



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS APLICADAS E EDUCAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E MEIO AMBIENTE
CURSO DE BACHARELADO EM ECOLOGIA
LABORATÓRIO DE CARTOGRAFIA E GEOPROCESSAMENTO**



JULIANE MONTEIRO COSTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA
DA SUB-BACIA DOS RIOS VELHO E AÇU**



RIO TINTO-PB

2017

JULIANE MONTEIRO COSTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA
DA SUB-BACIA DOS RIOS VELHO E AÇU**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba como requisito para a obtenção
do título de Bacharel em Ecologia.**

**Orientadora: Prof^ªDr^ª Nadjacleia Vilar
Almeida**

**RIO TINTO-PB
2017**

JULIANE MONTEIRO COSTA

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA
DA SUB-BACIA DOS RIOS VELHO E AÇU.**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Federal da
Paraíba como requisito para a obtenção
do título de Bacharel em Ecologia.**

Aprovada em: 17/11/2017

BANCA EXAMINADORA:

Nadjacleia Vilar Almeida

Prof^a. Dr^a. Nadjacleia Vilar Almeida - **DEMA/CCAUE/UFPB**
Orientadora

Milena Dutra da Silva

Prof^a. Dr^a. Milena Dutra da Silva
Curso de Ciências Biológicas/UFAL-Campus Arapiraca/UE Penedo
Examinador Externo

Bartolomeu J. de Souza

Prof^o. Dr^o. Bartolomeu Israel de Souza- **DGEOC/CCEN/UFPB**
Examinador Externo

Dedico este trabalho a Deus, que sempre cuidou de mim em todos os detalhes, e a minha mãe, que é exemplo de força, amor e fé. Minha Única motivação terrena!

Dedico

Agradecimentos

Antes de tudo e acima de todas as coisas, agradeço ao meu Deus, meu amigo fiel, que me conduziu até aqui e cuidou de mim em todo tempo, suprimindo todas as minhas necessidades, nunca me desamparou, pelo contrário me carregou em seu colo em todos os momentos, a ti Senhor seja honra, glória e todo louvor.

A minha família, em especial a minha mãe, que sempre me incentivou e me ensinou a nunca desistir dos meus sonhos e objetivos, exemplo para mim de força e sensibilidade, apenas sou grata por todas as palavras de conforto e encorajamento. Obrigado, mainha!

Ao meu noivo, Antônio dos Santos pelas inúmeras vezes ir me buscar na universidade, sempre com amor e carinho, obrigado por sua paciência e por não desistir de mim nos momentos de choro e estresse, Eu te amo.

A minha cunhada linda, Mariana Farias pelo apoio e incentivo, te admiro demais minha princesa.

A minha orientadora, professora Nadjacleia Vilar Almeida, por ter aceitado meu pedido de orientação, obrigado pela confiança, orientação, ensinamentos, oportunidades e principalmente paciência, muito obrigada.

Agradeço a todo corpo docente do curso de Ecologia que contribuíram para minha formação acadêmica, em especial aos professores Leonardo Figueiredo de Meneses, Zelma Glebya, Elaine Bernini, Elaine Folly, Lincoln Eloi, Joel Silva.

A família do Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento, por terem me acolhido e pelas trocas de conhecimento, em especial a Hugo Yuri, Mayara Dantas, Mayara Soares, Fabiana Lima.

A Jonas Fernandes, que será o eterno técnico do LCG, por toda paciência e ajuda.

As minhas amigas-irmãs que amo de coração, por entenderem minha ausência e mesmo assim, mandava mensagens de incentivo e força. Vocês são benção para mim, Idaliane Cândido, Isaline Cândido, Josabete Costa, Juliane Tavares, Fernanda Batista, Daniele Florêncio, Carlos, Roseli Santos, obrigado meus amores.

As amigas-irmãs que Deus me presenteou na universidade e que vou levar para a vida, que me acolheram em sua casa, sempre com muito amor e carinho, quando pensei que iria ficar sozinha no processo da construção do TCC, Deus com sua infinita misericórdia me enviou vocês, Caroline Dias e Laís Soares, minhas florzinhas, amo vocês.

A Jerferson Lima, sou imensamente grata, por todos os momentos de companheirismo desde as férias até este momento, madrugadas de busca e aprendizados,

obrigado por ser gentil e me auxiliar com seus conhecimentos científicos e experiências de vida, meu muito obrigado.

A minha turma 2012.2, em especial a Gyovane dos Santos, Walkimer Santana, Linaldo Freire, André Luiz e aos amigos que fiz no decorrer do curso, Maxsuel, Jhonatas, Larissa, ao técnico Rene Pinto pela amizade e inúmeras risadas.

Enfim, sou grata a todos que de alguma forma estiveram presentes em qualquer das etapas do trabalho e na formação da minha carreira acadêmica.

Como agradecer por tudo que fizeste a mim?
Não merecedor, mas provaste o Seu amor sem fim!

As vozes de um milhão de anjos
Não expressam a minha gratidão
Tudo o que sou e o que almejo ser
Eu devo tudo a Ti!

A Deus seja a glória
Por tudo o que fez por mim

Com Seu sangue lavou-me
Seu poder levantou-me!
A Deus seja a glória
Para sempre, amém

Quero viver para Ti
Tua vontade obedecer
E se o aplauso eu receber
No calvário irei me gloriar

Com Seu sangue lavou-me
Seu poder levantou-me!
A Deus seja a glória
Para sempre, amém

Quero viver para Ti
Tua vontade obedecer
E se o aplauso eu receber
No calvário irei me gloriar

Com Seu sangue lavou-me
Seu poder levantou-me!
A Deus seja a glória
Para sempre, amém
Para sempre, amém

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Quantificação do uso e cobertura da terra obtido para a Sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1974 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.	23
Tabela 2 - Quantificação do uso e cobertura da terra obtido para a sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1985 a 2016 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.	28

Lista de Quadros

Quadro 1 - Características das imagens de satélite utilizadas	16
Quadro 2 - Objetos e feições ambientais representados em composição Falsa-cor (R5G4B3) em imagem Landsat 8 e respectivas chaves de interpretação.	20
Quadro 3 - Espécimes típico do Tabuleiro Costeiro	29

Listas de Figuras

Figuras 1 - Localização da Sub-bacia dos Rios Velho e Açú, Rio Tinto-PB, Brasil.	16
Figuras 3 - Uso e Cobertura da Terra da Sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1974 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Fonte: Carta topográfica da SUDENE (1974).....	22
Figuras 4 - Precipitação temporal da Série Histórica de 21 Anos do município de Rio Tinto, Paraíba, Brasil. *mês de captura da imagem.	24
Figuras 5 - Índice de NDVI dos anos de 1985, 2001 e 2016 da Sub-bacia dos Rios Velho e Açú na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.....	24
Figuras 6 - Precipitação Temporal do Ano de 2001 do município de Rio Tinto, Paraíba. *Mês de captura da imagem.	25
Figuras 7 - Densidade da vegetação do Manguezal no ano de 2001.....	26
Figuras 8 - Densidade da vegetação do Manguezal no ano de 2016.....	26
Figuras 9 - Área ocupada pelos diferentes tipos de uso e cobertura da terra obtido para a Sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1985, 2001 e 2016 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Fonte: Imagens dos Landsat 5, 7 e 8.....	27
Figuras 10 - Área de manguezal Degradado. Foto: Hugo Yuri- Data: 24/04/2015.....	30
Figuras 11 - Local dos Quebra-ventos na imagem Landsat 8 de 2016.....	31
Figuras 12 - Quebra-vento em quadriculado conectados ao remanescente de Mata atlântica (Mata do Oiteiro) inserida na Sub-bacia dos Rios Velho e Açú, limitada ao norte pela Lagoa do Saco e o Oeste pelo canavial. Coordenada: x 286755, y 9244201. Fonte: Imagem do Google Earth datada de 26/01/2007.	31
Figuras 13 - Total das APP's das nascentes, APP's dos Cursos d'água e APP da lagoa do Saco da Sub-bacia dos Rios Velho e Açú na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. 32	
Figuras 14 - Cana de açúcar no leito do rio Velho Coordenada: 028478 mE e 924349mS. Data:13-03-2017 Foto: Juliane Monteiro	33
Figuras 15 - Áreas íngremes no Rio Velho,Foto: Iara Medeiros- Data: 02/08/2016	33
Figuras 18 - Dinâmica da cobertura vegetal na Sub-bacia dos Rios Velho e Açú, em 1974 a 2016, na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. METODOLOGIA	15
2.1 <i>Área de estudo</i>	15
3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS	16
3.1 <i>Pluviometria</i>	17
3.2 <i>Pré-processamento, processamento e pós-processamento das imagens</i>	18
3.3 <i>Calibração Radiométrica</i>	18
3.4 <i>Calibração Radiométrica do Landsat 8</i>	18
3.5 <i>Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)</i>	19
4. <i>Classificação Supervisionada Máxima-Verossimilhança</i>	19
5. <i>Cruzamento dos mapas temáticos para diagnosticar a situação da cobertura vegetal para os anos de 1974 a 2016</i>	21
7. <i>Características físico-químicas do solo do manguezal degradado</i>	21
8. <i>Mapeamento das áreas de preservação permanente (APP)</i>	21
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
9.1 <i>Índice de Vegetação por Diferença Normalizada</i>	23
9.2 <i>Classificação supervisionada</i>	27
9.3 <i>Área de Preservação Permanente-APPs</i>	31
9.4 <i>Dinâmica da cobertura vegetal na sub-bacia dos Rios Velho e Açú no período compreendido entre 1974 a 2016</i>	34
10. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36

DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO TEMPORAL DO USO E COBERTURA DA TERRA DA SUB-BACIA DOS RIOS VELHO E AÇU.

Juliane Monteiro Costa¹ Nadjacleia Vilar Almeida²

Graduanda do Curso de Ecologia da UFPB¹. Email: julianemonteiro89@gmail.com

Professora adjunta; Curso de Ecologia da UFPB². Email: nadjacleia@ccae.ufpb.br

Resumo

Desde que a cana-de-açúcar foi inserida pelos portugueses, muitas áreas que antes eram ocupadas por vegetação nativa, foram substituídas pela monocultura da cana-de-açúcar, abrindo espaço para outros tipos de usos e cobertura da terra, ocasionando a expansão urbana e consequentemente a fragmentação doremanescente vegetacional e comprometendo a fauna e flora, assim como outros ecossistemas. O sensoriamento remoto tem papel fundamental no mapeamento das perturbações, ao longo dos anos, permitindo analisar os impactos na paisagem. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar a distribuição espaço-temporal do uso e cobertura da terra da sub-bacia dos Rios Velho e Açú inseridas na Área de Proteção Ambiental-APA da Barra do Rio Mamanguape. Foram aplicadas técnicas de sensoriamento remoto aliadas ao NDVI, a partir da Classificação Supervisionada, foi realizado o cruzamento dos mapas, mapeamento das APPs e análise da sua conformidade legal. Foi utilizada como registro histórico inicial a carta topográfica de 1974, em seguida foram analisadas as imagens do Satélite Landsat TM 5, Landsat ETM 7 e Landsat OLI 8, datadas do dia 05/02/1985, 04/08/2001 e 25/11/2016 respectivamente. Os resultados mostraram que o NDVI reduziu de 1985 a 2016, diminuindo a densidade da biomassa vegetal, a classificação supervisionada mostrou a redução e substituição da vegetação natural, principalmente ocasionada pela cana-de-açúcar, afetando diretamente as matas ciliares, consequentemente degradando os rios inseridos na sub-bacia. Diante disso, conclui-se que a supressão da vegetação natural foi devido as interferências antrópicas ocasionadas pelo plantio da monocultura canavieira, e a hipótese que toda perturbação que ocorre fora dos limites da APA, irá repercutir diretamente no seu interior foi comprovada.

Palavras-chave: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada, Área de Preservação Permanente-APP, Unidade de Conservação.

Abstract

Since sugarcane was introduced by the Portuguese, many areas that were formerly occupied by native vegetation were replaced by sugar cane monoculture, opening space for other types of land use and cover, causing urban sprawl and consequently vegetative doremanescent fragmentation and compromising the fauna and flora, as well as other ecosystems. Remote sensing has played a key role in the mapping of disturbances over the years, allowing the analysis of impacts in the landscape. Therefore, the present work has as general objective to analyze the spatial-temporal distribution of land use and land cover of the Rios Velho and Açú sub-basin inserted in the Environmental Protection Area-APA of Barra do Rio Mamanguape. Remote sensing techniques allied to the NDVI were applied, from the Supervised Classification, the maps were crossed, mapping the APPs and analyzing their legal compliance. The 1974 topographical chart was used as the initial historical record, after which the images of Landsat TM 5, Landsat ETM 7 and Landsat OLI 8, dated 05/02/1985, 04/08/2001 and 25/11 / 2016 respectively. The results showed that NDVI decreased from 1985 to 2016, decreasing the biomass density, supervised classification showed the reduction and substitution of natural vegetation, mainly caused by sugarcane, directly affecting the riparian forests, consequently degrading the rivers inserted in the sub-basin. Therefore, it is concluded that the suppression of natural vegetation was due to the anthropic interference caused by the planting of sugarcane monoculture, and the hypothesis that any disturbance that occurs outside the limits of the APA, will directly affect its interior has been proven.

Keywords: Normalized Difference Vegetation Index, Permanent Preservation Area-APP, Conservation Unit.

Resumen

Desde que la caña de azúcar fue introducida por los portugueses, muchas áreas que antes eran ocupadas por vegetación nativa, fueron sustituidas por el monocultivo de la caña de azúcar, abriendo espacio para otros tipos de usos y cobertura de la tierra, ocasionando la expansión urbana y consecuentemente la fragmentación dorésciente vegetacional y comprometiendo la fauna y la flora, así como otros ecosistemas. El sensor remoto tiene un papel fundamental en el mapeo de las perturbaciones a lo largo de los años, permitiendo analizar los impactos en el paisaje. En este sentido, el presente trabajo tiene como objetivo general analizar la distribución espacio-temporal del uso y cobertura de la tierra de la subcuenca de los Ríos Velho y Açú insertadas en el Área de Protección Ambiental-APA de la Barra del Río Mamanguape. Se aplicaron técnicas de sensorización remota aliadas al NDVI, a partir de la Clasificación Supervisada, se realizó el cruce de los mapas, mapeo de las APP y análisis de su conformidad legal. Se utilizó como registro histórico inicial la carta topográfica de 1974, luego se analizaron las imágenes del Satélite Landsat TM 5, Landsat ETM 7 y Landsat OLI 8, fechadas el día 05/02/1985, 04/08/2001 y 25/11 / 2016 respectivamente. Los resultados mostraron que el NDVI redujo de 1985 a 2016, disminuyendo la densidad de la biomasa vegetal, la clasificación supervisada mostró la reducción y sustitución de la vegetación natural, principalmente ocasionada por la caña de azúcar, afectando directamente a las matas ciliares, consecuentemente degradando los ríos en la subcuenca. En este sentido, se concluye que la supresión de la vegetación natural se debió a las interferencias antrópicas ocasionadas por la plantación del monocultivo de la caña de azúcar, y la hipótesis que toda perturbación que ocurre fuera de los límites de la APA, repercutir directamente en su interior ha sido comprobada.

Palabras-clave: Índice de Vegetación por Diferencia Normalizada, Área de Preservación Permanente-APP, Unidad de Conservación.

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, a paisagem vem passando por intensas modificações em sua estrutura, alterando o seu funcionamento e desenvolvimento natural, devido à expansão urbana e principalmente das monoculturas.

A região nordeste foi uma das regiões mais importante para o cultivo da cana-de-açúcar. Introduzida pelos portugueses, se adaptou rapidamente ao clima tropical e ao relevo plano e próximo ao mar, SILVA *et al* (2013). Mas, foi a partir da criação do Programa Nacional do Alcool (Proálcool) no Brasil, por meio do Decreto n.76.593 em 14 de Novembro de 1975, que o governo intensificou a plantação da cana-de-açúcar, devido ao aumento dos valores do petróleo. Incentivando a produzir um produto derivado da cana-de-açúcar, o etanol, o qual prometia ser o marco no desenvolvimento econômico no país. Diante disto, extensas áreas de mata atlântica sofreram supressão devido o avanço da monocultura canavieira, ocasionando a devastação nas matas ciliares, alterando a biodiversidade, aterrando diversas nascentes e alterando o fluxo hídrico dos rios.

Os rios e as bacias hidrográficas são elementos integradores de extrema importância, pois, refletem a situação atual do ambiente, sendo os agentes integradores mais importantes de veiculação de materiais intemperizados das rochas, carregados das áreas mais altas para as mais baixas, dos continentes para o oceano (CHRISTOFOLETTI 1980, p. 65).

A Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, no seu Art. 1º, V, define que a “*bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*”.

A bacia hidrográfica é considerada como uma unidade natural na qual o elemento integrador é representado pelos canais fluviais ou de drenagem natural (RODRIGUES & CARVALHO, 2003). Qualquer perturbação no ambiente irá refletir no sistema de drenagem, constituído por um rio principal e seus afluentes, responsáveis em transportar água e sedimentos, ao longo do seu percurso, desde a montante até a foz.

Neste contexto, as bacias hidrográficas apresentam-se como uma unidade integradora, dos setores (naturais e sociais) e deve ser mantida com essa função, a fim de amenizar os impactos ambientais (GUERRA E CUNHA 2011, p. 353), portanto, é necessário o estudo e conhecimento das bacias, assim como também um planejamento, pois tudo que acontece em algum ponto da bacia hidrográfica terá resultados diretos e indiretos em pontos adjacentes.

As bacias hidrográficas são delimitadas pelos divisores de águas, que separam uma bacia da outra e, internamente, existem elevações que são denominadas de interflúvios, que dividem sub-bacias e microbacias hidrográficas (ARAUJO, ALMEIDA & GUERRA 2010, p. 59).

Os rios propiciam uma terra fértil e disponibilidade de água para o cultivo, abundância de peixes para a pesca, como também geração de energia e permitem recreação, por isso, com o passar dos anos, os leitos dos rios têm sido, preferencialmente, habitados e ocupados, devido à disponibilidade de recursos que esse corpo hídrico oferece e por isso o processo de degradação é mais acentuado. As intensas atividades humanas que são desenvolvidas em um trecho do rio alteram de diferentes formas, escalas de intensidade a dinâmica do equilíbrio hidrológico do rio, causando, muitas vezes, a degradação ambiental.

Degradação Ambiental é a redução da qualidade e quantidade dos recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra (ARAUJO, ALMEIDA E GUERRA, 2010, p. 19). Pode ser tanto natural com as ações da natureza como deslizamentos de encostas, quanto socioeconômico, que são as intervenções humanas sobre os recursos naturais, como a ocupação inadequada das margens dos rios (ALMEIDA, 2002, p. 12). A degradação ambiental pode ocorrer por meio das ações antrópicas, sendo exercidas diretamente sobre o terreno ou em algum recurso natural. Muitas nascentes, cursos d'água, rios estão perdendo a sua mata ciliar cada vez mais rápido ao longo dos anos. E isso, tem acarretado muitos problemas às bacias hidrográficas, os quais se refletem principalmente nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos.

Neste contexto, é essencial o uso das técnicas de sensoriamento remoto, para uma maior compreensão, análise e identificação do uso e cobertura da terra, como também a observação das transformações ocasionadas na paisagem no decorrer dos anos.

Florenzano, (2011, p.09) defini Sensoriamento Remoto como sendo a “tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados, da superfície terrestre, através da captação e do registro da energia refletida ou emitida pela superfície”. A energia refletida dos objetos terrestres é proveniente do sol e no sensoriamento remoto a energia utilizada é a radiação eletromagnética, que se propaga na forma de ondas eletromagnéticas com velocidade, frequência e comprimento de onda específico.

A energia reflete nos objetos de diferentes formas, que varia com o comprimento de onda, como também em suas características bio-físico-químicas (vegetação, água e solo) (FLORENZANO, 2002, p. 11). É através dessas variações que é possível identificar e distinguir os objetos da superfície terrestre nas imagens de sensores remotos. É fundamental o conhecimento do comportamento espectral dos objetos da superfície terrestre e dos fatores que interferem neste comportamento, para compreender e extrair as informações por meio do sensoriamento remoto (NOVO, 2010, p. 241). Os índices de vegetação são utilizados com o objetivo de extrair informações sobre a cobertura vegetal de uma dada área, principalmente no que se refere aos estudos multi-temporais da vegetação (SANTOS JÚNIOR *et al* 2015).

Para os estudos da cobertura vegetal destaca-se o NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Na literatura são encontrados mais de cinquenta índices de vegetação (PONZONI & SHIMABUKURO, 2007, p. 82). O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi proposto por Rouse *et al* (1973).

O NDVI é uma importante ferramenta para o monitoramento da vegetação, sendo bastante utilizado para “construir perfis sazonais e temporais das atividades da vegetação, detectando atividades sazonais e fenológicas, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência (Ponzoni & Shimabukuro 2007, p. 83) O estudo do NDVI para a vegetação é exclusivo para identificação do desenvolvimento e da densidade da vegetação. Esse índice é muito utilizado atualmente, mas deve ser levado em consideração os fatores limitantes para sua interpretação como, por exemplo, a presença de nuvens (a interferência atmosférica) e sombra de nuvens nas imagens utilizadas (NOVO, 2010, p. 90).

Outro método importante quando se fala de uso e cobertura da terra é a classificação supervisionada, no qual consiste no conhecimento prévio do pesquisador sobre a área de estudo,

tendo como finalidade tornar o processamento mais rápido, quantitativo e objetivo, com possibilidades de repetição imediata (FLORENZANO, 2002, p. 78).

A APA da Barra do Rio Mamanguape criada pelo decreto federal nº 924 de 10 de setembro de 1993 tem entre seus objetivos garantir a conservação do habitat do Peixe-Boi Marinho (*Trichechus manatus*) e a conservação de expressivos remanescentes de manguezal, mata atlântica e dos recursos hídricos ali existentes, no entanto seus limites não consideram os divisores topográficos das sub-bacias hidrográficas, dessa forma, as nascentes e grande parte dos rios que alimentam os estuários do rio Mamanguape com água doce estão fora dos limites da APA, se tornando vulneráveis aos impactos e a degradação das atividades desenvolvidas no entorno da APA como, por exemplo, a agricultura de subsistência (bananeira, batata-doce, macaxeira) e a monocultura da cana-de-açúcar, essa última predominante na área.

Os rios Velho e Açú são importantes afluentes do rio Mamanguape, desaguando no estuário do rio Mamanguape e, portanto dentro da APA. São de suma importância para a APA, pois toda e qualquer perturbação que ocorra no alto curso (externo aos limites da APA), irá repercutir no médio e baixo curso (dentro do limite da APA).

Diante desse contexto, temos como principal problemática: Quais as atividades agrícolas realizadas no entorno da Sub-bacia, que podem repercutir no interior da APA?

A hipótese que levantamos é que mesmo após a criação da unidade de conservação, os impactos nas áreas externas ao território APA repercutem em seu interior.

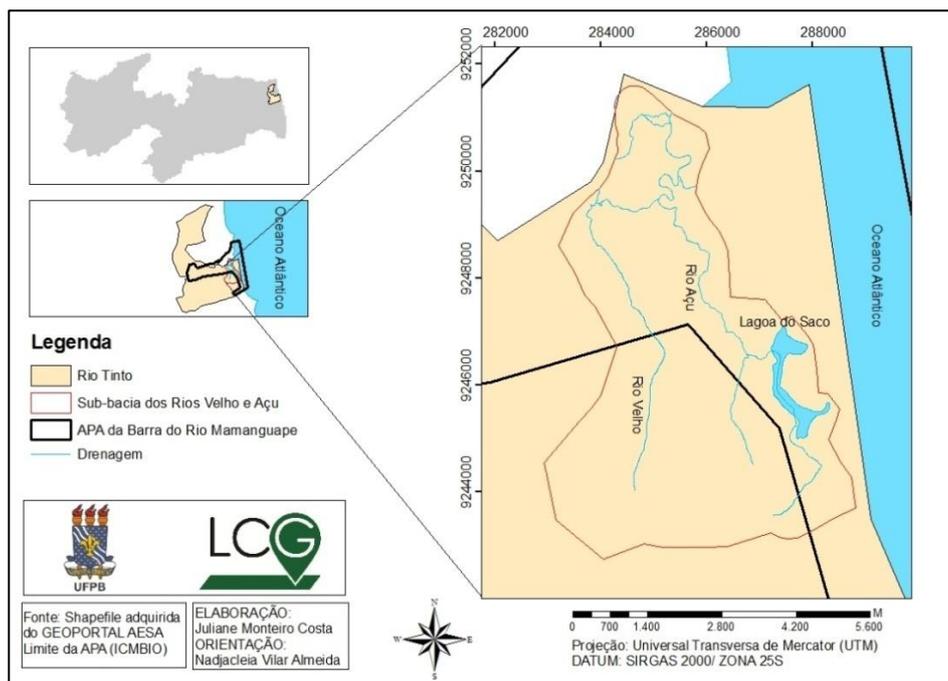
Diante disso, o objetivo geral foi analisar a distribuição espaço-temporal do uso e cobertura da terra e realizar um diagnóstico da situação das Áreas de Preservação Permanente-APP's da sub-bacia dos Rios Velho e Açú na APA da Barra do Rio Mamanguape.

Dessa forma, o NDVI e a classificação supervisionada são usados como ferramenta para o monitoramento da cobertura vegetal dando subsídio ao planejamento ambiental da sub-bacia dos Rios Velho e Açú, inseridos parcialmente nos limites da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape e ARIE dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape.

2. METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

A área estudada, a sub-bacia dos Rios Velho e Açú, esta inserida parcialmente nos limites da Área de Proteção Ambiental-APA e totalmente dentro do município de Rio Tinto, com uma área de 29,49 km² (Figura 1).



Figuras 1 - Localização da Sub-bacia dos Rios Velho e Açú, Rio Tinto-PB, Brasil.

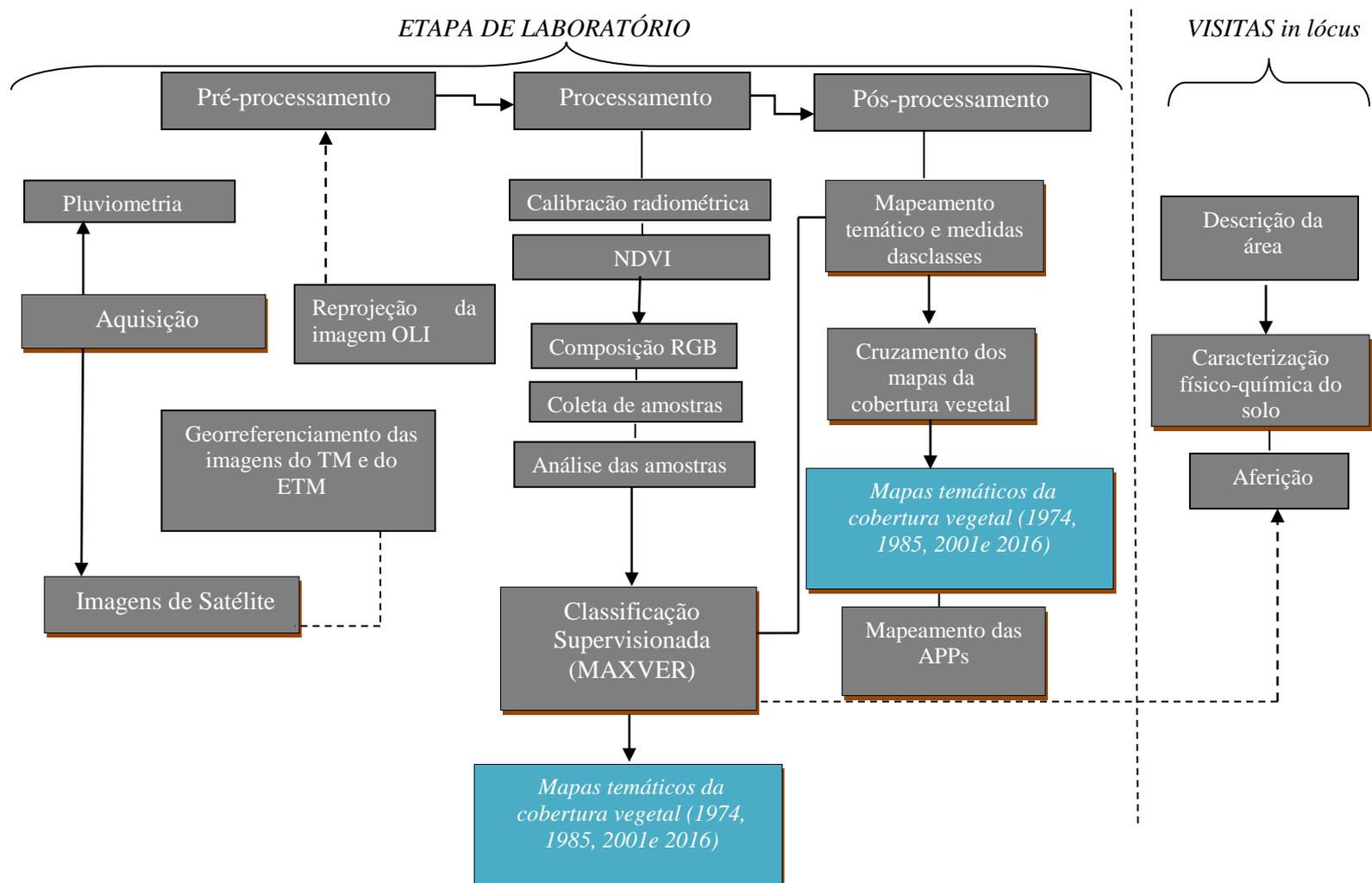
3. PROCEDIMENTOS TÉCNICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi utilizada a carta topográfica do ano de 1974 da Barra do Rio Mamanguape (Folha: SB-25-Y-A-VI-3-NO) elaborada pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) na escala de 1:25.000. Imagens orbitais multitemporais (Quadro 1) capturadas dos sensores TM (*Thematic Mapper*), ETM (*Enhanced Thematic Mapper*) e OLI (*Operational Land Imager*) a bordo dos satélites da série Landsat 5, 7 e 8 (Satélite de Recursos Terrestres), na órbita/ponto 214/65 (Quadro 1).

Quadro 1- Características das imagens de satélite utilizadas

Satélite	Sensor	Órbita/ Ponto	Resolução espacial	Bandas	Data das imagens	Intervalo do comprimento de onda	Fonte de Aquisição
Landsat 5	TM	215/065	30 m	B3 (vermelho)	05/02/1985	0,63 – 0,69 μm	DGI/IN PE
				B4 (infravermelho próximo)		0,76 – 0,90 μm	
Landsat 7	ETM	215/65	30m	B3 (vermelho)	04/08/2001	0,63 – 0,69 μm	
				B4 (infravermelho próximo)		0,76– 0,90 μm	
Landsat 8	OLI	215/65	30 m	B4 (vermelho)	25/11/2016	0.64 – 0.67 μm	USGS/ Earth Explorer
				B5 (infravermelho próximo)		0.85 – 0.88 μm	

Os procedimentos técnicos adotados foram divididos e agrupados em duas etapas principais, laboratório e visitas *in lócus* (Figura 2):



As imagens TM/Landsat 5 e ETM/Landsat7, foram disponibilizadas no portal de Divisão de Geração de Imagens-DGI adquiridas gratuitamente junto ao banco de dados no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) a partir do Catálogo de Imagens (2016), e a imagem do Landsat 8 foi adquirida no *United States Geological Survey* (USGS, 2017) a partir da página do *Earth Explorer*.

Para a seleção das imagens, seguiram-se dois critérios: 1) as imagens deveriam corresponder aos anos anteriores e posteriores da criação da unidade de conservação; 2) as imagens da área deveriam apresentar ausência ou baixo percentual de cobertura de nuvens ($\leq 10\%$).

O primeiro critério é devido a situação em que a área se encontrava antes da criação da APAe quais os fatores naturais considerados e incluídos depois da criação da mesma. O segundo critério foi devido o percentual de cobertura de nuvens nas imagens, de maneira que, foram selecionadas por apresentarem ausência ou um percentual mínimo de nuvens ($\leq 10\%$) para a área analisada e devido a dificuldade de aquisição das imagens para meses mais próximos, sendo necessário a mudança para os anos selecionados.

3.1 Pluviometria

Como a sub-bacia se encontra inserida totalmente no município de Rio Tinto-PB, fez-se necessário verificar a precipitação para a cidade, utilizando uma série histórica de 21 anos (1994-2014) disponibilizada pela AESA-Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. De posse dos valores médios de precipitação, os dados foram inseridos em uma Planilha Eletrônica, onde foi possível gerar um gráfico com a precipitação temporal, identificando os períodos secos e chuvosos. Para o ano de 1985 foi utilizada a média histórica para caracterizar o ano e para o ano de 2001 foi gerado um gráfico de precipitação anual.

Neste contexto, a precipitação exerce grande influência na variação dos padrões de distribuição espacial e temporal da vegetação, sendo necessário correlacionar e considerar o período de aquisição das imagens de satélite, quando se trabalha com uso e cobertura vegetal e sensoriamento remoto.

3.2 Pré-processamento, processamento e pós-processamento das imagens.

Fez-se necessária a correção geométrica dos satélites TM/Landsat 5 (*Thematic Mapper*) e ETM/Landsat 7 (*Enhanced Thematic Mapper*) para o ano de 1985 e 2001.

Para o OLI/Landsat 8 (*Operational Land Imager*), a USGS/NASA já disponibiliza a imagem georreferenciada e ortorretificada, sendo necessário mudar apenas a projeção para o Hemisfério Sul.

As imagens TM e ETM foram empilhadas (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), em seguida, registradas (georreferenciadas), tendo como base a imagem Landsat 8, posteriormente, foi realizado o recorte da área de estudo. Os procedimentos foram realizados em ambiente SIG-Sistemas de Informação Geográfica.

3.3 Calibração Radiométrica

Para calcular os valores de NDVI, é necessário realizar a calibração radiométrica, transformando os números digitais (ND) de cada pixel da imagem em radiância monocromática, ou seja, a energia emitida por cada pixel. A radiância pode ser obtida pela equação (1) proposta por Markham & Baker (1987 *apud* PACE *et al.*, 2008):

$$L_{\lambda i} = a_i + \frac{b_i - a_i}{255} ND$$

(1)

Onde:

a e b representam as radiâncias espectrais mínima e máxima ($(W m^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$);

ND é a intensidade do pixel (número inteiro compreendido entre 0 e 255 e ;

I corresponde às bandas (1,2,3... e 7) do satélite Landsat.

A partir da radiância espectral, calcula-se a reflectância, definida como sendo a razão entre o fluxo de radiação solar refletida e o fluxo de radiação solar incidente. Obtida segundo a equação (2) (ALLEN *et al.*, 2002 *apud* PACE *et al.*, 2008):

$$P_{\lambda i} = \rho = \frac{\pi \cdot L_{\lambda i}}{\kappa_{\lambda i} \cdot \cos Z \cdot dr}$$

(2)

Onde:

$L_{\lambda i}$ é a radiância espectral de cada banda;

$\kappa_{\lambda i}$ é a irradiância solar espectral de cada banda no topo da atmosfera ($W m^{-2} \mu m^{-1}$);

Z é o ângulo zenital solar.

Foi utilizada a tabela eletrônica proposta por Gürtler *et al.* (2005) para auxiliar na calibração radiométrica dos Landsat 5 e 7.

3.4 Calibração Radiométrica do Landsat 8

O site da USGS/NASA, disponibiliza a imagem Landsat 8 com a Radiância corrigida, sendo necessário apenas a correção da reflectância do topo da atmosfera, cuja equação para correção é obtida na própria página da USGS.

$$L_{\lambda} = M_L Q_{cat} + A_L$$

(3)

Onde:

L_{λ} : é a reflectância no topo da atmosfera;

M_L : é a *reflec_MLT_Band x(METADADO)*;

A_L : é a *reflec_ADD_Band x(METADADO)*;

Q_{cat} : corresponde às bandas (1,2,3... e 7) do satélite Landsat.

3.5 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (Normalized Difference Vegetation - NDVI) é calculado através da diferença de reflectância entre a faixa do infravermelho próximo (NIR) e do visível (VIS), sendo normalizada pela divisão da soma das faixas do NIR e VIS (LIU, 2006).

O NDVI é representado pela equação (4):

$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

(4)

Em que:

NDVI= índice de vegetação da diferença normalizada;

NIR= reflectância da faixa de infravermelho próximo (0,725 a 1,10 μm);

VIS= reflectância da faixa de visível (0,4 a 0,7 μm).

Onde:

NIR e VIS correspondem, respectivamente, às bandas 4 e 3 do Landsat 5 e 7 e o Landsat 8, as bandas 4 e 5.

O Normalized Difference Vegetation Index-NDVI, varia de -1 a +1, sendo os valores negativos representados pela presença de nuvens, solo nu, sem vegetação e por água. O valor de NDVI maior que zero indica presença de vegetação fotossinteticamente ativa e os valores próximos de zero, representam as áreas com menor quantidade de vegetação (LIU, 2006, p. 221; PONZONI & SHIMABUKURO, 2007, p. 83).

4. Classificação Supervisionada Máxima-Verossimilhança

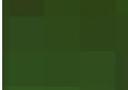
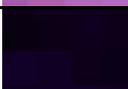
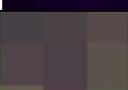
Para a interpretação visual das imagens TM e ETM dos satélites 5 e 7, respectivamente, foi utilizado do método proposto por Crepaniet al (2001) utilizando a composição R5G4B3. A escolha desse método se explica pelo seguinte fato:

os matizes de cores relacionados à vegetação apresentam-se mais “amigáveis” ao intérprete, uma vez que a cor verde é atribuída à banda 4 onde é muito mais evidente a resposta refletida pela vegetação, e assim o fotointérprete faz uma associação direta dos matizes do verde com áreas providas de diferentes densidades de cobertura vegetal. Os matizes do magenta, resultado da resposta refletida pelo solo arenoso em porcentagem maior nas bandas 3 e 5 ou 2 e 7 (azul + vermelho = magenta), identificam áreas com exposição de solo, ou rocha, com reduzida cobertura vegetal (CREPANI *et al*, 2001, p. 19).

Para a interpretação visual do satélite OLI/Landsat 8 e em busca do resultado similar aos do Landsat 5 e 7, foi utilizado a composição R6G5B4 (USGS, 2017). Através dos elementos básicos de análise e interpretação como os padrões de tonalidade/cor, textura, tamanho, forma e feições apresentados nas imagens, foi possível diferenciar os alvos presentes na área de estudo. As imagens foram analisadas segundo o método de Chaves de Interpretação de Objetos e Feições adaptado segundo Florenzano (2011).

O Quadro 2 mostra os objetos representados em composição colorida (Falsa-cor) existentes na área de estudo e suas concernentes chaves de interpretação.

Quadro 2 -Objetos e feições ambientais representados em composição Falsa-cor (R6G5B4) em imagem Landsat 8 e respectivas chaves de interpretação.

Composição colorida	Objeto	Chave de interpretação*
	Manguezal	Cor verde-escuro; Textura rugosa; Forma irregular.
	Mata	Cor verde-limão; Textura rugosa; Forma irregular
	Cultivo agrícola	Cor verde-claro; Textura lisa; Forma regular
	Solo exposto	Cor magenta; Textura lisa; Forma regular
	Água (rios, lagos, áreas alagadas).	Cor preta; Textura lisa; Forma irregular
	Manguezal degradado	Cor preta; Textura lisa; Forma irregular
	Nuvem	Cor preta; Textura lisa; Forma irregular
	Sombra de nuvem	Cor preta; Textura lisa; Forma irregular

*Amostras retiradas da imagem Landsat 8 de 25/11/2016 em composição Falsa-cor (R6G5B4).
Fonte: Baseado em Florenzano (2011, p. 62).

Após os procedimentos citados, deu-se o início a Classificação Supervisionada por máxima verossimilhança (Max Ver) que de acordo com Florenzano, (2011), Meneses & Sano, (2012); Ponzoni & Shimabukuro, (2007, p. 63), consiste na disponibilização das informações que permitem a identificação nas imagens da localização espacial de uma classe de interesse.

Dessa forma, foram definidas 7 classes para o ano de 1985: Água, cultivo agrícola, Solo exposto (área urbana e solo desnudo), Manguezal, Mata atlântica, Nuvem e Sombra de nuvem. Para os anos de 2001 e 2016, foi adicionado mais uma classe: Manguezal degradado. Os mapas temáticos de 1985 a 2016 resultantes da classificação foram convertidos do formato raster para vetor, que consiste no procedimento de pós-classificação nas imagens, com o objetivo de eliminar possíveis erros da classificação e uniformizar os temas (eliminar pontos isolados) (LIMA & ALMEIDA, 2017). Posteriormente, criou-se um novo campo na tabela de atributos para a quantificação das classes de uso e cobertura da terra, para demonstrar as mudanças e como os avanços dos diferentes

tipos de usos e cobertura da terra podem interferir nas condições ambientais dos ecossistemas no interior da APA.

Para a validação dos dados e uma melhor descrição e caracterização, foi necessário visitas a campo, com o objetivo de reconhecimento da área de estudo e levantamento de informações no que se refere ao uso e cobertura da terra e aspectos da paisagem local. As visitas a campo foram realizadas em Agosto/2016 (período chuvoso), Março/2017 (período chuvoso) e Outubro/2017 (período seco). Nos pontos visitados foram observados e descritos aspectos do uso e cobertura da terra como vegetação, cultivo e solo exposto.

5. Cruzamento dos mapas temáticos para diagnosticar a situação da cobertura vegetal para os anos de 1974 a 2016

Após a quantificação das áreas cobertas por cada classe temática presente nos anos 1974 que foi digitalizado, as classes identificadas nos anos de 1985, 2001 e 2016 foram convertidas do formato raster (matriz) para vetor. Posteriormente, foi realizado o cruzamento das camadas vetoriais, conservando as informações de ambas no arquivo resultante da classificação (Silva *et al.*, 2013a). Para o estudo, foram cruzadas as seguintes informações: mapa temático da cobertura vegetal existente em 1974 com o mapa temático da vegetação de 1985, gerando a camada vetorial cruzamento 1974x1985, novo arquivo vetorial que herda em sua tabela de atributos as informações das camadas de origem. Repetiu-se o procedimento para os demais mapas temáticos (1985 x 2001 e 2001 x 2016).

O procedimento foi realizado para análise do quanto de cobertura vegetal foi perdida ao longo do período estudado (31 anos).

Uma vez realizado o cruzamento, foi criado um novo campo na tabela de atributos da camada vetorial resultante dos cruzamentos, denominado de SITUAÇÃO. Com o novo campo criado, procedeu-se com a análise das informações e foi realizada a seguinte associação: a- as áreas cobertas por vegetação que se mantiveram de uma década para outra, foram classificadas no campo SIT, como CONSERVADA/PRESERVADA; b- as áreas cuja cobertura vegetal foi reduzida, quanto ao grau de recobrimento do terreno, foram classificadas como PERDA DA COBERTURA; C- as áreas onde a cobertura vegetal aumentou seu porte ou aquelas que antes eram desprovidas de vegetação (solo exposto e/ou cultivo), e posteriormente houve alguma recomposição foram classificadas como REGENERADA/REGENERAÇÃO.

7. Características físico-químicas do solo do manguezal degradado

Para a realização da coleta, utilizou o Trado de Rosca para a retirada da amostra de solo e sacola plástica para o armazenamento da mesma. Foi coletada uma amostra simples a uma profundidade de 0-20 cm abaixo da superfície do solo (Embrapa Amazônia Ocidental, 2014, p.10) na área de manguezal morto próximo à foz do rio velho. Foi coletada amostra de solo, apenas desse trecho do manguezal, para uma caracterização da área e para entendimento dos processos que estão ocorrendo no local. Após a coleta, a amostra foi seca ao ar, destorroada e passada na peneira de 2 mm. Em seguida a amostra foi caracterizada quimicamente no Laboratório de Ecologia Química (LEQ) da UFPB, Campus IV em Rio Tinto-PB. As análises de pH e alumínio trocável seguiram a metodologia de acordo com a EMBRAPA (1997) e ascoletas foram realizadas no final do período chuvoso no dia 02 de Agosto de 2016.

8. Mapeamento das áreas de preservação permanente (APP)

Adelimitação das Áreas de Preservação Permanente-APP, teve como principal objetivo verificar se essas áreas ainda estão em conformidade com o Código Florestal e se foram respeitadas e, analisar a atual situação das APP's, diante do avançado grau de degradação em que essas áreas se encontram.

Diante disso, a delimitação das APP's foi baseada pelo Código Florestal Brasileiro (Lei Federal Nº 12.651, de 25 de maio de 2012 e pela Resolução CONAMA nº 303/2002, saber:

-As faixas marginais 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

-Delimitação de um raio de 50 metros ao redor das nascentes;

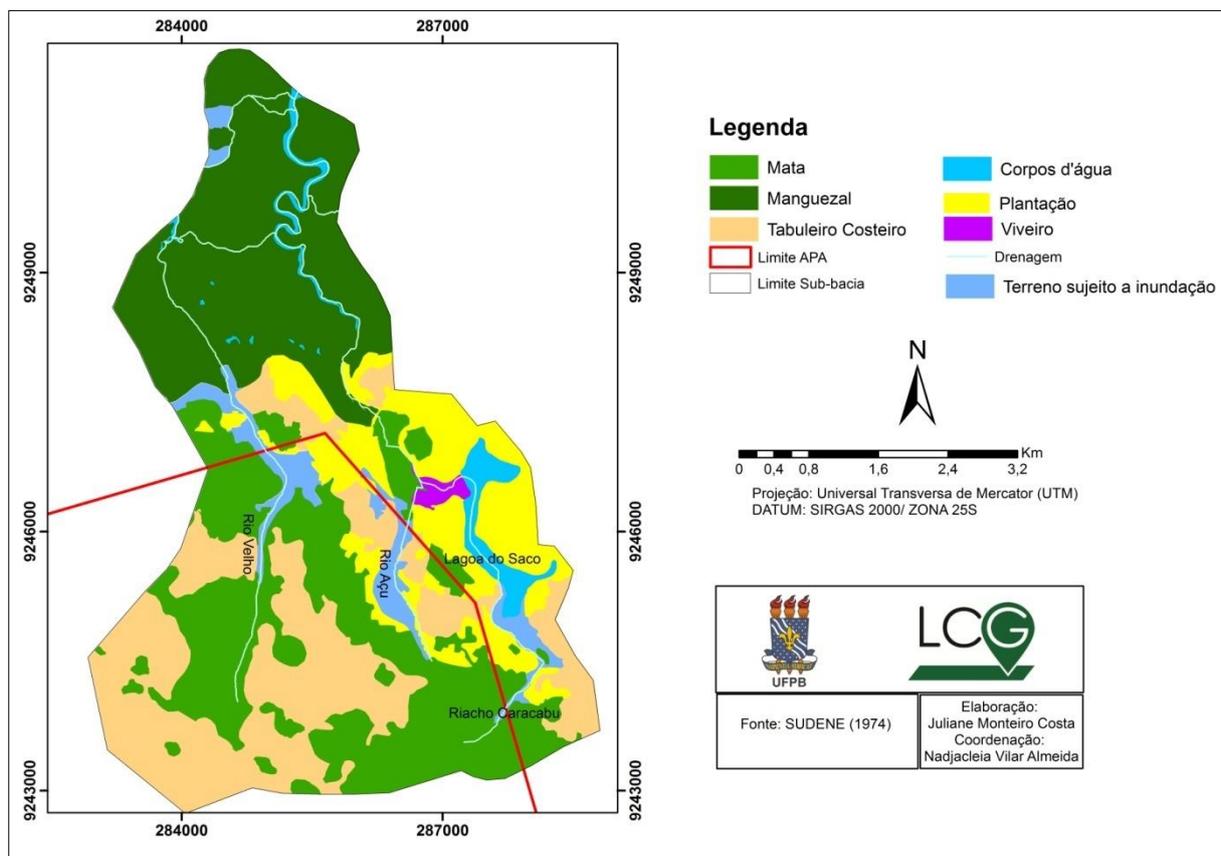
Em relação ao entorno dos lagos e lagoas em até 20 hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 metros.

Para a delimitação das áreas de preservação permanente foi gerado um *Buffer* de acordo com as faixas marginais propostas para cada curso d'água.

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do documento cartográfico mais antigo disponível da área de estudo, a carta topográfica (SUDENE, 1974), obteve-se a espacialização dos diferentes usos e cobertura da terra para o ano de 1974 (Figura 3). Em relação à cobertura vegetal verifica-se a representatividade do fragmento de mata atlântica em 1974, ocupando 27,23% da área e localizada na região Sul da sub-bacia. O bioma mata atlântica é considerado pelo Ministério do Meio Ambiente como uma das regiões mais ricas do mundo em biodiversidade, (MMA, 2017). Vale ressaltar, que o fragmento existente de mata atlântica na área, era conectado com outros ecossistemas naturais e contínuos, garantindo a manutenção da biodiversidade, proporcionando o fluxo gênico entre as espécies existentes na época e promovendo a distribuição e a diversidade da fauna e flora local.

Verifica-se a presença de vegetação de manguezal e tabuleiros costeiros apresentando praticamente o mesmo percentual de aproximadamente 25% para cada uma das classes (Tabela 1). Em relação aos usos, era caracterizado por plantação representada por 13,65%, que segundo informações da carta topográfica, corresponde ao cultivo de coco. Também foi registrada a presença de viveiro de carcinocultura.



Figuras 2 - Uso e Cobertura da Terra da Sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1974 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Fonte: Carta topográfica da SUDENE (1974).

Tabela 1 - Quantificação do uso e cobertura da terra obtido para a Sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1974 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

Uso e Cobertura	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Mata	8,03	27,23%
Manguezal	7,52	25,51%
Tabuleiros Costeiros	7,46	25,30%
Terreno sujeito a inundação	1,43	4,83%
Corpos d'água	0,86	2,92%
Plantação	4,02	13,65%
Viveiro	0,16	0,56%
Total	29,48	100%

O mapeamento de 1974 retrata a situação da cobertura e uso da terra antes do advento do Proálcool em 1975 e antes da criação da APA da Barra do Rio Mamanguape.

Para caracterizar as décadas seguintes foram utilizadas as imagens de satélite, o NDVI e a classificação supervisionada.

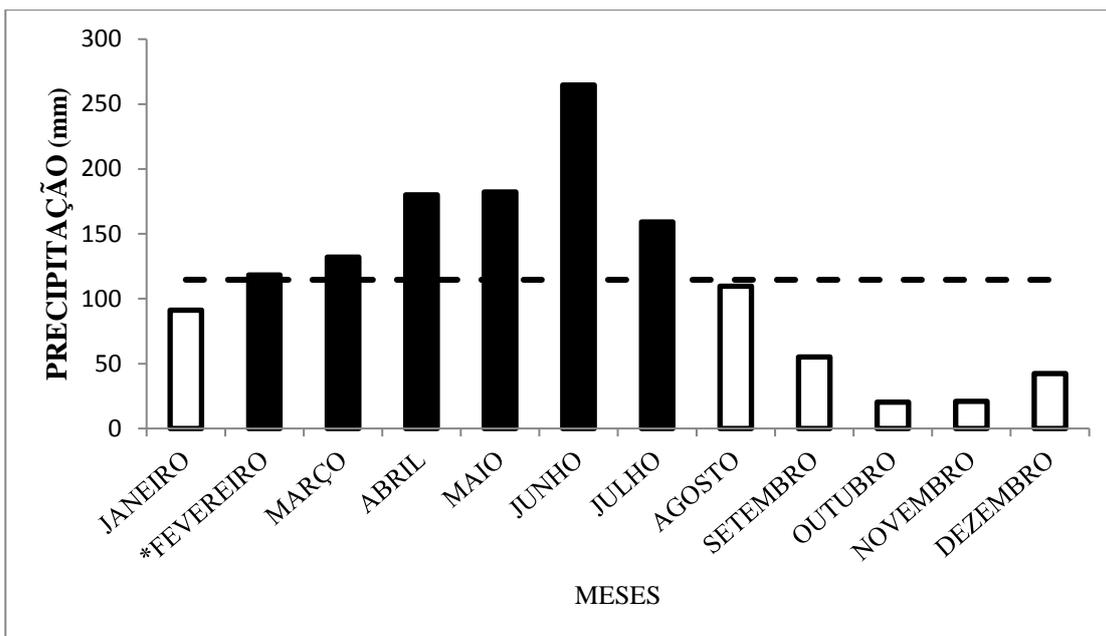
9.1 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

Nos três anos analisados (1985, 2001 e 2016), os valores negativos representam as nuvens e os corpos d'água com destaque para a Lagoa do Saco, Riacho Caracabu e os rios Açú e Velho, e ao redor de zero representam solo exposto e sem vegetação. Como é observado na Figura 5 (A), para o mês de fevereiro de 1985 os valores variaram de -0.7847 a 0.8684. O NDVI referente ao ano de 2001 variou de -0.01446 a 0.8170 e para o ano de 2016 os valores foram de -0.4401 a 0.8355.

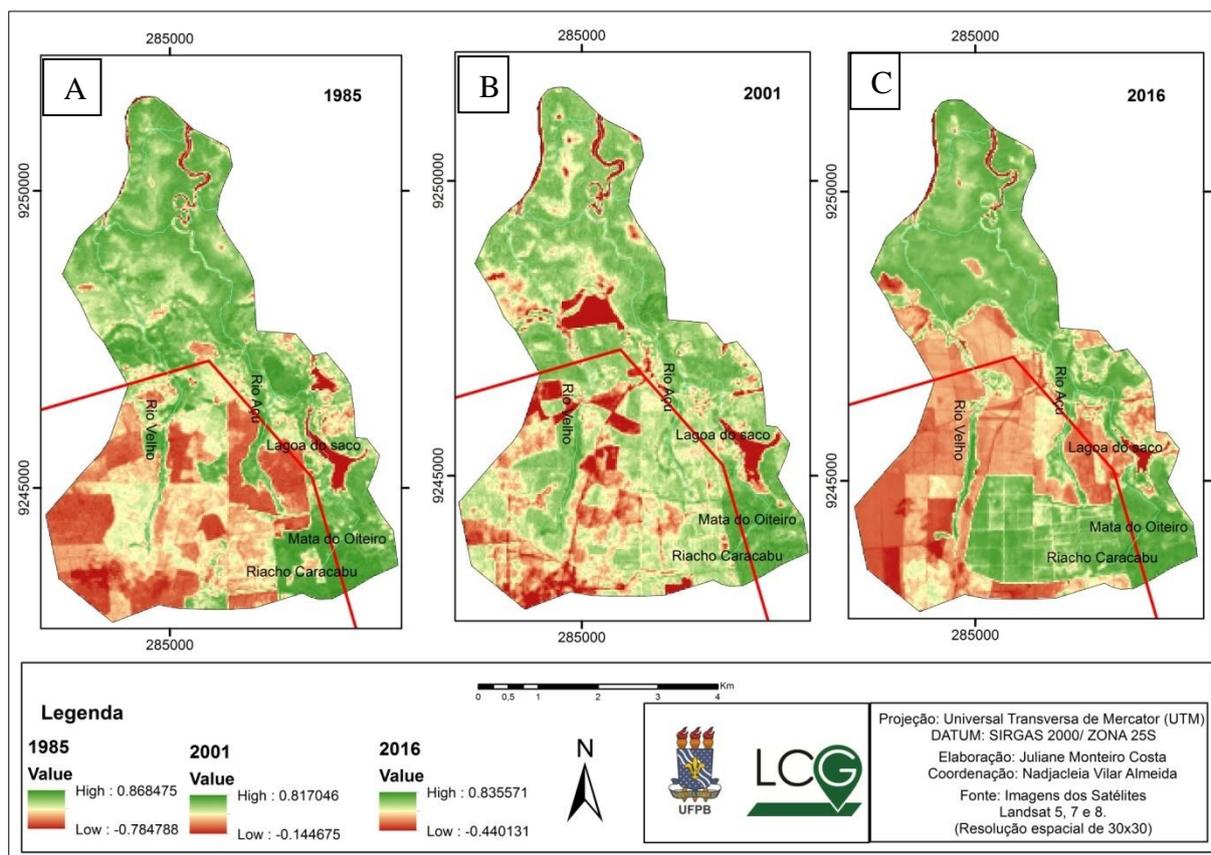
Em relação a vegetação no ano de 1985, o nível de verde alcança o valor máximo de 0.8684, indicando o pleno vigor vegetativo, onde os pontos mais verdes são principalmente na mata atlântica, representada pela mata do Oiteiro e matas ciliares dos rios Velho e Açú. Em alguns pontos do manguezal também apresentou alta densidade em sua cobertura. No período da obtenção da imagem, 05/02/1985, havia presença da cana-de-açúcar em diferentes estágios de crescimento vegetativo sendo diferenciado pelo NDVI pelo tom de verde mais claro.

Entretanto, quando se fala em cobertura vegetal é importante considerar a sazonalidade e não apenas as influências ambientais. Com o objetivo de verificar se houve influência da precipitação nos valores de NDVI na imagem de 05 de Fevereiro de 1985 (Figura 4) e diante a falta de dados de precipitação para o referente ano, fez-se necessário a análise da (Figura 4) da série histórica de 21 anos do município de Rio Tinto, que compreende o período de 1996 a 2014 com uma precipitação média geral de 114,60 mm anual. Dessa forma, verifica-se que o período com maior precipitação na região são os meses de Fevereiro a Julho, sendo o pico do período chuvoso no mês de Junho e o período seco vai de Agosto a Janeiro com destaque para o mês de Outubro que não atingiu os 20 mm. No entanto, os valores de NDVI se apresentaram elevados mesmo após o período seco.

Neste contexto, também foi adquirido dados da Tábua de Marés do Porto de Cabedelo para o referido ano, indicando que nesse momento da obtenção da imagem o movimento de maré, se apresentou baixamaré medindo 0.3 m de altura.



Figuras 3 - Precipitação temporal da Série Histórica de 21 Anos do município de Rio Tinto, Paraíba, Brasil. *mês de captura da imagem.

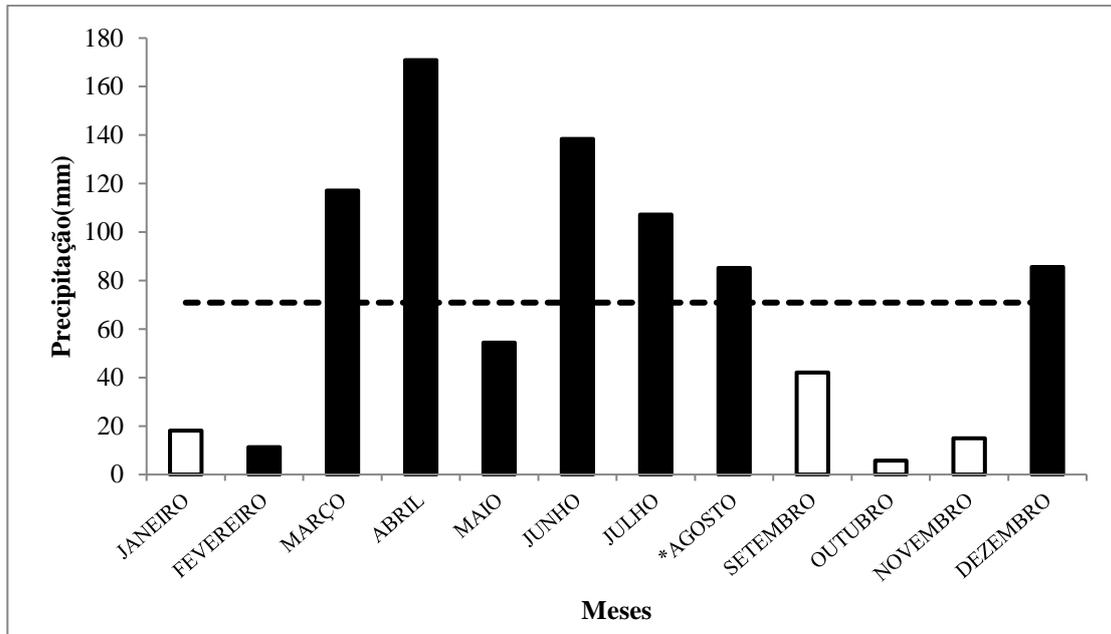


Figuras 4 - Índice de NDVI dos anos de 1985, 2001 e 2016 da Sub-bacia dos Rios Velho e Açu na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

O NDVI para o ano de 2001 teve seu valor máximo de 0.8170 (Figura 5B). Observa-se a diminuição da densidade da vegetação em relação ao ano de 1985, entretanto os dados pluviométricos não explicam esse decréscimo do valor de NDVI, visto que a imagem foi capturada após o período chuvoso e o mês de Agosto mesmo sendo do período seco, este se

comportou atípico da climatologia temporal, pois foi um mês que choveu acima da média esperado para esse ano.

Marcelino *et al* (2012) em seu trabalho sobre a avaliação temporal da climatologia do Litoral Norte da Paraíba, utilizando o IAC para avaliar os períodos secos e chuvosos da série histórica entre 15 e 18 anos, resultou na classificação Muito Seco para o ano de 2001 e Calderon e Borsato (2017) ressaltam que no ano de 2001, o acumulado de chuvas foi abaixo do esperado e o que pode ter intensificado foi a presença do vórtice ciclônico em altos níveis (VCAN) que reduziu as chuvas sobre a maior parte do país (Figura 6).



Figuras 5 - Precipitação Temporal do Ano de 2001 do município de Rio Tinto, Paraíba. *Mês de captura da imagem.

No momento da captura da imagem pelo sensor, a cana-de-açúcar apresentava diferente ciclo fenológico, permitindo a identificação pelo índice. Entretanto, a monocultura e o manguezal apresentaram semelhanças entre os valores dos pixels, não permitindo a diferenciação nas respostas espectrais dos alvos, mesmo após criteriosa calibração radiométrica, os alvos não foram totalmente diferenciados pelo NDVI.

Outro fator importante, e que deve ser ressaltado, é a complexidade e peculiaridade do ecossistema manguezal. O manguezal é um ecossistema característico de regiões tropicais e subtropicais, sujeito ao regime das marés (SCHAEFFER-NOVELLI, 1995, p. 7). Esse rico ecossistema é de extrema importância para a cadeia alimentar, onde diversas espécies utilizam esse ambiente para se reproduzirem e para se alimentarem. Uma das características marcantes do manguezal é a sua forma irregular, pela cor mais escura em relação a outro tipo de vegetação e por causa da influência da água nesses ambientes próximos ao litoral (FLORENZANO 2011, p. 94, 95).

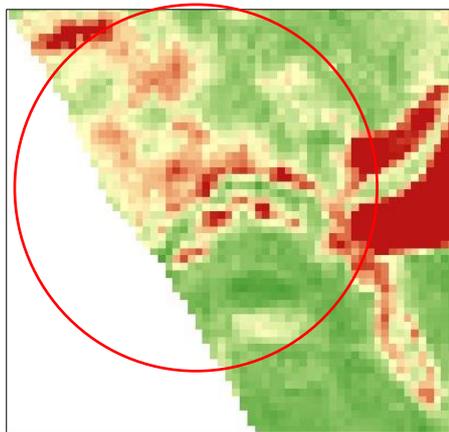
A água é um fator limitante para o NDVI identificar a densidade da vegetação de manguezal, pois reduz a reflectância da mesma, visto que a presença da água nesse ecossistema o torna com reflectância semelhante ao cultivo. Liu (2006, p. 17) e Florenzano (2011, p. 12) ressaltam que “a água reflete pouca energia na região do visível e quase nenhuma no infravermelho, absorvendo praticamente toda energia, ou seja, a reflectância é praticamente nula na região do infravermelho próximo”.

Também foi considerado para o ano de 2001 as informações da tábua de marés, que para o horário de captura da imagem pelo sensor, demonstrou que faltavam duas horas para o picomáximo da preamar, estimando a altura de 2.2 m.

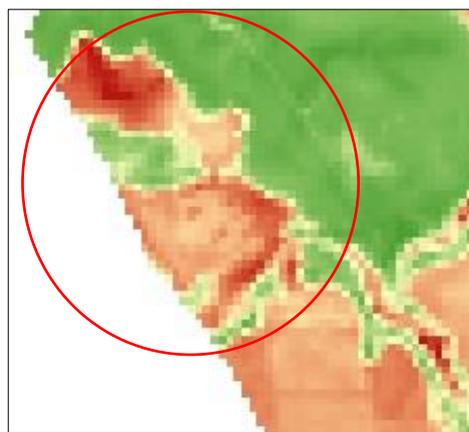
Resultados semelhantes foram encontrados por Araujo (2010, p. 75) em que “os valores de NDVI, apresentaram discrepâncias, mesmo após criteriosa calibração radiométrica, que provavelmente pode ter sido influenciado pela maré extrema, contaminando os valores de reflectância”.

Silva (2012) em seu trabalho sobre o estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco ressaltou que o manguezal também apresentou diminuição da reflectância, justamente devido às características das copas menos fechadas permitindo a penetração da radiação eletromagnética, que é absorvida pela água no solo e pelo solo escuro, típico desse ambiente.

No ano de 2001 (Figura 7), observam-se alguns pixels em tons vermelho mais claro, indicando baixo vigor da vegetação e que em 2016 (Figura 8) essa mesma área perdeu totalmente o pico de verde, demonstrando pixels de solo exposto. O que ocorre nesse trecho do manguezal é o processo de mortandade de espécies de mangue, ocasionado pela diminuição do fluxo hídrico (água doce) do rio Velho, pelo desmatamento das matas ciliares, aumento da quantidade de sedimentos carreados e depositados no interior do mangue, além da provável contaminação por resíduos de agrotóxicos provenientes da monocultura de cana-de-açúcar. O índice é uma excelente ferramenta para reunir informações e características da vegetação nos períodos sazonais, além da distribuição espaço-temporal, permitindo comparações em diferentes épocas anuais (NOVO, 2010, p. 90), como também para o monitoramento da vegetação, permitindo identificar os efeitos dos fatores climáticos ambientais, como por exemplo, a presença de doenças e pragas em uma vegetação específica (LIU, 2006, p. 223).



Figuras 6 - Densidade da vegetação do Manguezal no ano de 2001.



Figuras 7 - Densidade da vegetação do Manguezal no ano de 2016.

O valor máximo do NDVI para o ano de 2016 foi de 0.8355 (Figura 5C), ocorrendo um pequeno acréscimo na densidade da cobertura vegetal em relação a 2001. Tal acréscimo do vigor da vegetação foi identificado na mata do Oiteiro e principalmente nas matas ciliares que estão localizadas nos terrenos mais íngremes dos rios Velho e Açú.

Em relação a precipitação para o ano de 2016, utilizou a Precipitação temporal da Série Histórica de 21 Anos, devido a falta de dados pluviométricos para o presente ano, observado na (Figura 4). Observa-se que a precipitação, aparentemente, não foi o principal fator de influência no aumento dos valores do NDVI, visto que o mês de captura da imagem foi no período seco.

Segundo os dados das marés, verificou-se que no momento da captura da imagem faltava 01h00min para o momento máximo da preamar, medindo a altura de 2.1 m.

Alguns talhões da monocultura canavieira estavam em um estágio fenológico mais avançado, com maior ganho de biomassa, apresentando pixels semelhantes a mata do Oiteiro. A saturação dos valores do NDVI também pode ser um dos fatores que explicam essa peculiaridade, pois ele se torna insensível ao aumento da biomassa vegetal. O índice aumenta rapidamente no início do crescimento vegetativo, mas a partir do momento que a vegetação atinge determinado estágio de desenvolvimento, o NDVI estabiliza, apresentando um mesmo valor, saturando rapidamente antes que o índice alcance o valor máximo, ou seja, mesmo com o aumento da densidade da cobertura da vegetação (LIU, 2006, p.

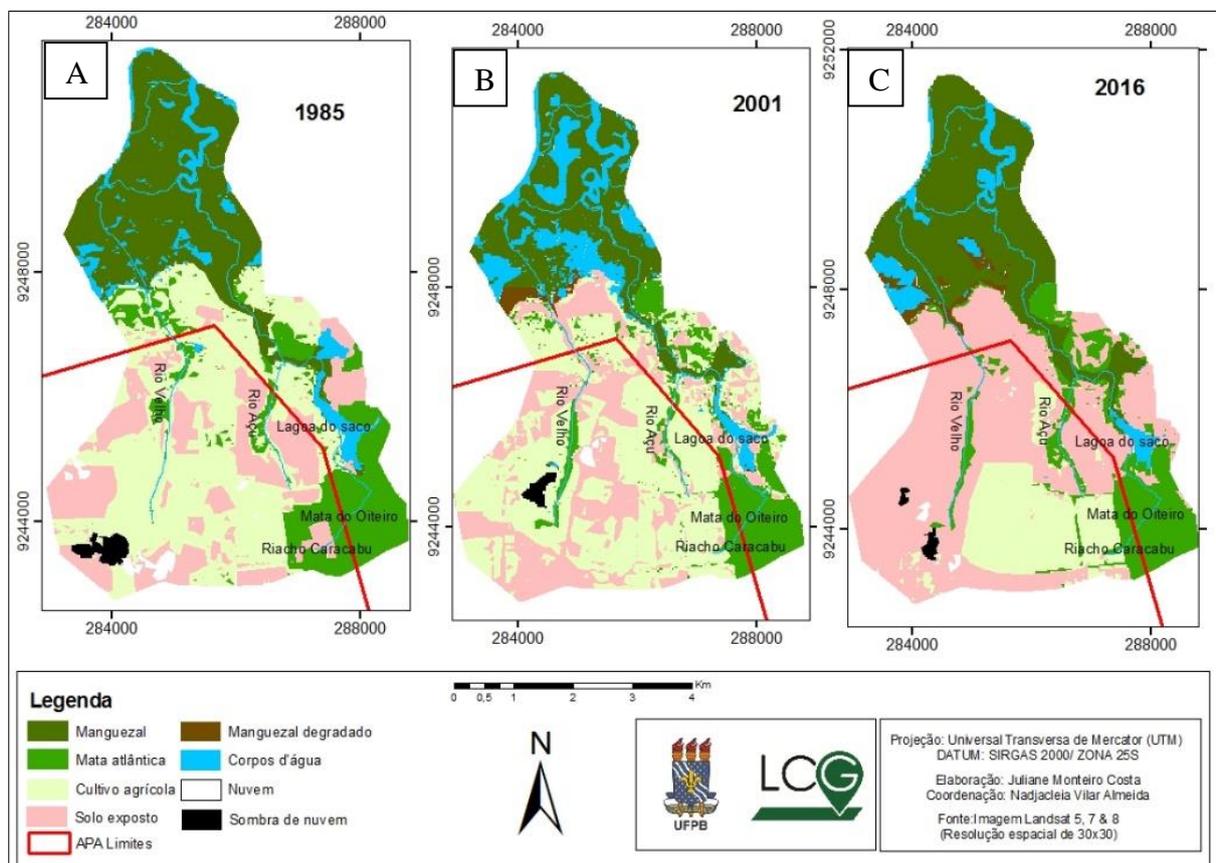
241; (PONZONI & SHIMABUKURO, 2007, p. 84; JENSEN, 2009, p. 388; ZANZARINI *et al*, 2013).O mês de novembro, coincidiu com a colheita da monocultura que se encontrava na fase de corte, período de captura da imagem do ano de 2016.Além da fase de corte, o índice também diferenciou a cana-de-açúcar em estágio fenológico inicial.

Para a quantificação das classes das décadas analisadas foi utilizada a classificação supervisionada.

9.2 Classificação supervisionada

A classificação resultou na geração dos mapas temáticos das imagens da área da sub-bacia para os anos de 1985, 2001 e 2016, possibilitando a identificação de áreas desnudas de vegetação (solo exposto), de tipos de cobertura vegetal (manguezal e mata) e ainda a classe corpos d'água.

A classe Mata atlântica em 1985 passou a ocupar 4,06km² o equivalente a 13,76% da sub-bacia. Comparando os resultados obtidos no mapeamento de 1974 e 1985(anterior à criação da unidade de conservação), (Figuras 3 e 9A) e na quantificação das áreas (Tabela 1 e 2) percebe-se uma significativa redução de 49,5% na classe Mata atlântica. A vegetação de tabuleiro que era predominante em 1974, em 1985 foi totalmente desmatada, deixando de existir devido ao cultivo da monocultura canavieira, sendo essa última, a classe predominante ocupando 35,42% da sub-bacia (Tabela 2).



Figuras 8 - Área ocupada pelos diferentes tipos de uso e cobertura da terra obtido para a Sub-bacia dos Rios Velho e Açu em 1985, 2001 e 2016 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba. Fonte: Imagens dos Landsat 5, 7 e 8.

Vale ressaltar, que em 1985 se completava dez anos da criação do Proálcool. A cana-de-açúcar possui elevada importância econômica para o país, e principalmente para a região do nordeste, na geração de renda e emprego nos períodos de moagem pelas usinas, todavia provocou um enorme impacto negativo em relação à vegetação nativa e a biota local, substituindo extensas áreas de

vegetação natural pela monocultura canavieira, que ocasiona o desmatamento e consequentemente a fragmentação dos ecossistemas. Isso explica o acelerado grau de degradação que a sub-bacia já se encontrava na década de 80.

Em 1985, verifica-se a classe solo exposto ocupando 19,54%. O manguezal ainda ocupava uma área razoável com 7,09km² da sub-bacia e redução de 5,7%. Em relação a classe cultivo agrícola foi registrado um aumento significativo desde 1974, e em 1985 ela ocupava 35,42% da sub-bacia, passando para 37,65% em 2001 (Figura 9B). Esse aumento da classe cultivo agrícola é devido ao período da captura da imagem pelo sensor, no mês em que a cana-de-açúcar, apresentava um avançado estágio fenológico, proporcionando o aumento da classe. Lopes & Reuss-Strenzel, (2015) também verificaram maior aumento da classe cultivo agrícola na pesquisa sobre a Área de Proteção Ambiental da Planície Costeira do Guaibim, Bahia, delimitada a Leste pelo Oceano Atlântico, estudada nos anos de 2009 e 2010.

Tabela 2 - Quantificação do uso e cobertura da terra obtido para a sub-bacia dos Rios Velho e Açú em 1985 a 2016 na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

Classes	1985		2001		2016	
	Km ²	%	Km ²	%	Km ²	%
Água	1,76	5,33%	2,87	9,74%	1,34	4,54%
Manguezal	7,09	24,02%	5,28	17,91%	7,15	24,25%
Solo exposto	5,76	19,54%	6,37	21,59%	12,35	41,88%
Cultivo agrícola	10,45	35,42%	11,13	37,65%	4,17	14,14%
Mata atlântica	4,06	13,76%	3,35	11,37%	3,82	12,95%
Manguezal degradado	0	0,00%	0,28	0,96%	0,47	1,59%
Nuvem	0,28	0,96%	0,08	0,26%	0,09	0,31%
Sombra de nuvem	0,29	0,97%	0,15	0,52%	0,13	0,44%
Total	29,49 km²					

No mapeamento de 2001, foi adicionado mais uma classe, o manguezal degradado (fig. 9B), com 0,28km² (equivalente a 28 ha) da sub-bacia, indicando o reflexo da supressão das matas ciliares e assoreamento dos rios. Houve também aumento da classe água, o que está relacionada a uma maior intensidade pluviométrica na região, pois como foi visto na figura de precipitação do ano de 2001 (Figura 6), houve uma anomalia, sendo o período chuvoso acima da média anual, explicando o aumento da classe água. Vale destacar que a vegetação de manguezal diminuiu, mas observa-se um aumento nas áreas alagadas no interior do manguezal, devido à preamar esta elevada no momento de captura da imagem, segundo dados da Tábua de marés para o porto de Cabedelo, disponibilizada pelo centro de Hidrografia da Marinha, sendo outro fator que explica o aumento da classe água no ano de 2001.

A mata ciliar é fundamental, pois protege os rios, lagos e nascentes, no entanto a ausência desses cílios naturais ocasiona a erosão, enxurradas e consequentemente o assoreamento do leito dos rios (MMA, 2010, p. 24).

Em 2016, verifica-se que a classe solo exposto, comparado ao ano de 2001 obteve um acréscimo significativo, ocupando 41,88% da sub-bacia e o cultivo agrícola, diminuiu para 14,14%. Esse decréscimo deve-se a fase de colheita da cana-de-açúcar na região, que inicia no segundo semestre do ano, explicando o aumento do solo exposto na área de estudo. O manguezal degradado passou a ocupar 0,47km² (equivalente a 47 ha) (Figura 9C), demonstrando o rápido processo de degradação nessa área do ecossistema.

Comparando os resultados de 1974 e 2016 observam-se as mudanças drásticas e a supressão, que ocorreram nos últimos 42 anos na mata atlântica, no tabuleiro e no manguezal. Onde em 1974, os fragmentos que eram contínuos, foram retirados e substituídos pela monocultura, resultando em

2016, apenas um pequeno fragmento de mata, a qual é denominada como Mata do Oiteiro e o manguezal que sofre pressão da atividade canavieira.

Corroborando com o trabalho de Pereira & Alves (2006) que realizaram uma caracterização da composição da flora fanerogâmica da Mata do Oiteiro em 2006 e a 10 anos atrás já avaliaram que esse fragmento demonstra características de uma mata secundária em regeneração, podendo chegar ao estágio final clímax, caso não ocorra alterações de grande impacto.

Ainda no mesmo trabalho, os autores identificaram espécies típicas dos Tabuleiros Costeiros Nordeste, vegetação típica da mata atlântica e espécies indicadoras de ambientes antropizados (secundárias), listadas no quadro a seguir:

Quadro 3 - Espécimes do Tabuleiro Costeiro

Espécies Secundárias	Tabuleiros Costeiros Nordeste	Mata Atlântica
<i>Cecroniasp.</i>	<i>Anacardium occidentale</i> L. (cajú)	<i>Bowdichiavirgilioides</i> Humb.
<i>Miconiaalbicans</i> Triana	<i>Hancorniaspeciosa</i> Gomez (mangaba)	Bompl. &Kunth (sucupira),
<i>Miconiacalvensis</i> DC		<i>Byrsonimasericea</i> DC. (murici),
<i>Miconiaciliata</i> (L.C.Rich) DC		<i>Scheffleramorotoni</i> (Aubl.) Maguire,
<i>Himatanthusphagedaenicus</i> (Mart.)		Steyerm. &Frodin (sambaquim),
		<i>Ocoteaduckei</i> Vattimo (louro),
		<i>Pogonophoraschomburgkiana</i> Miers (cocão),
		<i>Protiumheptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand
		<i>Tapiriraguianensis</i> Aubl. (cupiúba).

Autores: Pereira & Alves (2006).

Desta forma, a Mata atlântica é um importante bioma para a sub-bacia em termos de biodiversidade, todavia, sofreu intensas perturbações desde a criação do Proálcool em 1975. Este rico biomaé protegido pela lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, porém não foi respeitada, em termos de preservação.

Diante disto, o avanço da monocultura em direção ao leito dos rios, tem provocado interferências diretas e impactos negativos nas nascentes. Devido a retirada das matas ciliares, as margens dos rios estão mais susceptíveis aos processos erosivos, provocando o assoreamento do leito dos rios e das nascentes. Essas alterações têm consequências sérias, resultando na diminuição do fluxo hídrico e do aporte de água doce, refletindo, posteriormente, no manguezal que esta dentro dos limites da APA. Neste contexto, o manguezal continua recebendo influência da maré, no entanto, o fluxo da água doce esta diminuindo devido a esses fatores antrópicos, provocando o aumento da salinidade no substrato.Isto é resultado da consequência da diminuição do fluxo hídrico do rio Velho, devido o avanço da monocultura em direção as matas ciliares, ocasionando o soterramento das nascentes e impedindo que chegue um fluxo máximo de água doce no ecossistema.

É o que ocorre nesse trecho do rio Velho, a corrente de água da nascente é insuficiente, sem fluxo de água, maior a quantidade de matéria orgânica, maior a decomposição e maior a produtividade de ácidos sulfúricos, por isso, o solo está com uma razoável quantidade de alumínio e consequentemente tornando o pH ácido (Quadro 4).

Essas alterações foram comprovadas através das análises físico-químicas que demonstraram altos valores de Al (1,90 cmol/dm³) e de pH (3,37). Resultado semelhante também foi encontrado por Melo *et al* (2016, p. 64) que também realizou análises físico-químicas do solo do Rio Velho no ano de 2015, sendo que um dos pontos de coleta foi a área de manguezal degradado, que apresentou pH 3,7 e

teores de alumínio de $1,45 \text{ cmol/dm}^3$, associando esses valores aos maiores teores de Matéria Orgânica (MO), se comparando as outras áreas da sub-bacia.

O solo do manguezal é rico em matéria orgânica e habitado por organismos que reciclam esse material, á medida que esse material é depositado e compactado por movimentos de correntes de marés, resta pouco espaço intersticial, tornando assim os sedimentos gradualmente deficientes em oxigênio ou mesmo anóxicos, derivando em um pH baixo. O sedimento anóxico favorece a formação de sulfetos. Quando ocorre alteração na circulação hídrica pode haver oxidação e assim forma-se ácido sulfúrico, que acidifica o sedimento (Vannucci, 2002).

Soares (1995, p. 35) afirma que onde há “menor influência da água doce (rios e/ou chuvas), a salinidade pode ser tão elevada que as plantas de mangue não conseguem crescer. Esse processo ocorre devido a chegada maré, que com a evaporação, aumenta a concentração de sais, agravada por um reduzido aporte de água doce”.

Diante do exposto, fica evidente o aumento dos valores de pH e de alumínio nessa área do manguezal, indicando o grau de degradação que intensificou na sub-bacia desde de 2015.

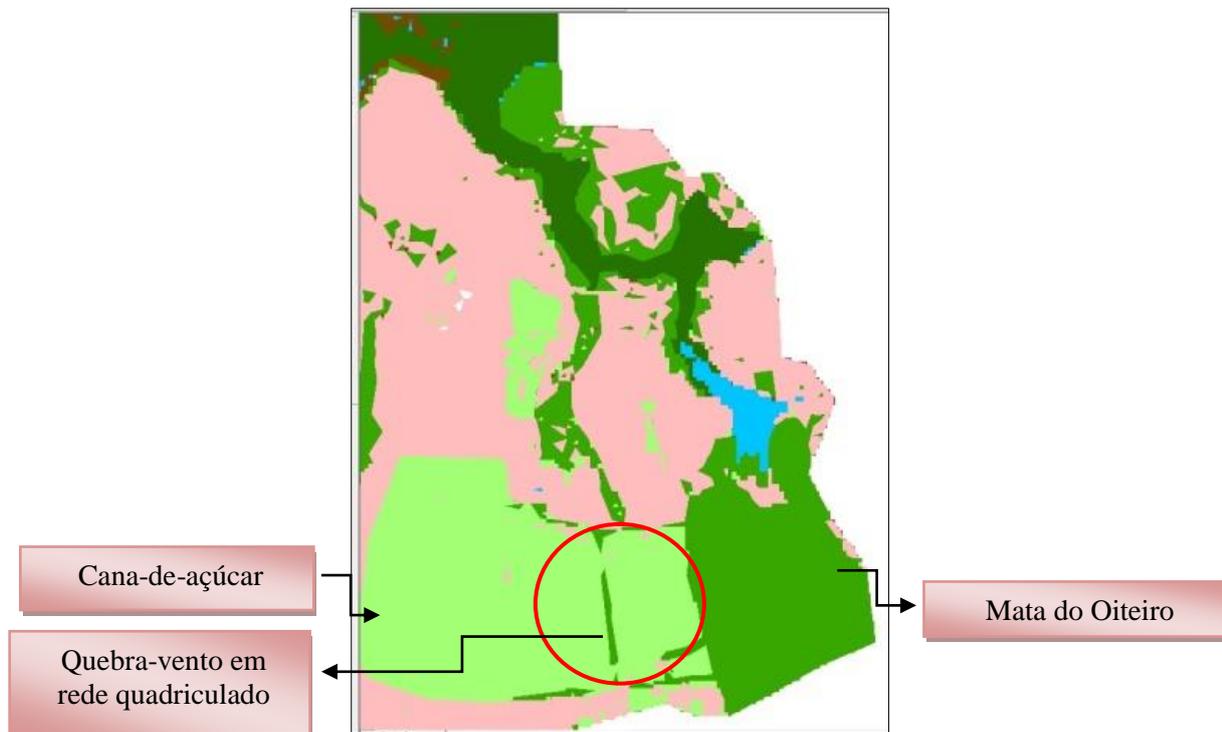
Próximo ao manguezal existe uma área alagada(figura 10),localizada no médio cursodo rio velho, próximo a desembocadura do rio, que foi canalizado para o uso da irrigação que chega diretamente aos vários tipos de cultivo de subsistência. Um dos fatores pelo qual tem diminuído o fluxo hídrico até o manguezal, acelerando o processo de mortandade do mesmo.

Mas, diante da situação atual que a sub-bacia se encontra, as suas APPs, que são protegidas por lei, não tiveram seus limites respeitados, sendo substituídas pela monocultura.O que predomina nas margens do Rio Velho é a cana-de-açúcar, e próximo a foz do mesmo na área de manguezal, já não existe a mata ciliar.As alterações também estão relacionadas ao cultivo de subsistência no médio curso do rio Açú.



Figuras 9 - Área de manguezal Degradado. Foto:Hugo Yuri-Data: 24/04/2015

A mata atlântica em 2016 apresentou um pequeno acréscimo, provavelmente devido à criação dos Quebra-ventos em rede quadriculada, que consiste na formação de barreiras que não podem ser muito fechadas ou muito densas, permitindo a passagem do vento entre as árvores, tendo como principal função a proteção contra a ação direta dos ventos oriundos de várias direções em relação ao cultivo, formando uma barreira sobre a monocultura canavieira e impedindo danos nas folhas que é entrada para diversas pragas no cultivo (REBRAAF, 2006, p. 24) (fig. 11 e 12).



Figuras 10 - Local dos Quebra-ventos na imagem Landsat 8 de 2016.



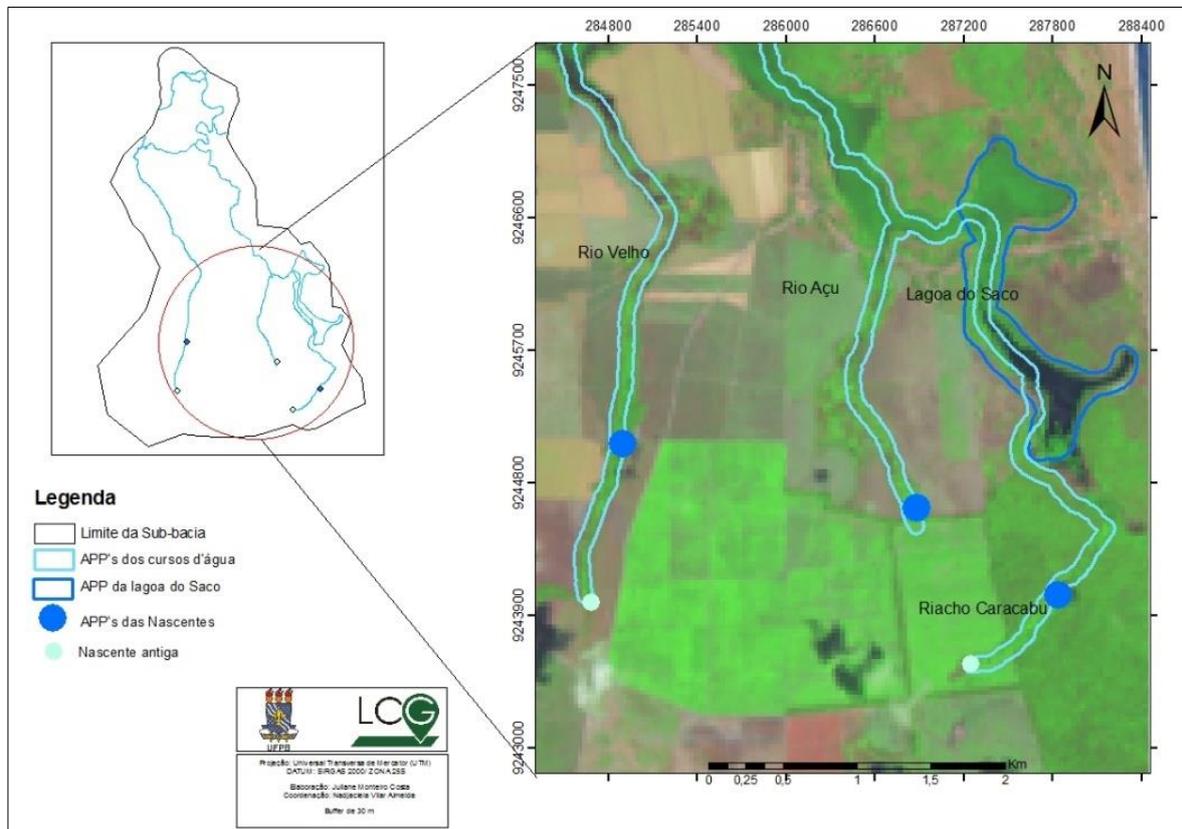
Figuras 11 - Quebra-vento em quadriculado conectados ao remanescente de Mata atlântica (Mata do Oiteiro) inserida na Sub-bacia dos Rios Velho e Açú, limitada ao norte pela Lagoa do Saco e o Oeste pelo canal. Coordenada: x 286755, y 9244201. Fonte: Imagem do Google Earth datada de 26/01/2007.

9.3 Área de Preservação Permanente-APPs.

As nascentes são de suma importância para o surgimento, abastecimento e vida útil dos rios. Nesse contexto, para garantir a existência das nascentes, é importante a proteção das matas ciliares em seu entorno, uma vez que garante a estabilidade do solo e da biodiversidade.

No entanto, o avanço da monocultura canavieira, especificamente na área de estudo, contribuiu para a degradação das APPs das nascentes, rios e da lagoa, causando a retirada das matas circundantes e o soterramento das nascentes, forçando sua migração para outros pontos a

jusante. Através das visitas *in lócus*, verificou-se que as três principais nascentes da sub-bacia (Velho, Açu e Caracabu) tem suas matas ciliares praticamente inexistentes, sendo substituídas pelo canavial ou ocupadas pela agricultura de subsistência. Verificamos que a nascente do Rio Velho migrou 1.121 metros para um ponto mais baixo do terreno, a nascente do Riacho Caracabu migrou 774, 613 metros e a do rio Açu tornou-se uma nascente difusa e de difícil acesso, devido a extensa área de cultivo agrícola como bananeiras e macaxeira. A localização das nascentes que migraram estão representadas pelo círculo de cor Vermelha e local de origem das nascentes pelo tom azul no mapa Figura 13.



Figuras 12 - Total das APP's das nascentes, APP's dos Cursos d'água e APP da lagoa do Saco da Sub-bacia dos Rios Velho e Açu na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

Esse processo de substituição pela monocultura canieira se intensifica nos períodos da queima da cana-de-açúcar (Figura 14), no qual o fogo alcança a mata ciliar que ainda existe nos rios, fazendo com que a monocultura avance cada vez mais leito adentro.



Figuras 13 - Cana de açúcar no leito do rio Velho Coordenada: 028478 mE e 924349mS. Data:13-03-2017 Foto: Juliane Monteiro

A área ocupada por APP de nascentes é de 0,02 km², o que representa 1,00% da sub-bacia. As APPs dos cursos d'água garantem a estabilização das margens, assegurando o controle da erosão do solo e da qualidade da água. Entretanto, a lei não está sendo respeitada no que diz respeito às faixas marginais dos rios e nascentes da sub-bacia, no qual o rio Velho é o mais afetado pelas ações antropicas. A área ocupada por APPs dos cursos d'água é de 2,52 km², o que representa 8,54% da sub-bacia.

A mata ciliar existente no rio Velho está localizada no médio curso, devido o terreno ser bem íngreme, dificultando o avanço da monocultura canavieira e por esta dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (Figura15). A vegetação nesse trecho do rio Velho, aparentemente, ainda se apresenta densa e conservada, mas sob forte pressão canavieira nas bordas.



Figuras 14 - Áreas íngremes no Rio Velho, Foto: Iara Medeiros- Data: 02/08/2016

A Lagoa do Saco apresenta uma área de 0,91km², o que representa 3,09% da sub-bacia. A lagoa do Saco também não tem sua APP respeitada, sendo circundada pela comunidade de Praia de Campina e, em seu médio curso, existe uma ponte que conecta as comunidades vizinhas.

As áreas alagadas se localizam próximas a foz do rio Velho e no alto curso do rio Açucum solo fértil e ideal para o cultivo, por isso, essas áreas são preferencialmente usadas para o cultivo de subsistência, tendo como principal plantio a bananeira e a macaxeira(Figura 16). Observa-se nessas áreas a inexistência da mata ciliar, sendo predominante a cana-de-açúcar, estando bem próximas ao leito dos rios. Essa atividade também influencia no fluxo hídrico dos rios, pois existem canais que desviam a água para a irrigação das culturas, afetando o fluxo natural do rio e posteriormente a chegada aos manguezais(Figura 17).



Figuras 16 - Policultivo no leito do Rio Açú, Foto: Juliane Monteiro- Data: 02/08/2016.



Figuras 17 - Rio Velho sem mata ciliar e área de policultivo, Foto: Hugo Yuri Data: 20/04/2015.

9.4 Dinâmica da cobertura vegetal na sub-bacia dos Rios Velho e Açú no período compreendido entre 1974 a 2016

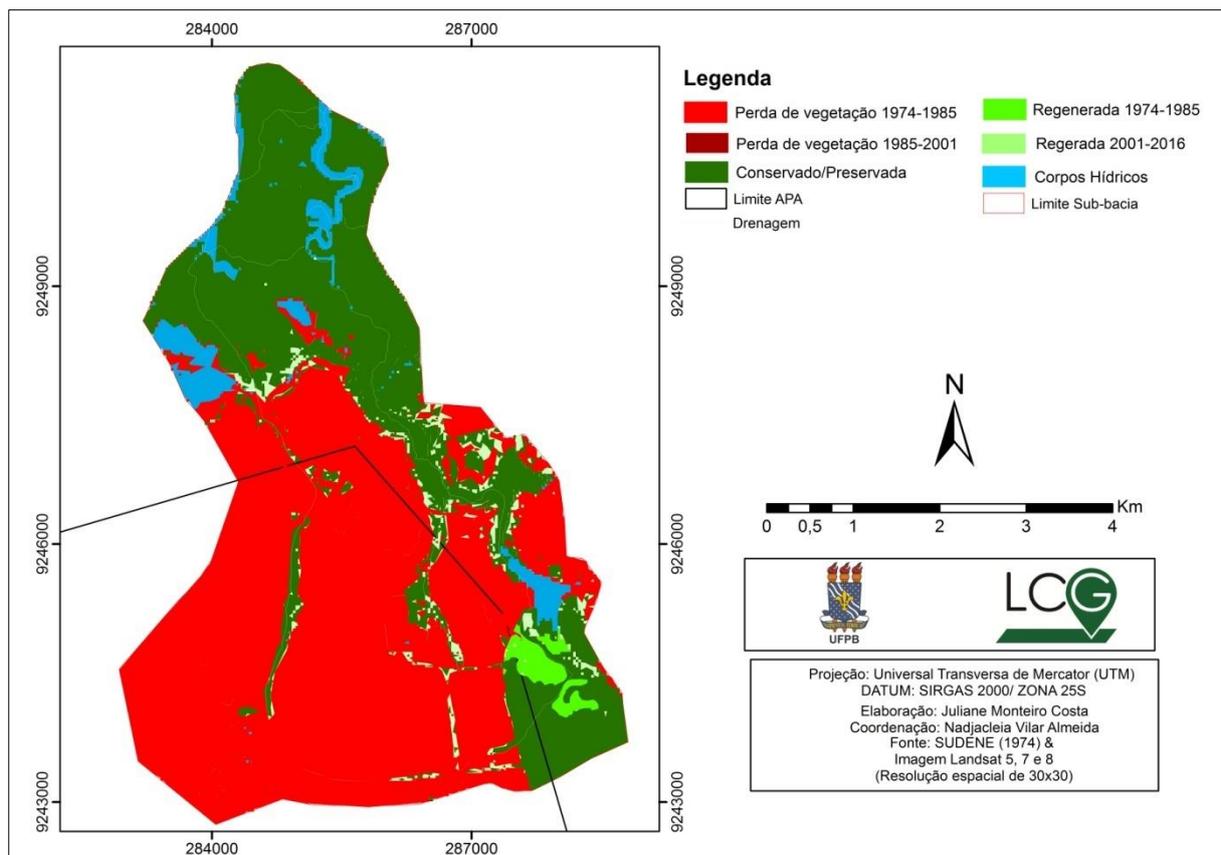
Por meio da análise do mapa da dinâmica da vegetação 1974 a 2016(Figura18), percebe-se a supressão dos remanescentes vegetacionais pela cana-de-açúcar.A exploração da vegetação teve início nas nascentes e adentrou em toda extensão da sub-bacia.

No período de 1974-1985, observa-se a maior representatividade da classe perda de vegetação com 13,47 km² correspondendo a 49,5%. Verifica-se que as áreas onde ocorreram perdas na cobertura vegetal (Perda de cobertura) estão concentradas principalmente na região Sul da sub-bacia, mas ocorreu o processo de regeneração da vegetação com 0,39 km², correspondendo a 1,43%, estando localizada na Mata do Oiteiro, local onde existia cultivo, a vegetação conseguiu se recuperar. Para 1985-2001 a vegetação teve perda de 2,4 km², correspondendo a 17,00%. Observa-se perda de vegetação na área da Mata do Oiteiro e em alguns locais próximos ao manguezal e nas matas ciliares dos rios.

No cruzamento dos mapas temáticos de 2001-2016, verifica-se que entre esses anos, ocorreu a área classificada como Regenerada, em que a vegetação teve um acréscimo de 1,59 km², correspondendo a 14,00%.

As áreas cuja cobertura vegetal se manteve preservada (Conservada/Preservada) de 1974 a 2016 é principalmente nos terrenos íngremes onde se encontram as matas ciliares dos rios, no manguezal e na Mata do Oiteiro.

O cruzamento dos mapas dos anos de 1974, 1985, 2001 e 2016, demonstrou a expansão da classe Perda de Vegetação, principalmente na área Sul, demonstrando o avanço da monocultura canavieira, resultado semelhante foi encontrado por Pessoa (2016), que em estudo na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape-PB, para o monitoramento da dinâmica espaço temporal da cobertura vegetal entre os anos de 1985, 2001, 2012/2013, concluiu que a classe Perda de cobertura vegetal se expandiu por toda APA e no entorno, devido ao avanço da cana-de-açúcar.



Figuras 15 - Dinâmica da cobertura vegetal na Sub-bacia dos Rios Velho e Açú, entre 1974 e 2016, na APA da Barra do Rio Mamanguape, Paraíba.

10. CONCLUSÃO

A Vegetação Natural existente em 1974 ao longo dos anos foi dando lugar ao cultivo, com destaque a cana-de-açúcar, que esta em toda sub-bacia.

Com relação, ao Índice de Diferença Normalizada-NDVI, é um excelente índice na identificação da densidade da vegetação para a cana-de-açúcar, solo exposto, água, e mata atlântica, porém para o manguezal foi impreciso, devido a elevada umidade, ocasionando a confusão entre os pixels e não delimitando o ecossistema para os anos analisados.

Com o cruzamento dos mapas temáticos da classificação supervisionada, observa-se que o período de maior desmatamento foi entre os anos de 1974-1985, com perda de 49,5% da vegetação natural.

O avanço da cana-de-açúcar na sub-bacia substituiu as matas ciliares ocasionando o assoreamento dos rios e, principalmente do rio Velho, que teve sua nascente aterrada. A degradação das nascentes e o desmatamento da mata ciliar dos rios diminui o fluxo hídrico em direção ao estuário, tal fato esta refletindo na área do manguezal, resultando na degradação do ecossistema, que esta se expandindo em toda sub-bacia.

Mesmo com a criação da Unidade de Conservação, as Áreas de Preservação Permanente-APPs estão fora dos limites da APA.

A legislação que preserva as APPs não é cumprida pelos produtores locais, pois áreas que eram caracterizadas com vegetação nativa passaram a dar lugar ao cultivo, provocando assim impactos negativos sob os rios.

O principal papel da APA é garantir a conservação dos ecossistemas, assegurando o sustento das comunidades locais, que seja de forma sustentável, sem ocasionar grandes impactos no meio. Mesmo os limites da APA não considerando as APPs estando susceptíveis as perturbações antrópicas, os ecossistemas que se encontram inseridos dentro dos limites da APA, são mantidos conservados e protegidos pela gestão da unidade de conservação.

Diante o exposto, a presente pesquisa pode dar subsídios e suporte, principalmente no que diz respeito ao planejamento e a gestão da Sub-Bacia dos rios Velho e Açú e a inserção das nascentes nos limites da APA, visando assim a sua proteção, como também a realização de projetos que visem o reflorestamento com vegetação nativa para a recuperação das matas ciliares e a preservação dos ambientes existentes na sub-bacia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, C. A. S., Aplicações de técnicas de sensoriamento remoto na análise multitemporal do ecossistema manguezal na Baixada Santista, SP. **Dissertação**. São Paulo, 2010.

BONAZINA, M. C. R., ROGLIO, K. de D., KLÖCKNER, K. S. S. S., THÉ, M. A. L., FIALHO, F. **O repensar da relação homem-natureza, a partir da ecopsicologia: uma contribuição para a ergonomia**. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep1997_t2511.pdf> Acesso em: 10 de fevereiro de 2017.

BIE, C. A. J. M. de; LEEUWEN, J. A. van; ZUIDEMA, P. A. **The land use database: a knowledge-based software program for structured storage and retrieval of user-defined land use data sets: user's reference manual**. Version 1.04 for MS-DOS. [S.l.]: ITC:FAO:UNEP:WAU, 1996. Disponível em: <<http://ces.iisc.ernet.in/energy/HC270799/LM/SUSLUP/Luse/Manual/chap2.pdf>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2017.

BRASIL. ministério de minas e energia secretaria de minas e metalurgia - CPRM - **serviço geológico do brasil**. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. Recife, 2002.

BRASIL. **LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia** – São Paulo: Edgard Blucher, 1980.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Centro nacional de pesquisa de solos, 2ª Ed. Ver. Atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

CALDERON, G.; BORSATO, V.A. O fenômeno La Niña e sua influência na disponibilidade hídrica no município de Campo Mourão-PR. **Geosp-Espaço e Tempo** (Online), v. 21, n. 1, p. 177-197, abril. 2017. ISSN 2179-0892.

CAMPANILI, M.; SCHAFFER, W. B. Mata atlântica: manual de adequação ambiental. Brasília: MMA/ SBF, 2010. 96 p.; Il. Color.:29 cm.

ARRUDA, M. R.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. **Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade**. Manaus: Embrapa Amazônia ocidental-2014.

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de Texto, 2002.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. Ed. Ampl. e atual.-São Paulo: Oficina de Texto, 2011.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. Ed. Ampl. e atual. São Paulo: Oficina de Texto, 2011.

GÜRTLER, S. EPIPHANIO, J. C. N., LUIZ, A. J. B. & FORMAGGIO A. R. 2005. Planilha eletrônica para o cálculo da reflectância em imagens TM e ETM+ Landsat. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 57, n. 2.

ICMBIO- **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade**. Brasília, 2004

JUNIOR, S. C. & TOMMASELLI, J. T.G. **Ciclos da natureza e dinâmica da paisagem** (Ficha da disciplina), UNESP/ Redefor, Módulo, Disciplina 03, São Paulo, 2011.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente: uma perspectiva dos recursos terrestres**. São José dos Campos, SP: Parêntese, 2009.

LANG, S. & BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG**. Tradução Hermann Kux, São Paulo: Oficina de Texto, 2009.

LEITE, E. F. & ROSA, R. Análise do uso, ocupação e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Formiga, Tocantins. OBSERVATORIUM: **Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106, dez. 2012.

LOPES, E. R. N. & REUSS-STRENZEL, G. M. **Geoprocessamento aplicado à caracterização da ocupação de unidade de conservação**- Um olhar sobre a Área de Proteção Ambiental de Guaibim, Bahia, Brasil. *Revista de Geografia (UFPE)* V. 32, No. 3, 2015.

LIU, W. T. H. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo grande: Ed. UNIDERP, 2006. 908 p: Il. Color.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Áreas Protegidas**. Disponível em: <[37TTP://www.mma.gov.br/areas-protegidas](http://www.mma.gov.br/areas-protegidas)> Acesso em 10 de fevereiro de 2017.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Unidade de Conservação: Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape. Disponível em:<<http://sistemas.mma.gov.br/cnuc/index.php?ido=relatorioparametrizado.exibeRelatorio&relatorioPadrao=true&idUc=7>> Acesso em: 08 de Agosto de 2017.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). Bioma Mata atlântica. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111428.htm> Acesso em: 03 de Outubro de 2017.

MENESES, P. R & ALMEIDA, T. (orgs). Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. MENESES, P. R; & SANO, E. E. **Classificação pixel a pixel de imagens**. Cap. 12, p. 198. Brasília, 2012.

MARCELINO. A. S.; ARAÚJO, L. E.; ANDRADE, E. C. A.; ALVES, A. S. Avaliação temporal da climatologia do Litoral Norte da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. 03 (2012) 467-472.

MELO, E. E. C.; DIAS, B. O.; BATISTA, M. C.; ASSIS, Y. E. G.; ALMEIDA, N. V. Análise físico-química das amostras de água e solos da Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape-PB. In: **Geotecnologias e meio ambiente: Analisando uma Área de Proteção Ambiental**. Org. ALMEIDA, N. V.; SILVA, M. D.- João Pessoa: F e F Gráfica e Editora, 2016. 236p : Il.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. 4ª Ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PEIXOTO, A. L., LUZ J. R. P., BRITO MARCIA A. de. (org.). Conhecendo a biodiversidade. MARQUES, M. C. M., LINS E SILVA, A. C., RAJÃO, H., ROSADO, B. H. P., BARROS, C. F., OLIVEIRA, J. A. de., FINOTTI, R., NECKEL-OLIVEIRA, S., AMORIM, A., CERQUEIRA, R., BERGALLO, H. de G. **Mata Atlântica: O desafio de transformar um passado de devastação em um futuro de conhecimento e conservação** – Brasília: MCTIC, CNPq, PPBio, 2016. 196 p. : il. color. ; 20 x 25cm.

PEREIRA, L. S; GONÇALVES, B. B; SILVA NETO, C. M. SANTOS, A. L. F. Evolução espaço-temporal do uso e cobertura da terra do Ribeirão Piancó em Anápolis-GO. *Revista Mirante, Anápolis (GO)*, v. 7, n. 1, jun. 2014.

PEREIRA, M. S. & ALVES, R. R. N. Composição florística de um remanescente de Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Volume 6-Número 1-2º Semestre 2006.

PACE, F. T. DI.; SILVA, B. B.; SILVA, V. P. R.; SILVA, S. T. A. **Mapeamento do saldo de radiação com imagens Landsat 5 e modelo de elevação digital**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. V.12, n.4, p.385-392, 2008.

PESSOA, A. F. Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal na APA da Barra do Rio Mamanguape-PB. **Monografia**. Rio Tinto: 2016.

RAMBALDI, D. M. & OLIVEIRA, D. A. S. de (orgs.). Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas / CERQUEIRA, R. BRANT. A. NASCIMENTO, M. T. PARDINI, R. **CAP. I, Fragmentação: Alguns conceitos**. Brasília: MMA/SBF, p. 2003.510.

REBRAF. **Manual Agro florestal para a Mata Atlântica: Apostila I-Introdução geral classificação e breve caracterização de SAFS e práticas agro florestais**. CRT- Contrato de repasse-MDA/PRONAF, Maio, 2007. p. 60.

RIBEIRO, R. J. C.; BAPTISTA, G. M. M.; BIAS. E. S.; Comparação dos métodos de classificação supervisionada de imagem Máxima Verossimilhança e Redes Neurais em ambiente urbano. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 2126, 2007, INPE p. 5471-5478.

ROSEMBACK, R.; FRANÇA, A. M. S. Análise comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS-2 e TM/LANDSAT-5 em área urbana. In.: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais XII**, Goiânia, Brasil, p. 1075 – 1082.

SILVA, G. J., ALMEIDA, N. V., GOMES, L. C.F., SANTOS, O.K. A., 2013^a. Degradação ambiental na microrregião do Cariri paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física** 6, 823-837.

SILVA, J. B. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo do ecossistema manguezal em Pernambuco. **Tese de doutorado**. Recife, Março de 2012.

SILVA, V. P. R; OLIVEIRA, S. D. SANTOS, C. A. C; SILVA, M. T. Risco climático da cana-de-açúcar cultivada na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. V. 17, n. 2, p. 180-189, 2013, Campina Grande, PB.

SOARES, M. L. G. Zonação e as marés. In: **Manguezal ecossistema entre a terra e o mar**. Org. SCHAEFFER-NOVELLI, Y. 1995.

USGS. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/how-do-landsat-8-band-combinations-differ-landsat-7-or-landsat-5-satellite-data>> Acesso em: 11 de Setembro de 2017.

USGS. Disponível em:<<https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8-product>> Acesso em: 10 de Julho de 2017.

VANNUCCI, M. **Os Manguezais e Nós: uma síntese de percepções**. 2. Ed. Revista e ampliada-São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

ZANZARINI, F. V; PISSARRA, T. C. T; BRANDÃO, F. J. C & TEIXEIRA, D. D. B. Correlação espacial do índice de Vegetação (NDVI) de imagem Landsat/ETM+ com atributos do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Capina Grande, PB, UAEA/UFCEG. V. 17, n. 6, p. 608-614, 2013.

ANEXO

Normas da RevistaGaia

Diretrizes para Autores

Tipos de Trabalhos

O período de submissão de manuscritos será de 01 de Março a 30 de Novembro de cada ano. Submissões fora deste período serão rejeitadas de imediato.

Artigos. Os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes:

1.Título;

2.Resumo, Abstract e Resumen (escrito em sequencia, com até 250 palavras ou menos, sem abreviações), com suas respectivas palavras-chave, keywords e palavras clave; O resumo é OBRIGATÓRIO nos 3 idiomas;

3.Introdução;

4-Material e Métodos;

5- Resultados e Discussão (o autor pode optar por separar ou unir estes itens);

6- Agradecimentos (quando necessário fica a critério dos autores)

7- Conclusão e

8- Referências.

Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais. Todos os trabalhos na área da Etnobiologia e Etnoecologia são obrigados a apresentar as informações do Comitê de Ética.

Breves comunicações ou Resenhas

Só serão aceitas mediante consulta prévia com o Editor Chefe.

Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitos nas provas.

Os autores devem enviar seus artigos em versão eletrônica.

Preparação de Originais

Formatação dos Artigos

Os artigos podem ser redigidos em português, inglês ou espanhol, mas a revista recomenda a publicação em inglês. Devem ser preparados em espaço simples, fonte Times News Roman, tamanho 11, com folha A4 (210 x 297 mm), obedecendo todas as margens com 2,5 cm. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos. Tamanho dos artigos. Os artigos devem ter no máximo 30 laudas. Artigos sucintos e cuidadosamente preparados, têm preferência tanto em termos de impacto, quando na sua facilidade de leitura.

Tabelas e ilustrações. Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas e fotografias. A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

Figuras digitalizadas. As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto;

2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato.TIF ou PNG e nunca inseridas no texto;

3- Cada figura deve ser enviada em arquivo separado;

4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm.

As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados emRTF ou em WORD para Windows.

Agradecimentos (opcional). Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Abreviaturas. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau InternationaldesPoidset Mesures (SI)

Referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas) e artigos em preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, NÃO podem ser citados no texto e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith andWesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano

devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras. As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais.

A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é AnAcadBras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências;

ARTIGOS

García-Moreno J, Clay R and Ríos-Munoz CA. 2007. The importance of birds for conservation in the neotropical region. **Journal of Ornithology**, 148(2):321-326.

Pinto ID e Sanguinetti YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. **Anais Academia Brasileira Ciências**, 56:207-215.

Posey DA. 1983. **O conhecimento entomológico Kayapó: etnometodologia e sistema cultural Anuário Antropológico**, 81:109-121.

LIVROS E CAPÍTULOS DE LIVROS Davies M. 1947. **An outline of the development of Science**, Athinker's Library, n. 120. London: Watts, 214 p.

Prehn RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: **National Cancer Conference, 5**, Philadelphia Proceedings ..., Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

Uytenbogaardt W and Burke EAJ. 1971. **Tables for microscopic identification of minerals**, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

Woody RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: Blouts ER et al. (Eds), **Peptides, polypeptides and proteins**, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

OUTRAS PUBLICAÇÕES

International Kimberlite Conference, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

Siatycki J. 1985. **Dynamics of Classical Fields**. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 55 p. Preprint n. 600.

Condições para submissão

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. Os manuscritos devem ser apresentados na seguinte sequência: página de rosto, resumos em português, espanhol e inglês, palavras chaves, palavras clave e keywords, texto, tabelas, agradecimentos, referências bibliográficas.
2. A contribuição é original e inédita, e não está sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, justificar em "Comentários ao Editor".
3. Todos os endereços de páginas na Internet (URLs), incluídas no texto (Ex.: <http://www.ibict.br>) estão ativos e prontos para clicar.
4. O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em [Diretrizes para Autores](#), na seção Sobre a Revista.

5. A identificação de autoria deste trabalho foi removida do arquivo e da opção Propriedades no Word, garantindo desta forma o critério de sigilo da revista, caso submetido para avaliação por pares (ex.: artigos), conforme instruções disponíveis em [Assegurando a Avaliação por Pares Cega](#).