



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

MILENA DE NAZARÉ SILVA SANTOS

**DINÂMICA DA PAISAGEM E O PROCESSO DE
FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA BACIA DO CAETÉ**

**BELÉM - PA
2018**

MILENA DE NAZARÉ SILVA SANTOS

**DINÂMICA DA PAISAGEM E O PROCESSO DE
FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA BACIA DO CAETÉ**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA/ Amazônia Oriental e Museu Paraense Emílio Goeldi-MPEG, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de Concentração: Ecossistemas Amazônicos e Dinâmicas Socioambientais

Orientadora: Dra. Aline Maria Meiguins de Lima

**BELÉM - PA
2018**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
Biblioteca do Instituto de Geociências/SIBI/UFPA

Santos, Milena de Nazaré Silva, 1991-

Dinâmica da paisagem e o processo de fragmentação florestal na
bacia do Caeté / Milena de Nazaré Silva Santos. – 2018

113 f. ; 30 cm

Inclui bibliografias

Orientadora: Aline Maria Meiguins de Lima

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, Instituto
de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências
Ambientais, Belém, 2018.

1. Solo - Uso – Bragança (PA). 2. Hidrografia – Bragança (PA).
I. Título.

CDD 22. ed.: 631.478115

Elaborado por
Hélio Braga Martins
CRB-2/698

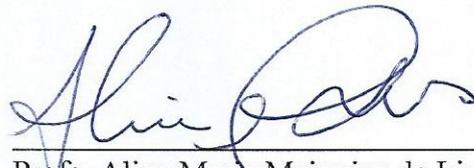
MILENA DE NAZARÉ SILVA SANTOS

**DINÂMICA DA PAISAGEM E O PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO
FLORESTAL NA BACIA DO CAETÉ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará em parceria com o Museu Paraense Emílio Goeldi e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária da Amazônia Oriental, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Data de aprovação: 23/ 02 / 2018

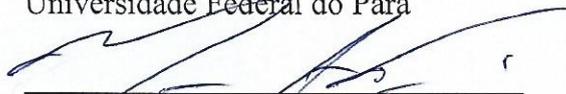
Banca Examinadora:



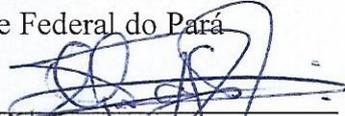
Prof. Aline Maria Meiguins de Lima - Orientadora
Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido
Universidade Federal do Pará



Prof. Breno Cesar de Oliveira Imbiriba - Avaliador Interno
Doutor em Física
Universidade Federal do Pará



Prof. Marcos Adami - Avaliador Interno
Doutor em Sensoriamento Remoto
Universidade Federal do Pará



Prof. Christian Nunes da Silva - Avaliador Externo
Doutor em Ecologia Aquática e Pesca
Universidade Federal do Pará

*Dedico totalmente a Maria
Santíssima, minha mãe e mestra, a
quem recorri incontáveis vezes,
pedindo-lhe afeto, consolo e proteção!
Ao seu auxílio que nunca me faltou...*

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela sabedoria e força concedidas, as quais impreterivelmente auxiliaram-me a concluir mais uma etapa acadêmica. Toda Honra, Glória, Majestade e Realeza sejam dadas ao detentor da fonte inesgotável de vida, sabedoria e plenitude.

Agradeço a minha orientadora Dr^a Aline Meiguins pela compressão quando os dias eram difíceis e a escrita parecia interminável; pela confiança nas partilhas cotidianas; pelo conhecimento partilhado ajudando-me a construir minha vida acadêmica com profissionalismo. Sou grata pelo carinho recebido, “uma planta regada com amor floresce mais bonita”, e ela me ajudou a florescer nesse jardim de pedras.

A minha família, Benedito Sousa, Madalena Santos e Marcos Ronielly, aos quais devo tudo o que sou. Eles impulsionam meus sonhos e tornam os dias mais cheios de amor.

Ao meu namorado José Augusto que não colocou obstáculos na ajuda em campo, e nas tardes de domingo e feriados organizando as tabulações da pesquisa. Encontrar alguém que soma é sempre gratificante e enriquecedor.

Aos meus amigos Davison Cirilo, Keila Oliveira, Marlon Santos, Tarcísia Mayara e Yuri Burrica pela disponibilidade na aplicação das entrevistas. Vocês são tesouros de Deus em minha vida. Falando em tesouro, tenho que lembrar de minhas meninas e futuras geólogas Isabela Farias e da Tatiana Prata. Ah! Como é bom estar cercada de gente cheia de amor.

Ao Seu Joel, Seu Osvaldo, Seu Zeca Rocha pela parceria e colaboração durante as coletas de campo e auxílio nas comunidades.

Ao Ministério Universidades Renovadas, em especial ao Grupo de Oração Universitário (GOU) Maranató, que foi um refúgio dos céus durante esses dois anos.

A minha segunda casa o Laboratório de Estudos e Modelagem Hidroambientais (Lemha) onde pude partilhar experiências e utilizar os recursos bases na elaboração da pesquisa. A todos que integraram o Lemha durante minha estadia, meu muito obrigada.

A Capes pela concessão da bolsa e financiamento dos projetos, a qual proporcionaram a realização desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e a toda equipe de professores que contribuíram para a minha formação.

A todos meus sinceros agradecimentos.

O rio era largo, solene e sempre. Meu olhar não alcançava a outra margem sem ajuda da fantasia. Mas eu guardava a certeza de haver sempre um outro lado. Tudo no mundo tem um verso.

(Bartolomeu Campos de Queiroz)

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Caeté localiza-se em uma região estratégica da região nordeste paraense, com elevados índices de antropização. Neste cenário, a paisagem vem sendo transformada junto aos processos de consolidação e expansão dos diferentes tipos de uso e cobertura da terra. Assim este trabalho apresenta a dinâmica da paisagem e o processo de fragmentação florestal para Bacia do Caeté nos anos 2004, 2010 e 2014 e suas implicações na modulação do cenário espacial contemporâneo. Para isso, a pesquisa se fundamenta nas seguintes discussões: I- Comparação das dinâmicas de transição de uso e ocupação da terra na bacia, utilizando a análise multitemporal, tendo como referência as bases cartográficas do projeto TerraClass e as imagens do satélite Landsat/TM 5, órbitas 222 e 223, ponto 061, das bandas 3, 4 e 5, referentes ao ano de 2004. II- Caracterização e quantificação dos fragmentos e configuração da estrutura da paisagem local, com base em métricas de paisagens e a utilização do software Fragstats versão 4.2. III- Identificação das pressões antrópicas e dos reflexos da fragmentação sobre a Unidade de Conservação (UC) Caeté-Taperaçu. No ano de 2004 as classes de pastagem, floresta e mosaico de ocupação elucidaram um percentual de 80,39% da área total da bacia. Em 2014 as áreas contidas com estas mesmas classes somaram a totalidade de 87,26%. O indicativo apresentado demarca a intensa dinâmica espacial consolidada sobre a bacia. Os índices calculados ratificaram o predomínio de pastagem na bacia do Caeté, por meio das métricas de Área da classe (CA) e Porcentagem de fragmentos (PLAND). Em contrapartida os índices Total de bordas (TE) e Densidade de bordas (ED) demonstraram que o processo de fragmentação florestal na bacia vem se atenuando, em vista do indicativo de bordas predominante sobre a classe floresta. A UC Caeté-Taperaçu apresentou significativa contribuição, frente aos processos de uso e ocupação na região atuando como instrumento de contenção aos impactos ambientais. A relevância da pesquisa é representada mediante a integralização dos aspectos socioambientais associados a dinamicidade da paisagem, ponderando como as ações humanas podem afetar o equilíbrio do recurso natural. Espera-se que dados apresentados contribuam como subsidio voltado à gestão integrada e participativa dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Uso da terra. Hidrografia. Bragança (PA).

ABSTRACT

The Caeté River Basin is located in a very strategic region of the north-eastern region of Pará and has high levels of anthropization. In this scenario, the landscape has been transformed concomitantly to the processes of consolidation and expansion of the different types of land use and land cover. Thus, this work presents the landscape dynamics and forest fragmentation process for the Caeté Basin in the years 2004, 2010 and 2014 and its implications in the modulation of the contemporary space scenario. For this, the research is based on the following discussions: I - Comparison of land use and land use transition dynamics in the basin, using multitemporal analysis, based on TerraClass cartographic bases and Landsat / TM 5 satellite images, orbits 222 and 223, point 061, bands 3, 4 and 5, for the year 2004. II- Characterization and quantification of the fragments and configuration of the local landscape structure, based on landscape metrics and the use of the software Fragstats version 4.2. III- Identification of anthropic pressures and fragmentation reflexes on the Caeté-Taperaçu Conservation Unit. In 2004 the pasture, forest and occupation mosaic classes elucidated a percentage of 80.39% of the total area of the basin. In 2014 the areas contained in these same classes totaled 87.26%. The indicative presented demarcates the intense consolidated spatial dynamics on the basin. The indices calculated in this section confirmed the predominance of pasture in the Caeté basin, using the Class Area (CA) and Percentage of Fragments (PLAND) metrics. On the other hand, the Total Edge (ET) and Edge Density (ED) indices showed that the process of forest fragmentation in the basin has been attenuated, due to the predominant edge indices on the forest class. The Caeté-Taperaçu Conservation Unit presented a significant contribution to the processes of use and occupation in the region acting as an instrument to contain environmental impacts. The relevance of the research is represented by the integration of socio-environmental aspects associated with landscape dynamics, considering how human actions can affect the natural resource balance. It is hoped that data presented contribute as a subsidy for the integrated and participatory management of water resources.

Key-words: Land use. Hydrography. Bragança (PA).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 1- Interação entre os fatores da paisagem. | 19 |
| Figura 2- Localização da Bacia Hidrográfica do Caeté, Costa Atlântica do Nordeste. . | 34 |
| Figura 3- Fluxograma de execução metodológica para modelos de tabelas cruzadas. ... | 37 |
| Figura 4- Distribuição espacial do uso e cobertura da terra ano 2004 na Bacia do Caeté. | 38 |
| Figura 5- Distribuição espacial do uso e cobertura da terra ano 2010 na Bacia do Caeté. | 39 |
| Figura 6- Distribuição espacial do uso e cobertura da terra ano 2014 na Bacia do Caeté. | 39 |
| Figura 7- Proporção da área de uso e cobertura da terra nos anos 2004, 2010 e 2014 na bacia hidrográfica do Caeté. | 41 |
| Figura 8- Localização dos municípios integrantes da Bacia do Caeté e sua Unidade de Conservação. | 54 |
| Figura 9- Mapa das subdivisões do Caeté. | 55 |
| Figura 10- Distribuição dos fragmentos florestais nas subdivisões da Bacia do Caeté . | 61 |
| Figura 11- Distribuição dos números de fragmentos. | 67 |
| Figura 12- Mapa de localização da RESEX Caeté | 76 |
| Figura 13- Mapa das áreas visitadas..... | 78 |
| Figura 14- Tipos de uso dos recursos naturais na Bacia Hidrográfica do Caeté. | 81 |
| Figura 15- Tipos de pressões antrópicas e impacto natural que afetam a Bacia Hidrográfica do Caeté. | 82 |
| Figura 16- Perfil e percepção dos moradores sobre RESEX..... | 86 |

Figura 17- Consumo de água: acesso e qualidade do recurso. 89

Figura 18- Percepção das mudanças após a criação da RESEX..... 90

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1- Categorias de classes trabalhadas..... | 36 |
| Tabela 2- Relação proporcional entre as classes por anos comparados: 2004 x 2010... 44 | |
| Tabela 3- Relação proporcional entre as classes por anos comparados: 2010 x 2014... 44 | |
| Tabela 4- Área e proporção dos municípios pertencentes a bacia..... | 55 |
| Tabela 5- Métricas espaciais utilizadas na quantificação da estrutura da paisagem na bacia | 57 |
| Tabela 6- Métricas espaciais de Área e Densidade (CA - Área de classe, PLAND - % de fragmentos de mesma classe; NP - Número de fragmentos). | 59 |
| Tabela 7- Métricas espaciais de Área e Densidade (LPI - Porcentagem da área de maior fragmento, AREA_MN - Área média dos fragmentos, AREA_SD - Desvio Padrão dos fragmentos)..... | 62 |
| Tabela 8- Métricas espaciais de Borda (TE - Total de bordas, ED - Densidade de bordas) e Forma (SHAPE_MN - Índice de forma médio)..... | 63 |
| Tabela 9- Métricas espaciais de Proximidade e Isolamento (ENN_MN - Distância média do vizinho mais próximo), Contágio e Dispersão (COHESION - Conectividade) e Área Central (TCA - Total da área central). | 64 |
| Tabela 10- Distribuição e tamanho dos fragmentos na Bacia do Caeté. | 67 |
| Tabela 11- Tabela com a informação dos percentuais de amostra por vila..... | 77 |
| Tabela 12- O uso dos recursos da RESEX indicados pela população..... | 88 |
| Tabela 13- Principais problemas ambientais percebidos pela população local..... | 89 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASSUREMACATA – Associação da Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu

CA – Área Central

COHESION – Conectividade

ED – Densidade de Borda

ENN – Distância Média do Vizinho mais próximo

IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

LANDSAT – Land Remote Sensing Satellite

LPI – Área do Maior Fragmento

NP – Número de Fragmento

PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos

PLAN – Percentual de Fragmentos da Classe

RESEX – Reserva Extrativista

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SHAPE – Índice de Forma Médio

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

SISBIO – Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade

TCA – Total da Área Central

TE – Total de Borda

UC – Unidade de Conservação

UFPA – Universidade Federal do Pará

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 A PAISAGEM E SUAS MÚLTIPLAS DEFINIÇÕES | 18 |
| 1.2 MAPEAMENTO DAS FORMAS DE USO DA TERRA | 20 |
| 1.3 O PROCESSO DE FRAGMENTAÇÃO FLORESTAL NA PAISAGEM..... | 22 |
| 1.3.1 Ecologia de paisagem..... | 24 |
| 1.4 MÉTRICAS OU INDICADORES DE PAISAGEM | 25 |
| 1.5 QUESTÃO CHAVE..... | 28 |
| 1.6 OBJETIVOS | 28 |
| 1.6.1 Objetivo Geral..... | 28 |
| 1.6.2 Objetivos Específicos..... | 28 |
| 1.7 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO..... | 29 |
| 1.8 INTERDISCIPLINARIDADE..... | 30 |
| 2 ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CAETÉ | 31 |
| 2.1 INTRODUÇÃO..... | 32 |
| 2.2 MATERIAL E MÉTODO..... | 33 |
| 2.2.1 Área de Estudo | 33 |
| 2.2.2 Metodologia | 35 |
| 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 38 |
| 2.4 CONCLUSÃO..... | 47 |
| 2.5 REFERÊNCIAS | 48 |
| 3 COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM E A CONFIGURAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NA BACIA DO CAETÉ: USO DE MÉTRICAS | 50 |
| 3.1 INTRODUÇÃO..... | 51 |
| 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS | 53 |
| 3.2.1 Características da Área de Estudo..... | 53 |
| 3.2.2 Metodologia | 56 |
| 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 59 |
| 3.3.1 O uso de Métricas Paisagens..... | 59 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.3.2 | Descrição dos números dos fragmentos para a bacia..... | 66 |
| 3.4 | CONCLUSÃO..... | 68 |
| 3.5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 68 |
| 4 | PRESSÕES E IMPACTOS AMBIENTAS DO CAETÉ E A PERCEPÇÃO DOS MORADORES DA RESEX MARINHA | 73 |
| 4.1 | INTRODUÇÃO..... | 74 |
| 4.2 | MATERIAL E MÉTODO..... | 75 |
| 4.2.1 | Área de estudo..... | 75 |
| 4.2.2 | Coleta de dados | 77 |
| 4.3 | RESULTADO E DISCUSSÃO..... | 78 |
| 4.3.1 | Bacia do Caeté: atividades econômicas, tipos de usos e pressões antrópicas..... | 78 |
| 4.3.2 | Os cenários atuais da Reserva Extrativista Marinha sob a percepção do morador local..... | 84 |
| 4.4 | CONCLUSÃO..... | 92 |
| 4.5 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 93 |
| 5 | DISCUSSÃO GERAL | 97 |
| 5.1 | RESULTADOS CHAVES: IMPACTOS E IMPLICAÇÕES | 97 |
| 5.2 | PRIORIDADES PARA PESQUISAS FUTURAS | 98 |
| 5.3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 99 |
| | REFERÊNCIAS | 100 |
| | APÊNDICE..... | 107 |
| | APÊNDICE A - TABELA QUANTIFICAÇÃO ÁREA DAS CLASSES DOS ANOS 2004, 2010 E 2014 | 108 |
| | APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO..... | 109 |
| | APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO CHEFE DE COMUNIDADE..... | 110 |
| | APÊNDICE D – GRÁFICOS GERADOS PELOS QUESTIONÁRIOS DE PERCEPÇÃO NAS VILAS | 111 |
| | APÊNDICE E- GALERIA DE IMAGENS DA PESQUISA DE CAMPO | 112 |

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia apresenta características intrínsecas e conhecidas internacionalmente, no que tange a exuberância, a riqueza de sua floresta, e a presença de grandes e caudalosos rios. No entanto, estudos (FAO, 2010; FERREIRA; COELHO, 2015; GUIMARÃES NETO, 2011) evidenciam que a região amazônica brasileira é uma das regiões de maior dinamismo do Brasil, quando relacionadas às mudanças de uso e cobertura da terra e resulta no avanço do desmatamento em detrimento do equilíbrio ambiental dos ecossistemas.

As mudanças no uso da terra na Amazônia foram inicialmente originadas do processo de ocupação desordenada, intimamente associadas às atividades de cunho econômico predominantes na região, que arrastaram as fronteiras agrícolas sobre as florestas tropicais. Para Vale et al. (2016) tais transformações da paisagem amazônica compreendem desde os incentivos fiscais e as antigas políticas de colonização, os quais suscitaram intenso fluxo migratório para região, até a atual conjuntura expressa pelo avanço da exploração madeireira, da pecuária, o crescimento do agronegócio, ademais a expansão de aberturas de estradas.

O avanço do desmatamento que modulou a paisagem amazônica em função da substituição das áreas de florestas por pastagens e monoculturas, foi resultado dos padrões de uso e a cobertura da terra (INPE, 2014). Dados do Inpe/Prodes (2014) estimaram que o processo de ocupação humana na Amazônia durante as últimas décadas, provocaram a remoção de aproximadamente 20% da cobertura vegetal da floresta; onde o maior pico de desflorestamento ocorreu em 2004, com uma taxa de 27 mil km² aproximadamente.

Atualmente, a taxa estimada pelo Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (PRODES), apontou o valor de 6.624 km² de corte raso no período de agosto de 2016 a julho de 2017. O resultado revela uma diminuição de 16% em relação a 2016, ano em que foram apurados 7.893 km² e também representa uma redução de 76% em relação à registrada em 2004 (INPE, 2017). Mesmo assim, nota-se que as pressões antrópicas sobre o ecossistema amazônico têm causado uma intensa aceleração no processo de substituição de florestas por outros tipos de uso da terra, refletindo em extensas áreas de fragmentos florestais.

Neste contexto, Tamamasauskas e Tamamasauskas (2017) destacam que as mudanças de uso e cobertura da terra no estado do Pará estão vinculadas às áreas de expansão do desmatamento, concentradas, principalmente nos eixos das rodovias BR 163 (Santarém-Cuiabá) e BR 230 (Transamazônica), e a antigas áreas consolidadas de ocupação na região, como o Nordeste Paraense.

Com base no processo de interiorização do povoamento e no uso do território, motivados principalmente por interesses econômicos e políticos, o nordeste paraense configurou-se uma região iniciante nos grandes projetos econômicos do estado (ROCHA, 2013). As formas de apropriação espacial regional se desenvolveram com maior intensidade a partir da consolidação da Estrada de Ferro Belém-Bragança, datada do final do século XIX, propiciando o estabelecimento de estradas vicinais e com isso a ocupação no interior da região (ROZON, 2015).

Nesta conjuntura, na segunda metade do século XX, desenvolveu-se uma ação integrada do governo em parceria com as empresas interessadas nas terras da Amazônia e na captação de recursos, culminando com o encerramento da Estrada de Ferro Belém-Bragança e o incremento de novas rodovias, fator este promoveu o estabelecimento de empresas privadas em grandes extensões de terra e conseqüentemente a desestabilização dos ecossistemas locais (CASTRO; OLIVEIRA, 2016).

Atualmente, a paisagem da região caracteriza-se por um alto grau de antropização, sendo dominada por áreas de vegetação secundária resultantes da agricultura tradicional, praticada com intensidade relativa e com observância de períodos de pousio relativamente curtos (VALE et al., 2016). Nota-se que a alteração da paisagem e as formas de uso da terra ocorreram justamente em função das mudanças de atividades econômicas inseridas na região.

É notório que os altos níveis de interferência humana sobre os ecossistemas têm provocado a aceleração e a substituição de paisagens e áreas florestais, por outros tipos de uso da terra, contribuindo com extensas áreas de fragmentos florestais. Desse modo o processo de apropriação e ocupação do meio ambiente, podem resultar em significativos problemas ambientais para os recursos hídricos da região, tendo em vista que os rios atuam como coletores naturais da paisagem, e reflete o uso e ocupação da terra proveniente em sua respectiva bacia (GOULART; CALLISTO, 2003).

O uso de bacias hidrográficas como unidade físico territorial de gerenciamento dos recursos hídricos, foi estabelecido sob normas legais no Brasil a partir da Lei

Federal N° 9.433 que inaugura a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e menciona em seu art. 1° a definição de bacia como unidade territorial para implantação da política de gestão hídrica, sob a forma descentralizada e com a participação integrada do poder público, dos usuários e das demais comunidades envolvidas (CAMPOS; FRACALANZA, 2010).

Logo, a adoção de bacias hidrográficas como unidades de análise expressa inúmeras vantagens, no que diz respeito aos estudos ambientais pois reproduzem as múltiplas intervenções antrópicas sobre o meio ambiente, atuando como um instrumento aferidor da real situação da paisagem (SILVA et al. 2016). Desta forma, Cunha e Guerra (2012) referenciam que as mudanças associadas às bacias hidrográficas podem converter-se em expressivos efeitos e impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída.

Por meio do estudo em bacias hidrográficas torna-se visível análises de cunho socioambiental, oriundo dos diversos fenômenos ocorridos no âmbito hidrológico, e motivados a partir da implantação de determinados usos, os quais condicionam a impermeabilização da bacia e promovem a diminuição da vazão e o aumento de picos de cheias, ocasionando inundações; o aumento de processos erosivos aliado a retirada de vegetação que propicia a degradação dos recursos hídricos e da biodiversidade; o aporte de sedimentos no leito dos mananciais, o que altera a qualidade e sobretudo a disponibilidade da água no solo; dentre outras implicações, as quais inter-relaciona os elementos naturais e sociais (SANTOS et al, 2017; SOARES et al., 2016)

Considerando os atuais estudos sobre o mapeamento do uso e cobertura da terra no Nordeste Paraense infere-se a acentuada influência de apropriação do espaço físico sobre os recursos hídricos, uma vez que, tornou-se um aspecto de interesse fundamental para a compreensão dos padrões de organização do espaço. Desse modo, a necessidade de atualização constante dos registros de uso da terra e cobertura vegetal, para que suas tendências possam ser analisadas e a geração de cenários futuros que auxiliem no monitoramento dos recursos naturais.

Neste cenário, a pesquisa propõe analisar as alterações do uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do rio Caeté, apresentando uma análise da dinâmica espacial da paisagem e do processo de fragmentação florestal e suas implicações na percepção socioambiental dos moradores da Resex que dependem direta e indiretamente do uso

das águas do Caeté. Para tanto, serão estudados 03 anos (2004-2010-2014) em uma escala temporal de 10 anos.

1.1 A paisagem e suas múltiplas definições

A conceituação do termo paisagem, apresenta diferentes interpretações no decorrer do desenvolvimento da ciência, geralmente associados ao contexto histórico e a aplicação de estudos específicos. Segundo Solórzano et al. (2009) na definição conceitual de paisagem apresentada pelas diversas ciências, o que realmente importa é o foco e a finalidade do objeto de estudo.

A partir de um contexto geral, quase todas as abordagens dos séculos XIX e XX, associam a paisagem quanto entidades espaciais que dependem da história econômica, cultural e ideológica de cada grupo e sociedade, sendo assim compreendidas como portadoras de funções sociais capazes se conferir ao espaço significados e finalidades sociais com base nos padrões econômicos, políticos e culturais vigentes (LUCENA, 2017).

A paisagem surge como uma categoria de análise da ciência geográfica, nos finais do século XVIII. Georges Bertrand foi um dos pioneiros a tratar a dimensão da paisagem de maneira integrada, considerando fatores naturais e sociais. A paisagem não era somente a incorporação de elementos geográficos, mas o resultado da combinação dialética entre os elementos biológicos, físicos e antrópicos que estão em contínua evolução (VALE, 2013).

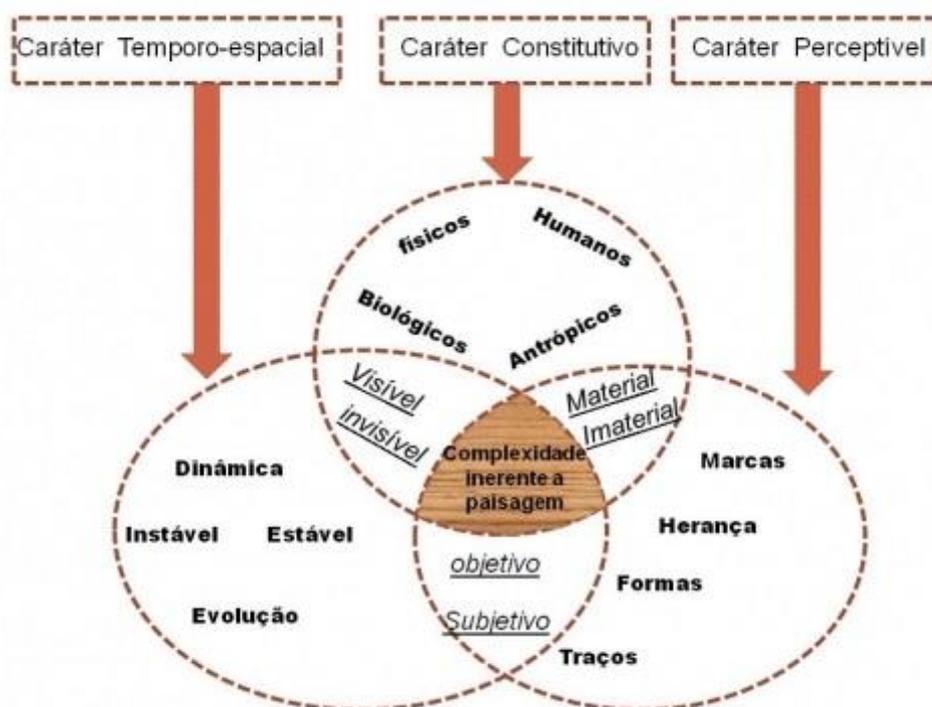
Para Morais e Carvalho (2016) diante do complexo envolvimento de variáveis físicas, bióticas ou sociais, não se pode falar de paisagem sem prévia compreensão dos processos (interação entre os elementos), dos quais a própria paisagem está inserida. É importante entender a forma de organização (estruturada), as funcionalidades e as possíveis mudanças associadas a escala temporal. Neste último caso, a temporalidade faz diferença no que tange as modificações no comportamento de ordem natural ou antrópica que influenciam nos padrões do sistema paisagístico.

Neste sentido, o estudo da paisagem exige uma perspectiva mista e abrangente, baseada na fundamentação conjunta dos elementos envolvidos, a escala, e a temporalidade dos processos paisagísticos (REIS, 2010). Ou seja, trata-se da

apresentação do objeto em seu contexto geográfico e histórico, levando em conta a configuração social e os processos naturais e humanos.

Pode-se dizer que a paisagem possui uma estrutura dinâmica resultante da relação dos elementos que interagem entre si e dos processos, conforme Figura 1. A compreensão integrada da realidade é uma pretensão dos estudos de paisagem, mas isso somente é alcançado até certo nível, uma vez que as informações espaciais temporais sempre são incompletos, mas podem ser deduzidos em parte, da percepção do observador ou mesmo das interferências estatísticas.

Figura 1- Interação entre os fatores da paisagem.



Fonte: Maciel e Lima (2012)

Maciel e Lima (2012) afirmam que o dinamismo da paisagem se dá pela interação entre os fatores, tendo em vista que a alteração de um único componente modifica o sistema como um todo. Outro fator importante depende da magnitude e da frequência dos fenômenos espaciais e temporais, pois a paisagem sempre buscará mecanismos de ajuste e equilíbrio para uma nova interação de todos dos elementos que a compõe.

A dinâmica da paisagem propicia o desenvolvimento de estudos quantitativos que considera as variáveis espaciais e temporais em diversas escalas (VELDKAMP et al., 2001). Nesse cenário destacaram-se conceitos referentes a Teoria de Geossistemas de

Sotchava e da Ecodinâmica de Tricart, e a abordagem da paisagem integrada, como sendo o resultado da interação do geossistema (dinâmica, elementos e estrutura), dada a partir de sua localização espaço temporal.

Em suma, Costa e Freire (2014) tratam a paisagem (um todo) como um sistema, onde os fatores ambientais (elementos) são coordenados entre si e funcionam (aspectos dinâmicos) organizados no espaço (estrutura organizada). Sendo neste aspecto o estudo do geossistema não podendo ser restrito aos componentes da paisagem, mas ao aprimoramento sistemático da dinâmica, da estrutura funcional e conexões.

1.2 Mapeamento das formas de uso da terra

O uso da terra refere-se à combinação do modo como os indivíduos se apropriam de um determinado espaço e das práticas externas que promovem alteração do meio natural. Segundo Rosan e Alcântara (2016) a expressão “uso da terra” pode ser entendida como sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem, isto inclui a utilização ou modificação da intensidade de determinado uso, e promove profundas mudanças no cenário local.

Os atuais padrões de uso dos ambientes naturais têm provocado diversos tipos de impactos ao ambiente. Nascimento et al. (2005) destacam dentre eles, ações de impermeabilização do solo, oriundas da crescente urbanização e expansão dos centros urbanos; erosão do solo, atrelado ao manejo inadequado; a poluição dos corpos hídricos por despejo de dejetos e efluentes; o desmatamento em função da exploração cada vez maior dos recursos, e com isso a perda da biodiversidade, dentre outros impactos que degradam o meio ambiente e diminuem a sua capacidade de regeneração e convivência salutar com a espécie humana.

No Brasil, os primeiros trabalhos pertinentes ao uso da terra são datados do final da década de 1930 até o início dos anos de 1940, quando predominaram estudos sobre a colonização e as viagens de reconhecimento. A partir da década de 1950 até meados década de 1960 passam a predominar os estudos sobre padrões espaciais, analisados a partir de processos produtivos. Neste contexto destacam-se os primeiros trabalhos de mapeamento e regionalização dos usos da terra (ROSA; SANO, 2014).

Para a década de 1970 foram registrados avanços pioneiros em análises classificatórias das formas e das dinâmicas de uso da terra, embasados no cunho

quantitativo. De acordo com Moreira (2011) a pesquisa pioneira de estudos com o uso do sensoriamento remoto como ferramenta de interpretação dos fenômenos espaciais foi realizada pelo Projeto Radar da Amazônia (RADAM BRASIL) aplicado ao levantamento Sistemático de Recursos Naturais adotando imagens de radar.

Em conformidade com Santos e Santos (2010), o mapeamento do uso e cobertura da terra tem sido apontado por muitos autores uma importante base operacional metodológica para conhecimento e interpretação das transformações da paisagem, pois permite a obtenção de informações, bem como a construção de cenários ambientais e indicadores. Segundo Assis et al. (2015) o uso do mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal representa um instrumento de planejamento e administração da ocupação do meio físico, e serve de subsídio para avaliação e monitoramento da capacidade de suporte local, a fim de garantir a conservação de seus recursos naturais.

O conhecimento histórico e atualizado sobre a utilização das modalidades de uso da terra é fundamental para o estudo das dinâmicas espaciais no período contemporâneo, visto que o mapeamento e detecção de mudanças do uso e cobertura da terra têm ganhado grande destaque nos últimos anos, em decorrência da crescente preocupação com as mudanças globais e a preservação do meio ambiente. Neste ínterim diversos trabalhos foram sendo desenvolvidos com abordagem na análise de uso e ocupação da terra utilizando técnicas amparadas no geoprocessamento e no sensoriamento remoto (HAYDEN; FRANÇA, 2013; LOPES, 2016; MORAIS; CARVALHO, 2013).

Partindo para um pressuposto mais regionalizado a Amazônia, principalmente nas últimas décadas, foi submetida a um processo acelerado de mudança do uso da terra, cujas trajetórias e potenciais impactos ambientais e socioeconômicos atuam desde a escala local até a global (ALVES et al., 2009). Em paralelo as ideias citadas, Domingues e Bermann (2012) enfatizam que as florestas tropicais têm passado por significativas alterações de uso e cobertura devido principalmente as pressões antrópicas associadas a exploração de matéria prima (madeira) e pela conversão da floresta em outros usos da terra como a pecuária e a agricultura, alterando de maneira significativa a sua paisagem.

Nos estudos das transformações e organização das paisagens, é imprescindível, distinguir a cobertura do solo vinculado ao uso da terra. Nesta conjuntura, o desenvolvimento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) possibilitou forte

auxílio à análise espacial, atuando como ferramenta chave no gerenciamento das tomadas de decisão. Para autores como Vanzela et al. (2010), Assis et al. (2015) e Marola et al. (2015) a atualização do SIG permite a formulação rápida e eficaz de avaliações, diagnósticos e prognósticos dos manejos ambientais, promovendo a interpretação, o tratamento de imagens de satélite, e elaboração de mapas temáticos atualizados das diferentes estruturas espaciais resultantes do processo de uso e ocupação da terra.

O avanço tecnológico por meio de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto permitiu a aquisição de dados relevantes sobre grandes extensões geográficas, além de possibilitar melhor precisão no mapeamento do uso e cobertura da terra por meio de sensores com resoluções espaciais. Logo, A utilização destas vem se tornando uma alternativa viável e confiável nas metodologias de aquisição de dados e classificação de cobertura da terra.

1.3 O processo de fragmentação florestal na paisagem

Fragmento florestal é um dos elementos integrantes da paisagem, definido por Vasconcelos et al. (2006) como uma área de vegetação natural, onde a continuidade foi interferida por barreiras antrópicas (ex.: estradas, culturas agrícolas, etc.) ou naturais (lagos, outras formações vegetais, etc.). Os fragmentos são expostos a mudanças físicas e biogeográficas, em pequena ou grande escala, e seus efeitos dependem das variações de tamanho, forma, posição na paisagem e grau de isolamento (MUCHAILH et al., 2010).

O tamanho e a forma dos fragmentos são componentes fundamentais dos padrões espaciais e interferem diretamente no funcionamento da paisagem (TURNER, 1989). Ações danosas ao ambiente natural podem produzir a diminuição dos fragmentos tornando-os pequenos demais para sustentar populações de determinadas espécies e, conseqüentemente, prover recursos para outras espécies, afetando toda a cadeia de interações (CHIARELLO, 1999). Cabe mencionar que uma vez alterada a matriz de vegetação nas quais os fragmentos estão imersos, compromete-se também a conservação in situ, já que a intensidade e o tipo de distúrbio influenciam diretamente o processo de restauração natural do ecossistema (REIS et al., 2003).

Na atualidade a fragmentação florestal é uma das principais consequências do elevado nível das alterações antrópicas nos ecossistemas naturais. Para Saunder et al. (2002) estas interferências representam significativa ameaça à biodiversidade e resultam em impactos na mudança da cobertura da terra, perda dos variados tipos de cobertura, e na fragmentação de áreas.

Autores como Tabarelli et al. (2010) e Jesus et al. (2015) consideram o processo de fragmentação florestal como um fenômeno impulsionado pelas atividades desordenadas de uso e ocupação do território mediante o desenvolvimento de modelos econômicos exploratórios dos recursos naturais e pelos diferentes ciclos de crescimento e expansão populacional.

No processo de fragmentação dos habitats ou ecossistemas, a estrutura da paisagem é modificada e origina uma diversidade de fragmentos, onde, tem-se a ruptura de uma unidade da paisagem, que no início apresentava-se de forma contínua, e posteriormente forma-se parcelas menores com dinâmicas diferentes das existentes no ambiente original (REIS et al., 2003). Ou seja, de acordo com Metzger (2001) essa desintegração leva à formação de uma paisagem em mosaico com a estrutura constituída por manchas ou fragmentos, corredores e a matriz.

Para Metzger (2006), a estrutura da paisagem pode ser definida pela área, forma e disposição espacial de suas unidades interativas (ecossistemas, unidades de vegetação ou de uso e ocupação das terras). Neste contexto, diversos parâmetros da estrutura da paisagem ligados à fragmentação associam -se a dinâmica de populações e na diversidade de comunidades, dentre eles: a área e o isolamento dos fragmentos, a conectividade dos habitats e a complexidade do mosaico da paisagem.

Odum e Barreto (2007) elucidam que o tamanho e a qualidade dos fragmentos de habitat assim como a sua disposição na paisagem, afetam os processos ecológicos e a abundância de animais e plantas. De acordo Seoane et al. (2010) com a conectividade entre habitats significa a capacidade de uma paisagem facilitar os fluxos genéticos entre os seus elementos bióticos, logo, um dos aspectos mais relevantes da alteração ambiental causada pelo homem tem sido a ruptura da conectividade dos ambientes naturais.

A fragmentação das florestas tropicais tem contribuído significativamente para o aumento dos remanescentes isolados e diminuição da biodiversidade em todo o planeta (PÜETZ et al., 2011; ROHLING; SILVA, 2010; TABARELLI et al., 2010). Assim, são

necessários estudos, pesquisas e projetos para o desenvolvimento de medidas de manejo como alternativa para mitigação das alterações provocadas pela fragmentação (ARAKAKI, 2016; MUCHAILH et al., 2010).

1.3.1 Ecologia de paisagem

A expansão dos processos de fragmentação florestal, resultantes da exploração desordenada dos recursos naturais em prol da atividade econômica, promoveu o desenvolvimento da Ecologia de Paisagem, ou seja, um ramo da ecologia, que se consolidou pelo tratamento dos processos ecológicos sob uma perspectiva geográfica. Observando a influência do ambiente geográfico nas atividades dos indivíduos Leite et al. (2013) argumentam que este é um conceito possibilita a construção de uma abordagem ecossistêmica, associando o conhecimento da geografia e da ecologia.

A Ecologia da Paisagem é definida por Forman e Godron (1986) pelo estudo da estrutura, função e dinâmica de áreas heterogêneas compostas por ecossistemas interativos, em outros termos, estudo das inter-relações de elementos físicos e naturais da paisagem com o meio de vida. Portanto, busca compreender a diversidade espacial inserida nos processos ecológicos, evidenciando as ações antrópicas sobre o ambiente. (GUARDENHO; MARÇAL, 2013; PIVELLO; METZGER, 2007)

Metzger (2001) alerta que as definições de Ecologia da Paisagem variam em função das distintas abordagens apropriadas pelos autores, contudo, é importante mencionar as duas diferentes abordagens tratadas por Etto et al. (2013) para o conhecimento elaborado da ecologia de paisagem, a primeira baseada na fundamentação geográfica, na qual utiliza-se as correntes da geografia humana, da biogeografia e de áreas associadas ao planejamento espacial. E a segunda, de cunho ecológico onde busca-se o entendimento da influência da paisagem sobre os processos ecológicos. É neste segundo momento que se ampliam as análises espaciais de quantificação da paisagem, através de modelagens, geoestatística, configuração e estrutura de ecossistemas.

Diante do exposto, observa-se a ecologia de paisagens como uma ciência recente, ainda em processo de estruturação e solidificação de conceitos, frente as múltiplas concepções, mas que tem se amparado fortemente nos avanços tecnológicos para o amadurecimento metodológico das pesquisas (SIQUEIRA et al., 2013).

De acordo com Lele et al. (2008) os métodos analíticos abordados na Ecologia da Paisagem proporcionam a interpretação dos efeitos da fragmentação sobre os processos ecológicos, com base em pesquisas e estudos que avaliem a associação/relação entre formas das unidades espaciais e sua funcionalidade. Dessa forma, esse tipo de análise pode ser extremamente relevante em estudos de áreas fragmentadas e suas implicações para a biodiversidade, uma vez que um campo de domínio interdisciplinar, buscando compreender a magnitude dos efeitos de atividades humanas sob populações de espécies vegetais e animais.

1.4 Métricas ou indicadores de paisagem

A intensa dinâmica espacial decorrente dos processos antrópicos sobre a paisagem tem configurado a formação de fragmentos que proporcionam suscetíveis perturbações e ameaças ao meio natural. Uma das formas mais utilizadas para analisar o processo de fragmentação da paisagem é através da adoção de métricas da paisagem, que auxiliam na compreensão estrutural da paisagem e nas formas de como esta influencia as relações ecológicas (MORAES et al., 2015)

A adoção de métricas ou indicadores da paisagem constitui uma tentativa de mensuração da complexidade dos elementos caracterizadores da avaliação, com o objetivo de exprimir a estrutura intrínseca da paisagem e a distribuição espacial dos fragmentos. Portanto, conceituadas como algoritmos que quantificam os atributos espaciais do mosaico da paisagem (MASSOLI et al., 2016).

Para Moraes e Carvalho (2016) as métricas de paisagem podem ser utilizadas para calcular a dimensão de fragmentos individuais, classes e a paisagem como um todo. Todavia, as métricas quantificadas para os fragmentos individuais estimam as características médias ou as variabilidades presentes na propriedade do fragmento. Já as métricas associadas ao relacionamento espacial dos fragmentos com a matriz, de acordo com Pereira et al. (2001) são espacialmente explícitas no nível da paisagem, e representam o reconhecimento que os organismos e processos ecológicos são diretamente afetados pela distribuição e contato com os múltiplos fragmentos inseridos na paisagem.

As métricas podem ser classificadas em conformidade com a abordagem do estudo, dividido em estruturais e funcionais (SAURA et al., 2011). As métricas

estruturais definem a paisagem sob a abordagem geográfica e métricas funcionais em uma abordagem biológica. Conforme McGarigal (2002), as métricas estruturais estimam a composição e a configuração da paisagem sem referenciar um processo ecológico específico; ao passo que as métricas funcionais mesuram, especificamente, a função da paisagem sob a perspectiva do organismo ou do processo ecológico que está em observação.

Na busca de conceituações bibliográficas (CHAVES et al., 2015; COUTO, 2004; MCGARIGAL; MARKS, 1995; METZGER, 2006) destaca-se sobre a utilização de índices de paisagem, onde:

- **Métricas de área** fornecem as dimensões das classes e representam as bases para o conhecimento da paisagem. São muito utilizadas em estudos ecológicos, tendo em vista a dependência de certas espécies por dimensões específicas da paisagem, no que corresponde a reprodução e sobrevivência. A aplicação deste índice permite a compreensão da heterogeneidade espacial, e a determinação do quanto de área de uma classe existe na paisagem.
- **Métricas de densidade** estão inseridas no mesmo contexto das métricas de área, correspondente as medidas da heterogeneidade da paisagem, no entanto, não refletem indicadores explicitamente espaciais, descrevendo mais a configuração da paisagem. O uso dos indicadores de densidade possibilita informações sobre o grau de fragmentação, heterogeneidade, tamanho e outros aspectos associados aos fragmentos dispostos no mosaico.
- **Métricas de bordas** exprimem a caracterização do padrão espacial pelo efeito de borda, a partir de informações sobre a quantidade total de bordas presentes na paisagem. Estudos recentes (RYBICKI; HANSKI, 2013; SANTOS et al. 2017) evidenciam que um aspecto importante no emprego desse índice é a investigação em estudos ecológicos. São citados como exemplo o efeito de bordas em florestas que resultam sob diferentes intensidades de iluminação solar, intensidade de vento, fatores propensos a produção de distúrbios microclimáticos e perdas da qualidade florestal.
- **Métricas de forma** mensuram o tamanho e a forma dos fragmentos da paisagem. De acordo com Rezende (2010) são indicadores calculados com base nos pixels da imagem utilizada no mapeamento do processo de uso e cobertura da terra, dado em função da área/perímetro da disposição dos fragmentos.

- **Métricas de área central** definem a área núcleo, porção inserida dentro do fragmento e separada da borda por uma distância pré-definida. O cálculo dessa métrica é apontado um parâmetro fortemente associado a qualidade dos habitats, tendenciado a precisão das áreas interiores dos fragmentos.
- **Métricas de proximidade e isolamento**, também classificada como índice do vizinho mais próximo relacionam-se com o grau de isolamento existente nos três níveis, fragmento, classe ou paisagem. O emprego dos valores de proximidade e isolamento quantificam a distância entre os parâmetros espaciais, ou seja, intervalo borda a borda entre os fragmentos com base no vizinho mais próximo. A detecção entre o distanciamento ou aproximação entre os fragmentos é importante para a boa funcionalidade dos processos ecológicos, e tem resultados implícitos frente aos processos de desintegração da paisagem.
- **Métricas de contágio e dispersão** (mistura/conectividade) são medidas de configuração da paisagem e podem mesurar a estrutura da paisagem como um todo, de acordo com a disposição das classes e a adjacência de células (pixels) e não de manchas. O uso dessa métrica mede tanto a intercalação das classes como a dispersão entre as manchas. Nesta análise, valores de contágio muito baixos indicam paisagens com manchas pequenas e dispersas enquanto paisagens com grandes e com manchas contínuas apresentam valores de contágio alto.

Sob uma ótica geral Rezende (2010) destaca as métricas de área e densidade como importantes ferramentas para compreender a estrutura da paisagem, uma vez que a riqueza de espécies está relacionada com a área de hábitat existente.

Já métricas de forma e de borda são utilizadas para mensurar a fragmentação, pois o efeito de borda está diretamente relacionado com o formato de um fragmento. As formas circulares são consideradas ideais, em que a relação perímetro-área é reduzida e o centro do fragmento fica protegido dos efeitos da matriz por estar mais distante da borda do que em formatos alongados ou muito irregulares (SAITO et al., 2016).

A aplicação de métricas ou indicadores da estrutura da paisagem associam-se a vários objetos de estudo e situações, como o monitoramento das mudanças na paisagem, estimativas do padrão de desmatamento, simulação de cenários e transformações futuras, incluindo averiguações das condições das áreas com relação ao grau de fragmentação ou de conectividade, avaliação da dinâmica de uso de terra, dentre outros empregos e propósitos. (PAUDEL; YUAN, 2012; ZHANG et al., 2016).

1.5 Questão chave

Inserida em uma das áreas mais antigas de colonização do estado, há mudanças no padrão espacial de uso da terra na bacia do Caeté?

Interferências na paisagem têm convertido intensas áreas de cobertura vegetal em fragmentos isolados? Como se apresentam esses fragmentos?

O grau de distanciamento ou proximidade entre os fragmentos florestais têm afetado a dinâmica da bacia e refletido sobre o meio de vida local?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo Geral

Analisar a dinâmica da paisagem na bacia do Caeté para os anos de 2004, 2010 e 2014 e avaliar o processo de fragmentação florestal atuante na região, e seus reflexos sobre as condições socioambientais existentes.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Comparar as dinâmicas de transição de uso e ocupação da terra na bacia, utilizando a análise multitemporal para os anos 2004,2010 e 2014;
- Caracterizar e quantificar a configuração dos fragmentos da estrutura da paisagem local, fazendo uso de métricas de paisagens;
- Identificar as pressões antrópicas locais e os reflexos da fragmentação sobre a Unidade de Conservação Caeté-Taperaçu;

1.7 Estrutura da dissertação

Este trabalho está estruturado em cinco capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica com discussões em torno dos principais conceitos constituintes da pesquisa. São abordados temas de diversas concepções e abordagens tais como: composição e estrutura da paisagem, fragmentação florestal, uso da terra, sensoriamento remoto.

No segundo capítulo apresenta-se uma análise multitemporal das mudanças na cobertura da terra na bacia hidrográfica do Caeté. Essa análise tem como objetivo apresentar a dinâmica de uso da terra na região, bem como discutir as alterações e interferências ambientais associadas aos recursos hídricos.

O terceiro capítulo aborda a composição da paisagem e a configuração dos fragmentos florestais na bacia do rio Caeté, analisando o processo de fragmentação florestal, por meio da utilização de métricas da paisagem. Os resultados consideram: a forma, o tamanho, e a conectividades entre os fragmentos florestais indicando as áreas com distintos graus de isolamento entre os recursos naturais e manchas verdes.

O quarto capítulo propõe um olhar mais detalhado sobre a área de estudo, com base na visita *in locu*, nos registros fotográficos e na aplicação de questionários. A partir dos relatos de campo discorre-se sobre as pressões e impactos na Bacia do Caeté, bem como a percepção ambiental dos moradores da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu.

O quinto capítulo apresenta as considerações finais da pesquisa, ponderando as principais análises dos capítulos apresentados. Disserta-se brevemente sobre os resultados e discussões mais relevantes na dinâmica espacial do uso e cobertura da terra e os desafios para a implementação de políticas e pesquisas futuras, que promovam a racionalização de uso dos recursos naturais na região.

1.8 Interdisciplinaridade

A proposta interdisciplinar desta dissertação está integrada na relação sociedade-natureza, sob a ótica da observação dos padrões espaciais e da percepção socioambiental. A pesquisa fundamenta-se na perspectiva inter e multidisciplinar voltada a sustentabilidade nas bacias hidrográficas, com vista nos estudos sobre a dinâmica de uso e cobertura da terra e desafios associados aos múltiplos conflitos desse processo.

Neste contexto, sendo a bacia hidrográfica um instrumento integrador das implicações produzidas na paisagem, é imprescindível compreender a lógica de ocupação do espaço físico e a apropriação recursos naturais, uma vez que dependendo do grau de magnitude, as transformações no ambiente, podem resultar em significativos problemas ambientais.

A problemática levantada discute os elementos componentes da paisagem, com ênfase no uso de modelos que estimam a fragmentação florestal nas bacias hidrográficas, correlacionando os múltiplos usos às condições socioambientais existentes nas unidades de conservação integradas. Ressalta-se que as alterações na qualidade ambiental da região são de grande relevância para as populações tradicionais que residem na reserva extrativista, haja vista as influências dos sistemas naturais que atuam concomitantemente às ações antrópicas.

Neste contexto é necessário a aplicabilidade de análises e estudos interdisciplinares da dinâmica da paisagem, considerando a ótica dos diversos atores sociais, principalmente no que tange as condições ambientais diretamente associadas as transformações humanas. O conhecimento variado das relações espaciais e socioambientais subsidiam o controle e o uso sustentável sobre os recursos hídricos e os remanescentes florestais. Afinal, é uma questão emergente proporcionar discussões e propostas metodológicas que vislumbrem a temática de manutenção e conservação ambiental, promoção da biodiversidade e do desenvolvimento comunitário local.

2 ANÁLISE MULTITEMPORAL DAS MUDANÇAS NA COBERTURA DA TERRA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CAETÉ¹

RESUMO

Baseado na contextualização histórica de exploração dos recursos naturais da região, este trabalho visa identificar e analisar as mudanças na cobertura da terra na bacia hidrográfica do Caeté. A área de estudo localiza-se na Costa Atlântica do Nordeste Paraense, e compõe uma das regiões mais antigas de colonização da Amazônia, com forte influência aos investimentos intensivos no setor da agropecuária. Utilizou-se as bases cartográficas do projeto TerraClass desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Os resultados cartográficos obtidos utilizaram as imagens orbitais 222/61 e 223/61 referentes aos anos de 2004, 2010 e 2014. A Bacia hidrográfica do Caeté apresentou intensa dinâmica de uso do solo, vinculado principalmente as principais classes: pastagem, com o percentual aproximado de 39% no ano de 2004 a 41% em 2014 elucidando um aumento nesta forma de uso ao longo da bacia. A classe de floresta logrou 33% em 2004 a 38% em 2014, este incremento pode estar associado a conservação das florestas, por meio de políticas públicas. Por fim, o mosaico de ocupações mostrou uma constância entorno de 1% nos anos de 2004 a 2014. O maior desafio da pesquisa concentrou-se na aquisição de imagens relevantes, visto que o local de estudo apresenta grande interferência de nuvens. A análise multitemporal das alterações a nível de bacia hidrográfica são necessárias para quantificar e mitigar eventuais problemas referentes à gestão dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, hidrografia, Nordeste paraense.

ABSTRACT

Based on the historical context of exploration of the region's natural resources, this work aims to identify and analyze the changes in land cover in the Caeté basin. The study area is located on the Atlantic Coast of the Northeast of Paraense, and is one of

¹ Aprovado para publicação na Revista Brasileira de Geografia Física. Qualis B2 em 15/02/2018.

the oldest colonization regions in the Amazon, with a strong influence on intensive investments in the agricultural sector. The cartographic bases of the TerraClass project developed by the National Institute of Space Research (INPE) in partnership with the Brazilian Agricultural Research Corporation (EMBRAPA) were used. The cartographic results obtained used the orbital images 222/61 and 223/61 for the years 2004, 2010 and 2014. The Caeté River Basin presented intense soil use dynamics, mainly related to the main classes: pasture, with the approximate percentage from 39% in the year 2004 to 41% in 2014 elucidating an increase in this form of use throughout the basin. The forest class achieved 33% in 2004 to 38% in 2014, this increment may be associated with forest conservation, through public policies. Finally, the mosaic of occupations showed a constancy of around 1% in the years 2004 to 2014. The major challenge of the research was focused on the acquisition of relevant images, since the place of study presents great cloud interference. Multitemporal analysis of changes at river basin level are necessary to quantify and mitigate possible problems related to water resources management.

Key words: Remote sensing, hydrography, Northeast of Para.

2.1 Introdução

As análises ambientais com o mapeamento do uso e cobertura da terra como ferramenta para o estudo, o monitoramento e a caracterização de bacias hidrográficas; de acordo com Steinke e Saito (2010), compõem pesquisas cada vez mais necessárias, pois alterações na forma de uso da terra podem impactar diretamente os recursos hídricos. Contudo, para a realização viável do monitoramento da dinâmica espacial é fundamental a utilização de sistemas de alta capacidade para o tratamento e análise de informações multitemáticas como são as técnicas de Sensoriamento Remoto integradas ao SIG.

A unidade espacial da bacia hidrográfica foi escolhida como estudo de caso, pois seus componentes atuam em perene dinâmica e interação, respondendo às interferências das ações naturais e antrópicas. Segundo Souza et al. (2012) esta correlação tende a afetar os ecossistemas em sua totalidade.

As bacias hidrográficas são unidades fundamentais para o planejamento do uso e conservação ambiental, e mostram-se altamente vulneráveis às atividades antrópicas,

podendo, em caso de uso indevido, gerar problemas socioambientais em seus recursos naturais, na economia da região e na própria qualidade de vida da população envolvida (SILVA et al., 2013).

A Bacia Hidrográfica do Caeté localiza-se no Nordeste Paraense, mesorregião que abriga a maior densidade demográfica do estado (IBGE, 2017). Esta região possui investimentos intensivos em agropecuária, além de ser caracterizada como o local de colonização mais antigo da Amazônia, datada do século XVII (ROSÁRIO, 2000).

Este fato histórico contribuiu para uma intensa exploração dos recursos naturais, através do extrativismo vegetal (madeira em tora, lenha e carvão) e da agropecuária (gado bovino e bubalino), com o cultivo de culturas de subsistência (mandioca, feijão e arroz), frutíferas (cítricos e frutas amazônicas), malva (para a utilização da fibra em utensílios domésticos), pimenta-do-reino e, de forma mais intensiva na última década, coco-dendê (GORAYEB et al., 2011).

Por meio da utilização de instrumentos da geotecnologia aplicada a análise multitemporal, o presente estudo identifica e analisa as principais mudanças no uso e cobertura da terra, nos anos 2004, 2010 e 2014, da bacia hidrográfica do Caeté, Costa Atlântica do Nordeste Paraense, associando-as ao mapeamento do Projeto TerraClass, realizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Posteriormente pretende-se, quantificar as principais classes de uso da terra, a fim de definir a porcentagem (%) de alteração ao longo dos anos investigados.

Neste contexto, o estudo contribui para demonstrar as significativas alterações atuantes na Bacia do Caeté e a importância para a elaboração de futuros trabalhos que visem relacionar as formas de uso da terra com as interferências ambientais associadas aos recursos hídricos, tendo em vista que os ecossistemas estão diretamente correlacionados.

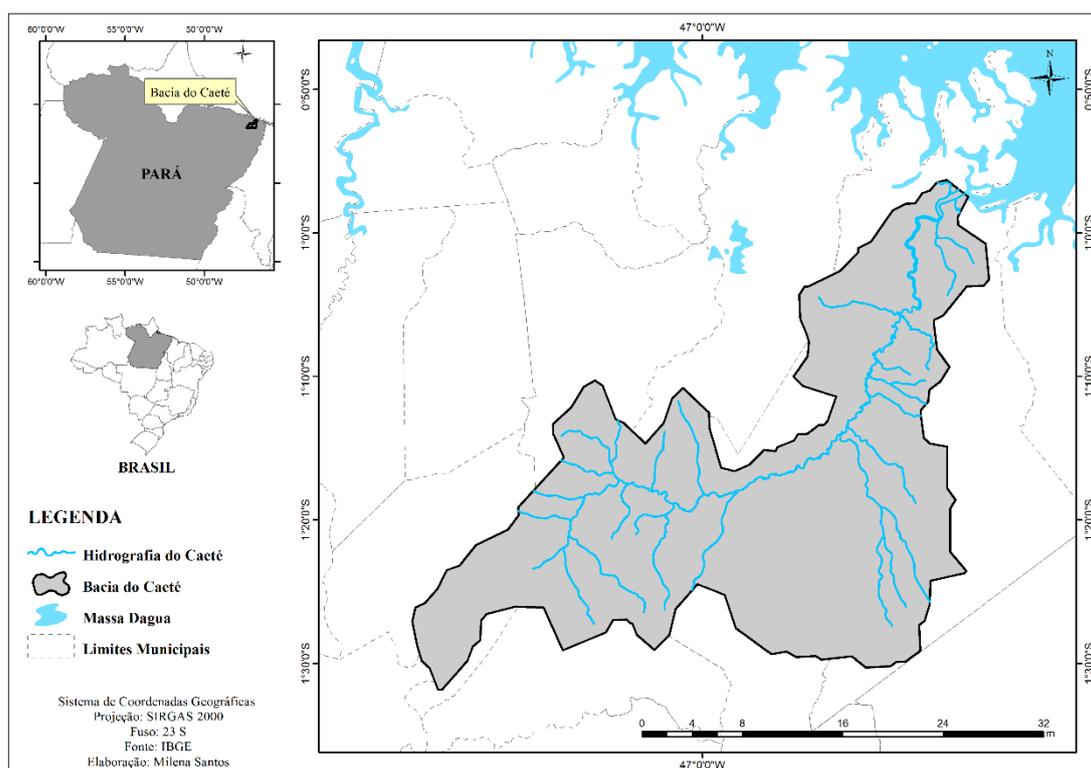
2.2 Material e Método

2.2.1 Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Caeté (Figura 1) possui uma área de 2.235,14 km² e extensão do rio principal de 150,4 km, desde a nascente até a foz, desaguando na baía Caeté-Urumajó (COSTA, 2017). Suas águas drenam parcialmente o território de sete municípios localizados no nordeste do Pará (Bonito, Ourém, Santa Luzia do Pará,

Capanema, Tracuateua, Bragança e Augusto Corrêa), mas a drenagem direta ocorre em apenas duas sedes municipais: Santa Luzia do Pará (médio curso, rio Curizinho, afluente da margem direita), com 19.424 habitantes e Bragança (baixo curso, leito principal do rio Caeté), com 113.227 habitantes (IBGE, 2017).

Figura 2- Localização da Bacia Hidrográfica do Caeté, Costa Atlântica do Nordeste.



Fonte: Elaborado pela autora.

O solo da Bacia Hidrográfica do Caeté é predominantemente formado por sedimentos Tércio-Quaternários do Grupo Barreiras e depósitos Areno-Argilosos do Quaternário, sua geomorfologia é representada pelo Planalto Costeiro e pela Planície Litorânea, com altitudes máximas na cota de 80m e relevo marcado por terrenos planos e suavemente ondulados (BRASIL, 2006).

Quanto à cobertura vegetal, a região hidrográfica se caracteriza pela presença de vegetação florestal perenifólia, vegetação hidrófila e floresta Amazônica de terra firme, mas atualmente essa formação encontra-se intensamente modificada e marcada pela prevalência de vegetação secundária, pastos e lavouras permanentes e temporárias (PARÁ, 2006).

2.2.2 Metodologia

A utilização de técnicas de Sensoriamento Remoto e de Sistema de Informação Geográfica (SIG) para análise de uso e cobertura da terra, em bacias hidrográficas envolve alguns procedimentos tecnológicos e metodológicos. Inicialmente, realizou-se um estudo de caracterização do uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Caeté nos anos de 2004, 2010 e 2014, o qual permitiu analisar os principais usos em torno do rio principal.

Essa metodologia foi dividida em etapas que se integraram no final do procedimento operacional. Buscou-se constituir os dados a partir dos produtos do: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e referências bibliográficas de estudos realizados na área da bacia, assim como a aplicação de técnicas de geoprocessamento para o tratamento de dados e produção cartográficas, processados por um software apropriado do sistema de informação geográfica.

Foram utilizadas as órbitas-ponto 222/61 e 223/61, pertencentes a extensão da bacia, juntamente com as bases cartográficas disponibilizadas pelo do projeto TerraClass (2004; 2010; 2014) e desenvolvido pelo INPE em parceria com a EMBRAPA, com objetivo de quantificar o desflorestamento da Amazônia Legal.

Os dados digitais do projeto são disponíveis para download em suas respectivas órbitas-ponto do satélite Landsat 5 (sensor TM), no Sistema de Projeção Lat/Long e Sistema Geodésico de Referência SAD 69, com escala de mapeamento de 1:100.000 (INPE, 2016). Contudo, os dados apresentados no mapeamento da pesquisa foram reprojctadas para Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sistema geodésico atualizado e oficialmente adotado no Brasil.

As áreas de cada classe foram somadas e verificadas as suas respectivas porcentagens em relação à área total da bacia, conseqüentemente foi realizado uma reclassificação das unidades definidas pelo TerraClass, destacando os principais usos (Tabela 1).

Tabela 1- Categorias de classes trabalhadas.

| TerraClass | | | |
|------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
| 2004 | 2010 | 2014 | Reclassificação |
| Agricultura Anual | Agricultura Anual | Agricultura Anual | Agricultura |
| Área não Observada | Área não Observada | Área não Observada | Área não Observada |
| Desflorestamento 2004 | Desflorestamento 2008 | Desflorestamento 2014 | Desflorestamento |
| Floresta | Floresta | Floresta | Floresta |
| ***** | ***** | Reflorestamento | Floresta |
| Vegetação Secundária | Vegetação Secundária | Vegetação Secundária | Floresta |
| Hidrografia | Hidrografia | Hidrografia | Hidrografia |
| Mineração | Mineração | Mineração | Mineração |
| Área Urbana | Área Urbana | Área Urbana | Mosaico De Ocupações |
| Mosaico de Ocupações | Mosaico de Ocupações | Mosaico de Ocupações | Mosaico De Ocupações |
| Outros | Outros | Outros | Outros |
| Pasto com Solo Exposto | Pasto com Solo Exposto | Pasto Com Solo Exposto | Pastagem |
| Pasto Limpo | Pasto Limpo | Pasto Limpo | Pastagem |
| Pasto Sujo | Pasto Sujo | Pasto Sujo | Pastagem |
| Regeneração com Pasto | Regeneração com Pasto | Regeneração com Pasto | Pastagem |
| Não Floresta | Não Floresta | Não Floresta | Pastagem |

Fonte: Adaptado das categorias do TerraClass (2017).

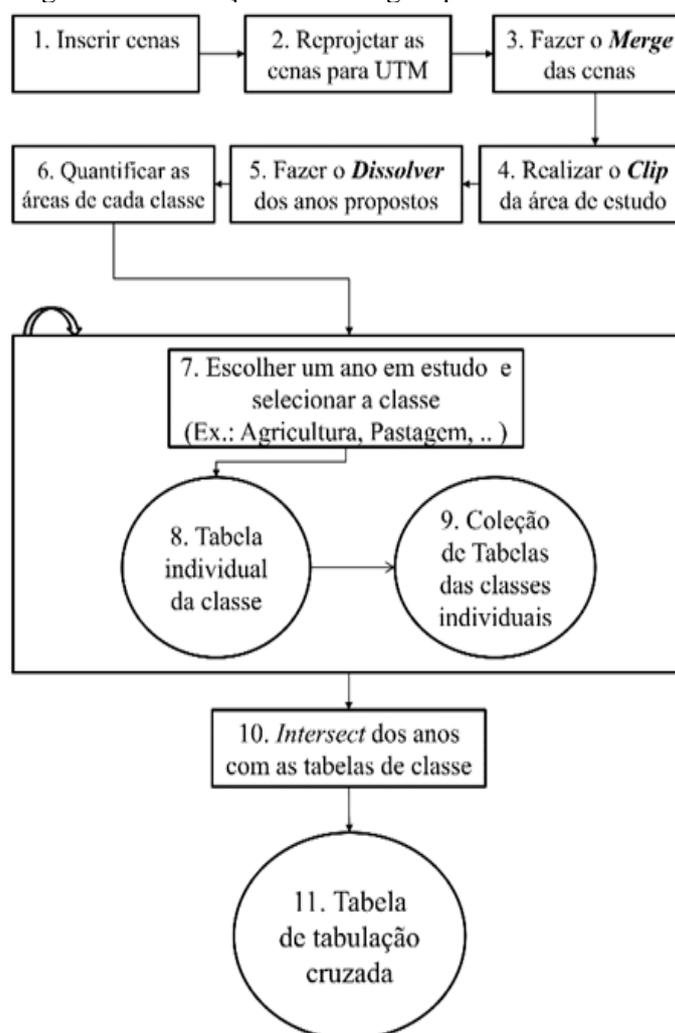
Nota-se que a classificação proposta pelo projeto TerraClass, apresenta 16 categorias distribuídas e elencadas de acordo com a modalidade de uso atuante na região. Já para a análise da reclassificação apresentada no trabalho, adota-se apenas 9 classes com o agrupamento das áreas correlacionadas ou afins.

A reclassificação foi necessária para que todos anos estudados apresentassem classes semelhantes. Dessa forma foi possível avaliar a dinâmica do uso e ocupação da terra, possibilitando a comparação dos cenários dos três períodos analisados.

Com base no mapeamento dos usos da bacia e a obtenção dos mapas temáticos foram executadas matrizes de transição, a fim de dimensionar a área de cada classe mapeada. Esse método foi utilizado para quantificar as modificações ocorridas na área de estudo para o período (2004-2010, 2010-2014). Romero-Ruiz et al. (2012) e Coelho et al. (2014) constataram a aplicabilidade desse método, permitindo a comparação pixel a pixel das perdas e ganhos de cada classe.

Para descrever a execução da tabulação cruzada, utilizou-se um fluxograma metodológico com elementos presentes na Figura 3.

Figura 3- Fluxograma de execução metodológica para modelos de tabelas cruzadas.



Fonte: Elaborado pela autora.

As tabelas de tabulação cruzada foram elaboradas a partir das bases cartográficas do projeto TerraClass e reclassificadas. Executou-se os comandos apresentados na Figura 3, onde o retângulo representa ação no programa. O círculo constitui o documento gerado. O retângulo com a seta semicircular reproduz a repetição das ações até que a coleção das tabelas unitárias de cada classe contemple a área do estudo. E, a setas enumeradas indicam a sequência de passos cronológicos.

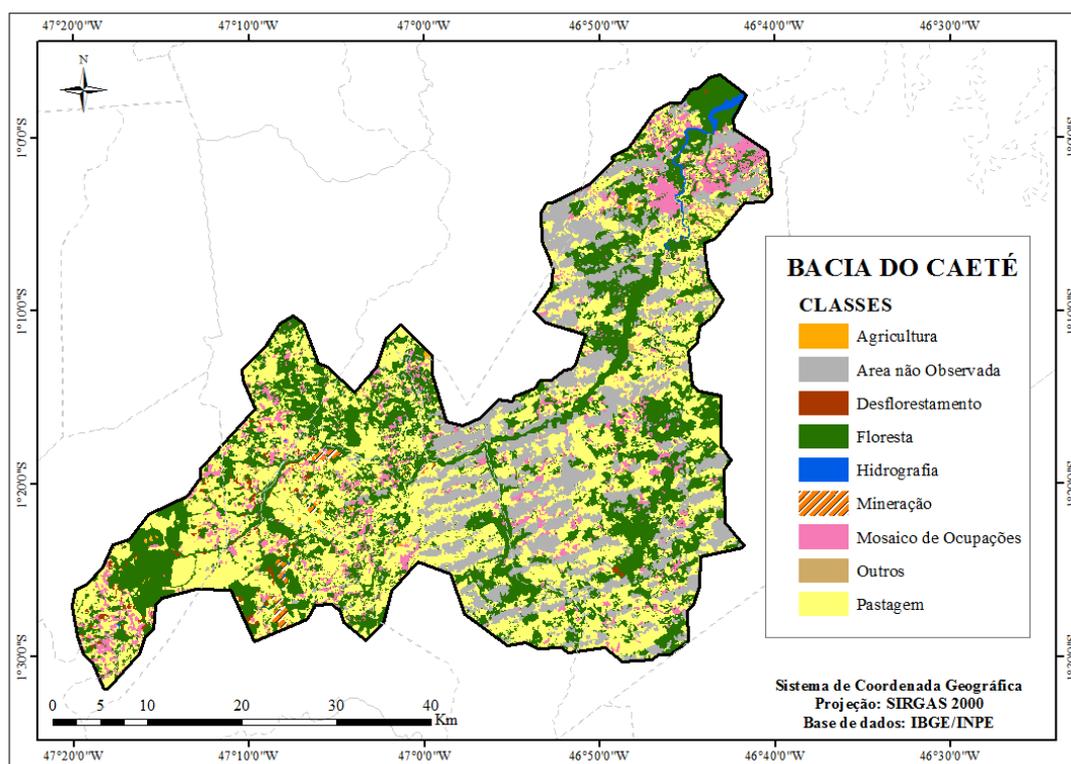
Na leitura da tabulação cruzada os valores das colunas em relação às linhas se referem aos usos que estão presentes dentro da classe, e vice-versa. Tanto a coluna quanto a linha correspondem à classe em relação ao ano. Ao final de cada linha e coluna é apresentado o total da classe para o referido ano. Na diagonal estão dispostos os

valores que não sofreram alteração de um ano para o outro. Os valores inseridos na tabela estão expressos em hectares (ha).

2.3 Resultados e Discussão

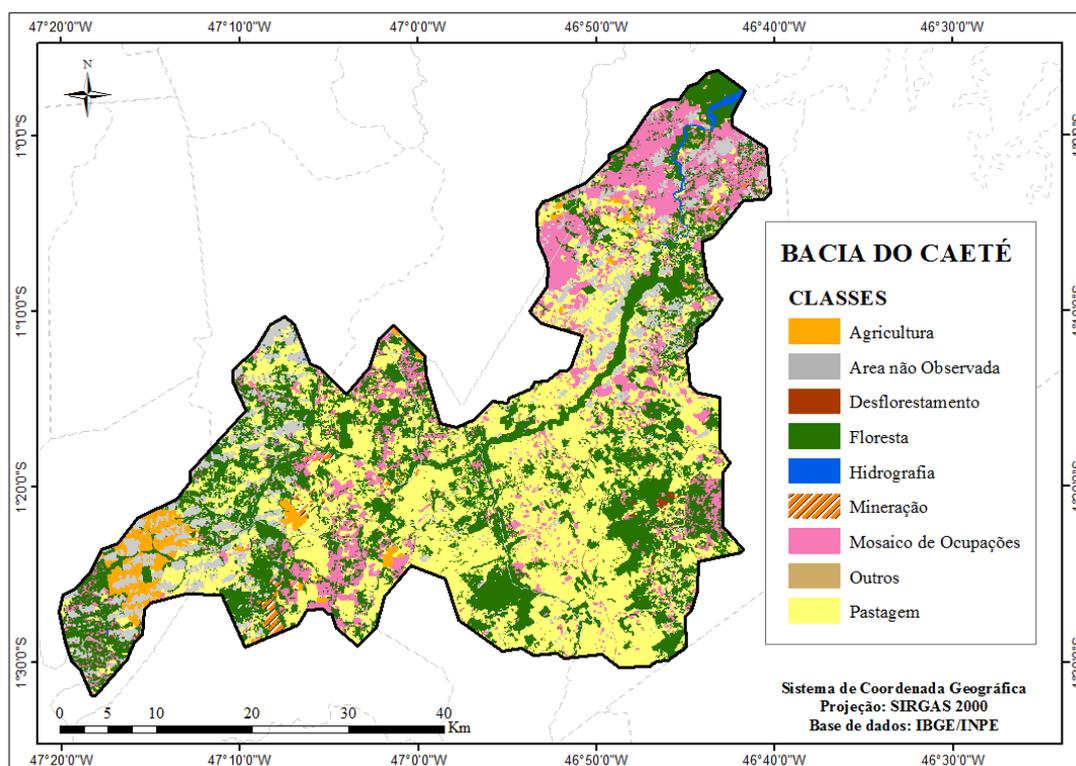
Diante da necessidade de melhor compreender a dinâmica de uso e cobertura da terra na Bacia Hidrográfica do Caeté, foi realizado uma comparação entre os anos 2004, 2010 e 2014, tomando por base os dados mapeados pelo TerraClass. Verifica-se que ao longo da última década a bacia passou por intensos processos de ocupação, transformação e interferências antrópicas, resultando na evidente modificação espacial dos cenários naturais (Figuras 4, 5 e 6).

Figura 4- Distribuição espacial do uso e cobertura da terra ano 2004 na Bacia do Caeté.



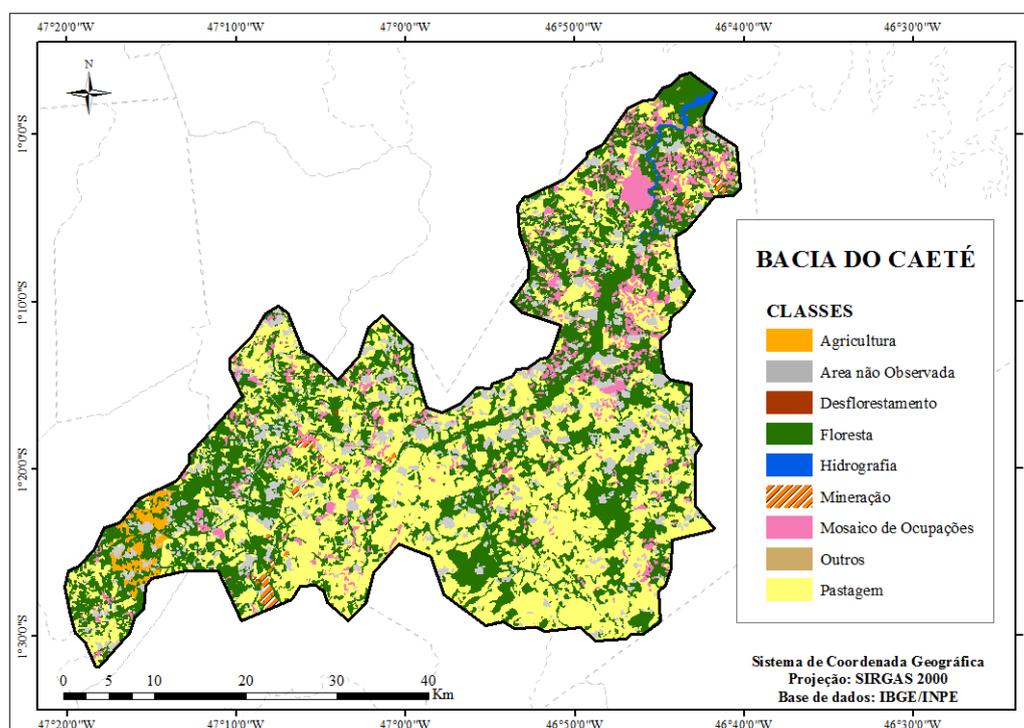
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5- Distribuição espacial do uso e cobertura da terra ano 2010 na Bacia do Caeté.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 6- Distribuição espacial do uso e cobertura da terra ano 2014 na Bacia do Caeté.



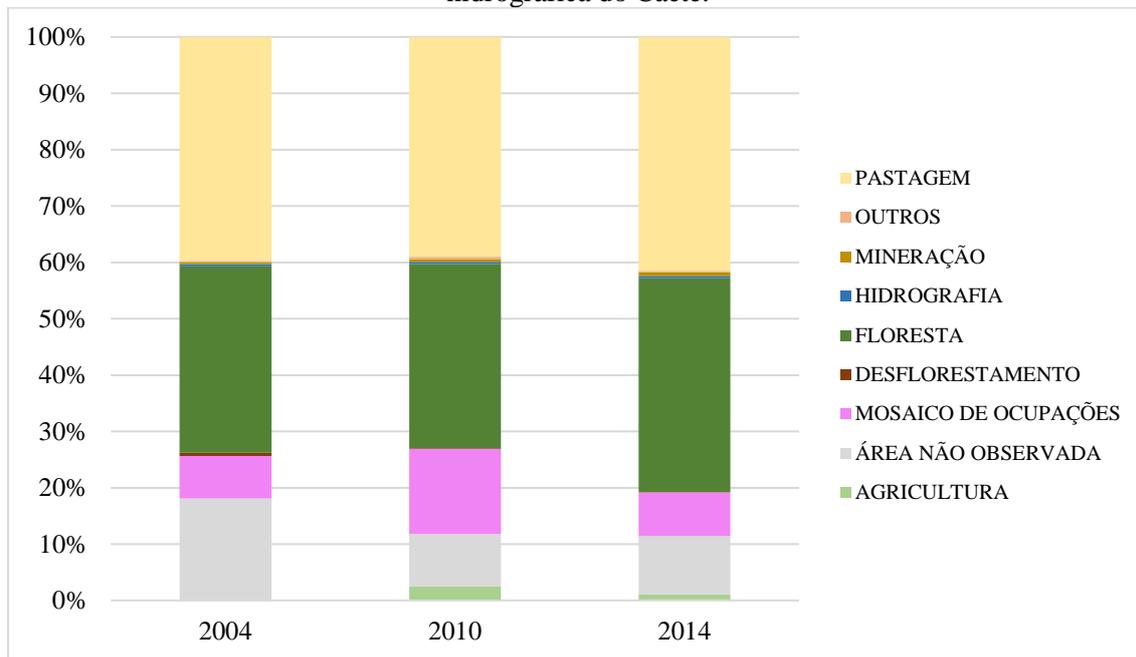
Fonte: Elaborado pela autora.

A análise das Figuras 4, 5 e 6 permite constatar que a dinâmica de uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do Caeté foi significativa. Observou-se na transição entre os anos de 2004, 2010 e 2014, a contínua expansão das áreas de pastagens, acarretando um desmatamento de aproximadamente 18.047,74 ha de floresta nativa. Outros estudos realizados na região (COSTA et al., 2016; GORAYEB et al., 2010; VALE et al., 2016) apontam as pastagens, a agricultura itinerante e a monocultura como as causas principais dos desflorestamentos, contribuindo com eliminação ou mesmo a redução da fauna e da flora nativas, a deterioração da fertilidade e das características físicas do solo, isto potencializa a contaminação das áreas devido ao uso inadequado de agroquímicos.

Em contrapartida, mesmo considerando os significativos índices de conversão do potencial da floresta destinados a pecuária na área, verifica-se que a classe de floresta tem aumentado. Nas áreas localizadas próximas ao rio principal (Caeté) têm-se garantido a manutenção da vegetação existente e valorização das áreas de reserva protegida da bacia. Este fator viabiliza a importância das áreas de Área de Proteção Permanente (APP) em garantir suporte ao ambiente natural e contribuir para a regularização do fluxo hídrico. Quanto às áreas de expansão urbana e mineração, ambas se encontram distribuídas ao longo da Bacia, e em torno das sedes municipais.

Com base na heterogeneidade da paisagem, dada a partir da análise das classes de uso e ocupação da terra, a Figura 7 destaca a proporção da área de uso da terra nos anos 2004, 2010 e 2014 para a bacia hidrográfica do Caeté (Apêndice A).

Figura 7- Proporção da área de uso e cobertura da terra nos anos 2004, 2010 e 2014 na bacia hidrográfica do Caeté.



Fonte: Elaborado pela autora.

Percebe-se que as classes que apresentaram a maior frequência para todos os anos de estudo foram: Pastagem, Floresta, Mosaico de Ocupações e Área não observada. Assim como nos resultados obtidos por Costa et al. (2017), dentre as classes de uso e cobertura da terra, a que predominou com maior percentual foi a Pastagem, ocupando proximamente 39,72% (2004), 39,03% (2010) e 41,51% (ano 2014) da área total da bacia.

A pecuária dominante ao longo da bacia hidrográfica do Caeté apresenta caráter extensivo e considera grandes áreas, sem grandes investimentos. Isso resulta em sérios e intensos problemas ambientais, como a eliminação ou mesmo a redução da fauna e da flora nativas, a deterioração da fertilidade, e consequentemente alterações nas características físicas do solo.

Nesta região também se destaca a classe de Mosaico de Ocupações (correspondente a áreas com a presença de atividades agrícolas de subsistência, como mandioca, laranja, coco, hortaliças, dentre outras culturas regionais). Cabe citar que por intermédio do cultivo de mandioca tem-se um dos principais produtos agrícolas, a farinha de mandioca e se estabelece por uma das atividades comerciais presente na bacia.

As porcentagens da categoria Mosaico de Ocupações corresponderam a 7,57% (2004), 15,07 % (2010) e 7,78 % (2014). Seguindo os parâmetros metodológicos, no grupo do Mosaico de Ocupação foram inclusas as Classes de Área Urbana definidas pelo Projeto TerraClass como área ou manchas urbanas decorrentes da concentração populacional. No processo de urbanização ressalta-se que dos sete municípios localizados na Bacia, somente dois deles, têm suas sedes administrativas inseridas no sistema de drenagem: Santa Luzia e Bragança.

As classes que representam algum tipo de atividade produtiva como agricultura e mineração, refletiram valores pouco significativos. A mineração corresponde com valores de (0,33%, 0,54% e 0,65%) na Bacia Hidrográfica do Caeté, segundo os anos de 2004, 2010 e 2014, respectivamente.

Corroborando com esta análise, estudos bibliográficos (COSTA et al., 2016; GORAYEB et al., 2009) indicam que a mineração se constitui uma forte atividade econômica na região, com a extração de areia e seixo. A prática ilegal da mineração também se encontra presente dentre os principais problemas ambientais na bacia, juntamente com o desmatamento e a poluição hídrica, advinda das sedes municipais de Santa Luzia e Bragança, através da utilização de agrotóxicos e fertilizantes.

Ao analisar a classificação multitemporal evidenciou-se a presença de pequenos fragmentos de desflorestamento acumulados na bacia hidrográfica Caeté. Nessa categoria, têm-se áreas com corte raso da floresta natural, que apresentam uma cobertura de pelo menos 50% do solo exposto, segundo os critérios elaborados pelo TerraClass. A porcentagem obtida nesta classificação foi de 0,71% em relação à área total.

Segundo Vale e Bordalo (2016) estima-se que pelo menos 80% das áreas desflorestadas na Amazônia estão ocupadas por pastagens cultivadas ou se estabelecem por áreas de vegetação secundária decorrentes de pastagens degradadas, estando sob a guarda de grandes proprietários de terra. Neste cenário o processo de desflorestamento acontece de forma mais intensa sob condições de apropriação territorial.

Vale mencionar que nos três períodos estudados, obteve-se um grande desafio com relação à interferência de nuvens na região, isso proporcionou uma limitação para a completa classificação nos anos estudados, sendo caracterizada como Área não Observada os percentuais de 17,88%, 9,37% e 10,40%, respectivamente. Para a Classe de Outros, a porcentagem de 0,82%, foi obtida pela somatória de todos os períodos

analisados e definida pela presença de afloramentos rochosos, bancos de areia, praias fluviais, dentre outros.

Para descrever as alterações de uso e cobertura da terra, foram calculadas as proporções de transição para cada par de anos (2004/2010; 2010/2014). O cálculo das classes que ganharam ou perderam área e as suas variações foram expressos em hectare (ha), sob a forma de colunas e linhas, na Tabela 2 e 3. Assim como, os valores apresentados na diagonal indicam as áreas que se mantiveram com o mesmo tipo de uso da terra durante a transição dos anos estudados. Portanto, os dados que estão fora da diagonal correspondem às classes que sofreram conversão de uso na terra.

Com base na metodologia empregada e exemplificada na (Figura 3), e na Tabela 2 descreve-se que a classe Área não observada apresentou um decréscimo (17.420,15 ha) de sua área durante o período de 2004 a 2010, passou de 36.587,65 ha em 2004 para 19.167,50 ha em 2010. Verificou-se que a classe Área não observada cedeu área para as classes Floresta, Mosaico de Ocupação e Pastagem. No caso da classe Floresta obteve-se a área de 3.354,50 ha ao considerar a redução de 8.583,24 ha no ano de 2004 para 5.228,74 ha no ano de 2010. Enquanto que Mosaico de ocupação registrou diferença de 5.087,51 ha, passando de 7.097,62 ha em 2004 para 2.010,11 ha em 2010. Já na classe Pastagem foram convertidos 8.939,26 ha, ao quantificar uma área de 17.856,80 em 2004 para 8.917,54 em 2010.

Os resultados indicam a grande importância da análise em área não observada, mesmo diante das dificuldades marcadas pela presença de nuvens em região de Costa Atlântica, uma vez que a bacia hidrográfica do Caeté apresenta usos dinâmicos e correlacionados (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2- Relação proporcional entre as classes por anos comparados: 2004 x 2010.

| Classes | Ano 2004 | | | | | | | | | | Total 2010 |
|-------------------|---------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|---------------|------------------|-------------------|------------|
| | AA | ANOBS | MO | DES | FLO | HID | MI | OU | PAS | | |
| Ano 2010 | AA | 181,87 | 230,63 | 100,17 | 47,77 | 2.672,29 | | | | 1.797,75 | 5.030,49 |
| | ANOBS | 26,10 | 2.664,20 | 2.010,11 | 238,43 | 5.228,74 | | 54,98 | 27,42 | 8.917,54 | 19.167,50 |
| | MO | 12,53 | 7.097,62 | 6.493,44 | 79,47 | 6.314,95 | 2,03 | 84,44 | 37,87 | 10.721,32 | 30.843,67 |
| | DES | | | | | 285,94 | | | | | 285,94 |
| | FLO | 26,58 | 8.583,24 | 3.046,91 | 509,02 | 37.345,21 | 9,14 | 84,02 | 50,00 | 17.161,30 | 66.815,41 |
| | HID | | | | | 0,05 | 839,89 | | | | 839,94 |
| | MI | 0,53 | 36,45 | 34,93 | 1,87 | 95,95 | | 645,61 | 56,04 | 235,96 | 1.107,34 |
| | OU | 0,75 | 118,72 | 33,68 | 18,28 | 194,28 | | 3,44 | 20,49 | 338,81 | 728,43 |
| | PAS | 154,03 | 17.856,80 | 3.764,75 | 260,67 | 15.576,42 | | 144,29 | 97,40 | 42.098,79 | 79.953,14 |
| Total 2004 | 402,39 | 36.587,65 | 15.483,98 | 1.155,51 | 67.713,81 | 851,07 | 1.016,78 | 289,21 | 81.271,47 | 204.771,86 | |

AA: Agricultura anual; **ANOBS:** Área não observada; **MO:** Mosaico de ocupações; **DES:** Desflorestamento; **FLO:** Floresta; **HID:** Hidrografia; **MI:** Mineração; **OU:** Outros; **PAS:** Pastagem. Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 3- Relação proporcional entre as classes por anos comparados: 2010 x 2014.

| CLASSES | Ano 2010 | | | | | | | | | | Total 2014 |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|------------------|-------------------|------------|
| | AA | ANOBS | MO | DES | FLO | HID | MI | OU | PAS | | |
| Ano 2014 | AA | 2.117,48 | | | | | | | | | 2.117,48 |
| | ANOBS | 837,38 | 3.638,55 | 2.967,65 | 51,66 | 5.623,70 | | 67,11 | 5,05 | 8.733,37 | 21.924,47 |
| | MO | 23,62 | 2.298,85 | 7.441,99 | | 2.942,25 | | 29,59 | 0,57 | 3.116,03 | 15.852,89 |
| | DES | | | | | 17,75 | | | | 0,00 | 17,75 |
| | FLO | 809,42 | 7.558,22 | 8.488,89 | 94,82 | 40.996,51 | | 57,90 | 1,45 | 19.540,22 | 77.547,42 |
| | HID | | | | | | 839,89 | | | | 839,89 |
| | MI | 0,79 | 68,98 | 130,24 | | 202,60 | | 794,93 | 0,11 | 120,88 | 1.318,53 |
| | OU | | 199,06 | 112,24 | | 111,94 | | 0,22 | 9,94 | 99,93 | 533,34 |
| | PAS | 1.205,46 | 6.290,56 | 11.692,99 | 139,46 | 16.901,63 | | 155,93 | 3,16 | 48.230,90 | 84.620,08 |
| Total 2010 | 4.994,14 | 20.054,21 | 30.834,01 | 285,94 | 66.796,37 | 839,89 | 1.105,68 | 20,28 | 79.841,33 | 204.771,86 | |

AA: Agricultura anual; **ANOBS:** Área não observada; **MO:** Mosaico de ocupações; **DES:** Desflorestamento; **FLO:** Floresta; **HID:** Hidrografia; **MI:** Mineração; **OU:** Outros; **PAS:** Pastagem. Fonte: Elaborado pela autora.

Quando analisada a classe de Floresta na Tabela 2, pode-se observar que sua área total apresentou redução de 67.713,81 ha em 2004 para 66.815,41 em 2010. A Floresta perdeu 3.268,04 ha para a classe de Mosaico de ocupação, pois áreas pertinentes a Mosaico possuíam em 2004 a área de 6.314,95 ha e registrou 3.046,91 ha em 2010. Uma extensão de 1.584,88 ha de Floresta foi convertida para Pastagem, transitando de 15.576,42 ha em 2004 a 17.161,30 ha em 2010. Para Souza et al. (2016) esta conversão de floresta para pastos tem contribuído no incremento das áreas degradadas na Amazônia, e gera impactos negativos, como a perda de biodiversidade e a degradação das áreas de bacias.

A classe de Pastagem em relação ao uso de Mosaico de ocupação, Tabela 2, reduziu 6.956,57 ha, pois no ano de 2004 tinha-se 10.721,32 ha e no ano de 2010 foi registrado 3.764,75 ha. Segundo o TerraClass (2012) esta categoria de Mosaico de ocupação é representada por áreas de diversas modalidades de uso da terra. Nesta

categoria, a agricultura familiar é realizada de forma conjunta a criação tradicional do gado e utiliza-se do processo de corte e queima como alternativa na agricultura. Para o ano de 2010, 15% da área total da bacia do Caeté corresponde ao mosaico de ocupações.

Considerando a Tabela 3, durante o período de 2010 a 2014, a classe de Mosaico de ocupação sofreu intensa redução da área ocupada por Floresta, esse decréscimo foi de 5.546,64 ha, visto que a extensão do uso era 8.488,89 ha em 2010 e 2.942,25 há no ano de 2014. Essa ocorrência se deu principalmente pelo avanço das manchas urbanas e dos diversos usos de terra realizados ao longo da bacia do Caeté, durante os anos vigentes.

Em relação à classe de Pastagem na Tabela 3, houve diminuição de 2.638,59 ha sobre as áreas mapeadas por florestas, uma vez que no ano de 2010 possuía-se 19.540,22 ha e em 2014 o valor de 16.901,63 ha. Mesmo diante da dinâmica de transição ocorrida no uso e ocupação da terra, nota-se que a área total da classe de Floresta recebeu um incremento 10.751,05 ha, passando de 66.796,37 ha em 2004 para 77.547,42 ha no ano de 2014 considerando os valores gerais de transição no uso da classe.

Na Tabela 3 destaca-se a maior não conversão de todas as classes estudadas, a Pastagem com o valor 48.230,90 ha. Também é importante destacar que o ano de 2014 não registra conversão de Agricultura Anual para outras modalidades de uso, porém no ano de 2014 obteve-se a identificação de 1.205,46 ha associados a áreas de pastagem. Outro dado relevante foi o decréscimo de 14.981,12 ha de Mosaico de ocupação, gerado pela diferença de 30.834,01 ha e 15.852,89 ha, para 2010 a 2014, respectivamente.

A principal atividade agrícola presente na bacia é a dendeicultura, localizada no alto curso do rio Caeté. A atividade está em expansão pelo Nordeste Paraense, e provoca bastante alteração no solo e no ciclo hidrológico. Segundo Costa et al. (2016), um fator preocupante com relação a esta monocultura é o uso de defensivos agrícolas, principalmente em virtude da localização da Bacia na Costa Atlântica, que tendem a ser afetados indiretamente.

A área total da classe Pastagem, no período de 2010, 79.841,33 ha, a 2014, 84.620,08 ha, aumentou 4.778,75 ha, Tabela 3. A consequência desta atividade é resultante do intenso processo de ocupação humana na Amazônia, que levou a

destruição da cobertura vegetal, de aproximadamente 20% da floresta original (INPE/PRODES, 2014).

Na análise geral dos dados apresentados, afere-se que 6 classes estudadas, Agricultura Anual, Mosaico de ocupação, Floresta, Mineração, Outros e Pastagem, tiveram aumento na sua área total. Enquanto que as classes Área não observada, Desflorestamento e Hidrografia apresentaram redução de 2004 a 2014, ao comparar a Tabela 2 com a Tabela 3.

Neste contexto observou-se três classes destaque, Área não Observada, Floresta, Desflorestamento, ao se relacionar as Tabelas 2 e 3. Os dados tratados abaixo equivalem às áreas totais referentes aos anos 2004 a 2014, respectivamente. A classe Área não observada teve a maior redução espacial de 36.587,65 ha para 21.924,47 ha, totalizando 14.663,18 ha. Para a classe Floresta obteve-se aumento de 67.713,81 ha para 77.547,42 ha, equivalente a 9.833,61. O Desflorestamento apresentou significativa redução de 1.137,80 ha, alterando-se de 1.155,51 ha para 17,75 ha.

Em relação a classe de floresta pode-se dizer que preservação das matas ciliares ao longo do rio Caeté e das áreas verdes situadas na foz no rio, foi reforçada com a Criação da Reserva Extrativista (RESEX) Marinha Caeté Taperaçu, criada em 2005, sob a administração do Instituto Brasileiro de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO). Os dados mostram claramente um avanço de 2004 para 2014 de áreas verdes, validando a importância da legislação ambiental na gestão e preservação de áreas verdes e dos recursos naturais.

No que tange a evolução das áreas de pastagens na correlação das Tabelas 2 e 3, 3.348,61 ha somaram-se a esta classe de 2004 a 2014, resultante do crescimento da área total para classe de 81.271,47 ha a 84.620,08 ha. De acordo com Costa et al. (2016), a evidente predominância de pastos na Bacia hidrográfica do Caeté resulta no intenso desmatamento da vegetação primária e ocasiona problemas ambientais em função ao pisoteio do gado sobre o solo. Assim pode compactá-lo, reduzir a capacidade de infiltração da água, ocasionar escoamento superficial e erosão, nos casos de estágios mais avançados, originando as voçorocas. Mediante INPE/PRODES (2014), a taxa de desflorestamento para Amazônia está situada em torno de 5 mil km² por ano, convertendo intensas áreas florestais em pastos.

2.4 Conclusão

A utilização da análise multitemporal aplicada para verificar o uso e a cobertura da terra na bacia hidrográfica do Caeté foi eficaz na indicação dos principais usos da região hidrográfica, bem como na delimitação das conversões ocorridas entre as classes e os períodos apresentados. Os principais usos da bacia refletem impactos negativos, como a perda da biodiversidade, a degradação das florestas e a degradação dos leitos de água atrelados ao rio principal.

Em conformidade com os resultados apresentados três classes de uso destacam-se na região, o primeiro evidencia o alto índice de pastagens, com a presença de animais de grande porte, e a retirada da vegetação local que favorece a erosão e o desgaste ambiental na bacia.

O segundo uso mostra a classe de floresta, estimando a importância da vegetação local para a manutenção dos recursos naturais e no equilíbrio dinâmico atuante na bacia, modulando a interação entre os ambientes naturais. No terceiro uso tem-se a classe de mosaico de ocupações induzido principalmente pelas manchas urbanas e estabelecimento de cultivos pequenos, marcados pela presença da agricultura familiar.

Em geral verifica-se que é marcante a evolução das pastagens no ano de 2014, quando comparado a 2004 e 2010. E que a análise da dinâmica de uso e cobertura da terra, configurou um padrão espacial bastante alterado, interferindo nas peculiaridades da bacia. Ademais, nota-se a necessidade de reverter às situações de desgaste atuante na bacia hidrográfica, contribuindo com uma abordagem integrada aos problemas sociais e ambientais, que apontem as fontes potenciais e reais de degradação.

A adoção do monitoramento da dinâmica de uso da terra mostrou-se eficiente para análises representativas que permitem parcerias integradoras para a implantação de políticas e pesquisas efetivas quanto à gestão dos corpos d'água.

2.5 Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica Amazônica**. Brasília: MMA, 2006.

COELHO, V. H.; MONTENEGRO, S. M.; ALMEIDA, C. D. N.; DE LIMA, E. R., NETO, A. R.; DE MOURA, G. S. Dinâmica do uso e ocupação do solo em uma bacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 18, n. 1, p.64-72, 2014.

COSTA, F. E. V.; DOS SANTOS, N. S. L.; RODRIGUES, J. I. M. Apropriação da natureza para fins econômicos e problemáticas ambientais da bacia do rio Peixe-Boi na cidade de Peixe-Boi (PA.). **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 22-34, 2016.

COSTA, F. E. V. **Gestão dos recursos hídricos na Bacia do Caeté**. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Geografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia Da Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente – SP, 2017.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Aspectos sociais e condições Ambientais em áreas urbanas da bacia hidrográfica do rio Caeté, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**. n. 9, p.59-70, 2009.

_____. Qualidade da água e abastecimento na Amazônia: o exemplo da bacia hidrográfica do rio Caeté. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 18, p. 135-157, 2010.

_____. Natural conditions and environmental impacts in a coastal hydrographic basin in the Brazilian Amazon. **Journal of Coastal Research**. n. 64, p.1340-1344, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), 2010. Censo demográfico. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>. Acesso: 08 ago. 2017

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite: **Projeto Prodes**. São José dos Campos, São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2014. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

_____. **Projeto TerraClass. Belém - PA**, 2016. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass.php>. Acesso em: 15 jan. 2016.

PARÁ. Secretaria do Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Novos municípios: Santa Luzia do Pará. Belém, 2006.

ROSÁRIO, U. **Saga do Caeté: folclore, história, etnografia e jornalismo na cultura amazônica da Marujada, Zona Bragantina, Pará**. CEJUP, Belém, 2 ed, 2000.

SILVA, L. G. T.; VALENTE, M. A.; WATRIN, O. D. S.; DE OLIVEIRA, R. R. S.; PIMENTEL, G. M. **Mapeamento de solos em duas mesobacias hidrográficas no Nordeste Paraense**. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E), 2013.

SOUZA, A. C. M.; DA SILVA, M. R. F.; DA SILVA DIAS, N. Gestão de recursos hídricos: o caso da bacia hidrográfica Apodi/Mossoró (RN). **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 280-296, 2012.

SOUZA, C. A.; GALLARDO, A. L. C. F.; SILVA, É. D. D.; MELLO, Y. C. D.; RIGHI, C. A.; SOLERA, M. L. Environmental services associated with the reclamation of areas degraded by mining: potential for payments for environmental services. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 137-168, 2016.

STEINKE, V. A.; SAITO, C. H. Avaliação geoambiental do território brasileiro nas bacias hidrográficas transfronteiriças. **Revista Brasileira de gestão e desenvolvimento regional**, v. 6, n. 1, p. 189-222, 2010.

TERRACLASS. Download de Dados Cartográficos – Arquivos shapefiles. Belém: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2012. Disponível: http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass. Acesso 10 jul. 2017

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L.; DA FONSECA, L. C. N. análise do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Apeú, nordeste paraense, entre os anos de 1999 e 2014. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 76-83, 2016.

3 COMPOSIÇÃO DA PAISAGEM E A CONFIGURAÇÃO DOS FRAGMENTOS FLORESTAIS NA BACIA DO CAETÉ: USO DE MÉTRICAS

RESUMO

A composição da paisagem é consequência das intensas alterações entre as forças físicas, biológicas, econômicas, políticas e sociais, configurando uma estrutura paisagística fragmentada por usos distintos. Este trabalho buscou analisar o processo de fragmentação florestal na Bacia do Caeté, região hidrográfica da Costa Atlântica do Nordeste Paraense. O objetivo foi caracterizar e quantificar a configuração dos fragmentos na estrutura da paisagem local, com base na utilização de métricas da paisagem, bem como verificar o quanto a classe de floresta está sendo afetada pelo processo de fragmentação. O estudo de fragmentação florestal foi realizado por meio do software FRAGSTATS versão 4.2, que permitiu calcular as métricas da paisagem e determinar parâmetros como: área, densidade e tamanho, borda, forma, proximidade e conectividade de classe e fragmentos florestais. Os resultados da análise de composição e fragmentação mostraram que a paisagem da bacia apresenta predomínio de pastagem. Contudo, os índices de borda evidenciam que o processo de fragmentação florestal na bacia do Caeté vem se atenuando. Em 2014 a floresta apresentou maiores efeitos de borda, com o predomínio de bordas significantes que geram maior grau de influência da classe florestal na região. O índice de maior fragmento (LPI) mostrou a presença de pastagens interconectadas, formando uma grande macha que cobre mais de 41% da bacia. A aplicação desses índices na mensuração da paisagem mostrou-se uma metodologia efetiva, no entendimento da dinâmica atuante na bacia hidrografia em diferentes escalas temporais/funcionais.

Palavras-chave: Dinâmica da Paisagem; Efeito de borda; Métricas.

ABSTRACT

The composition of the landscape is a consequence of the intense changes between physical, biological, economic, political and social forces, forming a fragmented landscape structure for different uses. This work aimed to analyze the process of forest fragmentation in the Caeté Basin, hydrographic region of the Atlantic Coast of the Northeast of Paraense. The objective was to characterize and quantify the configuration

of the fragments in the local landscape structure, based on the use of landscape metrics, as well as to verify how much the forest class is being affected by the fragmentation process. The forest fragmentation study was carried out using the software FRAGSTATS version 4.2, which allowed to calculate the landscape metrics and to determine parameters such as: area, density and size, border, shape, proximity and class connectivity and forest fragments. The results of the analysis of composition and fragmentation showed that the landscape of the basin shows predominance of pasture. However, the edge indices show that the process of forest fragmentation in the Caeté basin has been attenuating. In 2014 the forest presented greater edge effects, with the predominance of significant edges that generate a greater degree of influence of the forest class in the region. The largest fragment index (LPI) showed the presence of interconnected pastures, forming a large mound covering more than 41% of the basin. The application of these indices in the landscape measurement proved to be an effective methodology, in the understanding of the dynamics in the hydrographic basin in different temporal / functional scales.

Keywords: Landscape Dynamics; Border effect; Metrics.

3.1 Introdução

A paisagem pode ser abordada como uma unidade espacial, cuja heterogeneidade é alterada principalmente pela relação estabelecida entre sociedade e natureza. A interação dada pela relação entre os agentes físicos e sociais produzem no meio externo uma configuração marcada pela fragmentação ou conexão entre seus elementos (GOERL et al., 2011). Neste sentido, Lang e Blaschke (2009) afirmam que a análise da estruturação da paisagem é fundamental para designar a sua configuração, e corresponde à estrutura espacial explícita do mosaico de suas unidades.

A composição da paisagem é consequência das intensas alterações entre as forças físicas, biológicas, econômicas, políticas e sociais, configurando uma estrutura paisagística fragmentada por usos distintos. Bezerra et al. (2011) evidenciam que a quantificação da estrutura da paisagem como parâmetro que ratifica os estudos ambientais no funcionamento de ecossistemas.

Segundo Souza et al. (2017) isso pode ser aplicado às bacias hidrográficas, entendidas como unidade natural da paisagem, frequentemente associadas à definição

de ecossistemas, onde as áreas são extremamente sensíveis a pequenas mudanças, sejam elas oriundas de processos naturais ou ações antrópicas.

Inserida neste contexto, a bacia hidrográfica caracteriza-se como um instrumento aferidor das implicações produzidas no uso dos recursos naturais dentro e fora dos seus limites de estabelecimento natural, uma vez que os rios são coletores naturais das paisagens, refletindo o uso e ocupação da terra de sua respectiva bacia de drenagem (GOULART; CALLISTO, 2003).

Pode-se afirmar que os estudos ambientais aplicados em bacias hidrográficas promovem uma análise integrada, podendo demonstrar a fragilidade do ecossistema no contexto hidrológico e atestar a necessidade, no que tange a manutenção da sustentabilidade nos remanescentes florestais próximos aos corpos hídricos.

Segundo Netto (2011), as interferências humanas afetam primeiramente a cobertura vegetal da paisagem. Em suma, a presença de vegetação modifica diretamente nos processos hidrológicos, associados por exemplo, a interceptação pelo dossel florestal, ao amortecimento do impacto da água no solo e retenção de umidade pela serrapilheira, fatores que retardam ou desviam o escoamento superficial, impulsionado e provocando os processos erosivos e aumentando assim transferência de água para a atmosfera.

O desmatamento das florestas é um processo altamente prejudicial, e causa profundas transformações em seus ecossistemas. Como principal consequência do desmatamento, além da perda de habitat, tem-se a fragmentação florestal provocando a ruptura da conectividade dos ambientes naturais (METZGER, 2003), podendo ocasionar a aceleração de processos erosivos, a perda de solo e assoreamento dos canais de drenagem (CASTRO, 2011).

Neste contexto, a fragmentação da paisagem é resultante de um mosaico de elementos de superfícies com características múltiplas e distintas, que influenciam na alteração do regime hídrico local, em vista a modificação dos vários componentes do ciclo hidrológico (ROSIN, 2016; ZIEGLER et al., 2007).

A utilização de indicadores de fragmentação da paisagem, como por exemplo, os índices de *Landscape Metrics*, presentes no software FRAGSTATS (MCGARIGAL; MARKS, 1995) caracterizam-se um dos principais métodos no que tange as mudanças espaciais. A adoção de métricas de paisagem constituem uma tentativa de mensuração

da complexidade entre os elementos formadores da paisagem, e tentam exprimir a estrutura paisagística, focando-se na distribuição espacial das manchas.

Este trabalho apresenta uma metodologia para determinar o processo de fragmentação florestal aplicado a bacias hidrográficas, possibilitando a construção de subsídios para o monitoramento, manutenção e planejamento dos eventuais problemas vinculados aos sistemas hidrológicos. Seu principal objetivo foi caracterizar e quantificar a configuração dos fragmentos na estrutura da paisagem local, por meio de métricas da paisagem, bem como verificar o curso do rio (Alto, Baixo e Médio) mais afetado pelo processo de fragmentação. Assim, a pesquisa busca responder as seguintes questões: (i) interferências na paisagem tem convertido intensas áreas de cobertura vegetal em fragmentos dispersos e isolados?; (ii) como se apresentam esses fragmentos?; (iii) eles têm afetado a dinâmica da bacia?

3.2 Materiais e Métodos

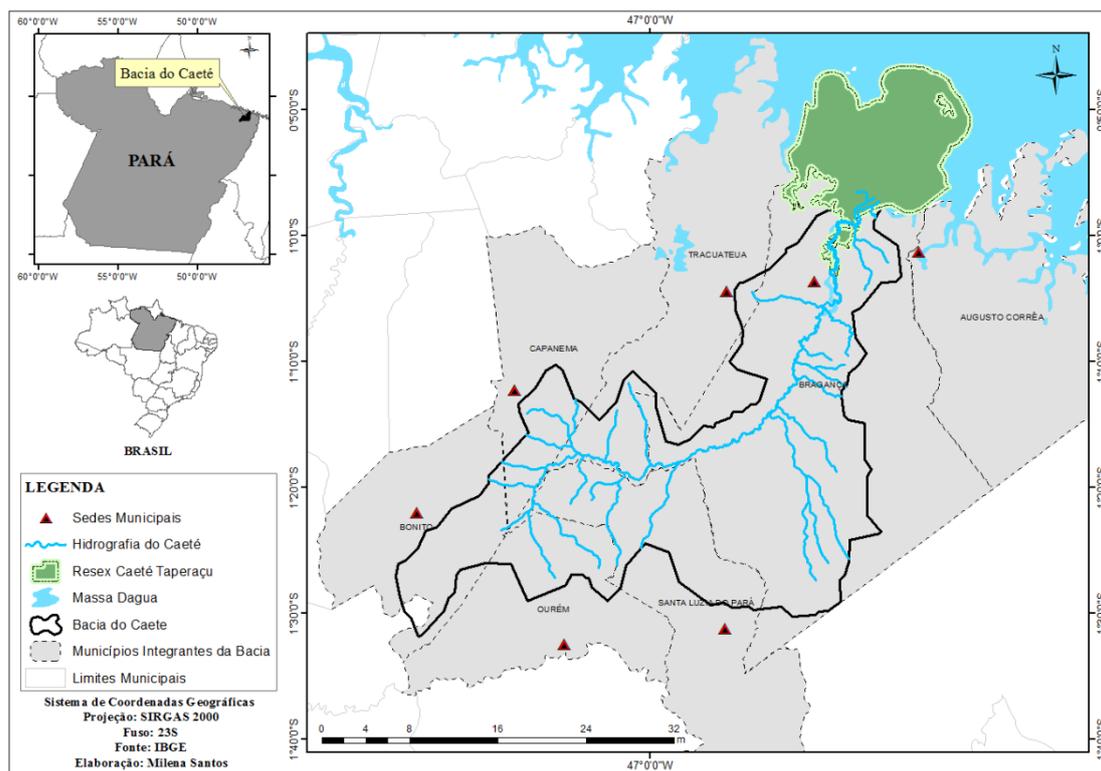
3.2.1 Características da Área de Estudo

A região hidrográfica da Costa Atlântica do Nordeste Paraense é banhada pelos Rios Caeté, Capim, Guamá, Gurupi e Piriá. Estes rios atuam como meio de transporte, circulação, e até fonte de produção pesqueira (pequeno porte) para as famílias locais garantirem sua subsistência. A pesquisa realizou-se na bacia do Caeté, e por se apresentar em uma região costeira da Amazônia Oriental, possui características peculiares como estuários, manguezais, relevos predominantemente planos e resquícios de matas de Várzea preservadas.

Para conservação ambiental da área de estudo Gorayeb (2014) aponta que quatro Unidades de Conservação foram criadas em vários municípios drenados pelo rio Caeté: 2 em Bragança, 1 em Augusto Corrêa e 1 em Tracuateua. Todas são pertencentes ao grupo de Uso Sustentável identificadas respectivamente como: I) Área de Proteção e Preservação Ambiental Permanente Ilha do Canela, 2,3 km², Lei Municipal nº. 3.280 de 29/10/1997; II) Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu, 278,6 km², Decreto Federal de 20/05/2005 (BRASIL, 2005); III) Área de Proteção Ambiental da Costa de Urumajó, 306,18 km², Lei Municipal nº. 1.352 de 05/08/1998 e IV) Reserva Extrativa Marinha de Tracuateua, 189,9 km², Decreto Federal de 20/05/2005.

Dentre todas unidades citadas, apenas a Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçú está inserida dentro da área da bacia, em parte da região do baixo curso do rio Caeté. Tal fator contribui significativamente para a preservação dos fragmentos florestais da região hídrica.

Figura 8- Localização dos municípios integrantes da Bacia do Caeté e sua Unidade de Conservação.



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com Costa (2017) dentre os sete municípios inseridos na bacia (Figura 8), Bragança ocupa 52% da área total da bacia, representando 36% da área total de seu município e ocupando a maior extensão territorial do corpo hídrico, enquanto que em Augusto Corrêa concentra apenas 1% da área total da bacia hidrográfica do rio Caeté representando 2% da área total desse município, conforme a Tabela 4

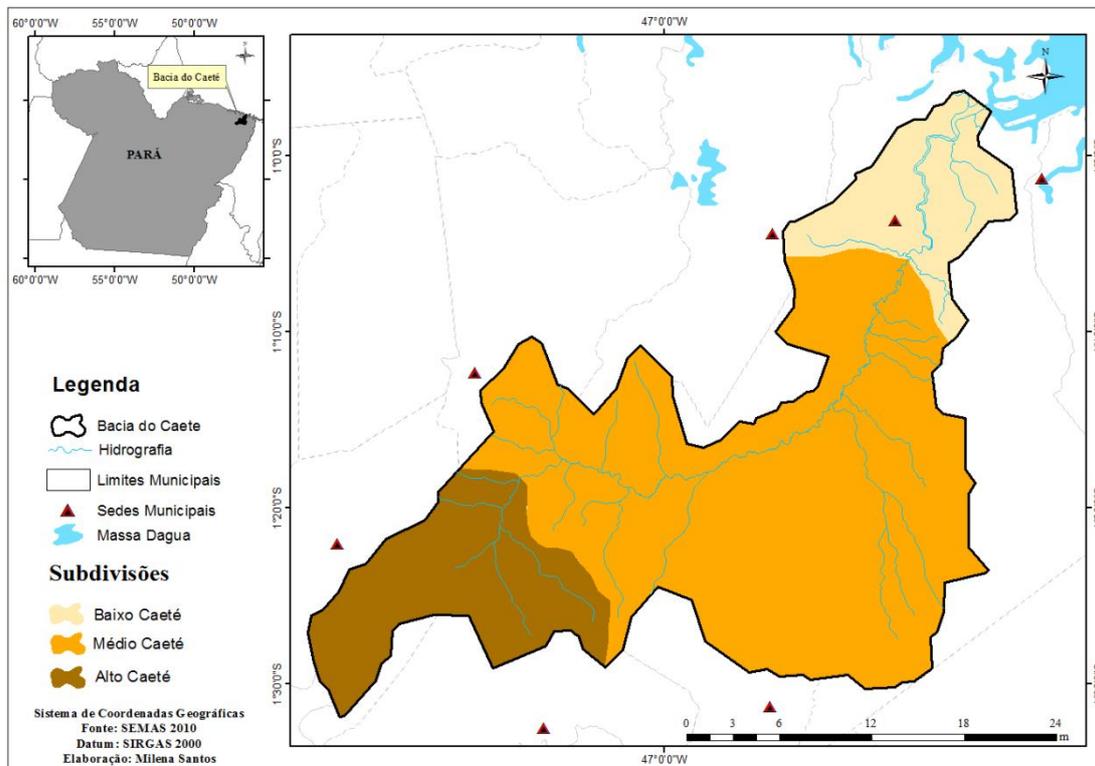
Tabela 4- Área e proporção dos municípios pertencentes a bacia

| Municípios | Área total (km ²) | Área na bacia (km ²) | Área do município (%) | Bacia (%) |
|---------------------|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------|-----------|
| Augusto Corrêa | 1.091,54 | 24,57 | 2,0% | 1,0% |
| Bonito | 586.736,0 | 189,65 | 24,0% | 8,0% |
| Bragança | 2.091,93 | 1.169,85 | 36,0% | 52,0% |
| Capanema | 614.693,00 | 125,64 | 17,0% | 6,0% |
| Ourém | 562.388,00 | 125,65 | 18,0% | 6,0% |
| Santa Luzia do Pará | 1.356,12 | 475,63 | 26,0% | 21,0% |
| Tracuateua | 934.272,00 | 124,15 | 12,0% | 6,0% |

Fonte: Costa (2017)

Ao considerar suas nascentes localizadas no município de Bonito até a foz (desembocadura) nos municípios de Bragança e Augusto Corrêa, o Caeté possui a extensão territorial de 150,4 km aproximadamente. Para Gorayeb (2010) a divisão setorial do curso (alto, médio e baixo curso), é definida segundo as diferenciações físico-geográficas locais: topográficas, morfológicas da drenagem, volume hídrico, tipos vegetacionais predominantes e fatores sociais, culturais e econômicos das populações ribeirinhas (Figura 9).

Figura 9- Mapa das subdivisões do Caeté.



Fonte: Elaborado pela autora.

No Alto Caeté situam-se os municípios de Bonito, Ourém, Capanema e Santa Luzia do Pará. O Médio Caeté compreende áreas dos municípios de Capanema, Tracuateua, Bragança e Santa Luzia do Pará, e no Baixo Caeté localizam-se os municípios de Bragança e Augusto Corrêa, municípios de maior e menor extensão com área total na bacia, respectivamente.

3.2.2 Metodologia

Para a obtenção dos índices de fragmentação florestal, a metodologia dividiu-se em duas partes. Primeiro, houve a necessidade da realização do mapeamento de uso da terra a partir dos dados digitais disponibilizados pelo projeto TerraClass, desenvolvidos pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Nesta etapa utilizou-se orbitas-ponto do satélite Landsat 5 (sensor TM). Assim, foram identificadas e reclassificadas as nove classes de uso da terra da região: Agricultura, Área não observada, Desflorestamento, Floresta, Mineração, Mosaico de ocupações, Pastagens, Outros e Hidrografia.

De acordo do Goerl et al. (2012) um dos indicadores mais utilizados para indicar o grau de fragmentação de uma área de estudo ou de uma bacia hidrográfica dar-se pela análise de uso da terra. Desse modo, foram elaborados índices, com base nos atributos das classes encontradas, e dos fragmentos vinculadas à classe floresta.

No segundo momento, aplicou-se a adoção de índices de paisagem, em concordância com as classes de uso e cobertura da terra encontradas na bacia hidrográfica. Isso permitiu uma análise comparativa entre as classes de uso, e possibilitou uma avaliação comportamental da bacia frente a impactos causados pela ocorrência de processos de qualquer natureza, sejam eles naturais ou antrópicos.

Para a realização da quantificação na estrutura paisagem utilizou-se o software Fragstats versão 4.2. A seleção dos índices espaciais foi fundamentada em preceitos ecológicos de acordo com Metzger (2009). No cálculo das métricas da paisagem (Tabela 5), foram elencados índices ao nível de classe, a fim de descrever percentuais e valores de área, área central, borda, densidade, forma, proximidade e isolamento, contágio e dispersão (MCGARIGAL, 2013).

Tabela 5- Métricas espaciais utilizadas na quantificação da estrutura da paisagem na bacia

| Métricas | Sigla e Intervalo (Unidade) | Grupo |
|---|-----------------------------|--------------------------|
| Área de classe | CA > 0 (ha) | Área e Densidade |
| % de fragmentos de mesma classe | 0 < PLAND ≤ 100 (%) | |
| % da área do maior fragmento | 0 < LPI ≤ 100 (%) | |
| Área média dos fragmentos | AREA_MN > 0 (ha) | |
| Desvio Padrão dos fragmentos | AREA_SD | |
| Número de fragmentos | NP (unidade) | |
| Total de bordas | TE ≥ 0 (ha) | Borda |
| Densidade de bordas | ED ≥ 0 (m.ha-1) | |
| Índice de forma médio | SHAPE_MN ≥ 1 | Forma |
| Distância média do vizinho mais próximo | ENN_MN ≥ 0 (m) | Proximidade e Isolamento |
| Conectividade | 0 < COHESION < 100 (%) | Contágio e Dispersão |
| Total da área central (ha) | TCA ≥ 0 (ha) | Área central |

Fonte: Elaborado pela autora.

Considerando os parâmetros de análises associados a cada índice da paisagem, ressalta-se que as métricas possuem objetos de mensuração correlacionados e complexos, em vista a composição e distribuição da heterogeneidade espacial.

➤ **CA:** corresponde a área de classe e é a área (ha) de todos os fragmentos da classe. Maiores valores de CA indicam domínio da matriz.

➤ **PLAND:** percentagem de fragmentos de mesma classe na paisagem. A interpretação de PLAND é a mesma descrita para CA, porém expressa em percentagem.

➤ **LPI:** representa a área do maior fragmento, onde o maior valor favorece dispersores, polinizadores e dispersão de propágulos, abastecendo fragmentos menores.

➤ **AREA_MN:** é área média dos fragmentos, ou o indicativo do grau de fragmentação por função do número de fragmentos e da área total ocupada por determinada classe.

➤ **AREA_SD:** relativo ao desvio padrão do tamanho do fragmento, é uma medida da variação absoluta, dada em função do tamanho médio do fragmento e da diferença no tamanho estabelecido entre eles.

➤ **NP:** caracteriza o número de fragmentos e corresponde a medida simples do grau de divisão ou fragmentação. É importante mencionar que maiores valores indicam

maior fragmentação, já menores valores a evidenciam a união ou a extinção de fragmentos da mesma classe.

➤ **TE:** O total de bordas é a soma de todas as bordas da classe. Maiores valores de TE indicam maior influência da borda na classe.

➤ **ED:** A densidade de bordas é igual à soma de todas as bordas da classe dividida pela área total em hectares. A interpretação de ED é a mesma descrita para TE.

➤ **SHAPE_MN:** No índice de forma médio, o quanto mais próximo de 1, menor o efeito de borda no fragmento. O principal aspecto da forma, entretanto, é a relação com o efeito de borda, podendo influenciar processos entre fragmentos, como a migração de pequenos mamíferos e a colonização de plantas de médio e grande porte.

➤ **ENN_MN:** A distância do vizinho mais próximo é definida usando a geometria euclidiana simples como a distância mais curta na linha reta entre o fragmento focal e seu vizinho mais próximo da mesma classe, com base na distância entre os centros celulares das duas células mais próximas dos respectivos fragmentos. O emprego desse índice é baseado na distância borda-a-borda. A proximidade entre os fragmentos é importante para os processos ecológicos, e têm implícito em seus resultados o grau de isolamento dos fragmentos.

➤ **COHESION:** a conectividade mensura a coesão é igual a 1 menos a soma do perímetro do fragmento (em termos de números de células da superfície) dividido pela soma do perímetro do fragmento vezes a raiz quadrada de sua área (em termos de número de células) para fragmentos correspondentes à mesma classe, dividido por 1 menos 1 sobre a raiz quadrada da área da paisagem (em termos de número de células), multiplicado por 100 para converter para porcentagem. Valores de COHESION próximos de zero indicam que a classe está subdividida e menos conectada fisicamente, enquanto valores próximos de 100% indicam maior agregação e, portanto, menos isolamento dos fragmentos da classe.

➤ **TCA:** O total de área central aborda a área total da paisagem à medida que as distâncias de profundidade da borda especificadas diminuem e como formas de fragmentos simplificados. O Total da área central é igual à soma das áreas centrais de cada fragmento dividido por 10.000 (para converter em hectares).

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 O uso de Métricas Paisagens

Os índices ou métricas da paisagem descritos para a identificação da fragmentação florestal na Bacia do Rio Caeté podem ser observados na Tabela 6.

Tabela 6- Métricas espaciais de Área e Densidade (CA - Área de classe, PLAND - % de fragmentos de mesma classe; NP - Número de fragmentos).

| Uso/ Tempo | CA (ha) | | | PLAND (%) | | | NP (unidade) | | |
|------------------|---------|---------|---------|-----------|------|------|--------------|------|------|
| | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 |
| Floresta | 67897,4 | 66349,4 | 77807,6 | 33,2 | 32,4 | 38,0 | 580 | 548 | 438 |
| Outros | 304,2 | 811,2 | 534,0 | 0,1 | 0,4 | 0,3 | 14 | 52 | 31 |
| Hidrografia | 838,2 | 831,5 | 831,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 15 | 14 | 14 |
| Mosaico | 15629,1 | 31129,8 | 15777,8 | 7,6 | 15,2 | 7,7 | 625 | 593 | 409 |
| Pastagem | 80714,4 | 79869,4 | 84851,5 | 39,4 | 39,0 | 41,5 | 405 | 403 | 339 |
| Não observado | 36612,2 | 19110,5 | 21287,2 | 17,9 | 9,3 | 10,4 | 265 | 406 | 482 |
| Agricultura | 385,3 | 5110,6 | 2156,4 | 0,2 | 2,5 | 1,1 | 16 | 43 | 17 |
| Mineração | 1054,6 | 1135,7 | 1372,3 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 23 | 17 | 16 |
| Desflorestamento | 1196,5 | 290,7 | 20,3 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 81 | 17 | 1 |

Fonte: Elaborado pela autora.

As métricas associadas à área de classe (CA) e o percentual de fragmentos da classe (PLAND) expressam que a paisagem da bacia apresenta predomínio de áreas de pastagem. Sobre esta situação Rando et al. (2016) mencionam que as problemáticas associadas a atividades agropecuárias na região avançaram desordenadamente sobre a mata nativa, eliminando-a e transformando-a em vegetação secundária para garantir alimentação ao gado. O desenvolvimento de pastagens resulta em sérios efeitos de degradação florestal pela perda de vegetação ciliar em áreas de bacias, pois sabe-se que a uma das funções da mata ciliar é proteção dos corpos hídricos.

Conforme Carneiro et al. (2013) a conversão da vegetação primária por área de pastagens também atinge diretamente o solo, uma vez que ao serem atingidos pela chuva facilitam e intensificam o processo de erosão, podendo até ocasionar deslizamentos, formação de ravinas e voçorocas.

Os segundos maiores valores de CA e PLAND corresponderam aos fragmentos da classe de floresta, que ocupam uma área de 77.807,6 ha, representando 38 % da extensão total da bacia. A área da classe “mosaico de ocupações” apresenta alto valor na

paisagem, entretanto mesmo apresentando uma diminuição de 15.351,96 ha entre os anos 2010 e 2014, seus valores ainda indicam acentuado domínio na estrutura da paisagem, as demais classes apresentam valores baixos.

Tendo em vista análise da métrica de CA, de 2004 a 2014, observa-se um aumento nas áreas de florestas de aproximadamente 9.910,16 ha. Este indicativo é amplamente benéfico, no que tange a manutenção dos recursos naturais locais. Cabe ressaltar que no mesmo período, que a classe de desflorestamento apresentou redução significativa de 1.176,24 ha.

Já a classe agrícola passou de 385,32 ha para 2.156,44 ha, o que corresponde a um aumento de 1.771,12 ha. É válido mencionar que desenvolvimento de atividades agrícolas nas margens dos rios também exerce forte pressão sobre a floresta primária, proporcionando a supressão, principalmente das áreas de nascente. Para Cibim e Claro (2012) outro fator degradante proveniente das práticas agrícolas advém do método de corte queima, deixando os solos estéreis em longo prazo e proporcionando suscetíveis processos de degradação física oriundo do intemperismo associado ao clima.

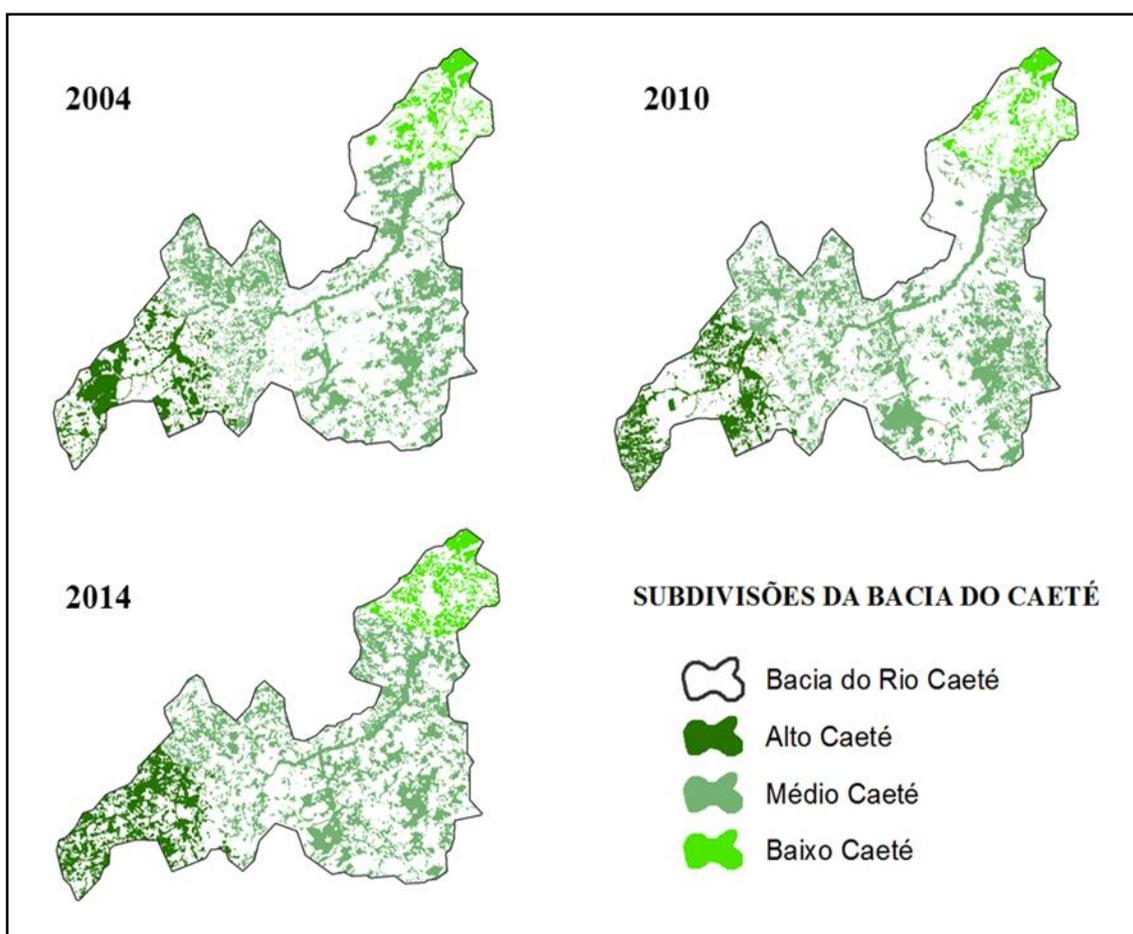
Mediante a utilização de métricas de área, verifica-se que as extensões de mosaico de ocupações associadas a lavouras agrícolas e caráter de subsistência (pequenos roçados), foram convertidas em fragmentos florestais. Acredita-se que este resultado esteja associado às mudanças socioeconômicas, tais como migração rural ou urbana (AIDE; GRAU, 2004), abandono da atividade agropecuária em sítios marginais (ARROYO-MORA et al., 2005), desenvolvimento de usos não prejudiciais da floresta (como o ecoturismo), aquisição de terras para áreas de conservação, plantio de árvores e projetos ecológicos de reflorestamento (KULL et al., 2007). Segundo Chazdon et al. (2011) incentivos financeiros para o reflorestamento, tais como pagamentos por serviços ambientais, contribuem muito para a promoção de usos não prejudiciais da floresta.

A classe de mosaico de ocupação manifestou o maior número de fragmentos (NP) dentre as classes, seguido pela classe de floresta. Todavia, a pastagem tem a maior área de classe e percentual de fragmentos (PLAND), no entanto apresentou em 2014 um NP baixo, cerca de 99 unidades menor que o da vegetação nativa, considerando que o NP é uma medida unitária.

Cabacinha et al. (2010) indicam que as maiores medidas de NP apontam uma maior intensidade de fragmentação na classe, e paralelamente as menores medidas indicam extinção ou união de fragmentos da mesma classe.

Para Fernandes et al. (2017) medidas de NP devem ser analisadas em conjunto com métricas de CA e PLAND, pois se os valores de NP diminuem, porém aumenta-se a área de classe e a porcentagem de fragmentos da mesma classe; os indicativos de união de fragmentos e a conexão das áreas de pastagens ao longo da bacia do Caeté são exemplos. Já no caso dos índices de floresta evidencia-se que as altas medidas de NP estão associadas a maior fragmentação dessa classe na área, principalmente no ano de 2014 (Figura 10).

Figura 10- Distribuição dos fragmentos florestais nas subdivisões da Bacia do Caeté



Fonte: Elaborado pela autora.

Nas situações onde o processo de fragmentação cria um grande número de fragmentos a partir de um sistema contínuo, espécies que ocupam o interior do fragmento tenderão a sofrer o declínio em suas populações, uma vez que atuam em conjunto os efeitos do tamanho dos fragmentos e da perda de habitats (CEMIN et al., 2015).

Tabela 7- Métricas espaciais de Área e Densidade (LPI - Porcentagem da área de maior fragmento, AREA_MN - Área média dos fragmentos, AREA_SD - Desvio Padrão dos fragmentos).

| Uso/ Tempo | LPI (%) | | | AREA_MN (ha) | | | AREA_SD (ha) | | |
|------------------|---------|------|------|--------------|-------|-------|--------------|--------|--------|
| | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 |
| Floresta | 4,0 | 5,8 | 11,7 | 117,1 | 121,1 | 177,6 | 644,8 | 828,4 | 1506,8 |
| Outros | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,7 | 15,6 | 17,2 | 23,9 | 13,9 | 17,1 |
| Hidrografia | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 55,9 | 59,4 | 59,4 | 100,3 | 103,0 | 103,0 |
| Mosaico | 0,9 | 4,0 | 1,1 | 25,0 | 52,5 | 38,6 | 86,5 | 370,9 | 123,4 |
| Pastagem | 8,1 | 22,4 | 13,8 | 199,3 | 198,2 | 250,3 | 1068,7 | 2309,0 | 2069,7 |
| Não observado | 2,2 | 0,3 | 0,2 | 138,2 | 47,1 | 44,2 | 397,2 | 83,1 | 62,0 |
| Agricultura | 0,1 | 1,5 | 0,4 | 24,1 | 118,9 | 126,8 | 28,0 | 457,2 | 259,5 |
| Mineração | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 45,9 | 66,8 | 85,8 | 78,9 | 136,6 | 117,2 |
| Desflorestamento | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 14,8 | 17,1 | 20,3 | 11,4 | 22,7 | 0,0 |

Fonte: Elaborado pela autora.

No que se refere a área do maior fragmento (LPI), os percentuais indicaram a classe pastagem, isso revela que as pastagens da bacia do Rio Caeté estão unidas, interconectadas, agregadas, formando uma grande mancha que cobre mais de 41% da bacia. O segundo maior LPI foi descrito na classe floresta, configurando os maiores fragmentos na paisagem, porém a floresta apresentou percentual de LPI mais baixo que a pastagem, merecendo atenção a conservação desse fragmento.

Souza et al. (2014) observaram que o LPI da vegetação ou floresta nativa, é considerado baixo quando vinculado a matriz de ordem antrópica com predomínio de atividades agropastoris, igualmente ao observado neste estudo. É importante citar que muitos estudos pequenos fragmentos não possuem relevância ambiental, e em muitos casos são desconsiderados, não atrelados a práticas de manejo; todavia, destacam a significância dos pequenos fragmentos, frente a funcionalidade da paisagem.

As classes pastagem, floresta e agricultura quantificaram maior área média dos fragmentos (AREA_MN) mesmo com registros de baixo NP. A utilização desse índice demonstra que essas classes apresentam fragmentos largos espacialmente e conectados

entre si. Para as classes de outros e desflorestamento foram evidenciados baixos valores de AREA_MN, o primeiro associado a áreas que não se enquadram nas chaves de classificação padrão de uso e cobertura do TerraClass, tais como praias fluviais, bancos de areia, afloramentos; e o segundo associado a áreas desflorestadas para os anos em estudo.

Segundo McGarigal e Marks (1995) este índice justifica um bom indicativo do grau de fragmentação de uma área; ao se realizar uma análise entre as classes dominantes pastagem, floresta e agricultura, assegura-se que a área de floresta é mais fragmentada, uma vez que paisagens com menores valores de tamanho médio de fragmentos devem ser consideradas as mais fragmentadas.

Tabela 8- Métricas espaciais de Borda (TE - Total de bordas, ED - Densidade de bordas) e Forma (SHAPE_MN - Índice de forma médio).

| Uso/ Tempo | TE (ha) | | | ED (m. ha-1) | | | SHAPE_MN \geq 1 | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------|------|-------------------|------|------|
| | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 |
| Floresta | 3639480,0 | 3758300,0 | 4127500,0 | 17,8 | 18,4 | 20,2 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Outros | 29120,0 | 99840,0 | 57200,0 | 0,1 | 0,5 | 0,3 | 1,1 | 1,2 | 1,1 |
| Hidrografia | 66040,0 | 65000,0 | 65000,0 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1,4 | 1,5 | 1,5 |
| Mosaico | 1473940,0 | 2118220,0 | 1302080,0 | 7,2 | 10,4 | 6,4 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Pastagem | 4271280,0 | 3697460,0 | 3710460,0 | 20,9 | 18,1 | 18,1 | 1,6 | 1,3 | 1,5 |
| Não observado | 1808300,0 | 1416480,0 | 1549080,0 | 8,8 | 6,9 | 7,6 | 1,4 | 1,3 | 1,2 |
| Agricultura | 35620,0 | 256620,0 | 132340,0 | 0,2 | 1,3 | 0,6 | 1,1 | 1,3 | 1,5 |
| Mineração | 77220,0 | 73320,0 | 81380,0 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 1,2 | 1,4 | 1,4 |
| Desflorestamento | 134680,0 | 32240,0 | 2080,0 | 0,7 | 0,2 | 0,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 |

Fonte: Elaborado pela autora.

Os índices de borda, total de borda e densidade de borda (TE e ED) evidenciam que o processo de fragmentação florestal na bacia do Caeté vem se atenuando durante os anos, dada pela redução do número de fragmentos na evolução temporal. No ano de 2014, a classe floresta apresentou a maior densidade de borda (ED) e total de borda (TE). Verificou-se que na paisagem predominam bordas significantes de floresta, ou seja, um forte efeito conjugado destas manchas.

As métricas de densidade de borda (ED) apresentaram alterações entre as classes pastagem e floresta, constatando valores próximos entre os índices na bacia. Deve-se destacar também que a classe “mosaico de ocupações” apresenta alto ED e TE. As implicações do efeito de borda tendem a alterar as temperaturas climáticas locais e

ocasionar aumento de densidade, promovendo uma série de mudanças ao equilíbrio do ambiente e modificando as reações ecológicas existentes (LEMOS, 2015).

Os valores do índice de forma médio (SHAPE MN) para a bacia do Caeté, variaram de 1 a 1,5, isto significa que os fragmentos das diferentes classes apresentam formas arredondadas que tendem a minimizar a relação borda/área. A paisagem não apresentou irregularidades quanto a presenças de manchas. Na aplicação do índice de forma médio (SHAPE_MN), quanto mais próximo de 1, menor o efeito de borda no fragmento. Assim, quanto mais o formato do fragmento se desviar do padrão circular, maior será o índice de forma (LANG; BLASCHKE, 2009).

Segundo Torres (2012) a presença de fragmentos com forma regulares ou circulares traduz razão borda-área minimizada, ou seja, apresenta seu interior mais distante da borda e, portanto, mais protegido dos fatores externos que podem ocasionar distúrbios. Logo, fragmentos com formato recortado ou irregular induzem maior ameaça às espécies sensíveis a alterações locais.

A classe de floresta apresentou os menores SHAPE_MN, expondo menor efeito de borda. Para Nascimento et al. (2006), a análise de forma dos fragmentos torna-se expressiva na medida em que evidencia a possibilidade de indicar o grau de proteção no interior do remanescente florestal. Neste íterim, a adoção desse índice caracteriza-se como um parâmetro útil para análise de vulnerabilidade dos fragmentos e perturbações, dados a partir do efeito de borda.

Tabela 9- Métricas espaciais de Proximidade e Isolamento (ENN_MN - Distância média do vizinho mais próximo), Contágio e Dispersão (COHESION - Conectividade) e Área Central (TCA - Total da área central).

| Uso/ Tempo | ENN_MN (m) | | | COHESION (%) | | | TCA (ha) | | |
|------------------|------------|--------|--------|--------------|------|------|----------|---------|---------|
| | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 |
| Floresta | 594,1 | 612,1 | 579,5 | 94,2 | 95,7 | 97,3 | 67897,4 | 66349,4 | 77807,6 |
| Outros | 3643,9 | 1354,4 | 1905,1 | 53,0 | 44,3 | 46,6 | 304,2 | 811,2 | 534,0 |
| Hidrografia | 3745,6 | 3826,5 | 3826,5 | 78,5 | 78,8 | 78,8 | 838,2 | 831,5 | 831,5 |
| Mosaico | 780,5 | 702,7 | 752,7 | 72,8 | 90,3 | 78,2 | 15629,1 | 31129,8 | 15777,8 |
| Pastagem | 569,8 | 617,7 | 603,7 | 95,9 | 98,2 | 97,7 | 80714,4 | 79869,4 | 84851,5 |
| Não observado | 849,3 | 752,0 | 791,9 | 90,4 | 75,0 | 71,5 | 36612,2 | 19110,5 | 21287,2 |
| Agricultura | 4660,1 | 1578,2 | 2864,6 | 59,4 | 92,6 | 88,9 | 385,3 | 5110,6 | 2156,4 |
| Mineração | 799,2 | 1319,7 | 1557,0 | 74,7 | 80,6 | 78,9 | 1054,6 | 1135,7 | 1372,3 |
| Desflorestamento | 1289,9 | 2969,9 | N/A | 39,2 | 53,5 | 42,5 | 1196,5 | 290,7 | 20,3 |

Fonte: Elaborado pela autora.

Na análise das métricas de proximidade e isolamento foi utilizado o índice da distância média do vizinho mais próximo (ENN_MN). Os resultados aferiram que as classes de pastagem e floresta obtêm os menores valores de ENN_MN, revelando a proximidade entre fragmentos. Considerando o ano de 2014, a floresta apresentou o mais baixo ENN_MN (579,5 m) e, portanto, uma boa proximidade. Para Calegari et al. (2010) a redução nesses valores de proximidade torna possível a adoção de ações voltadas para promover a conectividade física entre os fragmentos florestais existentes, estabelecendo corredores ecológicos.

Segundo Ponciano et al. (2015), a intensidade do isolamento entre os fragmentos é frequentemente determinada pela distribuição espacial na paisagem e pelos variados elementos que conectam ou separam os fragmentos florestais. As demais classes estudadas apresentaram quantitativos consideráveis nos valores de proximidade, expressando menor proximidade e maior isolamento.

Cabe mencionar que o manejo de fragmentos com elevado grau de isolamento é complexo, visto que as interações tanto da fauna como flora são dificultadas, comprometendo a variabilidade ecológica da região. Em relação à ecologia de paisagem, Alvarenga e Porto (2007) comprovam que o grau de isolamento tende a afetar as variações de fluxo gênico entre os remanescentes florestais, e por conseguinte a sustentabilidade de populações naturais.

A métrica COHESION foi utilizada para mensurar o grau de conectividade entre os fragmentos. De acordo com Linke et al. (2009) a utilização desse índice corresponde a 100%, e os valores maiores favorecem maior ligação estrutural entre os fragmentos. Os resultados obtidos aferiram que os valores de conectividade entre as classes na bacia do Caeté apresentam-se de modo heterogêneo e deslocadas, contudo as classes pastagem, floresta e agricultura possuem alta conectividade estrutural.

A classe pastagem possui intensa conectividade (COHESION) entre seus fragmentos na paisagem da Bacia do Caeté. Contudo, o resultado que mais se destacou no cálculo dessa métrica, foi o elevado índice de conectividade para a classe de floresta, estimado em 97,3% da paisagem. Tais valores constituem um significativo cenário para a conservação ambiental na região, bem como a formação de corredores ecológicos importantes para o deslocamento de espécies locais. Caldas e Francelino (2009) inferem que quanto menor a distância entre os fragmentos, maior a possibilidade de dispersão das espécies.

Assim como é importante conhecer os índices de conectividade atuantes na Bacia do Caeté, os valores de área central (TCA) que definem o tamanho total das manchas ou classes, também se fazem necessários. Rosa et al. (2017) afirmam que a área central reforça o núcleo da expressiva cobertura vegetal. Quanto maior a área central, mais equilibrado é o ecossistema ali presente.

Os resultados dos índices de área central (núcleo) foram gerados com base na simulação da distância sob efeito de borda, com a finalidade de verificar se os valores TCA de cada borda são afetados pela distância de borda. Na análise, as classes que mais se destacaram foram pastagem e floresta, conforme o valor de 100 m sob o efeito de borda aplicado.

As classes foram submetidas a outros valores de borda 30m, 50m, 90m, no entanto não sofreram nenhuma alteração se comparado ao 100m. Bezerra et al. (2011) concluiu que a melhor distância de borda para estimar a área central dos fragmentos florestais foi de 100 m, pois valores acima de 100m levam a uma redução significativa nos valores TCA dos fragmentos médios passando a uma porcentagem de área central insignificante.

3.3.2 Descrição dos números dos fragmentos para a bacia

No que tange ao tamanho dos fragmentos florestais, o estado de conservação, e o grau do efeito de borda da classe florestal mapeados, foi realizada a análise dos índices de área central para cada uma das classes, elencados de acordo com os tamanhos de fragmentos encontrados: muito pequenos (< 10 ha), pequenos (10-20 ha), médios (30-40 ha) e grandes (> 50 ha).

Ao considerar o grau de fragmentação para a classe floresta (Tabela 10), nota-se uma significativa redução dos fragmentos no padrão espacial da paisagem até 2014, todavia tem-se o aumento de 9.910,2 ha na área total dos fragmentos florestais, transitando de 67.897,4 ha em 2004 para 77.807,6 ha estimado em 2014. Os fragmentos pertencentes às escalas entre 0 a 30 ha sofreram perdas até o ano de 2014. A classe de tamanhos entre 30 a 40 ha expandiram sua área.

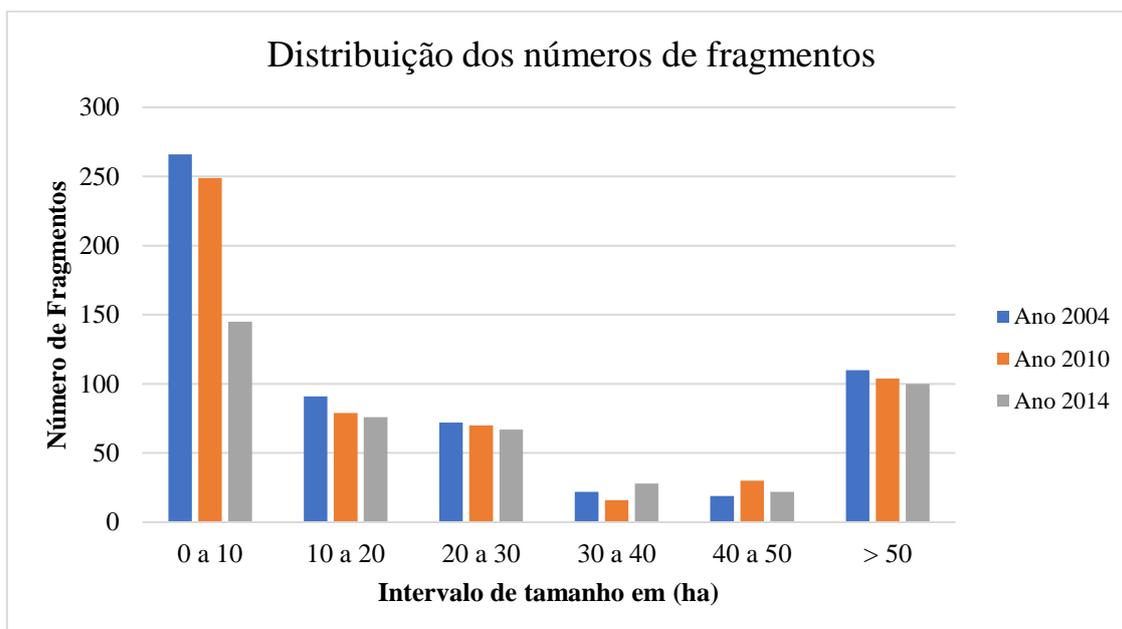
Tabela 10- Distribuição e tamanho dos fragmentos na Bacia do Caeté.

| Classe Tamanho dos Fragmentos | Nº de fragmentos | | | Área (ha) | | | Área relativa (%) | | |
|-------------------------------|------------------|------------|------------|-----------------|----------------|----------------|-------------------|---------------|---------------|
| | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 | 2004 | 2010 | 2014 |
| Entre 0 e 10 ha | 266 | 249 | 145 | 1798,16 | 1683,24 | 980,2 | 2,65 | 2,54 | 1,26 |
| Entre 10 e 20 ha | 91 | 79 | 76 | 1230,32 | 1068,08 | 1027,52 | 1,81 | 1,61 | 1,32 |
| Entre 20 e 30 ha | 72 | 70 | 67 | 1629,16 | 1649,44 | 1527,76 | 2,40 | 2,49 | 1,96 |
| Entre 30 e 40 ha | 22 | 16 | 28 | 743,6 | 540,8 | 946,4 | 1,10 | 0,82 | 1,22 |
| Entre 40 e 50 ha | 19 | 30 | 22 | 824,72 | 1338,48 | 946,4 | 1,21 | 2,02 | 1,22 |
| > 50 ha | 110 | 104 | 100 | 61671,48 | 60069,36 | 72379,32 | 90,83 | 90,53 | 93,02 |
| Total | 580 | 548 | 438 | 67897,44 | 66349,4 | 77807,6 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Fonte: Elaborado pela autora.

Putz et al. (2011) menciona que o processo de fragmentação modifica a estrutura da configuração florestal, principalmente quando se refere a fragmentos florestais menores que 25ha, que apresentam estados iniciais de sucessão. Fragmentos isolados podem condicionar redução na população de espécies florestais, uma vez que estão submetidas aos efeitos do tamanho pequeno do fragmento e da perda de hábitat (MORAES et al., 2015).

Figura 11- Distribuição dos números de fragmentos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Seguindo a mesma análise vê-se, conforme Figura 11, que fragmentos de 30 a >50 ha estenderam-se na porção de área total da Bacia do Caeté, e diante dos resultados demonstra-se que os fragmentos maiores que 30 ha estão menos vulneráveis aos efeitos de borda. Com base nos padrões espaciais de classe florestal estimados na bacia, afere-se efeitos que indicam o grau de conservação e integridade dos fragmentos florestais.

3.4 Conclusão

A Bacia do Rio Caeté apresenta uma paisagem cuja matriz está representada por pastagens, que formam a área de maior fragmento e a maior área central. Todavia a aplicação de métricas de paisagem revelou que o processo de fragmentação florestal incidente sobre a área de estudo têm passado pela atenuação na formação de fragmentos isolados na região. A classe floresta representou em todas as métricas, valores otimistas, contribuindo com a diminuição do grau de isolamento dos recursos naturais, frente aos intensos usos realizados na paisagem. A utilização de métricas contribuiu significativamente para a avaliação da composição estrutural paisagística na Bacia do Caeté e evidenciou resultados construtivos para contribuir a melhor e planejamento territorial e hidrológico.

3.5 Referências Bibliográficas

AIDE, T. M.; GRAU, H. R. Globalization, migration, and Latin American ecosystems. **Science**, v. 305, n. 5692, p. 1915-1916, 2004.

ALVARENGA, L. D. P.; PÔRTO, K. C. Patch size and isolation effects on epiphytic and epiphyllous bryophytes in the fragmented Brazilian Atlantic forest. **Biological Conservation**, v. 134, n. 3, p. 415-427, 2007.

ARROYO-MORA, J. P., A. SANCHEZ-AZOFEIFA, B. RIVARD, J. C. CALVO & D. H. JANZEN, 2005. Dynamics in landscape structure and composition for the Chorotega region, Costa Rica, from 1960 to 2000. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 106, n. 1, p. 27-39, 2005.

AUGUSTO CORRÊA. Lei Municipal nº. 1.352, de 05 de agosto de 1998. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental da Costa do Urumajó do Município de Augusto Corrêa – Pará. Coletânea de legislação: edição paraense, Augusto Corrêa, 1998.

BEZERRA, C. G.; SANTOS, A. R.; PIROVANI, D. B.; PIMENTEL, L. B.; EUGENIO, F. C. Estudo da fragmentação florestal e ecologia da paisagem na sub-bacia hidrográfica do Córrego Horizonte, Alegre, ES. **Revista Espaço e Geografia**, v. 14, n. 2, p. 76-85, 2011.

BRAGANÇA. Lei Municipal nº. 3.280, de 29 de outubro de 1997. Declara a ilha do Canela área de proteção e preservação ambiental permanente e dá outras providências. Coletânea de legislação: edição paraense, Bragança, 1997.

BRASIL. Decreto nº 4.340, de 20 de maio de 2005. Dispõe sobre a criação da Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu, no Município de Bragança, no Estado do Pará, e dá outras providências. Diário Oficial, Brasília, DF, 23 mai. 2005. Seção 1, p. 8.

CABACINHA, C. D.; CASTRO, S. S.; GONÇALVES, D. A. Análise da estrutura da paisagem da alta bacia do Rio Araguaia na savana brasileira. **Floresta**, v. 40, n. 4, p. 675-690, 2010.

CALDAS, A. J. S.; FRANCELINO, M. R. Fragmentação florestal na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba: caracterização como subsídio a preservação da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**, v. 16, n. 2, p. 10-19, 2009.

CALEGARI, L.; MARTINS, S. V.; GLERIANI, J. M.; SILVA, E.; BUSATO, L. C. Analysis of the dynamics of forest fragments in the city of Carandaí, MG, for forest restoration. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 871-880, 2010.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; DE ANDRADE, A. M. D. Variação da temperatura do solo em um fragmento de mata atlântica em Coruripe-AL – Um estudo de caso. **Caminhos de Geografia**, v. 14, n. 46, p. 139–149, 2013.

CASTRO, S. S. Erosão hídrica na alta bacia do rio Araguaia: distribuição, condicionantes, origem e dinâmica atual. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 17, p. 38-60, 2011.

CEMIN, G.; DUCATI, J. R. Análise temporal da paisagem de mata atlântica do município de Caxias do sul-rs. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 67, n. 7, p. 1341-1355, 2015.

CIBIM, J. C.; CLARO, C. A. B. Desafios de escala territorial na gestão e governança da água. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, n. 31, p. 57-65, 2012.

COSTA, F. E. V. Gestão dos recursos hídricos na Bacia do Caeté. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Geografia da Faculdade de Ciência e Tecnologia Da Universidade Estadual Paulista). Presidente Prudente – SP, 2017.

CHAZDON, R. L.; CHAO, A.; COLWELL, R. K.; LIN, S. Y.; NORDEN, N.; LETCHER, S. G.; ARROYO, J. P. A novel statistical method for classifying habitat generalists and specialists. **Ecology**, v. 92, n. 6, p. 1332-1343, 2011.

FERNANDES, M.; ALMEIDA, A.; GONZAGA, M. I. D. S.; GONÇALVES, F. Landscape Ecology of a Watershed in the Brazilian Coastal Flat Lands. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. 01-09, 2017.

GOERL, R. F.; SIEFERT, C. A. C.; SCHULTZ, G. B.; SANTOS, C. S.; SANTOS, I. Elaboração e Aplicação de Índices de Fragmentação e Conectividade da Paisagem para Análise de Bacias Hidrográficas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 5, p. 1000-1012, 2012.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Qualidade da água e abastecimento na Amazônia: o exemplo da bacia hidrográfica do rio Caeté. **Mercator**, v. 9, n. 18, p. 135-157, 2010.

GORAYEB, A.; PEREIRA L. C. C. Análise integrada das paisagens de bacias hidrográficas na Amazônia Oriental. Fortaleza: **Imprensa Universitária**, p. 21, 2014.

KULL, C. A.; IBRAHIM, C. K.; MEREDITH, T. C. Tropical forest transitions and globalization: neo-liberalism, migration, tourism, and international conservation agendas. **Society and Natural Resources**, v. 20, n. 8, p. 723-737, 2007.

LANG, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 424 p.

LEMONS, M. F. R. C. A importância dos espaços livres públicos em estratégias de adaptação de áreas urbanas costeiras sujeitas à inundação no contexto da mudança climática. Tese de Doutorado (Programa de Pós-graduação em Arquitetura do Departamento de Arquitetura e Urbanismo). PUC-Rio, 2015.

LINKE, J.; MCDERMID, G. J.; PAPE, A. D.; MCLANE, A. J.; LASKIN, D. N.; HALL-BEYER, M.; FRANKLIN, S. E. The influence of patch-delineation mismatches on multi-temporal landscape pattern analysis. *Landscape Ecology*, v. 24, n. 2, p. 157-170, 2009.

MCGARIGAL, K.; MARKS, J. **Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995.

MCGARIGAL K. Fragstats: Fragstats help - versão 4.2. **Computer software program produced by the author at the University of Massachusetts**. Massachusetts: Amherst, p.182, 2013.

METZGER, J. P. Como restaurar a conectividade de paisagens fragmentadas. **Restauração ecológica de ecossistemas naturais**. Botucatu: FEPAF, p. 49-76, 2003.

METZGER JP. Conservation issues in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1138-1140, 2009.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A. S.; SILVA, E. Mapeamento dos fragmentos de vegetação florestal nativa da bacia hidrográfica do Rio Alegre, Espírito Santo, a partir de imagens do satélite Ikonos II. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p.389-398, 2006.

NETTO, A. L. C. A interface florestal-urbana e os desastres naturais relacionados à água no maciço da tijuca: desafios ao planejamento urbano numa perspectiva socioambiental. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 46-60, 2011.

PUTZ, S.; GROENEVELD, J.; ALVES, L. F.; METZGER, J.P.; HUTH, A. 2011. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: a modelling study for Brazilian Atlantic forests. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 12, p. 1986-1997, 2011.

RANDO, A. S.; GALVÃO, A.S.; BROSE, M. E. Participação e descentralização na gestão dos recursos hídricos do acre. **Revista GeoAmazônia**, v. 3, n. 06, p. 151-161, 2016.

ROSA, P. A.; BREUNIG, F. M.; DE ALMEIDA, C. M.; BALBINOT, R. Dinâmica de Fragmentos Florestais no Noroeste do Rio Grande do Sul. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 21, n.1, p. 177-189, 2017.

ROSIN, J. A. R. G. A ideia de proteção de espaços de fragilidade ambiental: sua importância para a proteção das faixas marginais de corpos d'água. **Gestão e Sustentabilidade**, v. 17, p. 9-15. 2016.

SOUZA, S. R.; MACIEL, M. DE N. M.; OLIVEIRA, F. DE A.; JESUÍNO, S. DE A. Dinâmica da paisagem na bacia hidrográfica do Rio Apeú, nordeste do Pará, Brasil. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 9, n. 2, p. 141-150, 2017.

SOUZA, G.C.; ZANELLA, L.; BORÉM, R. A. T.; CARVALHO, L. M. T.; ALVES, H. M. R.; VOLPATO, M. M. L. Análise da fragmentação florestal da área de proteção ambiental Coqueiral, Coqueiral–MG. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 631-644, 2014.

PONCIANO, T. A.; FARIA, K. M.; SIQUEIRA, M. N.; DE CASTRO, S. S. Fragmentação da cobertura vegetal e estado das Áreas de Preservação Permanente de canais de drenagem no Município de Mineiros, Estado de Goiás. **Ambiência**, v. 11, n. 3, p. 545-561, 2015.

TORRES, M. F. A. Degradação Ambiental em Fragmento de Mata Atlântica: Reserva Ecológica do Jardim Botânico do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 4, n. 4, p. 762-778, 2012.

ZIEGLER, A. D.; GIAMBELLUCA, T. W.; PLONDKE, D.; LEISZ, S.; TRAN, L. T.; FOX, J.; VIEN, T. D. Hydrological consequences of landscape fragmentation in mountainous northern Vietnam: buffering of Hortonian overland flow. **Journal of Hydrology**, v. 337, n. 1, p. 52-67, 2007.

4 PRESSÕES E IMPACTOS AMBIENTAS DO CAETÉ E A PERCEPÇÃO DOS MORADORES DA RESEX MARINHA

RESUMO

O artigo objetivou discutir as pressões e impactos sobre a Bacia do Caeté, e a percepção ambiental dos moradores da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, frente aos reflexos de fragmentação incidente sobre a Unidade de Conservação. As comunidades visitadas e entrevistadas estabeleceram um elo de análise da pesquisa, uma vez que Unidades de Conservação e Bacia Hidrográfica são vistas como unidades territoriais diferenciadas, que na maioria das vezes não coincidem, e tornam dificultosa a interpretação dos cenários. Neste contexto, foram visitadas diversos pontos a margem do Rio principal (Caeté) e quatro vilas: Vila Quiera, Vila Taquandeuá, Vila do Taperaçu-Porto e Vila da Pontinha em Bacuriteua, todas inseridas no território da UC, estabelecendo relação direta com o rio. Foram realizadas 154 entrevistas, com questões abertas sobre indicadores socioambientais e de percepção. Os entrevistados eram da faixa etária de 13 a 75 anos, com média de 38 anos, e a maioria não completou o ensino fundamental. O tempo de residência é predominantemente superior a 10 anos, sendo 85% já residentes no local antes da criação da RESEX. A maioria dos entrevistados trabalha na agricultura ou na exploração de recursos naturais, como catadoras de caranguejo e pescadores. A poluição dos rios e o desmatamento foram os principais problemas ambientais citados, contudo na percepção deles, a criação da Resex contribuiu significativamente com a conservação dos recursos existentes.

Palavras-chave: Conservação; Áreas Protegidas; Rios.

ABSTRACT

The article aimed to access the performance and environmental perception of the residents of the Caeté-Taperaçu Extractive Reservoir Buffer Zone, in the face of the fragmentation reflexes caused in the belonging hydrographic basin. The communities visited and interviewed established a link of analysis of the research, since Conservation Units and Hydrographic Basin are seen as territorial units differentiated, that in the majority of the times do not coincide, making difficult the interpretation of the scenarios. In this context, four villages were visited: Vila Quiera, Vila Taquandeuá, Vila do Taperaçu-Porto and Vila da Pontinha in Bacuriteua, all of them inserted in the Caeté

Basin territory, establishing a direct relationship with the river, and located in the buffer zone of Resex. 154 interviews were conducted, with open questions on sociocultural and perception indicators. The interviewees were aged between 13 and 75 years, with an average of 37.7 years, and most did not complete elementary school. The residence time is predominantly over 10 years, with 85% already residing on the site prior to the creation of RESEX. Most of the interviewees work in agriculture or in the exploitation of natural resources, such as shooters and crab catchers and fishermen. River pollution and deforestation were the main environmental problems cited, however, the creation of Resex contributed significantly to the conservation of existing resources.

Keywords: Conservation; Protected Areas; Rivers.

4.1 Introdução

As intervenções humanas possuem grande responsabilidade no equilíbrio do ambiente natural, caracterizando-se um dever conciliar as mudanças e transformações que proporcionam a preservação e conservação do ecossistema, sobretudo dos recursos hídricos. Ao interferir no meio natural, o homem acaba alterando nos processos do ciclo hidrológico (MISERENDINO et al., 2011).

Segundo Nunes et al. (2015) os impactos ambientais possuem influência direta na qualidade dos recursos hídricos, comprometendo a qualidade de vida dos que fazem uso desse recurso. Tendo em vista que a água existente em um corpo d' água é resultante da drenagem de sua bacia, as características físicas, biológicas, químicas e ecológicas encontram-se diretamente atreladas a ações de uso e ocupação, realizadas a nível de bacia.

Para Oliveira (2008) a pressão sobre os recursos naturais implica na perda da biodiversidade e sociodiversidade local, tornando a população local um agente receptor das distintas ações causadas pelas demais agentes externos; onde as percepções individuais e materializadas local sempre imprimem uma nova valorização da paisagem, com a substituição de hábitos e comportamentos e novas formas de apropriação da natureza em decorrência as suas necessidades.

Desde a década de 90, estudos e pesquisas associados a questão de percepção têm obtido relevância frente as políticas públicas e a implantação de ações,

principalmente quando se refere à problemas relacionados ao meio ambiente, mudanças de atitudes e transformações nas condutas das comunidades (COSTA LIMA, 2003).

De acordo com Vasco et al. (2010) os estudos da percepção ambiental são de vital importância para compreensão das interrelações entre sociedade e o ambiente, suas expectativas, satisfações e insatisfações, anseios, julgamentos e condutas em relação ao espaço onde está inserido. Pesquisas têm demonstrado que cada sujeito percebe, reage e responde diferentemente às ações sobre o ambiente, no qual está inserido (SATO, 2002; REIGOTA, 2007; VASCO et al., 2010) uma vez que as respostas decorrentes da apropriação espacial resultam percepções (individuais e coletivas), sendo influenciadas por fatores culturais, mas diretamente vinculadas aos processos cognitivos, expectativas e julgamentos de cada indivíduo.

Busato et al. (2015) argumenta que as percepções das pessoas que residem no entorno de uma Unidade de Conservação servem como embasamento para o planejamento e o gerenciamento de efetivos programas de Educação Ambiental nessas áreas. Diferentes estudos e pesquisas acerca das interpretações, visões, significados e usos que uma determinada população propõe para Unidade de Conservação permite viabiliza planejar atividades que devem ser desenvolvidas para aumentar a consciência de preservação sobre esses espaços.

Neste contexto objetivou-se discutir as pressões e impactos sobre a Bacia do Caeté, e a percepção ambiental dos moradores da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, a fim de verificar possíveis alterações locais, frente ao processo de fragmentação florestal incidente sobre a região.

4.2 Material e Método

4.2.1 Área de estudo

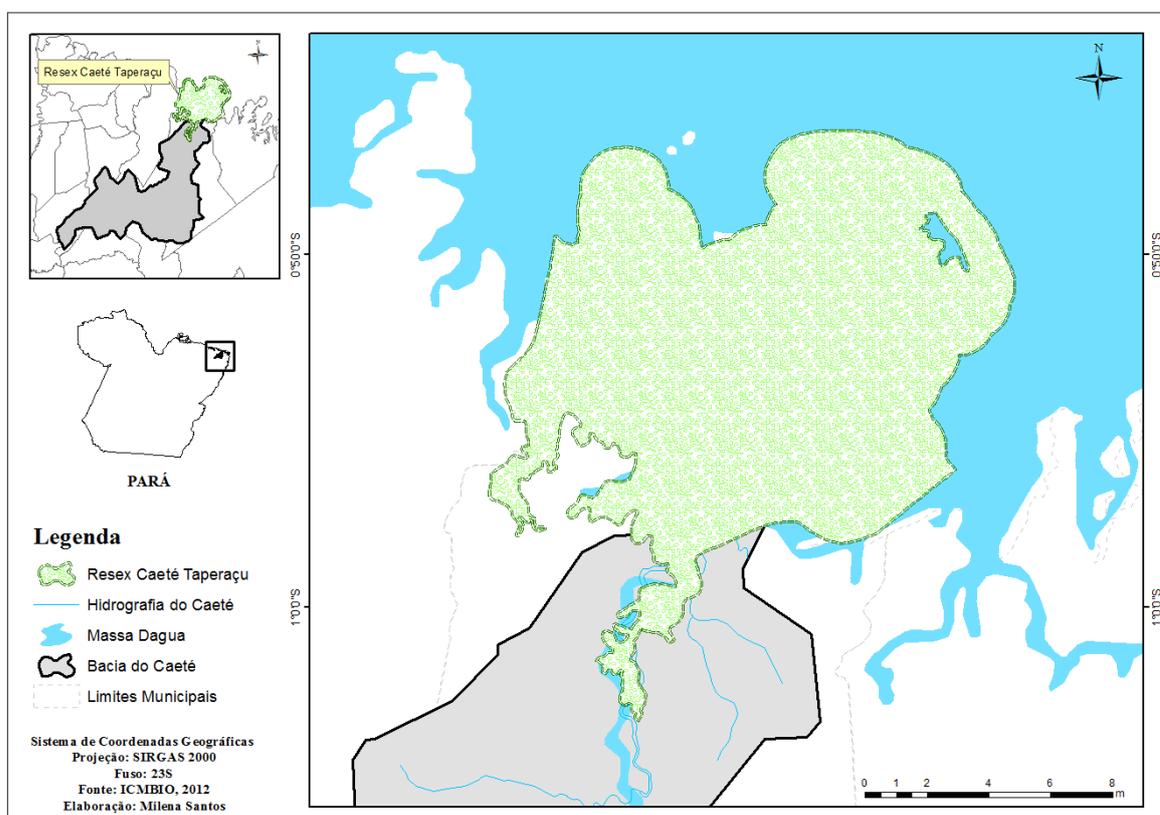
A Resex Marinha Caeté-Taperaçu foi criada em 20 de maio de 2005, pelo Decreto do Ministério de Meio Ambiente ocupando uma área de 42.489,17 hectares em um bioma de transição terrestre-marinho. A unidade de conservação tem a predominância de ecossistemas costeiras, com particularidade de manguezal e restinga (MMA, 2017).

Na região costeira do estado do Pará, encontram-se mais de dez ambientes naturais protegidos (Reservas Extrativistas - RESEX), estas áreas subordinam a

dependência direta e indireta de mais de 150 mil pessoas, como pescadores artesanais, coletores de caranguejo e tem a presença de mais de 500 comunidades tradicionais que sobrevivem da retirada dos recursos da floresta (PEREIRA et al., 2009).

É importante citar o expressivo papel que unidade de conservação exerce diante das formas de uso e cobertura da terra para o município de Bragança; percebe-se que a Resex Caeté Taperaçu tem uma significativa participação na proteção dos recursos naturais do município. Em consonância, Rezende et al. (2010) menciona que os espaços reservados para a conservação da natureza são estimados como os instrumentos mais aceito, tendo em vista a conservação e proteção da biodiversidade local.

Figura 12- Mapa de localização da RESEX Caeté



Fonte: Elaborado pela autora.

De acordo com Abdala (2012) a Resex Caeté Taperaçu é representada por 8 pólos, cuja representação política é formada de extrativistas moradores e líderes das comunidades geograficamente próximas a unidade de conservação, são eles: Cidade, Bacuriteua, Acarajó, Ajuruteua, Campo, Tamatateua, Caratateua e Treme, como representação de base comunitária/extrativista no Conselho Deliberativo da Resex,

sendo pertencentes a unidade, as comunidades do Castelo (pólo Bacuriteua), Vila dos Pescadores e Vila do Bonifácio (pólo Ajuruteua).

A Reserva Extrativista Marinha de Caeté-Taperaçu faz limite a oeste com a Reserva Extrativista Marinha Tracuateua, em linha divisória que passa por pontos equidistantes na altura da calha central do Rio Maniteua dividindo-o em partes iguais.

4.2.2 Coleta de dados

A metodologia foi dividida em duas partes, ambas atreladas a visita *in loco*. No primeiro momento, obteve-se a caracterização das principais comunidades pertencentes a Resex Caeté Taperaçu e a identificação de quais delas possuíam relação direta com o Rio Caeté (Objeto de estudo). Posteriormente foram visitadas quatro vilas: Vila Quiera, Vila Taquandeu, Vila do Taperaçu-Porto e Vila da Pontinha em Bacuriteua e realizou-se a aplicação de questionários abertos e fechados sobre percepção ambiental junto aos moradores, no intuito de analisar os principais usos dos recursos naturais existentes na Resex.

A pesquisa de percepção atual é categorizada como um estudo descritivo que segue uma quantidade aproximada. A coleta de dados foi realizada através de um questionário estruturado, que foi adaptado de Gorayeb (2014). O questionário foi composto de questões que identificaram características do entrevistado e de perguntas específicas sobre o tema abordado (Apêndices B e C).

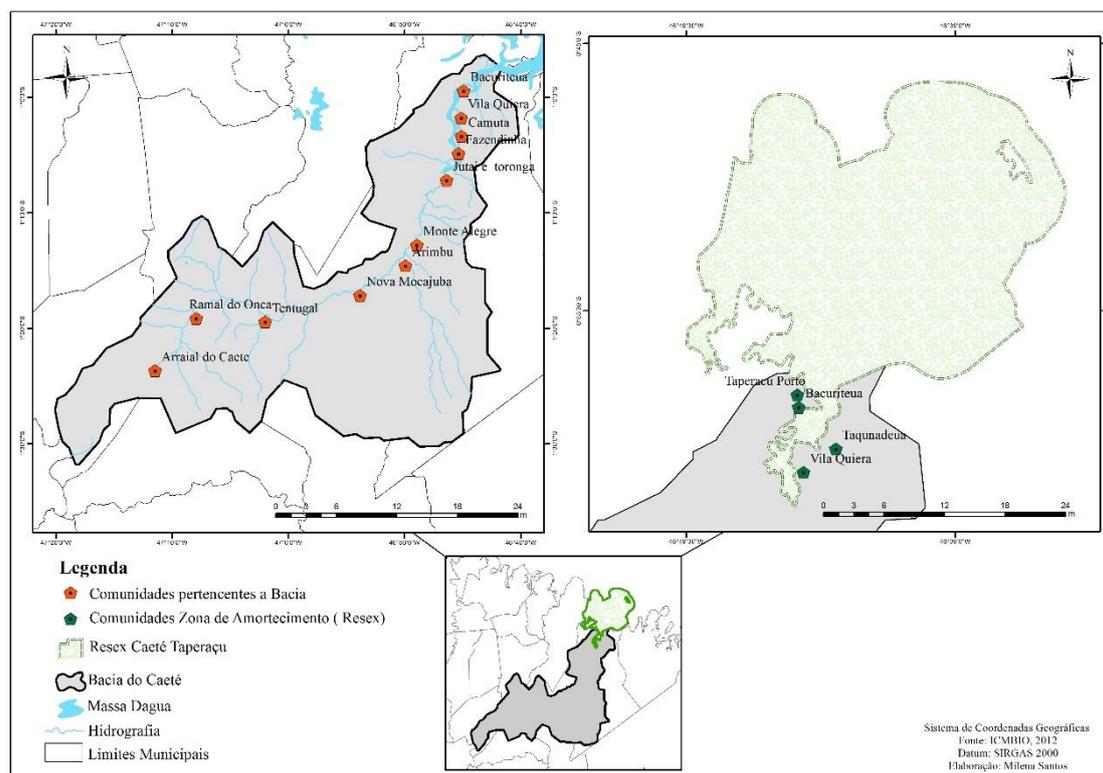
Em cada comunidade foram distribuídos questionários com abordagens diferenciadas para moradores e líderes (Grau de perguntas distintas), contabilizando uma margem de 38 a 39 questionários aplicados com os residentes do local. Para melhor entendimento a Tabela 11 e a Figura 13 ilustram o panorama da amostragem, processo pelo qual se obtém informação sobre um todo (população), examinando apenas uma parte do mesmo (amostra), e que permite inferir conclusões sobre a localidade, a partir das informações coletadas.

Tabela 11- Tabela com a informação dos percentuais de amostra por vila.

| | Vila Quiera | Taquandeu | Taperaçu porto | Pontinha Bacuriteua | Total |
|------------|--------------------|------------------|-----------------------|----------------------------|--------------|
| População | 226 | 400 | 383 | 200 | 1209 |
| Amostra | 38 | 39 | 39 | 38 | 154 |
| Percentual | 17% | 10% | 10% | 19% | 13% |

Fonte: Elabora pela autora.

Figura 13- Mapa das áreas visitadas



Fonte: Elaborado pela autora.

No segundo momento foram realizados levantamentos em 11 comunidades presentes ao longo do Rio Caeté e atuantes na Bacia em estudo, foram elas: Arraial do Caeté, Ramal do Onça, Tentugal, Nova Mocajuba, Arimbu, Monte Alegre, Jutai e Toronga, Fazendinha, Camutá, Vila Quiera e Bacuriteua (Figura 12). No decorrer da visita relatou-se a significativa presença de muitas fazendas, roças e demais usos praticados ao longo da bacia (Apêndice E).

4.3 Resultado e Discussão

4.3.1 Bacia do Caeté: atividades econômicas, tipos de usos e pressões antrópicas.

Nas margens do rio Caeté estão localizadas dezoito comunidades tradicionais (GORAYEB et al., 2009). Segundo Guimarães et al. (2011), a população que habita as comunidades rurais nas margens deste rio, nos setores superior e médio, é estimada em um pouco mais de 3.000 habitantes. Ao considerar as comunidades pertencentes ao limite territorial da Bacia do Caeté tem-se, duas comunidades localizadas no setor superior (Arraial do Caeté, no município de Ourém e São João do Caeté/Ramal da Onça

em Santa Luzia do Pará) e oito comunidades no setor médio (São João do Caeté/Vila do Caeté, e Tentugal em Santa Luzia do Pará; Nova Mocajuba, Arimbú, Jutai, Toronga, Monte Alegre, e Fazendinha em Bragança).

As principais atividades econômicas estão relacionadas à agricultura e à pecuária. A plantação de mandioca, arroz, feijão, açaí, cupuaçu, coco-dendê e criação extensiva de gado atinge grande parte das nascentes (município de Bonito), assim como o médio curso do rio (GORAYEB et al., 2009).

No médio curso do rio, a população das sedes municipais está estimada em aproximadamente 63.639 habitantes, conforme o censo oficial de 2010 (IBGE, 2017). Neste setor fluvial, os problemas estão relacionados também com a extração ilegal de madeira, implantação de indústrias de pequeno porte, captação de água sem planejamento prévio para abastecimento de cidade como ocorre em Capanema, entre outros (GORAYEB et al., 2009). Estas práticas vêm causando mudanças nas paisagens, fertilização do solo, contaminação dos recursos hídricos, etc. (GORAYEB et al., 2011; GUIMARÃES et al. 2011)

No baixo curso do rio estão localizadas oito comunidades rurais (Camutá, Vila Quiera, Caratateua, Bacuriteua, Acarajó, Vila dos Pescadores e Ponta do Urumajó) e a cidade de Bragança. A população das comunidades rurais está estimada em 6.520 habitantes, segundo Guimarães et al. (2009). Parte deste setor está localizado na reserva extrativista Marinha Caeté-Taperaçu, onde a população vive basicamente da pesca (peixe, crustáceos, moluscos). Neste setor também há a extração ilegal de madeira (GUIMARÃES et al., 2011). Fábricas de gelo, portos e fábricas de pescado são encontrados nas comunidades de Bacuriteua e Caratateua.

Entretanto é no setor urbano, onde ocorrem os principais problemas ambientais que comprometem a qualidade da água do Caeté. O centro da cidade de Bragança está localizado à margem direita do leito principal. Neste setor estão localizadas as fábricas de gelo, portos pesqueiros, a feira da cidade, o comércio da cidade, residências, entre outros estabelecimentos (GUIMARÃES et al., 2009, 2011; PEREIRA et al., 2010; MONTEIRO et al., 2012).

A cidade de Bragança é um dos principais polos pesqueiros do Estado do Pará e o estuário do Caeté possui vários portos de pesca, sendo a rota para várias embarcações que realizam pesca industrial, comercial e artesanal na plataforma continental adjacente. Estas atividades pesqueiras são responsáveis pelo despejo de óleo e resíduos sólidos e

líquido ao longo do estuário na entrada e saída de embarcação do estuário, assim como na região portuária da cidade (GORAYEB et al., 2009; SILVA et al., 2013).

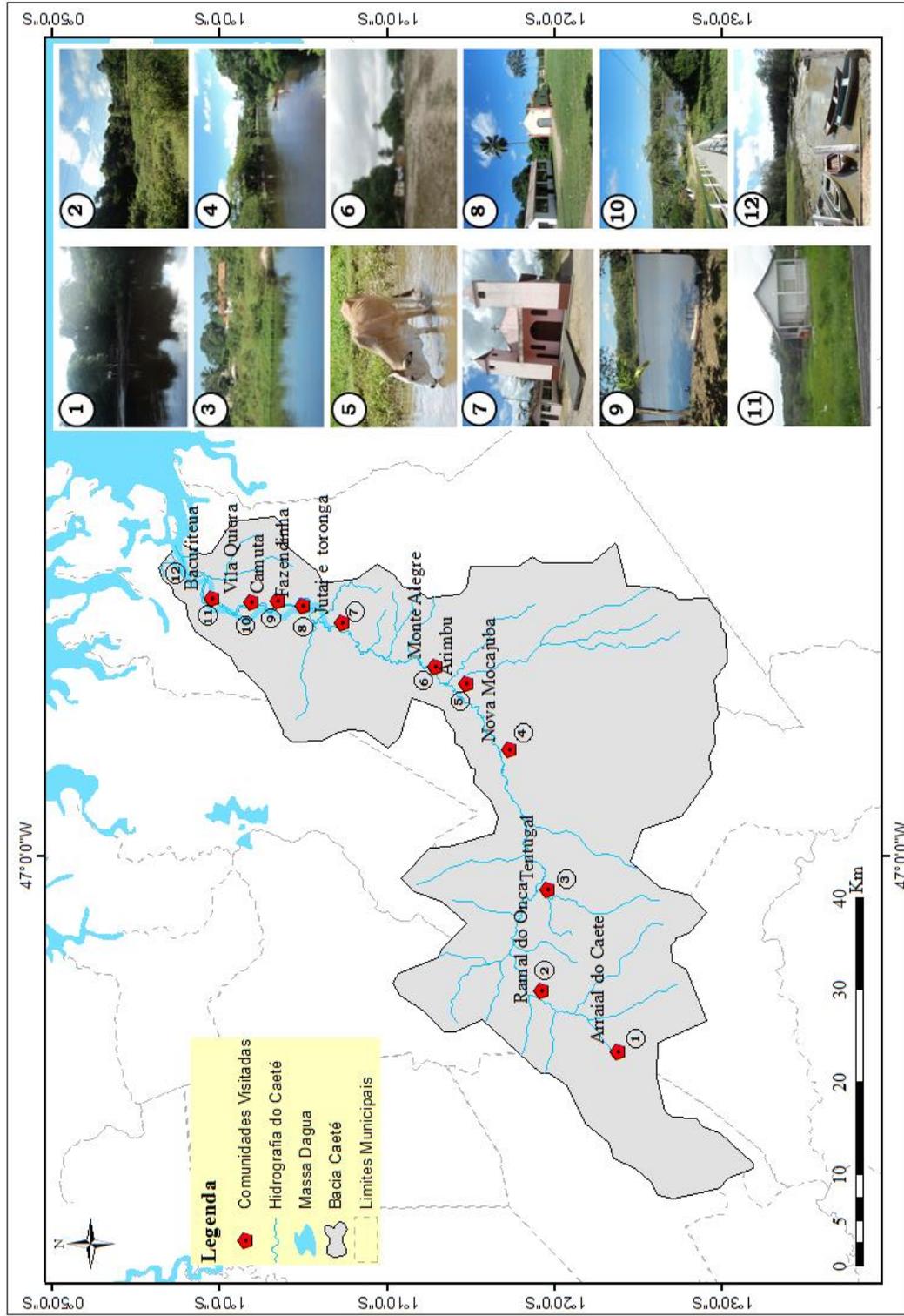
Por sua vez, o rio Cereja, que atravessa toda a cidade de Bragança, foi há algumas décadas, utilizado para dessedentação de animais e humanos, uso doméstico e fins recreacionais, porém atualmente é considerado como um rio impróprio para estas atividades, devido às más condições da qualidade da água a qual se encontra (SANTOS; JÚNIOR, 2017). Algumas áreas no entorno do rio Cereja são consideradas áreas de risco, principalmente no período de chuvas mais intensas, quando as partes mais baixas da cidade localizadas nas margens do rio são completamente alagadas. O alagamento ocorre devido aos processos irregulares de ocupação na margem do Cereja e à falta de um sistema de drenagem adequado (MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2015).

As Figuras 13 e 14 mostram o mapa da Bacia Hidrográfica do Caeté, assim como fotos com tipos de usos, atividades econômicas e tipo de moradia ao longo das áreas rurais da bacia.

As fotos 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9 e 10 da Figura 14, mostram as comunidades por onde o rio passa. Foto 4 mostra os usos de pesca e a lavagem de roupas, na 5 tem-se a dessedentação de animais, 11 a construção de casas nas proximidades de áreas protegidas (mangue, restinga) e 12 a pesca.

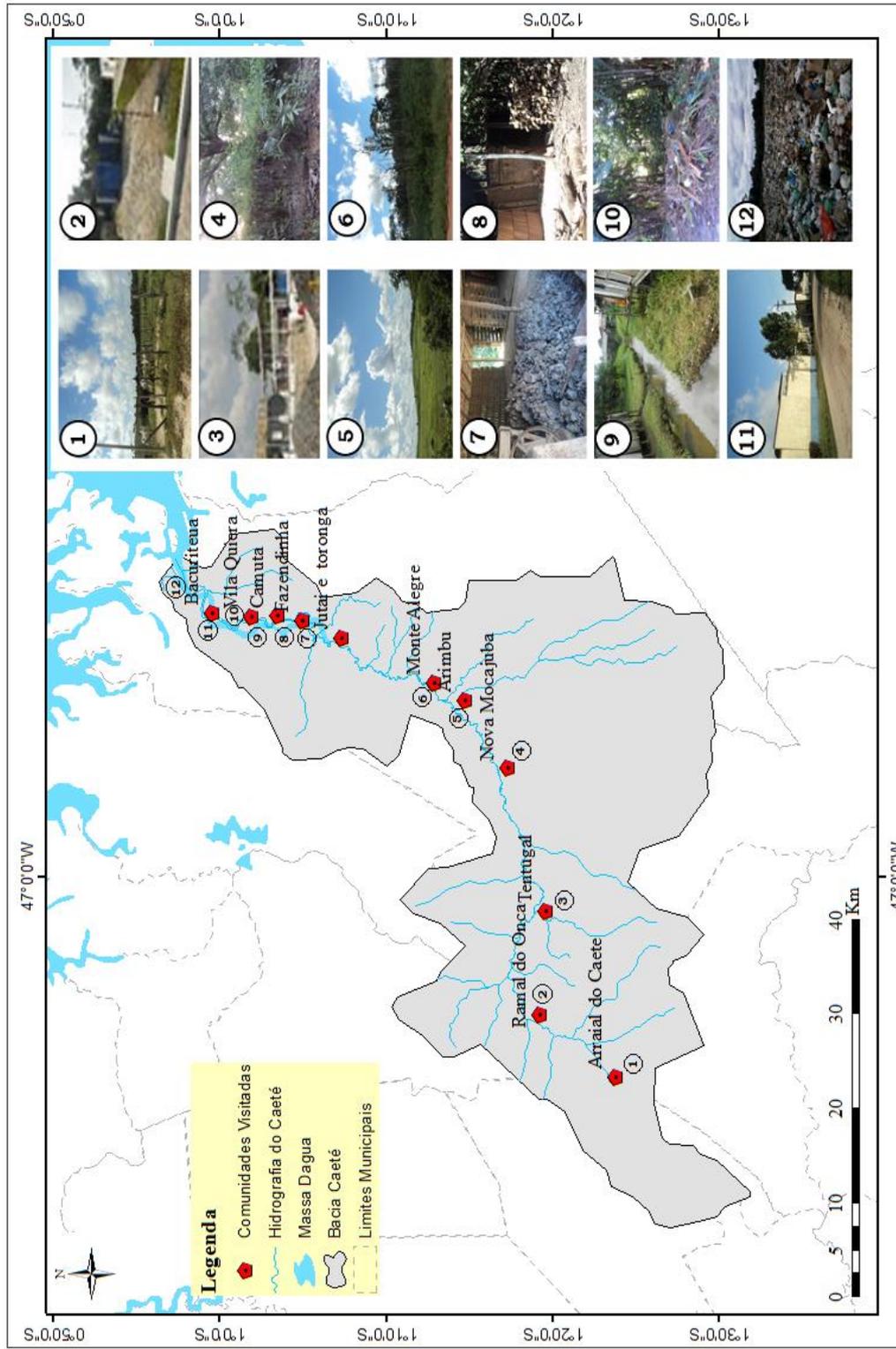
Ao longo do percurso do rio, áreas de pastagem, retirada da mata ciliar para construções, fossas rudimentares e sépticas, criação de animais, resíduos sólidos, além de diversas encanações de despejo de água residual são encontradas.

Figura 14: Tipos de uso dos recursos naturais na Bacia Hidrográfica do Caeté.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 15: Tipos de pressões antrópicas e impacto natural que afetam a Bacia Hidrográfica do Caeté.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na Figura 15 as fotos representam: (1) criação de gado, (2) abastecimento de água, (3) fábrica de seixo próximo ao leito do rio, (4) erosão de áreas adjacentes ao rio, (5) retirada da mata original para área de cultivo, (6) desmatamento, (7 e 8) utilização do solo (argila) para confecção de artesanato e retirada de mata para produção de lenha, (9) despejo de esgoto, (10) acúmulo de resíduos sólidos, (11) fábricas de pesca na região e (12) lixão de Bragança próximo a um afluente do Caeté,

Diante da fragilidade das condições ambientais evidenciadas na bacia, torna-se crucial averiguar os múltiplos usos associados aos recursos hídricos, com vista à amenização do quadro de degradação no Caeté. No decorrer da visita *in loco* observou-se a ligação e proximidade das comunidades servidas pela água do Caeté, assim com a busca pela conservação das funções vitais das propriedades ecológicas da região, em vista a realidade de degradação proveniente das atividades exploratórias somadas à má gestão da esfera pública.

A prática da criação de gado e dessedentação de animais ocasionam significativas alterações no uso do solo da bacia. Pesquisas associadas a análise de recursos hídricos no nordeste paraense elucidam que a presença de gado nestas áreas ocasiona a compactação do solo por meio do pisoteio animal, tornando dificultosa a regeneração natural (SANTOS, 2007). No desenvolvimento da dessedentação de animais, as fezes acabam se direcionando para os corpos hídricos e modificando as condições da qualidade da água que é utilizada pela comunidade.

O abastecimento de água é categorizado como uso consultivo, haja vista a utilização efetiva do manancial hídrico para múltiplos fins, todavia o retorno a fonte provedora é menor. Nascimento e Castro (2016) discorre acerca do uso crucial da água para garantia da vida, que não só se relaciona com a necessidade de beber água, mas também da efetivação de atividades humanas diárias: lavagem de roupas, higiene básico, irrigação de jardins. Contudo para ao pleno desenvolvimento desses usos é essencial a manutenção da qualidade da água na bacia.

A extração de sedimentos como seixo e argila do rio para confecção de artesanatos e materiais de construção são outras práticas degradantes, em função da grande quantidade de depósitos aluviais e a extração nos leitos fluviais. A extração realizada na fábrica e seixos consiste na dragagem dos sedimentos por meio de bombas de sucção, as quais transportam o material coletado para as peneiras. De acordo com Nascimento e Castro (2016) são consequências visíveis dessa atividade: alteração da

calha fluvial, a mudança na velocidade do escoamento, aumento na turbidez, solapamento das margens, dentre outras alterações.

Processos de erosão em áreas adjacentes no rio Caeté também foram visualizadas, geralmente associados ao desmatamento das encostas e o uso intensivo do solo. Para Vale e Bordalo (2016) os sedimentos provenientes de processos erosivos são transportados para o interior dos afluentes, diminuindo o carregamento de sedimentos recebidos e a profundidade dos mesmos. Neste cenário a retirada da mata original para área de cultivo e o desmatamento foram atividades pontuais ao longo da bacia, no entanto a conservação da vegetação nativa é importante para a manutenção das propriedades físico-químicas dos corpos d'água.

Outro fator de interferência antrópica marcante é presença do lixão de Bragança próximo a um afluente do Caeté, o despejo de esgotos habitacionais e a visualização de depósitos de lixo são fatores agravantes na realidade da bacia próxima aos centros urbanos, através do escoamento do chorume proveniente da matéria orgânica. Sousa e Cunha (2013) elucidam que para áreas destinadas ao depósito de lixo algumas características devem ser observadas, tais como: aspectos físicos do local, declividade, proximidade com nascentes, entre outras que manifestam local próprio ou impróprio para uso.

4.3.2 Os cenários atuais da Reserva Extrativista Marinha sob a percepção do morador local.

Sabe-se que em decorrências das pressões sofridas pelas populações tradicionais, desde 2005, iniciou-se o processo de criação de unidades de conservação no litoral paraense. Dentre estas destaca-se a Reserva Extrativista Marinha Caeté Taperaçú, com o intuito de conservar e proteger as extensas áreas de manguezais, pertencentes no município de Bragança. Entretanto, observa-se a permanência de comunidades que já viviam de forma extrativista, e utilizavam-se da atividade pesqueira para sobrevivência, mesmo antes da criação da Resex.

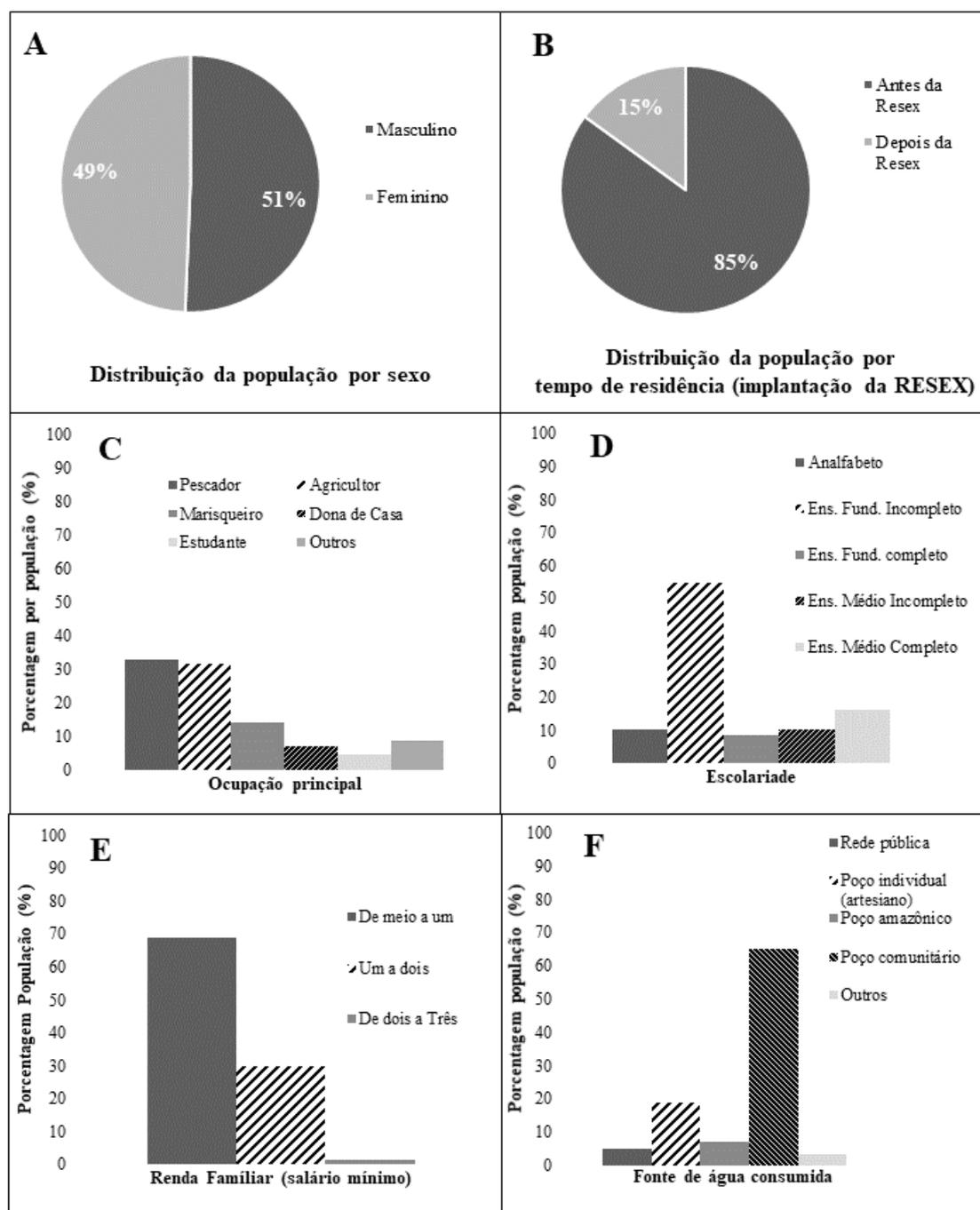
Segundo o depoimento do atual gestor da Assuremacata, todos os moradores, inseridos nas comunidades pertencentes à Resex, foram beneficiados. Logicamente ponderam-se algumas colocações, por exemplo, a extração de madeira intensa, antes da implantação da Resex. Os problemas de desmatamento afetavam principalmente a

espécie *Avicennia schaueriana* (Siriúba), também conhecido por mangue preto, muito utilizada para a construção de currais e cercados. Outro uso intenso era o cultivo de arroz, considerado pelo presidente e moradores como “a praga do Caeté”. A plantação de arroz de várzea contribuiu significativamente com o assoreamento e poluição do Rio Caeté e seus afluentes.

Diante do cenário devastado, pertinente aos diversos usos, tanto no rio Caeté, quanto na porção territorial pertencente a bacia, infere-se que a incorporação da associação dos extrativistas e líderes locais da Resex, atuou com significativas intervenções políticas e socioambientais. A inserção da Resex favoreceu a recomposição de antigas áreas desmatadas, auxiliando na recuperação ambiental da área, frente aos processos de uso e ocupação.

Retomando a entrevista realizada com o gestor da Assuremacata, buscou-se, especialmente, saber quais comunidades exerciam relação direta com o Rio Caeté, a fim de conhecer os usos e as formas de relação e apropriação local. Valendo-se da pesquisa realizada na Vila Quiera, Vila Taquandeuca, Vila do Taperapu-Porto e Vila da Pontinha em Bacuriteua, indagou-se acerca dos perfis dos moradores, do principal problema ambiental, da existência de projetos sociais ofertados pelo ICMBIO/Assuremacata, da percepção de mudanças após a criação da Resex (Apêndice D).

Figura 16- Perfil e percepção dos moradores sobre RESEX.



Legenda (A) Distribuição dos moradores por sexo. (B) Tempo de residência. (C) Ocupação principal. (D) Escolaridade. (E) Renda Familiar. (F) Fonte de água.

Fonte: Da autora

A distribuição por sexo indica o percentual de 51% do sexo masculino, e 49% do sexo feminino (Figura 16A). O tempo de residência é predominantemente superior a 10 anos (Figura 16B), dos quais 85% são residentes do local antes da criação da RESEX.

Ressalta-se que a identidade dos informantes foi preservada, tendo em vista as opiniões diversas em relação à implantação da Reserva Extrativista e sua execução.

Os entrevistados eram da faixa etária de 13 a 75 anos, com média de 37,7 anos. O grau de escolaridade alcançado é muito baixo (Figura 16D), pois 55% não concluíram o ensino fundamental, e 10% se consideram analfabetos (65%, que corresponde a 100 pessoas). Do percentual total entrevistado, apenas 16% apresenta nível médio completo. Os dados revelam que a educação, assim como em grande parte do Brasil, necessita de mais atenção do poder público, 55% não concluíram o ensino fundamental, e 10% se consideram analfabetos.

Segundo Almeida (2017) existem muitas fragilidades na maioria das escolas brasileiras que descaracterizam o meio ambiente. É urgente a prática de educação sobre as contribuições efetivas para a conscientização das pessoas sobre questões socioambientais. O fator educacional implica fortemente na formação das reflexões críticas e cotidianas.

Com relação a renda (Figura 16E), 69% da população economicamente ativa sobrevive com meio a um salário mínimo mensais, 30% com um a dois, e 1% com ganhos dois a três salários.

Sobre a profissão dos informantes (Figura 16C), 33% se identificaram como pescadores (incluindo a coleta de mariscos: *Ucides cordatus* - Caranguejo, *Mytella* sp - Mexilhão, *Callinectes* sp - Siri, *Teredo* sp - Turu), 32% como agricultores, 7% se identificaram como donas de casa e aposentadas. No entanto, houve controvérsia, nestas últimas, porque elas diziam que ajudavam seus maridos na pesca, mas não se identificavam como pescadoras, isso demonstra que as mulheres estão cada vez mais atuantes em diversas profissões. Os 14% somaram as demais profissões existentes nas comunidades, dentre comerciantes, funcionários públicos municipais e pedreiro.

A maioria dos entrevistados faz outros usos da agricultura e da exploração de recursos naturais (Tabela 12), como coletores e catadoras de caranguejo e pescadores. Percebeu-se um significativo número de mulheres atuando em atividades de pesca, ou associada com catação de mariscos.

Tabela 12- O uso dos recursos da RESEX indicados pela população.

| Recurso | Escolha da população |
|-------------------------------|----------------------|
| Agricultura | 78 |
| Pecuária | 21 |
| Extração de Madeira | 9 |
| Coleta/ Catação de Caranguejo | 51 |

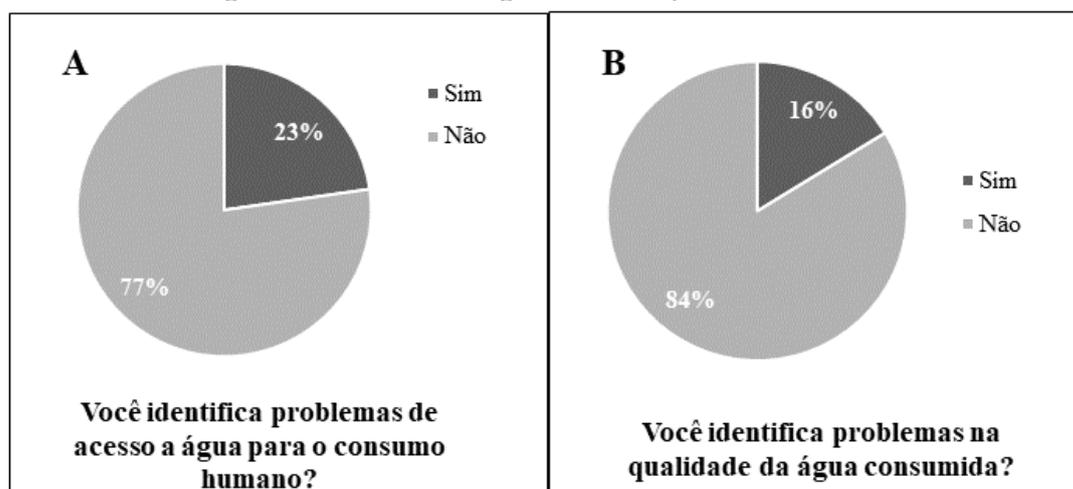
Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se afirmar que ainda são características comuns do litoral amazônico, o baixo poder aquisitivo, a baixa escolaridade, a predominância de jovens na população e a pesca como principal atividade econômica. Resultados similares foram encontrados por Krause e Glaser (2003) e Pereira et al. (2006) ao realizarem trabalhos na Vila dos Pescadores e na Praia de Ajuruteua, áreas inseridas na Resex do Caeté e a poucos quilômetros da área de estudo.

No quesito fonte de água consumida (Figura 15F), 65% fazem uso de poços comunitários, construídos pela própria associação dos moradores da Resex nas vilas. 19% possuem poços artesanais individuais, 7% poços artesanais que são construídos sem respeitar as normas básicas de construção civil, 5% fazem uso do abastecimento da rede pública municipal e 3% outras fontes (rios e lagos na comunidade).

Retomando a problemática ambiental hídrica, duas questões do questionário associavam-se ao consumo de água potável pela população (Figura 17 A e B), 23% dos entrevistados visualizam problemas no acesso a água potável na vila, 16% relataram sobre a coloração escurecida e desejavam melhoria na qualidade da água consumida. Este fator alia-se a diversos usos e impactos ao longo do rio principal.

Figura 17- Consumo de água: acesso e qualidade do recurso.



Fonte: Elaborado pela autora.

No que tange os principais problemas ambientais (Tabela 13), destacaram-se: a poluição dos rios, o desmatamento das matas ciliares, assoreamento, queimadas, e a má gestão de resíduos sólidos. Todavia, o desmatamento e a poluição dos rios foram os problemas ambientais mais citados.

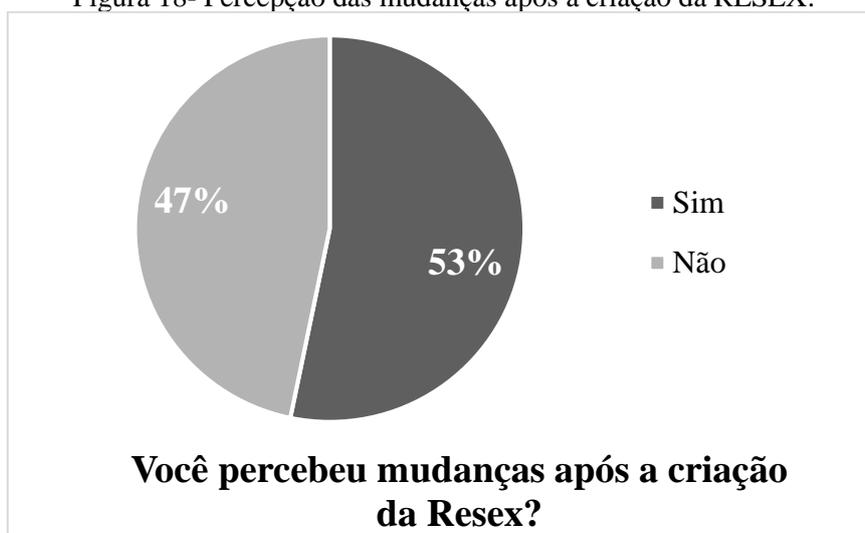
Tabela 13- Principais problemas ambientais percebidos pela população local.

| Problema Ambiental | Escolha da População |
|-----------------------|----------------------|
| Desmatamento | 41 |
| Assoreamento dos rios | 26 |
| Poluição dos rios | 57 |
| Lixo na comunidade | 29 |
| Queimadas | 10 |
| Não observa | 37 |

Fonte: Elaborado pela autora.

Neste íterim, é válido mencionar o quanto a criação da Resex contribuiu para a conservação dos recursos existentes, sendo 53% dos entrevistados preceptores das alterações e mudanças socioambientais após a implantação da Caeté-Taperaçu (Figura 18).

Figura 18- Percepção das mudanças após a criação da RESEX.



Fonte: Elaborado pela autora.

O desmatamento de matas ciliares e do mangue aferiram um resultado visível da alteração hídrica na região, apontado pelos moradores pela escassez de espécies nativas e o desaparecimento de espécies como a *Cynoscion acoupa* (Pescada Amarela). Neste cenário Tejada et al (2016) destaca que é importante entender os efeitos das mudanças nos diferentes usos para conservação dos recursos hídricos, já que os níveis d'água variam ao decorrer do tempo em função da variabilidade natural ou ocasionada pelas inúmeras formas de apropriação da natureza e usos conflitantes.

Na vila do Taperaçu-Porto, uma das 4 visitadas, a pesca foi registrada a profissão/ocupação principal da comunidade, contudo, a mesma diminuiu e atualmente somente as espécies *Hexanematichthys bonillai* e *Bagre spp* (Bagre Uricica e Bagre Bandeira) são encontradas. Considerando este cenário, observa-se que a influência dos impactos antrópicos, causados pela modificação da paisagem trouxeram consequências a ictiofauna local, promovendo alteração nos padrões ecológicos, associados a habitats, disponibilidade de recursos, acessibilidade a diferentes ambientes de interação, alterando consequentemente áreas de alimentação, de reprodução, e até o período de maturação sexual das espécies (SANTOS et al. 2017)

Nardini et al. (2015) descrevem que as matas ciliares atuam como filtros de toda água que atravessa o conjunto de sistemas componentes da bacia de drenagem, sendo determinantes, também, das características físicas, químicas e biológicas dos corpos d'água. A localização desta vegetação junto aos corpos d'água faz com que ela possa desempenhar importantes funções hidrológicas, compreendendo: proteção da zona

ripária, filtragem de sedimentos e nutrientes, controle do aporte de nutrientes e de produtos químicos aos cursos d'água, controle da erosão das ribanceiras dos canais e controle da alteração da temperatura do ecossistema aquático.

A remoção da mata ciliar nas zonas ripárias pelo desflorestamento, atividades agrícolas, implantação de pastagens ou mineração também contribuem para modificações nas comunidades de peixes e de invertebrados (CAIONI et al., 2017). Os pequenos rios e igarapés servem como importantes *habitats* para estes organismos, que têm como características na região uma alta diversidade de espécies e elevada dependência dos peixes acerca das fontes de alimentos.

Outro fator fortemente mencionado foi o assoreamento do rio, justificado pela construção de estradas, e a construção de casas em terreno de mangue. Scoss et al. (2004) valida que a implantação de estradas e/ou rodovias vem contribuindo para o aumento da pressão antrópica nas áreas de abrangência de UCs, pois muitas vezes esses empreendimentos interceptam e/ou tangenciam essas áreas, fragmentando *habitats* e aumentando a perda de animais decorrentes de atropelamentos.

Para Costa et al. (2016) o assoreamento afeta consideravelmente a disponibilidade hídrica, uma vez que altera a morfologia da calha de drenagem dos corpos hídricos, dado o excesso de sedimentos depositados.

Araújo (2012) considera a criação de Unidades de Conservação uma das medidas mais efetivas para a manutenção e preservação dos ecossistemas e recursos naturais. Uma vez que se apresentam como áreas que atuam como refúgio para as espécies vulneráveis a paisagens modificadas e possibilitam o funcionamento dos processos ecológicos sem grande interferência antrópica. Contudo, as mesmas sofrem contínuos processos de pressões oriundas de atividades desenvolvidas em seu entorno, sobretudo a pressão do crescimento urbano, dos complexos industriais e da agropecuária extensiva e intensiva (BEYDA et al., 2013).

Santos et al. (2017) validam que a existência de conflitos entre uso e ocupação e o descumprimento da legislação nas áreas de conservação, põem em risco a integridade dos recursos hídricos, afetando a qualidade da água, devido à dinâmica fluvial e ao escoamento superficial da água ao longo da bacia de drenagem.

4.4 Conclusão

A aplicação de estudos de percepção ambiental torna possível a compressão da relação entre as pessoas e o meio natural, além de identificar e quantificar os diferentes olhares e concepções inseridos no meio, também fornecem informações relevantes e satisfatórias acerca do entendimento das transformações sociais, políticas e ambientais na região.

Percebeu-se que os impactos causados pelas atividades humanas sobre os corpos de água na bacia do rio Caeté, demonstram importantes modificações na composição de espécies da ictiofauna local, e na disponibilidade hídrica local refletida sobre as áreas de influência da Unidade de Conservação.

Outro fator importante na pesquisa, vincula-se aos problemas ambientais exercidos nas áreas da Reserva Extrativista Caeté Taperaçu, os quais, logicamente moderam-se após a implantação da Unidade de Conservação, no entanto, muito ainda precisa ser realizado a nível de gestão e participação comunitária.

Como uma medida para solucionar os efeitos negativos pela ocupação antrópica nestes ambientes, um plano de ação que vise desde a fiscalização do plano de gestão, até as ações de intervenção deverá ser realizada e será fundamental para melhorar a qualidade da água dos ambientes estudados. Dentre as medidas para mitigar os problemas ambientais podem ser destacadas:

i) aplicação da gestão dos recursos hídricos através do cumprimento da lei, voltada ao estuário do rio Caeté, assim com toda a área da bacia hidrográfica do rio Caeté;

ii) obras de saneamento básico com tratamento de esgoto;

iii) monitoramento ambiental, através de análises periódicas da qualidade da água, bem como a fiscalização de usos;

iv) atividades de educação ambiental, através de informações e esclarecimento à população a respeito da poluição e contaminação hídrica, com uso de recursos educativos, como a utilização de cartilhas e campanhas de preservação para os moradores das vilas pertencentes a UC.

4.5 Referências Bibliográficas

ABDALA, G.; SARAIVA, N.; WESLEY, F. **Plano de Manejo da Reserva Extrativista Marinha Caeté-Taperaçu**: Volume I. Diagnóstico da Unidade de Conservação. Brasília ICMBio, 2012, 109 p.

ALMEIDA, R.; SCATENA, L. M.; LUZ, M. S. DA. Environmental perception and public policies –dichotomy and challenges to the development of a sustainability culture. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. v. XX, n. 1, p. 43-64, 2017

ARAÚJO, M. A. R. A seleção e o desenho de Unidades de Conservação. In: NEXUCS (Org.). **Unidades de Conservação no Brasil**. São Carlos: Rima Editora; p. 536, 2012.

BRASIL. Decreto de 20 de maio de 2005. Dispõe sobre a criação da Reserva Extrativista Marinha de Araújo-Peroba, no Município de Augusto Corrêa, no Estado do Pará, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

BEYDA, T. T.; COHEN, M.; DA SILVA, J. F. Gestão da Mudança em Parques Naturais: Lidando com Stakeholders. **Revista Pretexto**, v. 14, n. 1, p. 124-144, 2013.

BUSATO, M. A.; FERRAZ L.; FRANK, N. L. P. Reflexões sobre a relação saúde e ambiente: A percepção de uma comunidade. **HOLOS**; v. 6, p. 460-471, 2015.

CAIONI, C.; NEVES, S. M. A.; CAIONI, S.; PARENTE, T. L.; RODRIGUES, B. P. Uso e ocupação da terra em áreas de preservação permanente no município alta floresta, Mato Grosso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 3853-3863, 2017.

COSTA, F. E. V.; DOS SANTOS, N. S. L.; RODRIGUES, J. I. M. Apropriação da natureza para fins econômicos e problemáticas ambientais da bacia do rio Peixe-Boi na cidade de Peixe-Boi (PA.). **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 22-33, 2016.

COSTA LIMA, G. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. **Ambiente & Sociedade**, v. 6, n. 2, p.99-106, 2003.

GORAYEB, A.; LOMBARDO, M. A.; PEREIRA, L. C. C. Condições Ambientais em áreas urbanas da bacia hidrográfica do rio Caeté, Amazônia Oriental, Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2 p.59-70, 2009.

_____. Natural conditions and environmental impacts in a coastal hydrographic basin in the Brazilian Amazon. **Journal of Coastal Research**, n. 64, p. 1340-1344, 2011.

GUIMARÃES, D. O.; PEREIRA, L. C. C.; MONTEIRO, M. C.; DA COSTA, R. M. Aspectos Socioeconômicos e Ambientais das Comunidades Rurais da Bacia Hidrográfica do Rio Caeté (Pará-Brasil). **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, n. 2, p. 71-84, 2009.

GUIMARÃES, D. O.; PEREIRA, L. C. C.; GORAYEB, A.; COSTA, R. M. Exploitation and management of natural resources by rural communities in the Caeté River Basin in Northern Brazil. **Journal of Coastal Research**, n. 64, p. 1228-1232, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE), Bragança-Pará. Censo 2010. Disponível em: [www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=150170&search=para\]braganca](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/perfil.php?codmun=150170&search=para]braganca). Acesso em: 10 out. 2017.

KRAUSE, G.; GLASER, M. Co-evolving geomorphical and socio-economic dynamics in a coastal fishing village of the Bragança region (Pará, North Brazil). **Ocean & Coastal Management**, v. 46, n. 9, p. 859-874, 2003.

MISERENDINO, M. L.; CASAUX, R.; ARCHANGELSKY, M.; PRINZIO, C. Y. di, BRAND, C.; KUTSCHKER, A. M. Assessing land-use effects on water quality, in stream habitat, riparian ecosystems and biodiversity in Patagonian northwest streams. **Science of the Total Environment**. v. 409, n. 3, p. 612-624, 2011.

MINISTÉRIO DE MEIO AMBIENTE (MMA). Unidades de Conservação. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/areas-protegidas/unidades-de-conservacao/>>. Acesso em: 20 dez. 2017.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massas**. Bragança-Pará, p. 36, 2015.

MONTEIRO, M. C.; PEREIRA, L. C. C.; GUIMARÃES, D. O.; COSTA, R. M.; SOUZA-FILHO, P. W. M.; VIEIRA, S. R.; JIMÉNEZ, J. A. Influence of natural and anthropogenic conditions on the water quality of the Caeté river estuary (North Brazil). **Journal of Coastal Research**, n 64, p. 1535-1539, 2012.

NARDINI, R. C.; CAMPOS, S.; RIBEIRO, F. L.; GOMES, L. N.; FELIPE, A. C.; CAMPOS, M. D. Avaliação das áreas de conflito de uso em APP na microbacia do ribeirão Morro Grande. **Caminhos de Geografia**, v. 16, n. 55, p. 104-113, 2015.

NASCIMENTO, F. R.; CASTRO, A. O. Conflitos pelos usos múltiplos das águas no Trópico úmido Brasil. In: **Planejamento, conflitos e desenvolvimento sustentável em bacias hidrográficas: experiências e ações**. Belém: GAPTA/UFGA, p. 277-354, 2016.

NUNES, E. J. D. S.; SILVA, E. P. D.; SOUZA, E. D.; ROCHA FILHO, J. A. D.; SILVA, D. S. N. D. Geotecnologias no diagnóstico de conflitos de uso do solo de uma microbacia do município de Alta Floresta–MT. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 689-697, 2015.

OLIVEIRA, P. C. A; RODRIGUES, G. S. S. C; RODRIGUES, S. C. Fragilidade ambiental e uso do solo da Bacia Hidrológica do Córrego Pindaíba, Uberlândia, MG, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, n. 1, p. 54-67, 2008.

PEREIRA, L. C. C.; RIBEIRO, M. D. J. S., GUIMARÃES, D. O.; SOUZA, P. W. M.; COSTA, R. M. Formas de uso e ocupação na praia de Ajuruteua (PA, Brasil). **Desenvolvimento e Meio ambiente**, n.13, p. 19-30, 2006.

PEREIRA, L. C. C.; DIAS, J. A.; CARMO, J. D.; POLETTE, M. A. Zona costeira amazônica brasileira. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 9, p. 3-7, 2009.

PEREIRA, L. C. C.; MONTEIRO, M. C.; GUIMARÃES, D. O.; MATOS, J. B.; COSTA, R. M. Seasonal effects of wastewater to the water quality of the Caeté river estuary, Brazilian Amazon. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 82, n. 2, p. 467-478, 2010.

REIGOTA, M. O estado da arte da pesquisa em Educação Ambiental no Brasil. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 33-66, 2007.

REZENDE; R. A.; PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G.; SANTOS, T. F. Dinâmica da cobertura do solo no extremo sul da serra do espinhaço: métricas da paisagem e a conectividade entre áreas protegidas. **Geografia**, v. 35, n. 3, p. 683-699, 2010.

SATO, M. Apaixonadamente Pesquisadora em Educação Ambiental. In: SATO, M. (Org.). **Sentidos Pantaneiros: Movimentos do Projeto Mimoso**. Cuiabá, MT: KCM Editora, p. 36-57, 2002.

SANTOS, M. R. S.; JÚNIOR, C. N. S. Caracterização ambiental dos recursos hídricos no município de Bragança, Pará. In: **Ciências Ambientais e o Desenvolvimento Sustentável na Amazônia**. Curitiba: Atena, p. 1-5, 2017.

SANTOS, O. C. O. A erosão e suas implicações na morfologia da microbacia hidrográfica do igarapé Apeú, Estado Pará, Brasil. **Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía**, n. 16, p. 95-108, 2007.

SANTOS, P. V. C. J.; DE CASTRO, A. C. L.; MACÁRIO, J. Manuel. Tendência Pluviométrica em Bacia Hidrográfica Amazônica: Impactos potenciais sobre comunidades de peixes. **Revista Espacios**, v. 38, n. 29, p.6, 2017.

SILVA, I. R.; PEREIRA, L. C. C.; TRINDADE, W. N.; MAGALHÃES, A.; COSTA, R. M. Natural and anthropogenic processes on the recreational activities in urban Amazon beaches. **Ocean & Coastal Management**, v. 73, p. 75-84, 2013.

SCOSS, L. M.; JÚNIOR, P. M.; SILVA, E. E; MARTINS, S. V. Uso de parcelas de areia para o monitoramento de impacto de estradas sobre a riqueza de espécies de mamíferos. **Revista Árvore**, v. 28, n. 1, p. 121-127, 2004.

SOUZA, T. B.; CUNHA, E. B. Valoração econômica ambiental: uma estimativa do valor de uso e valor de não uso do rio Amazonas no litoral da Capital Amapaense. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 4, n. 2, p. 264-286, 2013.

TEJADAS, B. E.; BRAVO, J. M.; SANAGIOTTO, D. G.; TASSI, R.; MARQUES, D. M. L. D. M. Projeções de vazão afluyente à lagoa Mangueira com base em cenários de mudanças climáticas. **Revista brasileira de meteorologia**. São Paulo, SP. Vol. 31, n. 3, p. 262-272, 2016.

VASCO, A.P.; ZAKRZEVSKI, S.B.B. O estado da arte das pesquisas sobre percepção ambiental no Brasil. **Perspectiva**, v.34, n.125, p.17-28, 2010.

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L.; DA FONSECA, L. C. N. Análise do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Apeú, Nordeste Paraense, entre os anos de 1999 e 2014. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 76-83, 201.

5 DISCUSSÃO GERAL

5.1 Resultados chaves: Impactos e implicações

Diante do entendimento de bacias hidrográficas como unidades que permitem o reconhecimento e o estudo das inter-relações existentes entre os diversos elementos constituintes da paisagem, conclui-se que a Bacia do Rio Caeté apresenta intensa dinâmica de uso e cobertura da terra, em vista dos múltiplos usos encontrados na pesquisa.

Na perspectiva da análise multitemporal as imagens de classificação demonstraram a alta incidência das áreas de pastagens, favorecendo uma série de impactos negativos a bacia, dentre eles a degradação do solo gerada pela retirada de vegetação e pisoteio do gado; e o assoreamento que afeta consideravelmente a disponibilidade hídrica, pois altera a morfologia da calha de drenagem dos corpos hídricos, dado pelo amontoamento excessivo de sedimentos (RANDO et al. 2016).

Outra problemática associada pela intensificação de áreas assoreadas na bacia é o comprometimento da perenidade dos igarapés de menor ordem e das nascentes do rio Principal, proporcionado prejuízos as populações que sobrevivem as margens do Caeté e dele fazem usos (CORRÊA, 2016). A área de estudo vem sofrendo várias modificações resultantes do incremento do mosaico de ocupação, induzida na pesquisa pelas machas de urbanas e áreas de cultivos associados a agricultura familiar. O surgimento dessas ações também altera a disponibilidade hídrica quantitativa e qualitativa, a julgar o caráter integrador das águas nos distintos processos atuante na bacia.

Após o mapeamento de dinâmica espacial no período (2004-2010-2014) para a bacia do Caeté, foi possível identificar os principais usos executados na bacia. Posteriormente, foi realizado análises de composição e fragmentação florestal da paisagem, assegurando o predomínio de pastagens interconectadas na bacia, formando uma macha que cobre mais de 20% da área.

Além disso, os resultados dos índices de paisagens mostraram a floresta possui bordas significantes que geram maior grau de influência da classe florestal na região. Portanto percebeu-se a importância das áreas de conservação e UCs como considerável ferramenta no monitoramento ambiental.

A bacia exerce uma função importante para os municípios e comunidades da região, perpassando desde a pesca, o abastecimento humano e industrial, o uso agropecuário, disposição de sedimentos argilosos para confecção de artesanatos locais, dentre outros. Contudo, a intensidade destas atividades afeta significativamente os corpos hídricos da bacia. Foi possível identificar através dos questionários de percepção alteração na qualidade da água, com a presença de coloração escurecida, associadas às más condições de potabilidade deste recurso.

Evidenciou-se que os principais problemas ambientais atuantes no Baixo curso do Caeté são desmatamento, o assoreamento dos rios, a poluição hídrica e o despejo irregular dos resíduos sólidos. Em contrapartida os índices de incidência da problemática ambiental sofreram redução, frente as políticas de planejamento e manutenção dos recursos naturais.

5.2 Prioridades para pesquisas futuras

No âmbito do desenvolvimento de pesquisas e estudos futuros, em vista as análises e sínteses adquiridas durante a elaboração da pesquisa, os próximos passos tomarão por subsídio a dinâmica territorial estabelecida nas áreas de Reservas Extrativistas Marinhas, formadas pelos diferentes usos e construções sociais. Na constante discussão far-se-á necessário o entendimento sobre os condicionantes que mais influenciam a vida local das comunidades, buscando relacionar as distintas circunstâncias de transformação de territorial, frente aos processos temporais, socioeconômicos e políticos estabelecidos.

O mapeamento de uso dos recursos naturais será critério de adoção metodológica vital, uma vez que torna possível planejar o uso de forma racional, de acordo com as potencialidades e fragilidades da área estudada, e ainda estabelecer diretrizes na forma de manejo e na mitigação de possíveis impactos e transtornos ambientais.

A partir da nova configuração territorial estruturam-se novas formas de uso e gestão dos recursos naturais, decorrentes do modo de vida local de cada comunidade, do grau de espacialização das atividades humanas, e das modalidades do gerenciamento público efetivado sobre as Reservas Extrativistas Marinhas.

Neste interim, a análise da aplicabilidade das políticas públicas estabelecidas para as unidades de conservação, com ênfase nos programas governamentais (Bolsa Verde, Água doce e Zoneamento Ecológico Econômico) será medida mediante as informações coletadas e um amplo levantamento bibliográfico sobre a atuação dos programas e projetos governamentais. Entender as formas de gestão dos recursos presentes nas Reservas Marinhas, e as transformações oriundas da forma de ocupação é imprescindível para garantir a manutenção dos ecossistemas a elas vinculadas.

5.3 Considerações finais

As bacias hidrográficas são arranjos naturais cruciais para o efetivo funcionamento dos sistemas ambientais e paisagísticos, no entanto a magnitude os usos sobre os recursos naturais, encontram-se em significativo grau de vulnerabilidade associados a processos erosivos e degastes florestais, como é o caso da Bacia do Caeté.

Percebeu-se no decorrer da pesquisa que a adoção de práticas prejudiciais, juntamente com a intensa ocupação da terra e a ineficiência do planejamento ambiental, ocasiona impactos e conflitos de cunho social, econômico e biológico. Este fato também implica transformações nos componentes da paisagem, colocando em risco a disponibilidade dos recursos naturais.

Diante da realidade da bacia expressa no período (2004-2010-2014) pode-se inferir propostas que impulsionem o cenário ambiental da região: Elaboração de programas com a participação integrada e o envolvimento das comunidades locais; Fiscalização e monitoramento efetivos junto as áreas florestais de proteção; Divulgação dos resultados de estudos e pesquisas desenvolvidos na região, permitindo que a comunidade tome conhecimento da realidade da qual está inserida; dentre outras práticas que proponham a disseminação das necessidades ambientais e sociais.

Mesmo diante dos diversos estudos de mapeamento do uso e cobertura da terra já realizados para a bacia do Caeté, esta pesquisa representa uma grande contribuição e relevância para o campo das Ciências Ambientais, tendo em vista a correlação entre o teórico e prática na busca de compressão do campo socioambiental. Frisa-se que os dados apresentados poderão auxiliar em pesquisas futuras e na construção de gestão participativa entre os agentes envolvidos e ações que considerem as fragilidades de potencialidades locais.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D. S.; MORTON, D. C.; BATISTELLA, M.; ROBERTS, D. A.; SOUZA JR, C. The changing rates and patterns of deforestation and land use in Brazilian Amazonia. In Amazonia and global change. **Geophysical Monograph Series**, v. 186, p. 11-23, 2009.
- ARAKAKI, A. H. O baru (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. **Interações**. Campo Grande, v. 10, n. 1, p. 31-39, 2016.
- ASSIS, J. M. O; CALADO, L. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. Mapeamento do uso e ocupação do solo no município de Belém de São Francisco – PE nos anos de 1985 e 2010. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 05, p. 859-870, 2015.
- BRASIL. Lei N° 9.433, de 08 de Janeiro de 1977. Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em 20 jan. 2018.
- CAMPOS, V. N. D. O.; FRACALANZA, A. P. Governança das águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. **Ambiente & Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 365-382. 2010
- CASTRO, R. R. A.; OLIVEIRA, M. C. C. Os termos “populações” e “comunidades” tradicionais e a apropriação dos conceitos no contexto amazônico. **Mundo Amazônico**, v. 7, n. 1-2, p. 47-70, 2016.
- CHAVES, T. A.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GOMES, R. A. T.; GUIMARÃES, R. F.; SOUZA MARTINS, É. Padrões de fragmentação da paisagem no município de Céu Azul (Paraná). **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 19, n. 1, p. 79-92, 2015.
- CHIARELLO, A. G. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 89, n. 1, p. 71-82, 1999.
- CORRÊA, C. J. P.; TONELLO, K. C.; FRANCO, F. S. Análise hidroambiental da microbacia do Pirajibu-Mirim, Sorocaba, SP, Brasil. **Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 11, n. 4, p. 943-953, 2016.
- COSTA, C. G. F.; FREIRE, G. S. S. As inter-relações entre o homem e o ambiente-caracterização socioambiental de Timor-Leste. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 3, n. 1, p. 266-294, 2014.
- COUTO, P. Análise factorial aplicada a métricas da paisagem definidas em FRAGSTATS. **Investigação Operacional**, v. 24, n. 1, p. 109-137, 2004.
- CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J. T. **Geomorfologia e meio ambiente**. 11. ed. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2012.

DOMINGUES, M. S.; BERMANN, C. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & sociedade**, v. 15, n. 2, p. 1-22, 2012.

ETTO, T. L.; LONGO, R. M.; ARRUDA, D. R.; INVENION, R. Ecologia da paisagem de remanescentes florestais na bacia hidrográfica do Ribeirão das Pedras-Campinas-SP. **Revista Árvore**, v. 37, n. 6, p.1063-1071, 2013.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Global forest resources assessment 2010: Main report**. Roma, Itália: FAO, p. 340, 2010.

FERREIRA, M. D. P.; COELHO, A. B. Desmatamento recente nos Estados da Amazônia Legal: uma análise da contribuição dos preços agrícolas e das políticas governamentais. **Revista Economia Sociologia Rural**, v. 53, n. 1, p. 91-108, 2015.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape ecology**. New York: Wiley & Sons. 1986.

GOULART, M. D.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, v. 2, n. 1, p. 153-164, 2003.

GUARDENHO, M. P.; MARÇAL, O. J. Estrutura de Áreas protegidas dos assentamentos de reforma agrária no município de Uberlândia-MG, Brasil: um estudo de ecologia de paisagem. **Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 1, p.75-90, 2013.

GUIMARÃES NETO, L. Questão regional no Brasil: reflexões sobre processos recentes. **Cadernos de Estudos Sociais**, v. 6, n. 1, p. 131-164, 2011.

HAYDEN, D. A.; FRANÇA, C. F. Dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Igarapé-Açu/Pará, entre 1989 e 2008. **Revista Perspectiva Geográfica**, v.8, n. 9, p. 01-12, 2013.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite: Projeto Prodes**. São José dos Campos, São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2014. Disponível em <<http://www.obt.inpe.br/prodes/index.html>>. Acesso em: 23 nov. 2016.

_____. **Desmatamento por municípios. Projeto Prodes**. São José dos Campos, São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2013. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/prodesdigital/prodesmunicipal.php>>. Acesso em 03 de jun. 2017

_____. **Monitoramento da floresta amazônica brasileira por satélite, 2017**. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias/INPE-estima-desmatamento-por-corte-rasonaAmazonia-em-2017>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

JESUS, E. N.; FERREIRA, R. A.; ARAGÃO, A. G.; SANTOS, T. I. S.; ROCHA, S. L. Estrutura dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do rio Poxim-se, como subsídio à restauração ecológica1. **Revista Árvore**, v. 39, n. 3, p. 467-474, 2015.

LEITE, M. S.; TAMBOSI, L. R.; ROMITELLI, I.; METZGER, J. P. Landscape ecology perspective in restoration projects for biodiversity conservation: a review. **Natureza & Conservação**, v. 11, p. 108-118, 2013.

LELE, N.; JOSHI, P.K.; AGRAWAL, S. P. Assessing forest fragmentation in northeastern region (NER) of India using landscape matrices. **Ecological Indicators**, v. 8, n. 1, p. 657-663, 2008.

LOPES, L. H. M. Uso e cobertura do solo no município de Tailândia-PA utilizando o TM/LANDSAT e técnica de classificação não-supervisionada. **Engevista**, Rio de Janeiro v. 10, n. 2, p. 126-132, 2010.

LUCENA, L. M. F. Paisagem cultural e espaços de representação da colônia água branca, município de São Mateus do Sul/PR. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 40, p. 45-62, 2017.

MACIEL, A. B. C.; LIMA, Z. M. C. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. **Sociedade e Território**, v. 23, n. 2, p. 159-177, 2012.

MAROLA, B. C.; SEPE, L. G. D.; MELANDA, E. A. Sistemas de informação geográfica no zoneamento ambiental do campus da UFSCar em São Carlos: vegetação e hidrografia. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 11, n. 5, p. 211-217, 2015.

MASSOLI, E. V.; STATELLA, T.; SANTOS, V. S. Estimativa da fragmentação florestal na microbacia Sepotubinha, Nova Marilândia-MT, nos anos de 1990 e 2014. **Caminhos de Geografia**, v. 17, n. 60, p. 48-60, 2016.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. Gen. Tech. Report PNW-GTR-351, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, p. 122, 1995.

MCGARIGAL, K. Landscape pattern metrics. **Encyclopedia of environmetrics**, 2002.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagem?. **Biota Neotropica**, v. 1, n.1, p. 1-9, 2001.

METZGER, J. P. Como lidar com regras pouco óbvias para conservação da biodiversidade em paisagens fragmentadas. **Natureza & Conservação**, v. 4, n. 2, p. 11-23, 2006.

MORAES, M. E. B.; PIMENTA, F. D. S.; DE SANTANA, L. B.; MENDES, I. B. Análise métrica da paisagem na microbacia do rio água preta do mocambo, Uruçuca, Sul da Bahia. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 9, n. 1, p. 62-72, 2015.

MORAIS, R. P.; CARVALHO, T. M. Aspectos dinâmicos da paisagem do lavrado, nordeste de Roraima. **Geociências**, v. 34, n. 1, p. 55-68, 2016.

MORAIS, R. P.; CARVALHO, T. M. Cobertura da terra e parâmetros da paisagem no município de Caracaraí-Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 46-59, 2013.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação**. Viçosa-MG: UFV, 2011.

MUCHAILH, M.C.; RODERJAN, C.V.; CAMPOS, J.B.; MACHADO, A.L.T.; CURCIO, G.R. Metodologia de planejamento de paisagens fragmentadas visando a formação de corredores ecológicos. **Floresta**, v. 40, n. 1, p. 147-162, 2010.

NASCIMENTO, M. C.; SOARES, V. P.; RIBEIRO, C. A. A.; SILVA, E. Uso de geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.

ODUM, E. P.; BARRET, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

PAUDEL, S.; YUAN, F. Assessing landscape changes and dynamics using patch analysis and GIS modeling. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 16, p. 66-76, 2012.

PIVELLO, V. R.; METZGER, J. P. Diagnóstico da pesquisa em ecologia de paisagens no Brasil (2000-2005). **Biota Neotropica**, v. 7, n. 3, p. 21-30, 2007.

PEREIRA, J. L. G.; BATISTA, G. T.; THALÊS, M. C.; ROBERTS, D.; VENTURIERI, A. Métricas da paisagem na caracterização da evolução da ocupação da Amazônia. **Geografia**, v. 26, n. 1, p. 59-90, 2001.

PÜETZ, S.; GROENEVELD, J.; ALVES, L. F.; METZGER, J. P.; HUTH, A. Fragmentation drives tropical forest fragments to early successional states: a modelling study for Brazilian Atlantic forests. **Ecological Modelling**, v. 222, n. 12, 1986-1997. 2011.

RANDO, A. S.; GALVÃO, A.S.; BROSE, M. E. Participação e descentralização na gestão dos recursos hídricos do acre. **Revista GeoAmazônia**, v. 3, n. 06, p. 151-161, 2016.

REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. Restauração de áreas degradadas: a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza & Conservação**, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2003.

REIS, A. F. Preservação ambiental no contexto urbano. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 12, n. 1, p. 45-61, 2010.

- REZENDE, R. A.; PRADO FILHO, J. F.; SOBREIRA, F. G.; SANTOS, T. F. Dinâmica da cobertura do solo no extremo sul da serra do espinhaço: métricas da paisagem e a conectividade entre áreas protegidas. **Geografia**, v. 35, n. 3, p. 683-699, 2010.
- ROCHA, G. M. A dinâmica territorial da malha político-administrativa municipal da região norte do Brasil (1988–2010). **Novos Cadernos NAEA**, v. 16, n. 1, p. 211-228, 2013.
- ROHLING, F. J.; SILVA, N. M. Padrão de fragmentação da vegetação nativa na zona rural associada ao perímetro urbano de Rondonópolis, Mato Grosso. **Caminhos de Geografia**, v. 13, n. 41, p. 42-51, 2010.
- ROSA, R.; SANO, E. E. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do rio Paranaíba. **Revista de Geografia Agrária**, v. 9, n. 19, p. 32-56, 2014.
- ROSAN, M. T.; ALCÂNTARA, E. Detecção de mudanças de uso e cobertura da terra na Amazônia legal mato-grossense: o estudo de caso do município de Cláudia (MT). **Revista Brasileira de Cartografia**, n. 68/5, p. 979-990, 2016.
- ROZON, C. et al. Spatial and temporal evolution of family-farming land use in the Tapajós region of the Brazilian Amazon. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 2, p. 203-214, 2015.
- RYBICKI, J.; HANSKI, I. Species-area relationships and extinctions caused by habitat loss and fragmentation. **Ecology letters**, v. 16, n. s1, p. 27-38, 2013.
- SAITO, N. S.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R. D.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, Á. C. Landscape Geotechnology and Ecology in Monitoring Forest Fragmentation. **Floresta e Ambiente**, v. 23, n. 2, p. 201-210, 2016.
- SANTOS, A. L. C.; SANTOS, F. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Vaza-Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar da UNIESP: Saber Acadêmico**, n. 10, p. 57-67, 2010.
- SANTOS, G. G. A.; OLIVEIRA, M.; MIRANDA, I. S.; MITJA, D.; MAFRA, N.; LAQUES, A. E. Efeitos da escala e configuração da paisagem sobre comunidades vegetais em uma paisagem antropizada no nordeste da Amazônia. **Revista Espacios**, v. 38, n. 46, p. 27, 2017.
- SANTOS, P. V. C. J.; CASTRO, A. C. L.; REBÊLO, J. M. M.; FRANÇA, V. L.; SOARES, L. S. Tendência Pluviométrica em Bacia Hidrográfica Amazônica: Impactos potenciais sobre comunidades de peixes. **Revista Espacios**, v. 38, n. 29, p. 01-17, 2017.
- SAUNDER, S. C.; MISLIVETS, M. O. R.; CHEN, J.; CLELAND, D. T. Effects of roads on landscape structure within nested ecological units of the Northern Great Lakes Region, USA. **Biological Conservation**, v. 103, p. 209-225, 2002.

SAURA, S.; VOGT, P.; VELÁZQUEZ, J.; HERNANDO, A.; TEJERA, R. Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses. **Forest Ecology and Management**, v. 262, n. 2, p. 150-160, 2011.

SEOANE, C. E. S.; DIAZ, V. S.; SANTOS, T. L.; FROUFE, L. C. M. Corredores ecológicos como ferramenta para a desfragmentação de florestas tropicais. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 207, 2010.

SIQUEIRA, M. N.; CASTRO, S. S.; FARIA, K. M. S. Geografia e ecologia da paisagem: pontos para discussão. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 25, n. 3, p. 557-566, 2013.

SILVA, C. N.; BORDALO, C. A. L.; DA SILVA, E. V. **Planejamento, Conflitos e Desenvolvimento Sustentável em Bacias Hidrográficas: experiências e ações**. Belém: GAPTA/UFPA, 2016.

SOARES, L. S.; CASTRO, A. C. L.; LOPES, W. G. R.; AZEVEDO, J. W.; PORTO, H. L. R. (2016). Índice de qualidade de água do baixo curso do rio Itapecuru, estado do Maranhão, Brasil. **Revista Espacios**. v.37, n.14, p.6, Ano 2016.

SOLÓRZANO, A.; OLIVEIRA, R. R.; GUEDES, R. R. B. Geografia, História e ecologia: criando pontes para a interpretação da paisagem. **Ambiente & Sociedade**, v. 12, n. 1, p. 49-66, 2009.

TABARELLI, M.; AGUIAR, A.V.; RIBEIRO, M. C., METZGER, J.P.; PERES, C.A. Prospects for biodiversity conservation in the Atlantic Forest: lessons from aging human-modified landscapes. **Biological Conservation**, v. 143, p. 2328- 2340, 2010.

TAMASAUSKAS, C. E. P.; TAMASAUSKAS, P. F. L. F. Mudanças de uso e cobertura da terra e escoamento superficial na bacia hidrográfica do rio Caripi-PA: uma análise a partir das geotecnologias. **Revista GeoAmazônia**, v. 4, n. 08, p. 153-173, 2017.

TURNER, M. G. Landscape Ecology: the effect of pattern on process. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics**, v. 20, p. 171-197, 1989.

VALE, C. C. Teoria Geral Do Sistema: Histórico e Correlações com a Geografia e com o estudo da paisagem. **ENTRE-LUGAR**, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2013.

VALE, J. R. B.; BORDALO, C. A. L.; DA FONSECA, L. C. N. Análise do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Apeú, Nordeste Paraense, entre os anos de 1999 e 2014. **Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará**, v. 2, n. 02, p. 76-83, 2016.

VANZELA, L. HERNANDEZ, F. B., FRANCO, R. A. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010.

VASCONCELOS, H. L.; VILHENA, J. M. S.; MAGNUSSON, W. E.; ALBERNAZ, A. Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian ant communities. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 1348-1356. 2006.

VELDKAMP, A.; KOK, K.; DE KONING, G. H. J.; SCHOORL, J. M.; SONNEVELD, M. P. W.; VERBURG, P. H. Multi-scale system approaches in agronomic research at the landscape level. **Soil and Tillage Research**, v. 58, n. 3, p. 129-140, 2001.

ZHANG, Y.; WANG, T.; CAI, C.; LI, C.; LIU, Y.; BAO, Y.; GUAN, W. Landscape pattern and transition under natural and anthropogenic disturbance in an arid region of northwestern China. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**, v. 44, p. 1-10, 2016.

APÊNDICES

**APÊNDICE A - TABELA QUANTIFICAÇÃO ÁREA DAS CLASSES DOS ANOS
2004, 2010 E 2014**

| CLASSES | 2004 | | 2010 | | 2014 | |
|----------------------|-----------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|------------|
| | ÁREA | | ÁREA | | ÁREA | |
| | km ² | % | km ² | % | km ² | % |
| AGRICULTURA | 4,02 | 0,20 | 49,94 | 2,44 | 21,17 | 1,03 |
| ÁREA NÃO OBSERVADA | 365,88 | 17,88 | 191,63 | 9,37 | 212,75 | 10,40 |
| MOSAICO DE OCUPAÇÕES | 154,84 | 7,57 | 308,34 | 15,07 | 159,08 | 7,78 |
| DESFLORESTAMENTO | 11,56 | 0,56 | 2,86 | 0,14 | 0,18 | 0,01 |
| FLORESTA | 677,14 | 33,10 | 667,96 | 32,65 | 776,91 | 37,97 |
| HIDROGRAFIA | 8,40 | 0,41 | 8,40 | 0,41 | 8,40 | 0,41 |
| MINERAÇÃO | 6,66 | 0,33 | 11,06 | 0,54 | 13,29 | 0,65 |
| OUTROS | 4,67 | 0,23 | 7,28 | 0,36 | 4,78 | 0,23 |
| PASTAGEM | 812,72 | 39,72 | 798,41 | 39,03 | 849,32 | 41,51 |
| TOTAL | 2045,88 | 100,00 | 2045,88 | 100,00 | 2045,88 | 100 |

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO DE PERCEPÇÃO

Técnico Responsável: _____

Data: _____

Município: _____

Localidade: _____

1) Perfil do Entrevistado

Nome: _____

Idade: _____

Sexo: F() M()

Naturalidade: _____

Escolaridade: _____

Ocupação/Profissão: _____

Você faz outros usos dos recursos naturais da Resex?)

() Agricultura

() Pecuária

() Extração de Madeira

() Coleta/Catação de Caranguejo

Tempo de Residência: _____

() Antes da Resex () Depois da Resex

Renda Familiar:

() De meio a Um salário () Um a Dois salários () De Dois a Três salários

() Mais de Três salários

2) Você identifica problemas de acesso a água para consumo humano? ()SIM ()Não

3) Você identifica problemas na qualidade de água consumida? ()SIM ()NÃO

4) A água consumida é: () rede pública () poço individual () poço comunitário

() outros: _____

5) Você foi beneficiário da implantação da Resex? De que forma?

6) Já participou de projetos socioambientais ofertados pela Assuremacata/Icmbio?

7) Qual o principal problema ambiental da comunidade?

8) Você percebeu mudança após a criação da Resex?

Outras observações:

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO CHEFE DE COMUNIDADE

Técnico Responsável: _____

Município: _____

Localidade: _____

DADOS DAS VILAS INVESTIGADAS

*Questionário para o chefe ou coordenador da comunidade

Quantidade de pessoas residentes?

Quantos são beneficiados?

Principais produtos da comunidade?

Existem projetos socioambientais nas comunidades? Quais?

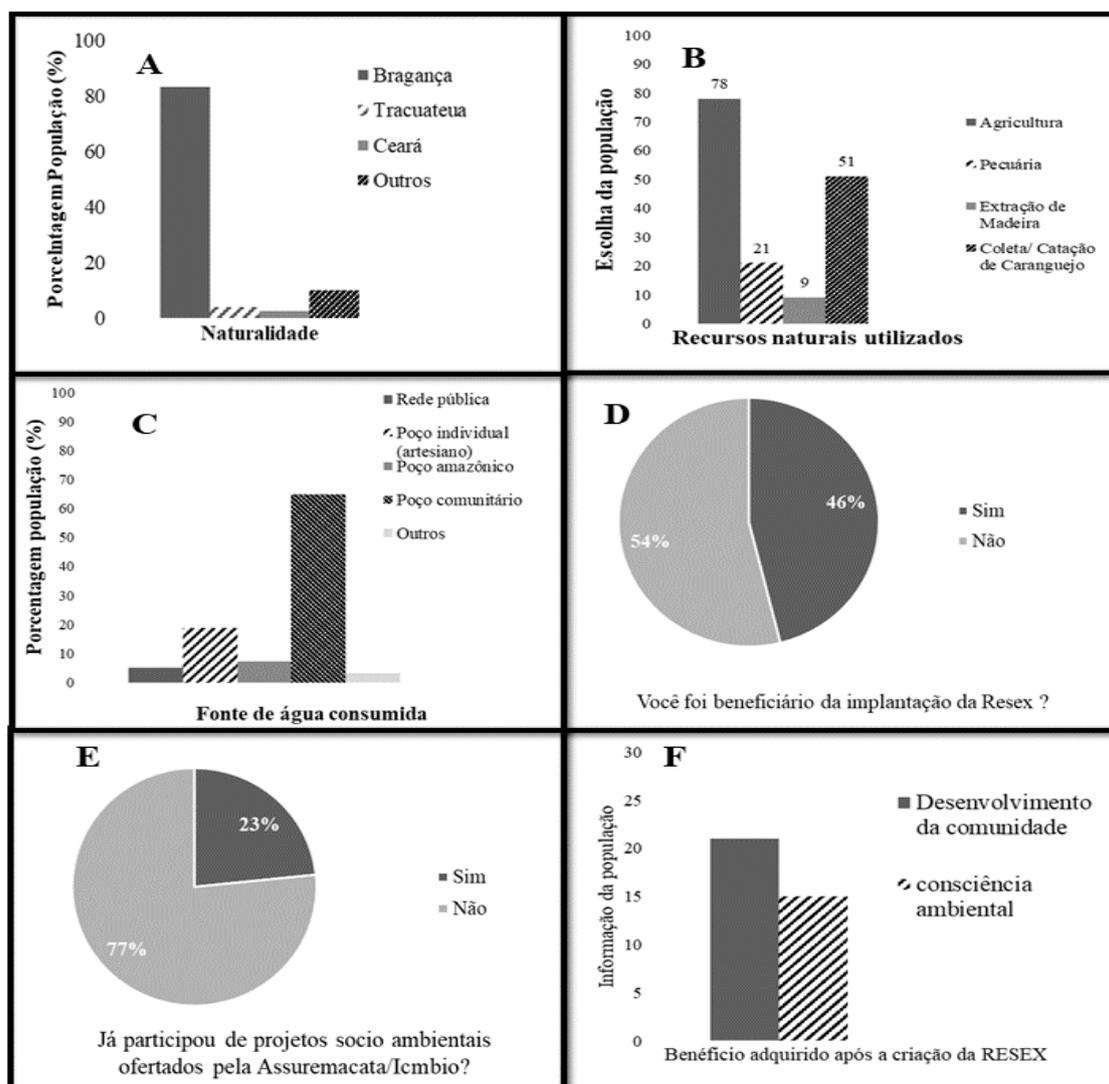
Problemas ambientais configurados:

- 1) Desmatamento ()
- 2) Queimadas ()
- 3) Manejo agrícola rudimentar ()
- 4) Agricultura alternativa com pouco incentivos ()
- 5) Cultivo em vertentes/próximo às margens ()
- 6) Erosão dos solos ()
- 7) Caça predatória ()
- 8) Atividades econômicas predatórias ()
- 9) Turismo predatório ()
- 10) Condições precárias de saneamento básico ()
- 11) Condicionamento incorreto dos resíduos sólidos ()
- 12) Desconhecimento da legislação ambiental ()
- 13) Deficiência ou inexistência de práticas de educação ambiental ()
- 14) Proliferação de doenças ()
- 15) Represamento e desvio de águas inadequados ()
- 16) Poluição dos solos/recursos hídricos ()
- 17) Poluição do ar ()
- 18) Poluição sonora/visual ()
- 19) Degradação/ desaparecimento de nascentes fluviais ()
- 20) Diminuição/desaparecimento de espécies vegetais nativas ()
- 21) Diminuição/desaparecimento de espécies animais nativas ()
- 22) Desmatamento da vegetação ciliar ()
- 23) Degradação da biodiversidade ()
- 24) Degradação do patrimônio histórico/cultural ()

5) Condições atuais do ambiente natural

- a) Ecossistema pouco modificado (cobertura vegetal alterada entre 5 e 20%) ()
- b) Ecossistema parcialmente modificado (cobert. vegetal alterada entre 20 e 40%) ()
- c) Ecossistema muito modificado (cobertura vegetal alterada entre 40 e 80%) ()
- d) Ecossistema totalmente modificado ()

APÊNDICE D – GRÁFICOS GERADOS PELOS QUESTIONÁRIOS DE PERCEPÇÃO NAS VILAS



APÊNDICE E- GALERIA DE IMAGENS DA PESQUISA DE CAMPO



Foto 01 – Abastecimento de água construído pela Associação da RESEX



Foto 02 – Situação do corpo hídrico local.



Foto 03 – Vila Taquandeuá



Foto 04 – Processos erosivos a margem do rio Vila Taquandeuá.



Foto 05 – Porto da Vila Taperaçu Campo



Foto 06 – Coletor de Caranguejo



Foto 07 – Instrumentos de pesca



Foto 08 – Fábrica de Gelo a margem do Caeté



Foto 09 – Áreas de pastagens inseridas na Bacia



Foto 10 – Roças e lavouras



Foto 11 – Entrada do Abate de bovinos Bragança



Foto 12 – Sedimentos argilosos retirados do Caeté



Foto 13 – Fabricação manual de telhas



Foto 14 – Produção de Tijolos



Foto 15 – Lenhas utilizadas na fabricação de telhas e tijolos



Foto 16 – Malva (Junco) utilizada para comercialização