



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS UNIVERSITARIO DE CASTANHAL  
FACULDADE DE MATEMÁTICA**

**Nilza Martins de Queiroz Xavier**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DO  
PARQUE ESTADUAL DO UTINGA, BELÉM-PA**

**CASTANHAL – PA**

**2018**

**NILZA MARTINS DE QUEIROZ XAVIER**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DO  
PARQUE ESTADUAL DO UTINGA, BELÉM-PA**

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado para obtenção do grau de  
Licenciado em Matemática, Faculdade de  
Matemática do Campus Universitário de  
Castanhal, Universidade Federal do Pará.  
Orientador: Dr. Arthur da Costa Almeida

**CASTANHAL-PA  
2018**

**Nilza Martins de Queiroz Xavier**

**ANÁLISE MULTITEMPORAL DA COBERTURA DO SOLO DO  
PARQUE ESTADUAL DO UTINGA, BELÉM-PA**

Trabalho de conclusão de Curso  
apresentado para obtenção do grau de  
Licenciado em Matemática, Faculdade de  
Matemática do Campus Universitário de  
Castanhal, Universidade Federal do Pará.  
Orientador: Dr. Arthur da Costa Almeida

Data da Apresentação:

Conceito: \_\_\_\_\_

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Arthur da Costa Almeida  
Faculdade de Matemática/ UFPA-Orientador

---

Prof. Dr. Edilberto Oliveira Rozal  
UFPA Campus Castanhal- Membro

---

Prof. Me. José Geraldo Gonçalves da Silva  
UFPA Campus Castanhal - Membro

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me abençoou dando-me muita força e coragem para trilhar meu caminho, ajudando-me a realizar meus objetivos e a obter minhas conquistas.

A minha mãe Jolza Queiroz e minha irmã Josiane Silveira, por todo amor, carinho, compreensão e apoio, muito obrigada por tudo, por sempre encorajar-me diante das dificuldades, por acreditarem em mim e terem me dado toda a ajuda necessária e todo suporte emocional para que eu conseguisse concluir essa grande etapa da minha vida.

Ao meu noivo Alberto Bentes Brasil Neto, por toda sua compreensão, amor, suporte, dedicação, esforço e paciência. Obrigada por me motivar e acreditar em mim quando eu mesma já não acreditava, sem você eu jamais conseguiria chegar até aqui, essa conquista eu dedico a você.

Ao professor Dr. Arthur da Costa Almeida pela excelente orientação e ajuda durante o trabalho.

E a todos os professores da Faculdade de Matemática da Universidade Federal do Pará – Campus Castanhal, os quais me proporcionaram momentos de muita aprendizagem.

## RESUMO

O monitoramento da cobertura do solo é um aspecto fundamental para o controle dos impactos ambientais promovidos por ações antrópicas. Objetivou-se fazer uma análise multitemporal da cobertura do solo do Parque Estadual do Utinga nos anos 1984, 1999 e 2013. Para isso foi empregada imagem orbital digital obtida pelo sensor TM, bandas 3, 4 e 5, do Satélite Landsat-5 para os anos de 1984 e 1999, e imagem do Satélite Landsat-8, bandas 6, 5 e 4, para o ano de 2013. O aumento das classes Floresta Densa e Capoeira indicam o aumento da regeneração natural e estabelecimento de uma floresta secundária densa ao longo de aproximadamente duas décadas. A poluição dos mananciais e a ocorrência de áreas Degradadas ao redor dos Lagos Água Preta e Bolonha favorecem o estabelecimento de plantas aquáticas e assoreamento do corpo hídrico do parque.

**PALAVRAS-CHAVE:** Unidade de Conservação, Degradação ambiental e sensoriamento remoto.

## ABSTRACT

The monitoring of the soil cover is a fundamental aspect for the control of the environmental impacts promoted by anthropic actions. The objective was to make a multitemporal analysis of the soil cover of the Utinga State Park in the years 1984, 1999 and 2013. For this purpose, a digital orbital image obtained by the TM sensor, bands 3, 4 and 5, of the Landsat-5 Satellite was used for the years 1984 and 1999, and image of the Landsat-8 Satellite, bands 6, 5 and 4, for the year 2013. The increase of the Dense Forest and Capoeira classes indicate the increase of the natural regeneration and establishment of a dense secondary forest during approximately two decades. Pollution of water sources and the occurrence of degraded areas around the Água Preta Lakes and Bologna favor the establishment of aquatic plants and sedimentation of the water body of the park.

**KEY WORDS:** Conservation Unit, Environmental degradation and remote sensing.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Definição das áreas cedidas às instituições públicas.....	11
Figura 2: Elementos da fase de aquisição. ....	14
Figura 3: Representação do espectro magnético. ....	15
Figura 4: Procedimentos adotados no processamento digital de imagens.....	16
Figura 5: Mapa de Localização do Parque Estadual do Utinga.....	21
Figura 6: Área ocupada pelas classes nos anos de 1990, 1999 e 2011 no Parque Estadual do Utinga, Belém, Pará.....	24
Figura 7: Mapa de classificação das classes temáticas no Parque Estadual do Utinga: (A) ano 1984, (B) ano 1999 e (C) ano de 2013. ....	25

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	8
1.1. OBJETIVOS .....	9
1.1.1. Objetivo geral .....	9
1.1.2. Objetivos específicos .....	9
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	10
2.1. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DAS ÁREAS NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA .....	10
2.2. PROBLEMAS RELACIONADOS AO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA.....	12
2.3. JUSTIFICATIVA PARA ESTUDOS NO PARQUE DO UTINGA .....	13
2.4. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE SENSORIAMENTO REMOTO .....	14
2.5. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO .....	15
2.6. SENSORIAMENTO REMOTO PARA ESTUDOS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA	17
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	20
3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	20
3.2. PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS .....	21
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	23
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	28
<b>6. REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1. INTRODUÇÃO

O Parque estadual do Utinga abrange uma área de 1.393,088 ha e foi criado com o objetivo de proteger os mananciais de abastecimento de água da região metropolitana de Belém. Localizado em uma área urbana da capital paraense, o espaço tem como marca uma vasta diversidade de fauna e flora e é muito utilizado em atividades de educação Ambiental e ecoturismo como trilhas, passeios e caminhadas.

O parque é uma área de proteção integral, em que, conforme a lei 6.902/81, que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental, sendo portanto uma área representativa dos ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista.

A problemática desta unidade de conservação é decorrente da ação e expansão histórica de atividades antrópicas ocorridas ao seu redor. Menezes et al. (2013) afirma que a ocupação desordenada nos arredores do PEUt e outras atividades relacionadas a pressão urbana, desencadeou processos de degradação do solo e poluição de cursos d'água. O desmatamento e a poluição são ameaças constantes para o abastecimento de água da região metropolitana de Belém, isso porque é real o perigo de assoreamento do lago e à conservação da biodiversidade do parque.

O monitoramento da cobertura do solo é um aspecto fundamental para o controle dos impactos ambientais promovidos por ações antrópicas ao redor do parque, possibilitando o aumento da eficiência na gestão da Unidade de conservação do Utinga. Porém à grande extensão e à vulnerabilidade às pressões urbanas ao redor do parque torna difícil um controle concreto e eficaz do parque, o que exige a adoção de novos métodos de controle do património. Estima-se que cerca de 131.253 habitantes residem imediatamente ao entorno do PEUt (PARÁ, 2013).

As técnicas de sensoriamento remoto tem sido bastante eficazes no monitoramento das alterações na cobertura dos solo, tendo como vantagem a

rapidez, simplicidade e eficiência na obtenção de informações digitais. Outra grande vantagem é o monitoramento de áreas extensas com baixos custos, a qual torna a sua utilização uma ferramenta indispensável para controle de atividades que podem provocar algum dano para o parque do Utinga, como invasão irregular, desmatamento, despejo de lixo, etc.

## 1.1. OBJETIVOS

### 1.1.1. Objetivo geral

Realizar uma análise espacial da cobertura do solo no Parque Estadual do Utinga nos anos de 1984, 1999 e 2013 para a obtenção de dados para ampliar o controle ambiental de áreas protegidas.

### 1.1.2. Objetivos específicos

- I) Avaliar as alterações temporais nas classes temáticas: 1) Floresta Densa, 2) Capoeira, 3) Vegetação Rasteira, 4) área Degradada/Antropizada e 5) Macrófitas.
- II) Avaliar a evolução dos remanescentes florestais e a atual situação de preservação do parque estadual do Utinga.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO DAS ÁREAS NO ENTORNO DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA

Ao realizar um estudo sobre a Expansão Urbana de Belém e Ocupação das áreas do entorno do parque estadual do Utinga, BORDALO (2006) afirma que o período de 1902 a 1976 foi marcado pelo domínio rural e posteriormente apropriação pelo poder público das terras no entorno dos mananciais de abastecimento de água da região metropolitana de Belém. Estas terras foram destinadas a instituições públicas (Figura 1), formando um “Cinturão Institucional.

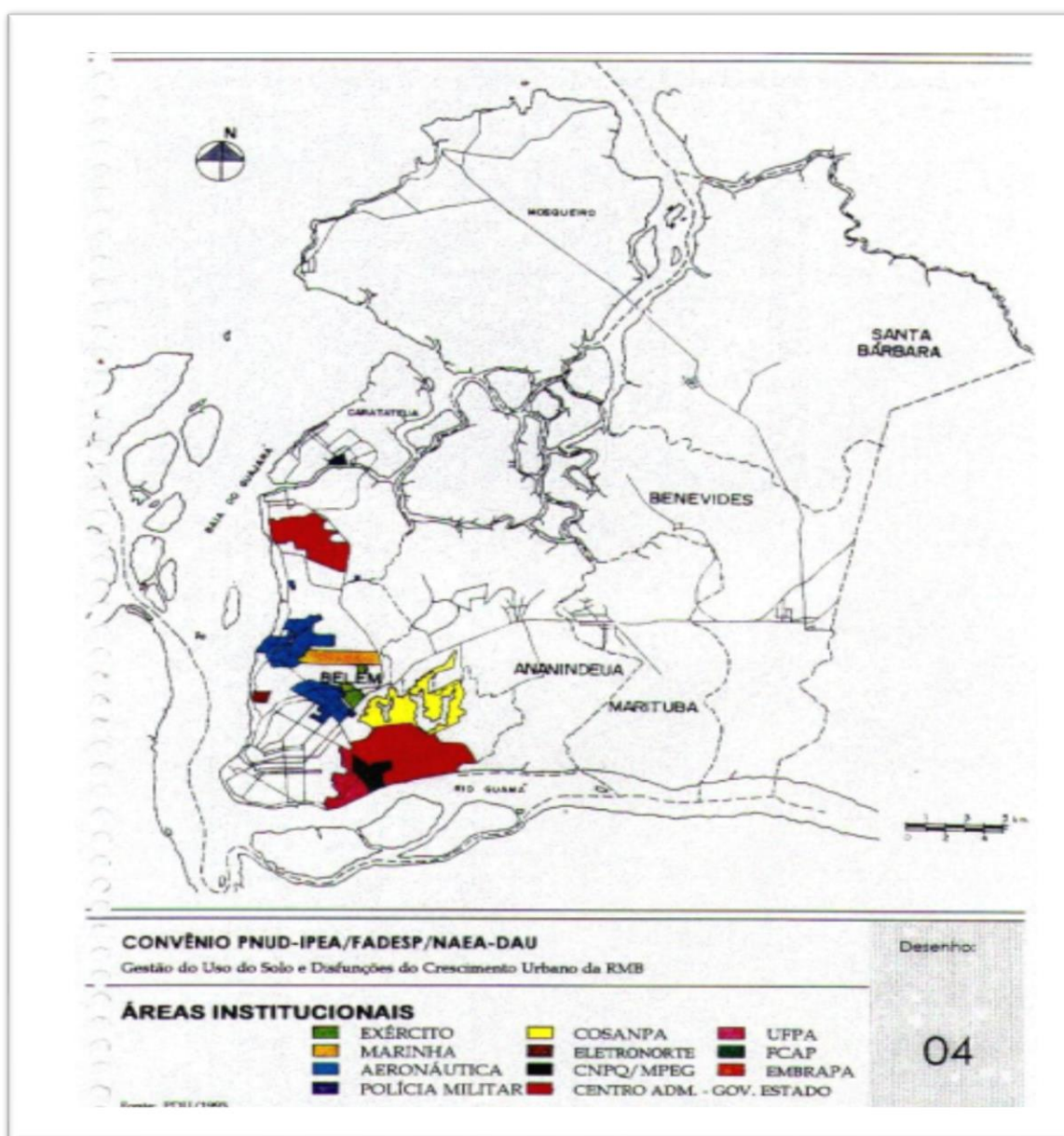
“Nos anos de 1940, foi criada ao longo dos limites da primeira légua patrimonial da cidade de Belém, correspondendo ao seu subúrbio, uma zona em que foram instaladas inúmeras instituições públicas civis e militares, formando um arco que vai da foz do igarapé Tucunduba no Rio Guamá, até a foz do igarapé Val-de-Cães na Baía do Guajará. Dentro deste “Cinturão Institucional”, às margens do Rio Guamá, as terras do antigo engenho Murutucum, foram desapropriadas pela União, que as doou para criação em 1939 do Instituto Agrônomo do Norte (IAN), com uma área de 3.000 ha, e outra parte para o Exército, onde já existia o antigo armazém da pólvora, às margens do Rio Aurá. A área correspondente aos açudes Bolonha e Água Preta e as estações de captação e bombeamento de água bruta do Utinga, ficaram sob o controle do Serviço de Água do Estado do Pará. Na outra parte do semicírculo do Cinturão Institucional, que era cortado ao meio pela Av. Almirante Barroso e pela Estrada de Ferro Belém – Bragança, indo até as margens da Baía do Guajará foram instalados o Batalhão de Infantaria e Selva de Belém, do Exército; a Base Aérea de Belém, da Aeronáutica; a Base Naval de Belém, da Marinha; os estaleiros e diques da Empresa de Navegação da Amazônia S/A (ENASA); e a Usina Termoelétrica de Miramar” (BORDALO et al, 2006).

Segundo RODRIGUES (1996), o crescimento urbano observado em Belém a partir da década de 1970 fez com que as populações de baixa renda ocupassem as áreas ocupadas pelas instituições públicas. SANTOS (2002) afirma, também,

que havia uma falta de alternativas para abrigar as famílias que migraram para a metrópole.

Com isso houve o rompimento dos limites das instituições públicas e um grandioso processo de intensificação da ocupação destas áreas, tendo como marca o surgimento de periferias, caracterizadas pela construção de casas de plafitas à beira de rios e igarapés sem nenhum saneamento básico (PIMENTEL, 2012).

Figura 1: Definição das áreas cedidas às instituições públicas.



Fonte: Companhia de Habitação do Pará, (1997) citado por Bordalo (2006).

Segundo BRASIL NETO et al. (2014), as áreas urbanas no entorno do Parque Estadual do Utinga estão aglomeradas, principalmente, as margens das

importantes avenidas Almirante Barroso, João Paulo II e BR-316. Antes da criação do Parque já é notável, ao norte, a presença de habitações nos seus limites. Isto tem promovido invasões do território para as instalações de núcleos urbanos, desmatamento e lançamento direto de esgoto urbano nos mananciais: Água Preta e Bolonha (MENEZES, 2013; PARÁ, 2013).

## 2.2. PROBLEMAS RELACIONADOS AO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA.

Destinado à proteção e preservação dos mananciais que abastecem boa parte da região metropolitana de Belém e à proteção e preservação de biodiversidade, o Parque Estadual do Utinga (PEUt) ocupa uma área de 1.393,088 ha, tem como marca uma vasta variedade de fauna e flora e é muito utilizado em atividades de educação ambiental e ecoturismo, devido às belezas naturais e a potencialidade para atividades ecológicas como trilhas, passeios e caminhadas disponíveis à população de Belém e visitantes.

Todavia a situação do PEUt é preocupante em decorrência de sua vulnerabilidade mediante à pressão urbana especialmente no caso de mananciais sujeitos ao lançamento de esgotos advindos de diversos pontos da cidade (COSANPA 1993). Muitos relatos enfatizam a grande redução da cobertura vegetal, a expansão da área urbana e a poluição das águas verificada nas últimas décadas ao redor dos mananciais do Utinga (IMAZON 2003; DIÁRIO DO PARÁ, 2013). Esta “pressão” que avança sobre os mananciais do Utinga representa uma grave ameaça à vida útil dos lagos Água Preta e Bolonha e à biodiversidade do PEUt.

A situação é tão preocupante que diversos jornais de grande circulação de Belém e trabalhos científicos advertem sobre a urgente necessidade de intervenção no parque, alertando sobre a degradação ambiental e o avançado estágio de assoreamento dos lagos Bolonha e Água Preta. Ainda, segundo “O Diário do Pará”, o conselheiro do parque do Utinga afirmou que cerca de 50 % do lago Bolonha estaria assoreado.

As áreas desmatadas ao redor dos mananciais contribuem para redução da proteção contra a erosão superficial e o aumento do assoreamento dos lagos (BORDALO, 2006). Cerca de 3,8% da área total do parque se encontra em

avançado estágio de degradação e devem ser urgentemente recuperadas. Algumas tiveram a parte superior do solo removida para exploração de piçarra e cascalho destinados à construção civil, onde, em seu lugar foram deixados o subsolo menos fértil exposto à ação da chuva, incidência solar direta, oscilações bruscas de umidade e temperatura, sendo essas áreas consideradas de baixa resiliência.

É importante lembrar que o ambiente do parque, como um todo, influencia diretamente no dia a dia daqueles que moram na região metropolitana de Belém, seja pela água consumida ou pelo conforto climático proporcionado. Logo, a descaracterização da paisagem do parque implica não apenas na perda de biodiversidade, mas também em danos diretos e indiretos na qualidade de vida da população.

### 2.3. JUSTIFICATIVA PARA ESTUDOS NO PARQUE DO UTINGA

Com o Decreto Estadual nº 1.330, de 2 de outubro de 2008, o parque ambiental de Belém passou a ser denominado “Parque Estadual do Utinga, Unidade de Proteção Integral”, nos termos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, no qual um dos objetivos centrais é promover a recuperação das áreas degradadas, incluindo o seu reflorestamento.

Mais do que nunca a recuperação das áreas alteradas é necessária, tendo em vista o gradual processo de degradação das principais fontes de água da região metropolitana de Belém. Muitas áreas no PEUt, próximas a mananciais tiveram parte do solo removida e o subsolo fica exposto a ação da chuva, o que aumenta a vulnerabilidade desse material a processos erosivos que contribuem para a poluição e assoreamento dos reservatórios de água.

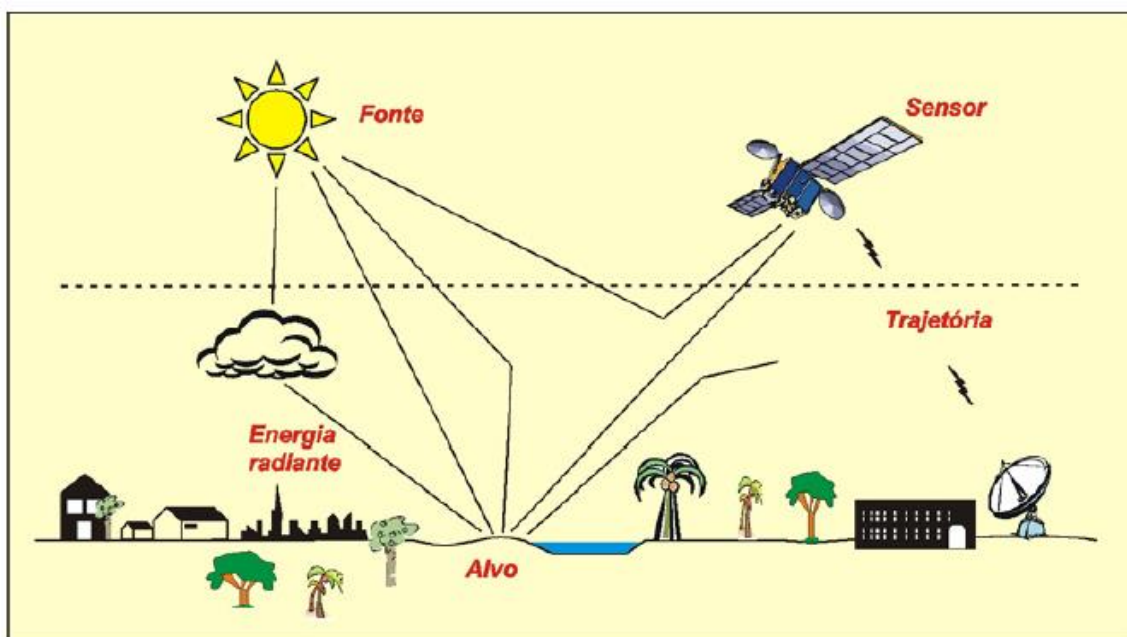
Dessa forma estudos que visam fazer um levantamento da cobertura do solo são extremamente importantes, pois permitirão a obtenção de informações fundamentais para futuros programas de recuperação com estratégias adequadas de recobrimento do solo exposto, o que certamente irá favorecendo a melhoria nos serviços ecossistêmicos e da qualidade da água.

## 2.4. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Define-se como sensoriamento remoto atividades associadas três processos: (1) aquisição, (2) processamento e (3) análise de informações obtidas por meio de sensores, os quais podem estar acoplados em aeronaves e satélites. Tais informações são utilizadas para estudar a terra e tem como princípio o fluxo de energia que é emitido e/ou refletido pela superfície terrestre (Meneses & Almeida, 2012).

A fase de aquisição a fase de Aquisição está associada a processos de detecção e registro dos dados, no qual os elementos: energia radiante, a fonte , o alvo, a trajetória e o sensor influenciarão nas informações a serem obtidas (Figura 2).

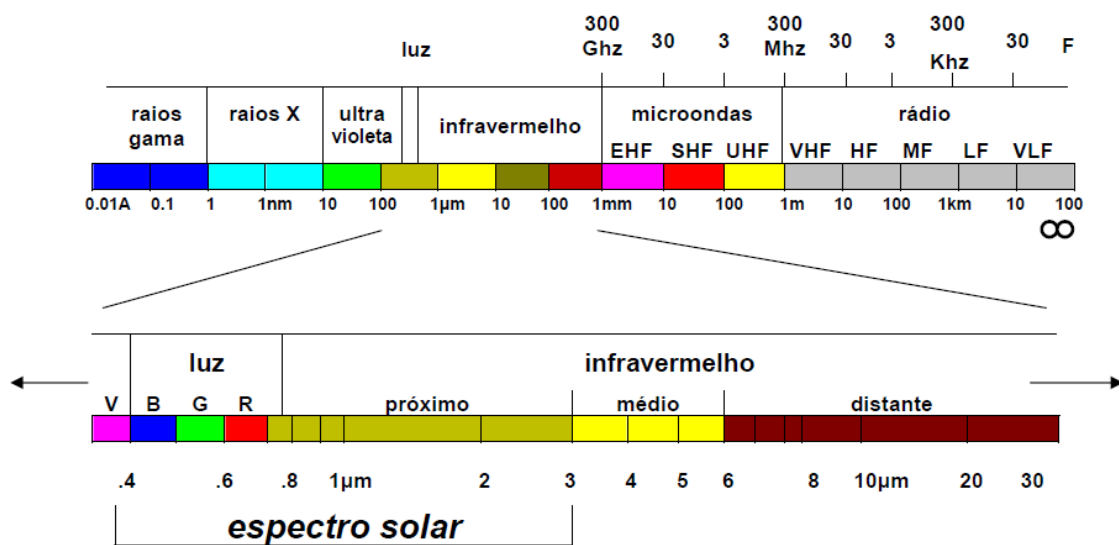
Figura 2: Elementos da fase de aquisição.



Fonte: Watrin & Maciel (2005).

De acordo com Novo (2010), a radiação eletromagnética é uma forma de energia que não precisa de um meio material para se propagar, sendo a solar a de maior relevância para os estudos de sensoriamento remoto. A radiação se propaga por meio de ondas que se diferenciam através da frequência e comprimento de onda, a qual pode ser representada pelo espectro magnético (Figura 3).

Figura 3: Representação do espectro magnético.



Fonte: Watrin & Maciel (2005).

Um ponto fundamental no estudo do sensoriamento remoto é compreender como se dá a interação da radiação eletromagnética com os alvos da superfície terrestre, o qual é realizado por meio da análise das propriedades espectrais dos mesmos. Desta forma, quando um fluxo de radiação eletromagnética incide sob um objeto, pode ocorrer: (1) parte deste fluxo é refletido, (2) parte penetra no objeto, sendo então absorvido e (3) outra parte é emergido novamente para o espaço.

As informações emitidas pelos sensores podem ser afetadas em função de efeitos atmosféricos, como gases, através da interferência no sinal coletado pelos sensores remotos. Outro fator que vai interferir na obtenção de informações no sensoriamento remoto é a superfície dos alvos, em virtude da energia refletida, tendo como destaque a reflexão do tipo especular, causada por superfícies lisas; e a reflexão do tipo difusa, causada pelas superfícies rugosas (Meneses & Almeida, 2012).

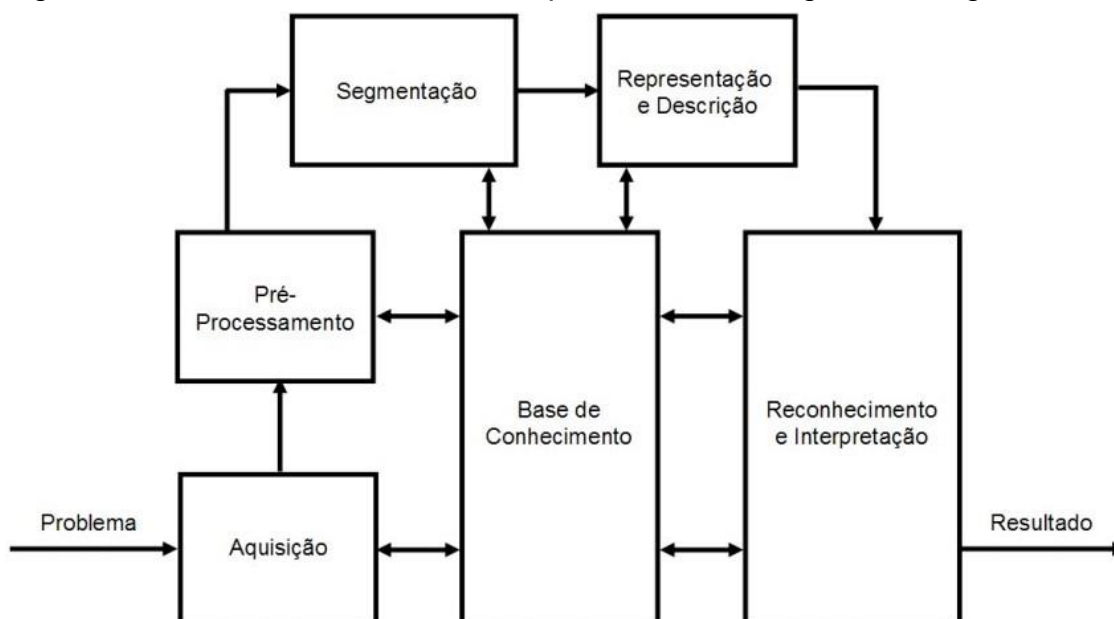
## 2.5. PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS E TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO

Pode-se definir o processamento digital de imagens como uma manipulação de imagem em ambiente computacional visando obter certas feições visuais e informações sobre diversas questões de interesse para o ser

humano. Com o avanço da tecnologia e a praticidade na utilização destas ferramentas, foi possível ampliar a sua utilização em diversas áreas, inclusive para fins científicos e tecnológicos, a exemplo de estudos de monitoramento ambiental.

A Figura 4 mostra os procedimentos fundamentais adotados no processamento digital de imagens.

Figura 4: Procedimentos adotados no processamento digital de imagens.



Fonte: Meloni, 2009.

De acordo com Meloni (2009), as técnicas de processamento digital de imagens inicia com a aquisição da imagem, seguido pela: (1) etapa de pré-processamento, (2) etapa de segmentação, (3) Representação e descrição e por fim o reconhecimento e descrição.

A utilização de imagens de satélite em estudos de análise multitemporal da cobertura do solo por meio de técnicas de sensoriamento remoto visando obter informações para conhecer e subsidiar ações no que se refere a estudos ambientais seguem os seguintes procedimentos: (1) Levantamento bibliográfico, (2) Levantamento Cartográfico e (3) Trabalho em gabinete.

O levantamento bibliográfico consiste na obtenção de informações relacionadas à temática da pesquisa, que subsidiará um arcabouço teórico referente aos acontecimentos históricos sobre o uso da terra, ocupação urbana

e aspectos econômicos e políticos de cada município abrangido por este estudo. Para tanto, são feitas consultas a livros, periódicos e artigos científicos, teses de doutorado, dissertações de mestrado e consulta webgráfica que auxiliaram a pesquisa.

O levantamento cartográfico consiste na aquisição de bases cartográficas e imagens de satélite dos locais onde se almeja estudar, os quais podem ser obtidos junto a órgãos oficiais de âmbito federal e estadual. Os dados vetoriais, pontos, linhas e polígonos, podem ser adquiridos junto ao Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estatística (IBGE) e os dados matriciais, imagens de Satélite Landsat-5, bandas 3, 4 e 5 do sensor TM (Thematic Mapper), que podem ser obtidas na página eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para imagens obtidas até o ano de 2012.

Imagens mais recentes (a partir de 2013) devem ser provenientes do satélite Landsat-8, sensor operacional Terra Imager (OLI), a qual poderá ser obtida no site EARTH EXPLORER, com resolução espacial de 30m, composição colorida RGB das bandas 6-5-4, as quais correspondem à composição Landsat-5 RGB 5-4-3.

A etapa de trabalho em gabinete, referentes ao pré-processamento das imagens obtidas, podem ser divididas em três etapas, sendo estas: (1) recorte, (2) correção radiométrica e (3) georreferenciamento de cada uma das imagens. Essa etapa, referente ao processamento das imagens, é realizada por meio da classificação supervisionada pelo algoritmo da Máxima Verossimilhança, na qual podem ser definidas classes de cobertura vegetal e uso do solo.

Com o tratamento e a classificação das imagens dos diferentes anos, é realizada a pós-classificação das mesmas, sendo computada a área ocupada por cada classe pré-determinada. O estudo é realizado com auxílio de softwares que serão utilizados no pré-tratamento e tratamento das imagens orbitais.

## 2.6. SENSORIAMENTO REMOTO PARA ESTUDOS AMBIENTAIS NA AMAZÔNIA

Segundo Moura *et al.* (2009), a antropização do espaço, em qualquer nível, é capaz de causar problemas de desequilíbrio ambiental, sendo o desflorestamento e a supressão de vários tipos de vegetação, de acordo com Santos e Aquino (2015), uma das principais consequências negativas de tal antropização. Para Gouveia *et al.* (2013), isto está relacionado, principalmente, com a falta de planejamento na utilização do espaço territorial de determinadas regiões.

Em termos de Região Amazônica, esta lacuna torna-se ainda maior, tendo em vista o processo histórico de ocupação desordenada devido à imigração de pessoas vindas das outras regiões e a exploração desordenada dos recursos naturais (LAURANCE *et al.*, 2001). O aumento do desmatamento para conversão da floresta em lavouras de diferentes cultivares, pastagens e o crescimento desordenado de núcleos urbanos tem gerado grandes problemas ambientais na região. No entanto, a grande extensão territorial e a carência de estrutura como estradas e mão de obra têm dificultado o efetivo controle e fiscalização.

Desta forma, faz-se importante o monitoramento deste tipo de alteração causada por ações antrópicas. Para tanto, deve-se lançar mão de técnicas que permitam a eficácia de tal monitoramento para garantir a maior segurança nas tomadas de decisão quanto à preservação e ao uso do solo e da vegetação da área (FORMIGONI *et al.*, 2011).

Assim, o sensoriamento remoto tem sido uma ferramenta eficaz para avaliar alterações na cobertura do solo, principalmente por não necessitar ir a campo para obter as informações e também o baixo custo (NEVES; SILVA, 2014).

Utilizando técnicas de sensoriamento remoto, Brasil Neto *et al.* (2014) avaliaram a dinâmica do uso do solo no entorno do parque estadual do Utinga e observaram que a área dominada por ocupações urbanas cresceu continuamente entre 1984 a 2013, bem como uma quantidade elevada de áreas degradadas em volta dos núcleos urbanos e dentro da Área de Proteção Ambiental da Região Metropolitana de Belém - APA. Constataram também que a floresta que circunda o PEUt encontra-se em processo de recuperação

avançada.

Ao estudar a dinâmica do uso do solo na ilha de Caratateua, Belém, Pará, por meio de técnicas de sensoriamento remoto, Bentes et al. (2018) observaram um que no período entre os anos de 1984 a 1989 houve maior crescimento urbano. O estudo deu subsídio para concluírem que a falha na gestão ambiental e urbanística resultou no aumento desordenado de áreas urbanas e vem gerando impactos sociais.

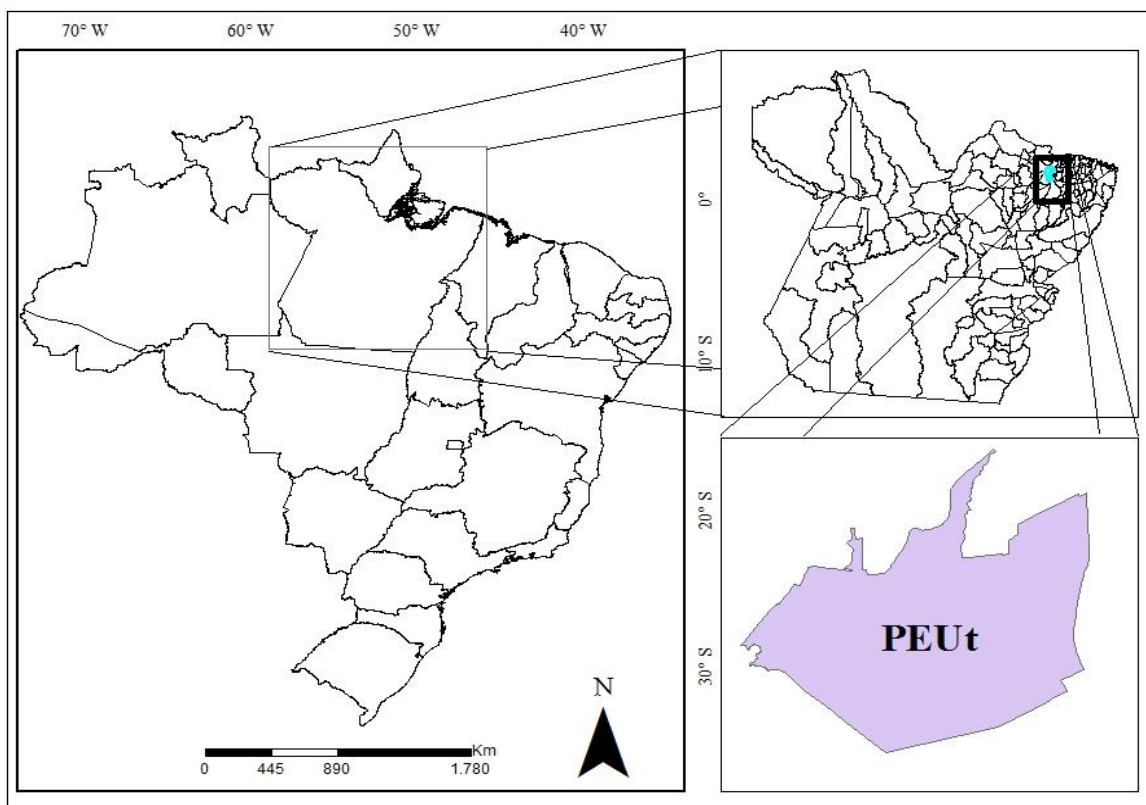
### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo é referente ao Parque Estadual do Utinga (Figura 5), situado entre os municípios de Belém e Ananindeua, estado do Pará (1°27'40" S e 48°26'59" W). Segundo o Anuário Estatístico do Município de Belém (2012), o clima é quente e úmido, com precipitação média anual de 2.834 mm e temperatura média é de 25° C em Fevereiro e 26° C em Novembro. Está na zona climática Afi (classificação de Köppen), com ausência de estação fria e temperatura do mês menos quente, acima de 18° C. Há a ocorrência períodos mais chuvosos, de dezembro a maio, e outra menos chuvosa que vai de junho a novembro.

No Parque Estadual do Utinga predominam os seguintes tipos de solos: Latossolo Amarelo Distrófico de textura média; Plintossolo Pétrico concrecionário; Plintossolo Háptico de textura média e Gleissolo de textura argilosa e muito Argilosa (Pará, 2013). A topografia é plana ou com suaves ondulações, constituída por tabuleiros, terraços e várzeas. Ao longo do entorno do parque encontram-se fragmentos de Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme e de Várzea.

Figura 5: Mapa de Localização do Parque Estadual do Utinga.



### 3.2. PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

Para o levantamento da cobertura vegetal e uso do solo do entorno do PEUt, foram adquiridas imagens do satélite LANDSAT-5 da órbita/ponto 224/62, bandas 3, 4 e 5, do sensor TM (Thematic Mapper) dos anos 1984 e 1999, disponíveis gratuitamente na página eletrônica do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (2014). A imagem do ano de 2013 é correspondente do satélite Landsat 8, sensor Operacional Terra Imager (OLI), órbita/ponto 224/62, datada do dia 13/06/2013, obtida do site EARTH EXPLORER (2013), com resolução espacial de 30 m, composição Colorida RGB das bandas 6-5-4, as quais correspondem à composição Landsat-5 RGB 5-4-3. Posteriormente foram aplicados os procedimentos referentes ao pré-processamento das imagens obtidas: recorte, correção radiométrica e georreferenciamento.

A etapa de processamento das imagens foi realizada por meio da

classificação supervisionada pelo algoritmo da Máxima Verossimilhança, na qual definiu-se as seguintes classes de cobertura vegetal e uso do solo: Vegetação densa (Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme e de Várzea e fragmentos florestais), Capoeira (processo de sucessão florestal secundária), Solo exposto (áreas em fase de preparo para implantação agropecuária e áreas degradadas), Vegetação rasteira (cultivo agrícola, vegetação aquática e áreas de pastagens), Área Urbana (instalações residenciais e industriais e áreas com pavimentação asfáltica) e Outras (corpos d'água e, em menor proporção, pixels não classificados).

Com o tratamento e a classificação das imagens dos diferentes anos, foi realizada a pós-classificação das mesmas, nas quais foram computadas a área ocupada por cada classe pré-determinada. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Geoprocessamento, Análise Espacial e Monitoramento por Satélite –LAGAM da Universidade Federal Rural da Amazônia. Os softwares utilizados no pré-tratamento e tratamento das imagens orbitais da pesquisa foram: Environment For Visualizing Images – (Envi) versão 4.5 e ArcGis 9.3.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores referentes à quantificação das categorias Floresta Densa, Capoeira, Vegetação Rasteira, Área degradada/Antropizada e Macrófitas, assim como o a imagem de classificação das classes temáticas do parque estadual do Utinga, podem ser observados na tabela 01 e figuras 6 e 7, respectivamente.

Tabela 1: Quantificação das classes de estudo do Parque Estadual do Utinga, Belém, Pará.

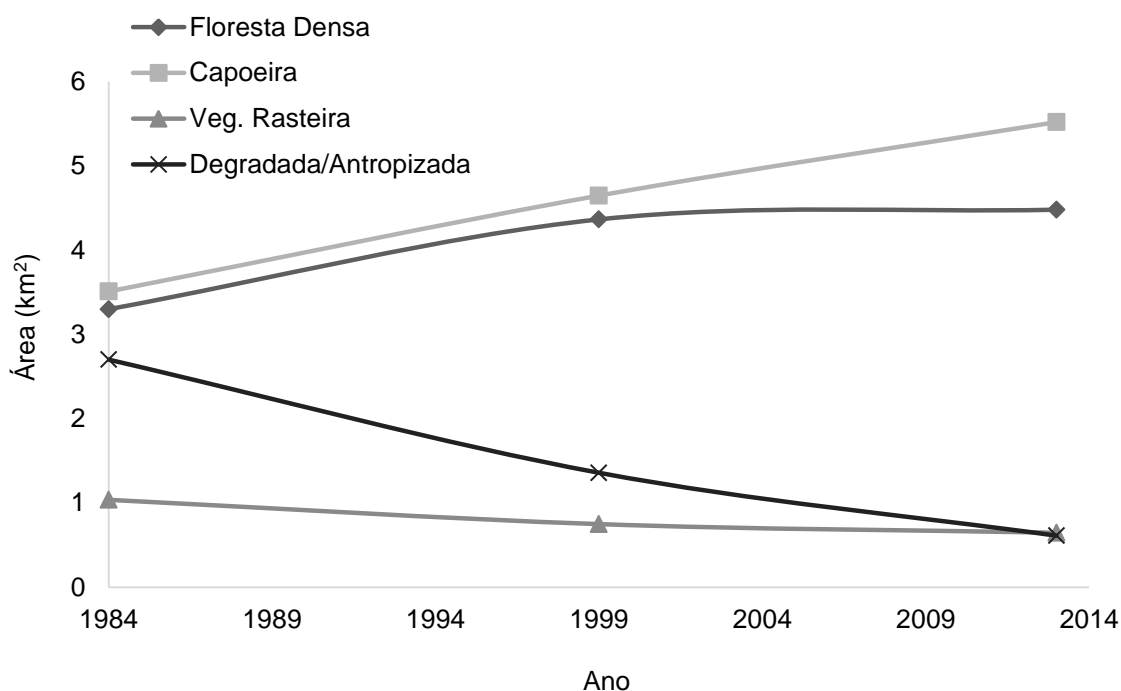
Classes	1984		1999		2013	
	Km2	%	Km2	%	Km2	%
Floresta Densa	3,299	23,68%	4,364	31,33%	4,479	32,15%
Capoeira	3,509	25,19%	4,646	33,35%	5,518	39,61%
Veg. Rasteira	1,037	7,44%	0,749	5,38%	0,647	4,64%
Degradada/Antropizada	2,7	19,38%	1,358	9,75%	0,612	4,39%
Macrófitas	0	0%	0	0%	0,199	1,43%
Outros	3,385		2,813	20,19%		17,78%
TOTAL	13,93	100%	13,93	100%	13,930	100%

A classe Floresta Densa apresentou 3,29 km<sup>2</sup> em 1984, aumentando para 4,36 Km<sup>2</sup> e 4,48 Km<sup>2</sup> em 1999 e 2013 respectivamente. Estes valores indicam a ocorrência de regeneração da floresta secundária ao longo de aproximadamente 23 anos. Para a classe capoeira, a qual está incluída

presença de gramíneas e arbustos esparsos em estágio de regeneração, houve um aumento entre os anos de 1984 a 2013. Para esta classe em 1984 a área total era de 3,51 Km<sup>2</sup>, passando para 4,65 e 5,52 Km<sup>2</sup> para os anos de 1999 e 2013.

Para a Vegetação rasteira houve uma redução de 0,39 km<sup>2</sup> entre os anos de 1984 e 2013, a qual no ano de 1984 o parque apresentava 1,04 km<sup>2</sup>, aproximadamente 7,44% da área total do parque, reduzindo para 0,75 e 0,65 Km<sup>2</sup> nos anos de 1999 e 2013, respectivamente (Figura 6). Para esta classe é atribuído à ocorrência de atividades agropecuárias.

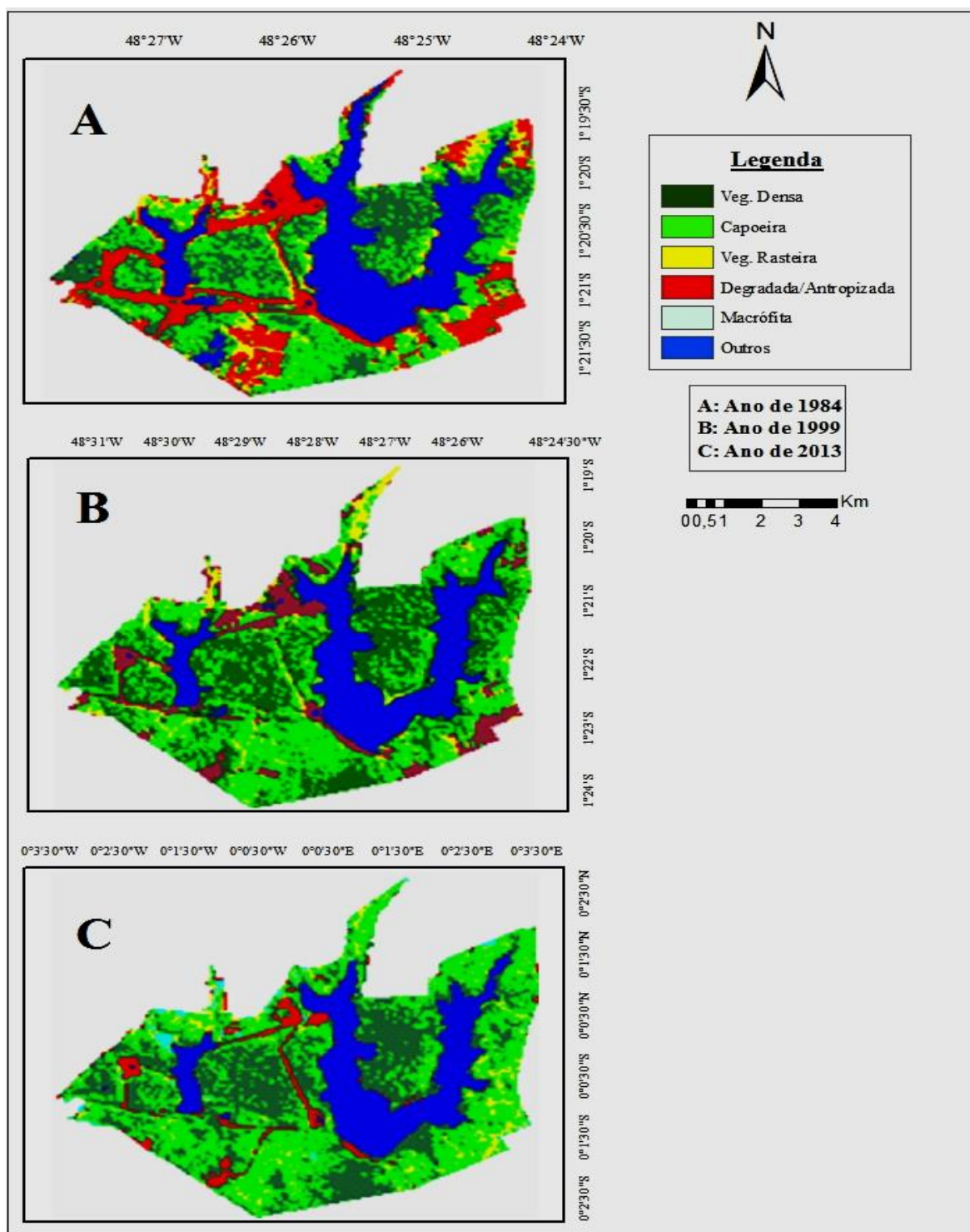
Figura 6: Área ocupada pelas classes nos anos de 1990, 1999 e 2011 no Parque Estadual do Utinga, Belém, Pará.



Com o Decreto Estadual N° 1.330/2008, o PEUt passou a ser denominado de Unidade de Proteção Integral, as quais são descritas conforme a Resolução do CONAMA n° 302, Art. 2º, II: “estas áreas tem função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas”, ou seja, estes locais não podem ser habitadas pelo

homem e nem serem utilizadas para uso direto como extrativismo, atividades agrícolas, etc.

Figura 7: Mapa de classificação das classes temáticas no Parque Estadual do Utinga: (A) ano 1984, (B) ano 1999 e (C) ano de 2013.



Portanto quaisquer atividade que promova alguma ameaça à biodiversidade do PEUt é proibida por lei. O aumento das classes vegetação densa e capoeira, somado à redução da vegetação rasteira pode estar relacionada com a maior vigor da legislação no intuito de proteger os mananciais de abastecimento da região metropolitana de Belém.

Porém a situação do PEUt é especialmente preocupante em virtude de sua grande vulnerabilidade mediante à pressão urbana, especialmente no caso de mananciais sujeitos ao lançamento de esgotos advindos de diversos pontos da cidade (COSANPA 1993). Somado a isso, historicamente uma série de atividades econômicas ocasionaram uma grande devastação ambiental, resultando em diversos pontos com ocorrência de áreas muito degradadas (BORDALO, 2004).

Por isso em 1984, a extensão de áreas com indícios de degradação ou ação de atividades antrópicas, como moradias, pistas, solo exposto, etc., foi de 2,7 Km<sup>2</sup>, cerca de 19,38% da área total do PEUt. Porém os valores desta classe indicam que houve uma boa redução destas áreas, reduzindo para 1,39 e 0,6 Km<sup>2</sup> em 1999 e 2013 respectivamente. Porém, mesmo com a considerável redução destas áreas, ainda há a ocorrência de locais com necessidade urgente de intervenção. Segundo PARÁ (2013), cerca de 1,3 % do parque Estadual do Utinga encontram-se em avançado estágio de degradação e ocorrem principalmente às margens dos Lagos Bolonha e Água Preta.

Uma consequência disso é a ocorrência de diversos artigos na literatura alertando os dados ambientais e a ameaça que os mananciais Agua Preta e Bolônia vem sofrendo nos últimos anos (SODRÉ, 2007; BORDALO, 2004; IMAZON, 2003, SECTAM, 1992). Segundo “O Diário do Pará” os lagos de abastecimento de Belém não vão durar muito tempo se a degradação ambiental e o avançado estágio de assoreamento se perpetuar nos próximos anos.

A Degradação Ambiental dos mananciais de abastecimento de Belém

tem induzido à ocorrência de uma nova classe no ano de 2013: As macrófitas, as quais são um grande indício de degradação ambiental em um reservatório. No ano de 2013, esta classe representou cerca de 0,2 Km<sup>2</sup>, cerca de 1,43 % da área total do PEUt.

É importante considerar que uma grande limpeza de Macrófitas foi realizada no Lago Bolonha, na qual foi retirada cerca de 70 % do total da vegetação até o mês de Julho, período de coleta da imagem. Segundo Cosampa (2013) ao final da operação foram retirados cerca de 371.000 e 1.200 m<sup>2</sup> de vegetação aquática dos lagos Bolonha e Água Preta, respectivamente, ou seja, grande parte dos mananciais estavam cobertos por macrófitas antes do período de obtenção da imagem do ano de 2013, o que indica a grande quantidade de poluentes, principalmente esgoto, nos lagos que abastece grande parte da região Metropolitana de Belém.

## **5. CONCLUSÕES**

O aumento das classes Floresta Densa e Capoeira indicam o aumento da regeneração natural e estabelecimento de uma floresta secundária densa ao longo de aproximadamente duas décadas. A poluição dos mananciais e a ocorrência de áreas Degradadas ao redor dos Lagos Água Preta e Bolonha favorecem o estabelecimento de plantas aquáticas e assoreamento do corpo hídrico do parque.

## 6. REFERÊNCIAS

BENTES, A. L. S.; BRASIL NETO, A. B. B.; ANDRADE, P. C.; BRAGA, A. N.; PERES, V. C.; SANTOS JÚNIOR, R. A. T.; FRANCO, M. J. B.; SANTOS, A. B. S. Dinâmica do uso do solo na ilha de Caratateua, Belém, Pará. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, p. 360 – 369, 2017.

BRASIL NETO, A. B.; PAUMGARTTEN, A. E. A.; BRAGA, A. N.; MACIEL, M. N. M.; SILVA, P. T. E. Dinâmica da cobertura vegetal e uso do solo no entorno do parque estadual do Utinga (PEUt), Belém-PA. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, p. 2120-2128, 2014.

BORDALO, C. A. L. **O desafio das águas numa metrópole amazonida: uma reflexão das políticas de proteção dos mananciais da Região Metropolitana de Belém-PA (1984-2004)**. Tese (doutorado)- Universidade Federal do Pará, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido, Belém, 2006.

CARDOSO, T. M.; MONTEIRO, F. F.; VENTURIERI, A.; CAMPOS, G. S. Análise multitemporal da Área de Proteção Ambiental de Belém e Parque Ambiental de Belém. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14, 2009, Natal. **Anais...** XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE, 2009. P. 1283-1290.

COSANPA (Companhia de Saneamento do Estado do Pará). **Relatório de Planejamento de Obras**. 1993.

COSANPA (Companhia de Saneamento do Estado do Pará). **Cosanpa encerra a limpeza dos Lagos Bolonha e Água Preta**. 2013. Fonte: <http://www.aesbe.org.br/conteudo/9124>. Acesso em: 03/02/2014.

DIÁRIO DO PARÁ. **Água do Lago Bolonha não vai durar muito tempo**. Disponível em: <<http://www.diarionline.com.br/noticias/para/noticia-193472-.html>> Acesso em: 12 de março de 2014.

IMAZON. **Relatório de atividades 2001-2002**. Belém: *Imazon*, 2003.

IMAZON. **Plano de trabalho para revisão do Plano de Manejo do Parque Estadual do Utinga**. Belém: IMAZON, 2012.

IDESP. 1991. **Estudo ambiental do Utinga, vida útil do sistema de abastecimento de água de Belém**. Relatório de Pesquisa Nº 19. Belém, Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará. 24p.

WATRIN, O. S.; Maciel, M. N. M. **Curso de introdução às técnicas de sensoriamento remoto**. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2015.

MELONI, R. B. S. **Classificação de imagens de Sensoriamento Remoto usando SVM**. Dissertação (mestrado em Informática) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009.

MENEZES, L. B. C.; CARVALHO, E. A. de; NUÑEZ, Y. T.; BRITO, L. B.; SEMBER, N. B. G.; VASCONCELOS, E. F. Parques urbanos de Belém (PA): situação atual e problemáticas sócio-ambientais. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, 2013.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto**. Universidade de Brasília. Brasília, 2012.

NOVO, E. M. L. M. N. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2010. 4ª ed.

PARÁ (Estado). Decreto Estadual nº 1.552 de 3 de maio de 1993. **Dispõe sobre a Criação do Parque Ambiental de Belém e da outras providências**. Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/coluna/legislacao-estadual/>. Acesso em 12/04/2014.

PARÁ (Estado). Decreto Estadual nº 1.330 de 02 de outubro de 2008. **Altera o**

**decreto estadual nº 1.552 de 3 de maio de 1993.** Disponível em: <http://www.sema.pa.gov.br/coluna/legislacao-estadual/>. Acesso em 12/04/2014.

PARÁ. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Revisão do Plano de Manejo do Parque Estadual do Utinga/ Secretaria de Estado de Meio Ambiente.** Belém: SEMA: Belém: IMAZON, 2013.

PARÁ. Secretaria de estado de ciência, tecnologia e meio ambiente (SECTAM). **Estudo para proteção ambiental dos Mananciais do Utinga e áreas adjacentes.** Belém: SECTAM, 1992. (SECTAM. Relatório Técnico Sof-Rel-017/92).

PIMENTEL, M. A. S.; SANTOS, V. C.; SILVA, F. A. O.; GONÇALVES, A. C. A ocupação das várzeas na cidade de Belém: causas e consequências socioambientais. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial, V.2, N.4, p.34 – 45, 2012.

RODRIGUES, Edimilson Brito. Aventura urbana: urbanização, trabalho e meio ambiente em Belém. Belém: **NAEA/UFPA/FCAP**. 1996.

SANTOS, Viviane C. Reconstrução da paisagem da Vila da Barca e suas implicações nas relações sociais dessa comunidade. Belém, 2012. Dissertação (Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Geografia) – **PPGEO/UFPA**.

SODRÉ, S. S. V. **Hidroquímica dos lagos Bolonha e Água Preta mananciais de Belém/Pará. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emilio Goeldi, EMBRAPA, Belém, 2007.**