaré*. In: **Encontro de Recursos Hídricos**, III, Aracaju (Sergipe), 24-26 março de 2010.

MARTINS, Patrick Thomaz de Aquino. *Análise das intervenções antrópicas no manguezal do Rio Cachoeira, Ilhéus, Bahia*. 2008. **Dissertação (Mestrado em Geografia) Núcleo de Pós-Graduação em Geografia**, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe.

MC GARIGAL, K; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Portland: Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. 122p.

MDA-IN CRA/COOTEMPA. **Plano de Recuperação do Projeto de Assentamento Vila Amazônia – 2005-2007**. Ministério do Desenvolvimento Agrário/IN CRA/COOTEMPA-Parintins (AM.).

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). *Brasil em Relevo*. Campinas: **EMBRAPA Monitoramento por Satélite**, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 17 jan. 2012.

NASCIMENTO, Melchior Carlos; SOARES, Vicente Paulo; RIBEIRO, Carlos Antônio Álvares Soares. *Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre*. **Anais do XII Simpósio de Sensoriamento Remoto**. Goiânia, 16-21 abril de 2005, INPE, p.2289 – 2296.

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgar Blücher, 1992. 308p

PACHECO, Jesuete Bezerra; BRANDÃO, José Carlos Martins; BRANDRÃO, Carlos Adenyr Pacheco; VIEIRA, Jefson Almeida. *Água Azul e Água Verde e a ocupação da terras em áreas protegidas de sistemas hídricos*. In: **Revista Geográfica de América Central**. EGAL-XII Encuentro de Geógrafos de América Latina, Costa Rica/San Jose, II Semestre 2011, p. 1-12

PAIVA, João Batista Dias de; CHAUDHRY, Fazal H.; REIS, Luísa Fernanda Ribeiro (Org.). **Monitoramento de Bacias Hidrográficas e processamento de dados**. São Carlos: RiMa, 2004.

RADAMBRASIL, *Folha SA-21-A*. **Levantamento de Recursos Naturais**. v. 10. Rio de Janeiro, 1976.

RICHARDS, Jonh Alan. **Remote Sensing Digital Image Analysis**. Alemanha: Springer, 1986.

RODRIGUES, Cleide; ADAMI, Samuel. *Técnicas Fundamentais para o Estudo de Bacias Hidrográficas*. In: VETURI, Luís Antônio Bittar (org.). **Praticando Geografia: técnicas de campo e laboratório**. Oficina de Textos. São Paulo, 2005.

ROSA, R. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5ª Edição Revisada. Uberlândia: EDUFU, 2003. 228 p.

SANTOS, Paulo Roberto Alves dos; GABOARDI, Clovis; OLIVEIRA, Leonardo Castro de Oliveira. Avaliação da precisão vertical dos modelos SRTM para a Amazônia. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 12., 2995, Goiânia. **Anais**. São José dos Campos: INPE, 2005. p. 4473-4480.

SILVA, Gustavo da; PINTO, André Luiz. *Aprimoramento de metodologias e técnicas cartográficas de mapeamento morfológico - estudo de caso: a bacia do córrego Fundo, Aquidauana, MS*. **Anais**. 1º SIMPÓSIO DE GEOTECNOLOGIAS NO PANTANAL, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.949-958.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. *Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos*. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo, n.15, p.39-49. 2004.

TUCCI, C. E. M. **Hidrografia: Ciência e Captação**. 3ª. Ed. Porto Alegre: UFRGS/ABRH,

2002.

8. CRONOGRAMA DE ATIVIDADES

| Descrição | 2011 | | | | | 2012 | | | | | | |
|---|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Ago | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun | Jul |
| Revisão bibliográfica | R | R | R | R | R | R | X | X | X | X | R | |
| Aquisição de imagens orbitais | R | R | | | | | | | | | | |
| Georreferenciamento das imagens | R | R | R | | | | | | | | | |
| Vetorizar as APP | | | R | R | R | | | | | | | |
| Aquisição dados do Assentamento Vila Amazônia | | | R | R | R | | | | | | | |
| Vetorizar dados coletados | | | | | | R | R | R | | | | |
| Validação dos dados em campo | | | | | | | R | | | | | |
| Elaboração de mapa temporal | | | | | | | | R | R | | | |
| Análise do mapa temporal | | | | | | | | | R | R | R | |
| Elaboração do Relatório Final | | | | | | | | | | | | X |
| Apresentação Final | | | | | | | | | | | | X |

R- Atividade realizada**X** – Atividade a ser realizada