



UFRR

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

ANDRESSA SAMPAIO OLIVEIRA

**ESTOQUE DE CARBONO DE PALMEIRAS ARBORESCENTES EM DIFERENTES
TIPOS DE FLORESTAS DO ECÓTONO NORTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA:
efeitos das condicionantes ambientais**

BOA VISTA, RR
2018

ANDRESSA SAMPAIO OLIVEIRA

**ESTOQUE DE CARBONO DE PALMEIRAS ARBORESCENTES EM DIFERENTES
TIPOS DE FLORESTAS DO ECÓTONO NORTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA:
efeitos das condicionantes ambientais**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, na área de concentração: Manejo e dinâmica de Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa.

BOA VISTA, RR
2018

Dados Internacionais de Catalogação na publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal de Roraima

O48e Oliveira, Andressa Sampaio.

Estoque de carbono de palmeiras arborescentes em diferentes tipos de florestas do ecótono norte da Amazônia brasileira : efeitos das condicionantes ambientais / Andressa Sampaio Oliveira. – Boa Vista, 2018.

53 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Roraima, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais - PRONAT.

1 - Arecaceae. 2 - Biomassa. 3 - Ilha de Maracá. 4 - Roraima.
I - Título. II - Barbosa, Reinaldo Imbrozio (orientador).

CDU - 582:504.03(811)

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária/Documentalista:
Maria de Fátima Andrade Costa - CRB-11/453-AM

ANDRESSA SAMPAIO OLIVEIRA

**ESTOQUE DE CARBONO DE PALMEIRAS ARBORESCENTES EM
DIFERENTES TIPOS DE FLORESTAS DO ECÓTONO NORTE DA AMAZÔNIA
BRASILEIRA: efeitos das condicionantes ambientais**

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em 30 de agosto de 2018 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:



Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa
Orientador - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia



Profa. Dra. Carolina Volkmer de Castilho
Membro - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



Prof. Dr. Edimilson Evangelista da Silva
Membro - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária



Prof. Dr. Paulo Emílio Kaminski
Membro - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Aos meus queridos avós, Manoel Sampaio e Raimunda
Sampaio, sem eles eu não seria nada, nem chegaria
onde estou.

AGRADECIMENTOS

Ao projeto institucional “Crescimento e mortalidade de árvores em florestas ecotonais de Roraima: efeito das condicionantes ambientais e da variabilidade climática” (PRJ 015/122 – Objeto 15/00377), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo CNPq 304204/2015-3) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Serviços Ambientais da Amazônia (INCT-ServAmb), pelo suporte financeiro para o desenvolvimento da pesquisa.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de minha bolsa de estudo.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), pelo apoio logístico no desenvolvimento do trabalho de campo.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) pela oportunidade de concluir um curso de pós-graduação de qualidade.

A toda equipe de analistas da Estação Ecológica de Maracá, em nome do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Aos meus avós: Manoel Sousa Sampaio e Raimunda Alves de Carvalho Sampaio, pelos exemplos de vida, pelas pessoas maravilhosas que são. Meus eternos companheiros, sempre dispostos a me ajudar em qualquer necessidade, me dando forças. Sem eles nada disso poderia ser realidade.

Ao meu esposo José Curintima Gomes, por todo o incentivo e confiança.

Ao meu orientador, Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa por toda colaboração, pelas revisões dos textos, por todo o carinho, paciência e atenção.

A professora Dra. Lidiany Carvalho, por toda ajuda na fase inicial do projeto.

Ao Williamar Rodrigues Silva e Carlos Darwin Angulo Villacorta pela disponibilização e ajuda nos bancos de dados (inventário florístico e edáfico).

Aos professores do PRONAT pelas contribuições dadas a minha formação.

A todos os integrantes das turmas 2016.1 de mestrado e doutorado do PRONAT. Com certeza fiz amigos que levarei para toda a vida.

Ao meu “irmão científico” Jafet Vieira da Silva e aos auxiliares de campo por toda ajuda e companheirismo no trabalho de campo.

A todas as pessoas que de alguma maneira contribuíram ou emanaram energias positivas para a realização desse trabalho.

Canção do exílio

Minha terra tem palmeiras,
Onde canta o Sabiá; As aves,
que aqui gorjeiam, Não
gorjeiam como lá.

Nosso céu tem mais estrelas,
Nossas várzeas têm mais
flores, Nossos bosques têm
mais vida, Nossa vida mais
amores.

Em cismar, sozinho, à noite,
Mais prazer eu encontro lá;
Minha terra tem palmeiras,
Onde canta o Sabiá.

Minha terra tem primores, Que
tais não encontro eu cá; Em
cismar –sozinho, à noite– Mais
prazer eu encontro lá; Minha
terra tem palmeiras, Onde
canta o Sabiá.

Não permita Deus que eu
morra, Sem que eu volte para
lá; Sem que disfrute os
primores Que não encontro
por cá; Sem qu'inda aviste as
palmeiras, Onde canta o
Sabiá.

(Gonçalves Dias)

RESUMO

As palmeiras (Arecaceae) integram uma das famílias botânicas mais importantes da Amazônia com ampla distribuição, abundância e grande potencial para remoção de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. Entretanto, pouco se sabe sobre sua real contribuição, pois geralmente esse grupo é excluído das estimativas ou considerado como árvores. Este estudo tem por objetivo determinar o estoque de carbono das palmeiras arborescentes que ocorrem sob diferentes condicionantes ambientais em florestas do ecótono norte da Amazônia Brasileira, tomando como base uma zona de contato savana-floresta do estado de Roraima. Para tanto, foi realizado um inventário florestal em 129 parcelas de 10mx50m (6,45ha). Foram quantificados o número de indivíduos de palmeiras associados à sua respectiva espécie e mensurados seu DAP (diâmetro à altura do peito), altura total e do estipe. Foram analisadas as condicionantes ambientais: fatores edáficos (textura - porcentagem de areia; e fertilidade - soma de bases, capacidade de troca catiônica e concentração de Fe⁺²), tipo de drenagem e a abertura do dossel. Abundância, área basal e biomassa foram considerados como descritores ecológicos e reduzidos individualmente por meio de uma análise multivariada (PCA - *Principal Component Analysis*). Foi utilizada ANOVA (Análise de Variância) para verificar a existência de diferenças significativas entre os dados dos parâmetros estruturais de cada espécie e dos três tipos florestais considerados (floresta ombrófila, estacional semidecidual e estacional decidual), ocorrendo diferença foi adotado o teste de Tukey. Realizou-se uma ordenação direta manual tomando como base as condicionantes ambientais e a abundância de indivíduos. O estoque de carbono foi calculado a partir de modelos derivados da literatura científica para a família, gênero e próprio para árvores. Foram observados 213 indivíduos de palmeiras arborescentes, pertencentes 5 espécies (*Astrocaryum aculeatum*, *Euterpe precatoria*, *Mauritia flexuosa*, *Attalea maripa* e *Oenocarpus bacaba*). DAP e altura do estipe diferiram significativamente entre as espécies, mas não foram detectadas diferenças para a altura total. Por outro lado, DAP, altura total e do estipe diferiram entre os tipos florestais. Apesar desse resultado, biomassa, área basal e densidade de grandes palmeiras não foram explicadas pelas variáveis ambientais analisadas. Por outro lado, o estoque de carbono foi distinto entre os três tipos florestais, sendo maior na floresta ombrófila (7,00 Mg ha⁻¹). As espécies diferiram entre si, sendo *A. maripa* a de maior biomassa e estoque de carbono (8,24 Mg ha⁻¹; 4,12 Mg C ha⁻¹) e *E. precatoria* a de menor (0,11 Mg ha⁻¹; 0,055 Mg C ha⁻¹). A estimativa do estoque de carbono foi distinta entre o modelo para palmeiras e o adotado de forma geral para árvores dicotiledôneas. O estudo concluiu que densidade de indivíduos e composição de espécies possuem padrões distintos entre os tipos florestais analisados, e que esses padrões remetem indiretamente a diferentes estoques de carbono por unidade de área. Contudo, os estoques de carbono não são explicados individualmente pelas variáveis testadas, sugerindo que outras condicionantes ambientais deveriam ser consideradas como delimitadoras dos estoques de carbono das grandes palmeiras entre os diferentes tipos florestais do ecótono estudado.

Palavras-chave: Arecaceae. Biomassa. Ilha de Maracá. Roraima.

ABSTRACT

The palms (Arecaceae) comprise one of the most important botanical families in the Amazon, with a wide distribution, abundance and large potential for the carbon dioxide removal (CO₂) from the atmosphere. However, few is known about their real contribution because it is generally excluded from the estimates or considered as trees in the calculations. This study has as objective determinate the carbon stock in large palms that exist under different environmental constraints in the Brazilian Amazon's northern ecotone forests, pinpointed at a savanna-forest contact zone of Roraima State. Therefore, a forest inventory was conducted in 129 plots of 10mx50m (6.45ha). Palm individuals were quantified associated with their respective species and measured their DBH (Diameter at Breast Height), total and stipe heights. Environment constraints were analyzed: edaphic factors (texture – sand percentage; and fertility – bases sum, cation exchange capacity and Fe⁺² concentration), drainage type and canopy opening. Abundance, basal area and biomass were considered ecological descriptors and reduced individually by a multivariate analysis (PCA - Principal Component Analysis). ANOVA (Analysis of Variance) was performed to verify the existence of significant differences between structural parameters data of which species and the three types of forests considered (ombrophilous, semideciduous seasonal and deciduous seasonal forests), should differences occur, Tukey test was performed. A generic ordaining analysis based on environment constraints and abundance of individuals. The carbon stock was calculated from models derived from scientific literature to family, genus and specific for trees. Two-hundred thirteen individuals of large palms were observed, belonging to five species (*Astrocaryum aculeatum*, *Euterpe precatoria*, *Mauritia flexuosa*, *Attalea maripa* e *Oenocarpus bacaba*). DBH and stipe height differed significantly among species, however no differences were detected to total height. On the other hand, DBH, total and stipe heights differed among the forest types. Despite this result, biomass, basal area and density of the large palms were not explained by analyzed environmental variables. Otherwise, the carbon stock was distinct among forest types, being higher in the ombrophilous forest (7.00 Mg ha⁻¹). The species differed from each other, being *A. maripa* the one with higher biomass and carbon stock (8.24 Mg ha⁻¹; 4.12 Mg C ha⁻¹) and *E. precatoria* the one with lowest (0,11 Mg ha⁻¹; 0.055 Mg C ha⁻¹). The carbon stock estimate was different between the model for palm and that one adopted for dicotyledonous trees. The study has concluded that density of individuals and species composition have distinct patterns among the analyzed forest types, and that these patterns refer indirectly to different carbon stocks by area unit. Nevertheless, the carbon stocks are not individually explained by tested variables, suggesting that other environmental determinants should be considered as limiting factors for the large palms carbon stocks among the different forest types of the studied ecotone.

Keywords: Arecaceae. Biomass. Maracá Island. Roraima.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Modelos matemáticos para estimar a biomassa viva acima do solo de palmeiras conforme Goodman et al. (2013).	23
Tabela 2 - Ocorrência, abundância e riqueza das palmeiras arborescentes distribuídas pelos distintos tipos florestais no leste de Maracá, RR	25
Tabela 3 - Número de parcelas (totais e com palmeiras arborescentes) distribuídos pelos tipos florestais	26
Tabela 4 - Parâmetros estruturais (horizontal e vertical) e desvios padrões das palmeiras arborescentes, por espécie e tipo florestal	26
Tabela 5- Parâmetros estruturais da espécie <i>A. maripa</i> pelos tipos florestais	27
Tabela 6 - Resultado geral da PCA (eixo 1, eixo 2, eixo 3)	28
Tabela 7 - Resultado de p e R ² das regressões lineares simples	29
Tabela 8 - Estimativa dos estoques de carbono médio (Mg ha ⁻¹ - fórmula geral e específica) para as espécies e tipos florestais	32
Tabela 9 - Estimativa dos estoques de carbono médio (Mg ha ⁻¹ - fórmula família, gênero e árvores) entre os tipos florestais	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	16
3.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL	18
3.3 AMOSTRAGEM	18
3.3.1 Ocorrência e riqueza	18
3.3.2 Parâmetros estruturais	19
3.3.3 Condicionantes ambientais	20
3.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	21
3.4.1 Ocorrência e riqueza	21
3.4.2 Parâmetros estruturais	21
3.4.3 Efeito das condicionantes ambientais na ocorrência das palmeiras arborescentes	22
3.4.4 Estimativa do estoque de carbono e comparação entre os modelos	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1 RESULTADOS	25
4.1.1 Ocorrência e riqueza das palmeiras arborescentes	25
4.1.2 Parâmetros estruturais	26
4.1.3 Efeito das condicionantes ambientais na ocorrência das palmeiras arborescentes	27
4.1.4 Estimativa do estoque de carbono e comparação entre os modelos	31
4.2 DISCUSSÃO	33
4.2.1 Ocorrência e riqueza das palmeiras arborescentes	33
4.2.2 Parâmetros estruturais	34
4.2.3 Efeito das condicionantes ambientais na ocorrência das palmeiras arborescentes	35
4.2.4 Estimativa do estoque de carbono e comparação entre os modelos	38
5 CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS	42

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais absorvem e armazenam grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂), possuindo um papel muito importante na regulação do clima global (PHILLIPS et al., 1998; FEARNSSIDE, 2018). A redução na capacidade de armazenamento de carbono na Amazônia pode ter consequências para os futuros níveis de CO₂ na atmosfera e mudanças no clima global (BRIENEN et al., 2015; FEARNSSIDE; BARBOSA; PEREIRA, 2013). Em razão disso, vários estudos vêm se preocupando em entender não apenas a dinâmica de longo prazo (mortalidade, crescimento e recrutamento), como também os estoques pontuais de carbono suportados pelo componente arbóreo (árvores + palmeiras) dos diferentes tipos florestais dispersos em diferentes regiões tropicais (MALHI et al., 2006; PHILLIPS et al., 2010; SILVA et al., 2016). Entretanto, o acúmulo de conhecimento sobre as árvores segue um ritmo mais acelerado do que o das palmeiras (Arecaceae), apesar desse último grupo ecológico ser considerado muito importante e apresentar grande variedade morfológica, estrutural e de espécies (SOUZA; LORENZI, 2008).

A família Arecaceae abrange cerca de 200 gêneros e aproximadamente 2800 espécies, tendo distribuição quase exclusiva nas regiões tropicais e subtropicais (JUDD et al., 2009). No Brasil, Arecaceae congrega 38 gêneros e 270 espécies distribuídas em diversos ecossistemas terrestres, apresentando-se com maior diversidade na Floresta Amazônica e na Mata Atlântica (LEITMAN et al., 2015). Os gêneros da família Arecaceae mais diversificados na Amazônia são *Bactris* e *Geonoma*, representando aproximadamente 43% das espécies. *Astrocaryum*, *Attalea*, *Oenocarpus*, *Syagrus*, *Desmoncus*, *Euterpe* e *Leopoldinia* são outros gêneros importantes que correspondem cerca de 30% das espécies nativas. Em Roraima, Barbosa e Bacelar-Lima (2008) indicaram a existência de 22 gêneros nativos em um levantamento realizado com base na coleção de plantas cadastrada no Herbário do INPA até o ano de 2007.

Levantamentos botânicos efetuados na Estação Ecológica de Maracá apontaram 13 espécies da família Arecaceae, distribuídas em nove gêneros (MILLIKEN; RATTER, 1998). Dentre elas, as espécies consideradas como palmeiras arborescentes (DAP ≥ 10 cm) foram *Astrocaryum aculeatum* G. Mey. (tucumã), *Euterpe precatoria* Mart. (açai), *Mauritia flexuosa* L. (buriti), *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. (inajá), *Oenocarpus bacaba* Mart. (bacaba), *Socratea exorrhiza* (Mart.) H.

Wendland (paxiúba). Em que foram alvo do estudo por representarem as populações de Arecaceae de grande porte que possuem maior abundância, importância econômica regional e que estocam elevadas quantidades de carbono nas florestas do ecótono norte de Roraima, sendo distribuídas por diferentes condicionantes ambientais (solo, drenagem, etc.) e habitats (*terra firme*, igarapés, buritizais, áreas de brejo, etc.).

O destaque desse grupo pode ser visível, por exemplo, na Amazônia, onde as palmeiras vem sendo regularmente estudadas, principalmente, sob a ótica dos processos e relações ecológicas (KUNIY; YAMASHITA; GOMES, 2001; MOORE, 2003; ANDREAZZI; PIRES; FERNANDEZ, 2009; SALM; JARDIM; ALBERNAZ, 2011; SILVA; VIEIRA; CARVALHO, 2011), dentro de contextos da economia regional (GOULDING; SMITH, 2007; BARBOSA; LIMA; MOURÃO JUNIOR, 2010) ou mesmo em relações socioculturais derivadas de comunidades tradicionais regionais (HADA et al., 2013; MARTINS; FILGUEIRAS; ALBUQUERQUE, 2014). Tudo isso porque a abundância das espécies da família Arecaceae nas florestas amazônicas atinge níveis impressionantes, estimando-se que das dez espécies arbóreas mais abundantes da Amazônia seis são palmeiras (STEEGE et al., 2013). Na maioria dos conjuntos florestais brasileiros, as palmeiras representam cerca de 20% da cobertura florestal total (IBGE, 1997). Mesmo reconhecido que a família Arecaceae é uma das mais abundantes na Amazônia brasileira, ainda não é possível assumir que sua flora seja totalmente conhecida, pois existem importantes áreas geográficas com insuficiente amostragem de palmeiras.

Apenas recentemente seu papel no contexto das mudanças climáticas vem sendo melhor detalhado, com o devido reconhecimento desse importante grupo botânico em sua capacidade de remover grandes quantias de CO₂ da atmosfera por meio da acumulação de carbono em sua biomassa constituinte; pseudo-caule, folhas e raízes (GOODMAN et al., 2013; DEY; ISLAM; MASUM, 2014; SANQUETTA et al., 2015). Apesar desse papel estar sendo melhor reconhecido, e mesmo considerando que a família Arecaceae é uma das mais importantes e abundantes na floresta Amazônica, estimativas sobre sua biomassa e estoque de carbono ainda continuam deficitárias, apresentando problemas de quantificação entre os diferentes tipos fitofisionômicos que povoam a região. Esse problema está relacionado à falta de uma maior amplitude nos dados de campo (inventários), além de inconsistências

associadas às relações alométricas para estimativas mais robustas dos estoques de carbono derivados desse grupo ecológico (GOODMAN et al., 2013).

As palmeiras são plantas monocotiledôneas que crescem em altura, mas sem crescimento secundário. Não apresentam camada de tecido (câmbio vascular), o que impossibilita um crescimento secundário típico das dicotiledôneas. Desta forma, o crescimento em espessura é baseado meramente na expansão das células já existentes. Assim, no sentido estrito, não produzem madeira, e desta forma apresentam fraca ou nenhuma relação entre altura e diâmetro. Isto sugere que sua biomassa pode ser superestimada pelas equações, desenvolvidas para dicotiledôneas. (GOODMAN et al., 2013).

Em ambos os casos (inventários e padrões alométricos), o problema está associado à delimitação do tipo florestal definido por condições ambientais específicas que suporta tanto distintas composições de espécies de palmeiras quanto diferentes características estruturais (horizontal e vertical). Isso porque as palmeiras podem ser influenciadas por determinantes ambientais que afetam a ocorrência, a abundância e a dinâmica populacional (ou da comunidade) das diferentes espécies, como por exemplo, topografia, relevo, clima, abertura do dossel, composição do solo, alterações antrópicas e variáveis bióticas (CINTRA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2014; PANSINI et al., 2016). Bispo, Valeriano e Kuplich (2009) sugeriram que as palmeiras poderiam estar distribuídas em três zonas principais, de acordo com as condições hidromórficas do solo: (i) solos bem drenados de platô, topo ou vertente, (ii) solos pobremente drenados de zonas de transição e (iii) solos sazonalmente inundados. Nesse último caso, igarapés e baixadas estariam associados a cursos d'água, com estas condicionantes ambientais determinando a persistência das espécies e a manutenção das populações locais (PANSINI et al., 2016).

Dessa maneira, muito há de se fazer para melhor entender o real papel mitigador das palmeiras e de todo o componente arbóreo no contexto das mudanças climáticas em relação ao aquecimento global (FEARNSIDE, 2018). Essa tem sido uma questão crucial não somente para o grupo das palmeiras, como também para outros diferentes compartimentos florestais que são pouco explorados pelos relatórios sobre emissão e reservatório de carbono que o governo brasileiro emite dentro dos compromissos internacionais assumidos na Convenção do Clima (BRASIL, 2010; BUSTAMANTE et al., 2015).

Considerando a importância das palmeiras e dada a necessidade de ampliar as informações sobre sua ocorrência, distribuição, riqueza, biomassa, remoção e estoque de carbono na Amazônia, esse estudo tem como intuito determinar a riqueza de espécies e o estoque de carbono das palmeiras arborescentes (indivíduos com $DAP \geq 10$ cm) que ocorrem sob diferentes condicionantes ambientais em florestas ecotonais do norte da Amazônia, tomando como base a Estação Ecológica de Maracá (ESEC Maracá), situada em uma zona de contato savana-floresta do estado de Roraima.

Dentro do exposto, a hipótese da pesquisa é a de que os grupos das palmeiras arborescentes ($DAP \geq 10$ cm) são condicionados por fatores edáficos (textura e fertilidade do solo), hidrológicos (drenagem: mal e bem drenado) e de luminosidade (abertura do dossel: natural ou de áreas antrópicas pretéritas), devido a estreita relação desses fatores no condicionamento dos diferentes tipos florestais (ombrófilos e sazonais) contidos na zona de contato savana-floresta estudada em Roraima. Desta forma, é proposto que as diferentes características ambientais de cada tipo florestal avaliado condicionam distinções na ocorrência das espécies e na densidade de indivíduos de palmeiras, possibilitando a geração de padrões gerais para estimativas do estoque de carbono. As perguntas específicas deste estudo são: (i) ocorrência e riqueza de grandes palmeiras é distinta entre os tipos florestais dispersos na zona de contato savana-floresta de Roraima? (ii) os parâmetros estruturais (densidade, DAP e altura total) divergem entre si e entre os diferentes tipos florestais? (iii) condicionantes ambientais (edáficas, hidrológicas, abertura do dossel) orientam a ocorrência das palmeiras arborescentes? (iv) o estoque de carbono é distinto entre as diferentes espécies e entre os tipos florestais dispersos existentes na zona de contato savana floresta de Roraima? (v) ocorre distinção no estoque de carbono entre a utilização do modelo alométricos específico para cada gênero e o modelo geral para a família e para árvores?

2 OBJETIVOS

Visando responder aos questionamentos desse trabalho foram traçados os seguintes objetivos.

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar o estoque de carbono das palmeiras arborescentes que ocorrem sob diferentes condicionantes ambientais em florestas do ecótono norte da Amazônia Brasileira, tomando como base uma zona de contato savana-floresta do estado de Roraima.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar a ocorrência e a riqueza das palmeiras arborescentes nos tipos florestais dispersos na área de estudo;

Estimar os parâmetros estruturais (horizontal = densidade e DAP e, vertical = altura total e do estipe) das palmeiras observadas;

Determinar o efeito das condicionantes ambientais (edáficas, hidrológicas, abertura do dossel) na ocorrência das espécies nos diferentes tipos florestais do ecótono;

Estimar o estoque de carbono por espécie de palmeira e tipo florestal do ecótono.

Comparar o estoque de carbono obtido pelos modelos alométricos específicos para palmeiras (família e gêneros) e o modelo geral adotado para árvores.

3 MATERIAL E MÉTODOS

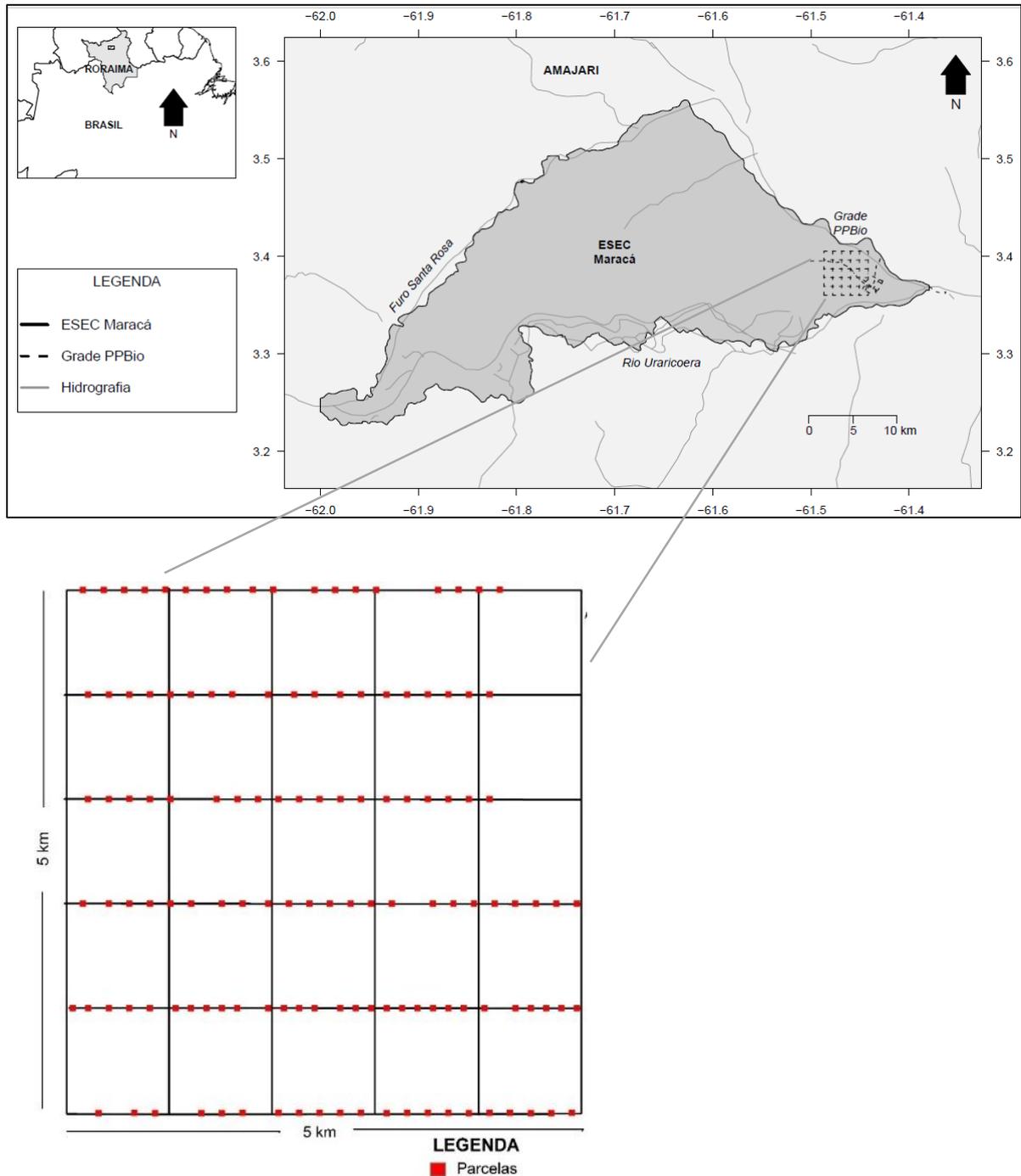
Na realização da pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais e aplicados os seguintes métodos:

3.1 ÁREA DE ESTUDO

A Estação Ecológica de Maracá (ESEC Maracá) é uma unidade de proteção integral federal vinculada ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) criada no ano de 1981, distando aproximadamente 135 km de Boa Vista, capital de Roraima. A ESEC é formada pela Ilha de Maracá e várias ilhotas adjacentes que se encontram em uma plataforma bifurcada do rio Uraricoera (Furo Santa Rosa e Furo Maracá) na região norte de Roraima, município de Amajari (3°15' e 3°35' N, 61°22' e 61°54' O) (Figura 1). Maracá possui ~60 km de comprimento e ~ 25 km de largura totalizando uma área de aproximadamente 101 000 ha, situada na zona de contato savana - floresta (ecótono) do norte da Amazônia brasileira (THOMPSON et al., 1992; COUTO-SANTOS, LUIZÃO, CARNEIRO-FILHO, 2014).

A vegetação da unidade de conservação é dominada por áreas de floresta (84%), mas apresenta pequenas manchas de savana totalizando 6% da cobertura vegetal total que ocorrem principalmente na porção leste da reserva (FURLEY; RATTER, 1994). Cursos d'água e tipos de vegetação menos expressivos ocupam o restante da área. Os tipos florestais predominantes na ESEC são floresta ombrófila, estacional semidecidual e estacional decidual (MILLIKEN; RATTER, 1998). A floresta ombrófila tem como características principais, vegetação com folhas largas e perenes, enquanto a floresta estacional é caracterizada pela maior abundância de espécies caducifólias. As estacionais semidecíduais apresentam 20-50% dos indivíduos que perdem as folhas na estação seca, enquanto as decíduais possuem > 50% dos indivíduos caracterizados como caducifólios (IBGE, 2012). Todos esses tipos florestais são dispersos em um gradiente topo-hidro-edáfico, onde florestas decíduais (quase sempre monodominadas pela espécie *Peltogyne gracilipes* – Fabaceae) ocupam relevos de baixa altitude, sazonalmente alagados e com maiores restrições edáficas, enquanto as áreas menos restritivas são ocupadas pelas semidecíduais e ombrófilas (NASCIMENTO et al., 2017; VILLACORTA, 2017; CARVALHO et al., 2018).

Figura 1 - Localização geográfica da Estação Ecológica de Maracá, no rio Uraricoera, estado de Roraima, com destaque para a grade de pesquisa do PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade) situada no setor leste da Ilha de Maracá, apresentando 129 parcelas (10m x 50m) distribuídas ao longo das linhas de caminamento Leste-Oeste



Fontes: Mapa principal - Script R produzido por R. O. PERDIZ e mapa desenvolvido por R. L. SANTOS e, figura das parcelas - derivado de VILLACORTA (2017)

Geologicamente, a área faz parte do flanco sul do Escudo das Guianas, com sua formação ocorrendo durante o período Pré-cambriano, consistindo, sobretudo, de quartzo-biotita, xistos, quartzo-feldspato, gnaisses e granitos tonalíticos associados. Os solos predominantes são Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico plíntico de textura arenosa com areias quartzosas e Hidromórficos cinzento (THOMPSON et al., 1992).

Segundo a classificação climática de Köppen, Maracá se encontra na transição do subtipo savana (Aw) para o subtipo monções (Am) do clima tropical úmido (BARBOSA, 1997). Possui como características altas temperaturas durante o ano inteiro (média anual de 26°C) e precipitação anual média de 2.163 mm (COUTO-SANTOS; LUIZÃO; CARNEIRO-FILHO, 2014).

3.2 DELINEAMENTO AMOSTRAL

O estudo foi realizado na parte leste de Maracá, onde está estabelecido uma grade de pesquisa do PPBio (Programa de Pesquisa em Biodiversidade) adotada como ponto de referência para o estabelecimento das unidades amostrais (Figura 1). A grade de pesquisa do PPBio é um sítio de estudo com área física de 5 km x 5 km (25 km²) formada por 12 trilhas de caminhamento de 5 km cada uma disposta nos sentidos Leste-Oeste (6) e Norte-Sul (6). Ao longo das trilhas de caminhamento foram implantadas 129 parcelas permanentes (50 m de comprimento por 10 m de largura, cada uma) configuradas como as unidades amostrais, totalizando 6,45 ha de área amostral. Essas parcelas foram previamente estabelecidas entre os anos de 2015/16 e formam o desenho amostral do projeto “Crescimento e mortalidade de árvores em florestas ecotonais de Roraima: efeito das condicionantes ambientais e da variabilidade climática” (Processo CNPq n. 403591/2016-3), que é parte integrante da agenda de pesquisas do INPA (PRJ 015/122 – Objeto 15/00377), e vem sendo executado por Williamar Rodrigues da Silva (Doutorando UFRR/PRONAT).

3.3 AMOSTRAGEM

Na realização da pesquisa foi utilizada a seguinte amostragem:

3.3.1 Ocorrência e riqueza

A ocorrência (presença/ausência) e a riqueza das grandes palmeiras foram avaliadas a partir de um inventário florestal específico para esse grupo taxonômico. Sua realização foi a partir da execução do terceiro censo florestal, que ocorreu entre os dias 12 - 17 de janeiro de 2018, quando foram percorridas as 129 parcelas permanentes, verificando-se quais indivíduos presentes nas parcelas eram palmeiras (Arecaceae) de grande porte ($DAP \geq 10$ cm) e a que espécie cada um deles pertencia. A identificação taxonômica das espécies consideradas neste estudo foi realizada diretamente em campo devido a facilidade de identificação taxonômica desse grupo: *A. aculeatum* - **tucumã**, *E. precatoria* - **açaí**, *M. flexuosa* - **buriti**, *A. maripa* - **inajá**, *O. bacaba* - **bacaba**.

3.3.2 Parâmetros estruturais

Entre os dias 12 a 17 de janeiro de 2018 foram estimados os parâmetros estruturais, horizontal (densidade e DAP) e vertical (altura total e do estipe), das palmeiras observadas em cada unidade amostral. Para tanto, em cada parcela foram quantificados o número de indivíduos associados à sua respectiva espécie. Para cada indivíduo observado foram anotados o DAP (diâmetro à altura do peito tomado com fita diamétrica, precisão 0,1 cm), além da altura total e do estipe (ambas em metros).

As alturas foram estimadas utilizando tecnologia Android adotando o Aplicativo **Measure Height** (OÜ, 2014). Esse software se utiliza de equações trigonométricas para estimar a altura de indivíduos arbóreos (árvores e palmeiras) da seguinte maneira: (i) o observador fica localizado a uma distância que seja possível a visualização do topo da copa do indivíduo, (ii) em seguida é verificada com fita métrica a distância em que se encontra da palmeira - essa distância (m) é registrada no aplicativo juntamente com a altura do observador (m), e (iii) por fim mira-se o equipamento (celular - Android) para o topo da copa do indivíduo, estabiliza-se o celular, e em seguida é disponibilizada na tela a estimativa da altura (m). Trabalho desenvolvido com o intuito de fazer uma comparação entre alturas obtidas por meio do aplicativo para smartphone com alturas obtidas por hipsômetros trigonométricos. Mostrou que o *aplicativo Measure Hight* apresenta precisão para a estimativa de altura de indivíduos arbóreos. Podendo ser utilizado em substituição a clinômetros convencionais (BRITO NETO; BARRETO; PRADO, 2016).

3.3.3 Condicionantes ambientais

A análise da influência das condicionantes ambientais tomou como base três grupos:

(i) Fatores Edáficos: as variáveis edáficas (química e física) foram obtidas a partir de amostras compostas coletadas na camada de 0-20 cm de profundidade em dois pontos de cada parcela (15 e 35 m). Essas coletas foram realizadas em 2016 por Williamar Rodrigues Silva (Doutorado - PRONAT) e Carlos Darwin Angulo Villacorta (Mestrado - PRONAT) em todas as parcelas, sendo em seguida analisadas em laboratório tomando como base o Manual da Embrapa (EMBRAPA, 2009). As variáveis edáficas utilizadas foram textura (porcentagem de areia) e fertilidade (soma de bases - SB, capacidade de troca de cátions - CTC e concentração de Fe^{+2}). Esse grupo de variáveis independentes foi relacionada por geralmente produzir efeitos explicativos quando relacionados às variáveis dependentes (COSTA et al., 2008).

(ii) Drenagem: com base no manual de classificação dos solos do Brasil (EMBRAPA, 2006) cada parcela foi enquadrada em uma categoria de drenagem (fator hidrológico). Essa categorização realizou-se com base em vistorias diretas em cada uma delas associando também parâmetros topográficos (altitude e declividade) como proxy descritor de drenagem. Os parâmetros topográficos são disponibilizados pelo portal do PPBio (<https://ppbio.inpa.gov.br/repositorio/dados>), indicando a altitude de cada piquete que marca o início e o fim de todas as parcelas. Assim sendo, os solos de cada parcela foram categorizados em **bem drenados** (solos que não sofrem qualquer ação de alagamento acima do solo por estarem situados em relevos planos e de maiores altitudes) e **mal drenados** (aqueles que sofrem alguma ação de alagamento acima do solo ao longo do ano por estarem situadas em baixadas formadas por brejos ou calhas de pequenos cursos de água), conforme Carvalho et al. (2018).

(iii) Abertura do dossel: Os dados referentes a abertura do dossel foram medidos por tecnologia Android adotando o Aplicativo GLAMMA (Gap Light Analysis Mobile App) (TICHY, 2015), que indica a porcentagem de abertura do dossel (% de luminosidade que atinge o sub-bosque na altura de leitura do observador – nesse caso, 1,10 m de altura em relação ao nível do solo). A luminosidade foi considerada um referencial de

deciduidade, inferindo sobre parcelas com raras ou nenhuma espécie caducifolia (< abertura do dossel) até parcelas com alta abundância de espécies caducifolias (> abertura). Para tanto, no pico do período seco em Maracá (fevereiro/2017), foram tomadas duas medidas dentro de cada parcela de forma equidistante, utilizando-se a média dos dois pontos como parâmetro. As medidas foram realizadas por Lidiany Camila da Silva Carvalho, Reinaldo Imbrozio Barbosa e Carlos Darwin Angulo Villacorta.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS

As análises foram realizadas no programa estatístico R versão 3.0.2 (R Core Team, 2014) e Excel 2016. Para todas as análises empregadas verificou-se previamente a normalidade dos dados.

3.4.1 Ocorrência e riqueza

A ocorrência (presença/ausência) e a riqueza das palmeiras arborescentes foram calculadas com base nos dados do terceiro censo florestal, quando foram percorridas as 129 parcelas permanentes e verificados quais indivíduos eram considerados palmeiras arborescentes e a qual espécie cada uma delas pertencia. A riqueza de espécies foi associada a cada tipo florestal representado em cada parcela amostrada. O tipo florestal foi definido dentro do contexto estabelecido pelo sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE, 2012). As palmeiras foram distribuídas de acordo com o tipo florestal em que foram encontradas (floresta ombrófila, estacional semidecidual e estacional decidual).

3.4.2 Parâmetros estruturais

Com os dados levantados em campo, foram estimados a densidade média (ind ha⁻¹), o DAP médio (cm), a altura média (m – total e estipe), tanto por espécie, quanto por tipo florestal (floresta ombrófila, estacional semidecidual e estacional decidual). Foi utilizada uma ANOVA (Análise de Variância; $\alpha=5\%$) para verificar a existência de diferenças significativas entre os parâmetros estruturais de cada espécie e dos três

tipos florestais. No caso de ocorrência de significância entre os parâmetros foi adotado o teste de Tukey para determinar quais médias eram distintas entre si.

Com os dados levantados de cada espécie foi verificada se ocorria diferença nos parâmetros estruturais destas em relação aos três tipos florestais, através de uma ANOVA (Análise de Variância; $\alpha=5\%$). No caso de ocorrência de diferença significativa entre os parâmetros estruturais das espécies pelos tipos florestais foi adotado o teste de Tukey.

3.4.3 Efeito das condicionantes ambientais na ocorrência das palmeiras arborescentes

Foi calculada a área basal ($m^2 ha^{-1}$), abundância e biomassa, para o cálculo da biomassa seguindo os modelos de Goodman et al. (2013) para a família Arecaceae (modelo geral) e específicos para cada gênero (Tabela 1). Foi utilizado como critério de inclusão todos os indivíduos com altura do estipe ≥ 3 m e com diâmetro entre 6 e 40 cm).

Os dados obtidos de área basal, biomassa (modelo para o gênero e família) e abundância foram considerados como descritores ecológicos e reduzidos individualmente por meio de uma análise multivariada (PCA - *Principal Component Analysis*). Adotou-se a PCA porque essa é uma técnica exploratória-matemática multivariada que consiste em analisar a inter-relação entre um grande número de fatores, disponibilizando um novo sistema de eixos para representar as amostras, com uma perda mínima de informações, fazendo com que os indivíduos sejam agrupados de acordo com sua variação (HONGYU; SANDANIELO; OLIVEIRA JUNIOR, 2016).

O eixo 1 (eixo mais significativo e que melhor representa a dispersão dos descritores ecológicos) de cada análise da PCA foi cruzada com os dados das condicionantes ambientais de cada parcela (textura: porcentagem de areia, fertilidade: soma de bases, capacidade de troca de cátions e concentração de ferro, drenagem e abertura do dossel). Esse cruzamento foi realizado com o intuito de obter modelos relacionais a partir de regressões lineares simples que expliquem o padrão de distribuição das espécies (descritores ecológicos = área basal e biomassa) com os descritores ambientais.

Tabela 1 - Modelos matemáticos para estimar a biomassa viva acima do solo de palmeiras conforme Goodman et al. (2013)

Modelo Geral
<i>Attalea</i>
<i>Astrocaryum</i>
<i>Euterpe</i>
<i>Mauritia</i>
<i>Oenocarpus</i>

Onde:

ABG = biomassa acima do solo (folhas + estipe); kg de massa seca;

D = diâmetro à altura do peito (cm);

ln= Logaritmo neperiano;

Hstem = altura do estipe (m);

dmf = fração de massa seca (0,463).

Em seguida os dados das condicionantes ambientais de cada parcela foram associados com os resultados da abundância através de uma ordenação direta manual, com o intuito de ordenar e entender se as parcelas que possuem características ambientais semelhantes delimitam a ocorrência das espécies de palmeiras. A ordenação direta manual (análise genérica) consiste em um ordenamento, a partir de uma matriz de dados de espécies (aqui utilizada a abundância das espécies). Esse ordenamento se dá de acordo com a média do gradiente, ou seja, as parcelas são ordenadas de acordo com os valores de cada variável presente ao longo do gradiente ambiental amostrado (COSTA; MAGNUSSON, 2008).

3.4.4 Estimativa do estoque de carbono e comparação entre os modelos

Com os dados de biomassa (massa seca por unidade de área) calculado anteriormente de cada indivíduo, espécie e tipo florestal pelos modelos de Goodman et al. (2013), estimou-se o estoque de carbono (modelo geral e gênero) pela multiplicação simplificada do fator 0,5 (= 50% de carbono). Esse fator vem sendo comumente utilizado como uma média geral para trabalhos que envolvam transformação de biomassa em carbono em análises de larga escala (BRASIL, 2014). Foi utilizada uma ANOVA (Análise de Variância; $\alpha=5\%$) para verificar a existência de diferenças significativas entre o estoque de carbono dos três tipos florestais. No caso

de ocorrência de significância significativa foi adotado o teste de Tukey para determinar quais médias eram distintas entre si.

Foi calculado o estoque de carbono com utilização do modelo para a família e gêneros de *Arecaceae* - modelos de Goodman et al. (2013) (Tabela 1), e também foi calculado pelo modelo proposto por Chave et al. (2014), considerando cada indivíduo de palmeira como uma árvore dicotiledônea (conforme descrito abaixo). Em seguida foi utilizada uma ANOVA (Análise de Variância; $\alpha=5\%$) para verificar a existência de diferenças significativas entre o estoque de carbono a partir dos três modelos. No caso de ocorrência de significância significativa foi adotado o teste de Tukey para determinar quais médias eram distintas entre si.

(CHAVE et al., 2014)

Onde:

ABG = biomassa acima do solo (kg de massa seca);

ρ =densidade da madeira (g/cm^3), nesse caso, do estipe de cada espécie (açai 0,31; bacaba 0,65; buriti 0,454; inajá 0,33 e tucumã 0,59)

D= diâmetro à altura do peito (cm);

H= altura total (m).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em seguida são apresentados os resultados e a discussões da pesquisa do estoque de carbono de grandes palmeiras em diferentes tipos de florestas do ecótono norte da Amazônia brasileira

4.1 RESULTADOS

Os resultados foram os seguintes:

4.1.1 Ocorrência e riqueza das palmeiras arborescentes

Foi encontrado um total de 213 indivíduos de palmeiras arborescentes, pertencentes a 5 gêneros e 5 espécies (Tabela 2). *A. maripa* foi a espécie com maior número de indivíduos (148) e *M. flexuosa* a menor (7). O tipo florestal ombrófila apresentou maior abundância de indivíduos (149), enquanto o estacional decidual a menor abundância (22).

Tabela 2 - Ocorrência, abundância e riqueza das palmeiras arborescentes distribuídas pelos distintos tipos florestais no leste de Maracá, RR

Espécies	Ombrófila	Semidecidual	Decidual	N. Indivíduos
<i>Attalea maripa</i>	101	41	6	148 (69.48%)
<i>Astrocarium aculeatum</i>	36	0	0	36 (16.95%)
<i>Euterpe precatoria</i>	0	0	9	9 (4.23%)
<i>Mauritia flexuosa</i>	0	0	7	7 (3.29%)
<i>Oneocarpus bacaba</i>	12	1	0	13 (6.10%)
Total	149	42	22	213
Riqueza	3	2	3	

Foram registrados indivíduos de palmeiras arborescentes em 85 das 129 parcelas permanentes inventariadas. O tipo florestal ombrófilo foi predominante em número de parcelas (58) seguido do semidecidual (22) e do decidual com apenas (5) parcelas (Tabela 3).

Tabela 3 - Número de parcelas (totais e com palmeiras arborescentes) distribuídos pelos tipos florestais

	Ombrófila	Semidecidual	Decidual	Total
Parcelas (totais)	77 (3,85 ha)	34 (1,7 ha)	18 (0,9 ha)	129 (6,45 ha)
Parcelas (com palmeiras)	58 (2,9 ha)	22 (1,1 ha)	5 (0,25 ha)	85 (4,25 ha)

4.1.2 Parâmetros estruturais

Houve distinções estruturais entre as espécies. *E. precatória* foi a espécie com menor DAP ($14,24 \pm 1,76$ cm) entre as demais analisadas (Tabela 4). *O. bacaba* e *A. aculeatum* possuem padrões diamétricos similares, da mesma forma que *M. flexuosa* e *A. maripa*, ambos os pares de espécies não diferindo significativamente entre si. Não houve diferença estatisticamente significativa na altura total das diferentes espécies. A densidade de *A. maripa* ($22,95$ ind ha⁻¹) diferiu de todas as demais espécies, enquanto a altura do estipe foi distinta apenas entre *M. flexuosa* e *A. maripa*. No entanto, a altura do estipe de *M. flexuosa* foi significativamente maior do que *A. maripa*.

Tabela 4 - Parâmetros estruturais (horizontal e vertical) e desvios padrões das palmeiras arborescentes, por espécie e tipo florestal

Espécie / Tipo Florestal	DAP (cm)	Densidade (ind ha ⁻¹)	Altura Estipe (m)	Altura Total (m)
<i>A. maripa</i>	28,29±3,60 c	22,95 b	9,17±4,85 a	16,00±5,73 a
<i>A. aculeatum</i>	21,06±2,57 b	5,58 a	11,40±4,75 a,b	17,07±5,67 a
<i>E. precatória</i>	14,24±1,76 a	1,40 a	13,59±3,57 a,b	16,70±3,74 a
<i>M. flexuosa</i>	27,30±3,99 c	1,09 a	16,34±3,84 b	21,40±4,86 a
<i>O. bacaba</i>	20,00±3,23 b	2,02 a	10,97±3,10 a,b	15,51±3,61 a
Ombrófila	26,17±5,01 b	38,70 b	10,39±4,83 b	16,93±5,66 b
Semidecidual	27,45±3,66 b	24,70 a	7,65±4,34 a	14,07±4,93 a
Decidual	21,46±6,70 a	24,44 a	12,63±4,93 b	16,84±5,19 a,b

Médias seguidas pela mesma letra (mesma coluna) não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quanto aos tipos florestais, o DAP médio das palmeiras na da floresta decidual ($21,46 \pm 6,70$ cm) foi significativamente menor quando comparado com os tipos florestais ombrófila e semidecidual (Tabela 4). Por outro lado, o tipo semidecidual apresentou as menores alturas total ($14,07 \pm 4,93$ cm) e do estipe ($7,65 \pm 4,34$ cm).

Apenas a espécie *A. maripa* foi encontrada nos três tipos florestais e dessa forma foi a única capaz da verificação da diferença entre seus parâmetros estruturais nos tipos florestais (Figura 5). Não houve diferença significativa entre o DAP nos três tipos florestais. Quanto à altura total e do estipe ocorreu diferença significativa entre o tipo florestal semidecidual e ombrófilo. A densidade de inajás (*A. maripa*) foi similar entre o tipo florestal ombrófila e semidecidual diferindo do decidual (Figura 5).

Tabela 5- Parâmetros estruturais da espécie *Attalea maripa* pelos tipos florestais

	Ombrófila	Semidecidual	Decidual
Abundância	101	41	6
DAP (cm)	$28,71 \pm 3,65$ a	$27,67 \pm 3,41$ a	$25,47 \pm 1,98$ a
Densidade (ind ha ⁻¹)	26,23 a	24,11 a	6,67 b
Altura do estipe (m)	$9,94 \pm 1,7$ a	$7,60 \pm 4,38$ b	$6,85 \pm 4,98$ a,b
Altura total (m)	$17,03 \pm 5,87$ a	$14,09 \pm 4,99$ b	$11,7 \pm 1,51$ a,b

Médias seguidas pela mesma letra (mesma linha) não diferem significativamente no nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.1.3 Efeito das condicionantes ambientais na ocorrência das palmeiras arborescentes

Na Tabela 6 estão disponibilizados os dados resultantes dos eixos da PCA realizada entre as variáveis dependentes (abundância, área basal e biomassa - gênero e família). Entretanto, foi utilizado o eixo 1 (eixo mais significativo e que melhor representa a dispersão dos descritores ecológicos) ou seja, o componente principal que será utilizado posteriormente nas regressões lineares simples. A variação explicativa (%) do eixo 1 foi aproximadamente de 30% para as variáveis analisadas com seus respectivos "loadings").

Tabela 6 - Resultado geral da PCA (eixo 1, eixo 2, eixo 3)

	eixo 1	eixo 2	eixo 3
<i>E. precatória</i> AB	0,66	-0,22	0,13
<i>E. precatória</i> BF	0,69	-0,15	-0,08
<i>E. precatória</i> BG	0,69	-0,14	-0,08
<i>E. precatória</i> Abun.	0,67	-0,21	-0,14
<i>O. bacaba</i> AB	0,18	-0,68	0,11
<i>O. bacaba</i> BF	-0,11	-0,69	0,07
<i>O. bacaba</i> BG	-0,10	-0,70	0,13
<i>O. bacaba</i> Abun.	-0,18	-0,69	-0,07
<i>M. flexuosa</i> AB	0,68	-0,18	0,05
<i>M. flexuosa</i> BF	0,69	-0,12	-0,04
<i>M. flexuosa</i> BG	0,69	-0,11	-0,02
<i>M. flexuosa</i> Abun.	0,68	-0,18	-0,02
<i>A. maripa</i> AB	-0,13	0,04	0,97
<i>A. maripa</i> BF	-0,11	-0,12	-0,98
<i>A. maripa</i> BG	-0,09	-0,08	-0,99
<i>A. maripa</i> Abun.	-0,09	0,09	-0,99
<i>A. aculeatum</i> AB	-0,22	-0,67	-0,12
<i>A. aculeatum</i> BF	-0,14	-0,68	0,13
<i>A. aculeatum</i> BG	-0,14	-0,69	-0,0
<i>A. aculeatum</i> Abun.	-0,22	-0,67	-0,01
Variância explicada			
AB	30%	54%	74%
BF	33%	57%	77%
BG	33%	57%	77%
Abun.	29%	53%	73%

AB: área basal BF: biomassa família BG: biomassa gênero Abun: Abundância

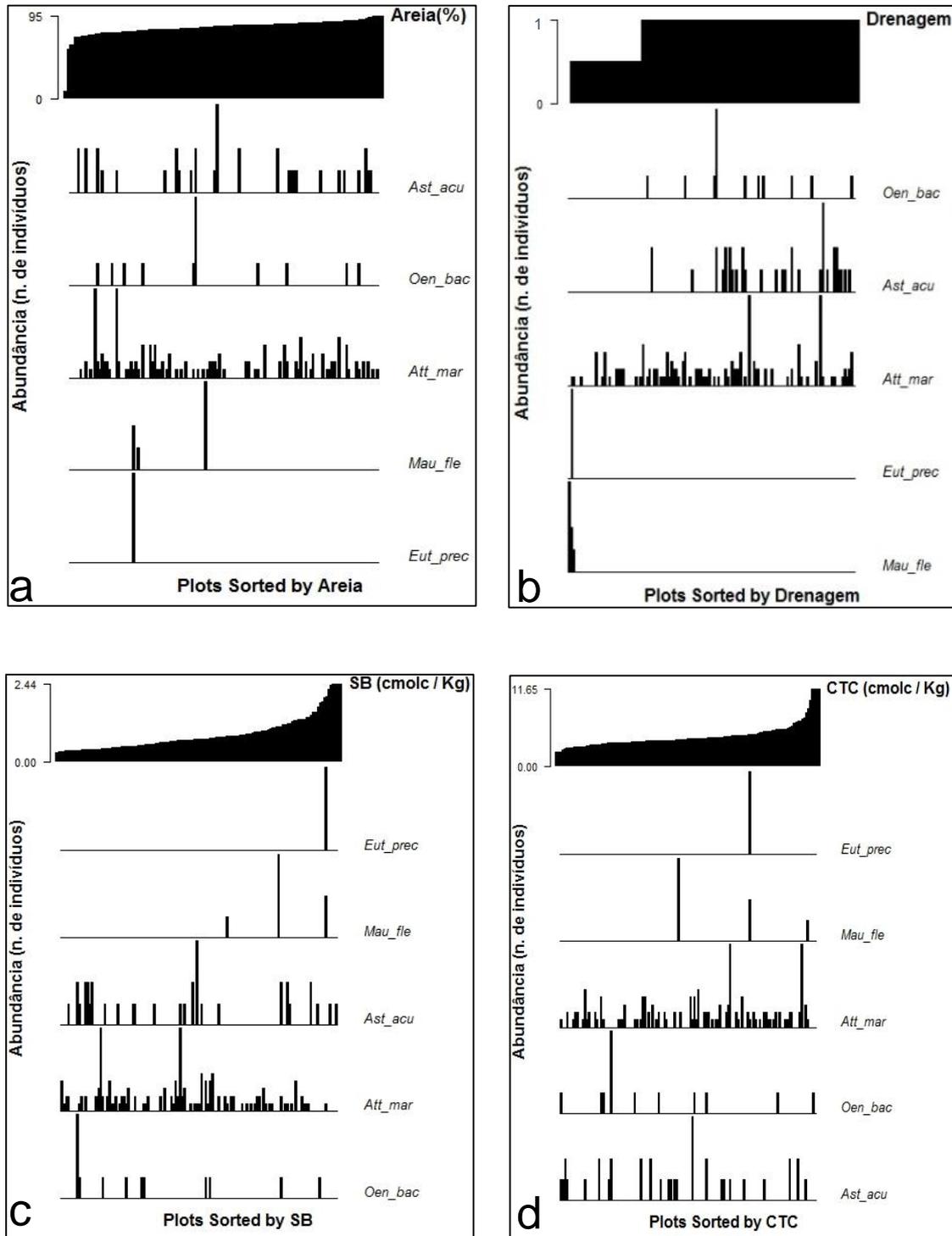
As variáveis independentes (SB, CTC, % de areia, Fe⁺², drenagem) não foram relacionadas significativamente com as variáveis dependentes (abundância, área basal e biomassa - gênero e família) resultantes do eixo 1 da PCA através das regressões lineares simples (valores de R² <0.2 e de p>0.05) (Tabela 7).

Tabela 7 - Resultado de p e R² das regressões lineares simples

	Areia	Drenagem	SB	CTC	Fe	Aber.dossel
Área basal	R ² 0,007 p: 0,712	R ² 0,007 p: 0,168	R ² 0,046 p: 0,009	R ² 0,004 p: 0,4884	R ² 0,007 p: 0,725	R ² 0,146 p: 0,0004
Abundância	R ² 0,007 p: 0,692	R ² 0,005 p: 0,192	R ² 0,047 p: 0,008	R ² 0,005 p: 0,583	R ² 0,007 p: 0,711	R ² 0,143 p: 0,0005
Biomassa (família)	R ² 0,006 p: 0,688	R ² 0,0009 p: 0,348	R ² 0,042 p: 0,011	R ² 0,005 p: 0,579	R ² 0,008 p: 0,869	R ² 0,127 p: 0,0001
Biomassa (gênero)	R ² 0,007 p: 0,685	R ² 0,002 p: 0,400	R ² 0,044 p: 0,009	R ² 0,006 p: 0,656	R ² 0,008 p: 0,888	R ² 0,125 p: 0,0002

A ordenação direta manual entre a porcentagem de areia e a abundância de indivíduos sugere que as espécies *A. maripa*, *A. aculeatum* e *O. bacaba* ocorrem em todo o gradiente independentemente da textura do solo, exceto em locais mal drenados (Figura 2). Por outro lado, *M. flexuosa* e *E. precatoria* possuem preferência por solos menos arenosos, mas que se encontram exclusivamente em locais mal drenados e com maior abertura do dossel, geralmente associados às baixadas (brejos sazonalmente alagados e com maior exposição à luz) ou pequenos cursos d'água (buritizais com baixa densidade de indivíduos arbóreos). *A. maripa* é de ampla distribuição, porém, em solos mal drenados apresenta menor abundância de indivíduos. A ordenação direta manual não capturou claros padrões de distribuição das palmeiras a partir das variáveis que representaram a fertilidade do solo, embora *E. precatoria* e *M. flexuosa* apresentem uma tendência de ocorrência em locais com maiores SB e CTC, enquanto as demais espécies ocorreram de forma independente (Figura 2).

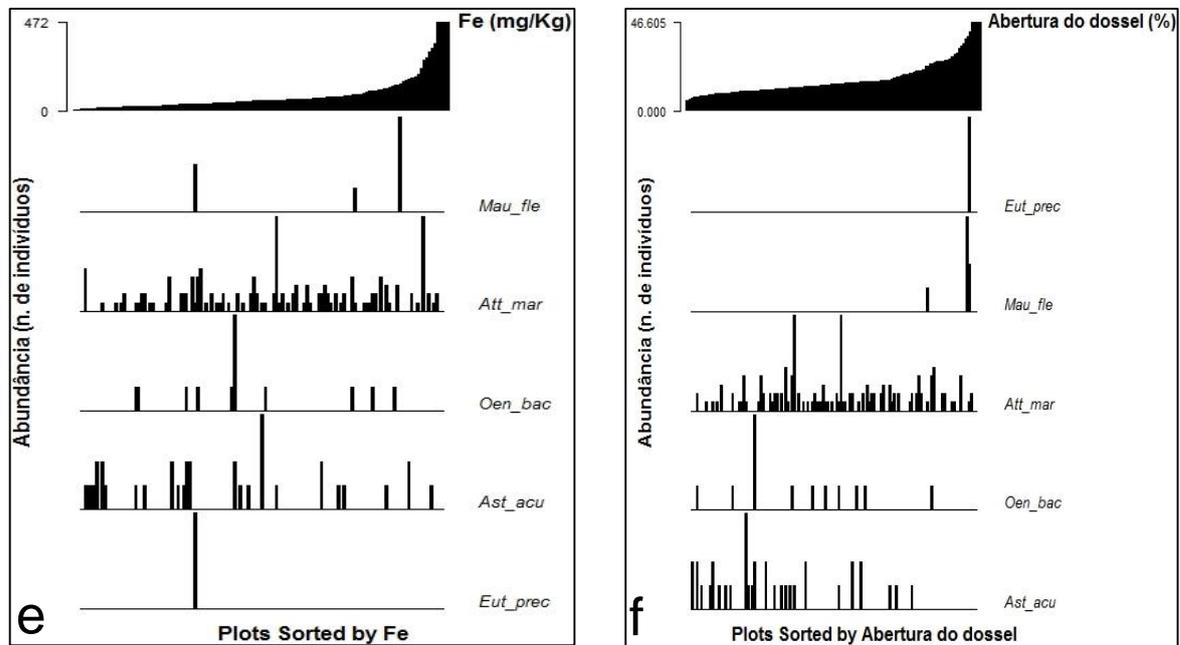
Figura 2 - Representação gráfica entre abundância das grandes palmeiras e as condicionantes ambientais: a) porcentagem de areia; b) drenagem; c) soma de bases (SB); d) capacidade de troca catiônica (CTC); e) concentração de ferro; f) abertura do dossel



(Continua)

Figura 3 - Representação gráfica entre abundância das grandes palmeiras e as condicionantes ambientais: a) porcentagem de areia; b) drenagem; c) soma de bases (SB); d) capacidade de troca catiônica (CTC); e) concentração de ferro; f) abertura do dossel

(Continuação)



4.1.4 Estimativa do estoque de carbono e comparação entre os modelos

E. precatória foi a espécie que apresentou o menor estoque de carbono médio ($0,09 \text{ Mg ha}^{-1}$), enquanto *A. maripa* se sobressaiu indicando um estoque da ordem de $4,12 \text{ Mg ha}^{-1}$, independente do modelo matemático utilizado nos cálculos (Tabela 5). Os valores derivados do modelo específico (gênero) apresentaram estimativas pouco superiores aos derivados do modelo geral (exceto *O. bacaba* – mais que o dobro), o que pode ser uma representação de menores incertezas nos valores quando calculados por equações ajustadas para cada espécie. A estimativa do estoque de carbono do tipo florestal ombrófila foi significativamente maior em relação aos tipos estacionais (semidecidual e decidual), tanto pela fórmula geral ($6,53 \text{ Mg ha}^{-1}$) quanto do gênero ($7,00 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Tabela 5).

Tabela 8 - Estimativa dos estoques de carbono médio (Mg ha^{-1} - fórmula geral e específica) para as espécies e tipos florestais

Espécie/Tipo	Fórmula	Fórmula
Florestal	família	gênero
<i>E. precatoria</i>	0,09	0,05
<i>O. bacaba</i>	0,21	0,48
<i>A. aculeatum</i>	0,66	0,68
<i>A. maripa</i>	4,01	4,12
<i>M. flexuosa</i>	0,30	0,30
Ombrófila	6,53 b	7,00 b
Semidecidual	3,41 a	3,70 a
Decidual	3,43 a	3,43 a

Médias seguidas pela mesma letra (mesma coluna) não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Tabela 9 - Estimativa dos estoques de carbono médio (Mg ha^{-1} - fórmula família, gênero e árvores) entre os tipos florestais

	Ombrófila	Semidecidual	Decidual
Fórmula família	6,53 a	3,41 a	3,43 a
Fórmula gênero	7,00 a	3,70 a	3,43 a
Fórmula árvore	5,10 b	2,55 a	2,35 a

Médias seguidas pela mesma letra (mesma coluna) não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Em relação ao estoque de carbono obtido pelos modelos alométricos, específico para família, gêneros e árvores, entre os tipos florestais observou-se diferença significativa no tipo florestal ombrófilo quando adotado o modelo para árvores ($5,10 \text{ Mg ha}^{-1}$), em relação ao da família ($6,53 \text{ Mg ha}^{-1}$) e do gênero ($7,00 \text{ Mg ha}^{-1}$). O tipo florestal semidecidual não apresentou diferença significativa: família ($3,41 \text{ Mg ha}^{-1}$), gênero ($3,70 \text{ Mg ha}^{-1}$) e árvores ($2,55 \text{ Mg ha}^{-1}$), da mesma forma como o tipo florestal decidual: família ($3,43 \text{ Mg ha}^{-1}$), gênero ($3,43 \text{ Mg ha}^{-1}$) e árvores ($2,45 \text{ Mg ha}^{-1}$) (Tabela 9). Independentemente da significância, todos os valores calculados pelo modelo para árvores nas três fitofisionomias avaliadas foram inferiores numericamente do que os calculados pelos modelos para família e gêneros de palmeiras.

4.2 DISCUSSÃO

As discussões foram as seguintes:

4.2.1 Ocorrência e riqueza das palmeiras arborescentes

As espécies *A. aculeatum* e *A. maripa* foram as espécies de grandes palmeiras mais abundantes no leste de Maracá, diferentemente do trabalho desenvolvido por Gomes et al. (2016) no município de São João da Baliza, Roraima, em uma zona de floresta ombrófila densa. Naquele estudo, *E. precatória* e *O. bataua* apresentaram o maior número de indivíduos. De forma distinta, um trabalho desenvolvido em uma floresta do município de Caracaraí, centro-sul de Roraima, Condé e Tonini (2013) obtiveram menor densidade que a do trabalho atual, mas apresentando uma região de maior riqueza, incluindo espécies como *O. bataua* e *S. exorrhiza*, que não foram observadas no estudo de Maracá. Por outro lado, Alarcón e Peixoto (2007) no mesmo município citado anteriormente, apontaram como as espécies mais abundantes *E. precatória* e *O. bacaba*, com *E. precatória* apresentando baixa densidade de indivíduos, similar ao estudo de Maracá, mas distinto dos resultados obtidos por Condé e Tonini (2013). De forma geral, *E. precatória* indicou ser uma espécie de palmeira condicionada por determinantes ambientais muito específicas (e.g. baixadas), não sendo encontrada em larga escala, pois a maioria dos inventários são realizados geralmente em zonas livres de inundação, como por exemplo, no estudo de Xaud (2013). O autor realizou um inventário florestal nos municípios de Mucajaí e Iracema, Roraima, onde não foram observados indivíduos de *E. precatória*, em contraponto as espécies *A. maripa* e *O. bacaba*, que foram as de maior abundância dentro do conjunto das grandes palmeiras observadas.

Da mesma forma que as espécies (observadas como populações individuais ou em comunidades), outros trabalhos têm evidenciado que os tipos florestais também são importantes em uma análise geral. Por exemplo, na Reserva Biológica do Cuieiras, Manaus, Amazonas, em uma área amostral similar ao estudo atual foram amostrados 347 indivíduos de palmeiras arborescentes, distribuídas em seis espécies, sendo *O. bataua* a única espécie que não ocorreu igualmente no leste de Maracá (PAULETTO; LUIZÃO; BARBOSA, 2007). Outros autores sugerem que as florestas ombrófilas podem apresentar maior abundância e riqueza de espécies de

palmeiras uma vez que possuem mecanismos mais eficientes de crescimento e manutenção das plantas, como, rápida fragmentação, decomposição, incorporação ao solo e reabsorção de nutrientes pelos vegetais, além de hábeis associações mutualísticas com micro-organismos (SALOMÃO et al., 2007). Em adição a esses mecanismos, as florestas ombrófilas também apresentam condições hidro-edáficas menos restritivas que outros tipos florestais (FEITOSA et al., 2016). Esse conjunto de informações obtidas de Maracá e associadas a outros estudos na Amazônia suportam que distintos tipos florestais regionais, situados em diferentes localidades geográficas, condicionados sob distintas determinantes ambientais, possuem arranjos de composição e riqueza de espécies que podem atuar como descritores ecossistêmicos e influenciar no estoque de carbono por unidade de área.

4.2.2 Parâmetros estruturais

Os parâmetros estruturais (DAP, densidade, altura total, altura do estipe) das espécies *E. precatória*, *M. flexuosa*, *O. bacaba* foram similares ao estudo desenvolvido por Pauletto, Luizão e Barbosa (2007) na Reserva Biológica do Cuieiras, Manaus, Amazonas. Da mesma forma, Silva et al. (2015) obteve dados semelhantes quanto a DAP e altura do estipe da espécie *E. precatória* observada em uma floresta de *terra firme* a noroeste de Manaus, Amazonas. Menores parâmetros estruturais em relação ao DAP parece ser uma realidade comum para *E. precatória*, como é enfatizado por Carrero et al. (2014). Por outro lado, *A. maripa* foi a espécie que apresentou maior DAP, como também observado por Jardim et al. (2007) em um estudo realizado no município de Belém, no estado do Pará, onde foram contabilizadas quinze espécies de palmeiras arbóreas. *A. maripa* indicou ser a espécie local que quando adulta possui o maior DAP em relação às demais, e isso parece ser comum em outras regiões da Amazônia (PIRES et al., 2016). Por outro lado, *M. flexuosa* possui seu desenvolvimento mais acentuado para altura total, sendo considerada uma das maiores palmeiras da Amazônia, podendo alcançar 35 metros de altura (SHANLEY; MEDINA, 2005). Entretanto, conforme os mesmos autores supracitados, a altura total das cinco espécies estudadas por eles apresentam padrões de altura total similares.

Em relação aos tipos florestais estudados no leste de Maracá, o DAP e altura do estipe apresentaram diferenças, indicando uma tendência de crescimento das

palmeiras condicionados não apenas pela espécie em si, como também por fatores que condicionam as diferentes fitofisionomias. Por exemplo, as florestas ombrófilas ocupam áreas livres de inundações localizadas em alto relevo, onde predominam os Argissolos e os níveis de Fe^{+2} são mais baixos, conforme Carvalho et al., 2018, mostrando alta densidade de indivíduos associado a maiores estoques de biomassa e carbono. Ou seja, tipos florestais da zona de contato savana-floresta investigada, que estejam sob condições hidro-edáficas menos restritivas, indicam possuir um efeito positivo na composição das espécies, na estrutura e no crescimento das palmeiras, sugerindo suportar maiores estoques de carbono em detrimento de tipos florestais estacionais com maiores restrições hidro-edáficas.

Em relação aos parâmetros estruturais da espécie *A. maripa*, nos três tipos florestais, observamos diferenças significativa entres estes, indicando uma tendência de crescimento dos indivíduos dessa espécie relacionadas aos fatores que condicionam as diferentes fitofisionomias e que influenciam de forma distinta no seu desenvolvimento e crescimento.

Esse conjunto de informações acerca dos parâmetros estruturais (espécies e tipos florestais) mostra que os tipos florestais do leste de Maracá suportam distintos padrões dos parâmetros estruturais e, conseqüentemente, influenciam na biomassa e no estoque de carbono das palmeiras, ocorrendo assim, variação tanto ao nível de espécies quando pelo tipo florestal.

4.2.3 Efeito das condicionantes ambientais na ocorrência das palmeiras arborescentes

A maioria das espécies de palmeiras registradas no leste de Maracá são amplamente distribuídas na região amazônica. Essa ampla distribuição sugere que essas espécies são adaptadas e tolerantes a diferentes condicionantes ambientais, conforme sugerido também por Cintra et al. (2005).

Os resultados obtidos nesse estudo indicam que a abundância, área basal e biomassa das grandes palmeiras do leste da Ilha de Maracá não se encontra associada com as condicionantes ambientais analisadas nessa investigação. Contudo, ocorreu uma fraca relação apenas para a abertura do dossel. Os trabalhos de Oliveira et al. (2014) e Gomes et al. (2016) mostram que as palmeiras são influenciadas por condicionantes ambientais, sendo as mais evidentes, fatores

edáficos, hidrológicos e topográficos. Por exemplo, Salm et al. (2015) indicaram uma variação na composição populacional das palmeiras entre florestas sazonalmente inundadas e de terra firme. Da mesma forma, em um remanescente de floresta de terra firme no município de Altamira, Pará, a distribuição das espécies não foi homogênea, sendo influenciada pelas condições de topografia, drenagem e quantidade disponível de nutrientes (PANSINI et al., 2016). Achados semelhantes foram também apresentados por Costa et al. (2008) e Oliveira et al. (2014), indicando que a topografia e a localização espacial dos indivíduos afetam a composição das espécies de palmeiras situadas em diferentes cotas de altitude na Amazônia Central. Por fim, Gomes et al. (2016) apontaram que a fitossociologia das palmeiras arbóreas no Sudeste de Roraima é influenciada pelo efeito da proximidade de corpos hídricos em detrimento da altitude, sendo responsável pela diferença na heterogeneidade da composição florística.

Um dos possíveis fatores da não ocorrência de relação significativa entre as condicionantes ambientais que orientam as grandes palmeiras pode estar relacionado ao tamanho da área de cada unidade amostral (pequenas parcelas), o que poderia providenciar a não quantificação de espécies/indivíduos próximos da zona de delimitação das parcelas. Esse fator pode ter levado a que várias parcelas (44 = 34,1%) suportassem densidade e composição de espécies nulas, muito embora próximo de cada uma delas existissem espécies/indivíduos característicos do tipo florestal. O fator histórico da área de estudo também pode ter influenciado nos resultados. De acordo com Hemming, Ratter e Santos (1988), antes da atual região de estudo tornar-se uma estação ecológica federal, os índios Macuxi ocupavam quase todo o setor leste da Ilha de Maracá. McMichael et al. (2017) enfatizam que as atividades humanas, mesmo de vários anos atrás, podem refletir nas atuais composição, estrutura e dinâmica das florestas observadas atualmente. Nesse caso, parte do leste de Maracá possui até hoje cicatrizes de atividade humana (em especial fogos) que sugerem algum tipo de influência nos atuais resultados, principalmente em áreas próximas do cone leste da Ilha, onde *A. maripa* e *A. aculeatum* são dominantes em zonas florestais caracterizadas como florestas ombrófilas. Visto que a família Arecaceae é um dos grupos de plantas mais utilizados pelas populações indígenas (HADA et al., 2013), e que *A. maripa* é a espécie mais abundante na área de estudo, é de se suportar que essa dominação possui alguma influência do histórico de

ocupação humana pretérita, como também salientado por Passos, Duarte, Yuyama (2014).

A abundância das grandes palmeiras em Maracá respondeu de forma diferente em razão do gradiente ambiental. As espécies *A. aculeatum*, *O. bacaba* e *A. maripa* ocorrem e podem se desenvolver tanto em solos arenosos como argilosos, enquanto *M. flexuosa* e *E. precatória* estão associadas apenas a solos com menor porcentagem de areia, um resultado muito semelhante ao discutido por Shanley e Medina (2005).

As espécies *M. flexuosa* e *E. precatória* geralmente foram encontradas em locais de várzeas e brejos, onde os solos são mal drenados, sendo essa característica descrita por Carrero et al. (2014) como natural para essas espécies, pois são pouco tolerantes à seca e necessitam de abundante suprimento de água no solo. Por outro lado, *O. bacaba* e *A. aculeatum*, ocorrem em solos bem drenados, assim como *A. maripa*, sendo todas geralmente associadas a ecossistemas de terra firme. Estudo desenvolvido na Reserva Ducke, próximo de Manaus (Amazônia Central), indicou que os gradientes topográficos afetam indistintamente a distribuição de plântulas e indivíduos adultos de palmeiras, e que a substituição gradual das espécies ocorreu em diferentes níveis altitudinais (RODRIGUES et al., 2014). Esse parece ter sido o mesmo caso em Maracá, onde as espécies que necessitavam de suprimento sazonal de água foram delimitadas pelas áreas mais brejosas e de baixa altitude de Maracá (*M. flexuosa* e *E. precatória*) caracterizadas como florestas decíduais, enquanto as demais espécies se encontraram distribuídas em áreas sem alagamento sazonal (florestas ombrófilas e semidecíduais).

Embora *E. precatória* e *M. flexuosa* ocorram em locais com maiores concentrações de SB e CTC, possivelmente esses nutrientes não estejam disponíveis para sua assimilação, pois essas duas espécies são comumente encontradas em solos arenosos com baixa fertilidade. *M. flexuosa* e *E. precatória* estão associadas a locais com maior abertura do dossel, justamente porque as parcelas que estão inseridas são locais de brejos, caracterizados por uma grande quantidade de indivíduos decíduais, proporcionando maior luminosidade no período mais seco do ano (dezembro-março). Esse resultado é similar ao do estudo desenvolvido por Cintra et al. (2005) na Reserva Ducke, indicando que a variação na luminosidade está diretamente relacionada com a abundância de indivíduos de palmeiras. Por fim, *O. bacaba* e *A. aculeatum* parecem não ter uma preferência de desenvolvimento, ocorrendo tanto em locais sombreados como em locais abertos em Maracá, embora

Shanley e Medina (2005) tenham indicado que ambas tenham uma preferência natural por locais mais abertos.

4.2.4 Estimativa do estoque de carbono e comparação entre os modelos

Os dados obtidos de biomassa e estoque de carbono nos evidenciam que ocorrem distinções entre os três tipos florestais do leste da ilha de Maracá, e não como é sugerido nos relatórios sobre reservatórios e emissões de gases do efeito estufa do Brasil, em que a porcentagem de palmeiras que é levada em consideração em cada um dos tipos florestais assumidos é fixa: 2,31% (BRASIL, 2010; BRASIL, 2014), visto que não é levado em conta as distinções estruturais e ecológicas entre as diferentes fitofisionomias florestais que remetem distinções nos estoques de carbono e biomassa. O presente estudo evidencia que ocorrem diferenças entre o estoque de carbono nos três tipos florestais presentes no leste da ilha de Maracá e entre as espécies de palmeiras arborescentes estudadas. Desta forma, observa-se que as palmeiras representam proporções e dominâncias distintas dependendo do tipo florestal, sugerindo que uma proporção considerável da biomassa está armazenada nas palmeiras e que esse armazenamento pode ser definido pelo tipo florestal. Da mesma forma, existem diferenças quanto ao uso do modelo matemático das palmeiras em comparação ao das árvores, em especial no tocante ao tipo florestal ombrófilo (estatisticamente significativo).

Estudo realizado na Ilha de Maracá por Nascimento et al. (2007), com o intuito de verificar as alterações de biomassa relacionada ao crescimento, recrutamento e mortalidade das espécies arbóreas, sugere que as palmeiras representam cerca de 6% da biomassa total (valores variando entre 23-25 Mg ha⁻¹, independentemente do tipo florestal). Esses valores representam um estoque de carbono (Arecaceae) superior em 1,8 a 3,5 vezes quando comparado com os valores calculados gênero a gênero deste estudo. Essa superestimativa de Nascimento et al. (2007) sugere ser devido ao tipo de cálculo que os autores realizaram, estimando a biomassa das palmeiras a partir do mesmo modelo alométrico adotado para árvores dicotiledôneas. Porém, os cálculos alométricos desenvolvidos para estimar a biomassa de plantas arbóreas dicotiledôneas tendem a apresentar viés de erros quando aplicados às palmeiras, porque esse grupo botânico apresenta baixa ou nenhuma relação entre o diâmetro e a altura se comparadas às espécies arbóreas (GOODMAN et al., 2013).

Da mesma forma, estudo realizado por Nascimento et al. (2014), também em Maracá, determinou que as palmeiras, ao longo do período de 22 anos apresentaram redução na biomassa de aproximadamente 23,4% no tipo florestal decidual (florestas monodominadas por *P. gracilipes*) e de 17,8% no semidecidual (florestas com poucos indivíduos de *P. gracilipes*). No entanto, as palmeiras tiveram um ganho de 14,5% em biomassa no tipo florestal ombrófilo (isenta de *P. gracilipes*), sendo este o tipo florestal que apresentou maior biomassa total ($\sim 14 \text{ Mg ha}^{-1}$), um valor similar ao encontrado no trabalho em tela. Contudo, de forma geral, os dados de biomassa nos censos de 1991, 2003 e 2013 dos referidos autores foram superiores ao trabalho atual.

Em outras partes da Amazônia houveram estudos que também contabilizaram a biomassa de palmeiras dentro de inventários realizados em diferentes ecossistemas e que indicam similaridades ou diferenças em relação ao atual estudo realizado no leste de Maracá. Por exemplo, Farias (2014) obteve como biomassa média de palmeiras um total de $3,15 \pm 4,47 \text{ Mg ha}^{-1}$ (variando entre 0 a $18,18 \text{ Mg ha}^{-1}$) em florestas alagadas dispersas ao longo do médio e baixo rio Branco. Esses valores parecem ter mais sentido ecológico pois, mesmo representando ecossistemas distintos dos avaliados em Maracá, implicam em uma menor concentração de palmeiras em relação ao estoque total de biomassa arbórea. Por outro lado, Santos, Santos e Ferreira (2013) obtiveram biomassa média para as palmeiras $0,875 \text{ t indivíduo}^{-1}$ de um total de 123 indivíduos de palmeiras, um valor per capita que representa quase que o dobro do estimado no atual estudo. Contudo, em um estudo desenvolvido por Oliveira (2012) na Floresta Nacional do Amapá, obteve como contribuição da biomassa total das palmeiras que variou de 0 a $14,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, com essa variação ocorrendo em função de diferentes ambientes florestais, mas indicando que as palmeiras representavam cerca de 7% da biomassa arbórea viva total. Por fim, em estudo desenvolvido com base nos dados de 74 parcelas cadastradas na Rede Amazônica de Inventários Florestais (RAINFOR), com dados disponibilizados pelo PPBio, foi evidenciado que área basal e biomassa de palmeiras foi sempre superior em solos mal drenados e com maior concentração de areia (EMILIO et al., 2013). Esse resultado precisa ser observado com critérios mais refinados, pois os solos mal drenados no leste de Maracá foram caracterizados por ambientes deciduais, monodominantes (*P. gracilipes*) e com baixa abundância de palmeiras, enquanto que os solos mal drenados de Emilio et al. (2013) foram caracterizados por grandes complexos de buritizais e açazais, fazendo com que, na média, a biomassa desses

ambientes fosse maior. Por outro lado, da mesma forma que os trabalhos citados, a biomassa de palmeiras variou em relação aos diferentes ambientes florestais, indicando fortemente a necessidade de avaliar as palmeiras como componentes independentes nas estimativas de biomassa e carbono.

Deste conjunto de informações acima relatados é possível derivar duas importantes implicações no nível regional: (i) a adoção de um único valor geral (2,31%) para o grupo de palmeiras nos relatórios publicados periodicamente pelo Brasil (BRASIL, 2010, 2014) podem estar gerando um viés de erro de difícil solução, visto que embora os valores médios observados nesse estudo sejam próximos aos atualmente adotados (1-4%), não há dúvidas de que o tamanho da área da Amazônia pode provocar distorções na casa dos milhões de toneladas de carbono, (ii) a adoção de modelos alométricos específicos para árvores dicotiledôneas para estimar biomassa/carbono de palmeiras tende a apresentar um viés de erro de difícil controle porque, como sugerido por Goodman et al. (2013), esse grupo botânico não possui qualquer relação entre o diâmetro e/ou a altura quando comparada as espécies arbóreas. Essa segunda implicação está diretamente relacionada ao fato de que, embora no estudo em tela tenha sido observado diferença significativa apenas no estoque de carbono estimado para o tipo florestal ombrófilo (modelo alométrico próprio para palmeiras em comparação com modelo geral adotado para árvores dicotiledôneas), não há dúvida que nos demais tipos observados (semidecidual e decidual) os valores absolutos foram inferiores ~30%, deixando uma enorme margem de incertezas quanto a adoção de modelos gerais arbóreos em detrimento de modelos específicos para palmeiras.

5 CONCLUSÃO

Densidade, área basal e biomassa das palmeiras arborescentes do leste da Ilha de Maracá não são condicionados diretamente por determinantes ambientais edáficas (textura - porcentagem de areia, fertilidade - SB, CTC e concentração de ferro) e hidrológicas, mas possuem fraca relação com abertura do dossel, sendo possível que outros fatores possam estar influenciando essas variáveis dependentes. Por outro lado, analisando o conjunto dos dados, o estoque de carbono é distinto por tipos florestais e espécies observadas na zona de ecótono estudada, como também ocorre diferença entre o estoque de carbono estimado pelo modelo alométrico para palmeiras em relação ao adotado para árvores dicotiledôneas, sendo essa conclusão um aspecto de grande importância para os inventários nacionais de emissão e estoques de carbono na Amazônia. Isso indica que os atuais valores derivados dos inventários nacionais podem estar com um viés de erro, não representado fielmente o estoque de carbono em cada tipo florestal avaliado nos relatórios anuais. Isso porque os relatórios anuais se utilizam de um fator padrão médio fixo que estima a biomassa de palmeiras para todos os tipos florestais independente da composição florística ou mesmo da estrutura das grandes palmeiras.

REFERÊNCIAS

- ALARCÓN, J. G. S.; PEIXOTO, A. L. Florística e fitossociologia de um trecho de um hectare de floresta de terra firme, em Caracaraí, Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 2, p. 33-60, maio/ago. 2007.
- ANDREAZZI, C. S.; PIRES, A. S.; FERNANDEZ, F. A. S. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 4, p. 554-574, dez. 2009.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G., CASTELLON, E. G. (Org.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA): Manaus, 1997. p. 325–335.
- BARBOSA, R. I.; BACELAR-LIMA, C. G. Notas sobre a diversidade de plantas e fitofisionomias em Roraima através do banco de dados do herbário INPA. **Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 4, n. 7, p. 131-154, jul./dez. 2008.
- BARBOSA, R. I.; LIMA, A. D.; MOURÃO JUNIOR, M. Biometria de frutos do buriti (*Mauritia flexuosa* L. F. Arecaceae) produção de polpa e óleo em uma área de savana de Roraima. **Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 5, n. 10, p. 71-85, jan./jun. 2010.
- BISPO, P. C.; VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M. Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). **Acta Amazonica**, Manaus, v. 39, n. 1, p. 81-90, mar. 2009.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais do Clima. **Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2010. 520p.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Coordenação Geral de Mudanças Globais do Clima. **Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito estufa no Brasil**. Brasília, 2014. 190p
- BRIENEN, R. J. W. et al. Long-term decline of the Amazon carbon sink. **Nature**, London, v. 519, [s.n], p. 344-348, mar. 2015.
- BRITO NETO, R. L.; BARRETO, P. A. B.; PRADO, W. B. Utilização de aplicativo telemóvel para medição da altura total de árvores. In: IV SEMANA DE ENGENHARIA FLORESTAL DA BAHIA, 4., 2016, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: UESB, 2016. p. 1-7.
- BUSTAMANTE, M. et al. **Terceiro inventário brasileiro de emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa**. Brasília: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2015. 343p.

CARRERO, G. C. et al. **Árvores do Sul do Amazonas**: Guia de espécies de interesse econômico e ecológico. Manaus: IDESAM, 2014. 111p.

CARVALHO, A. L. et al. Amazon soil charcoal: Pyrogenic carbon stock depends of ignition source distance and forest type in Roraima, Brazil. **Global Change Biology**, Oxford, v.24, n. 9, p. 4122-4130, apr. 2018.

CINTRA, R. et al. Forest spatial heterogeneity and palm richness, abundance and community composition in Terra Firme forest, Central Amazon. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 1, p. 75-84, jan./mar. 2005.

CHAVE, J. et al. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, Oxford, v. 20, n.10, p.1 -17, may 2014.

CONDÉ, T. M.; TONINI, H. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia setentrional, Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 3, p. 247-260, set. 2013.

COUTO-SANTOS, F. R.; LUIZÃO F.J.; CARNEIRO-FILHO, A. The influence of the conservation status and changes in the rainfall regime on forest-savanna mosaic dynamics in Northern Brazilian Amazonia. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 2, p. 197-206, jun. 2014.

COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E. **Curso de Análises Multivariadas**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2008.18p.

COSTA, F. R. C. et al. Gradients within gradients: The mesoscale distribution patterns of palms in a central Amazonian forest. **Journal of Vegetation Science**, Malsen, v.19, n.3, p. 301-314, 2008.

DEY, A.; ISLAM, M.; MASUM, K. M. Above ground carbon stock through palm tree in the homegarden of sylhet city in Bangladesh. **Journal of Forest and Environmental Science**, Dhaka, v. 30, n. 3, p. 293-300, aug./sep. 2014.

EMILIO, T. et al. Soil physical conditions limit palm and tree basal area in Amazonian forests. **Plant Ecology & Diversity**, [S.l.], v.14, n.2, p. 215-229, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Informação Tecnológica, 2009. 628p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 286 p.

FARIAS, H. L. S. **Biomassa arbórea as florestas alagadas ao longo do rio Branco, Roraima**. 2014. 70p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2014.

FEITOSA, K. K. A. et al. Relações solo-vegetação em “ilhas” florestais e savanas adjacentes, no nordeste de Roraima. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 135-146, jan./mar. 2016.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's Amazonian forest carbon: the key to Southern Amazonia's significance for global climate. **Regional Environmental Change**, [S.l.], v.18, n.1, p.47-61, jan. 2018

FEARNSIDE, P. M.; BARBOSA, R. I.; PEREIRA, V. B. Emissões de gases do efeito estufa por desmatamento e incêndios florestais em Roraima: fontes e sumidouros. **Revista Agroambiente On-line**, Boa Vista, v. 7, n.1, p. 95-111, 2013.

FURLEY, P.; RATTER, J. Soil and plant change at the forest-savanna boundary on Maracá Island. In: HEMMING, J. (Org.). **The rainforest edge: plant and soil ecology of Maracá Island, Brazil**. New York: Manchester University Press, 1994. p. 92-114.

GOMES, J. P. et al. Efeitos de gradientes ambientais na fitossociologia de assembleias de palmeiras no sudeste de Roraima, Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 4, n. 5, p. 317-327, set./out. 2016.

GOODMAN, R. C. et al. Amazon palm biomass and allometry. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 310, [s.n], p. 994-1004, sep./oct.2013.

GOULDING, M.; SMITH, N. **Palmeiras: Sentinelas para a conservação da Amazônia**. Lima: Amazon Conservation Association, 2007. 358p.

HADA, A. R. et al. Resource stock, traditional uses and economic potential of the buriti palm (*Mauritia flexuosa* L.) in wetlands of the Araça Indigenous Area, Roraima, Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, Amsterdam, v.12, n. 08, p. 111-122, dec. 2013.

HEMMING, J, RATTER, J. SANTOS. A. A. dos. **Maracá - Roraima/Brasil**. São Paulo: Empresas das Artes, ICI Brasil S/A, 1988. 158p.

HONGYU, K.; SANDANIELO, V. L. M.; OLIVEIRA JUNIOR, G. J. Análise de Componentes Principais: resumo teórico, aplicação e interpretação. **E&S-Engineering and Science**, Cuiabá, v.1, n. 05, p. 83-90, jun. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Recursos naturais e meio ambiente**: uma visão do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1997. 208p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 171 p.

JARDIM, M. A. G. et al. Diversidade e Estrutura de Palmeiras em Floresta de Várzea do Estuário Amazônico. **Amazônia: Ciências & Desenvolvimento**. Belém, v. 2, n. 4, p. 67-84, jan./jun. 2007.

JUDD, S. et al. **Sistemática vegetal** - um enfoque filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632p.

KUNIY, A. A.; YAMASHITA, C.; GOMES, E. P. C. Estudo do aproveitamento de frutos da palmeira jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) por *Anadorhynchus shyacinthinus*, *A. learie* e *Ara ararauna*. **Ararajuba**, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p.19-123, dez. 2001.

LEITMAN, P. et al. **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB53>>. Acesso em: 31 out. 2016.

MALHI, Y. et al. The regional variation of aboveground live biomass in old-growth Amazonian forests. **Global Change Biology**, Oxford, v.12, n.7, p.1107-1138. 2006.

MARTINS, R. C.; FILGUEIRAS, T. S.; ALBUQUERQUE, U. P. Use and Diversity of Palm (Arecaceae) Resources in Central Western Brazil. **The Scientific World Journal**, Cairo, v. 14, n. 14, p. 1-14, jan. 2014.

MCMICHAEL, C. N. H. et al. Ancient human disturbances may be skewing our understanding of Amazonian forests. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)**, [S.l.] v. 114, n.3, p. 522-527, jan. 2017.

MILLIKEN, W.; RATTER, J. A. **The Vegetation of the Ilha de Maracá**. First Report of the Vegetation Survey of the Maracá Rainforest Project (INPA/RGS/SEMA). Edinburgh: Royal Botanic Garden, 1998. 277p.

MOORE, P. G. Palms in motion. **Nature**, London, v. 426, n. 6, p. 26-27, nov. 2003.

NASCIMENTO, M. T. et al. Above-ground biomass changes over an 11-year period in an Amazon monodominant forest and two other lowland forests. **Plant Ecology**, [S.l.], v.192, [s.n], p.181-191, jun. 2007.

NASCIMENTO, M. T. et al. Is the *Peltogyne gracilipes* monodominant forest characterised by distinct soils? **Acta Oecologica**, Paris, v. 85, [s.n], p.104-107, nov. 2017.

NASCIMENTO, M. T. et al. Variation in floristic composition, demography and above-ground biomass over a 20-year period in an Amazonian monodominant forest. **Plant Ecology & Diversity**, [S.l.], v. 7, n. 2, p.293-303, mar. 2014

OLIVEIRA, K. F. et al. Estrutura e distribuição espacial de populações de palmeiras em diferentes altitudes na Serra do Mar, Ubatuba, São Paulo, Brasil. **Rodriguesia**, Rio de Janeiro, v. 65, n. 4, p. 1043-1055, out./dez. 2014.

OLIVEIRA, L. L. **Interações da estrutura da vegetação com a topografia e solo na Floresta Nacional do Amapá**. 2012. 105p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Tropical) - Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2012.

OÜ, D. **Measure Height Application**. Versão 1.4, 2014. Disponível em: <[https://play.google.com/store/apps/details?id= ee.deskis.android.height&hl=pt_BR](https://play.google.com/store/apps/details?id=ee.deskis.android.height&hl=pt_BR)>. Acesso em: 12 jan. 2018.

PAULETTO, D.; LUIZÃO, F. J.; BARBOSA, J. E. D. Diversidade de palmeiras em diferentes gradientes topográficos na Reserva Biológica do Cuieiras. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 2007, Caxambu. **Anais...Caxambu**: SEB, 2007. p. 1-7.

PANSINI, S. et al. Riqueza e seletividade de palmeiras ao longo de gradientes ambientais na região do interflúvio Purus-Madeira em Porto Velho, RO. **Biota Amazônia**, Macapá, v. 6, n. 2, p. 93-100, jun./jul. 2016.

PASSOS, M. A. B.; DUARTE, O. R.; YUYAMA, K. Morphometric characterization of *Attalea maripa* (Arecaceae) from Roraima State, Brazil. **Journal of Agricultural Science**, Ottawa, v. 6, n.12, p.115-125, nov. 2014.

PIRES, H. C. G. et al. Padrão Fenológico de *Attalea maripa* (Aubl.) Mart. em Áreas de Pastagens na Amazônia Oriental. **Floresta e Ambiente**, Belém, v.23, n.2; p.170- 179, 2016.

PHILLIPS, O. L. et al. Drought-mortality relationships for tropical forests. **New Phytologist**, Cambridge v.187, n.3, p.631-646. may. 2010

PHILLIPS, O. L. et al. Changes in the carbon balance of tropical forests: Evidence from long-term plots. **Science**, New York, v.282, n. 5388, oct. p.439-442, 1998.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing**. Versão 3.1, 2014. Disponível em: <[https:// www.R-project.org/](https://www.R-project.org/)>. Acesso em: 01 fev. 2018.

RODRIGUES, F. L. et al. Influences of forest structure and landscape features on spatial variation in species composition in a palm community in central Amazonia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.30, n.6, p. 565-578, aug./sep. 2014.

SALM, R. et al. Palm community transitions along a topographic gradient from floodplain to terra firme in the eastern Amazon. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 45, n. 1, p. 65-74, mar./apr. 2015.

SALM, R.; JARDIM, M. A. G.; ALBERNAZ, A. L. K. M. Abundância e diversidade de palmeiras no Distrito Florestal Sustentável da rodovia BR-163, Pará, Brasil. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 11, n. 3, p. 99-105, jul./set. 2011.

SALOMÃO, R. P. et al. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi - Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 3, p. 57-153, set./dez. 2007.

SANQUETTA, C. R. et al. Quantifying biomass and carbon stocks in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Northeastern Brazil. **African Journal of Agricultural**, Bishop, v. 10, n. 43, p. 4067- 4075, oct./nov. 2015.

SANTOS, L. R.; SANTOS, E. A. FERREIRA, E. J. L. Estimativa da capacidade de estoque de biomassa e carbono da vegetação arbórea de um fragmento do Parque Urbano Tucumã, em Rio Branco, Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.9, n.17; p. 1305- 1321, dez. 2013.

SHANLEY, P.; MEDINA, G. **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Belém: CIFOR, Imazon, 2005. 300p.

SILVA, L. F. S. G. et al. Production and stock of coarse woody debris across a hydro-edaphic gradient of oligotrophic forests in the northern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 364, [s.n], p.1-9, jan. 2016

SILVA, F. et al. Allometric equations for estimating biomass of *Euterpe precatoria*, the most abundant palm species in the Amazon. **Forests**, Basel, v.6, n.4, p. 450-463, feb. 2015.

SILVA, M. S.; VIEIRA, F. A.; CARVALHO, D. Diversity and genetic structure in natural populations of *Geonoma schottiana* Mart. (Arecaceae): implications for conservation. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 2, p. 195-201, apr./jun. 2011.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira baseado em APG II**. 2. ed. São Paulo: Nova Odessa, 2008. 703p.

STEEGE, H.T. et al. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. **Science**, New York, v. 342, n. 8, p. 325- 335, oct. 2013.

TICHY, L. **GLAMA - Gap Light Analysis Mobile Application**. Versão 3.0, 2015. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.mobilesglama&hl=pt_BR>. Acesso em: 01 fev. 2017.

THOMPSON, J. et al. Ecological studies on a lowland evergreen rain forest on Maraca Island, Roraima, Brazil. I. Physical environment, forest structure and leaf chemistry. **Journal of Ecology**, London, v. 80, [s.n], p.689- 703, mar. 1992.

VILLACORTA, C. D. A. **Condicionantes edáficas para a monodominância do Gênero *Peltogyne* (Fabaceae) na ilha de Maracá, Roraima, norte da Amazônia brasileira**. 2017. 43p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2017.

XAUD, H. A. M. **Abordagem multisensor aplicada ao monitoramento de florestas tropicais atingidas por incêndios em Roraima**. 2013. 155p. Tese (Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2013.

APÊNDICE A - Condicionantes ambientais analisadas (por parcelas)

Cód. Lab.	Parcelas	Areia	SB	CTC	Fe	Alt (m)	Cat. Dre.	Ab. Dossel (%)
		(%)	cmol _c / Kg	cmol _d /Kg	mg/Kg			
11157	L1-0800-0850	85	0.47	3.27	22.4	67.475	1	12.72
11140	L1-1000-1050	82	1.08	3.88	136	61.4	0	35.25
11141	L1-1200-1250	75	0.79	4.19	74	67.075	1	12.775
11142	L1-1400-1450	84	0.37	3.77	33.2	76.9	1	12.47
11143	L1-2000-2050	81	0.89	5.09	50	67.425	1	16.24
11144	L1-2200-2250	57	0.81	5.51	354	55.56	0	25.03
11145	L1-2400-2450	72	0.49	3.59	180	56.905	0	32.75
11146	L1-2600-2650	76	0.66	3.76	268	59.49	1	15.31
11147	L1-3000-3050	76	0.83	5.53	106	67.36	1	7.35
11148	L1-3200-3250	88	0.7	3.5	88	57.305	0	11.045
11149	L1-3450-3500	8	0.75	11.65	472	54.92	0	18.485
11150	L1-3650-3700	84	0.56	3.66	58	56.715	0	23.17
11151	L1-3850-3900	70	0.98	5.18	76	70.895	1	16.095
11152	L1-4050-4100	87	1.7	4.5	52	60.97	0	16.03
11153	L1-4250-4300	72	1.34	4.74	46	62.755	1	27.395
11154	L1-4450-4500	77	1.19	4.59	56	77.18	1	9.785
11155	L1-4650-4700	79	1.26	4.06	34	72.05	0	9.9
11156	L1-4850-4900	79	0.86	4.26	118	81.765	1	13.235
11176	L2-0900-0950	70	0.67	5.87	168	95.455	0	12.595
11158	L2-1100-1150	85	0.55	3.05	36	59.39	0	41.435
11159	L2-1300-1350	80	0.6	4.4	132	64.77	1	15.14
11160	L2-1500-1550	77	0.46	4.66	60	70.475	1	10.765
11161	L2-1700-1750	86	0.52	3.92	70	74.995	1	13.87
11162	L2-1900-1950	82	0.99	3.79	88	75.775	1	14.055
11163	L2-2150-2200	85	0.56	3.36	78	72.36	0	17.79
11164	L2-2350-2400	86	0.61	4.01	114	68.305	0	13.71
11165	L2-2600-2650	84	0.86	3.96	84	65.26	1	19.685
11166	L2-2800-2850	86	0.63	3.73	108	63.43	1	10.695
11167	L2-3050-3100	83	0.47	3.57	60	68.5	1	13.16
11168	L2-3400-3450	78	0.72	4.12	78	81.92	1	11.93
11169	L2-3600-3650	78	0.61	4.01	46	78.23	1	10.22
11170	L2-3800-3850	75	0.51	4.31	312	71.805	0	13.075
11171	L2-4000-4050	81	0.71	4.51	60	63.49	0	18.86
11172	L2-4200-4250	78	1.03	4.13	60	68.41	1	17.875
11173	L2-4400-4450	79	0.81	3.61	60	73.31	1	13.135
11174	L2-4600-4650	81	2.04	3.84	284	78.655	0	8.125
11175	L2-4800-4850	77	1.87	4.67	34	71.87	1	37.665
11195	L3-0900-0950	62	0.68	6.48	156	85.775	0	5.48
11177	L3-1100-1150	78	0.42	4.62	50	65.99	1	30.475
11178	L3-1300-1350	87	0.4	4.2	56	71.72	1	14.865
11179	L3-1500-1550	91	0.32	2.82	23	73.52	1	11.085
11180	L3-1700-1750	82	0.57	4.37	332	76.43	0	15.55
11181	L3-1900-1950	87	0.35	3.75	72	71.4	1	26.65
11182	L3-2150-2200	93	0.31	2.81	23.6	76.345	1	11.76
11183	L3-2350-2400	89	0.42	2.92	25.8	82.57	1	13.705
11184	L3-2550-2600	87	0.45	3.55	40	81.77	1	12.47
11185	L3-2750-2800	82	0.36	3.16	40	77.395	1	12.19
11186	L3-2950-3000	83	0.36	2.86	36.2	83.76	1	11.4
11187	L3-3150-3200	81	0.5	3.6	54	88.67	1	13.205
11188	L3-3350-3400	81	0.35	3.45	42	85.93	1	10.565
11189	L3-3550-3600	81	0.72	4.12	174	76.66	0	12.275
11190	L3-4000-4050	83	0.42	3.52	38.8	68.7	1	26.81
11191	L3-4200-4250	62	0.59	2.79	25.4	84.95	1	9.075
11192	L3-4400-4450	92	0.37	2.17	14.2	85.28	1	8.595
11193	L3-4600-4650	70	0.36	5.56	68	82.445	1	14.535

11194	L3-4800-4850	88	0.67	3.17	19.6	82.74	1	14.69
11196	L4-0050-0100	74	0.66	7.06	114	69.14	1	16.03
11197	L4-0250-0300	84	0.43	3.83	66	71.3	1	15.405
11198	L4-0450-0500	82	0.32	5.02	76	72.245	1	19.335
11199	L4-0650-0700	78	0.45	5.65	36.6	70.93	1	17.13
11200	L4-0850-0900	85	0.29	3.69	27	71.45	1	20.385
11201	L4-1050-1100	91	0.37	2.17	27.4	77.47	1	14.74
11202	L4-1250-1300	90	0.35	2.15	22	78.355	1	13.87
11203	L4-1450-1500	90	0.34	2.84	54	79.235	1	15.49
11204	L4-1850-1900	73	0.39	6.79	194	75.58	1	14.05
11205	L4-2050-2100	89	0.34	4.14	54	80.22	1	10.64
11206	L4-2250-2300	87	0.38	3.78	60	69.955	1	15.645
11207	L4-2450-2500	89	0.37	3.47	56	65.4	0	24.405
11208	L4-2550-2600	79	0.37	4.57	104	66.985	0	39.135
11209	L4-2650-2700	86	0.39	3.79	100	74.075	0	9.395
11210	L4-3050-3100	86	0.39	3.79	74	73.695	1	16.64
11211	L4-3300-3350	76	0.49	9.89	124	65.13	1	15.09
11212	L4-3500-3550	81	1.21	4.61	64	62.435	0	29.465
11213	L4-3800-3850	84	1.32	4.72	31.8	63.02	0	20.84
11214	L4-4000-4050	88	0.63	2.83	44	67.28	0	25.875
11215	L4-4200-4250	88	0.92	2.92	19.6	78.25	1	14.48
11216	L4-4400-4450	87	1.28	3.78	17.8	81.285	1	10.735
11217	L4-4600-4650	87	0.47	3.27	28.4	81.96	1	14.56
11218	L4-4850-4900	89	0.78	6.58	50	76.38	0	25.805
11219	L5-0050-0100	77	0.62	5.32	54	67.945	1	10.7
11220	L5-0200-0250	85	2	3.8	7.6	73.65	1	8.365
11221	L5-0350-0400	79	2.44	4.64	8.2	72.875	1	7.33
11222	L5-0500-0550	80	1.85	4.05	15.4	73.105	1	15.785
11223	L5-0650-0700	88	0.98	3.48	21.8	70.04	1	7.945
11224	L5-0950-1000	86	0.47	3.87	48	72.075	1	10.365
11225	L5-1150-1200	77	0.78	7.18	82	64.195	0	21.61
11226	L5-1300-1350	87	0.55	4.35	44	72.375	1	11.78
11227	L5-1450-1500	95	0.68	2.88	24	73.73	1	12.96
11228	L5-1600-1650	85	1.47	4.27	15.4	74.245	1	12.035
11229	L5-1750-1800	73	1.09	4.19	33	74.435	1	6.93
11230	L5-1900-1950	83	0.77	3.57	25.2	75.66	1	9.155
11231	L5-2050-2100	83	0.78	3.58	24	76.14	1	15.465
11232	L5-2200-2250	88	0.7	2.9	7.6	69.71	1	11.59
11233	L5-2350-2400	74	0.79	5.49	162	64.265	0	19.815
11234	L5-2600-2650	79	0.88	4.28	90	66.945	1	14.175
11235	L5-2750-2800	84	0.66	3.46	40	73.925	1	7.17
11236	L5-2900-2950	88	0.92	3.12	15	74.805	1	9.415
11237	L5-3050-3100	73	0.85	5.55	40	64.47	1	15.23
11238	L5-3350-3400	83	1.05	6.85	138	57.455	1	46.605
11239	L5-3500-3550	85	1.3	4.7	140	60.185	0	28.135
11240	L5-3650-3700	77	1.4	4.8	20.8	65.325	1	12.27
11241	L5-3800-3850	75	1.56	5.36	40	64.27	1	14.61
11242	L5-3950-4000	75	2.41	5.21	19.6	69.785	1	13.34
11243	L5-4200-4250	87	0.92	4.32	68	67.065	1	8.885
11244	L5-4400-4450	93	0.53	2.53	13.2	66.585	0	33.95
11245	L5-4600-4650	85	0.85	4.65	120	65.51	0	21.125
11246	L5-4800-4850	83	0.8	6	224	62.99	0	25.79
11247	L5-4950-5000	80	0.75	3.85	23.4	73.275	1	11.23
11248	L6-0100-0150	75	0.65	4.45	54	60.455	1	12.015
11249	L6-0300-0350	82	0.68	4.08	52	71.245	1	10.12
11250	L6-0500-0550	84	0.48	3.58	38	72.825	1	5.975
11251	L6-0700-0750	86	0.44	3.84	29.6	71.935	1	10.155
11252	L6-0900-0950	83	1.1	4.2	25	72.28	1	9.67
11253	L6-1100-1150	84	1.33	3.83	16.8	70.805	1	7.76
11254	L6-1300-1350	80	1.16	3.66	13.4	73.405	1	8.215
11255	L6-1500-1550	85	1.38	3.18	12.4	73.345	1	10.73
11256	L6-1700-1750	80	1.55	4.35	8.6	74.04	1	9.14

11257	L6-1900-1950	88	1.16	3.36	12.2	74.24	1	9.365
11258	L6-2150-2200	76	0.98	5.18	56	66.195	1	9.79
11259	L6-2350-2400	86	0.75	3.85	32	75.225	1	11.07
11260	L6-2550-2600	81	1.11	5.31	36	64.135	1	10.64
11261	L6-2750-2800	86	0.62	4.82	70	57.285	0	19.06
11262	L6-2950-3000	91	0.47	2.47	23	61.245	1	11.35
11263	L6-3300-3350	87	0.8	5	84	55.55	0	26.16
11264	L6-3500-3550	88	0.72	3.22	34	60.145	1	23.3
11265	L6-3700-3750	80	1.34	5.54	60	57.905	1	8.53
11266	L6-4150-4200	86	0.72	4.12	34	59.72	1	24.385
11267	L6-4350-4400	80	0.76	7.96	62	58.495	0	20.91
11268	L6-4700-4750	72	2.28	8.68	76	60.235	1	14.4

Categoria de drenagem: (0 = mal drenado e 1 = bem drenado)

APÊNDICE B - Número de indivíduos por espécie distribuídos pelas parcelas

Parcelas	<i>A. maripa</i>	<i>A. aculeatum</i>	<i>E. precatoria</i>	<i>M. flexuosa</i>	<i>O. bacaba</i>
L1-0800-0850	1	0	0	0	1
L1-1000-1050	0	0	0	4	0
L1-1200-1250	2	0	0	0	0
L1-1400-1450	0	2	0	0	0
L1-2000-2050	2	0	0	0	0
L1-2200-2250	0	0	0	0	0
L1-2400-2450	0	0	0	0	0
L1-2600-2650	2	0	0	0	0
L1-3000-3050	0	0	0	0	0
L1-3200-3250	1	0	0	0	0
L1-3450-3500	0	0	0	0	0
L1-3650-3700	0	0	0	0	0
L1-3850-3900	1	0	0	0	0
L1-4050-4100	0	0	0	0	0
L1-4250-4300	1	0	0	0	0
L1-4450-4500	1	0	0	0	0
L1-4650-4700	4	0	0	0	0
L1-4850-4900	1	0	0	0	0
L2-1100-1150	0	0	0	0	0
L2-1300-1350	3	0	0	0	0
L2-1500-1550	2	0	0	0	0
L2-1700-1750	2	0	0	0	0
L2-1900-1950	1	0	0	0	0
L2-2150-2200	0	0	0	0	0
L2-2350-2400	0	0	0	0	0
L2-2600-2650	0	0	0	0	0
L2-2800-2850	4	0	0	0	0
L2-3050-3100	3	0	0	0	0
L2-3400-3450	4	0	0	0	1
L2-3600-3650	0	0	0	0	0
L2-3800-3850	1	0	0	0	0
L2-4000-4050	0	0	0	0	0
L2-4200-4250	0	0	0	0	0
L2-4400-4450	1	0	0	0	0
L2-4600-4650	0	1	0	0	0
L2-4800-4850	1	0	9	2	0
L2-0900-0950	0	0	0	0	0
L3-1100-1150	4	0	0	0	0
L3-1300-1350	2	0	0	0	0
L3-1500-1550	2	0	0	0	0
L3-1700-1750	2	0	0	0	0
L3-1900-1950	0	0	0	0	0
L3-2150-2200	1	0	0	0	0

L3-2350-2400	1	0	0	0	0
L3-2550-2600	1	0	0	0	0
L3-2750-2800	2	0	0	0	0
L3-2950-3000	0	0	0	0	0
L3-3150-3200	1	0	0	0	1
L3-3350-3400	0	2	0	0	4
L3-3550-3600	1	0	0	0	0
L3-4000-4050	1	0	0	0	0
L3-4200-4250	0	0	0	0	0
L3-4400-4450	0	1	0	0	0
L3-4600-4650	2	2	0	0	0
L3-4800-4850	1	0	0	0	0
L3-0900-0950	0	2	0	0	0
L4-0050-0100	3	1	0	0	0
L4-0250-0300	2	0	0	0	0
L4-0450-0500	2	1	0	0	0
L4-0650-0700	2	0	0	0	0
L4-0850-0900	4	0	0	0	0
L4-1050-1100	0	2	0	0	0
L4-1250-1300	1	1	0	0	1
L4-1450-1500	0	0	0	0	0
L4-1850-1900	11	0	0	0	0
L4-2050-2100	0	0	0	0	0
L4-2250-2300	3	0	0	0	0
L4-2450-2500	0	0	0	0	0
L4-2550-2600	2	0	0	0	0
L4-2650-2700	2	0	0	0	1
L4-3050-3100	0	1	0	0	0
L4-3300-3350	0	0	0	0	1
L4-3500-3550	0	0	0	0	0
L4-3800-3850	2	0	0	0	0
L4-4000-4050	2	0	0	0	0
L4-4200-4250	2	0	0	0	0
L4-4400-4450	0	0	0	0	0
L4-4600-4650	0	0	0	0	0
L4-4850-4900	2	0	0	0	0
L5-0050-0100	2	0	0	0	0
L5-0200-0250	0	0	0	0	0
L5-0350-0400	0	1	0	0	0
L5-0500-0550	0	0	0	0	0
L5-0650-0700	0	0	0	0	0
L5-0950-1000	0	1	0	0	0
L5-1150-1200	1	0	0	1	0
L5-1300-1350	0	1	0	0	0
L5-1450-1500	1	0	0	0	0
L5-1600-1650	0	0	0	0	0

L5-1750-1800	2	2	0	0	1
L5-1900-1950	0	0	0	0	0
L5-2050-2100	0	0	0	0	0
L5-2200-2250	5	1	0	0	0
L5-2350-2400	2	0	0	0	0
L5-2600-2650	1	0	0	0	0
L5-2750-2800	0	0	0	0	0
L5-2900-2950	0	0	0	0	0
L5-3050-3100	1	0	0	0	0
L5-3350-3400	0	0	0	0	0
L5-3500-3550	0	0	0	0	0
L5-3650-3700	0	0	0	0	0
L5-3800-3850	0	0	0	0	1
L5-3950-4000	0	0	0	0	0
L5-4200-4250	3	0	0	0	0
L5-4400-4450	0	0	0	0	0
L5-4600-4650	0	0	0	0	0
L5-4800-4850	0	0	0	0	0
L5-4950-5000	0	0	0	0	0
L6-0100-0150	11	1	0	0	0
L6-0300-0350	1	4	0	0	0
L6-0500-0550	0	0	0	0	0
L6-0700-0750	0	1	0	0	0
L6-0900-0950	0	0	0	0	0
L6-1100-1150	1	0	0	0	0
L6-1300-1350	1	2	0	0	0
L6-1500-1550	0	2	0	0	0
L6-1700-1750	0	1	0	0	0
L6-1900-1950	0	1	0	0	0
L6-2150-2200	1	0	0	0	0
L6-2350-2400	2	1	0	0	0
L6-2550-2600	1	0	0	0	0
L6-2750-2800	1	0	0	0	0
L6-2950-3000	2	1	0	0	0
L6-3300-3350	0	0	0	0	0
L6-3500-3550	4	0	0	0	1
L6-3700-3750	1	0	0	0	0
L6-4150-4200	5	0	0	0	0
L6-4350-4400	0	0	0	0	0
L6-4700-4750	0	0	0	0	0
