



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

MARCOS VINICIUS PRESTES PINTO

**ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO DAS FLORESTAS OMBRÓFILAS
DENSAS ALUVIAIS EM MUNICÍPIOS DO DELTA DO AMAZONAS.**

BELÉM

2021

MARCOS VINICIUS PRESTES PINTO

**ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO DAS FLORESTAS OMBRÓFILAS
DENSAS ALUVIAIS EM MUNICÍPIOS DO DELTA DO AMAZONAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da
Amazônia, como parte das exigências do Programa de
Pós-Graduação em Ciências Florestais, para obtenção de
título de Mestre.

Área de concentração: Manejo de Ecossistemas de
Florestas Nativas e Plantadas.

Orientador: Dr. Ademir Roberto Ruschel

Co-orientadores:

Dr. Rodrigo Geroni Mendes Nascimento

Dr. Fabiano Emmert

BELÉM

2021

MARCOS VINICIUS PRESTES PINTO

**ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO DAS FLORESTAS OMBRÓFILAS
DENSAS ALUVIAIS EM MUNICÍPIOS DO DELTA DO AMAZONAS.**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, para obtenção de título de Mestre. Área de concentração: Manejo de Ecossistemas de Florestas Nativa e Plantadas.

Data de Aprovação

Banca Examinadora:

Orientador

Dr. Ademir Roberto Ruschel
Embrapa – Amazônia Oriental

Examinador 1

Dr.
Instituição

Examinador 2

Dr.
Instituição

Examinador 3

Dr.
Instituição

À Deus

Aos meus pais Osvaldo Pinto e Telma Prestes

OFEREÇO E DEDICO

SUMÁRIO

1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA.....	7
1.1. Contextualização	7
1.1.1. Mudanças do Clima.....	7
1.1.2. O papel das florestas Amazônicas em relação às mudanças climáticas.....	8
1.1.3. Quantificação do Carbono e do Estoque	9
1.1.4. Floresta Ombrófila densa aluvial do Estuário Amazônico	9
1.1.5. Delta do Amazonas.....	10
1.2. REFERÊNCIAS	12
2. QUESTÃO, HIPÓTESES E OBJETIVOS DA PESQUISA.....	14
2.1. Questão	14
2.2. Hipóteses	14
2.3. Objetivos.....	14
2.2.1. Objetivo Geral	14
2.2.2. Objetivos Específicos	14
3. ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO DAS FLORESTAS OMBRÓFILAS DENSAS ALUVIAIS EM MUNICÍPIOS DO DELTA DO AMAZONAS.	15
RESUMO	15
ABSTRACT	17
3.1. INTRODUÇÃO.....	19
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.2.1. Área de estudo e processo de amostragem.	21

3.2.2. Delimitação da área de estudo.	23
3.2.3. Estimativa da altura por indivíduo e altura dominante das parcelas.	25
3.2.4. Estimativa Carbono por indivíduo.....	26
3.2.5. Processamento do Inventário Florestal, estimativa e extrapolação do estoque de carbono para a floresta ombrófila densa aluvial do delta do Amazonas.	27
3.2.6. Comparação das médias dos estratos.....	28
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
3.3.1. Informações gerais do inventário e composição florística.	28
3.3.2. Estimativa de altura e altura dominante.	30
3.3.3. Estimativa do estoque de carbono	32
3.4. CONCLUSÕES	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38
ANEXOS	40

1. ASPECTOS GERAIS DA PESQUISA

1.1. Contextualização

1.1.1. Mudanças do Clima.

Vários indícios em relação à cada vez maior frequência de catastróficos fenômenos da natureza comprovam que nos últimos 150 anos algo acontece com o nosso planeta. Não sendo a primeira vez que nosso habitat está sofrendo variações climáticas, mas desta vez com graves projeções sobre a sobrevivência humana. Entretanto com o desenvolvimento tecnológico e científico, o ser humano passa a entender, mesmo que ainda em evolução, o que pode interferir -naturalmente e por ação antrópica- sobre as mudanças climáticas. Nobre et. al. (2012) dizem que esse fenômeno é causado por forças externas ao sistema Terra-atmosfera (como, por exemplo, mudanças na atividade solar), por processos internos ao sistema e, mais recentemente, pelo resultado da atividade humana.

Esse recente avanço tecnológico, tendo em vista os milhares de anos desde que o homem descobriu como controlar o fogo e as poucas décadas desde a segunda revolução industrial, onde o homem passou a exercer, cada vez mais frequentemente, atividades que produzem gases do efeito estufa que dificultam ou impedem a dispersão para o espaço da radiação solar que é refletida pela Terra, principalmente pela queima de combustíveis fósseis.

O debate sobre a temática “mudanças climáticas” encontra-se cada vez mais recorrente nas últimas décadas, mesmo que antes solto de comportamentos efetivos. No entanto atualmente, ele não se limita aos documentos científicos, sendo pauta nos diversos segmentos da sociedade interferindo em nossos hábitos de consumo e nossas reivindicações em relação ao futuro do planeta, uma vez que os problemas ambientais não são contidos pelas fronteiras políticas. Nesse sentido, até chegarmos ao atual nível de consciência coletiva sobre o assunto, segundo Neves (2019), nas últimas décadas ocorreram vários estudos e encontros internacionais como:

“[...] a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente de 1972; a Conferência de Toronto no Canadá de 1988, considerada a primeira a se preocupar com o clima; a Conferência do Rio de Janeiro de 1992, dentre outras, em 1997 no Japão, foi criado o Protocolo de Kyoto, onde foram discutidas metas objetivas de redução de emissão de gases de efeito estufa

(GEE), além de formas de desenvolvimento que não sejam prejudiciais ao planeta, dentre eles o mercado de crédito de carbono. ”

Segundo Araújo (2019), no evento conhecido como Rio 92, os países que ratificaram essa Convenção são denominados “partes” e o grupo se reúne periodicamente nas Conferências das Partes (COP). Destaca ainda, dentre as COP’s, a COP3, onde foi aprovado o protocolo de Kyoto; nele foram discutidas “[...]metas objetivas de redução de emissão de gases de efeito estufa (GEE), além de formas de desenvolvimento que não sejam prejudiciais ao planeta, dentre eles o mercado de crédito de carbono[...]”(NEVES, 2019); e a COP 21 realizada em dezembro de 2015, em Paris, onde buscou-se um acordo para diminuir a emissão dos gases do efeito estufa, para conter o aumento da temperatura médias global abaixo de 2°C e perseguir esforços com objetivo de limitar a até 1,5°C até 2100.(ARAÚJO, 2019).

1.1.2. O papel das florestas Amazônicas em relação às mudanças climáticas.

A Floresta Amazônica, maior floresta tropical do mundo, assume papel importante na prestação de todos os serviços ambientais, essencialmente sobre os serviços de regulação que são “benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais” (PAIVA et al., 2020), que englobam, entre outros, os processos de sequestro e estocagem de carbono. Segundo Miranda et al. (2012), o sequestro e a estocagem do carbono, dentre os diversos serviços ambientais prestados pelas florestas, é ressaltado em função da intensificação do efeito estufa e do consequente aquecimento global. Pois, conforme a vegetação vai crescendo, o carbono vai sendo incorporado nos troncos, galhos, folhas e raízes. Do peso de uma árvore (biomassa fresca) na Amazônia 41,6% é água e 48,5% do material seco é constituído de carbono (Silva, 2007), sendo a Floresta Amazônica um grande estoque mundial de carbono (armazenando cerca de 120 toneladas de carbono por hectare), pela sua área e pela densidade de biomassa (IPAM, 2008 apud Miranda et al. 2012)

Cada vez mais evidenciada, Silva et al. (2015) destaca a importância da Amazônia no controle das mudanças climáticas globais, tanto pela capacidade de emitir gases do efeito estufa para a atmosfera, via queimadas ou desmatamentos, como de absorver carbono da atmosfera por meio do crescimento do povoamento. De acordo com o INPE (2014 apud ZELARAYÁN, 2015), atualmente, 20% da Amazônia já foi desmatada, e “o desmatamento dessa região é a principal fonte das emissões brasileiras de dióxido de carbono para a atmosfera” (MCT, 2013 apud ZELARAYÁN, 2015).

Neste sentido, o desenvolvimento de estudos que possibilitem identificar a quantidade de estoque de carbono em florestas passa a ser uma ferramenta importante, alicerçando conhecimentos já adquiridos e favorecendo a conservação da floresta e a efetivação do Pagamentos por Serviços Ambientais em florestas tropicais. Uma vez que, no curto prazo, os benefícios da mitigação por meio do manejo florestal e do desmatamento evitado (ou seja, conservação das florestas) são maiores do que os benefícios do reflorestamento e do florestamento (IPCC, 2007 apud SILVA, 2015).

1.1.3. Quantificação do Carbono e do Estoque

Segundo Higuchi (2015), a determinação da biomassa de uma árvore pode ser feita através do método direto (destrutivo) e do indireto (estimativa através de equações e modelos alométricos). O método direto é considerado pouco prático, pois segundo o mesmo, as estimativas geradas por meio deste método não são confiáveis, porque se baseiam em poucas parcelas, pequenas e tendenciosamente escolhidas. Os principais resultados do método direto é o ajuste de equações alométricas. No método indireto, as estimativas são produzidas a partir de equações.

As estimativas de estoques de Biomassa e Carbono florestal são realizadas por diferentes métodos, em conformidade com Higuchi (2015) são eles: (i) extrapolações diretas por meio de dados de inventários florestais; (ii) sensoriamento remoto; e (iii) interpolações de dados de campo e imagens de satélites.

Sanquetta, et al. (2006) apud Miranda (2012) relatam que, para a quantificação e o monitoramento do estoque carbono em projetos, é necessário apresentar uma proposta metodológica que integre o mapeamento, o inventário florestal, as determinações de biomassa, as determinações dos teores de carbono e a modelagem matemática. Para Celes et al. (2013), o desenvolvimento da geotecnologia ou geoprocessamento no inventário florestal de Carbono é essencial para se alcançar a qualidade esperada. (CELES, 2013)

1.1.4. Floresta Ombrófila densa aluvial do Estuário Amazônico.

Conforme o IBGE (2012) “a Floresta Ombrófila Densa Aluvial é a formação ribeirinha ou “floresta ciliar” que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços antigos das planícies quaternárias. ”

Na floresta ombrófila densa aluvial da região amazônica, conhecida como “floresta de várzea”, a dinâmica da inundação dita os elementos florísticos e as características estruturais da vegetação. Seus elementos florísticos possuem mecanismos de regulação osmótica da água,

permitindo às suas raízes e seus caules conviverem com pelo menos 12 horas de inundação a cada dia, inclusive com certo grau de salinidade (ALMEIDA, 1996). De acordo com Almeida *et al.* (2004) são frequentes as adaptações ecológicas, fisiológicas e morfológicas para sobreviverem sob inundação onde o suprimento de oxigênio é precário. Entre as adaptações eco-fisiológicas, pode-se citar a intensa troca de gases pelas lenticelas caulinares, para compensar a hipoxia ao nível de raízes; o controle da abertura estomática nas folhas, a perda total ou parcial de folhas (deciduidade) e o ritmo de crescimento sazonal das plantas regulado pelo período de inundação. Entre as adaptações morfoecológicas pode ser exemplificada a alta frequência de sapopemas (raízes tabulares), que facilita a sustentação de grandes árvores.

As florestas de várzea do estuário amazônico abrangem uma área de aproximadamente 25.000 km², incluindo as ilhas do arquipélago do Marajó e as margens dos rios que compõem o estuário, desde sua foz até o Rio Xingu (MACEDO *et al.*, 2007; SANTOS; JARDIM, 2006; SANTOS *et al.*, 2004)

Entre os ecossistemas da Amazônia, a várzea tem se destacado na região por sua importância ecológica e socioeconômica, participando da vida das populações ribeirinhas que praticam agricultura, pesca e extrativismo de madeira e produtos florestais não madeireiros (GAMA *et al.* 2003).

As várzeas são ambientes frágeis e de difícil recuperação uma vez alteradas pela intervenção humana (JUNK, 1997). Almeida *et al.*, (2004) afirmam em seu estudo que o grau de resiliência é baixo e a remoção da cobertura vegetal pode simplesmente levar a perda do habitat, face à importância ecológica e estrutural que as plantas desempenham para a manutenção desse ecossistema. As atividades agrícolas e extrativistas são fatores que contribuem para a degradação desses ambientes (COSTA NETO; LIMA, 2003).

1.1.5. Delta do Amazonas

A foz de um rio é onde o corpo de água do mesmo desagua em outro corpo de água. De modo geral existem três tipos de fozes fluviais: a do tipo estuário em forma de funil, o delta formado por um leque de canais e ilhas, e a foz mista com algumas ilhas, mas com uma foz principal larga.

A foz do rio Amazonas é do tipo mista, entretanto, quando observado juntamente com a foz do rio Tocantins, formam o imenso delta do Amazonas. Este, cercado pela floresta amazônica e pelo oceano atlântico, é formado por centenas de canais e ilhas, na qual se

destacam o rio Pará, canal que liga as bacias do rio Amazonas e do rio Tocantins, em torno da ilha do Marajó. Segundo Callède et al. (2010), dos 208.000 m³/s do fluxo de água na foz do rio Amazonas anualmente, apenas 6.000 m³/s seriam desviados em direção ao rio Pará, que recebe, principalmente e em abundância, águas do rio Tocantins e, em pequena medida, águas do rio Amazonas (através de pequenos furos e canais situados próximos à cidade de Breves). Por isso, não consideram que a bacia do rio Pará (e rio Tocantins) faz parte da bacia Amazônica.

Estudos que falam sobre a região do delta do Amazonas, podem ser encontrados como “estuário do rio Amazonas”, “estuário amazônico”, “região estuarina” ou “ecossistema estuarino amazônico”.

Todas as florestas de várzea localizadas no delta amazônico recebem influência de maré, devido a proximidade com o oceano Atlântico. Segundo Almeida *et al.*, (2004), as vegetações de várzea que tem influência de marés e estão sujeitas aos pulsos de inundação diária seguem até o Estreito de Óbidos.

1.2. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S.S. **Estrutura e florística em áreas de manguezais paraenses: evidências da influência do estuário amazônico**. Museu Paraense Emílio Goeldi, ser. Ciência da Terra, v. 8, p. 93-100, 1996.
- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D. D.; SILVA, A. S. L. **Análise de florística e estrutura de florestas de Várzea no estuário amazônico**. Acta Amazonica, v. 34, n. 4, p. 513 – 524, 2004.
- ARAÚJO, L. M. de; NETO, M. dos R. C.; SÉGUIN, E.; **A efetividade do acordo de Paris por meio da educação ambiental**. Revista Direito, Estado e Sociedade. PUC. n.45 p. 279-309, 2019.
- CALLÈDE, J.; COCHONNEAU, G.; RONCHAIL, J.; VIEIRA ALVES, F.; GUYOT, J.-L.; GUIMARAES, V. S.; OLIVEIRA, E. de; **Les apports en eau de l'Amazone à l'Océan Atlantique**. Journal of Water Science / Revue des Sciences de l'Eau, Lavoisier (Hermes Science Publications), 23 (3), pp.247-273, 2010.
- CELES, C. H. Z.; SHIMABUKURO, Y. E.; CAMPOS, M. A. A.; HIGUCHI, N.; **Estimativa de biomassa em uma floresta tropical no município de Maués – AM, Brasil**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.
- COSTA-NETO, S. V.; LIMA, M. S. **Projeto zoneamento ecológico-econômico do setor costeiro estuarino do Estado do Amapá: diagnóstico socioambiental, relatório técnico de vegetação**. MACAPÁ: IEPA, 2003, 38 p.
- GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M. M; SCOLFORO, J.R.S. **Estrutura e potencial futuro de utilização da regeneração natural de floresta de várzea alta no município de Afuá, Estado do Pará**. Ciência Florestal, v.13, n.2, p.71-82, 2003.
- HIGUCHI, F. G. **DINÂMICA DE VOLUME E BIOMASSA DA FLORESTA DE TERRA FIRME DO AMAZONAS**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2015.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **MANUAL TÉCNICO DA VEGETAÇÃO BRASILEIRA**. 2ª Edição; Manuais Técnicos em Geociências número 1. – Rio de Janeiro, 2012.
- JUNK W.J. **The Central Amazon Floodplain: Ecology of a Pulsing System**. Springer, New York, 1997.
- MACEDO, D.S.; OLIVEIRA JR., P.B.H.; NOGUEIRA, E.L.S.; GUEDELHA, C. **Produção madeireira, comercialização e o potencial para a certificação florestal nas várzeas: perspectivas para o novo milênio**. In: SALOMÃO, R.P.; TEREZO, E.F.M.; JARDIM, M.A.G. (Eds.) **Manejo florestal nas várzeas: oportunidades e desafios**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, p.139-175, 2007.

MIRANDA, D. L. C. de; SANQUETTA, C. R.; COSTA, L. G. da S.; CORTE, A. P. D.; **Biomassa e Carbono em Euterpe oleraceae Mart., na ilha do Marajó – PA.** Floresta e Ambiente. p 336-343, 2012.

NEVES, J. T.; BIZAWU, K.; **O EXTRATIVISMO DA MADEIRA NA AMAZÔNIA E SEUS IMPACTOS AMBIENTAIS: A CONTRIBUIÇÃO DO PROTOCOLO DE KYOTO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.** Revista *Argumentum*, V. 20, N. 2, pp. 465-483, 2019.

NOBRE, C. A.; REID, J.; VEIGA, A. P. S.; **FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.** – São José dos Campos, SP: Rede Clima/INPE, 2012.

PAIVA, W. S.; CAMELO, G. C. C.; ARAÚJO, R. F.; GOULART, S. L.; ABRÃO, S. F.; EBLING, A. A.; **PAGAMENTO POR SERVIÇO AMBIENTAL EM FLORESTA OMBRÓFILA Densa SECUNDÁRIA NO SUDESTE DO PARÁ.** BIOFIX Scientific Journal v. 5 n. 1 p. 114-120 2020

SANTOS, G.C.; JARDIM, M.A.G. **Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil.** Acta Amazonica, v.36, n.4, p.437-446, 2006.

SANTOS, S. R. M.; MIRANDA, I. S.; TOURINHO, M. M. **Análise florística e estrutural de sistemas agroflorestais das várzeas do rio Juba, Cametá, Pará.** Acta Amazonica, v.34, n.2, p.251-263, 2004.

SILVA, R. P. da. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM).** Tese (Doutorado em Ciências Florestais Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

SILVA, K. E.; SOUZA, C. R. de; AZEVEDO, C. P. de; ROSSI, L.M. B.; **Dinâmica florestal, estoque de carbono e fitossociologia de uma floresta densa de terra-firme na Amazônia Central.** Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 193-201, 2015.

ZELARAYÁN, M. L. C.; CELENTANO, D.; OLIVEIRA, E. C.; TRIANA, S. P.; SODRÉ, D. N.; MUCHAVISOY, K. H. M.; ROUSSEAU, G. X.; **Impacto da degradação sobre o estoque total de carbono de florestas ripárias na Amazônia Oriental, Brasil.** Acta Amazonica. vol.45 no.3 Manaus. 2015.

2. QUESTÃO, HIPÓTESES E OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1. Questão

Como variam os estoques de carbono da biomassa aérea arbórea nas florestas ombrófilas densas aluvias do complexo da ilha do Marajó?

2.2. Hipóteses

H0: As médias dos estoques de carbono das florestas ombrófilas densas aluviais de municípios do Delta do Amazonas não diferenciam.

H1: As médias dos estoques de carbono das florestas ombrófilas densas aluviais de municípios do Delta do Amazonas diferenciam.

2.3. Objetivos

2.2.1. Objetivo Geral

Entender como é distribuído geograficamente o estoque de carbono no Delta do Amazonas.

2.2.2. Objetivos Específicos

1. Delimitar a área de floresta ombrófila densa aluvial dos municípios do estudo.
2. Estimar o estoque de carbono da comunidade arbórea da floresta ombrófila densa aluvial do Delta do Amazonas.
3. Comparar o estoque de carbono de arbóreas da floresta ombrófila densa aluvial de municípios do Delta do Amazonas.

3. ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO DAS FLORESTAS OMBRÓFILAS DENSAS ALUVIAIS EM MUNICÍPIOS DO DELTA DO AMAZONAS.

RESUMO

Este estudo tem como objetivo entender como é distribuído geograficamente o estoque de carbono no Delta do Amazonas. Em 6 municípios da região foram instaladas 42 parcelas de 50m x 100m, onde foi identificado e medido o DAP de todos os indivíduos cuja essa variável fosse ≥ 10 cm. A área de estudo foi delimitada através de uma filtragem de Florestas Ombrófilas Densas Aluviais do Mapa de Vegetação do IBGE. A partir dos valores de DAP coletados, foram estimadas as alturas dos indivíduos arbóreos utilizando o modelo de Henricksen ajustado a partir dos dados de Chave (2014). Utilizando a altura estimada e a metodologia da média das 10% árvores mais grossas, foi determinada a altura dominante por parcela, que foi utilizada no fator de correção (fc) para a estimativa da biomassa fresca (PF) com uma equação de Manaus. Posteriormente calculado a quantidade de carbono através de simples multiplicação pelos teores de água e carbono adquiridos na literatura. O Inventário florestal do tipo estratificado foi processado a partir da quantidade estimada de carbono por parcela, onde foram considerados 6 estratos sendo eles os municípios. A análise de variância concluiu que existe vantagem nessa estratificação, pois diminui a variância e aumenta a precisão das extrapolações. Realizou-se a transformação Box-Cox, estimada e aplicada como proposto por Hawkins e Weisberg (2017) nos dados de estoque de carbono que então foram avaliados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Levene) e submetidos à análise de variância (ANOVA) acompanhada por teste de Tukey ($P < 0,05$). As avaliações estatísticas foram realizadas no software SISVAR (FERREIRA, 2019). Também foi concluído que apesar da aparente relação geográfica quanto à Hdom, os valores de carbono das parcelas entre os municípios não foram significativamente diferentes. Estimou-se que a floresta ombrófila densa aluvial do Delta do Amazonas tem no total de 285 milhões toneladas de estoque de carbono e em média $135,98 \text{ t.ha}^{-1}$, valor esse à baixo de valores de florestas de terra firme, mas próximos de outro estudo com florestas inundáveis e igapó.

Palavras chave: Alometria, inventário florestal, floresta de várzea, rio Pará/Tocantins, rio Amazonas

ABSTRACT

This study aims to estimate the carbon stock of the tree community in the dense alluvial ombrophilous forest of the Amazon Delta. In 6 municipalities in the region 42 plots of 50m x 100m were installed, where the DBH of all individuals whose variable was $\geq 10\text{cm}$ was identified and measured. The study area was delimited by filtering Alluvial Dense Rainforests from the IBGE Vegetation Map. That of the inventory data, the height of the tree individuals was estimated using the Henricksen model adjusted from the data from Chave (2014). From the estimated height, the dominant height per plot was determined, which was used in the correction factor (fc) to estimate fresh biomass (PF) with an Manaus equation. Subsequently, the amount of carbon was calculated through simple multiplication by the water and carbon contents acquired in the literature. The stratified forest inventory was processed based on the estimated amount of carbon per plot, where two types of stratification were considered: 1st. 6 strata, being the municipalities; 2nd. 2 strata, being the hydrographic regions of the mouth of the Amazon River and the hydrographic region Rio Pará / Foz do Tocantins River. In the first stratification, the analysis of variance concluded that there is an advantage in this stratification, since it reduces the variance and increases the accuracy of the straps. It was also concluded that there is a geographical relationship of site quality, in which the dominant height and the dominant diameter, average of the 10% thickest trees, is greater in the hydrographic region of the Amazon River than in the hydrographic region of the Pará / Tocantins River. It was estimated that the dense alluvial rain forest in the Amazon Delta has a total of 285 million tons of carbon stock and an average of 135.98 t.ha⁻¹. In the second stratification, it was concluded that, statistically, the average carbon stock of the alluvial dense ombrophilous forest of the hydrographic regions of the Amazon Delta are the same.

Keywords: Allometry, forest inventory, floodplain forest, Pará / Tocantins River, Amazon River

3.1. INTRODUÇÃO

No Brasil, no período de 1990-2010, os setores: floresta e agricultura somaram 79% das emissões nacionais de carbono (MCTI, 2013 apud HIGUCHI, 2015). No setor da floresta, é possível associar as emissões ao desmatamento da Amazônia. A Floresta Amazônica, maior floresta tropical do mundo, assume papel importante na prestação de todos os serviços ambientais, essencialmente sobre os serviços de regulação que são “benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais” (PAIVA et al., 2020). Segundo Higuchi (2015), apesar de se tratar de uma floresta equilibrada, a floresta amazônica se comporta como um “sumidouro”, pois além de absorverem o gás carbônico da atmosfera, armazenam por muito tempo.

De acordo com o INPE (2014 apud ZELARAYÁN, 2015), atualmente, 20% da Amazônia já foi desmatada, e “o desmatamento dessa região é a principal fonte das emissões brasileiras de dióxido de carbono para a atmosfera” (MCT, 2013 apud ZELARAYÁN, 2015).

Segundo o site Terra Brasilis do INPE com dados do projeto PRODES atualizados em dezembro de 2020, o Pará é o estado da Amazônia com maior Incremento de desmatamento acumulado, com 44,17% da área desmatada até então na Amazônia. Estado com superfície territorial de 1.248.042 km², tem mais de 39 mil quilômetros quadrados de área de floresta desmatada. As florestas do estado podem ser classificadas com base nos critérios fisionômicos em dois grandes grupos: planície de inundação (mata de várzea e mata de igapó) e o restante compreendem os ecossistemas de terra firme (floresta de terra firme, campos e cerrados) (DIAS et al., 1991)

As várzeas ou Florestas Ombrófilas Densas Aluviais (de acordo com a classificação do IBGE, 2012), são ambientes frágeis e de difícil recuperação uma vez alteradas pela intervenção humana. Almeida *et al.*, (2004) afirmam em seus estudos que o grau de resiliência de várzeas é baixo e a remoção da cobertura vegetal pode simplesmente levar a perda do habitat, face à importância ecológica e estrutural que as plantas desempenham para a manutenção desse ecossistema. As atividades agrícolas e extrativistas são fatores que contribuem para a degradação desses ambientes (COSTA NETO; LIMA 2003).

Neste sentido, o desenvolvimento de estudos que possibilitem identificar a quantidade de estoque de carbono em florestas passa a ser uma ferramenta importante, alicerçando conhecimentos já adquiridos e favorecendo a conservação da floresta e a efetivação do Pagamentos por Serviços Ambientais em florestas tropicais. Uma vez que, no

curto prazo, os benefícios da mitigação por meio do manejo florestal e do desmatamento evitado (ou seja, conservação das florestas) são maiores do que os benefícios do reflorestamento e do florestamento (IPCC, 2007 apud SILVA, 2015).

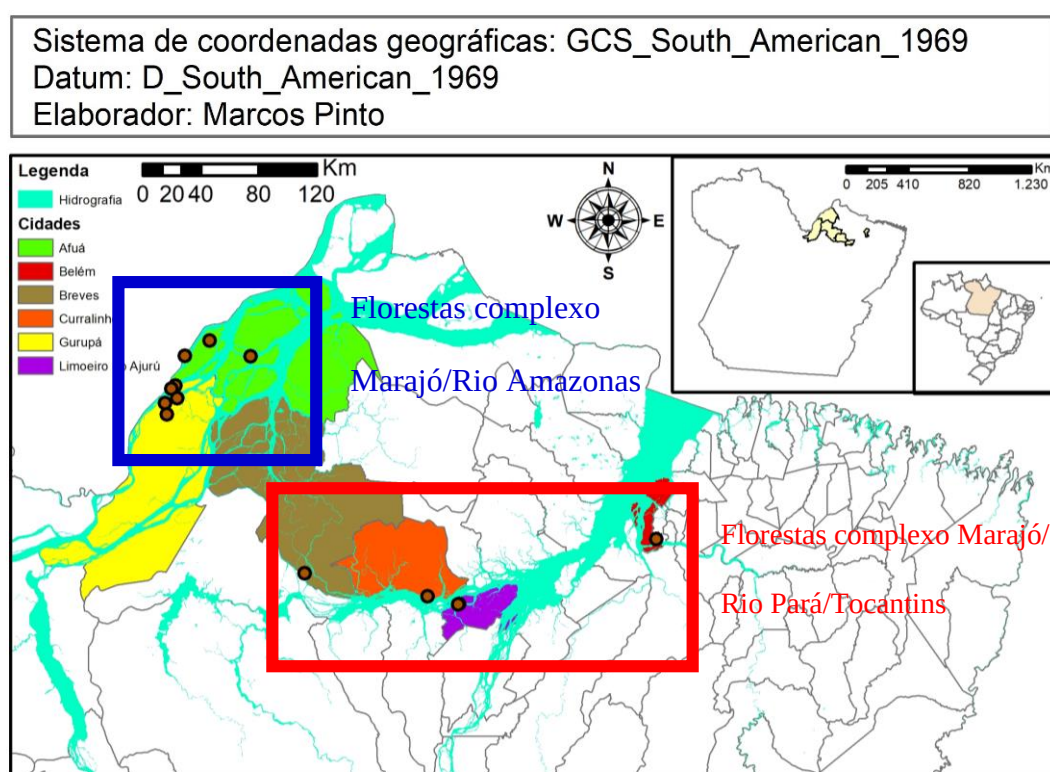
Nesse contexto, esse estudo tem como objetivo estimar o estoque de carbono da comunidade arbórea da floresta ombrófila densa aluvial do Delta do Amazonas e entender o seu gradiente na região.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Área de estudo e processo de amostragem.

As áreas das amostras experimentais do estudo estão localizadas no Delta do Amazonas (Figura 1), região localizada entre os estados brasileiros do Pará e Amapá. Faz parte do bioma amazônico, ecossistema várzea, às margens do Oceano Atlântico, vegetação florestal ombrófila densa aluvial, também conhecida como de várzea flúvio-marinha, do estuário dos rios Amazonas e Tocantins/Pará

Figura 1 - Mapa de localização das duas regiões hidrográficas do Delta do Amazonas, municípios no estudo e locais onde foram alocadas as parcelas amostrais dos inventários florísticos.



Fonte: Autor (2021).

As parcelas estão localizadas em fragmentos de diferentes intensidades de alagamento, onde, as parcelas localizadas no Rio Amazonas estão em pequenas extensões de terra (ilhas) e sofrem regime mais intenso de alagamento, distantes de outro tipo florestal. Diferente das parcelas localizadas no Rio Pará/Tocantins, que são influenciadas, em sua composição

florística até por florestas de Terra-firme, devido à localização das parcelas em extensas porções de terra ou continente.

Foram instaladas 42 parcelas permanentes de dimensões 50m x 100m (5.000m², conforme a Figura 2), totalizando 21 hectares em 6 municípios sob análise nesse estudo, sendo 22 parcelas no rio Amazonas e 20 parcelas no rio Pará/Tocantins. (Figura 1 e Quadro 1)

Quadro 1 - Regiões hidrográficas com amostragens de parcelas permanentes de monitoramento florestal contínuo no Delta Amazonas, conforme: rios; municípios; número de parcelas; e, ano que ocorreu a medição.

Região Hidrográfica	Município	Nº de parcelas	Ano da medição
Rio Amazonas	Afuá	10	2012 e 2014
	Gurupá	12	2012 e 2014
SubTotal Rio Amazonas		22	-
Rio Pará/Tocantins	Breves	3	2012
	Curralinho	3	2012
	Limoeiro do Ajuru	4	2012
Rio Guamá	Belém	10	2013
SubTotal Rio Pará/Tocantins		20	-
Total	6	42	-

Fonte: Autor (2021).

Essas parcelas permanentes foram instaladas de modo sistemático obedecendo critério de distância mínima de 500 metros entre as parcelas no sentido da diagonal maior das ilhas. Foi realizado o inventário florestal de todos os indivíduos das espécies arbóreas e palmeiras com diâmetro à 1,3m do solo (DAP) a partir do diâmetro de inclusão ≥ 10 cm. Todo o indivíduo residente na parcela foi enumerado com placa de alumínio constatando o nº da parcela, nº da subparcela e nº do indivíduo, medido o DAP e identificado, primeiramente, a partir do nome popular e posteriormente conforme a espécie o nome científico.

Na ocorrência de dúvidas na identificação dos indivíduos, foram coletadas amostras férteis para posterior verificação no herbário da Embrapa Amazônia Oriental. Os indivíduos não identificados há nenhum nível foram contabilizados na denominada espécie genérica “Não identificada”.

Os dados foram processados e analisados no software Manejo de Floresta Tropicais – MFT, da Embrapa Amazônia Oriental, e posteriormente exportados para planilhas eletrônicas do software Microsoft Excel, para elaboração das análises complementares.

Figura 2 – Croqui da forma retangular e dimensões da parcela (50m x 100m) e subparcelas (10m x10m) enumeradas sequencialmente.

50 m		1	6	11	16	21	26	31	36	41	46
		2	7	12	17	22	27	32	37	42	47
		3	8	13	18	23	28	33	38	43	48
		4	9	14	19	24	29	34	39	44	49
	10 m	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
		10 m									
100 m											

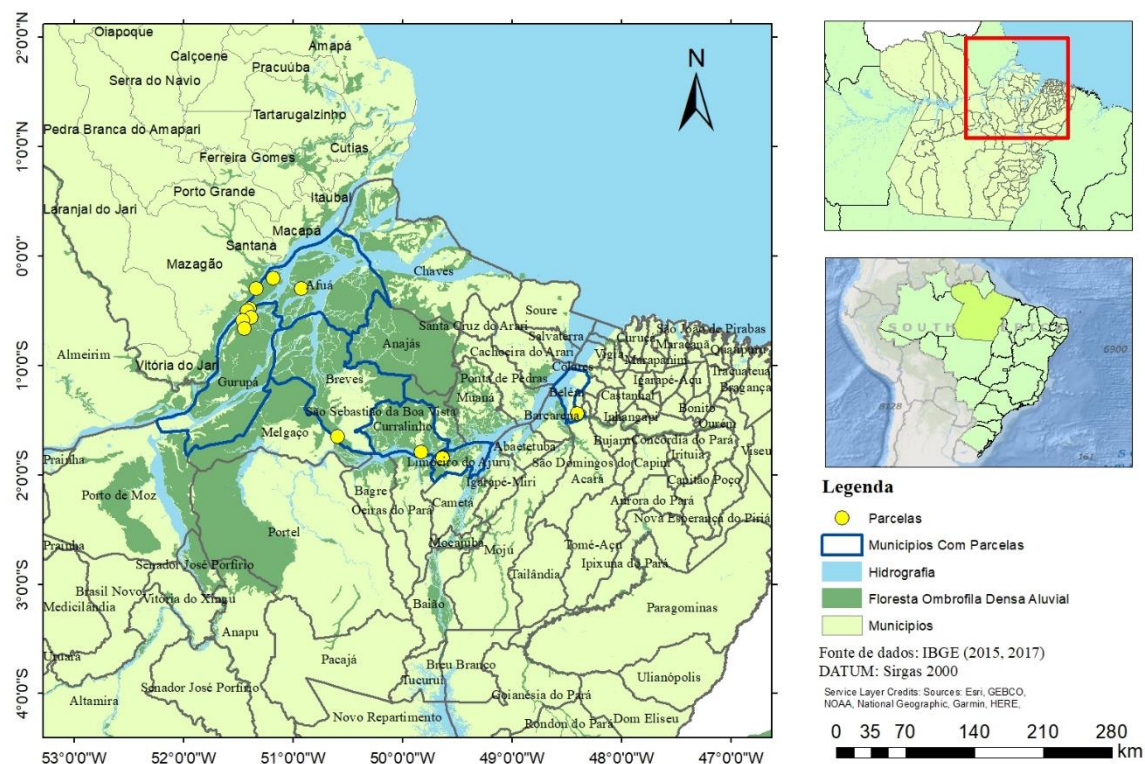
Fonte: Autor (2021).

3.2.2. Delimitação da área de estudo.

Para determinar a área de floresta ombrófila densa aluvial da região hidrográfica foi elaborado um mapa que classificou e estabeleceu limites para essa vegetação. A partir desse mapa foi calculada a área dos polígonos resultado dessa classificação. Esse mapa foi elaborado a partir da filtragem das imagens de zoneamento da floresta ombrófila densa aluvial, dados do mapa de vegetação do Brasil do IBGE (2006), e recortados a partir dos limites políticos dos municípios que possuem parcelas.

A área de estudo concentra grande parte da Floresta Ombrófila Densa Aluvial da região (Figura 3), sendo a maior parte desse tipo de vegetação presente nas proximidades da fronteira do Pará e Amapá, do lado paraense do rio Amazonas, área predominante de ilhas.

Figura 3 - Mapa da delimitação de floresta ombrófila densa aluvial, feito a partir da filtragem de dados da classificação da vegetação do Brasil pelo IBGE, (2006).



Fonte: Autor (2021).

Dos seis municípios do estudo, Belém foi o que teve menor área de floresta ombrófila densa aluvial, enquanto que as maiores áreas foram nos municípios Gurupá, Breves e Afuá, respectivamente. (Tabela 1)

Tabela 1 - Tamanho das áreas de floresta ombrófila densa aluvial por região hidrográfica e município com áreas amostrais de parcelas permanentes.

Região Hidrográfica	Município	Área (Km ²)	Área (ha)
Rio Amazonas	Afuá	5.370,78	537.078,48
	Gurupá	6.352,29	635.229,03
Subtotal		11.723,07	1.172.307,51
Rio Tocantins/Pará	Belém	92,94	9.293,86
	Breves	5.786,03	578.603,14
	Curralinho	2.681,47	268.147,44
	Limoeiro do Ajuru	677,83	67.783,12
Subtotal		9.238,28	923.827,56
Total Geral		20.961,35	2.096.135,07

Fonte: Autor (2021).

Apesar de a maior parte da floresta ombrófila densa aluvial do município Breves ficar as margens do rio Amazonas, por conta da localização das parcelas a sua área na tabela 1 foi considerada fazendo parte do rio Pará. Isso contribuiu para que a diferença entre as áreas das regiões hidrográficas de floresta ombrófila densa aluvial por rio não fossem maiores.

3.2.3. Estimativa da altura por indivíduo e altura dominante das parcelas.

Como no inventário não foi coletada a variável altura, o modelo hipsométrico de Henricksen foi ajustado a partir de um banco de dados global de árvores colhidas diretamente em 58 locais, abrangendo uma ampla gama de condições climáticas e tipos de vegetação (4.004 árvores com $DAP \geq 5$ cm), disponível em Chave et al. (2014).

$$Ht = \beta_0 + \beta_1 \times \ln DAP \quad (\text{modelo hipsométrico de Henricksen})$$

Onde:

Ht = Altura total estimada.

β_0 e β_1 = coeficientes de interseção e da variável DAP , respectivamente.

$\ln DAP$ = logaritmo neperiano do diâmetro à 1,30m do solo.

Após a estimativa da altura total de cada fuste, foi calculado a média ponderada da altura para cada indivíduo, de modo a compensar a altura média de indivíduos com mais de um fuste.

$$MPHt_n = DAP_1 \times H_1 + DAP_n \times H_n / DAP_1 + DAP_n$$

Onde:

$MPHt_n$ = média ponderada da altura total do n ésimo indivíduo

DAP_1 = DAP do primeiro fuste do n ésimo indivíduo

H_1 = altura do primeiro fuste do n ésimo indivíduo

DAP_n = DAP do n ésimo fuste do n ésimo indivíduo

H_n = altura do n ésimo fuste do n ésimo indivíduo

Devido a disponibilidade do valor da altura dominante da Estação Experimental de Silvicultura Tropical (ZF2) do INPA em Higuchi (2015), pela metodologia de média das 10% árvores mais grossas. O cálculo da altura dominante das parcelas em estudo foi feito obedecendo os mesmos critérios, uma vez que se tem como objetivo utilizar esses valores

no fator de correção para a estimativa da biomassa e posteriormente do carbono. Nos indivíduos com mais de um fuste, foi utilizada a média ponderada das alturas dos fustes.

3.2.4. Estimativa Carbono por indivíduo.

A estimativa da biomassa fresca total (parte aérea + raízes grossas) por indivíduo foi calculada pela equação ajustada por Silva (2007), para floresta primária em Manaus, com $R^2 = 0,94$ e $Syx\% = 3,9\%$. Isso significa que este modelo através do coeficiente de determinação, explicou 94% da variação dos dados, com percentual do erro padrão da estimativa de 3,9% em relação à média.

Reforçando o exposto por Silva (2007) e Higuchi (2015), reconhece-se que não é possível utilizar a equação de biomassa ajustada para a região de Manaus (SILVA, 2007), em outra região da Amazônia. Nesse sentido, utilizando de metodologia proposta por Higuchi (2015) para compensar as diferenças entre a estrutura vertical das florestas das localidades amostradas, foi calculado um “fator de correção” (fc) de cada parcela, para a equação de biomassa por meio da relação entre a Hdom (altura dominante) da Estação Experimental de Silvicultura Tropical (ZF2) do INPA em Manaus e a Hdom de cada uma das parcelas amostradas no Delta do Amazonas, sendo assim as equações utilizadas foram:

$$PF = 2,7179 \times DAP^{1,8784} \times fc$$

$$fc = Hdom_i / Hdom_{ZF2}$$

$$MPD_n = DAP_1^2 + DAP_n^2 / DA_1 + DAP_n$$

Onde:

PF = Peso Fresco Total (parte aérea + raízes grossas)

fc = fator de correção, é a razão entre as alturas dominantes do sítio inventariado ($Hdom_i$) e do sítio da equação ($Hdom_{ZF2} = 30,2$ m).

$Hdom_i$ = altura dominante estimada para a parcela i amostrada, em metros.

$Hdom_{ZF2}$ = altura dominante da ZF2 em Manaus (= 30,2m).

PF = biomassa fresca total por indivíduo em Kg.

MPD_n = média ponderada do DAP dos fustes do enésimo indivíduo, em cm.

DAP = diâmetro à 1,30 do solo, sendo utilizado a MPD_n

DAP_1 = diâmetro à 1,30m do solo, do fuste um do enésimo indivíduo, em cm.

DAP_n = diâmetro à 1,30m do solo, do enésimo fuste do enésimo indivíduo, em cm.

Para a estimativa do carbono foi feita a transformação de peso fresco para seco e, em seguida, em carbono, considerando os valores dos teores médios (de água e carbono na madeira) determinados por Silva (2007), cujo a média de biomassa seca total nas espécies amazônicas é 58,4%, bem como a percentagem de carbono (C) presente nessa biomassa seca é 48,5%. Por tanto para a estimativa de carbono será aplicada a seguinte expressão:

$$C = (PF \times 0,584) \times 0,485$$

$$C = PF \times 0,28324$$

Métodos indiretos fornecem dados essenciais que permitem a extrapolação de estoques de biomassa e carbono para os ecossistemas avaliados (SOMOGYI et al., 2006)

3.2.5. Processamento do Inventário Florestal, estimativa e extrapolação do estoque de carbono para a floresta ombrófila densa aluvial do delta do Amazonas.

Os dados dos inventários foram processados e verificados se o tamanho amostral é suficiente para estimar o carbono geral da região e dos municípios em específico, de modo que, devido ao tamanho da área de estudo ser extensa e bastante dividida por rios, provavelmente seria necessário um grande número de parcelas para representar a variabilidade dessa população com elevada precisão. Visando diminuir essa variância e aumentar a significância, o inventário foi processado através do método de amostragem estratificado, descrito por Péllico Netto e Brena (1997), utilizando os valores do somatório da quantidade de carbono das parcelas e visando obter as estimativas especificamente dos municípios e gerais do tipo florestal na região, quanto a quantidade de carbono estocando nas florestas ombrófila densa aluvial, as parcelas foram divididas em 6 estratos que representam os respectivos municípios onde as parcelas estão alocadas (Afuá, Belém, Breves, Curralinho, Gurupá e Limoeiro do Ajuru).

Para que as estimativas determinadas fossem representativas do estrato e respectiva população, admitiu-se um erro de 10% sobre o valor médio do estoque de carbono, sendo testado a aderência do tamanho amostral do presente estudo. O número de parcelas consideradas representativas do estrato estudado foi igual ou superior ao número determinado para o tamanho ideal da amostra. O intervalo de confiança foi determinado ao nível de 95% de probabilidade com os limites inferior e superior que o estoque de carbono apresenta para determinada estratificação.

3.2.6. Comparação das médias dos estratos

Utilizando os valores de estoque de carbono por parcela estratificadas quanto ao município de alocação das parcelas, realizou-se uma análise de variância (ANOVA) para verificar se existe alguma diferença significativa entre as médias de estoque de carbono dos municípios ao nível de significância de 95%, ou seja, se pelo menos uma das médias dos estratos é diferente estatisticamente e se essa estratificação tem vantagem no que se refere à precisão do inventário florestal. Confirmado essa hipótese, fez-se necessário a realização teste Tukey, entretanto, para a realização do mesmo ele exige que algumas premissas sejam atendidas, como: distribuição normal dos resíduos e homogeneidade de variância. Os dados de estoque de carbono então foram avaliados quanto à homoscedasticidade (Levene) e normalidade (Shapiro-Wilk).

Os testes de Levene e Shapiro-Wilk resultaram em um p-valor significativo, ou seja, menor que 5%, teríamos que utilizar outro método estatístico para analisar nossos dados. Nesse caso, uma alternativa foi submeter os dados a transformação Box-Cox, estimada e aplicada como proposto por Hawkins e Weisberg (2017) nos dados de estoque de carbono que então foram avaliados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Levene) e submetidos à análise de variância (ANOVA) acompanhada por teste de Tukey ($P < 0,05$). As avaliações estatísticas foram realizadas no software SISVAR (FERREIRA, 2019).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Informações gerais do inventário e composição florística.

Foram inventariados 11.435 fustes com diâmetro à altura do peito (DAP) igual ou maior que 10 cm, em 21 ha, ou 544 fustes por hectare. Densidade semelhantes a encontrada por SOUZA & JARDIM (2015) numa floresta de várzea na Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combú em Belém. Sendo 3.797 fustes da família Arecaceae (palmeiras) e 7.638 fustes das demais famílias (arbóreas) representadas por 7.372 árvores (indivíduos arbóreos).

Identificou-se, através da distinção pelo nome vulgar, 284 espécies mais uma denominada de “Não identificada” com 98 indivíduos não identificados nem à nível de família. Sendo 11 espécies da família Arecaceae (palmeiras) e o restante, 273 espécies, arbóreas de 53 famílias (Anexo 1).

Destas 284 espécies, 39 espécies foram discriminadas à nível de gênero e 5 de família. A dificuldade de identificação dessas espécies ocorreu pela impossibilidade da obtenção de material botânico fértil, dificultando uma análise mais detalhada das mesmas.

As 284 espécies estão incluídas em 160 gêneros e 54 famílias botânicas (Anexo 2). Dessas espécies um total de 58 (20,42 %) apresentaram-se como muito raras, representadas por somente um indivíduo, 37 espécies (13,03 %) representadas por apenas dois e 19 espécies (6,69 %) por apenas três indivíduos, totalizando 40,14 % das espécies encontradas para apenas 1,26 % dos indivíduos. Gama et al. (2005) citaram que as florestas da Amazônia apresentam alta diversidade, a várzea menos que a de terra-firme, mas ambas com grande percentual de espécies raras.

Fabaceae foi a família mais representativa da comunidade analisada, com um total de 59 espécies, seguida de Sapotaceae, com 17 espécies, Malvaceae, com 14 espécies, Moraceae, com 13 espécies, Lecythidaceae com 12 espécies e Arecaceae, com 11 espécies. Por outro lado, Arecaceae foi a mais densa, com 33,21% dos indivíduos levantados. Para Santos e Jardim (2006) as palmeiras estão adaptadas às condições de várzea e por isso formam densas populações

Contabilizando a quantidade de fustes das famílias Arecaceae, Fabaceae, Malvaceae e Meliaceae, com 28,61 %, 5,37 % e 5,07 % representam mais de 70 % do total dos indivíduos encontrados na floresta, sendo mais de 60 % dos indivíduos das duas maiores. As famílias Arecaceae e Fabaceae também foram as com maior número de indivíduos encontrado por Almeida e Jardim (2011), numa floresta de várzea na Ilha de Sororoca, Ananindeua, Pará.

De toda a área estudada, observou-se as seguintes espécies como as 10 maiores populações com 6433 fustes: *Euterpe oleraceae* Mart. (Açaí), *Astrocaryum murumuru* Mart. (Murumuru), *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (Pracaxi), *Mora paraensis* (Ducke) Ducke (Pracuúba), *Manicaria saccifera* Gaertn. (Buçu), *Carapa guianensis* Aubl. (Andiroba), *Quararibea guianensis* Aubl. (Inajarana), *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb. (Ucuúba-da-várzea), *Macrobium bifolium* (Aubl.) Pers. (Iperana / jatobá-do-lago) e *Pterocarpus santalinoides* L'Hér. ex DC. (Mututi). Dessas dez espécies, a maioria (*Euterpe oleraceae*, *Astrocaryum murumuru*, *Pentaclethra macroloba*, *Mora paraensis*, *Manicaria saccifera*, *Carapa guianensis*, *Virola surinamensis* e *Pterocarpus santalinoides*), também estiveram entre as dez de maior valor de importância encontrados por Carim, et al., (2008), em uma floresta de várzea no Município de Mazagão, Estado do Amapá.

A *Pentaclethra macroloba* (Pracaxi) é uma das espécies mais importantes no ecossistema de várzea na região estuariana do Delta do Amazonas, segundo Crespi e Guerra (2013), é uma espécie que pode ser apreciável fonte de renda para as comunidades locais, devido a possível utilização de suas sementes na produção do seu óleo, que pode ser utilizado na cozinha, para frituras, e também como remédio, devido suas propriedades anti-inflamatórias.

A *Euterpe oleraceae* Mart. (Açaí) deve sua representatividade de densidade do povoamento à sua importância economia da população local. Gama et al. (2002) considera a palmeira como uma das maiores demandas econômicas do estuário amazônico. Segundo Miranda et al. (2012) esse interesse econômico que o açaí tem despertado se dá devido às suas perspectivas de aplicação nas indústrias alimentícias e à relativa facilidade de extração.

3.3.2. Estimativa de altura e altura dominante.

O ajuste do modelo hipsométrico de Henricksen, para a estimativa de altura desses indivíduos, a partir de dados de alturas e diâmetros utilizados por Chave (2014), gerou uma equação com alta correlação (bom ajuste), com valor de coeficiente de determinação $R^2 = 0,7$ (Tabela 3). Isso quer dizer que, transformando para porcentagem, temos que a variável DAP tem 70% de impacto sobre a variável Altura, ou seja, a variável DAP explica o comportamento da variabilidade que ocorre com a variável altura em 70%.

Tabela 3 - Dados da estatística da regressão do modelo hipsométrico de Henricksen.

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	0.84
R-Quadrado	0.70
R-quadrado ajustado	0.70
Erro padrão	5.92
Observações	4004

Fonte: Autor (2021).

O erro padrão identifica que a equação pode errar para mais ou para menos quase 6 metros. Observando o p-valor é possível concluir que existe alta correlação entre as variáveis DAP e Altura, dado a significância. (Tabela 4)

Tabela 4 - Dados da regressão do modelo hipsométrico de Henricksen com dados de 4.004 árvores de várias regiões tropicais do mundo, disponível em Chaves (2014).

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Interseção	-16.04371	0.35	-46.29	0.00	-16.72	-15.36	-16.72	-15.36
Variável X 1	11.33871	0.12	96.13	0.00	11.11	11.57	11.11	11.57

Fonte: Autor (2021).

Do modelo hipsométrico de Henricksen ajustado, foram estimadas as alturas das árvores e posteriormente foram estimados os valores da altura dominante a partir da média das 10% mais grossas (Tabela 5).

O cálculo do “fator de correção” do modelo de biomassa foi levado em consideração o efeito da altura dominante no nível de incerteza da estimativa, para compensar as diferenças entre a estrutura vertical das florestas das localidades amostradas. A equação de Silva (2007) foi adequada em função da relação entre a Hdom de Manaus (30,2 m) e a Hdom da parcela alvo (Tabela 5).

As estimativas de biomassa chegaram à ser até 12,61% maior na parcela 16 que fica no município de Gurupá (Rio Amazonas), as outras 14 parcelas com maiores valores ficaram distribuídas entre os municípios de Gurupá e Afuá (ambos no Rio Amazonas). Por outro lado, observa-se até 15,70% menores na parcela 36 que fica em Curralinho (Rio Pará), entre as outras menores estão principalmente parcelas de Belém, Curralinho e Limoeiro do Ajuru (Tabela 5). Evidenciando uma tendência de relação geográfica quanto à qualidade de sítio. Almeida et al. (2004) estabeleceu uma relação geográfica quanto à riqueza de espécies nessa região, onde, a diversidade aumenta dos sítios mais extremos do delta (no limite com o oceano) para aqueles localizados mais para o interior.

Tabela 5 - Altura dominante da Hdom_{ZF2} em Manaus, número de indivíduos (ni), número que representa 10% dos indivíduos, a Altura dominante, desvio padrão de cada parcela e seus respectivos fatores de correção do modelo de biomassa.

Rio	Município	Parcela	ni	10%ni	Hdom	Desvio Padrão	fc
	Manaus	Hdom _{ZF2}			30,2		1,0000
Rio Amazonas	Afuá	1	142	15	32.04	0.99	1.0609
		2	106	11	33.60	2.40	1.1126
		3	120	12	32.95	1.57	1.0911
		4	149	15	31.57	2.61	1.0455
		5	137	14	31.74	2.15	1.0510
		6	196	20	28.42	2.53	0.9412
		7	124	13	31.50	2.73	1.0430
		8	127	13	28.83	1.07	0.9547

		9	173	18	29.45	1.96	0.9750
		10	100	10	30.20	2.72	1.0000
		11	125	13	31.86	2.04	1.0551
		12	136	14	31.99	2.23	1.0593
		13	134	14	30.91	2.23	1.0237
		14	114	12	33.11	2.06	1.0963
		15	190	19	33.61	2.00	1.1128
	Gurupá	16	83	9	34.01	1.20	1.1261
		17	137	14	32.50	1.54	1.0762
		18	153	16	30.03	2.66	0.9943
		19	142	15	32.89	3.12	1.0891
		20	130	13	32.40	2.90	1.0729
		21	184	19	29.00	2.78	0.9603
		22	230	23	31.59	1.48	1.0461
		23	239	24	26.11	2.71	0.8644
		24	179	18	29.57	5.51	0.9793
		25	256	26	29.91	3.23	0.9904
		26	280	28	27.48	3.29	0.9100
Rio Guamá/Tocantins	Belém	27	231	24	28.02	2.15	0.9278
		28	186	19	28.28	2.68	0.9363
		29	199	20	29.78	2.77	0.9861
		30	202	21	26.31	2.50	0.8713
		31	240	24	28.63	2.87	0.9479
		32	299	30	27.14	1.78	0.8987
		33	116	12	28.45	1.45	0.9419
	Breves	34	151	16	27.97	1.69	0.9261
		35	116	12	29.90	3.29	0.9900
		36	207	21	25.46	1.99	0.8430
	Curralinho	37	190	19	29.68	2.23	0.9826
		38	210	21	27.35	2.65	0.9056
		39	189	19	29.94	2.76	0.9913
	Limoeiro do Ajuru	40	222	23	31.06	2.75	1.0286
		41	294	30	26.47	1.99	0.8766
		42	234	24	25.83	2.02	0.8553

Fonte: Autor (2021).

3.3.3. Estimativa do estoque de carbono

Os fatores de correção (fc), estimados por meio da relação entre a H'dom de ZF2 e das parcelas amostradas, foram aplicados na equação de biomassa individual indivíduo arbóreo de cada parcela. Dessa forma, as estimativas dos estoques de biomassa e carbono, calculados por meio de uma equação ajustada para Manaus, foram compensadas. Assim, a combinação da densidade (número de indivíduos por hectare) com a área basal e a Hdom aponta para o sítio com a maior estimativa de biomassa e posteriormente de carbono.

Realizou-se a transformação Box-Cox nos dados de estoque de carbono das parcelas dos municípios, que então foram avaliados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e homoscedasticidade (Levene) e submetidos à ANOVA (Tabela 6) acompanhada por teste de Tukey ($P < 0,05$). As avaliações estatísticas foram realizadas no software SISVAR (FERREIRA, 2019).

Tabela 6 – Resultado da análise de variância

<i>Fonte da variação</i>	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>
Entre grupos	5	1,0372	0,2074	4,5113**	0,0027
Dentro dos grupos	36	1,6554	0,0460	-	
Total	41	2,6926	-	-	
Coeficiente de variação (%) = 4,3135					

Fonte: Autor (2021)

Apenas as médias de Gurupá e Breves foram considerados diferentes estatisticamente pelo teste Tukey, classificados como “a” e “b”, sendo a maior e a menor média respectivamente dos municípios. Os demais ficaram na interseção da classificação do teste, como “ab”, pois a média não difere estatisticamente de “a” e de “b”.

Tabela 7 – Resultado do Teste Tukey ($p < 0,05$) entre os municípios do delta do Amazonas.

Município	Média (Mg/ha)	Diferenças
Gurupá	173.55	a
Limoeiro do Ajurú	163.91	ab
Belém	146.12	ab
Afuá	140.32	ab
Curralinho	127.53	ab
Breves	91.20	b

O inventário florestal estratificado processado a partir dos valores de estoque de carbono das parcelas considerando os municípios com parcela como estratos, onde foi estabelecido 6 estratos (Municípios), admitindo-se um erro de 10% sobre o valor médio do estoque de carbono, o número de parcelas inventariadas foi suficiente para 4 estratos, sendo eles: Afuá, Belém, Gurupá e Limoeiro do Ajuru. Podendo-se extrapolar as médias da amostra para a população (Tabela 7).

As parcelas dos municípios Breves e Curralinho (ambos com 3 parcelas) não foram suficientes, faltando 4 e 1 parcelas respectivamente. Esse resultado anula o adquirido no tukey que classificou o município de Breves, que tem a menor média, diferente estatisticamente de Gurupá que tem a maior média. Apesar dos resultados que mostram a tendência de diferenciação entre as médias desses municípios, não é possível fazer essa afirmação admitindo o erro de até 10% sobre o valor médio do estoque de carbono, sendo necessário um número maior de amostras para isso.

Carim et al. (2018) estimou e comparou a biomassa lenhosa acima do solo ao longo do gradiente inundável de várzea e igapó também na foz do rio Amazonas, mas no estado do Amapá e concluiu que a estrutura e o acúmulo de biomassa não foram significativos

Em média, a floresta ombrófila densa aluvial do Delta do Amazonas tem 135,98 Mg.ha⁻¹ de estoque de Carbono e uma estimativa total de 285.036.517,33 Mg de estoque de carbono apenas em arbóreas em uma área de . 2.096.135,074 hectares.

Houghton et al. (2001) apud Souza et al. (2012), estimaram biomassa média de florestas de terra-firme em 177 Mg C ha⁻¹. Valor esse acima também do encontrado por Carim et al. (2018) em florestas de várzea e igapó no Amapá (biomassa = 198,56 Mg há⁻¹, $c = 198,56 \times 0,584 = 115,959 \text{ Mg C ha}^{-1}$)

Tabela 7 - Dados do processamento do inventário estratificado com 6 estratos, sendo eles os municípios que possuem parcelas, a partir das estimativas de carbono em toneladas por hectare.

parcela	Afuá C(Mg.ha ⁻¹)	Belém (Mg.ha ⁻¹)	Breves (Mg.ha ⁻¹)	Curralinho (Mg.ha ⁻¹)	Gurupá (Mg.ha ⁻¹)	Limoeiro (Mg.ha ⁻¹)
1	155.6266	121.0052	87.59629	98.00144	163.022	180.1704
2	152.2082	163.2397	91.88574	160.1655	176.703	208.962
3	142.4437	202.0259	94.10598	124.4345	153.6807	149.6101
4	165.6234	156.0791			145.0373	116.9021
5	136.5528	146.9914			250.5144	
6	162.1174	108.7251			152.6692	
7	144.4499	142.746			179.6624	
8	99.82479	105.0005			123.5652	
9	143.8916	154.4817			155.8328	
10	100.4459	160.921			146.565	
11					138.4598	
12					296.8489	
Média por estrato (Mg.ha ⁻¹)xh	140.3184	146.1216	91.196	127.5338	173.5467	163.9112
Variância por estrato s ² h=	529.9259	837.6459	10.95084	973.2954	2518.176	1569.436
Σ Média estratificada geral=			135.9819416			
Intervalo de confiança para a média						
Limite Inferior =			125.2580816			
Limite Superior =			146.7058017			
Intervalo de Confiança para a população						
Limite Inferior =			262557858.1			
Limite Superior =			307515176.5			
Carbono por Estrato (Mg.ha ⁻¹)						
Afuá			75362009.75			
Belém			1358032.70			

Breves				52766294.54		
Curralinho				34197861.83		
Gurupá				110241908.17		
Limoeiro do Ajuru				11110410.34		
Grandeza da Amostra da população						
(Wh*s²h)=	135.7793	3.713959	3.022796	124.5085	763.1276	50.75116
Σ(Wh*s²h)=	1080.903					
		necessita	amostradas	situação		
n=	23.87575	24	42	suficiente		
Grandeza da Amostra por estrato						
Afuá	6.149357	7	10	suficiente		
Belém	0.106411	1	10	suficiente		
Breves	6.6248	7	3	faltando 4 parcelas		
Curralinho	3.070193	4	3	faltando 1 parcela		
Gurupá	7.273146	8	12	suficiente		
Limoeiro do Ajuru	0.776093	1	4	suficiente		

Fonte: Autor (2021).

3.4. CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo mostram que apesar dos resultados de Hdom que mostram a tendência de relação geográfica (gradiente) quanto às diferentes médias das parcelas entre os municípios, os estoques de carbono entre os municípios do Delta do Amazonas não foram significativamente diferentes quando se admite o erro de até 10% sobre o valor médio do estoque de carbono na estimativa do tamanho amostral ideal.

As florestas ombrófilas densas aluviais apresentaram valores abaixo das florestas de terra firme e valores bem próximos a estudos em florestas inundáveis.

- Estima-se que a floresta ombrófila densa aluvial do Delta do Amazonas tem no total de 285.036.517,33 toneladas de estoque de carbono e em média 135,98 Mg C.ha⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 191-198, jun. 2011.
- ALMEIDA, S. S. de; AMARAL, D. D. do; SILVA, A. S. L. Análise florística e estrutura de florestas de várzea no estuário amazônico. *Acta Amaz.* vol.34 no.4 Manaus Oct./Dec. 2004
- CARIM, M. J. V.; WITTMANN, F.K.; PIEDADE, M. T. F.; GUIMARÃES, J. R. da S.; TOSTES, L. C. L.; Estimativa de biomassa lenhosa acima do solo ao longo do gradiente inundável de várzea e igapó na Amazônia oriental, Estado do Amapá. *Biota Amazônia*, Macapá, v.8, n 1, 2018.
- CARIM, M. J. V.; JARDIM, M. A. G.; MEDEIROS, T. D. S.; Composição Florística e Estrutura de Floresta de Várzea no Município de Mazagão, Estado do Amapá, Brasil. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 79, p. 191-201, set. 2008.
- CHAVE, J., M. REJOU-MECHAIN, A. BURQUEZ, E. CHIDUMAYO, M. S. COLGAN, W. B. C. DELITTI, A. DUQUE, T. EID, P. M. FEARNSSIDE, R. C. GOODMAN, M. HENRY, A. MARTINEZ-YRIZAR, W. A. MUGASHA, H. C. MULLER-LANDAU, M. MENCUCCINI, B. W. NELSON, A. NGOMANDA, E. M. NOGUEIRA, E. ORTIZMALAVASSI, R. PELISSIER, P. PLOTON, C. M. RYAN, J. G. SALDARRIAGA, AND G. VIEILLEDENT. **Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees**. *Global Change Biology*. 20: 3177–3190, 2014.
- CRESPI, B.; GUERRA, G. Ocorrência, coleta, processamento primário e usos do Pracaxi (*Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze) na Ilha de Cotijuba, Belém- PA. *Revista Brasileira de Agroecologia*, [S.l.], v. 8, n. 3, dec. 2013.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GAMA, J. R. V.; BOTELHO, S.A; BENTES-GAMA, M. M. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v.26, n.5, 2002.
- GAMA, J.R.V; SOUZA, A.L.; MARTINS, S.V.; SOUZA, D.R. Comparação entre florestas de várzea e de terra firme do Estado do Pará. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.607-616, 2005
- HAWKINS, D.M. WEISBERG, S. Combining the box-cox power and generalised log transformations to accommodate nonpositive responses in linear and mixed-effects linear models. *South African Statistical Journal*, Vol. 51, No. 2, 2017.
- HIGUCHI, F. G. **DINÂMICA DE VOLUME E BIOMASSA DA FLORESTA DE TERRA FIRME DO AMAZONAS**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2015.

IBGE. **Mapa de vegetação do Brasil.** 2006. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/vegetacao/10872-vegetacao.html?=&t=downloads> .

MIRANDA, D. L. C. de; SANQUETTA, C. R.; COSTA, L. G. da S.; CORTE, A. P. D.; **Biomassa e Carbono em Euterpe oleraceae Mart., na ilha do Marajó – PA.** Floresta e Ambiente. p 336-343, 2012.

PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal.** Curitiba: Ed. S. Péllico Netto, D.A. Brena, 1997.

SANTOS, G.C.; JARDIM, M.A.G. Florística e estrutura do estrato arbóreo de uma floresta de várzea no município de Santa Bárbara do Pará, Estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v.36, n.4, p.437-446, 2006.

SILVA, R. P. da. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias na região de Manaus (AM).** Tese (Doutorado em Ciências Florestais Tropicais) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2007.

SOUZA, A. P. S.; JARDIM, M. A. G. Diversidade florística e padrões ecológicos de palmeiras da Área de Proteção Ambiental, Ilha do Combu, Belém, Pará, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 5, n. 3, p. 8-13, 2015.

ANEXOS

Anexo 1: Tabela listando Famílias, nomes científicos e populares das espécies encontradas na floresta ombrófila densa aluvial do Delta do Amazonas.

FAMÍLIA	NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR
Acanthaceae	<i>Avicennia germinans</i> (L.) L.	Siriúba
Anacardiaceae	<i>Anacardium giganteum</i> W.Hancock ex Engl. <i>Spondias mombin</i> L. <i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Cajuaçu Taperebá Tapiririca
Annonaceae	<i>Duguetia echinophora</i> R.E.Fr. <i>Guatteria olivacea</i> R.E.Fr. <i>Unonopsis guatteroides</i> (A.DC.) R.E.Fr. <i>Xylopia</i> sp	Envira-surucucu Envira-preta Envira-preta-surucucu Envira-cana
Apocynaceae	<i>Ambelania acida</i> Aubl. <i>Aspidosperma carapanauba</i> Pichon <i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson <i>Lacmellea aculeata</i> (Ducke) Monach.	Pepino-do-mato Carapanaúba Sucuuba Pau-de-colher
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire et al.	Morototó
Arecaceae	<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart. <i>Astrocaryum vulgare</i> Mart. <i>Attalea maripa</i> (Aubl.) Mart. <i>Attalea phalerata</i> Mart. ex Spreng. <i>Euterpe oleracea</i> Mart. <i>Manicaria saccifera</i> Gaertn. <i>Mauritia flexuosa</i> L.f. <i>Oenocarpus bacaba</i> Mart. <i>Oenocarpus bataua</i> Mart. <i>Raphia vinifera</i> P.Beauv. <i>Socratea exorrhiza</i> (Mart.) H.Wendl.	Murumuru Tucumão / pupunharana Inajá Urucuri Açaí Bussú Buriti / miriti Bacaba Bataua Jupati Paxiúba
Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D.Don	Para-para
Boraginaceae	<i>Cordia lomatoloba</i> I.M.Johnst. <i>Cordia</i> sp	Freijó-branco lomatoloba Freijó-branco
Burseraceae	<i>Protium altsonii</i> Sandwith <i>Protium divaricatum</i> subsp. Krukovii (Swart) Daly <i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand <i>Protium sagotianum</i> Marchand <i>Protium</i> sp1 <i>Protium</i> sp2	Breu manga Breu lima Breu branco Breu Breu protium Breu vermelho

	<i>Protium trifoliolatum</i> Engl.	breuzinho
	<i>Trattinnickia rhoifolia</i> Willd.	Breu sucuruba
Calophyllaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	Jacaréuba
	<i>Caraipa grandifolia</i> Mart.	Tamanquaré / louro-tamanquaré
	<i>Caraipa odorata</i> Ducke	Uxirana
	<i>Caraipa richardiana</i> Cambess.	Tamaquaré-richardiana
	<i>Caraipa</i> sp	Macucu-falso
Caryocaraceae	<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	Piquiarana-da-várzea
Celastraceae	<i>Maytenus pruinosa</i> Reissek	Barbatimão
Chrysobalanaceae	<i>Hirtella</i> sp	Hirtela
	<i>Licania canescens</i> Benoist	Caripé-folha-branca/pintadinho
	<i>Licania heteromorpha</i> Benth.	Macucu-vermelho
	<i>Licania kunthiana</i> Hook.f.	Caripé
	<i>Licania laxiflora</i> Fritsch	Anoeré / anauerá
	<i>Licania licaniiiflora</i> (Sagot) Blake	Licania licaniiiflora
	<i>Licania longistyla</i> (Hook.f.) Fritsch	Licania longistyla
	<i>Licania robusta</i> Sagot	Licania robusta
	<i>Licania</i> spp	Licania spp
	<i>Parinari excelsa</i> Sabine	Parinari
Clusiaceae	<i>Garcinia macrophylla</i> Mart.	Bacuripari
	<i>Garcinia madruno</i> (Kunth) Hammel	Bacuripari folha grande
	<i>Rheedia</i> sp	Bacuri pepino
	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	Anani
	<i>Tovomita brevistaminea</i> Engl.	Manguerana
	<i>Tovomita choisyana</i> Planch. & Triana	Manquireana-folha-grande
	<i>Tovomita fructipendula</i> (Ruiz & Pav.) Cambess.	Manguerana
Combretaceae	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	Cuiarana do carroço folha pequena
	<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel.) Exell	Cuiarana-amarela / tanimbuca
	<i>Terminalia argentea</i> Mart.	Cuiarana
	<i>Terminalia dichotoma</i> G.Mey.	Cuiaraiana-fruto-alado
Dichapetalaceae	<i>Tapura guianensis</i> Aubl.	Pau-bicho
	<i>Tapura singularis</i> Ducke	Pau-bicho
Ebenaceae	<i>Diospyros artanthifolia</i> Mart.	Caqui/d. artanthifolia
	<i>Diospyros guianensis</i> (Aubl.) Gürke	Caqui-da-mata da várzea
	<i>Diospyros</i> sp	Caqui
Elaeocarpaceae	<i>Sloanea grandiflora</i> Sm.	Sloanea-folha-grande
	<i>Sloanea</i> sp	Urucurana
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum</i> sp	Pau-de-cobra
Euphorbiaceae	<i>Conceveiba guianensis</i> Aubl.	Arraeira
	<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	Seringueira da várzea

	<i>Hura crepitans</i> L.	Açacú
	<i>Sagotia racemosa</i> Baill.	Arataciu
	<i>Sapium marmieri</i> Huber	Murupita/ burra-leitera
Fabaceae	<i>Abarema jupunba</i> (Willd.) Britton & Killip	Fava-mapuchiqui/ saboeiro
	<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melancieira-da-várzea
	<i>Andira surinamensis</i> (Bondt) Splitg. ex Amshoff	Uchi-morcego
	<i>Campsiandra laurifolia</i> Benth.	Acapurana
	<i>Crudia bracteata</i> Benth.	Rim-de-paca
	<i>Crudia glaberrima</i> (Steud.) J.F.Macbr.	Rim-de-paca
	<i>Crudia oblonga</i> Benth.	Rim-de-paca
	<i>Cynometra bauhiniaefolia</i> Benth.	Jutairana / pacapeuá-falso
	<i>Cynometra cuneata</i> Tul.	Jatobá-do-lago
	<i>Cynometra marginata</i> Benth.	Pau-de-ferro
	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Sandwith	Jutaí-pororoca
	<i>Diploctropis martiusii</i> Benth.	Sucupira
	<i>Diploctropis purpurea</i> (Rich.) Amshoff	Sucupira-amarela
	<i>Erythrina</i> sp	Mulunguba
	Fabaceae	Melancieira-falsa
	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	Jatobá
	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Jatobá-peludo / jutaí
	<i>Hymenaea parvifolia</i> Huber	Jutaí-mirim
	<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	Ingá-vermelho
	<i>Inga auristellae</i> Harms	Ingá-folha-pequena
	<i>Inga capitata</i> Desv.	Ingá-capitata / inga-chinelo / inga-chato
	<i>Inga edulis</i> Mart.	Ingá-cipó
	<i>Inga gracilifolia</i> Ducke	Ingá-gracilifolia
	<i>Inga nobilis</i> Willd.	Ingá-nobilis
	<i>Inga pilosula</i> (Rich.) J.F.Macbr.	Ingá-nítida
	<i>Inga</i> sp	Ingá
	<i>Inga thibaudiana</i> DC.	Ingá-branco
	<i>Macrolobium angustifolium</i> (Benth.) R.S.Cowan	Jatobá-do-banhado
	<i>Macrolobium bifolium</i> (Aubl.) Pers.	Iperana / jatobá-do-lago
	<i>Macrolobium pendulum</i> Willd. ex Vogel	Arapari / ipezinho
	<i>Macrolobium</i> sp	Macrolobium
	<i>Mora paraensis</i> (Ducke) Ducke	Pracuúba
	<i>Ormosia coutinhoi</i> Ducke	Buiuçú
	<i>Ormosia flava</i> (Ducke) Rudd	Ormosia flava
	<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Fava-arara-tucupi
	<i>Parkia nitida</i> Miq.	Fava-vick

	<i>Parkia pendula</i> (Willd.) Benth. ex Walp.	Fava-bolota / angelim-saia / visgueiro
	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze	Pracaxi
	<i>Platymiscium trinitatis</i> Benth.	Macacaúba-da-várzea
	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> (DC.) G.P.Lewis & M.P.Lima	Timborana
	<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	Mututi-terra-firme
	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	Mututi /mutiti
	<i>Pterocarpus</i> sp	Mututirana
	<i>Swartzia arborescens</i> (Aubl.) Pittier	Pitaíca-folha-miúda / pacapeuá-falso
	<i>Swartzia laurifolia</i> Benth.	Pitaíca
	<i>Swartzia pachyphylla</i> Harms	Pitaíca
	<i>Swartzia racemosa</i> Benth.	Pacapeuá
	<i>Swartzia recurva</i> Poepp.	Macucu-branco
	<i>Swartzia</i> sp1	Casca-de-sangue
	<i>Swartzia</i> sp2	Loioca
	<i>Tachigali glauca</i> Tul.	Tachi-preto-folha-grande
	<i>Taralea oppositifolia</i> Aubl.	Cumarurana
	<i>Vatairea paraensis</i> Ducke	Fava-bolacha / fava-impigi
	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Acapu
	<i>Zygia ampla</i> (Spruce ex Benth.) Pittier	Jarandeua-folha-grande
	<i>Zygia inaequalis</i> (Willd.) Pittier	Ingarana
	<i>Zygia latifolia</i> (L.) Fawc. & Rendle	Jarandeua
	<i>Zygia latifolia</i> var. <i>communis</i> Barneby & J.W.Grimes	Jaranduba
	<i>Zygia ramiflora</i> (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	Zygia-folha-grande
Goupiaceae	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba
Hernandiaceae	<i>Hernandia guianensis</i> Aubl.	Ventosa
Humiriaceae	<i>Sacoglottis amazonica</i> Mart.	Achuá
	<i>Sacoglottis guianensis</i> Benth.	Uchirana
	<i>Vantanea guianensis</i> Aubl.	Uchirana
	<i>Vantanea parviflora</i> Lam.	Uchirana / axuá
Hypericaceae	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Pers.	Lacre
	<i>Vismia latifolia</i> (Aubl.) Choisy	Lacre-vermelho
Icacinaceae	<i>Poraqueiba</i> sp	Poraqueiba
Lamiaceae	<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng.	Tarumã-da-várzea
Lauraceae	<i>Licaria crassifolia</i> (Poir.) P.L.R.Moraes	Louro-canela
	<i>Mezilaurus mahuba</i> (A. Samp.) van der Werff	Mauba / itauba-da-várzea
	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees	Louro-preto
	<i>Nectandra</i> sp	Louro

	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees & Mart.) Mez	Louro abacaterana
	<i>Ocotea</i> sp	Louro-preto nd
Lecythidaceae	<i>Allantoma lineata</i> (Mart. ex O.Berg) Miers	Serú
	<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Tauari-fl-peluda
	<i>Couratari stellata</i> A.C.Sm.	Taurari-stelata
	<i>Eschweilera amazonica</i> R.Knuth	Matá-matá ci
	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Matamatá-branco
	<i>Eschweilera grandiflora</i> (Aubl.) Sandwith	Mata-matá-preto
	<i>Eschweilera</i> sp1	Jatereu / jatereua
	<i>Eschweilera</i> sp2	Matamatá sp
	<i>Gustavia augusta</i> L.	Geniparana
	<i>Gustavia hexapetala</i> (Aubl.) Sm.	Geniparana-folha-pequena
	<i>Lecythis idatimon</i> Aubl.	Matamatá-vermelho
	<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucaia
Linacea	<i>Hebepetalum humiriifolium</i> (G.Planch.) Benth.	Hebepetalum humiriifolium
Malvaceae	<i>Apeiba glabra</i> Aubl.	Pente-macaco-glabra
	<i>Apeiba</i> sp	Pente-de-macaco
	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Sumaúma
	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Mutamba
	<i>Pachira aquatica</i> Aubl.	Mamorana-várzea
	<i>Patinoa paraensis</i> (Huber) Cuatrec.	Cupuarana
	<i>Pseudobombax munguba</i> (Mart. & Zucc.) Dugand	Munguba
	<i>Quararibea guianensis</i> Aubl.	Inajarana
	<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) H.Karst.	Axixá
	<i>Sterculia pruriens</i> (Aubl.) K.Schum.	Axixá de terra firme
	<i>Theobroma cacao</i> L.	Cacau
	<i>Theobroma grandiflorum</i> (Willd. ex Spreng.) K.Schum.	Cupuaçu
	<i>Theobroma subincanum</i> Mart.	Cupuí
	<i>Theobroma sylvestre</i> Mart.	Cacauí
Melastomataceae	<i>Bellucia grossularioides</i> (L.) Triana	Gioaba-de-anta
	<i>Miconia poeppigii</i> Triana	Papaterra
	<i>Miconia</i> sp	Papaterra sp
	<i>Mouriri brachyanthera</i> Ducke	Muiráuba / cumatin
	<i>Mouriri grandiflora</i> DC.	Mouriri-fl-grande
	<i>Mouriri</i> sp	Cumatim-branco
Meliaceae	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba
	<i>Guarea glabra</i> vahl	Andirobarana folha grandre
	<i>Guarea guidonia</i> (L.) Sleumer	Andirobarana
	<i>Guarea kunthiana</i> A.Juss.	Andirobarana

	<i>Trichilia lecointei</i> Ducke	Cachuá
	<i>Trichilia micrantha</i> Benth.	Trichilia
	<i>Trichilia quadrijuga</i> Kunth	Jataúba
	<i>Trichilia</i> sp	Trichilia sp
Moraceae	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba
	<i>Brosimum acutifolium</i> Huber	Mururé
	<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Janitá-folha-pequena
	<i>Brosimum lactescens</i> (S.Moore) C.C.Berg	Amapaí
	<i>Brosimum potabile</i> Ducke	Amapá-amargoso
	<i>Clarisia ilicifolia</i> (Spreng.) Lanj. & Rossberg	Janitá
	<i>Ficus christianii</i> Carauta	Ficus-gameleira
	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Caxinguba / apuí / mata-pau
	<i>Helicostylis pedunculata</i> Benoist	Mratinga-fl-peluda
	<i>Helicostylis tomentosa</i> (Poepp. & Endl.) Rusby	Muiratinga-folha-peluda-grande
	<i>Maquira coriacea</i> (H.Karst.) C.C.Berg	Muiratinga-folha-pequena
	<i>Maquira guianensis</i> Aubl.	Muiratinga
	<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	Pama /muiratnga-folha-grande
Myristicaceae	<i>Campsonura ulei</i> Warb.	Ucuubinha / falso-pipo
	<i>Iryanthera paraensis</i> Huber	Ucuubarana
	<i>Virola michelii</i> Heckel	Ucuúba-da-terra-firme
	<i>Virola surinamensis</i> (Rol. ex Rottb.) Warb.	Ucuúba-da-várzea
Myrtaceae	<i>Calyptranthes</i> sp	Calyptranthes sp
	<i>Eugenia moschata</i> (Aubl.) Nied. ex T.Durand & B.D.Jacks.	Cumaterana
	<i>Eugenia patens</i> Poir.	Goiabinha
	<i>Eugenia patrisii</i> vahl	Araçá da mata
	<i>Eugenia</i> sp1	Eugenia sp1
	<i>Eugenia</i> sp2	Eugenia sp2
	<i>Eugenia</i> sp3	Goiabarana
	<i>Myrcia</i> sp	Myrcia sp
	<i>Myrciaria floribunda</i> (H.West ex Willd.) O.Berg	Myrciaria floribunda
	Myrtaceae	Myrtaceae
Nyctaginaceae	<i>Neea madeirana</i> Standl.	João-mole-vermelho / madeirama
	<i>Neea oppositifolia</i> Ruiz & Pav.	João-mole
	<i>Neea</i> sp	João-mole-nd
Ochnaceae	<i>Elvasia calophyllea</i> DC.	Pau-de-cobra-falso
	<i>Elvasia elvasioides</i> Gilg	Macucu-folha-lisa
	<i>Ouratea</i> sp	Ouratea sp

Olacaceae	<i>Chaunochiton kappleri</i> (Sagot ex Engl.) Ducke <i>Heisteria densifrons</i> Engl. <i>Heisteria spruceana</i> Engl. <i>Minquartia guianensis</i> Aubl.	Lacrão-da-mata Heisteria Limãozinho/ laranjinho / canela-de-vó Acariquara
Phyllanthaceae	<i>Amanoa guianensis</i> Aubl. <i>Hieronyma alchorneoides</i> Allemão <i>Margaritaria nobilis</i> L.f.	Amanoa guianensis Magconçalo Aquiui da várzea
Polygonaceae	<i>Coccoloba latifolia</i> Lam. <i>Triplaris weigeltiana</i> (Rchb.) Kuntze	Tabocão / caropa Tachi-da-várzea
Putranjivaceae	<i>Drypetes variabilis</i> Uittien	Marapanã
Rhamnaceae	<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	Sobraji
Rhizophoraceae	<i>Cassipourea guianensis</i> Aubl.	Mangue-da-várzea
Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) K.Schum. <i>Duroia longiflora</i> Ducke <i>Faramea capillipes</i> Müll. Arg. <i>Genipa americana</i> L. <i>Isertia longifolia</i> (Hoffmanns. ex Schult.) K.Schum. <i>Psychotria</i> sp Rubiaceae <i>Simira rubescens</i> (Benth.) Bremek. ex Steyerl.	Pau-mulato Puruí Caferana Genipapo Erva de rato Psychotria Rubiaceae Cor-rosa-rubiaceae
Salicaceae	<i>Banara guianensis</i> Aubl. <i>Casearia</i> sp <i>Laetia procera</i> (Poepp.) Eichler	Andorinha preta Casearia sp. Pau-jacaré
Sapindaceae	<i>Toulicia guianensis</i> Aubl.	Pitombarana
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum cuneifolium</i> (Rudge) A.DC. <i>Chrysophyllum prieurii</i> A.DC. <i>Ecclinusa guianensis</i> Eyma <i>Manilkara elata</i> (Allemão ex Miq.) Monach. <i>Micropholis guyanensis</i> (A.DC.) Pierre <i>Micropholis</i> sp <i>Pouteria coriacea</i> (Pierre) Pierre <i>Pouteria cuspidata</i> (A.DC.) Baehni <i>Pouteria guianensis</i> Aubl. <i>Pouteria multiflora</i> (A.DC.) Eyma <i>Pouteria oppositifolia</i> (Ducke) Baehni <i>Pouteria</i> sp1 <i>Pouteria</i> sp2	Abiu sessilis Abiu formol Seringarana / abiu-fl-opostas Maçaranduba Curupichá Micropholis Maçaranduba-da-várzea Abiu guajará Abiu vermelho Abiurana / cabeça-de-macaco Pouteria-opositifolia / sapotacea fl. opostas Abiu da folha grande Abiu pouteria

	<i>Pouteria</i> sp3	Goiabão-da-várzea
	<i>Pouteria virescens</i> Baehni	Abiu seco
	Sapotaceae	Abiu-sp
	<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A.DC.) Eyma	Jaraí / abiu-cheiroso
Simaroubaceae	<i>Simaba cedron</i> Planch.	Pau-para-tudo
	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá
Ulmaceae	<i>Ampelocera edentula</i> Kuhlman.	Coro-de-sapo / farinha-seca
Urticaceae	<i>Cecropia distachya</i> Huber	Embaúba-branca
	<i>Cecropia obtusa</i> Trécul	cecropia-branca
	<i>Cecropia pachystachya</i> Trécul	Embaúba-branca
	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Embaúba-vermelha
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	Embaúba-torém
	<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	Embaubarana
	<i>Pourouma minor</i> Benoist	Mapatirana
Verbenaceae	Verbenaceae	Verbenaceae
Violaceae	<i>Rinorea guianensis</i> Aubl.	Acariquarana
	<i>Rinorea paniculata</i> (Mart.) Kuntze	Acariquarana-da-várzea
Vochysiaceae	<i>Erisma calcaratum</i> (Link) Warm.	Unha-jaboti
	<i>Qualea acuminata</i> Spruce ex Warm.	Mandioqueira
	<i>Ruizterania albiflora</i> (Warm.) Marc.-Berti	Mandioqueira-várzea
	<i>Vochysia guianensis</i> Aubl.	Quaruba-várzea
Não identificada	Não identificada	Não identificada

Anexo 2: Tabela de distribuição de gêneros, espécies e número de indivíduos por famílias botânicas.

FAMÍLIAS	Nº de Gêneros	Nº de Espécies	Nº de Indivíduos	% de Nº de Indivíduos	% Nº de Espécies
Acanthaceae	1	1	1	0,01	0,35
Anacardiaceae	3	3	147	1,29	1,06
Annonaceae	4	4	47	0,41	1,41
Apocynaceae	4	4	6	0,05	1,41
Araliaceae	1	1	2	0,02	0,35
Arecaceae	8	11	3798	33,21	3,87
Bignoniaceae	1	1	8	0,07	0,35
Boraginaceae	1	2	57	0,5	0,7
Burseraceae	2	8	132	1,15	2,82
Calophyllaceae	2	5	87	0,76	1,76
Caryocaraceae	1	1	15	0,13	0,35
Celastraceae	1	1	1	0,01	0,35
Chrysobalanaceae	3	10	347	3,03	3,52
Clusiaceae	4	7	222	1,94	2,46
Combretaceae	2	4	59	0,52	1,41
Dichapetalaceae	1	2	14	0,12	0,7

Ebenaceae	1	3	11	0,1	1,06
Elaeocarpaceae	1	2	39	0,34	0,7
Erythroxylaceae	1	1	1	0,01	0,35
Euphorbiaceae	5	5	211	1,85	1,76
Fabaceae	25	59	3272	28,61	20,77
Goupiaceae	1	1	7	0,06	0,35
Hernandiaceae	1	1	9	0,08	0,35
Humiriaceae	2	4	35	0,31	1,41
Hypericaceae	1	2	5	0,04	0,7
Icacinaceae	1	1	1	0,01	0,35
Não Identificada		1	98	0,86	0,35
Lamiaceae	1	1	5	0,04	0,35
Lauraceae	4	6	59	0,52	2,11
Lecythidaceae	5	12	368	3,22	4,23
Linaceae	1	1	1	0,01	0,35
Malvaceae	9	14	614	5,37	4,93
Melastomataceae	3	6	25	0,22	2,11
Meliaceae	3	8	580	5,07	2,82
Moraceae	7	13	125	1,09	4,58
Myristicaceae	3	4	234	2,05	1,41
Myrtaceae	4	10	57	0,5	3,52
Nyctaginaceae	1	3	10	0,09	1,06
Ochnaceae	2	3	6	0,05	1,06
Olacaceae	3	4	86	0,75	1,41
Phyllanthaceae	3	3	35	0,31	1,06
Polygonaceae	2	2	6	0,05	0,7
Putranjivaceae	1	1	1	0,01	0,35
Rhamnaceae	1	1	2	0,02	0,35
Rhizophoraceae	1	1	2	0,02	0,35
Rubiaceae	7	8	117	1,02	2,82
Salicaceae	3	3	7	0,06	1,06
Sapindaceae	1	1	2	0,02	0,35
Sapotaceae	6	17	271	2,37	5,99
Simaroubaceae	2	2	5	0,04	0,7
Ulmaceae	1	1	6	0,05	0,35
Urticaceae	2	7	94	0,82	2,46
Verbenaceae	1	1	2	0,02	0,35
Violaceae	1	2	57	0,5	0,7
Vochysiaceae	4	4	26	0,23	1,41
Total	160	284 + 1 ñi	11435	100	100