



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
CAMPUS DE ANANINDEUA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA EM GEOPROCESSAMENTO

**JOSÉ ALESSANDRO BELÉM PIMENTEL**

**ANÁLISE ESPACIAL DA DINÂMICA VOLUMÉTRICA DE VIROLA (*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb Warb.) EM FLORESTAS DE VÁRZEA NA BACIA DO RIO APEÚ, MUNICÍPIO DE CASTANHAL (PA)**

ANANINDEUA, PA

2022

**JOSÉ ALESSANDRO BELÉM PIMENTEL**

**ANÁLISE ESPACIAL DA DINÂMICA VOLUMÉTRICA DE VIROLA (*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb Warb.) EM FLORESTAS DE VÁRZEA NA BACIA DO RIO APEÚ, MUNICÍPIO DE CASTANHAL (PA)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do título de Tecnólogo em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa

ANANINDEUA, PA

2022

JOSÉ ALESSANDRO BELÉM PIMENTEL

**ANÁLISE ESPACIAL DA DINÂMICA VOLUMÉTRICA DE VIROLA (*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb Warb.) EM FLORESTAS DE VÁRZEA NA BACIA DO RIO APEÚ, MUNICÍPIO DE CASTANHAL (PA)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado para obtenção do título de Tecnólogo em Geoprocessamento pela Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento da Universidade Federal do Pará, Campus Ananindeua.

Orientador: Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa

**Data de aprovação:** 16/02/2022

**Conceito:** Excelente

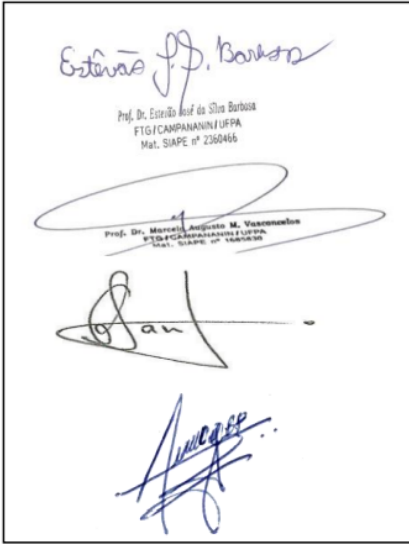
Ananindeua (PA), 16 de fevereiro de 2022

ESTÊVÃO JOSÉ DA SILVA BARBOSA  
Presidente - Orientador – (UFPA)

MARCELO AUGUSTO MACHADO VASCONCELOS  
Primeiro Examinador - (UFPA)

GIDEÃO COSTA SANTOS  
Segundo Examinador - (UFPA)

JOSÉ ALESSANDRO BELÉM PIMENTEL  
Discente



Estêvão J. Barbosa  
Prof. Dr. Estêvão José da Silva Barbosa  
FIG/CAMPANANINI UFPA  
Mat. SIAPE nº 2360466

Prof. Dr. Marcelo Augusto M. Vasconcelos  
FIG/CAMPANANINI UFPA  
Mat. SIAPE nº 2360466

Gideão Costa Santos

José Alessandro Belém Pimentel

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, por tomar conta de mim nos momentos de alegria e nos momentos mais conturbados que passei e passo.

Aos meus pais, Aniceto e Anunciada, que me ensinaram que o sonho de um menino da roça em estudar em uma universidade pública federal é possível, sim, e se dedicaram ao máximo lá no interior de Inhangapi para conseguir me manter firme nos estudos.

À Universidade Federal do Pará, Campus Universitário de Ananindeua, pela infraestrutura institucional e apoio logístico.

Ao meu orientador e hoje, um amigo, Professor Doutor Estêvão José da Silva Barbosa, por me ensinar a ser um bom profissional e uma boa pessoa perante a sociedade.

À toda a coordenação da Faculdade de Tecnologia em Geoprocessamento.

Aos professores que fizeram parte desse processo de ensino e aprendizagem na graduação: Antônio Gomes, Alan Araújo, Ronilson, Lúcio Miranda, Paulo Melo, Danielle Carrara, Marcelo Vasconcelos, Paulo Bittencourt, Estevão Barbosa, Arthur Santos, entre outros, por repassarem seus respectivos conhecimentos acadêmicos e um pouco de suas experiências profissionais.

Aos membros da banca examinadora Marcelo Vasconcelos e Gideão Santos, por aceitarem participar da banca de defesa deste trabalho de conclusão de curso, contribuindo para o aprendizado e o aprimoramento da pesquisa científica.

Aos professores Estêvão Barbosa, Marcelo Vasconcelos e Gideão Santos pelos projetos que a mim confiaram e pela grande amizade que temos;

À minha turma, “inenarravelmente única”, Geo 2018, todos contribuíram um pouquinho nessa formação;

À minha equipe de trabalho, equipe “sem frescura”: Fernanda, Thiago Silva, Marcio, Josimar e Hallison;

À Fernanda, Marcio, Larissa, Francisco (Geo 2018) e Ester (Geo 2019), pela amizade surpreendente, conversas e muitas risadas.

Ao Sr. Davi Santos e ao Sr. Pedro Paulo pela disponibilidade, paciência, cafés e almoços em sua propriedade onde foi realizado o estudo.

À Diretoria de Pesquisa, Pós-graduação e Extensão do IFPA/Castanhal.

Aos meus tios Célia Pimentel e Manuel de Abreu (*in memoriam*), por terem me acolhido em sua casa.

Ao meu irmão Alexandre e minha cunhada Joseli, por sempre estarem de portas abertas para mim e minha irmã Alessandra, que sempre me ouve e apoia nas minhas decisões.

À minha namorada e amiga de todas as horas, Gleyse Milene, pelo companheirismo, atenção, cuidado, carinho e por toda ajuda nesse período de formação.

A todos que contribuíram direto e indiretamente nesse período de formação na UFPA e na construção desse trabalho.

**MUITO OBRIGADO!**

A minha mãe Maria da Anunciação Belém  
Pimentel, e ao meu Pai Raimundo Aniceto  
Ferreira Pimentel.

## RESUMO

As áreas de várzea da Amazônia passaram e passam por explorações extrativistas para o suprimento de madeira na região. A alta procura pela *Virola surinamensis* para confecção de lâminas de compensados, caixotarias e para a construção civil, pode ao longo dos anos ter levado determinados locais à escassez dessa espécie, como é o caso da bacia do rio Apeú, no município de Castanhal (PA). O presente trabalho tem por objetivo conhecer e analisar, com auxílio de ferramentas do geoprocessamento, o estágio dinâmico volumétrico de *Virola surinamensis* em área de floresta de várzea explorada na bacia do rio Apeú, especificamente nas agrovilas de Macapazinho e Boa Vista, de modo a fornecer subsídios para práticas de manejo florestal sustentável e comunitário. No levantamento em campo foram delimitadas 6 parcelas diferentes e instaladas subparcelas experimentais com dimensão 10 m x 50 m, correspondente a 500 m<sup>2</sup> cada uma, equivalendo a 1,3 hectares da área de várzea. No inventário, foram coletadas as seguintes informações: número de indivíduos, DAP (diâmetro à altura do peito)  $\geq 10$  cm, altura comercial e georreferenciamento dos indivíduos de virola; além da realização de entrevistas semi-estruturadas com os extrativistas, a fim de detectar informações sobre o uso de recursos naturais da área. Para a análise dos dados foram utilizadas metodologias como a confecção de mapas de representação quantitativa proporcional, o processamento digital de imagens orbitais, o georreferenciamento e a interpolação de densidade kernel, utilizando-se o *software* cartográfico QGIS, receptor GPS e produtos de sensoriamento remoto. Verificou-se a presença de 62 indivíduos de *Virola surinamensis*, e quantificação de 105,74 m<sup>3</sup> de madeira. Na representação do volume em classes de diâmetro, apenas as parcelas 04 e 06 mostraram que há dinâmica de regeneração. Com a espacialização de densidade de volume, apenas a parcela 01 mostrou maior concentração. Quanto à concentração do diâmetro, ela é mais intensa nas parcelas 01 e 06. Conclui-se que a regeneração natural da espécie está *Virola surinamensis* está comprometida na área de estudo, devido a práticas não sustentáveis de exploração e ao conflito com a produção de açaí no local.

**Palavras-Chaves:** geoprocessamento, ecossistema de várzea, extração madeireira.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização das parcelas estudadas no ecossistema de várzea, alocadas nos perímetros das agrovilas de Macapazinho e Boa Vista, município de Castanhal (PA).....	13
<b>Figura 2</b> – Carta Imagem da várzea da várzea do rio Apeú. ....	16
<b>Figura 3</b> – Fotografia do ecossistema de várzea em período chuvoso .....	16
<b>Figura 4</b> – <i>Virola surinamensis</i> .....	21
<b>Figura 5</b> – Diagrama metodológico.....	27
<b>Figura 6</b> – Visualização na escala 1:7415, da composição colorida do CBERS 4A, bandas 4, 3, 2 com resolução espacial de 8 metros. ....	30
<b>Figura 7</b> - Processo de fusão da composição RGB (bandas 4, 3, 2) com a banda pancromática (banda 0). ....	30
<b>Figura 8</b> - Visualização na escala 1:7415, da fusão - bandas 4, 3, 2 com banda pancromática.....	31
<b>Figura 9</b> – Criação de camada vetorial do formato shapefile.....	31
<b>Figura 10</b> – Visualização da delimitação do ecossistema de várzea e das parcelas de estudo. ....	32
<b>Figura 11</b> – Processo de criação de um ponto a partir de um polígono (centroide). ....	33
<b>Figura 12</b> – Processo de união de planilha à uma camada vetorial .....	33
<b>Figura 13</b> – Geração de raster de mapa de calor .....	34
<b>Figura 14</b> - Mapa de diagrama do volume das classes de diâmetro por área. ....	38
<b>Figura 15</b> – Fotografia da vegetação da parcela 02. ....	40
<b>Figura 16</b> – Fotografias do ecossistema de várzea, na parcela 03. ....	42
<b>Figura 17</b> - Fotografias do ecossistema de várzea, na parcela 05. ....	43
<b>Figura 18</b> - Gráfico dos volumes das classes de diâmetro da <i>virola surinamensis</i> ... ..	45
<b>Figura 19</b> - Estrutura diamétrica dos indivíduos da espécie <i>Virola surinamensis</i> . ....	46
<b>Figura 20</b> – Mapa de concentração de volume nas parcelas inventariadas. ....	48
<b>Figura 21</b> – Mapa de potencial madeireiro. ....	49

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Tabela 1</b> - Descrição das bases cartográficas. ....	28
<b>Tabela 2</b> – Indivíduos da espécie da <i>Virola surinamensis</i> , organizados em nome científico, parcelas, subparcelas, código, circunferência a altura do peito (CAP), diâmetro a altura do peito (DAP), altura (h), qualidade do fuste (QF), volume (m <sup>3</sup> ) e coordenadas geográficas. ....	36
<b>Tabela 3</b> – Proposta de intervenção com geoprocessamento. ....	50

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
1.1	Área de estudo	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>19</b>
2.1	Ecosistema de várzea	19
2.2	<i>Virola surinamensis</i>	20
2.3	Ocorrência natural (habitat natural)	22
2.4	Extrativismo	23
2.5	Geoprocessamento aplicado à conservação e monitoramento das espécies	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>27</b>
3.1	Bases cartográficas	27
3.2	Coleta de dados primários	28
3.3	Geotecnologias utilizadas e técnicas do geoprocessamento	29
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>35</b>
4.1	Composição florística	35
4.2	Espacialização do volume das classes diamétricas	38
4.3	Estrutura volumétrica da floresta de várzea	46
4.4	Espacialização volumétrica	47
4.5	Potencial madeireiro	48
4.6	Sistemas de uso e manejo sustentável da espécie	50
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>51</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>56</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As florestas de várzea na Amazônia, tanto as sazonais como as que sofrem fluxo e refluxo de marés cotidianamente, apresentam composição florística e outros recursos economicamente utilizáveis pelo homem. Como exemplo de recursos vegetais que oferecem possibilidades de renda, destacam-se algumas espécies como: açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), taperebá (*Spondias monbin* Jacq.), andiroba (*Carapa guianensis* Aubl.), anani (*Symphonia globulifera* L.F.), virola (*Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb.), buriti (*Mauritia flexuosa* Mart.); bacaba (*Oenocarpus disticus* Mart.) etc. Tais espécies têm sido alvo de atividades extrativistas para os mais diversos fins (SANTOS, 2004, 2012).

Uma prática ligada ao uso econômico das espécies do ecossistema de várzea é o extrativismo de espécies madeireiras e/ou de uso múltiplo. O extrativismo tem sido uma prática que remonta à história de utilização dos recursos extrativos da Amazônia. Como exemplos de recursos explorados em ciclos produtivos na região estão: a juta, seringa, castanha, palmito do açaí, e entre as espécies madeireiras estão a virola (*Virola surinamensis*), que fornece madeira para a fabricação de caixotarias e lâminas para fabricação de compensados.

Nesse contexto, as áreas de várzea da Amazônia passaram e ainda passam por explorações madeireiras extrativistas para o suprimento de madeira nas serrarias da região, atividade que se caracteriza como uma das principais econômicas dessas áreas (LIMA; TOURINHO; COSTA, 2000). Quando se trata da madeira de virola, essa procura é aumentada, pois a espécie possui fácil adaptação ao ambiente de várzea, ocorrendo em grande abundância, em parte favorecida pela própria dinâmica do ambiente local, onde o movimento das marés é um dos responsáveis pelo transporte gênico da espécie.

A alta procura pela espécie para confecção de lâminas de compensados e caixotarias pode ao longo dos anos ter levado determinados locais à escassez das espécies, o que é preocupante, pois, para sua reprodução, a *Virola surinamensis* utiliza indivíduos machos e indivíduos fêmeas, o que implica dizer que se não houver critérios de corte, a permanência da espécie em nível local pode ser comprometida.

No caso específico do corte da virola na bacia do rio Apeú, no Município de Castanhal (PA), essa atividade tem perdurado por algumas décadas pelos motivos anteriormente citados. Com base em relatos de extrativistas e pelo constatado preliminarmente em campo, a espécie madeireira virola está com o seu estoque remanescente comprometido, ou seja, está com um *déficit* no número de indivíduos, comprometendo toda e qualquer ação que envolva o corte dessas espécies para o fornecimento de madeira.

Nesse caso é necessário inventariar a espécie em níveis amostrais satisfatórios para quantificar com maior precisão os indivíduos presentes, o que pode ser feito por meio das ferramentas de geoprocessamento, demonstrando de forma gráfica, sobretudo em mapas, os impactos negativos e/ou positivos para o extrativista, para então propor formas de utilização e manejo mais sustentáveis, seja para o uso próprio ou comercial.

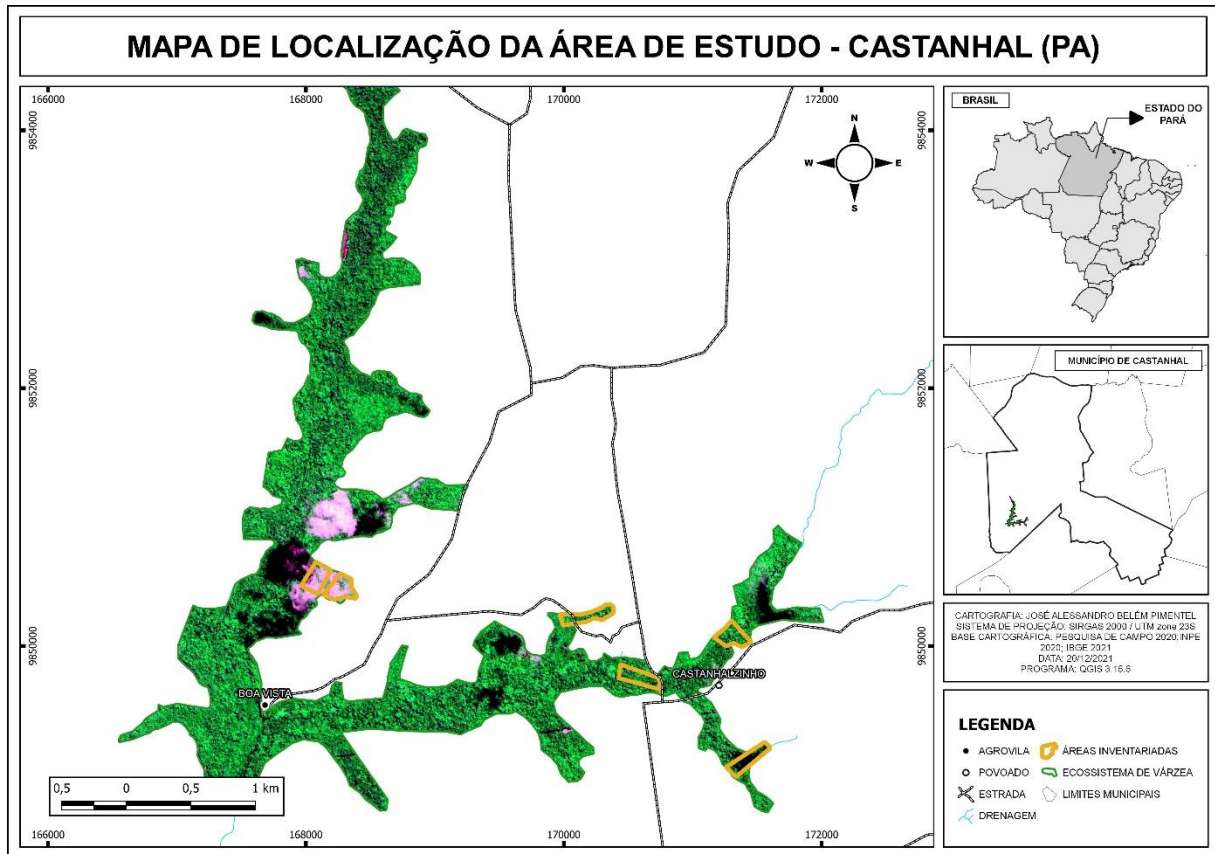
Dentro dessa problemática, o presente trabalho tem por objetivo conhecer e analisar, com auxílio do geoprocessamento, o estágio dinâmico volumétrico de *Virola surinamensis* em área de floresta de várzea explorada nas várzeas da bacia do rio Apeú, especificamente nas Agrovilas de Macapazinho e de Boa Vista, município de Castanhal (PA), de modo a fornecer subsídios para práticas de manejo florestal comunitário, visando à maior sustentabilidade da espécie nesse ecossistema. Dentre os objetivos específicos buscou-se: inventariar e espacializar a ocorrência da *Virola surinamensis* na área de estudo; mapear as diferenças de volume e suas respectivas classes de diâmetro, assim como o potencial madeireiro; indicar sistemas de uso e manejo sustentável da espécie.

### **1. 1 Área de estudo**

As parcelas experimentais dessa pesquisa se localizam no ecossistema de floresta de várzea das Agrovilas de Macapazinho e de Boa Vista, na bacia do Rio Apeú, no município de Castanhal, pertencente à Região Geográfica Intermediária e Imediata de Castanhal segundo a nova divisão do IBGE (2017) (Fig. 1). Estas localidades foram oficializadas como agrovilas pela Lei municipal nº. 004/94, de 08 de março de 1994 (CASTANHAL, 1994). De acordo com IBGE (2021), o município de

Castanhal apresenta uma estimativa de 205.667 habitantes em uma área contingencial de 1.029,300km<sup>2</sup>.

**Figura 1** - Mapa de localização das parcelas estudadas no ecossistema de várzea, alocadas nos perímetros das agrovilas de Macapazinho e Boa Vista, município de Castanhal (PA)



Fonte: elaborado pelo autor a partir de cena 210\_115, disponibilizada pelo INPE (acesso: em 19/08/2021).

No município de Castanhal predomina a feição geomorfológica constituída de tabuleiros ou baixos platôs pediplanados, nível característico das terras baixas da Amazônia. Estas morfologias foram esculpidas nos sedimentos oligo-miocênicos da Formação Barreiras, compostos de arenitos finos e grosseiros, de siltitos, argilitos e níveis conglomeráticos, sendo recobertos em largas extensões pelos sedimentos areno-argilosos plio-pleistocênicos denominados de Pós-Barreiras (BRASIL, 1973). Parte dos tabuleiros foi dissecada em formas moderadamente colinosas, sobretudo às proximidades da sede municipal e acompanhando as margens do rio Apeú e seus afluentes, e ao longo do rio Inhangapi.

Além disso, encontram-se depósitos de sedimentos recentes do Holoceno constituídos por cascalhos, areias e argilas inconsolidadas, dispostos em faixas mais ou menos estreitas e descontínuas que acompanham os cursos d'água, ou seja, nas várzeas. Segundo Valente *et al.* (2001), o relevo do município é plano, com declividade que varia de 0% a 3%. Apenas nos setores com relevo suave ondulado a ondulado, ligeiramente colinosos, a declividade aumenta, variando de aproximadamente 3% a 15%.

No município de Castanhal a vegetação segundo Valente *et al.* (2001) é formada pela floresta equatorial subperenifolia densa, que possui características e fisionomias estruturadas e variadas, compostas por espécies que perdem parte de sua estrutura foliar no período de estiagem, que nessa área ocorre entre agosto e dezembro, no chamado “verão amazônico”. Sudam (1988) reconhece este tipo de vegetação como floresta densa de terra firme ou floresta tropical úmida.

De acordo com a classificação adotada pelo IBGE (VELOSO; GOES FILHO, 1982) esta vegetação é classificada como floresta ombrófila densa ou floresta tropical úmida, no sistema de vegetação primária, porém, diante das derrubadas frequentes, para fim relacionados à agropecuária, principalmente ao longo do século XX, a área passou a ser incluída no estágio de sucessão, ou seja, uma vegetação secundária que se encontra em fases diversas de regeneração.

Diante disso, é válido ressaltar as características dos ecossistemas de várzea desse município, no geral mais bem preservados que os de terra firme:

Em menor proporção ocorre a floresta equatorial higrófila de várzea, que ocorre margeando os cursos d'água. Caracteriza-se por apresentar espécies que não perdem folhas em nenhuma época do ano. Neste tipo de cobertura vegetal, é marcante a grande concentração de espécies de palmeiras como o açazeiro (*Euterpe olerácea*, Mart.) e buritirana (*Mauritia aculeata*, H.E.K.). A classificação do IBGE para este tipo de vegetação é floresta ombrófila densa de planície aluvial. (VALENTE *et al.*, 2001, p. 12)

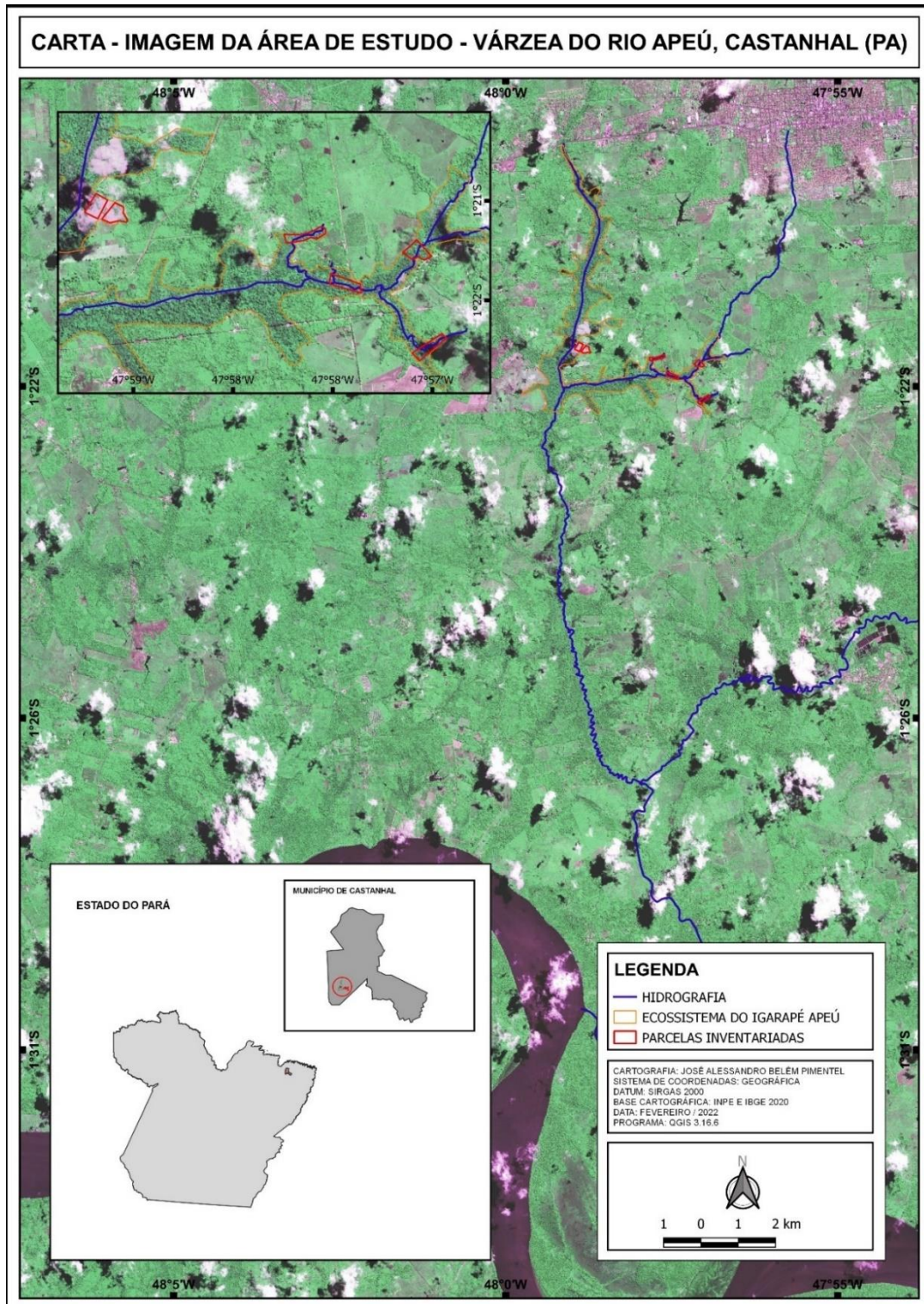
As águas que drenam o município de Castanhal, responsáveis pela fisiologia das florestas de várzea do município, são trazidas pelos cursos naturais do rio Inhangapi e Apeú.

Os principais rios do município são o Inhangapi, que serve de limite parcial entre Castanhal e o Município de Inhangapi, ao Sul, que deságua no Rio Guamá, e, o seu maior afluente da margem direita, o Rio Apeú, que nasce a Noroeste da sede municipal e percorre grande

extensão (cerca de 30 km) paralelamente ao Município de Santa Izabel do Pará até alcançar o leito do Rio Inhangapi. Ao Norte, fazendo limite com os Municípios de Vigia e Terra Alta, e, a Nordeste, fazendo limite com o São Francisco do Pará, encontra-se o Rio Braço Direito do Marapanim. (VALENTE *et al.*, 2021, p. 12).

Ressalta-se que a área de estudo desta pesquisa corresponde apenas à delimitação do ambiente de várzea, alocada totalmente na bacia do igarapé Apeú. Essa área de várzea é banhada pelas águas do igarapé Apeú, afluente do rio Inhangapi (Fig. 2).

Figura 2 – Carta-imagem da várzea do rio Apeú, Castanhal (PA)



Fonte: elaborado pelo autor a partir de cena 210\_115, disponibilizada pelo INPE (acesso: em 19/08/2021).

Além disso, este ambiente é banhado periodicamente pelas marés que adentram o continente a partir do rio Guamá. A estrutura da floresta de várzea, se divide principalmente em dois tipos, que são as várzeas alta e baixa (SIOLI, 1964). Contudo, é predominante a várzea alta, onde a inundação é menor, pois ocorre na sua totalidade quando chega o período

chuvoso, chamado de “inverno” amazônico (dezembro a maio). Outras características da várzea alta são o acúmulo de partículas maiores de sedimentos e presença de grandes espécies arbóreas, como por exemplo, as palmeiras, virolas, andirobeiras, sumaúmas e outros. Devido ser um solo com menor tempo de inundação, é possível observar um chão mais seco, com presença de mais raízes de pequeno e médio porte (Fig. 3).

**Figura 3** – Fotografia do ecossistema de várzea em período chuvoso



Fonte: o autor, 2021

Com o uso dos dados de estações climatológicas no município de Castanhal, que segundo Valente *et al.* (2001) foram coletados em nas agrovilas de Macapazinho e Boa Vista, com isso, realizou-se análise climatológica. Para aqueles autores, o clima de Castanhal é do tipo “B3 r A' a' - Clima Úmido com pequeno 10 ou nenhum déficit de água no período seco (menos chuvoso - junho a novembro), megatérmico e com vegetação durante o ano todo.” (VALENTE *et al.*, 2001, p.10). Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Af, tropical quente e úmido de floresta, em que a precipitação média do mês mais seco é superior a 60 mm, com média anual superior a 2.000 mm e temperaturas elevadas acima de 18° C o ano todo.

Nos seus aspectos históricos, a Agrovila Boa Vista, localizada às margens do rio Apeú, é resultado de uma herança deixada pelos senhores de escravos para a família Moraes, não se encontra exatamente o ano em que este fato ocorreu, porém, segundo Santos (2006), no ano de 1900 o patriarca da família Moraes faleceu e deixou

o sítio Boa Vista para seus familiares. A agrovila Boa Vista foi reconhecida no ano de 1994 como agrovila do município de Castanhal, pela Lei municipal nº. 004/94, de 08 de março de 1994 (CASTANHAL, 1994).

Esta Agrovila possui registrados 29 endereços, sendo estes 24 domicílios particulares, apenas 1 estabelecimento de ensino, 1 estabelecimento de saúde, 1 estabelecimento com finalidade religiosa ou comercial e 2 edificações em construção; além disso, possui 93 habitantes registrados. (IBGE, 2010 apud INFORMAÇÕES DO BRASIL, s.d.). A partir de entrevistas com moradores locais, verificou-se que esta é uma agrovila muito dependente dos serviços ofertados na cidade (sede municipal), tanto em questões de saúde como educação, quanto na questão econômica, que é bastante vinculada ao roçado, prevalecendo o cultivo da mandioca e o extrativismo do açaí. A produção é vendida na sede do município.

Na sequência, temos a Agrovila de Macapazinho, composta por 97 domicílios (PARÁ, 2010), que se encontra a 14 km da cidade de Castanhal. Esta localidade foi fundada em 1894 com a nomenclatura Macapá, que perdurou até o ano de 1960, a partir daí a localidade passou a ser chamada no diminutivo, Macapazinho, não se sabe o motivo, porém, a população aderiu o nome. Alguns anos depois foi votada lei municipal para a alteração oficial, de Macapá para Agrovila Macapazinho.

A agrovila surgiu devido à necessidade da região de ter um cemitério, pois, na época, a questão de transporte era precária, e o cemitério mais próximo ficava no município de Inhangapi (PA). Diante disso, um homem chamado Damaso se direcionou à capital, Belém (PA), com o intuito de conversar com o governador para solicitar a obra de um cemitério, além disso, solicitou a construção de uma capela e áreas para quem tivesse interesse em construir casas. Após a solicitação, o governador atendeu ao pedido e assim a Agrovila Macapazinho passou a tomar forma e ganhar moradores (SANTOS, 2006). Ademais, é válido ressaltar que existe registros de costumes, cultura e religião, onde, constam que a área já foi quilombo de escravos. No ano de 2017 o local recebeu o certificado de comunidade remanescente de quilombo pela Fundação Cultural dos Palmares, atualmente, apesar da comunidade possuir esse certificado, ainda faltam outros processos a serem concluídos como por exemplo, a titulação junto ao Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Ecossistema de várzea

O ecossistema de várzea ou Floresta Ombrófila Densa Aluvial é uma formação florestal às margens dos rios. Sua vegetação apresenta características como o crescimento rápido, cascas lisas, troncos no formato cônico e na maioria das vezes com raízes no formato tabular ou escoras. Apresenta uma estratificação definida, e de maneira primordial, seu dossel é emergente uniforme. Apesar de uma uniformidade em seu dossel, por causa das explorações madeireiras é possível observar grandes aberturas em sua fisionomia (IBGE, 2012).

É de suma importância destacar que o ecossistema de várzea possui características peculiares, mediante ao fato de sua vegetação ser predominante ao longo dos rios, onde as planícies são inundáveis (BENATTI, 2016). “A várzea é um fenômeno natural que sofre influência de fatores hidrográficos, climáticos, edáficos e florísticos.” (BENATTI, 2016, p. 19).

Além, disso, mesmo com as inundações, a várzea é caracterizada por conter um solo que apresenta grande teor de nutrientes, alta concentração de biomassa e possui espécies próprias no seu ecossistema, como por exemplo, a virola, palmeiras e outras (IBGE, 2012).

É válido ressaltar que possui dois tipos de várzea, sendo elas, a várzea baixa e várzea alta. A várzea alta acompanha as margens do rio e seu tempo de inundação é menor, ou seja, a água seca completamente durante os meses que possuem menos abundância de chuva (SIOLI, 1964).

A várzea baixa sofre inundação diariamente, devido à dinâmica das marés e até mesmo por estar, em sua maioria, em níveis menores das margens dos rios. O chão dessa área da floresta é constantemente lavado, portanto, as sementes das espécies arbóreas são carregadas, fazendo com que elas não germinem, o que faz da várzea baixa um ambiente mais pobre em diversidade; sendo assim, faz-se perceptível a presença de mais cipós (lianas), palmeiras e espécies herbáceas (IBGE, 2012). Quando o período é de “inverno” (chuvoso), a várzea baixa, fica totalmente submersa, devido a isso algumas espécies em fase de regeneração morrem. Portanto, é perceptível que se trata de um ecossistema instável, devido ao ritmo sazonal, ou

seja, a mudança das estações do ano, fazendo com que ocorra alteração no nível da água dos rios (BENATTI, 2016).

Esse ritmo sazonal afeta a diversidade do ecossistema, fazendo com que possua menor diversidade de animais, plantas e entre outros bióticos, pois poucas espécies dispõem de mecanismos morfofisiológicos (GAMA *et al.*, 2005). Diante disso, se formos comparar os dois tipos de várzea, podemos notar que a várzea alta possui diversidade maior (SIOLI, 1964).

## 2. 2 *Viola surinamensis*

Quando se argumenta sobre ecossistema de várzea é essencial apresentar espécies predominantes do mesmo, e nesse caso, iremos adentrar nos aspectos da *Viola Surinamensis* (Fig. 4). A virola é um gênero predominante da várzea que possui 420 espécies, entre elas a Surinamensis, que faz parte da ordem Laurales e da família Myristicaceae (NEVES *et al.*, 2002).

Existe uma grande diversidade linguística em torno da nomenclatura que corresponde a *Viola Surinamensis*:

Na Guiana Inglesa, é vulgarmente conhecida como dalli, dalliba e white dalli; na Guiana Francesa como guingumadou, guingumadou de montagne, yayamadou, yayamadou de marecage, jea, jeamadou, moulamba, virola, moussigot, bali, dalli e arbre à suif; no Suriname, como baboen, bambien, bamboentrie, baboenhoedos, baboenhout, baboun houdou, bahoum, mooba, dallie, waroesie e moschatboom; no Peru como cumala; no Equador, como chalviande; na Venezuela como camaticaro e cuajo; na Costa Rica como fruta dorada; em Honduras como banak; em Guadalupe, como muscadier fou e em Trinidad e Tobago, como wild nutmeg e cajuca. Na Espanha, é chamada de muscade de Pará, cu mala blanca, virola e cova longa. (RODRIGUES, 1972, 1980; LOUREIRO *et al.*, 1979; CHAVES *et al.*, 1991; LORENZI, 1992; CAB INTERNATIONAL, 2000 apud NEVES *et al.*, 2002, p. 11).

No Brasil, a *Viola Surinamensis* é popularmente conhecida como ucuúba, ucuúba-da-várzea, ucuúba-branca, ucuúba-verdadeira, ucuúba-amarela etc. Essa nomenclatura provem da língua tupi, onde em seu vocabulário "uku" significa gordura, graxa, sebo; e "uba" é considerado árvore ou planta, ou seja, árvore que possui substância gordurosa (NEVES *et al.*, 2002).

**Figura 4 – A *Virola surinamensis***



Fonte: o autor, 2021

Algumas características são indispensáveis para se conhecer a ucuúba, entre elas temos a estrutura física, que consiste de uma

Árvore até 30m de altura e pouco mais de 1m de diâmetro de tronco, copa pequena, pouco ramificada, ramificação verticilada, quase horizontal, casca castanho-amarelada com partes acinzentadas, e esbranquiçadas, lisa, ligeiramente enrugada e estriada no sentido vertical. (RODRIGUES, 1972, p. 30).

Além disso, também é necessário abordar informações sobre o seu sistema reprodutivo. A ucuúba é uma planta dióica, ou seja, os gametas femininos e os gametas masculinos são produzidos por sujeitos distintos. “Esta característica aumenta a probabilidade de cruzamentos, fluxos gênicos e, conseqüentemente, maior variabilidade genética.” (GALUPPO; CARVALHO, 2001, p. 16).

São plantas polinizadas por insetos, seus grãos de pólen possuem características que podem variar, seu formato pode ser oval ou elipsoide e seu comprimento pode ser entre 22 a 27,5 mm. Na Amazônia brasileira, a floração acontece de agosto a novembro, ou seja, no “verão” ou período seco; e a frutificação de janeiro a julho, logo, ocorre no “inverno” ou período chuvoso (RODRIGUES, 1972).

A dispersão de sementes e frutos é feita em sua maioria por pássaros que se alimentam dos frutos e depositam as sementes embaixo ou próximo das copas das árvores, que possuem previsão para germinar entre 2 a 5 semanas. “A *Virola surinamensis* possui sementes grandes, com aproximadamente 1,5 cm de comprimento. Possui dormência curta, podendo germinar em 30 dias sem nenhum tratamento.” (GALUPPO; CARVALHO, 2001, p. 18).

Além disso, existem dois modos de dispersão das sementes de virola, e são elas, zoocórica e hidrocórica, onde, “a zoocórica é caracterizada por dispersões a curta distância (entre colônias) por aves, em especial tucanos (*Ramphastos vitellinus*) e por macacos.” (GALUPPO; CARVALHO, 2001, p. 17). A dispersão hidrocórica ocorre por meio do fluxo de água, derivadas de chuvas ou marés:

A hidrocoria é responsável por dispersões curtas e longas. Na região do estuário foi constatada dispersão de sementes pela água, sendo na várzea alta a distâncias menores ( $\pm 15$  m) do que na várzea baixa ( $>40$ m). A umidade garante a vida do embrião, quebra de dormência e germinação. Experimentos em laboratório demonstraram que a semente da virola se mantém conservada por até quatro meses em água corrente. (GALUPPO; CARVALHO, 2001, p. 17).

Ademais, é importante ressaltar que as mudas possuem ameaças, entre elas, as cotias, pacas e entre outras espécies que apreciam as mudas para se alimentar (NEVES *et al.*, 2002).

### **2. 3 Ocorrência natural (habitat natural)**

Após uma breve abordagem sobre as características físicas e biológicas da ucuúba, também se faz necessário ressaltar o meio em que ela vive, seu hábitat natural, clima e solo nos quais ela se desenvolve. Como já foi argumentado anteriormente, a virola é um gênero original do ecossistema de várzea, ou seja, prevalece nas regiões inundáveis ao longo dos rios, e possui uma diversidade de espécies considerável, sendo 420 espécies (GALUPPO; CARVALHO, 2001).

Segundo Rizzini (1978) apud NEVES *et al.* (2002), a ucuuba é extremamente abundante nas ilhas baixas do grande estuário amazônico, inundáveis pelas marés que provêm do oceano Atlântico, constituindo em algumas dessas ilhas a maioria das árvores de até 35 metros de altura.

Sobre as características do solo, segundo a Embrapa (1999), consiste em solos de classe Gleissolo Háplico, com textura muito argilosa, mal drenados, com lençol freático alto e na sua maioria ácidos; e o clima, é tropical úmido com ligeira estação seca, ou superúmido, sem estação seca (NEVES *et al.*, 2002).

## 2. 4 Extrativismo

As espécies da várzea, quando bem manejadas, podem representar a base econômica familiar, principalmente, no período de safra. Este fato foi comprovado por Martorano (2000), que relacionou em uma floresta de várzea em Belém, cerca de 21 espécies como componentes da renda familiar. No entanto, para a manutenção do potencial desses estoques é necessário o uso manejado das espécies quando das práticas extrativistas, em especial o extrativismo madeireiro.

Quando se fala em virola, não podemos deixar de abordar o extrativismo, devido o mesmo significar a extração de quaisquer produtos da natureza para fins comerciais ou industriais por povos locais. Mediante a isso, temos que a ucuúba possui esses fins comerciais, por poder ser utilizada na fabricação de laminados e de compensados (MENEZES, 2020).

Essa árvore oferece uma madeira leve, o que facilita o processo de extração e que faz com que seja muito ameaçada por essa atividade. Pinã-Rodrigues (2000) descreve em seu trabalho que a espécie vem sendo intensamente explorada nos últimos anos, e que pode vir a culminar com a extinção de algumas populações. É válido ressaltar que essa extração não é um assunto recente, e teve um incremento por volta das décadas de 1960-1970, quando sua madeira ainda não era tão utilizada (PINÃ-RODRIGUES, 2000). Inicialmente era extraída somente as sementes da ucuúba, com intuito de serem utilizadas para fins farmacêuticos e na produção de cosméticos, porém, no ano de 1954 houve uma reviravolta:

A grande virada no extrativismo da virola ocorreu em 1954 quando um piloto da força aérea americana detectou a grande concentração de virola na região da Ilha de Marajó e enviou toras para serem testadas pela empresa Georgia Pacific Co., nos Estados Unidos. Os testes realizados demonstraram a excelente qualidade da madeira para a indústria de compensados. A partir deste fato a espécie passou a ter maior importância para a indústria madeireira, sofrendo o extrativismo de aniquilamento. (ANDERSON *et al.*, 1994; PINÃ-RODRIGUES, 1998 apud PINÃ-RODRIGUES 2000, p. 41).

Após a explanação das utilidades que envolvem a extração da madeira de ucuúba, é válido ressaltar o tempo propício para sua extração:

A prática do extrativismo madeireiro ocorre nos meses de cheia, quando o nível das águas facilita o transporte das toras até os locais de comercialização. As cheias ocorrem no inverno, na estação das chuvas, no período de novembro a março. O verão na região ocorre de abril a outubro, período de menor intensidade de chuvas. (PIÑA-RODRIGUES, 2000, p. 46).

Dessa forma, torna importante deixar explícito que é uma árvore que corre risco de extinção, dependendo da velocidade e intensidade em que ocorre essa extração (PINÃ-RODRIGUES, 2000).

No entanto, o extrativismo realizado ao longo dos ciclos produtivos apresenta algumas deficiências, e uma delas é a não adequação de seus produtos ao mercado, seja em quantidade, seja em qualidade. Em relação à quantidade, essa normalmente é elevada no momento inicial da extração por causa do estoque disponível e da procura elevada, no entanto, à medida que a demanda cresce, a pressão no estoque aumenta, o que resulta pelas vias extrativistas predatórias, num prejuízo ecológico (HOMMA, 2012).

Outra deficiência, quando se está tratando da extração de madeira, são os altos desperdícios deixados no solo. Isso acontece pelo desconhecimento, por parte do extrativista, sobre técnicas que minimizam o desperdício e elevam a capacidade de regeneração das espécies. Portanto, é indubitável que se tenha em mente o cuidado para o desenvolvimento espontâneo das espécies no processo de manejo e garanta a maior biodiversidade ocupando o solo da floresta, partir de então, garantir a produção de matéria orgânica (PENEIREIRO, 2007).

## **2. 5 Geoprocessamento aplicado à conservação e monitoramento das espécies**

O uso do geoprocessamento aplicado ao manejo das espécies é de suma importância para manter as espécies conservadas, diante disso, tendo em vista que a ucuúba sofreu com o extrativismo desenfreado, nas décadas de 1980 e 1990, iremos abordar essa problemática. De acordo com Rodrigues (1990) apud Maeda (2007, p.1):

Geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais, de desenvolvimento e uso, de sistemas que as utilizam. As áreas que se servem das tecnologias de Geoprocessamento têm, em comum, o interesse por

entes de expressão espacial, sua localização, ou distribuição, ou ainda a distribuição espacial de seus atributos. Assim, áreas tais como Geologia, Hidrologia, Agricultura, Urbanismo e Engenharia Civil, de Transportes, de Minas, estão ligadas à atuação do Homem sobre o meio físico.

Dessa forma, podemos compreender que o mesmo pode ser aplicado em diferentes meios:

Existem diversas atividades nas quais o uso do Geoprocessamento é aplicado, como por exemplo, em projetos de vias (rodovias, ferrovias, canais, etc.), irrigação, loteamento, drenagem, lavra, etc. Também é aplicado em planejamentos urbano, regional, agrícola e de transportes. Em análise espacial, ambiental, geológica, urbana, regional e de transportes. Em operação de redes de utilidades (água, esgoto, telefone, gás), redes de transportes, etc. Em monitoramento de processos ambientais, urbanos e regionais. Em gerenciamento de processos agrícolas e de distribuição e alocação. Em locação de vias, redes de utilidades, equipamentos, plantio e outros. (MAEDA, 2007, p. 6).

No processo de conservação e monitoramento das espécies, sejam elas animais ou vegetais, existe duas estruturas fundamentais, a variabilidade genética e a seleção natural, indispensáveis na hora de analisar a evolução da espécie. Um fato curioso e necessário a ser mencionado é que para obter resultados através dessas estruturas é indispensável um fator complementar, chamado de características topográficas, ou seja, as características do terreno em que a espécie habita. Dessa forma, podemos realizar o planejamento de ações para as atividades de manejo por meio do geoprocessamento (CARVALHO *et al.*, 2008)

Assim, temos que o geoprocessamento pode ser considerado como um conjunto de ferramentas, métodos ou técnicas que tem como finalidade analisar, manipular, traçar planejamentos em cima de dados georreferenciados. De acordo com Rodrigues apud Maeda (1990):

Geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais, de desenvolvimento e uso, de sistemas que as utilizam. As áreas que se servem das tecnologias de Geoprocessamento têm, em comum, o interesse por entes de expressão espacial, sua localização, ou distribuição, ou ainda a distribuição espacial de seus atributos. Assim, áreas tais como Geologia, Hidrologia, Agricultura, Urbanismo e Engenharia Civil, de Transportes, de Minas, estão ligadas à atuação do Homem sobre o meio físico. (RODRIGUES apud MAEDA (1990, p. 6).

Existem várias aplicações que envolvem geoprocessamento e Biogeografia. Por exemplo, a utilização de imagens sombreadas é uma das técnicas usadas do

geoprocessamento para a identificação de relevos, morros, veles e entre outras características topográficas, com a finalidade biogeográfica de analisar a distribuição de moluscos e vegetais de uma determinada região. Além disso, também existem outros métodos e técnicas, como a hipsometria, declividade, perfis topográficos, sensoriamento remoto e entre outros meios do geoprocessamento que possibilitam analisar as questões biogeográficas (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Sendo assim, o geoprocessamento é responsável por modelar os fenômenos naturais da superfície terrestre, ou seja, transformar em dados, e, através desses dados a Biogeografia estuda a distribuição dos seres vivos, portanto, a junção dos dois eixos é capaz de modelar a distribuição dos seres vivos na terra (CARVALHO *et al.*, 2008).

Assim sendo, nota-se que o uso de geoprocessamento aplicado à Biogeografia é de suma importância para manter a conservação da biodiversidade, como por exemplo na conservação e monitoramento de espécies.

Além da definição de geoprocessamento, também é necessário compreender a importância da Biogeografia, que possui como principal objetivo explicar os padrões de distribuição de espécies animais e vegetais, no presente e no passado, logo, a Biogeografia relaciona os pontos de ocorrência de uma determinada espécie, suas características ambientais e históricas (FREITAS, 2004).

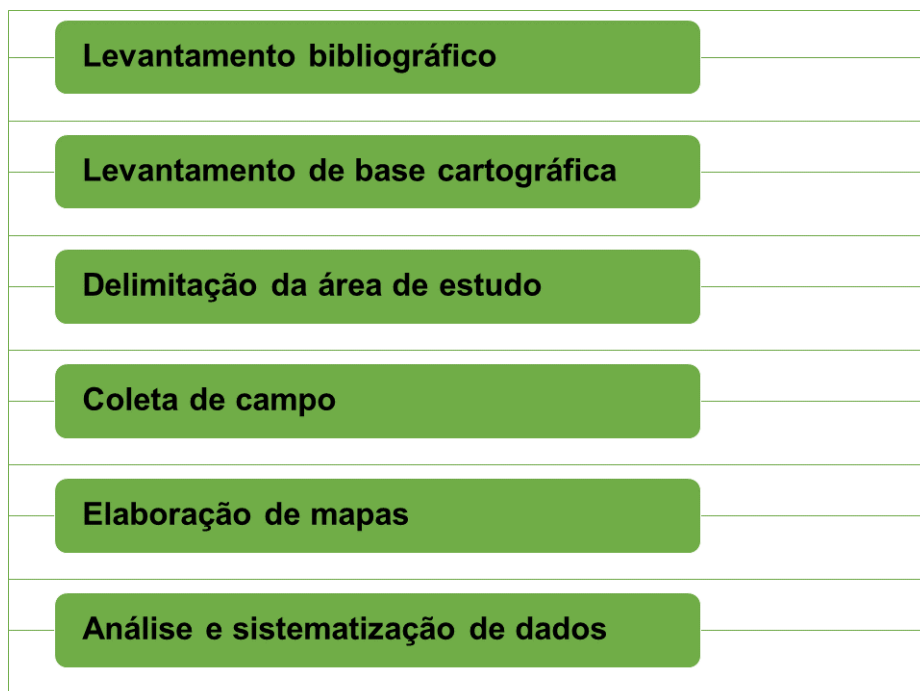
Para realizar esses estudos biogeográficos é necessário conhecer os pontos de ocorrência da espécie estudada, e as características climáticas, vegetacionais, topográficas, geológicas, hidrológicas, entre outras, destes pontos. (FREITAS, 2004, p. 4).

Portanto, é através da coleta e da análise de dados possíveis por meio do geoprocessamento, que se torna possível compreender as intervenções humanas e sobre os seres vivos e suas condicionantes ambientais, explicadas por meio da Biogeografia, e dessa forma propor soluções viáveis para estabilizar o alvo no meio em que vive.

### 3 METODOLOGIA

Neste tópico do trabalho, será apresentado a metodologia desta pesquisa, baseado em revisão de literatura, dados secundários obtidos em plataformas oficiais brasileira, dados espaciais coletados em campo e sistemas de informações geográficas (SIG). O esquema metodológico da pesquisa está representado na Figura 5, abaixo.

**Figura 5** – Diagrama metodológico.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

#### 3.1 Bases cartográficas

Para a realização deste trabalho, foram compiladas várias bases cartográficas digitais, que são uma etapa de suma importância para embasar e auxiliar nas análises e delimitações das parcelas a serem mapeadas, e na elaboração de mapas. Para auxiliar na delimitação do ecossistema de várzea, utilizou-se uma imagem do satélite CBERS 4A, bandas 4, 3, 2 e 0, capturadas em 2020 e disponíveis gratuitamente no catálogo de imagem do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Também foram utilizados metadados do portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), destacando-se as bases contínuas na escala de 1:250.000 com a atualização

de 2021. A partir dessas bases, obteve-se os *shapefiles* dos limites de município, das federações, drenagens, rodovias e povoados (Tab. 1).

**Tabela 1** - Descrição das bases cartográficas.

Fonte	Base cartográfica	Tipo de dado
INPE	Imagem CBERS, bandas 4, 3, 2 e 0	raster
IBGE	Bases contínuas na escala de 1:250.000	shapefile
Coleta de campo	Coordenadas geográfica	gpx

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

### 3.2 Coleta de dados primários

Para a coleta dos dados, realizou-se a delimitação de 6 parcelas diferentes (Fig. 1) e foram instaladas subparcelas, com dimensão 10 x 50 m, que corresponde a 500 m<sup>2</sup> cada uma. A sua distribuição se deu de forma aleatória, totalizando um contingente de 26 subparcelas nas 6 parcelas, com isso, alocou-se um total de 1,3 hectares (ha) de subparcelas temporárias (experimentais).

No inventário, foram coletadas as seguintes informações: número de indivíduos, DAP (diâmetro a altura do peito)  $\geq 10$  cm, altura comercial, tipos de uso, frequência de uso e práticas tradicionais de manejo, além de entrevista semi-estruturada com os extrativistas, a fim de detectar informações econômicas e o histórico de utilização da área. O questionário da entrevista encontra-se disponível nos anexos do texto.

Os dados quantitativos referentes ao volume da espécie, gráficos de classes diamétrica, se deu por meio do programa Excel 2019, e confrontados com as práticas extrativistas relatadas e observadas na área. Os cálculos de transformação de CAP para DAP e volume, foram determinados a partir das seguintes equações:

$$\text{Equação 01 - Volume } V(\text{m}^3) = 0,7854 \times \text{DAP}^2 \times H \times \text{Fa} (0,7)$$

Sendo que:

$V(\text{m}^3)$  = volume em m<sup>3</sup>;

DAP = diâmetro a altura do peito;

H = altura comercial;

Fa = fator de aproveitamento.

$$\text{Equação 02 - Diâmetro a altura do peito DAP} = \frac{\text{CAP}}{\pi}$$

Sendo que:

DAP = diâmetro a altura do peito;

CAP = circunferência a altura do peito;

$\pi$  = valor de pi.

### 3.3 Geotecnologias utilizadas e técnicas do geoprocessamento

O desenvolvimento da pesquisa foi auxiliado com o uso de geotecnologias, como por exemplo, o sensoriamento remoto, através do uso de imagem orbital para extrair e manipular informações das imagens; o Sistema de Posicionamento Global (GPS), que auxiliou no processo de aquisição e localização geográfica da ocorrência da *virola surinamensis*; e o Sistema de Informação Geográfica (SIG) e bancos de dados secundários e primários, destacando o uso do *software* cartográfico livre QGIS nas versões 3.16.16 e 2.18, que deram o suporte para a manipulação dos dados geoespaciais.

Com o intuito de realizar o mapeamento do desempenho da espécie florestal, *Virola surinamensis*, e mostrar resultados de forma cartográfica, através de mapas, foram empregadas algumas técnicas do geoprocessamento, como: composição de mapas com representação quantitativa proporcional, processamento digital de imagem (PDI), georreferenciamento dos indivíduos da *Virola surinamensis* e a interpolação de densidade kernel.

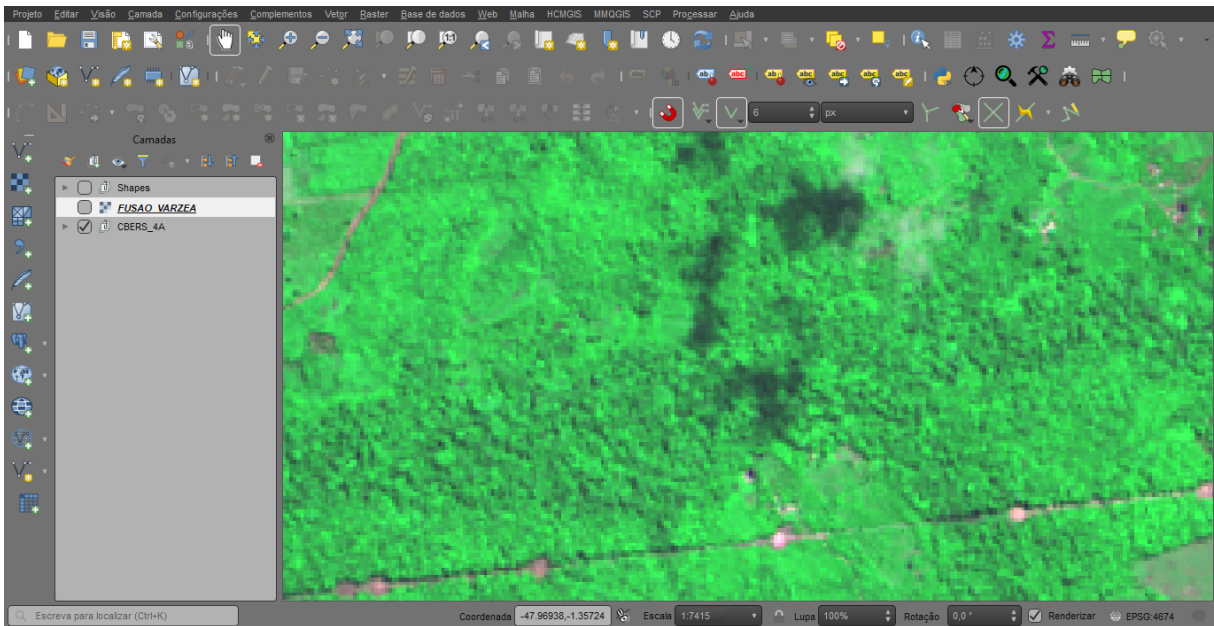
A escolha dessas técnicas se deu pelo fato de representar cartograficamente a distribuição do espaço geográfico e o dinamismo da volumetria da espécie, bem como quantificar estatisticamente esses aspectos.

A etapa de seleção e delimitação dos limites a serem estudados (parcelas e subparcelas) consistiu de:

a) *Processamento digital de imagem* - no *software* QGIS 3.16.6, o processo de manipulação da imagem, ocorreu a partir da visualização da imagem do satélite CBERS 4A, que passou pelos seguintes tratamentos: composição RGB das bandas multiespectral 342, com resolução espacial de 8 m (INPE, 2019), seguido da fusão da

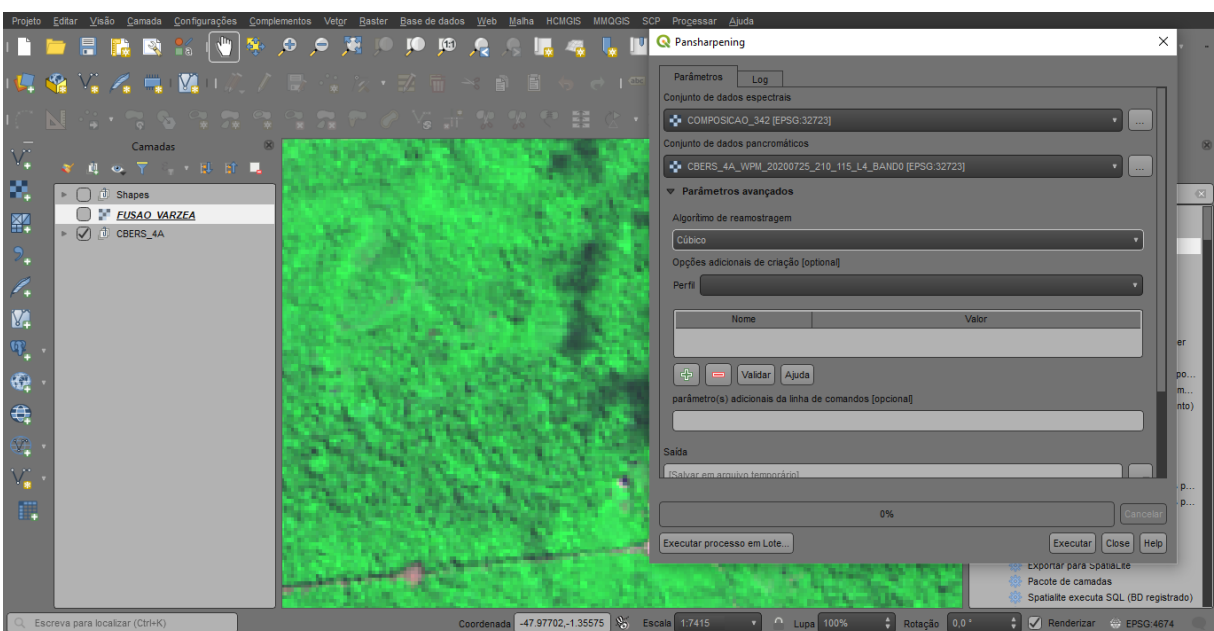
camada RGB 342 (falsa cor) com a camada pancromática 0, que gerou uma camada raster com resolução espacial 2 m. Sendo assim, a partir da camada raster de 2 m, foi vetorizada a área de várzea na escala 1:7415 (Fig. 6-8).

**Figura 6** – Visualização na escala 1:7415, da composição colorida do CBERS 4A, bandas 4, 3, 2 com resolução espacial de 8 metros.



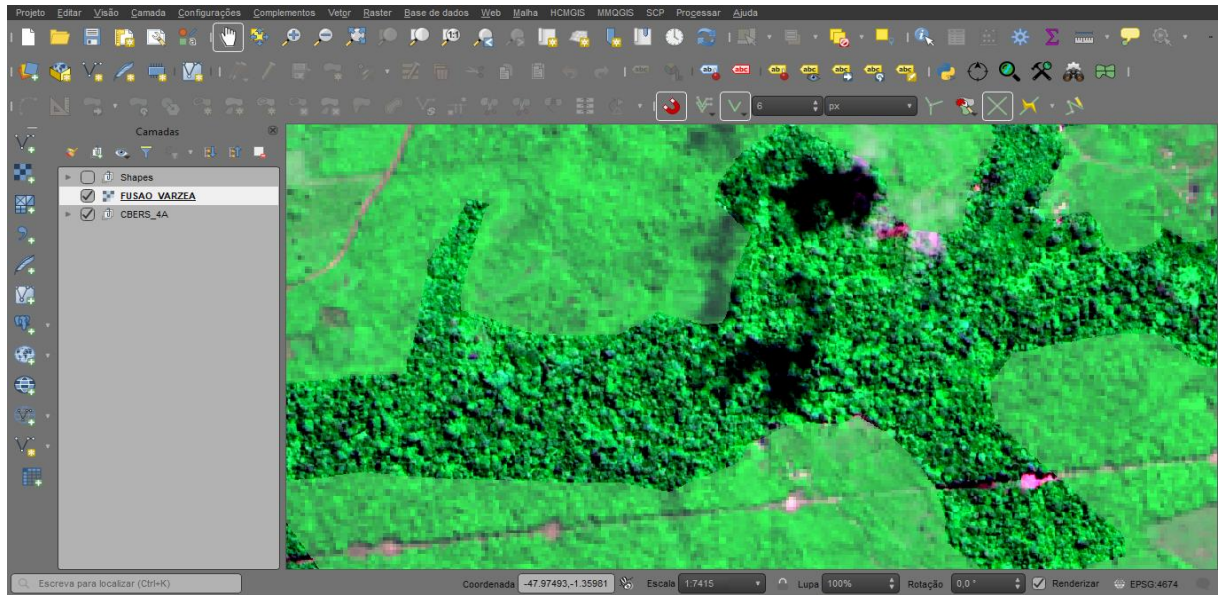
Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

**Figura 7** - Processo de fusão da composição RGB (bandas 4, 3, 2) com a banda pancromática (banda 0)



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

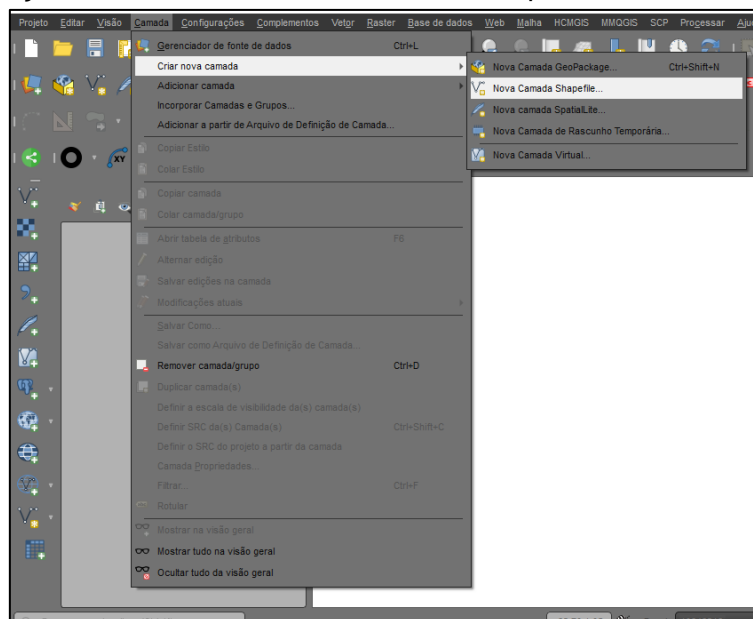
**Figura 8** - Visualização na escala 1:7415, da fusão - bandas 4, 3, 2 com banda pancromática



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

b) *Delimitação do ecossistema de várzea e delimitação das parcelas de pesquisas* – para gerar a geometria de limites do ecossistema de várzea e das parcelas, foram criadas camadas vetoriais do tipo shapefile (SHP), esse processo é realizado no QGIS na seguinte ordem: painel camada – criar nova camada – nova camada shapefile – buscar diretório – nomear – escolher SRC – salvar (Fig. 9).

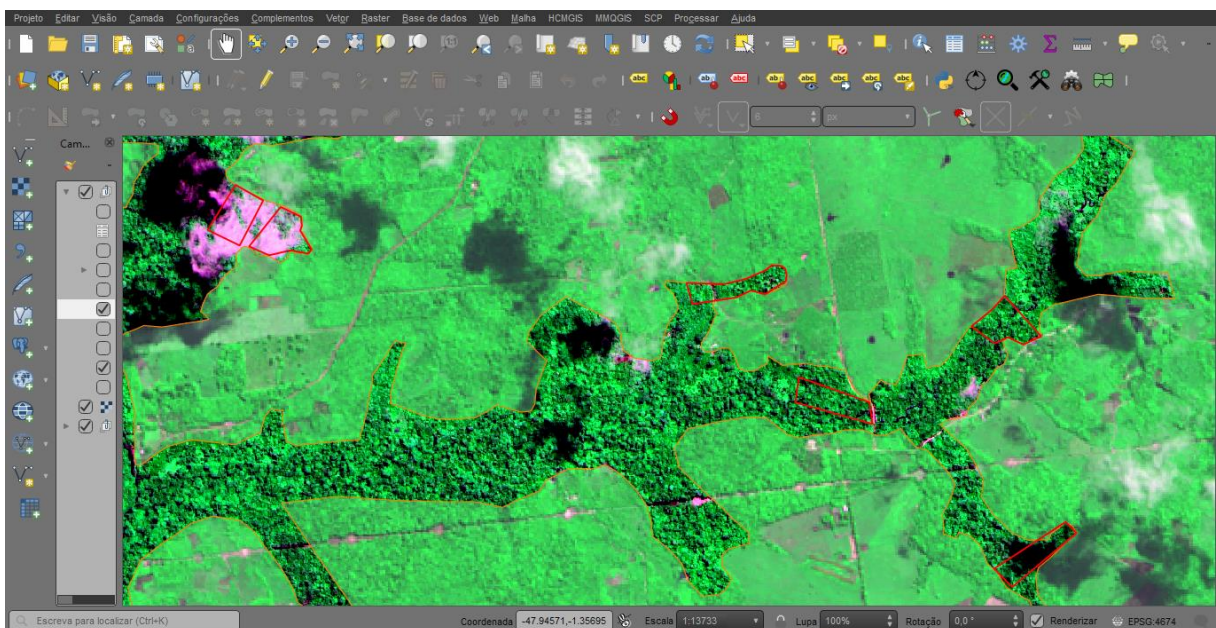
**Figura 9** – Criação de camada vetorial do formato shapefile.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

c) *Delimitação das parcelas de pesquisas* – as parcelas de estudo são pequenas, e correspondem a 3 hectares cada uma, somando um contingente de 18 hectares. O total das 26 subparcelas consideradas nesse universo é de 1,3 hectares, com cada subparcela medindo 10 m x 50 m. A partir dos limites do ecossistema de várzea e com a orientação dos extrativistas locais, foram selecionadas as subparcelas para realização de inventários florestais da ucuuba por meio do programa de GIS Google Earth, definindo-se os limites de maneira assimétrica (Fig. 10).

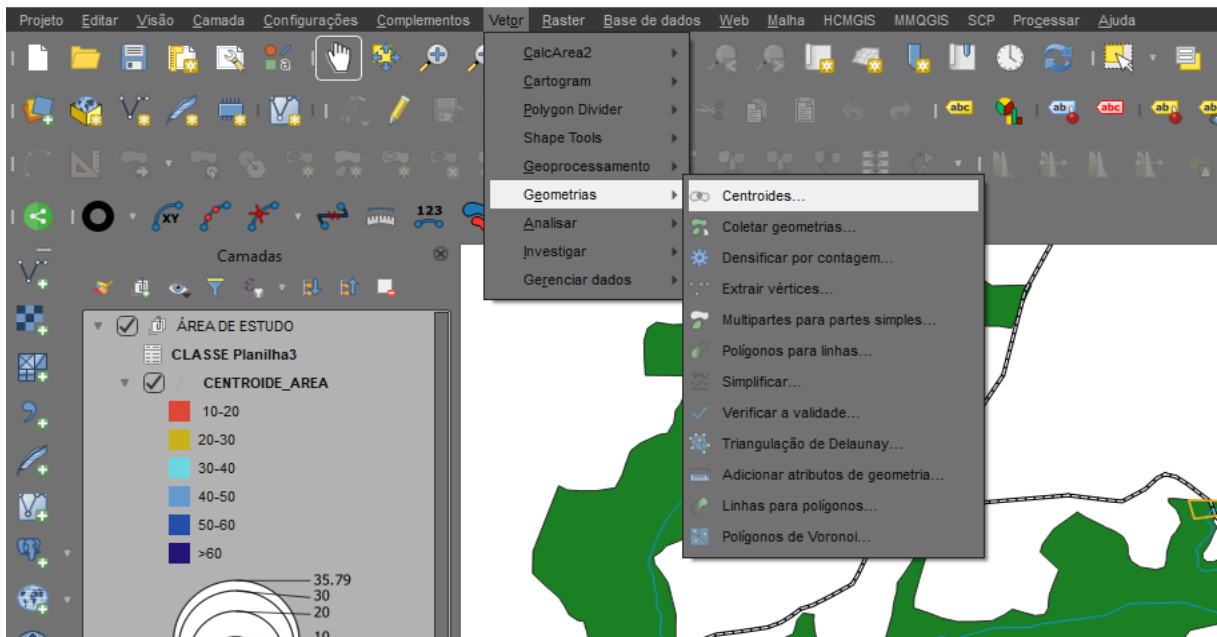
**Figura 10** – Visualização da delimitação do ecossistema de várzea e das parcelas de estudo.



Fonte: Autor, 2022.

d) *Do processo criação de centroide* - para a criação de um ponto central de cada parcela (centroide), a fim de espacializar o quantitativo de volume nas classes de diâmetro, foi realizado a partir dos seguintes passos: selecionar a camada vetorial de parcelas – painel vetor – geometria - centroide (Fig. 11).

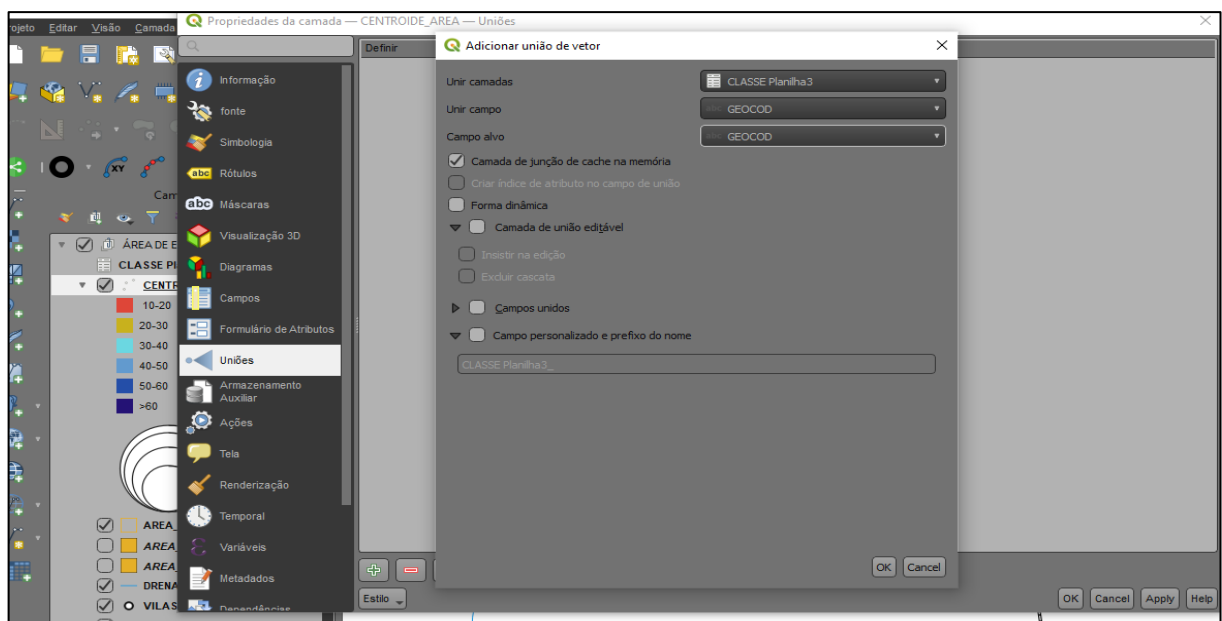
Figura 11 – Processo de criação de um ponto a partir de um polígono (centroide).



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

e) *Do processo de união de tabela a shapefile* – para a realização de união dos dados referentes ao volume, à camada vetorial de geometria ponto, se deu através dos seguintes passos: propriedade da camada, referente ao ponto em questão – uniões – adicionar união de vetor – selecionar a tabela de dados – selecionar os campos alvos e por fim – ok (Fig. 12).

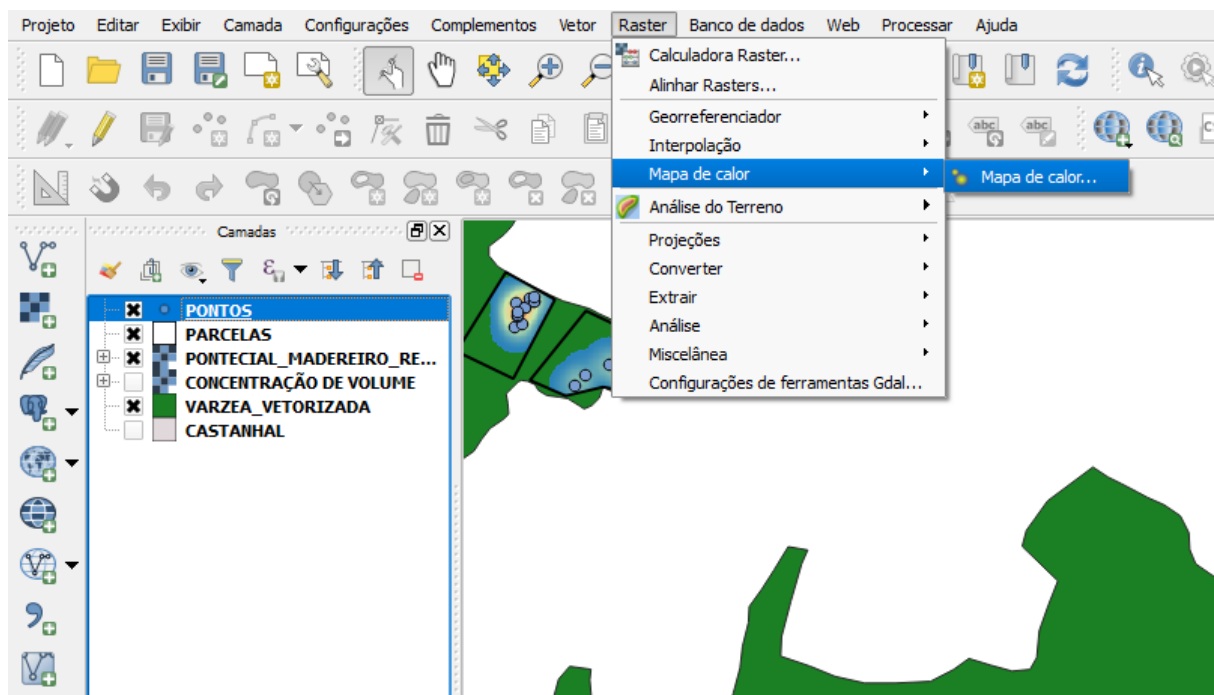
Figura 12 – Processo de união de planilha à uma camada vetorial



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

f) *Da criação de raster de mapa de calor* - para a criação de um raster, cuja representação é resultado do método de densidade kernel. Este processo foi realizado no QGIS 2.18, onde suas etapas discorreram da seguinte maneira: selecionar a camada vetorial de pontos – painel raster – mapa de calor – usar peso a partir de um campo (Fig. 13).

**Figura 13** – Geração de raster de mapa de calor



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico serão mostrados resultados da análise da dinâmica do volume da *Virola surinamensis* no ecossistema de várzea da bacia do rio Apeú – agrovilas de Boa Vista e Macapazinho, município de Castanhal (PA), através do uso de geotecnologias para o levantamento de dados geoespaciais, e para subsidiar a modelagem da quantificação volumétrica da espécie nas classes de diâmetro por área inventariada, espacialização do volume nas parcelas estudadas e mapeamento do potencial madeireiro presente nas parcelas de estudo.

### 4.1 Composição florística

De acordo com a análise do levantamento feito em campo (Tab. 2) foram registrados 62 indivíduos da *Virola surinamensis*, em 1,3 hectares de subparcelas inventariadas, com variação 0,11 a 0,70 metros de diâmetro, sendo 16 na área 1, que corresponde a 25,81%; 2 na área 2 que é igual a 3,22%; 8 na área 3, 12,91%; 19 na área 4, correspondendo a 30,64%; 6 na área 5, que é igual a 9,68%; e 11 indivíduos na área 6, que é proporcional a 17,74% do total inventariado. Na análise de qualidade de fuste, foram detectados, 32 indivíduos na categoria tipo 1 (51,61); 23 no tipo 2 (37,1%) e 7 no tipo 3 (11,29%). Com relação à quantificação de volume, foi calculado um contingente de 105,74 m<sup>3</sup> de madeira.

O número de indivíduos por hectare, assim, é de 47,69 na área de estudo. De acordo com Queiroz *et al.* (2007), em seu estudo de estrutura e dinâmica em 3 hectares de floresta de várzea alta e baixa no estuário amazônico do Amapá, com circunferência mínima de 15 cm foi observado um total de 180 indivíduos de virola, ou 60/hectare, um valor próximo aos dados obtidos no presente estudo, com relação ao número de indivíduos por hectare.

**Tabela 2** – Indivíduos da espécie da *Virola surinamensis*, organizados em nome científico, parcelas, subparcelas, código, circunferência a altura do peito (CAP), diâmetro a altura do peito (DAP), altura (h), volume (m<sup>3</sup>) e coordenadas geográficas.

Espécie	Parcela	Sub parcela	Código	CAP (cm)	DAP (m)	Altura (h)	Volume (m <sup>3</sup> )	Longitude	Latitude
<i>Virola surinamensis</i>	1	1	V1	212	0,67	16	4,01	170282	9850252
<i>Virola surinamensis</i>	1	1	V2	205	0,65	15	3,51	170271	9850256
<i>Virola surinamensis</i>	2	1	V3	87	0,28	15	0,63	170281	9850267
<i>Virola surinamensis</i>	2	1	V4	210	0,67	20	4,91	170282	9850270
<i>Virola surinamensis</i>	2	1	V5	180	0,57	12	2,17	170290	9850268
<i>Virola surinamensis</i>	2	1	V6	170	0,54	25	4,02	170270	9850265
<i>Virola surinamensis</i>	2	1	V7	123	0,39	18	1,52	170308	9850270
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V8	71	0,23	15	0,42	170311	9850273
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V9	82	0,26	16	0,60	170317	9850274
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V10	153	0,49	20	2,61	170319	9850280
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V11	108	0,34	18	1,17	170322	9850279
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V12	67	0,21	12	0,30	170336	9850278
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V13	174	0,55	16	2,70	170335	9850282
<i>Virola surinamensis</i>	3	1	V14	170	0,54	8	1,29	170349	9850286
<i>Virola surinamensis</i>	4	1	V15	89	0,28	20	0,88	170480	9849804
<i>Virola surinamensis</i>	4	1	V16	115	0,37	18	1,33	170526	9849801
<i>Virola surinamensis</i>	5	2	V17	122	0,39	20	1,66	171423	9850033
<i>Virola surinamensis</i>	7	2	V18	147	0,47	15	1,81	171407	9850048
<i>Virola surinamensis</i>	10	3	V19	180	0,57	20	3,61	171353	9850048
<i>Virola surinamensis</i>	11	3	V20	72	0,23	10	0,29	171343	9850055
<i>Virola surinamensis</i>	11	3	V21	85	0,27	8	0,32	171338	9850050
<i>Virola surinamensis</i>	11	3	V22	80	0,25	8	0,29	171328	9850060
<i>Virola surinamensis</i>	11	3	V23	92	0,29	8	0,38	171321	9850061
<i>Virola surinamensis</i>	11	3	V24	106	0,34	10	0,63	171319	9850063
<i>Virola surinamensis</i>	12	3	V25	145	0,46	18	2,11	171565	9849223
<i>Virola surinamensis</i>	12	3	V26	94	0,30	15	0,74	171529	9849209
<i>Virola surinamensis</i>	13	4	V27	70	0,22	18	0,49	171498	9849147
<i>Virola surinamensis</i>	13	4	V28	180	0,57	16	2,89	171498	9849147
<i>Virola surinamensis</i>	15	4	V29	65	0,21	16	0,38	171506	9849174
<i>Virola surinamensis</i>	15	4	V30	180	0,57	15	2,71	171470	9849113
<i>Virola surinamensis</i>	15	4	V31	190	0,60	18	3,62	171451	9849099
<i>Virola surinamensis</i>	16	4	V32	176	0,56	9	1,55	171441	9849115
<i>Virola surinamensis</i>	16	4	V33	145	0,46	18	2,11	171442	9849116

<i>Virola surinamensis</i>	16	4	V34	130	0,41	18	1,69	171441	9849117
<i>Virola surinamensis</i>	16	4	V35	120	0,38	18	1,44	171442	9849126
<i>Virola surinamensis</i>	17	4	V36	164	0,52	25	3,75	171370	9849120
<i>Virola surinamensis</i>	17	4	V37	160	0,51	20	2,85	171364	9849117
<i>Virola surinamensis</i>	18	4	V38	70	0,22	10	0,27	171388	9849111
<i>Virola surinamensis</i>	18	4	V39	160	0,51	25	3,57	171369	9849092
<i>Virola surinamensis</i>	18	4	V40	64	0,20	25	0,57	171363	9849056
<i>Virola surinamensis</i>	19	4	V41	162	0,52	15	2,19	171369	9849055
<i>Virola surinamensis</i>	19	4	V42	140	0,45	20	2,18	171372	9849060
<i>Virola surinamensis</i>	20	4	V43	60	0,19	4	0,08	171341	9849047
<i>Virola surinamensis</i>	20	4	V44	174	0,55	20	3,37	171325	9849045
<i>Virola surinamensis</i>	20	4	V45	46	0,15	8	0,09	171334	9849040
<i>Virola surinamensis</i>	21	5	V46	150	0,48	25	3,13	168369	9850390
<i>Virola surinamensis</i>	21	5	V47	104	0,33	20	1,20	168347	9850424
<i>Virola surinamensis</i>	22	5	V48	138	0,44	20	2,12	168322	9850435
<i>Virola surinamensis</i>	22	5	V49	83	0,26	18	0,69	168267	9850408
<i>Virola surinamensis</i>	22	5	V50	148	0,47	25	3,05	168242	9850385
<i>Virola surinamensis</i>	22	5	V51	219	0,70	30	8,01	168103	9850581
<i>Virola surinamensis</i>	23	6	V52	53	0,17	20	0,31	168122	9850571
<i>Virola surinamensis</i>	23	6	V53	130	0,41	7	0,66	168122	9850571
<i>Virola surinamensis</i>	23	6	V54	68	0,22	20	0,52	168134	9850589
<i>Virola surinamensis</i>	23	6	V55	35,3	0,11	12	0,08	168144	9850584
<i>Virola surinamensis</i>	24	6	V56	76	0,24	8	0,26	168145	9850584
<i>Virola surinamensis</i>	24	6	V57	65	0,21	10	0,24	168144	9850596
<i>Virola surinamensis</i>	24	6	V58	100	0,32	18	1,00	168100	9850523
<i>Virola surinamensis</i>	25	6	V59	144,5	0,46	13	1,51	168115	9850529
<i>Virola surinamensis</i>	25	6	V60	116	0,37	10	0,75	168104	9850549
<i>Virola surinamensis</i>	25	6	V61	78	0,25	10	0,34	168104	9850550
<i>Virola surinamensis</i>	26	6	V62	161	0,51	15	2,17	168105	9850559
Total							105,74		

Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

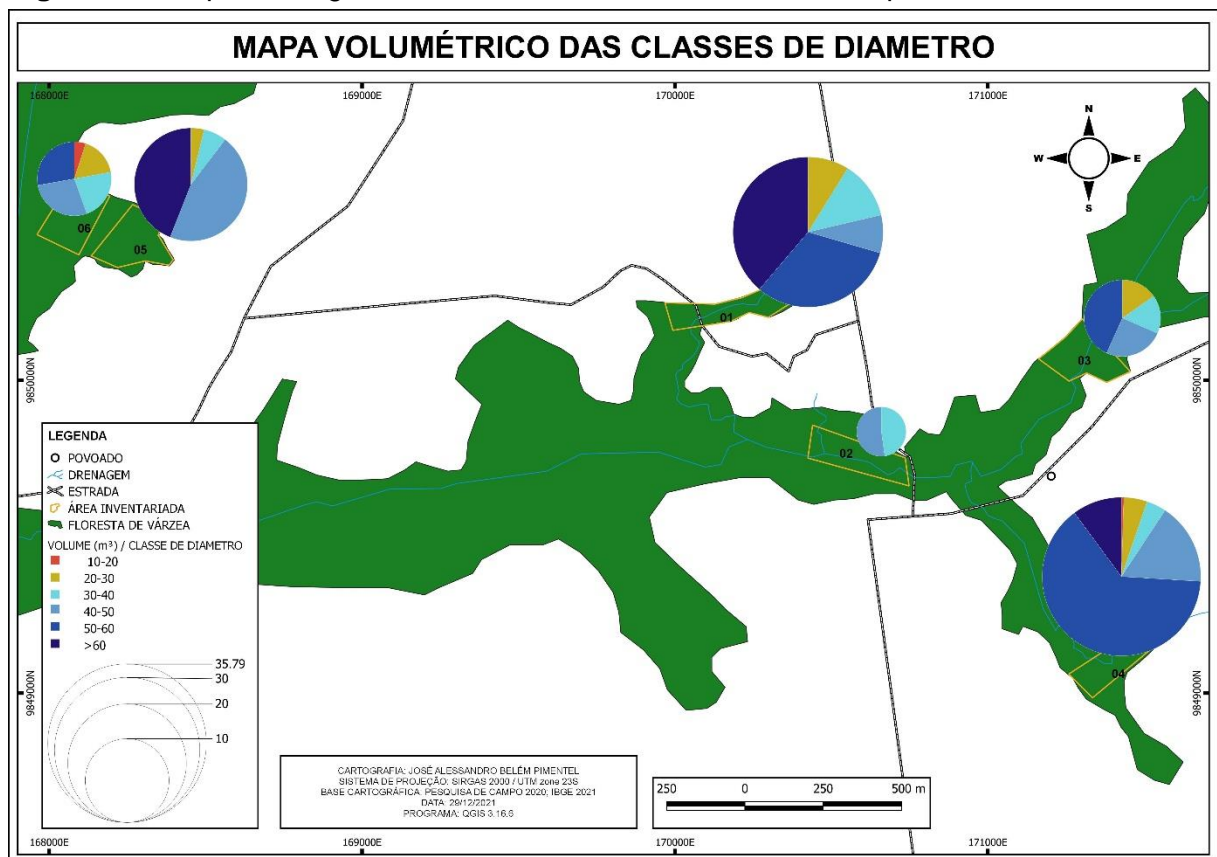
No estudo fitossociológico e das práticas de manejo tradicional em uma floresta de várzea em Santa Bárbara do Pará (PA), de Santos *et al.* (2014), que realizou as medições a partir de 30 centímetros de diâmetro nas proximidades das residências, observou-se 17 indivíduos de *Virola surinamensis* em 1 hectare, portanto, há um estoque em densidade florística bem mais baixo quando comparado com o presente

estudo realizado nas florestas de várzea de Macapazinho e Boa Vista, e mais baixo ainda comparativamente ao estudo no Amapá (QUEIROZ *et al.*, 2007). Infere-se, assim, que na várzea do rio Apeú aqui analisada encontra-se um cenário intermediário entre áreas com maior e maior impacto para a regeneração da virola no contexto do estuário amazônico.

#### 4. 2 Espacialização do volume das classes diamétricas

O mapa de representação proporcional quantitativa em diagrama mostra as respostas da espacialização volumétrica das classes de diâmetro, distribuídas nas 6 parcelas (Fig. 14).

**Figura 14 -** Mapa de diagrama do volume das classes de diâmetro por área.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Na parcela 01, com 16 indivíduos, detectou-se maior concentração em volume cúbico na classe >60 de DAP; por seguinte, a segunda maior concentração se deu na classe de 50-60, já a próxima quantidade de volume ocorreu na classe de 30-40; em

seguida na de 40-50; e por fim, a classe de 20-30, representando a fase regenerativa, a volumetria foi não representada. Ao que parece a distribuição do volume nessas respectivas classes de diâmetro demonstra uma procedência das características florestais nesse ambiente, com menor exploração nos indivíduos arbóreos e maior retirada das espécies menores, ou seja, em fase regenerativa, talvez com o intuito da implementação de outras culturas, como o açaí e cacau (*Theobroma cacao* L.), o que foi observado no campo.

Outro fator relevante é a configuração de um curso d'água, que recebe em período chuvoso, forte correnteza vindo de locais mais distante, como de fazendas que circundam do ambiente de várzea local.

A várzea apresenta subdomínios definidos em função das variações no regime das águas e de suas diferenças quanto ao relevo, solos e tipo de vegetação e são denominadas de várzea alta, várzea baixa e campos naturais. (OLIVEIRA JÚNIOR, 1991, p. 7 apud GALUPPO; CARVALHO, 2001).

Por consequência, as sementes são arrastadas para longe, culminando na germinação em outros locais. Ao discorrer o mapa da Figura 2 notamos a presença de uma estrada que corta área inventariada e, por consequência, há um interrompimento significativo no processo de dispersão por água para outras partes da várzea local, causando um barramento na germinação e a diminuição da população da *Virola surinamensis*. Esse contexto encontra paralelo no estudo de Galuppo e Carvalho (2001) sobre a ecologia, manejo e utilização da *Virola surinamensis* Rol. (Warb.), que afirma:

As sementes da virola possuem curta longevidade natural, pois são recalcitrantes, o que impede seu armazenamento em laboratórios ou bancos de sementes. Portanto, há necessidade de conservação de bosques naturais ou bancos de germoplasma para o estudo da semente e comportamento germinativo desta espécie. (GALUPPO; CARVALHO, 2001, p.14).

Para Galuppo e Carvalho (2001) o processo de dispersão pelas correntes de água, é denominada de hidrocória.

A parcela 02 (Fig. 15), uma típica várzea alta, com a presença do igarapé Castanhal no centro, apresentou apenas 2 indivíduos, onde foi encontrada volumetria nas classes de 30-40 e 40-50.

**Figura 15** – Fotografia da vegetação da parcela 02.



Fonte: o autor, 2021.

É notório que a área 02 está com uma espacialização de volume baixo e em desequilíbrio, ou seja, isso é caracterizado pela alta pressão de exploração ocorrida nesse recorte espacial da floresta de várzea com o intuito de transformar essa área em açazal e atender o novo sistema de produção familiar local. Atualmente sua característica vegetacional é expressa pela abundância de cipós (*Liana*), açaí, imbaúba, capim e com poucos indivíduos formando um estrato emergente na floresta. Com um dossel em sua totalidade aberto, a incidência de luz solar é maior nos estratos herbáceos e arbustivo, em função disso, as espécies que necessitam de mais luz para seu crescimento, como é o caso das pioneiras, se destacam no ambiente, criando um perfil de floresta mais fechada. Esse fato é confirmado no estudo de Peneireiro (2007) sobre agroflorestas sucessionais para implantação de projetos de manejo:

De tempos em tempos, uma árvore velha cai e se abre uma clareira, onde irão se estabelecer espécies diferentes das que estavam naquele lugar até o momento. Isso acontece porque cada espécie tem características e funções próprias, muito diferentes umas das outras. Nessa clareira, as primeiras plantas que vão surgir são as de rápido crescimento e que gostam de bastante sol, que são chamadas de pioneiras. (PENEIREIRO, 2007, p. 3).

A partir de entrevistas com moradores locais, que na sua totalidade já residem nesse território há de mais de 40 anos<sup>1</sup>, a espécie da virola ocorria de maneira abundante, pois sempre atendeu à demanda das necessidades do dia a dia dos moradores. De acordo com eles é uma espécie relevante na comunidade no que diz respeito às suas possibilidades de uso, como por exemplo, o fatiamento em tábuas para construções de lajes, compensados e caixotes. De acordo com Menezes (2020), a extração de quaisquer produtos da natureza exploradas pelos povos locais para fins comerciais, industriais ou consumo própria, é caracterizado com como extrativismo.

Na floresta de várzea de Macapazinho e Boa vista, muitos dos proprietários dessas parcelas estudadas deixaram de ter a roça como atividade produtiva principal, e adotaram a produção de açaí por ser esta a mais rentável, devido isso, surgiu a necessidade de plantar em áreas de floresta de várzea e fazer manejo em áreas onde já existe o açaí nativo. Segundo Queiroz *et al.* (2007, p. 340) “o açaizeiro é uma das plantas mais abundantes e frequentes nas áreas de várzea, constituindo-se na espécie nativa de maior importância econômica.”

Já a parcela 03 (Fig. 16) apresentou 8 indivíduos e não houve volume na classe >60, porém, ocorreu uma representação decrescente, partindo da classe 50-60, 40-50, 30-40, e finalizando na 20-30, ou seja, também não ocorreu volume na menor classe, que representa as medições dos indivíduos em estágio regenerativo. Com uma espacialização volumétrica mais deficiente na maior classe e na menor, pode ocorrer um desaparecimento da população da virola a longo prazo, pois não há indivíduos em fase arbustiva.

Com a localização do povoado próximo à floresta de várzea, haverá cada vez mais um avanço das ações antrópicas nesse local. Como citado acima, o sustento familiar está cada vez mais sendo apoiado na produção de açaí, e a várzea é o ambiente ideal para seu cultivo. Assim, a área 03 apresenta baixa no número de indivíduos da virola. Do ponto de vista de Santos *et al.* (2014), o açaí tem maior contração de estipes próximo a residências, o que pode explicar a situação dessa parcela em seu baixo número de indivíduos.

---

<sup>1</sup> Sr. Davi Santos, 44 anos, morador da Agrovila Macapazinho. Entrevista concedida no dia 30/12/2021; e Sr. Pedro Paulo Moraes, 45 anos, morador da Agrovila Boa Vista. Entrevista concedida no dia 30/12/2021.

**Figura 16** – Fotografia do ecossistema de várzea, na parcela 03.



Fonte: o autor, 2021

Apresentando 19 indivíduos, a parcela 04 dispõe de um valor substancial na classe 50-60; em seguida, com a segunda maior quantificação de volume, a classe 40-50; seguindo-as as classes >60, 20-30, 30-40 e 10-20. Esse comportamento volumétrico revela que a floresta desse recorte espacial apresenta em sua composição vegetal indivíduos da população de virola em circunferência mais elevada e indivíduos em fase regenerativa, indicando que essa parte da floresta de várzea está menos explorada. Por se tratar de uma parte da floresta de várzea mais primária, e com representação espacial de volume em todas as classes definida, isso confirma que esse ambiente possui uma estratificação florestal melhor representada no que diz respeito à dinâmica de volume no decorrer das últimas décadas.

Com esses resultados, ao confrontar com a conclusão do estudo de Santos *et al.* (2014), notou-se algo semelhante quando os autores afirmam que foram bem representadas em número de indivíduos e podem ser destacadas como espécies aptas ao manejo, seja este comercial ou mesmo para o sustento familiar. A diversidade florística é considerada baixa, porém, dentro dos padrões das áreas de várzea.

A parcela 05 (Fig. 17), com a presença de 6 indivíduos, manifesta maior quantidade de volume nas classes 40-50 e >60, e uma pequena proporção nas classes 30-40 e 20-30. Com baixa densidade de indivíduos, como mostra a Tabela 2, a distribuição volumétrica da virola se concentrou nas maiores classes, ou seja, é notório que nesse recorte espacial estudado há poucas árvores da espécie. Segundo conversa com um morador local<sup>2</sup>, na área em questão já houve forte retirada de madeiras, por exemplo a virola, o anani (*Symphonia globulifera* L. f.) e a andiroba (*Carapa guianensis*).

**Figura 17** - Fotografias do ecossistema de várzea, na parcela 05.



Fonte: o autor, 2021.

Contudo, por se tratar da borda da floresta de várzea, as ações humanas como a queima de roças do período de “verão” e os impactos de fazendas no entorno, justificam significativamente o distúrbio na ecologia florestal, ou seja, esses eventos implicam diretamente a dinâmica do crescimento populacional da espécie e, por consequência, sua volumetria. No estudo de Queiroz *et al.* (2007), fazendo conclusão à relação dos extrativistas com a floresta de várzea, discorrem que estes influenciam

---

<sup>2</sup> Sr. Davi Santos, 44 anos, morador da Agrovila Macapazinho. Entrevista concedida no dia 30/12/2021.

de maneira significativa na dinâmica da estrutura das espécies florestais que ocorrem no local.

Na espacialização da parcela 06, com 11 indivíduos, a representação do diagrama mostrou representatividade em todas as classes de diâmetro, com 11 árvores inventariadas e uma espacialização de volume bem distribuída em todas as classes de diâmetro. Nessa delimitação do ecossistema de várzea, as características da vegetação são mais bem definidas, sendo possível definir os estratos das herbáceas, arbustos, dossel e emergente. Essa característica é explicada por Souza e Souza (2004, p. 692), quando afirmam que:

Dependendo da região fitoecológica, do estágio de sucessão e do estado de conservação, a estrutura florestal pode apresentar, por exemplo, sub-bosque, estrato inferior, estrato médio e estrato superior, ou pode, na maioria das vezes, não se apresentar estratificada dessa forma.

Ao fazer uma analogia com o estudo de Santos *et al.* (2014) para Santa Bárbara do Pará, a pesquisa mostra que foram identificados 24 indivíduos mais afastados do povoado, isso mostra que a parcela 06 em Boa Vista se encontra com um número duplamente mais baixo. De acordo com as características encontradas a partir de pesquisa em campo e as afirmações de um morador local<sup>3</sup>, a baixa exploração nessa parte da floresta ocorre pelo difícil e longo acesso e por haver espécies nativas na terra firme, como por exemplo: cupiuba (*Goupia glabra*), louro bosta (*Nectandra cuspidata*) e quaruba (*Vochysia maxima Ducke*), e outras espécies com o acapú (*Vouacapoua americana Aubl.*), piquiá (*Aspidosperma pyricollum*) e jarana (*Lecythis jarana*), que não se encontram mais localmente.

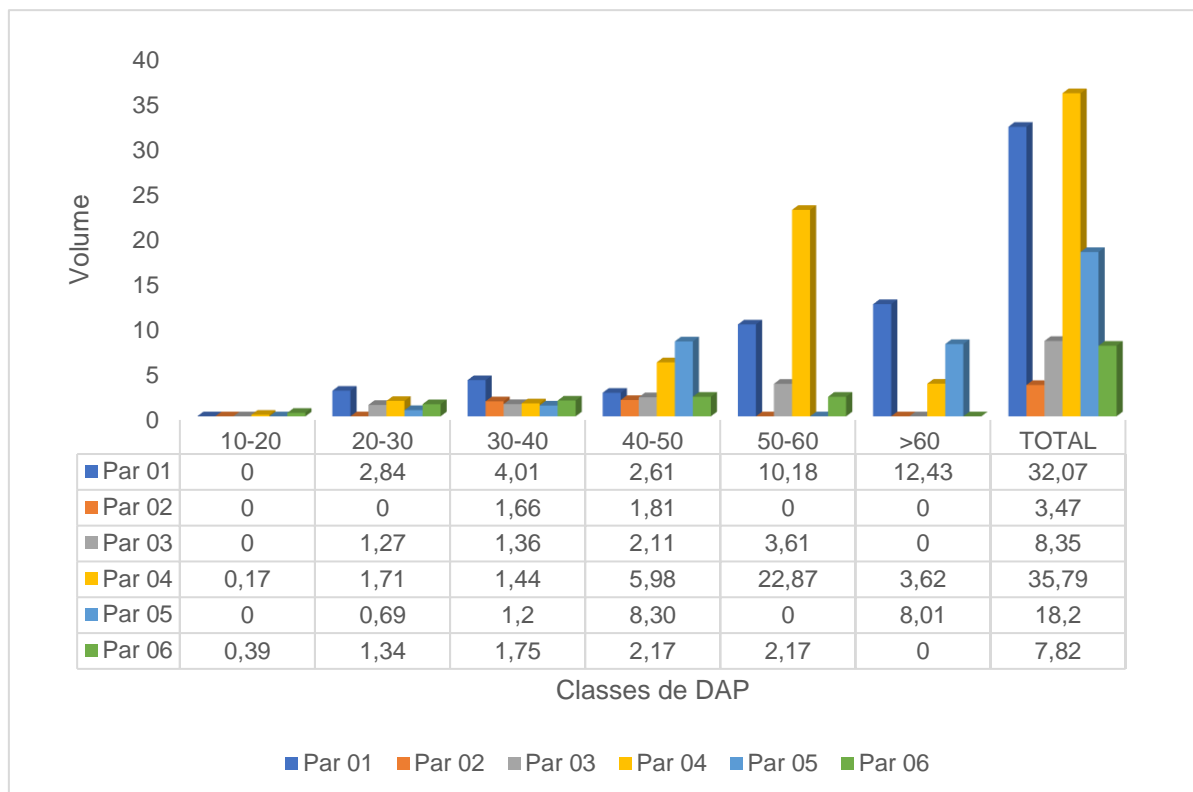
Analisando o gráfico de volume por classe de diâmetro (Fig. 18), observa-se que na parcela 01 a classe 10-20, contem 0 de volume; na 20-30, apresenta 2,84 m<sup>3</sup>; 30-40 com 4,01 m<sup>3</sup>; na 40-50, 2,61 m<sup>3</sup>; na 50-60, 10,18 m<sup>3</sup> e na classe >60, apresenta 12,43 m<sup>3</sup>. Parcela 02, a classe 10-20, contem 0 de volume; na 20-30, apresenta 0; 30-40 com 1,66 m<sup>3</sup>; na 40-50, 1,81 m<sup>3</sup>; na 50-60, 0 m<sup>3</sup> e na classe >60, apresenta 0 m<sup>3</sup>. Parcela 03, a classe 10-20, contem 0 de volume; na 20-30, apresenta 1,27 m<sup>3</sup>; 30-40 com 1,36 m<sup>3</sup>; na 40-50, 2,11 m<sup>3</sup>; na 50-60, 3,61 m<sup>3</sup> e na classe >60, apresenta 0 m<sup>3</sup>. Parcela 04, a classe 10-20 contem 0,17 de volume; na 20-30, apresenta 1,71 m<sup>3</sup>; 30-

---

<sup>3</sup> Sr. Pedro Paulo Moraes, 45 anos, morador da Agrovila Boa Vista. Entrevista concedida no dia 30/12/2021.

40 com 1,44 m<sup>3</sup>; na 40-50, 5,98 m<sup>3</sup>; na 50-60, 22,87 m<sup>3</sup> e na classe >60, apresenta 3,62 m<sup>3</sup>. Parcela 05, a classe 10-20, contem 0 de volume; na 20-30, apresenta 0,69 m<sup>3</sup>; 30-40 com 1,2 m<sup>3</sup>; na 40-50, 8,30 m<sup>3</sup>; na 50-60, 0 m<sup>3</sup> e na classe >60, apresenta 8,01 m<sup>3</sup>. Parcela 06, a classe 10-20, contem 0,39 de volume; na 20-30, apresenta 1,34 m<sup>3</sup>; 30-40 com 1,75 m<sup>3</sup>; na 40-50, 2,17 m<sup>3</sup>; na 50-60, 2,17 m<sup>3</sup> e na classe >60, apresenta 0 m<sup>3</sup>.

**Figura 18** - Gráfico dos volumes das classes de diâmetro da *Virola surinamensis*



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

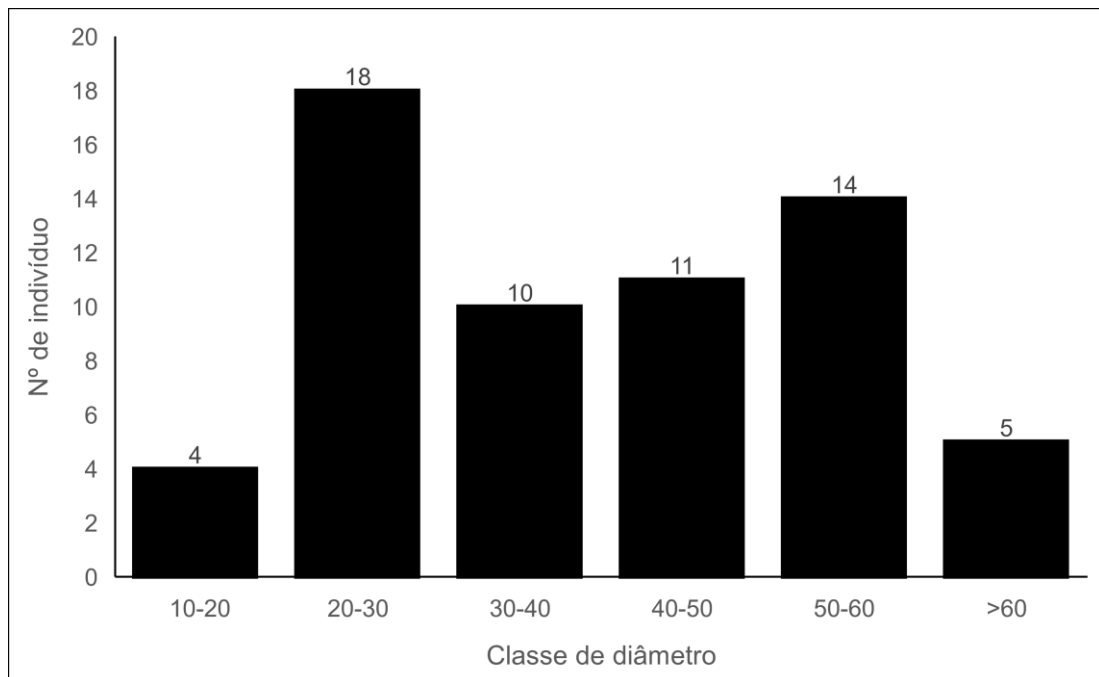
A partir dos dados analisados, é possível notar que há pouca volumetria na classe de 10-20 de DAP, que representa a regeneração; e que as demais classes mostram presença adequada em volumetria, como a 40-50 que representa as remanescentes e as classes maiores que 50, representam as aptas a corte. Para Almeida e Jardim (2011, p. 195), “o maior número de indivíduos na primeira classe significa a maior intensidade de regeneração do componente arbóreo e o bom estado de conservação da floresta.” De acordo com Reis (2017), a sustentabilidade da floresta é garantida quando a exploração não afeta com intensidade o estoque remanescente em um período estabelecido. Ao se tratar de manejo de floresta

sustentável, “fica estabelecido o diâmetro mínimo de corte - DMC de 50 cm (cinquenta centímetros) para todas as espécies.” (PARÁ, 2015, p. 14).

### 4.3 Estrutura volumétrica da floresta de várzea

Ao analisar o histograma (Fig. 19) da estrutura volumétrica dos indivíduos da *Virola surinamensis* no ecossistema de várzea de Macapazinho e de Boa Vista, observou-se que houve 4 indivíduos na classe de diâmetro de 10-20 cm; a classe 20-30 cm, com 18 árvores, destacou-se de forma substancial quando comparada às demais classes; a classe 30-40 cm mostrou 10 indivíduos; logo em seguida a classe 40-50 cm, com 11 em indivíduos, com a segunda maior densidade de indivíduos; a classe 50-60 cm apresentou 14 indivíduos; e por fim, a >60 cm contém 5 árvores.

**Figura 19** - Estrutura diamétrica dos indivíduos da espécie *Virola surinamensis*.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

A partir do estudo de Silva (s.d.), que em seu estudo sobre variação diamétrica em plantas, discorre da teoria que:

Distribuições diamétricas embasadas em curvas do tipo “J” invertido e alterações temporais na distribuição diamétrica. Esses resultados sugeriram um comportamento variável da estrutura diamétrica das

populações em função de inúmeros fatores ambientais (clima, luz, solo, etc) e antrópicos (exploração, desmatamento, sucessão, etc). Esse tipo de abordagem evidenciou características da dinâmica de florestas e possibilitou determinar os padrões de crescimento de diversas espécies de interesse econômico e ecológico, visando a conservação e a sustentabilidade das populações de plantas. (SILVA, s.d., p. 2).

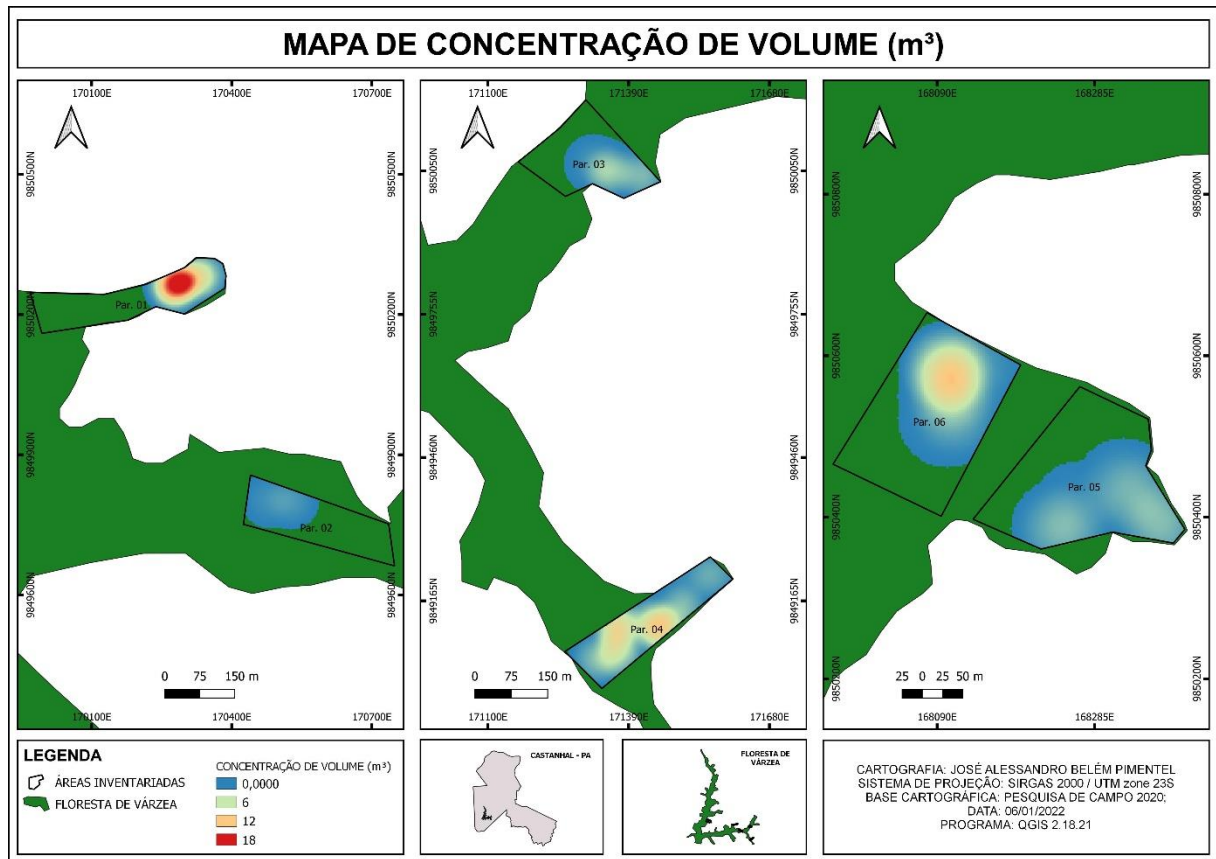
De acordo com Scolforo *et al.* (1998), se uma floresta apresentar maior número de indivíduos nas primeiras classes de diâmetro, isso pode resultar em uma característica de comunidade estoque, ou seja, é a estratificação de uma floresta em equilíbrio, apresentando idades e tamanhos variados. Além disso, “Cada classe diamétrica representa uma etapa da regeneração da fração do povoamento de uma mesma espécie ou de uma comunidade com diâmetro superior a essa classe.” (ROLLET, 1978, p. 6).

A partir da interpretação dos dados mostrados no histograma e embasado nos autores citados acima, pode-se afirmar que a floresta de várzea em questão mostra um desequilíbrio, advindo da exploração extrativista local não orientada. Portanto, o recorte espacial de várzea estudada não apresentou a distribuição dos indivíduos na forma de “J” invertido, ou seja, seu estoque de plântulas com potencial regenerativo está baixo. Essa perturbação é confirmada ao confrontarmos com o estudo de estrutura da espécie *Virola Surinamensis* (Rol.) Ward na Floresta Estadual do Amapá-Flota/AP, de Santos *et al.* (2013), quando apresentam em seus resultados que a estrutura da virola apresentou o formato “J” invertido, ou seja, revelou que houve baixo número de indivíduos nas primeiras classes.

#### **4. 4 Espacialização volumétrica**

Na avaliação da espacialização de volume da virola por meio do método de densidade kernel (Fig. 20), foi considerado o peso volume (m<sup>3</sup>) de todas as parcelas inventariadas. Com isso, o mapa de concentração de volume (Fig. 20) mostra que a parcela 01 apresentou maior densidade de volume, sendo representado por meio de mancha de calor na tonalidade mais avermelhada. Por seguinte, com densidade moderada, sendo representado na tonalidade amarelo, destacam as parcelas 04 e 06, respectivamente.

**Figura 20** – Mapa de concentração de volume nas parcelas inventariadas.

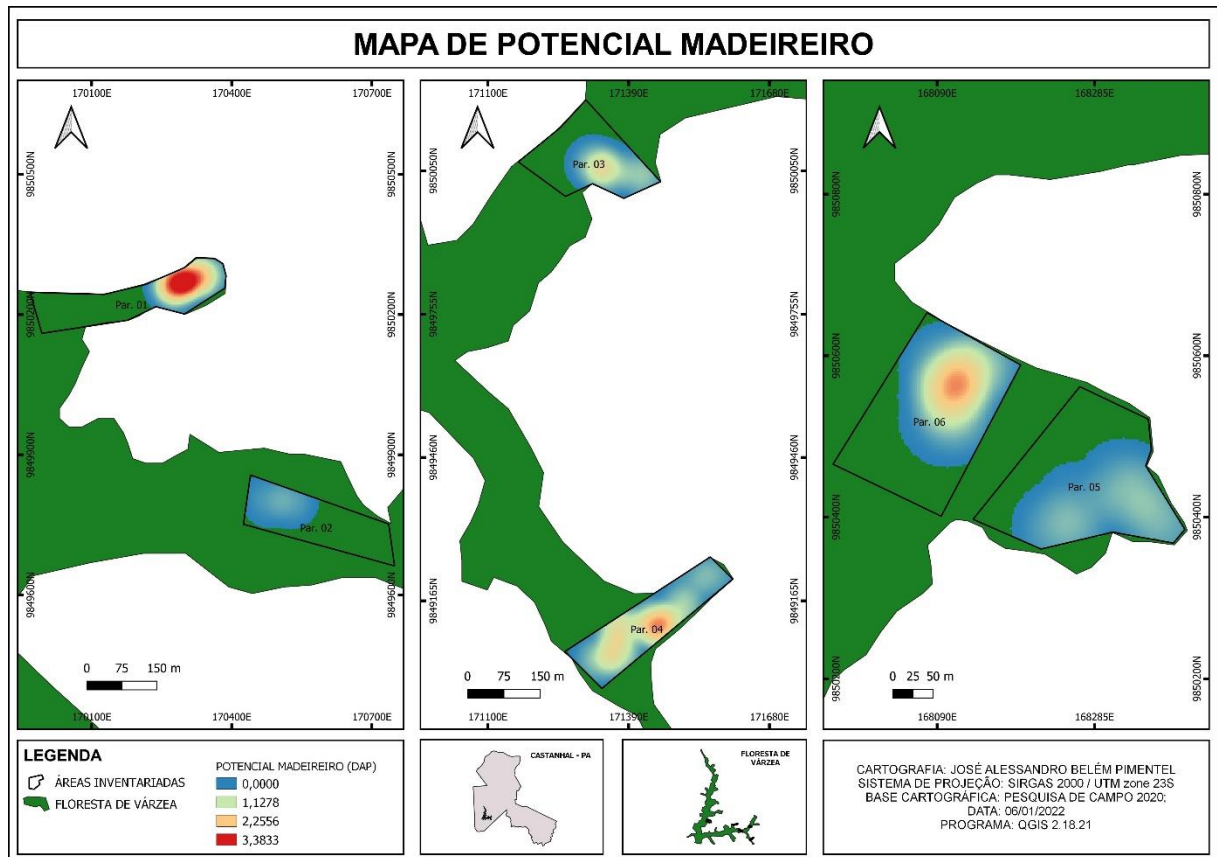


Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

#### 4.5 Potencial madeireiro

Na representação cartográfica do potencial madeireiro das parcelas estudadas (Fig. 21), observou-se por meio do método de densidade kernel, utilizando como variável o peso, a quantificação do DAP. Na parcela 01 a maioria dos indivíduos inventariados são de DAP elevado, constado, a parcela 04, apenas em seu centro contém as árvores com DAP mais elevado. Portanto, a parcela 06 possui mancha de calor mais elevada que a área 04. As demais áreas apresentam manchas de calor intermediárias quando comparadas às demais citadas cima.

Figura 21 – Mapa de potencial madeireiro.



Fonte: elaborado pelo autor, 2022.

Lembrando, que ao tratarmos de exploração de madeira, a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará, através da Instrução Normativa Nº 05, de 10 de setembro de 2015, dispõe sobre os procedimentos técnicos para a elaboração, apresentação, execução e avaliação técnica de Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS nas florestas nativas exploradas ou não e suas formas de sucessão no Estado do Pará, e dá outras providências. Portanto esse normativa, assegura que para explorar as árvores ou colher:

Indivíduos de espécies comerciais que atendam as especificações da indústria, tanto na qualidade do fuste quanto no diâmetro mínimo. Estão excluídas dessa categoria: árvores ninhos, indivíduos de espécies protegidas por lei, árvores localizadas nas APP e indivíduos de espécies raras (três árvores/100 ha ou abundância mínima 0,03 árvores/ ha) mesmo que apresentem as especificações adotadas pela indústria. (PARÁ, 2015, p. 36.)

#### 4. 6 Sistemas de uso e manejo sustentável da espécie

Com base nos dados obtidos em campo, e bancos de dados secundários, foram gerados alguns produtos cartográficos por meio de métodos e técnicas de geoprocessamento aplicados ao manejo da espécie florestal *Virola surinamensis*, popularmente conhecida como a ucuúba. Com isso, mostrou-se a espacialização da dinâmica do volume cúbico dessa espécie, apresentando melhor entendimento da interação dos fenômenos que ocorrem nessa floresta de várzea, tanto negativos quanto positivos. Com o intuito de garantir a manutenção da população da virola, algumas ações precisam ser tomadas para garantir a preservação e conservação da espécie. Nesse sentido, apresenta-se na tabela abaixo um sistema de uso e manejo sustentável por meio do uso de ferramentas oriundos do geoprocessamento em três etapas (Tab. 3).

**Tabela 3** – Proposta de intervenção com geoprocessamento.

<b>Etapa 01 – Conhecendo a floresta</b>
Mapa de macrozoneamento: tipo de floresta, benfeitorias, estrada, roça, rio, APP
Mapa de microzoneamento: ocorrência de cursos d'água e baixadas – grotas, localização e identificação da espécie em questão.
<b>Etapa 02 – Manejo</b>
Mapa de direcionamento de queda
<b>Etapa 03 – Reflorestamento</b>
Mapa de áreas suscetíveis a reflorestamento com a <i>virola surinamensis</i>

## 5 CONCLUSÃO

Sob a perspectiva do dinamismo da sociedade na região amazônica, grandes são as demandas de necessidade social, econômica e ambiental. A partir disso, entender o ambiente amazônico e suas transformações é de suma importância, pois remonta dentre vários aspectos às práticas das populações que vivem dos recursos florestais das várzeas, destacando-se um modo de vida baseado principalmente no extrativismo, o qual, mesmo em baixa escala, acarreta impactos sobre os produtos madeiros e não madeiros explorados.

Dentro dessa problemática foi estudada e interpretada a dinâmica da *Virola surinamensis*, com o intuito de proporcionar uma espacialização do volume dessa espécie em uma área de floresta de várzea explorada, tomando-se como área de estudo a bacia do rio Apeú, município de Castanhal (PA); e propor um sistema de uso e manejo por meio de métodos e técnicas de geoprocessamento, que auxiliem o uso sustentável da *virola surinamensis* pelos extrativistas.

Por meio do inventário florestal foi possível detectar a incidência de uma considerável quantidade de indivíduos na fase sucessão secundária avançada, com dispersão na maioria das parcelas. No levantamento em campo foram delimitadas 6 parcelas diferentes e instaladas sub-parcelas experimentais (isto é, não permanentes) com dimensão 10 m x 50 m, correspondente a 500 m<sup>2</sup> cada uma, equivalendo a 1,3 hectares da área de várzea.

Em decorrência da espacialização volumétrica da *virola*, e suas respectivas classes de diâmetro, constatou-se um evento de desequilíbrio nas classes que representam os indivíduos na fase regenerativa, e além da exploração sem manejo adequado, um fator primordial que vem contribuindo para esta realidade é o plantio de açaí, expandindo-se nos últimos anos como uma das principais fontes de renda das populações da várzea da bacia do rio Apeú, e realizado no mesmo ambiente em que ocorre a *virola*. Nesse sentido, é importante adotar medidas que minimizem o problema detectado, e restaure a composição florística da *Virola surinamensis*.

Verificou-se nesse estudo a presença de 62 indivíduos de *Virola surinamensis*, e quantificação de 105,74 m<sup>3</sup> de madeira. Na representação do volume em classes de diâmetro, apenas as parcelas 04 e 06 mostraram que há dinâmica de regeneração.

Com a espacialização de densidade de volume, apenas a parcela 01 mostrou maior concentração. Quanto à concentração do diâmetro, ela é mais intensa nas parcelas 01 e 06. Mais uma vez se percebe que a regeneração natural da espécie está *Virola surinamensis* está comprometida na área, devido a práticas não sustentáveis de exploração e ao conflito com a produção de açaí no local.

Sob a perspectiva da modelagem de volume, a concentração ocorreu apenas em uma parcela estudada, em virtude dessa ocorrência, discorre que houve um forte impacto com a exploração desordenada, causando a redução da volumetria.

Diante da espacialização do potencial madeireiro referente à virola, se faz necessário conhecer a ecologia da espécie e a legislação proposta pela SEMAS – Pará, que define em 50 cm o diâmetro mínimo de corte e outros critérios que asseguram a sustentabilidade da floresta.

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho, o extrativista poderá contar com a ajuda das propostas nesse trabalho, que irão subsidiar o conhecimento mais preciso acerca de sua propriedade, baseadas na utilização das ferramentas do geoprocessamento. Além disso, este estudo contém informações que podem dar suporte ao planejamento de conservação ou preservação ministrado pelas instituições públicas, ordenamento de manejo das florestas e uso eficaz dos recursos florestais pelos extrativistas, suporte metodológico para profissionais de geoprocessamento que buscam realizar estudos prévios de regularização ambiental.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA; A. F.; JARDIM, M. A. G. Florística e Estrutura da comunidade Arbórea de uma Floresta de Várzea na Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará, Brasil. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 191-198, jun. 2011.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Projeto RADAMBRASIL**. Folha SA.23 São Luiz/Folha SA.24 Fortaleza: geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973. (Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais, 3).

BENATTI, J. H. **Várzea e as Populações Tradicionais: A Tentativa de Implementar Políticas Públicas em uma Região Ecologicamente Instável**. Disponível em: <<http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9673/1/V%C3%A1rzea%20e%20as%20popul%C3%A7%C3%B5es.pdf>>. Acesso: 05 jan. 2022.

CASTANHAL. **Lei municipal nº. 004/94. de 08 de março de 1994**. Castanhal, PA, 1994.

CASTANHAL. Vila Macapazinho. Secretaria Municipal de Agricultura. 2010. Disponível em: [http://www2.castanhal.pa.gov.br/secretaria\\_agricultura](http://www2.castanhal.pa.gov.br/secretaria_agricultura). Acesso em: 04 de janeiro de 2022.

CARVALHO, T. M.; RAMIREZ, R. Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à biogeografia: metodologia geográfica para espacialização de moluscos terrestres. **Boletim Goiano de Geografia**, vol. 28, núm. 1, 2008, p. 158-165, Universidade Federal de Goiás, Goiás, Brasil.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos: 5 a aproximação**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; Brasília: Embrapa Produção da Informação, 1999.

FREITAS, S. R. **Cartografia aplicada à biogeografia**. 2004. Disponível em: [\(PDF\) Cartografia aplicada à Biogeografia \(researchgate.net\)](#). Acesso em: 08 de fevereiro de 2022.

GALUPPO, S.C.; CARVALHO, J.O.P. de. **Ecologia, manejo e utilização da Virola surinamensis Rol. (Warb.)**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 38p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 74).

HOMMA, A. K. O. **Extrativismo vegetal ao plantio: qual a opção viável para a Amazônia?** Rev. Estudos avançados 26 (74). P. 167 – 186. 2012.

IBGE. **Cidades e Estados**. IBGE, 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/castanhal.html>>. Acesso: 05 jan. 2022.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2012.

LIMA, R. R.; TOURINHO, M. M.; COSTA, J. P. C. da. **Várzeas fluvio-marinhas da amazônia brasileira: Características e possibilidades agropecuárias**. Belém: FCAP. Serviço de documentação e informação. 2.ed. Belém: FCAP, 2001. 342p.

MENEZES, E. S. As práticas no extrativismo vegetal no rio Negro: políticas exíguas, imobilização da força de trabalho de povos indígenas e seu enfrentamento. **Horiz. antropol.**, Porto Alegre, ano 26, n. 58, p. 191-218, set./dez. 2020

- MARTORANO, P. G. **Avaliação estrutural de uma floresta de várzea localizada na área de influência da macrodrenagem, bacia do Una, na região urbana de Belém, Pará.** 2000. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Belém, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, 2000.
- MAEDA, V. A. **Desenvolvimento de objetos de aprendizagem para o ensino de geoprocessamento.** 2007. 117f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- NEVES, E. J. M; SANTOS, A. F; MARTINS, E. G. **Virola Surinamensis:** silvicultura e usos. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2002. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, SO.)
- OLIVEIRA, K. A; VERAS, H. F. P; PEREIRA, R. S, RODRIGUES, E; ALMEIDA, G. S. Técnicas de Geoprocessamento Aplicada ao Mapeamento e Caracterização da Vegetação de Várzea no Médio Purus Amazonas. **Enciclopédia Biosfera.** Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011, p.3-13.
- PARÁ, **Instrução Normativa nº 05, de 10 de setembro de 2015.** DOE nº 32.969 de 11/09/2015. Secretaria Estadual de Meio Ambiente e sustentabilidade – SEMAS. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2015/09/11/in-05-de-10092015-publicada-no-doe-32969-de-11092015-paginas-de-37-57/>>. Acesso: 07 fev. 2022.
- PENEIREIRO, F, M. **Agroflorestas Sucessionais:** Princípios para Implantação e Manejo. Nov. 2007. Disponível em: <[http://tctp.cpatu.embrapa.br/bibliografia/1\\_Principios%20da%20agrofloresta.pdf](http://tctp.cpatu.embrapa.br/bibliografia/1_Principios%20da%20agrofloresta.pdf)>. Acesso: 04 jan. 2022.
- QUEIROZ, J. A. L; MACHADO, S. A; HOSOKAWA, R. T; SILVA, I. C. Estrutura e Dinâmica de Floresta de Várzea no Estuário Amazônico no Estado do Amapá. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 3, set./dez. 2007.
- REIS, L. P. **Modelagem de Floresta Inequiânea:** Redes Neurais Artificiais Aplicadas em uma Floresta Manejada no Leste Da Amazônia. 2017. 91f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- RODRIGUES, F. C. M. P. Análise da Atividade Extrativa de Virola (*Virola Surinamensis* (Rol.) Warb.) No Estuário Amazônico. **Floresta e Ambiente.** v. 7, n. 1, p. 40 - 53, jan./dez. 2000.
- RODRIGUES, W. A. A ucuúba de várzea e suas aplicações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTAS DA FLORA AMAZÔNICA, 1972. **Anais...** Belém, p. 19-47.
- ROLLET, B. **Arquitetura e crescimento das florestas tropicais.** Belém: SUDAM, 1978.
- SANTOS, E. S; APARÍCIO, P. S; SILVA, Y. L; FREITAS, J. L. Estrutura da espécie virola surinamensis (Rol.) Ward Na Floresta Estadual Do Amapá- Flota/Ap. **Revista de Biologia e Ciências da Terra.** Amapá, Volume 13 - Número 1 - 1º Semestre 2013, p. 48-61, 2013.
- SANTOS, G. C; TOURINHO, M. M; MENDES, F. S; GUIMARÃES, C. M. C. Fitossociologia e práticas de manejo tradicional em uma floresta de várzea em Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Rev. Cienc. Agrar.,** v. 57, n. 2, p. 138-145, abr./jun. 2014.
- SANTOS, B. F. **História de Macapá – Macapazinho.** Castanhal, PA: edição do autor, 2006, 243p.

SIOLI, H. Solos, tipos de vegetação e águas na Amazônia. **Boletim Geográfico**, [S.l.], v. 79, p. 147-153, 1964.

SOUZA, D. R; SOUZA, A. L. Estratificação Vertical em Floresta Ombrófila Densa de Terra Firme não Explorada, Amazônia Oriental. **Sociedade de Investigações Florestais**. Viçosa-MG, v.28, n.5, p.691-698, 2004.

SCOLFORO, J.R.S., PULZ, F.A. & MELO, J.M.de. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. In: SCOLFORO, J. R. S. (org.). **Manejo Florestal**. Lavras, PE: UFLA/FAEPE, 1988, p.189-246.

SUDAM. **Diagnóstico de recursos naturais da área: Programa Guamá - Acará - Moju**. I. Solos e aptidão agrícola das terras. Belém: SUDAM/OEA, 1988. 177p.

SANTOS, G.C. **Análise florística e estrutural do estrato arbóreo em floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil**. 2004. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Belém, Museu Paraense Emílio Goeldi e Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004.

SILVA, E. F. L. P. **Alterações temporais na distribuição dos diâmetros de espécies arbóreas**. Disponível em:  
<<https://www2.ib.unicamp.br/profs/fsantos/nt238/2004/Monografias/Monografia-Erico.pdf>>.  
Acesso: 04 fev. 2022.

SEMA. Secretaria Municipal de Agricultura. 2010.

SANTOS, G.C. **Sistemas naturais e sistemas sociais na produção extrativista de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, estado do Pará, Brasil**. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém, 2012. 123 f.

VELOSO, H. P; GOES FILHO, L. In: BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. **Fitografia brasileira: classificação fisionômica - ecologia da vegetação neotropical**. Salvador, 1982. 85p.

VALENTE, M. A; SILVA, J. M. L; RODRIGUES, T. E; CARVALHO, E. J. M; ROLIM, P. A. M; SILVA, E. S; PEREIRA, I. C. B. **Solos e Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras do Município de Castanhal, Estado do Pará**: Belém: Embrapa, 2001.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO

1. Tempo que reside na localidade?
2. Há quanto tempo faz extração de madeira das matas?
3. Faz a extração individualmente ou com outra(s) pessoa(s)?
4. A madeira extraída é usada para quais fins?
5. Quais são os tipos de madeira aproveitáveis na várzea e na terra firme?
6. Quais tipos de madeira já extraiu das matas?
7. Em ordem de importância, quais são os 5 tipos de madeira que mais extraiu?
8. Como faz para extrair a madeira?
9. Tem observado alguma mudança na quantidade e tamanho da virola nos últimos anos?
10. Sabe o que é geotecnologia?
11. Utiliza mapas ou GPS, no dia a dia?