



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

MARGARITA MARIA ALMANZA JARAMILLO

**ESTRUTURA, BIOMASSA ARBÓREA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE ILHAS  
DE MATA DA SAVANA DE RORAIMA, NORTE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA**

Boa Vista, RR  
2015

MARGARITA MARIA ALMANZA JARAMILLO

**ESTRUTURA, BIOMASSA ARBÓREA E COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA DE  
ILHAS DE MATA DA SAVANA DE RORAIMA, NORTE DA AMAZÔNIA  
BRASILEIRA**

Dissertação de mestrado 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. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa

Coorientadora: Profa. Dra. Lidiany C. S. Carvalho

Boa Vista, RR  
2015

**MARGARITA MARIA ALMANSA JARAMILLO**

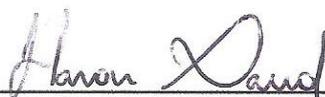
**Estrutura, biomassa arbórea e composição florística de ilhas de mata em savanas de Roraima, norte da Amazônia brasileira**

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em 26 de fevereiro de 2015 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:



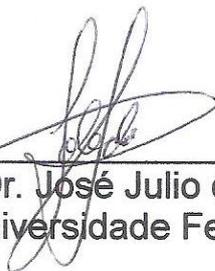
---

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



---

Prof. Dr. Haron Abrahim Magalhães Xaud  
Membro - Embrapa Roraima



---

Prof. Dr. José Julio de Toledo  
Membro – Universidade Federal do Amapá



---

Prof. Dr. Carlos Eduardo Moura da Silva  
Membro – Universidade Estadual de Roraima

## **DEDICATÓRIA**

Con mucho amor a las personas que hicieron todo lo posible para que yo pudiera  
cumplir mis sueños y mis metas:  
Papá, Mamá, Hermana y Abuelitos.

## AGRADECIMENTOS

À Deus por dar-me a oportunidade de viver esta experiência e por colocar em meu caminho pessoas que foram meu suporte e companhia nesta etapa de minha vida.

Este estudo foi suportado pelo projeto “Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais da Savana de Roraima” (PPI-INPA 015/122), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Proc. CNPq 303081/2011-2) e Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia dos Serviços Ambientais da Amazônia (INCT-ServAmb).

A Organização dos Estados Americanos (OEA), o Grupo Coimbra de Universidade Brasileiras (GCUB) e a Universidade Federal de Roraima me oportunizaram cursar o mestrado no Brasil.

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Núcleo de Pesquisas de Roraima (NPRR), por sua colaboração e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais (PRONAT) da Universidade Federal de Roraima (UFRR), por apoiar-me e proporcionar a oportunidade de ter esta experiência a nível acadêmico e pessoal.

De maneira especial ao professor Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa “*meu pai Brasileiro*”, pela confiança, dedicação, paciência, apoio, amizade e sabedoria transmitida no desenvolvimento deste mestrado. Muito obrigada pela extrema contribuição à minha formação profissional - você ocupa um lugar muito importante em minha vida.

A meus companheiros de trabalho de campo, Heleno José Pereira Valente e Williamar, pela colaboração em meu trabalho de campo sem vocês eu não teria conseguido.

Ao MSc. Ricardo Perdiz (Bolsista CENBAM-PPBio), por sua entrega e dedicação na identificação taxonômica das plantas por mim coletadas e, sobretudo, por sua amizade.

A equipe de professores e funcionários do PRONAT, pelo acolhimento especialmente ao Prof. Marcos Vital, Prof. José Frutuoso, Prof. Gardênia Holanda e a Prof. Carolina V. de Castilho, sem esquecer as secretárias Natalia, Luiza e Carolina, que sempre estiverem dispostas a me ajudar.

A todos meus colegas do mestrado, especialmente a Ângela, Patrícia, Gabrielle e Sidney por sua amizade. A Marden, pelo carinho, companhia e apoio que me tem brindado nestes últimos meses. A Júlio, Jonathan, Luís, Alina, Diana, Emília e Ismael pelas palavras de alento, apoio e força. A meus companheiros do INPA-RR, Paulo Barni e Rodrigo e, em especial, às minhas amigas, Aparecida e Maryory por seu apoio e contribuição em todo momento.

A meu amigo David Dias (CENBAM-PPBio/Manaus) por sua ajuda incondicional, por sua paciência, apoio e força e, sobretudo, por ensinar-me tantas coisas sobre o R-Project e acreditar sempre que eu conseguiria.

Aos meus pais, Edgar Fernando Almansa Manrique e Angela Maria Jaramillo Giraldo, a quem devo a vida, os agradeço por ensinar-me a ser uma lutadora, dar-me o melhor exemplo da vida e apoiar-me a cumprir minhas metas. A minha irmã (Angela Carolina Almansa Jaramillo) por apoiar-me e estar sempre disposta a ajudar. A meus avós (Juan Francisco Jaramillo e Maria Gilma Giraldo de Jaramillo) por sua dedicação e apoio incondicional em meus estudos. A meu amigo e irmão Jairo Alonso por ser minha alma gêmea e estar sempre presente quando necessitei. A todos obrigada pela extrema contribuição na minha formação pessoal e profissional, por todos vocês eu sou a mulher que sou.

**Muito obrigada!**

“Sabio es:  
trabajar con humildad,  
con esfuerzo y voluntad  
lograremos la excelencia”.  
(Clan Anonimus)

## RESUMO

Ecossistemas florestais dispersos em matrizes de savana da Amazônia vêm sofrendo vários tipos de impactos antropogênicos, em especial fogo recorrente e extração seletiva. O estoque de carbono na biomassa destes sistemas e a sua contribuição como mitigador dos impactos gerados pelo aquecimento global são pobremente conhecidos. O objetivo deste estudo foi estimar a biomassa arbórea viva acima do solo em ilhas de mata (fragmentos florestais) antropizadas da savana de Roraima, norte da Amazônia Brasileira. Foram avaliados os seguintes fatores: dimensão do fragmento, estrutura florestal (tomando como base a posição no gradiente: borda e interior) e as características físicas e químicas do solo. Foi realizado um inventário florestal em 12 ilhas de mata escolhidas aleatoriamente, levando em consideração três categorias dimensionais ( $k = 3$ ): ilhas grandes (20-60 ha), médias (10-20 ha) e pequenas ( $< 10$  ha). Em cada categoria foram estudadas quatro ilhas ( $n = 4$ ) e, em cada ilha foram estabelecidas subparcelas (76 no total). Todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 10$  cm foram inventariados. A altura total de cada indivíduo foi estimada visualmente. O cálculo da biomassa arbórea viva acima do solo (AGB) para todos os indivíduos inventariados foi realizado pelo método indireto a partir de uma equação alométrica. Foram observados 1087 indivíduos de 112 espécies arbóreas (incluindo morfoespécies) pertencentes a 29 famílias botânicas. *Pouteria surumuensis* Baehni (Sapotaceae) foi a espécie mais abundante em todas as categorias dimensionais. Ilhas de maior dimensão possuem maior abundância de espécies de crescimento tardio e clímax, enquanto espécies pioneiras predominam em ilhas de menor dimensão. A biomassa arbórea não diferiu entre a borda e o interior dos fragmentos, independente da dimensão. Contudo, a biomassa arbórea para fragmentos grandes ( $469,9 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), médios ( $357,1 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) e pequenos ( $206,4 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) diferiu significativamente (ANOVA; Tukey<sub>0,05</sub>), indicando que fragmentos maiores possuem maior AGB. A biomassa arbórea viva não apresentou relação com as características físicas e químicas do solo. A conclusão deste estudo é que biomassa arbórea viva acima do solo das ilhas de mata da savana de Roraima varia em função da dimensão do fragmento, mas independe da posição no gradiente (borda – interior), não indicando relação significativa com estrutura física ou fertilidade do solo.

**Palavras-chave:** Amazônia. Savana. Carbono. Fragmentos Florestais. Florestas Sazonais. Aquecimento global.

## ABSTRACT

Forest ecosystems dispersed in matrices of Amazonian savannas have been suffering many types of anthropogenic impacts, in particular recurrent fire and selective logging. The carbon stock in the biomass of these systems and its contribution to mitigation of impacts generated by global warming are poorly known. The aim of this study was to estimate the living above ground biomass in anthropized forest islands (forest fragments) in the Savanna of Roraima, Northern Brazilian Amazon. Environmental factors were evaluated: the fragment dimension, forest structure (based on the position in the gradient: edge and interior) and the physical and chemical soil characteristics. A forest inventory was carried out in 12 forest fragments randomly chosen, taking into account three-dimensional categories ( $k = 3$ ): large islands (20-60 ha), medium (10-20 ha) and small ( $< 10$  ha). In each category were studied four fragments ( $n = 4$ ) and in each fragment subplots were established (76 in total). All individuals with tree diameter at breast height (DBH)  $\geq 10$  cm were inventoried. The total height of each individual was estimated visually. Living above ground biomass was calculated for all individuals inventoried using indirect method (allometric equation). One thousand and eight seven (1087) individuals were observed of 112 tree species (including morphospecies) belonging to 29 botanical families. *Pouteria surumuensis Baehni* (Sapotaceae) was the most abundant species in all dimensional categories. Forest islands with larger dimensions have higher abundance for both late-growing and climax species, while smaller islands were dominated by pioneer species. The living above ground biomass did not differ between the edge and the interior of fragments regardless of dimension. However, the forest biomass of large ( $469.9 \text{ Mg ha}^{-1}$ ), medium ( $357.1 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) and small ( $206.4 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) fragments differed significantly (ANOVA; Tukey<sub>0.05</sub>), indicating that larger fragments have higher living above ground biomass. The living above ground biomass did not present any relationship with the physical and chemical soil characteristics. The conclusion of this study is that living above ground biomass of forest islands in the Savanna of Roraima varies depending on the fragment size, but is independent of the position in the gradient (edge-interior), indicating no significant relationship with the structure or soil fertility.

**Keywords:** Amazon. Savanna. Carbon. Forest Fragments. Seasonal Forests. Global warming.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Distribuição espacial das ilhas de mata amostradas (cinza e número em vermelho) e não amostradas (branco) dispersas na área do Projeto de Assentamento Nova Amazônia (PANA I), município de Boa Vista, Roraima.. ..... 20
- Figura 2- Desenho experimental realizado nas doze ilhas de mata selecionadas..... 22
- Figura 3- Abundância das famílias botânicas encontradas nos fragmentos florestais amostrados em uma área de savana de Roraima. .... 27
- Figura 4- Número de indivíduos (Num) e altura (Alt) por classe de diâmetro nos fragmentos florestais inventariados em uma área de savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira (independente da categoria do fragmento)..... 31
- Figura 5 - Número de indivíduos (Num) e altura (Alt) por classe de diâmetro nos fragmentos florestais inventariados em uma área de savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira (independente da categoria do fragmento)..... 32
- Figura 6- Densidade de indivíduos ( $n\ ha^{-1}$ ) segundo as classes de DAP (cm) nos fragmentos florestais em uma área de savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira..... 33
- Figura 7- Biomassa arbórea viva acima do solo ( $Mg\ ha^{-1}$ ) nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima, segundo a área de cada fragmento..... 35
- Figura 8- Biomassa arbórea viva acima do solo ( $Mg\ ha^{-1}$ ) nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima, distintas segundo o gradiente (borda e interior). .... 35
- Figura 9- Distribuição da biomassa arbórea viva acima do solo por classes de diâmetro e categoria dimensional. .... 36
- Figura 10- Biomassa arbórea viva acima do solo em função das características químicas e físicas do solo (significativas), nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima..... 37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Localização geográfica e classificação das ilhas de mata (fragmentos florestais) segundo sua dimensão. ....	21
Tabela 2-	Abundância, riqueza (S) e principais espécies encontradas em cada uma das ilhas de mata inventariadas em uma área de savana de Roraima. ....	29
Tabela 3-	Famílias botânicas presentes na borda e no interior dos florestais fragmentos florestais amostrados em uma área de savana de Roraima. ....	30
Tabela 4-	Descritores das estruturas vertical e horizontal dos fragmentos florestais amostrados em uma área de savana de Roraima, tomando como base os indivíduos arbóreos com DAP $\geq 10$ cm. ....	31
Tabela 5-	Biomassa arbórea viva acima do solo ( $Mg\ ha^{-1}$ ; DAP $\geq 10$ cm) estimada para fragmentos florestais (grandes, médios e pequenos) dispersos na savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira. ....	34
Tabela 6-	Propriedades físicas dos solos das ilhas de mata na profundidade de 0-20 cm, tomando como base os valores médios por categoria dimensional. ....	36
Tabela 7-	Propriedades químicas dos solos dos fragmentos florestais distintas pela categoria dimensional. Os dados da tabela representam os valores médios de cada atributo analisado. ....	37

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

AGB	Above Ground Biomass = Biomassa Acima do Solo
GEE	Gases de Efeito Estufa
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
PANA	Projeto de Assentamento Nova Amazônia
DAP	Diâmetro a Altura do Peito
INPA	Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
HP	Hierarchical Partitioning

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>18</b>
2.2	Objetivos Específicos .....	18
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
3.1	Áreas de estudo.....	19
3.2	Delineamento amostral .....	20
3.3	Inventário Florestal .....	21
3.4	Estimativa da biomassa arbórea viva acima do solo .....	23
3.5	Características físicas e químicas do solo.....	24
3.6	Análises de dados .....	24
<b>3.6.1</b>	<b>Florística e estruturas horizontal e vertical.....</b>	<b>24</b>
<b>3.6.2</b>	<b>Efeito da dimensão e do gradiente .....</b>	<b>24</b>
3.6.2.1	Estruturas horizontal e Vertical .....	25
3.6.2.2	Biomassa arbórea viva acima do solo .....	25
<b>3.6.3</b>	<b>Efeito das características físicas e químicas do solo .....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1	Resultados.....	27
<b>4.1.1</b>	<b>Composição florística dos fragmentos florestais: dimensão e gradiente .....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Efeito do gradiente e da dimensão .....</b>	<b>28</b>
4.1.2.1	Estruturas horizontal e vertical .....	28
4.1.2.3	Biomassa arbórea viva acima do solo .....	33
<b>4.1.3</b>	<b>Efeito das características físicas e químicas do solo .....</b>	<b>36</b>
4.2	Discussão .....	38
<b>4.2.1</b>	<b>Composição e estrutura florestal das ilhas de mata .....</b>	<b>38</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Biomassa arbórea viva acima do solo .....</b>	<b>40</b>
4.2.3	Biomassa e as características físicas e químicas do solo.....	41
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>46</b>

<b>ANEXOS .....</b>	<b>54</b>
---------------------	-----------

## 1 INTRODUÇÃO

As estimativas da biomassa dos diferentes tipos de vegetação são fundamentais para o cálculo das emissões dos gases de efeito estufa (GEE), pois determinam a emissão de carbono para a atmosfera, contribuindo também para o desenvolvimento de tecnologias de mitigação com potenciais implicações nos serviços ambientais (BROWN; LUGO, 1992; HOUGHTON; HALL; GOETZ, 2009; NOGUEIRA et al., 2015; SMITH et al., 2014). No entanto, as estimativas de biomassa que suportam a base numérica da quantificação da emissão de GEE por fitofisionomia em ambientes tropicais ainda são deficientes devido à complexidade ecológica desses sistemas e a constante evolução dos modelos alométricos utilizados (BACCINI; ASNER, 2013; CLARK; KELLNER, 2012; CHAVE et al., 2004; CHAVE et al., 2014; SKOLE; SAMEK; SMALLIGAN, 2011;). Vários autores recomendam que o aperfeiçoamento e o desenvolvimento de novos modelos alométricos específicos para diferentes tipos de vegetação, baseados na altura e densidade específica da madeira, colaboram com a redução destas incertezas e melhoram as estimativas da base de dados do IPCC (CHAVE et al., 2014; GRACE; MITCHARD; GLOOR, 2014; SAATCHI et al., 2007; SAATCHI et al., 2011;).

No Brasil, estimativas da biomassa por alteração do uso da terra tem ganhado vários contornos, gerando dados cada vez mais apurados tanto para os sistemas florestais quanto para os não florestais (NOGUEIRA et al., 2015). Os ambientes florestais possuem uma base de dados muito maior e apurada devido ao enorme interesse relacionado aos serviços ambientais que estes ecossistemas podem proporcionar, como à conservação da biodiversidade, o equilíbrio do ciclo hidrológico e a mitigação do clima por conta dos grandes estoques de carbono contidos na vegetação abaixo e acima do solo (CARMENTA et al., 2013; COSTANZA et al., 1997; FEARNSSIDE 2008, 2013). O mesmo interesse não tem sido dado aos sistemas florestais contidos nas grandes matrizes de cerrado (ou savana) no Brasil.

De forma geral, as matrizes de cerrado brasileiras (representado quase que integralmente pelo bioma Cerrado) ocupam mais de  $2 \times 10^6$  km<sup>2</sup> e são predominantemente encontrados no Brasil Central (BRASIL, 2015), onde a maioria dos estudos sobre quantificação da biomassa e dos estoques de carbono vem sendo realizados (CASTRO; KAUFFMAN, 1998; FIDELIS; LYRA; PIVELLO, 2013; PAIVA; FARIA, 2007; RIBEIRO et al., 2011). Os valores determinados nestes estudos formam a base das estimativas anuais de emissões de gases do efeito estufa para todos os ecossistemas de savana no Brasil, indicando que estes sistemas ecológicos ocupam o segundo lugar na contribuição da redução das emissões (BRASIL, 2010,

2013) e, ao mesmo tempo, lideram atualmente as emissões do setor Mudança de Uso da Terra e Florestas (BRASIL, 2014).

Por outro lado, os grandes encraves de savanas na Amazônia ainda possuem questões abertas sobre o potencial valor ecossistêmico das diferentes fitofisionomias, em especial, a tomando como base a pobreza de estudos que quantifiquem a biomassa e os estoques de carbono contidos na vegetação (BARBOSA et al., 2012a; BARBOSA; CAMPOS, 2011; BARBOSA; FEARNSSIDE, 2005). As savanas amazônicas representam cerca de 5% (~200.000 km<sup>2</sup>) do bioma Amazônia (BARBOSA et al., 2007) e fazem parte de um contexto estimado em armazenar cerca de 6% de toda a biomassa seca presente na Amazônia Legal Brasileira (NOGUEIRA et al., 2015). O maior bloco contínuo destes ambientes encontra-se no estado de Roraima, compreendendo cerca de 70%, em área, dos ecossistemas de savanas contidos na fronteira entre Brasil, Guiana e Venezuela (BARBOSA et al., 2007; CAPOBIANCO et al., 2001; WWF 2014). Segundo Barbosa e Campos (2011) esta grande área possui diversos tipos de fitofitofisionomias, formando uma matriz de ecossistemas não florestais (~70% de áreas abertas) e florestais (~30% de ilhas de mata, formações serranas e florestas ribeirinhas). Os sistemas florestais desta matriz de savana são fragmentos florestais sazonais isolados por questões climáticas pretéritas que se encontram dispersos nas áreas abertas do contato (ecótono) savana-floresta de Roraima (HUBER et al., 2006; SANTOS; VALE JÚNIOR; BARBOSA, 2013), podendo ser encontrados em outras partes dos Neotrópicos (MAYLE; POWER, 2008; TURNER; CORLETT, 1996).

De forma geral, estes sistemas florestais vêm sofrendo vários tipos de impactos antropogênicos, como o desmatamento para agricultura familiar, extração seletiva de madeira, uso pastoril e ação de fogo (SANTOS; VALE JÚNIOR; BARBOSA, 2013). Estes impactos afetam diretamente o estoque de biomassa/carbono e a dinâmica natural destes ecossistemas. No entanto, apesar da importância no âmbito dos serviços ambientais e de sua singular dinâmica natural, esses fragmentos são pobremente conhecidos e não são incluídos nos inventários nacionais de GEE (BRASIL, 2010), pois são considerados como parte das áreas abertas e com desprezível participação como mitigador dos efeitos climáticos.

Dos raros estudos existentes nas áreas de contato (savana-floresta) ou mesmo dentro desta grande área aberta da Amazônia, é possível citar os trabalhos de (i) Nascimento et al. (2014), indicando que em florestas monodominantes ecotonais da Ilha de Maracá a biomassa acima do solo varia de 363-434 Mg ha<sup>-1</sup>, (ii) as estimativas gerais realizadas por Barbosa, Keizer e Pinto (2010), indicando uma média para todos os ecossistemas de Roraima em 292 Mg ha<sup>-1</sup> e (iii) Santos et al. (2002), onde a biomassa acima do solo foi estimada em 144 Mg ha<sup>-1</sup> para áreas de

floresta primária, 44 Mg ha<sup>-1</sup> para zonas de sucessão secundária e 5–7 Mg ha<sup>-1</sup> para áreas de savana arborizada. Todos os estudos acima citados realizaram estimativas diretas ou indiretas, mas não alocaram informações sobre os fatores ambientais de variação da biomassa estimada.

As fontes de variação determinam um melhor caminho para o cálculo dos estoques de biomassa/carbono, já que vinculam variáveis ambientais ou estruturais específicas da fitofisionomia indicando com maior grau de certeza à variável resposta. Dentre estes fatores, as variações espaciais da biomassa podem ser atribuídas às alterações físicas, químicas e bióticas do ambiente, afetando estrutura, dinâmica e composição das florestas tropicais (ENQUIST; ENQUIST, 2011; FAUSET et al., 2012; FEELEY et al., 2011; VAN DER MOLEN et al., 2011;). Por exemplo, Laurance et al. (1999) e Castilho et al. (2006) demonstraram que, mesmo que de forma parcial, as características dos solos e da topografia podem influenciar as taxas de crescimento e estoque de biomassa nas diferentes fitofisionomias florestais da Amazônia. Além desse efeito natural da heterogeneidade ambiental sobre a estrutura das florestas, a influência dos distúrbios antrópicos resulta em uma fonte de variação importante na estrutura das florestas, e conseqüentemente no estoque de biomassa (BROWN; GILLESPIE; LUGO, 1989). Por exemplo, em estudos mais específicos envolvendo perda de biomassa por incêndios florestais em Roraima em zonas de florestas sazonais, Martins et al. (2012) estimaram que os incêndios podem gerar uma perda significativa da biomassa em diferentes espécies e classes de diâmetro, afetando diretamente a composição de espécies e a estrutura florestal, favorecendo a dominância de espécies pioneiras (XAUD; MARTINS; SANTOS, 2013).

Diante do exposto, este estudo tem por objetivo estimar a biomassa arbórea viva acima do solo em ilhas de mata antropizadas da savana de Roraima, tomando como base a composição e estrutura florística e a variação das características físicas e químicas do solo em fragmentos florestais de diferentes dimensões. Para cumprir com este objetivo, foram geradas as seguintes questões específicas: (i) Diferenças na estrutura florestal (diâmetro e altura dos indivíduos) do gradiente de posição (borda e interior) das ilhas determinam mudanças na biomassa arbórea? (ii) A biomassa arbórea varia com a dimensão do fragmento? (iii) Variáveis edáficas (química e física do solo) determinam diferenças na biomassa arbórea?

## 2 OBJETIVOS

Esta pesquisa se desenvolveu com o fim de atingir os seguintes objetivos:

### 2.1 Objetivo Geral

Estimar a biomassa arbórea viva acima do solo em ilhas de mata (fragmentos florestais) da savana de Roraima (norte da Amazônia brasileira) tomando como base a composição florística, a estrutura (vertical e horizontal) e as características edáficas.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Determinar a composição florística dos fragmentos florestais segundo sua dimensão e gradiente de posição (borda-interior);
- Avaliar a diferença na estrutura florestal (diâmetro e altura das árvores) entre a borda e o interior de ilhas de diferentes dimensões;
- Estimar a biomassa arbórea viva acima do solo das ilhas de mata conforme o gradiente e a dimensão dos fragmentos;
- Relacionar as características físicas e químicas do solo com a biomassa arbórea viva da borda e do interior das ilhas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desta pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais, aplicados a os diferentes métodos descritos a continuação:

#### 3.1 Áreas de estudo

O estudo foi realizado no Projeto de Assentamento Nova Amazônia I (PANA I)<sup>1</sup>, que encontra-se aproximadamente à 35 km do noroeste da cidade de Boa Vista (figura 1), estado de Roraima (centro geográfico = 03° 04' 14,6" N; 60° 48' 50,0" W). O PANA I está localizado entre as rodovias BR 174 (Federal) e RR 342 (Estadual) e, entre as bacias dos rios Cauamé, Murupu e do igarapé Samaúma. Esta área é caracterizada por uma matriz de savanas, em especial mosaicos de savana parque com savana graminosa, com fragmentos florestais naturais (ilhas de mata) bem delimitados de dossel relativamente baixo (< 20 m de altura), indicando ser a altura vertical aproximada destes ambientes da savana de Roraima (SILVA, 1993).

O relevo da área de estudo varia de plano a suavemente ondulado, com altitude de ~100 m. O solo predominante é o Latossolo Amarelo formado a partir de sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista, datado do Plio-Pleistoceno, ácidos (pH em torno de 4,6), com baixa fertilidade e baixos teores de matéria orgânica (VALE JÚNIOR; SCHAEFER, 2010).

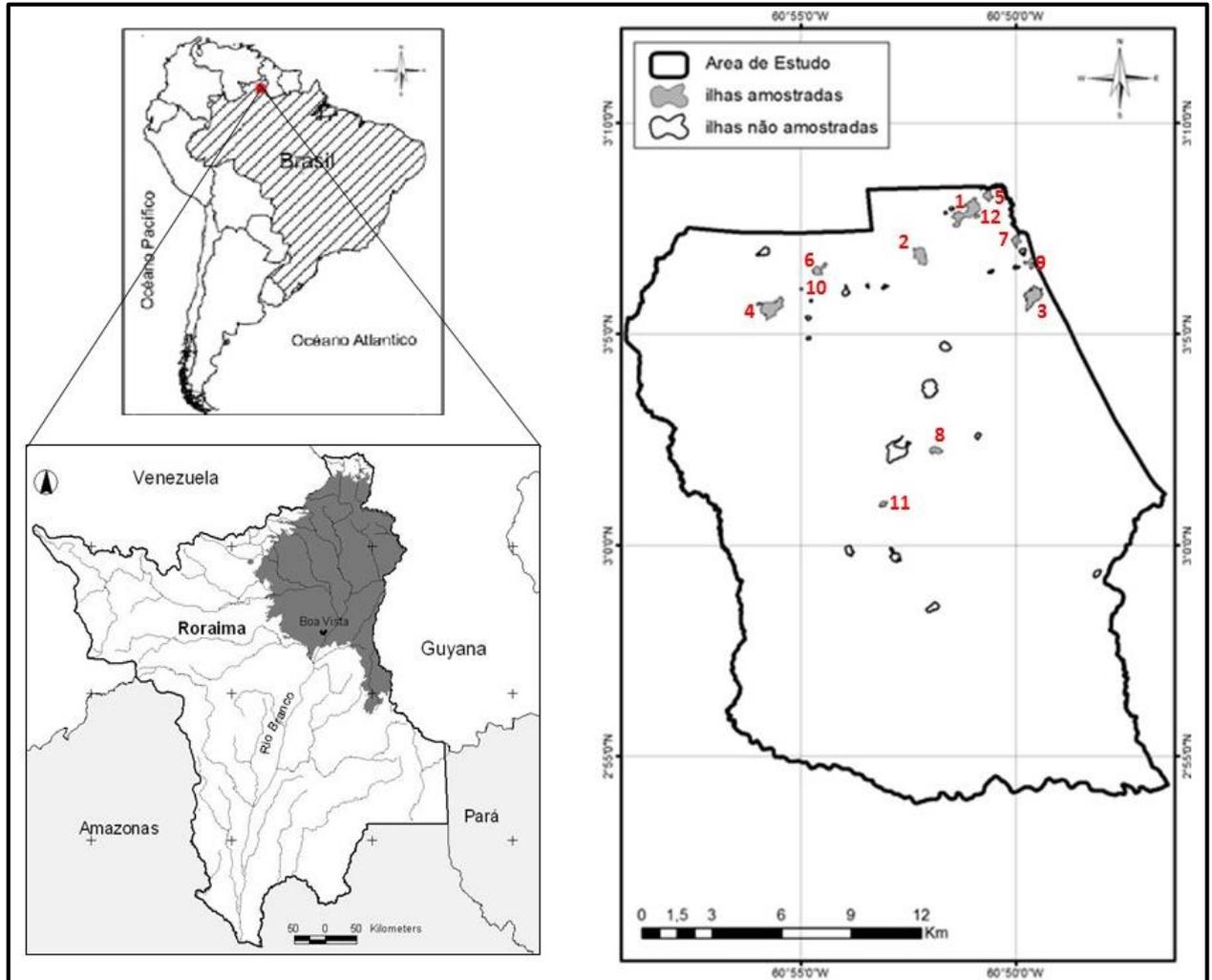
O clima é definido como Aw (tropical úmido sem estação fria) pela classificação de Köppen. Considerando os dados da cidade de Boa Vista como referência, a temperatura média anual é de  $27,8 \pm 0,6$  °C, a precipitação anual varia entre 1600-1700 mm e a média anual da umidade relativa do ar é de 73,8%. Os meses mais secos vão de dezembro a março e os mais chuvosos estão entre maio e agosto ( BARBOSA, 1997; BARBOSA et al., 2012b).

Segundo Santos, Vale Júnior e Barbosa (2013), as famílias botânicas mais frequentes nas ilhas de mata da área de estudo são Fabaceae e Sapotaceae, com alta presença de espécies pioneiras.

---

<sup>1</sup> Processo INCRA/RR nº 54390.000503/2001-57 (P A Nova Amazônia / RR – Criação Oficial de Projeto de Assentamento 73601), juntamente com a PO INCRA/RR 585 de 02/07/2001 (cria comissão para promover ações necessárias para a implantação do projeto de Reforma Agrária).

Figura 1- Distribuição espacial das ilhas de mata amostradas (cinza e número em vermelho) e não amostradas (branco) dispersas na área do Projeto de Assentamento Nova Amazônia (PANA I), município de Boa Vista, Roraima. Números representam os fragmentos amostrados, conforme estabelecido na tabela 1.



### 3.2 Delineamento amostral

Dos 34 fragmentos florestais existentes na região do PANA I, 12 (tabela 1) foram aleatoriamente amostrados ( $n_{\text{total}} = 12$ ), levando em consideração três categorias dimensionais ( $k = 3$ ) modificadas a partir do trabalho de Santos, Vale Junior e Barbosa (2013): pequenas ( $< 10$  ha), médias (10 a 20 ha) e grandes (20-60 ha). Em cada dimensão foram estudadas quatro ilhas ( $n_{\text{categoria}} = 4$ ).

Tabela 1- Localização geográfica e classificação das ilhas de mata (fragmentos florestais) segundo sua dimensão.

FRAGMENTO FLORESTAL	COORDENADAS (UTM)			DESCRIÇÃO					
	Leste	Norte	Área (ha)	Área amostrada (ha)					
				Borda	N	Interior	N	Total (ha)	
1	Grande 1	738669	346291	44,685	0,30	6	0,20	4	0,50
2	Grande 2	736676	344417	57,230	0,12	4	0,12	4	0,24
3	Grande 3	741485	342612	30,598	0,12	4	0,12	4	0,24
4	Grande 4	730241	342098	50,282	0,12	4	0,12	4	0,24
5	Média 1	739561	347064	12,125	0,06	2	0,12	4	0,18
6	Média 2	732237	343786	11,589	0,12	4	0,12	4	0,24
7	Média 3	740757	345098	11,641	0,12	4	0,12	4	0,24
8	Média 4	737323	336011	15,798	0,06	2	0,06	2	0,12
9	Pequena 1	741426	344135	7,307	0,09	3	0,09	3	0,18
10	Pequena 2	731541	342981	2,693	0,06	2	0,06	2	0,12
11	Pequena 3	735066	333606	5,285	0,06	2	0,06	2	0,12
12	Pequena 4	739087	346186	1,252	0,03	1	0,03	1	0,06
<b>Total</b>	-	-	-	250,48	1,26	38	1,22	38	2,48

Foram traçados transectos no sentido norte-sul (três para ilhas grandes e médias, e um ou dois para ilhas pequenas) e estabelecidas subparcelas<sup>2</sup> de 30 m x 10 m dispersas de forma sistemática ao longo de cada transecto (figura 2). As parcelas foram dispostas segundo o gradiente de “borda” (2 m a partir do limite de cada ilha com a savana contínua) e “interior” (dependente do comprimento da ilha, mas variando de 100-150 m do limite com a savana). A quantidade de subparcelas variou segundo o comprimento dos transectos.

O desenho amostral foi montado com o objetivo de melhor representar a variabilidade natural das ilhas e testar a hipótese de variabilidade da biomassa arbórea em função das fontes de variação, entendendo cada ilha como uma unidade amostral independente e representativa do universo amostral.

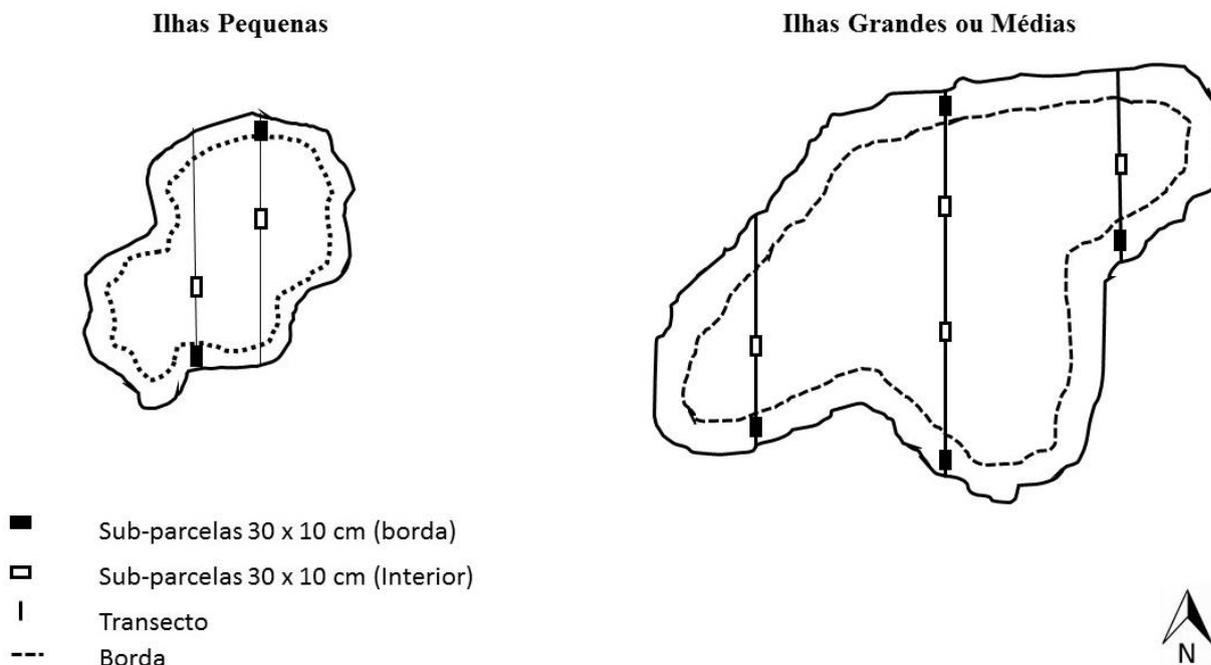
### 3.3 Inventário Florestal

O inventário florestal e a coleta botânica foram realizados em duas etapas de trabalho e serviram para determinar as estruturas vertical e horizontal, além da composição florística das ilhas de mata amostradas. A primeira etapa foi efetivada no mês de julho de 2013 (inventário

<sup>2</sup> Apenas uma ilha grande (inventário piloto) foi amostrada com subparcelas de 50 m x 10 m. Todas as demais seguiram o padrão de 30 m x 10 m.

piloto – uma ilha grande) e a segunda etapa foi realizada entre dezembro de 2013 e março de 2014 (todas as demais).

Figura 2- Desenho experimental realizado nas doze ilhas de mata selecionadas.



Todos os indivíduos arbóreos vivos com diâmetro à altura do peito (DAP)  $\geq 10$  cm foram anotados, numerados e morfotipados em uma planilha de campo. Além do DAP, também foi estimada visualmente a altura total (em metros) de cada indivíduo, seguido das coletas botânicas para sua posterior identificação taxonômica no Herbário da Universidade Federal de Roraima - UFRR. Todos os indivíduos foram distribuídos por classes de diâmetro em intervalos fixos de 10 cm, com o objetivo de entender o padrão geral de sucessão nas ilhas de mata estudadas. Foi utilizado o sistema APG III (2009) como padrão para classificação das plantas coletadas.

Foi priorizada a coleta de material botânico fértil para indivíduos que estavam em fase reprodutiva, sendo feitas triplicatas do material botânico para cada morfotipo novo identificado. Em seguida, o material coletado foi fotografado, prensado em campo e seco em estufa em temperatura de  $\sim 70^{\circ}\text{C}$  por 72 horas no laboratório do Núcleo de Pesquisas de Roraima do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). Após esta etapa, todo o material botânico foi triado e, sempre que foi possível, identificado taxonomicamente segundo família, gênero e espécie pelo taxonomista Ricardo Perdiz (MSc) do CENBAM-PPBio, lotado no Herbário da

UFRR. A partir da identificação taxonômica foi verificada a densidade da madeira de cada espécie baseado no banco de dados de Zanne et al. (2009) para a América tropical.

### 3.4 Estimativa da biomassa arbórea viva acima do solo

O cálculo da biomassa arbórea viva acima do solo para todos os indivíduos com DAP  $\geq$  10 cm foi realizado pelo método indireto, aproveitando as informações tomadas em campo (DAP e altura total) e a densidade da madeira " $\rho$ " ( $\text{g cm}^{-3}$ ) verificada em Zanne et al. (2009). A estimativa da biomassa foi realizada a partir da equação alométrica de melhor ajuste (equação 1) para a região Pantropical, desenvolvida por Chave et al. (2014). Esta equação foi escolhida por ser um modelo que se aplica a diferentes tipos de vegetação, possui baixo grau de incertezas em comparação aos demais modelos ( $\sigma = 0,357$ ;  $gl = 4002$ ) e utiliza variáveis independentes de fácil obtenção (diâmetro do tronco, altura total e densidade da madeira).

Equação 1:

$$AGB_{est} = 0,0673 * (\rho D^2 H)^{0,976}$$

Onde:

**AGB<sub>est</sub>** = Estimativa da biomassa arbórea acima do solo (kg)

**$\rho$**  = densidade ( $\text{g cm}^{-3}$ )

**H** = Altura total da árvore (m)

**D** = Diâmetro à altura do peito (DAP; cm)

Para lianas (cipós) arbóreas a estimativa de biomassa foi feita a partir de modelo matemático (equação 2) estabelecido por Putz (1983):

Equação 2

$$\text{Log}(y) = 0,12 + 0,91 \text{ log}(x)$$

Onde, y é a biomassa de cipós (kg) e X a área basal ( $\text{cm}^2$ )

### 3.5 Características físicas e químicas do solo

As características físicas e químicas da camada superficial do solo (0-20 cm) de cada fragmento florestal foram determinadas a partir de amostras compostas geradas pela coleta de solo feita por Maryory Medina Turcios (UFRR/PRONAT; Turcios, M. M. comunicação pessoal) para cada intervalo de profundidade em todas as ilhas de mata. As análises foram conduzidas no (1) Laboratório de Solos do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Roraima (UFRR), onde foi determinado o pH (H<sub>2</sub>O), as concentrações de K<sup>1+</sup> e P, e as frações de areia, silte e argila (todas em %), e no (2) Laboratório de Solos da Embrapa Roraima, onde foram determinadas as concentrações de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> e matéria orgânica do solo (MOS g Kg<sup>-1</sup>). Todas as análises foram realizadas seguindo o protocolo de Análise de Solos da EMBRAPA (2011).

### 3.6 Análises de dados

Os dados obtidos nesta pesquisa foram analisados para avaliar os seguintes parâmetros:

#### **3.6.1 Florística e estruturas horizontal e vertical**

A caracterização florística de cada fragmento foi feita a partir da composição de espécies; uma lista geral das espécies presentes em cada ilha e sua categoria correspondente. Também foram determinadas a riqueza (S – número de espécies) e a diversidade (Índice de Shannon – H'; logaritmo natural) dos fragmentos e categorias, conforme Kent e Coker (1994) e Magurran (1988). Os valores calculados serviram como descritores das categorias de dimensões e posição de gradiente dos fragmentos inventariados.

A caracterização das estruturas horizontal e vertical de cada fragmento foi realizada utilizando como descritores numéricos a média do DAP ( $\geq 10$  cm), da área basal (AB m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup>) e altura total (Ht m) dos indivíduos, por dimensão e posição de gradiente.

#### **3.6.2 Efeito da dimensão e do gradiente**

Para avaliar o efeito da dimensão e do gradiente nas ilhas de mata amostradas foram tomados em conta os seguintes fatores de variação.

### 3.6.2.1 Estruturas horizontal e Vertical

O efeito da interação do gradiente borda-interior com a dimensão dos fragmentos sobre a estrutura das ilhas de mata foi testado por meio de ANOVA fatorial ( $\alpha=0,05$ ) para todos os descritores, seguida de teste de Tukey quando necessário. O efeito do gradiente sobre as estruturas horizontal e vertical das ilhas de mata, independente da dimensão dos fragmentos, foi verificado por meio do Teste t pareado ( $\alpha = 0,05$ ).

### 3.6.2.2 Biomassa arbórea viva acima do solo

A normalidade dos valores da biomassa arbórea viva acima do solo, estimada por meio da equação alométrica, foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. O efeito do gradiente e da dimensão dos fragmentos sobre a biomassa acima do solo foi testada por uma ANOVA fatorial ( $\alpha=0,05$ ). Considerou-se a média aritmética por categoria dimensional como resultado individualizado.

A variação de AGB entre as categorias dimensionais, independente do gradiente, foi comparada por meio de análise de variância (ANOVA One way;  $\alpha=0,05$ ). Foi utilizado o teste de comparação múltipla de Tukey para identificar diferenças significativas ( $\alpha=0,05$ ) entre as dimensões.

Uma análise de covariância (ANCOVA<sub>0,05</sub>) foi realizada para determinar a relação entre a biomassa arbórea (variável dependente) com as categorias dimensionais dos fragmentos (variável independente) ajustados pela área de cada ilha de mata (covariável). O objetivo da análise é verificar se atributos dimensionais explicam a relação entre biomassa arbórea e área dos fragmentos florestais analisados.

### 3.6.3 Efeito das características físicas e químicas do solo

O efeito das características edáficas sobre o estoque da biomassa arbórea acima do solo foi verificado por meio de uma regressão linear múltipla considerando os resultados obtidos de 12 amostras para uma profundidade de 0- 20 cm. O modelo da regressão linear múltipla inicialmente foi ajustado utilizando todas as variáveis independentes (Ca, Mg, Al, P, K, pH, MOS e as porcentagens de areia, silte e argila) em função da variável resposta (total da biomassa de viva acima do solo).

Técnica de stepwise foi adotada para selecionar as variáveis edáficas significativas ( $p < 0,05$ ) além de ser utilizadas no ajuste do modelo da regressão linear múltipla. Essas análises foram performadas devido às incertezas em relação a influência dos fatores edáficos (textura e fertilidade) na variabilidade da biomassa arbórea acima do solo nos fragmentos florestais de origem natural, devido ao escasso número de estudos nestes ecossistemas.

Apenas foram considerados os modelos que apresentaram o maior grau de determinação ( $R^2$ ) considerando o menor número possível de variáveis preditoras. Para determinar a importância de cada variável independente (significativa) sobre a variável dependente, foi calculado o peso relativo de cada uma delas a partir do método Hierarchical Partitioning (HP), com os cálculos realizados através do pacote estatístico hier.part do programa R (R CORE TEAM, 2013).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa sobre a estrutura, biomassa arbórea e composição florística de ilhas de mata da savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira apresentou os resultados e discussão descritos abaixo.

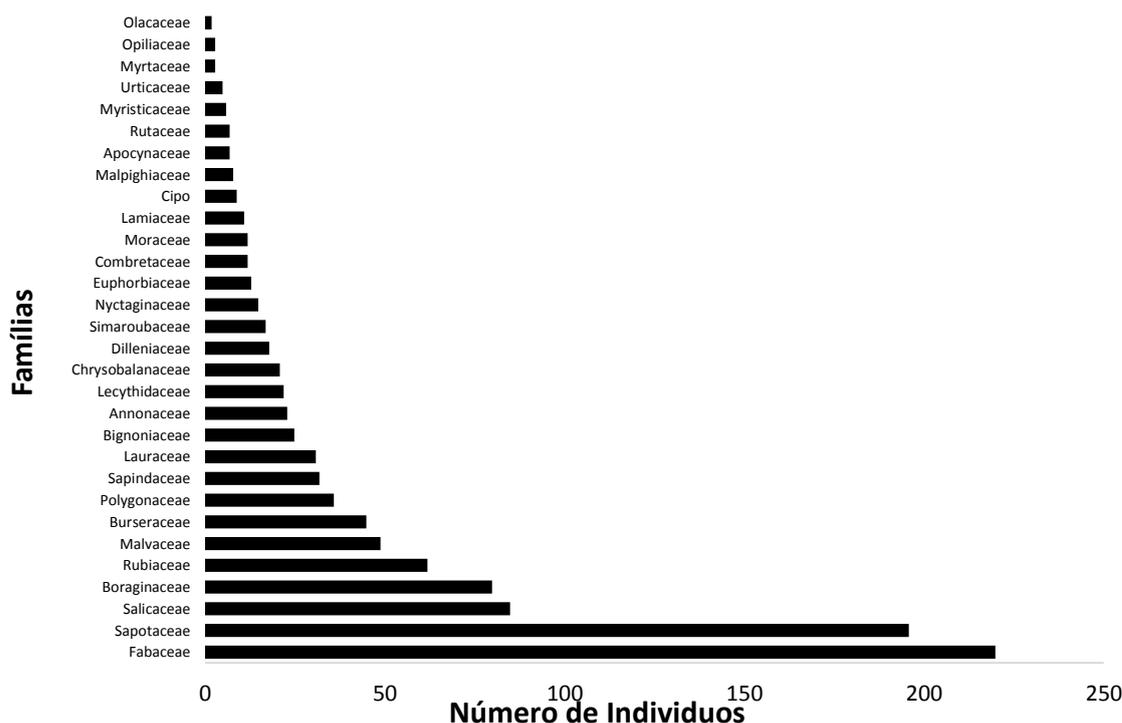
### 4.1 Resultados

Os resultados foram divididos em composição florística, estrutura horizontal e vertical, biomassa arbórea acima do solo e características físicas e químicas nos fragmentos florestais segundo a dimensão e gradiente.

#### 4.1.1 Composição florística dos fragmentos florestais: dimensão e gradiente

Foi inventariado um total de 2,48 ha nos fragmentos florestais de diferentes dimensões e registrados 1087 indivíduos pertencentes a 112 espécies, agrupadas em 29 famílias arbóreas (figura 3; ANEXO A). As famílias mais abundantes foram Fabaceae (219 indivíduos), Sapotaceae (195) e Salicaceae (84), que juntas representaram 45% do total de espécies.

Figura 3- Abundância das famílias botânicas encontradas nos fragmentos florestais amostrados em uma área de savana de Roraima.



Os fragmentos grandes apresentaram maior riqueza de espécies ( $S = 82$ ) em comparação aos fragmentos médios (64) e pequenos (49) ( $\chi^2_{0,05} = 12,59$ ;  $GL = 6$ ;  $P = 0,003$ ). A diversidade ( $H'$ ) foi de 1,26 para fragmentos grandes, 1,04 para médios e 4,62 nos fragmentos pequenos.

A espécie mais abundante em todas as ilhas de mata foi *Pouteria surumuensis* Baehni (Sapotaceae) com 184 indivíduos, representando 17 % do total de indivíduos amostrados. Também foi verificada alta abundância de *Cordia* sp6 (Boraginaceae – 57 ind) e uma espécie de Fabaceae ainda não determinada (Leg sp9 – 38), representando 5% e 3%, respectivamente, de todos os indivíduos amostrados. A família mais rica foi Fabaceae com 27 espécies, seguida por Salicaceae (7), as quais representaram 24% e 6%, respectivamente, do total de espécies inventariadas (tabela 2).

As famílias mais abundantes presentes na borda e no interior das ilhas de mata foram Fabaceae (111 indivíduos na borda e 108 no interior) e Sapotaceae (109 e 86). Famílias comumente presentes na borda como Annonaceae, Salicaceae, Euphorbiaceae e cipós representaram apenas 1,5%, 5,2%, 1 % e 0,73%, respectivamente (tabela 3).

#### 4.1.2 Efeito do gradiente e da dimensão

Os resultados segundo o efeito do gradiente e da dimensão sobre a estrutura horizontal e vertical e a biomassa acima do solo foram os seguintes:

##### 4.1.2.1 Estruturas horizontal e vertical

As médias gerais (área basal, DAP e altura total) entre as categorias dimensionais dos fragmentos não apresentaram diferenças significativas (ANOVA<sub>0,05</sub>), mas a densidade de indivíduos da categoria das ilhas pequenas (389 ind ha<sup>-1</sup>) foi menor (Teste de Tukey;  $P = 0,006$ ,  $F = 9,73$ ) do que as ilhas médias (451 ind ha<sup>-1</sup>) e grandes (461 ind ha<sup>-1</sup>). As médias individualizadas dos gradientes (borda e interior) não diferiram para área basal e DAP, mas a média da altura total do interior (13,23 m) foi maior do que a borda (12,16 m) (Teste t pareado;  $P = 0,014$ ), independente da dimensão das ilhas (tabela 4).

A distribuição dos indivíduos arbóreos nas ilhas de mata por classes diamétricas apresentou um padrão típico de J invertido, indicando alta concentração de indivíduos nas classes de menor diâmetro e redução acentuada no sentido das classes de diâmetros maiores (figura 4).

Tabela 2- Abundância, riqueza (S) e principais espécies encontradas em cada uma das ilhas de mata inventariadas em uma área de savana de Roraima.

Fragmento	Atributos			
	Abundância	S	Espécies	
			Num. Ind.	
Grande 1	203	50	<i>Pouteria surumuensis</i>	17
			<i>Casearia sp3</i>	11
			<i>Croton sp2</i>	8
Grande 2	89	26	<i>Pouteria surumuensis</i>	29
			<i>Cordia sp6</i>	13
			<i>Coccoloba sp1</i>	6
Grande 3	132	22	<i>Pouteria surumuensis</i>	53
			<i>Salicac sp1</i>	17
			<i>Casearia sp1</i>	12
Grande 4	117	38	<i>Pouteria surumuensis</i>	27
			<i>Protium rynchophyllum</i>	20
			<i>Eschweilera sp1</i>	10
Média 1	84	29	<i>Cordia sp6</i>	11
			<i>Genipa americana</i>	9
			<i>Leg sp9</i>	5
Média 2	111	28	<i>Pouteria surumuensis</i>	26
			<i>Cordia sp6</i>	19
			<i>Guettarda sp1</i>	10
Média 3	121	38	<i>Protium rynchophyllum</i>	13
			<i>Simaba sp1</i>	10
			<i>Swartzia latifolia</i>	8
Média 4	47	15	<i>Guazum sp1</i>	10
			<i>Licania kunthiana</i>	9
			<i>Pouteria surumuensis</i>	8
Pequena 1	61	19	<i>Leg sp9</i>	13
			<i>Cordia sp6</i>	9
			<i>Casearia sp3</i>	6
Pequena 2	49	17	<i>Pouteria surumuensis</i>	17
			<i>Guettarda sp1</i>	5
			<i>Centrolobium paraense</i>	4
Pequena 3	49	20	<i>Xylopia aromatica</i>	17
			<i>Leg sp7</i>	4
			<i>Gustavia augusta</i>	3
Pequena 4	24	11	<i>Guazum sp1</i>	7
			<i>Cordia sp3</i>	6
			<i>Licania kunthiana</i>	2

Tabela 3- Famílias botânicas presentes na borda e no interior dos florestais fragmentos florestais amostrados em uma área de savana de Roraima.

Família	N° de Ind		Total
	Borda	Interior	
Fabaceae	111	108	219
Sapotaceae	109	86	195
Salicaceae	57	27	84
Boraginaceae	39	40	79
Rubiaceae	29	32	61
Lauraceae	26	4	30
Malvaceae	25	23	48
Burseraceae	19	25	44
Annonaceae	17	5	22
Dilleniaceae	17	-	17
Polygonaceae	15	20	35
Bignoniaceae	13	11	24
Euphorbiaceae	11	1	12
Sapindaceae	11	20	31
Chrysobalanaceae	10	10	20
Nyctaginaceae	9	5	14
Lamiaceae	7	3	10
Lecythidaceae	7	14	21
Cipo	6	2	8
Apocynaceae	5	1	6
Malpighiaceae	5	2	7
Simaroubaceae	5	11	16
Moraceae	4	7	11
Myristicaceae	4	1	5
Rutaceae	3	3	6
Combretaceae	2	9	11
Opiliaceae	2	0	2
Myrtaceae	1	1	2
Urticaceae	1	3	4
Olacaceae	0	1	1

A densidade de indivíduos ( $n \text{ ha}^{-1}$ ) foi maior nas classes de menor DAP (10 a 30 cm), com as ilhas médias e grandes apresentando as maiores densidades (461 e 451 ind  $\text{ha}^{-1}$ ). As ilhas menores apresentaram maior número de indivíduos nas classes de maior diâmetro (40-50 cm e 60-70 cm). No entanto, indivíduos maiores que 70 cm de DAP foram encontrados apenas em uma ilha pequena (figura 6).

Tabela 4- Descritores das estruturas vertical e horizontal dos fragmentos florestais amostrados em uma área de savana de Roraima, tomando como base os indivíduos arbóreos com DAP  $\geq 10$  cm: área basal (AB  $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ ), DAP (cm), altura total (Ht m) e a densidade de indivíduos ( $\text{n ha}^{-1}$ ). Letras minúsculas indicam igualdade ou diferença entre os valores médios de AB, DAP, Ht e densidade de indivíduos (ANOVA; Teste de Tukey;  $\alpha = 0,05$ ).

Categoria	Frag.	AB ( $\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$ )		DAP (cm)		Ht (m)		Densidade ( $\text{n ha}^{-1}$ )	
		Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior	Borda	Interior
Grandes	G1	20,94	18,42	21,78	22,65	11,25	12,75	450,00	340,00
	G2	17,14	22,01	21,46	24,79	11,08	14,86	375,00	366,67
	G3	20,61	14,61	19,11	17,72	10,47	10,52	583,33	516,67
	G4	18,36	18,52	19,75	20,49	13,64	14,66	516,67	458,33
	<b>Média</b>	<b>18,83<sup>a</sup></b>		<b>20,97<sup>a</sup></b>		<b>12,40<sup>a</sup></b>		<b>451<sup>b</sup></b>	
Médias	M1	19,82	12,28	20,19	17,90	13,48	11,76	550,00	425,00
	M2	14,56	11,83	17,52	18,65	7,40	7,85	558,33	366,67
	M3	21,04	24,99	20,33	22,87	12,28	14,49	541,67	466,67
	M4	21,66	28,39	27,26	25,46	14,38	17,54	333,33	450,00
	<b>Média</b>	<b>19,32<sup>a</sup></b>		<b>21,27<sup>a</sup></b>		<b>12,40<sup>a</sup></b>		<b>461<sup>b</sup></b>	
Pequenas	P1	11,62	8,95	17,89	18,16	15,02	15,17	366,67	311,11
	P2	34,76	25,44	29,13	25,63	8,31	8,98	433,33	383,33
	P3	14,92	17,42	18,13	22,72	13,31	14,37	483,33	333,33
	P4	19,15	33,28	29,07	24,66	15,29	15,82	233,33	566,67
	<b>Média</b>	<b>20,69<sup>a</sup></b>		<b>23,17<sup>a</sup></b>		<b>13,28<sup>a</sup></b>		<b>389<sup>a</sup></b>	

Figura 4- Número de indivíduos (Num) e altura (Alt) por classe de diâmetro nos fragmentos florestais inventariados em uma área de savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira (independente da categoria do fragmento).

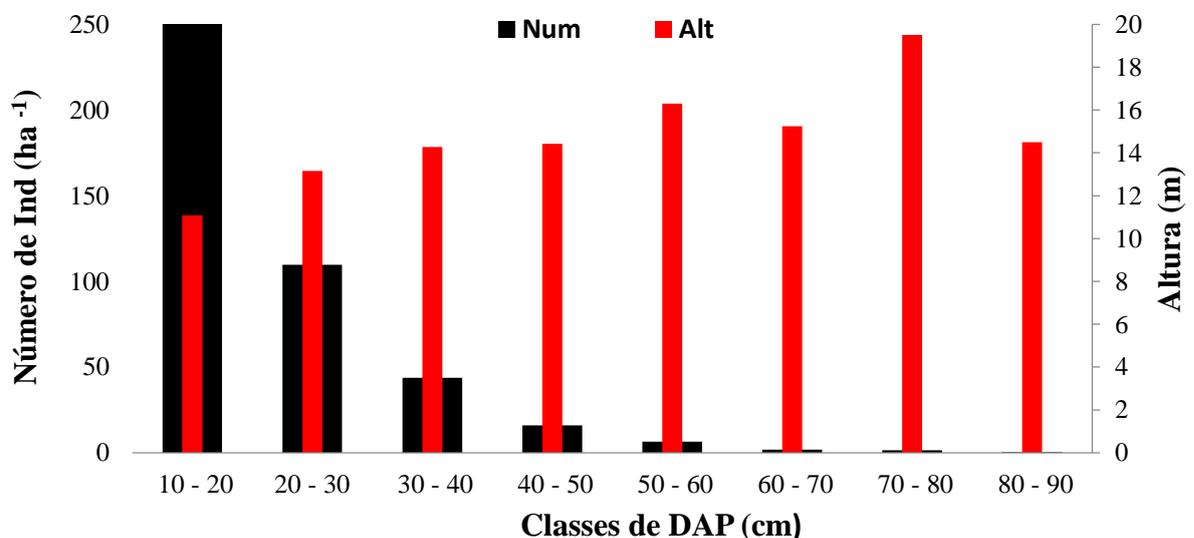
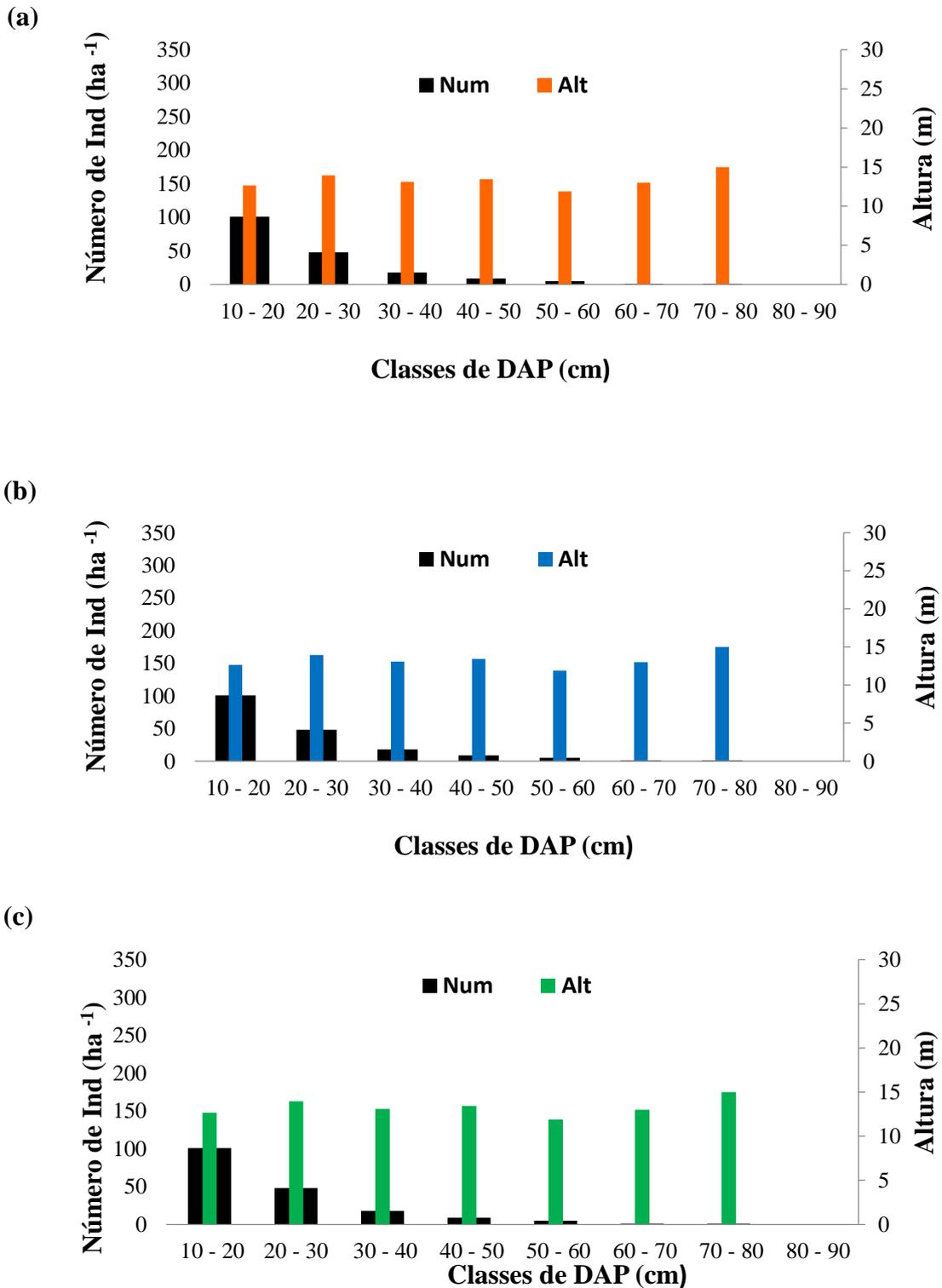
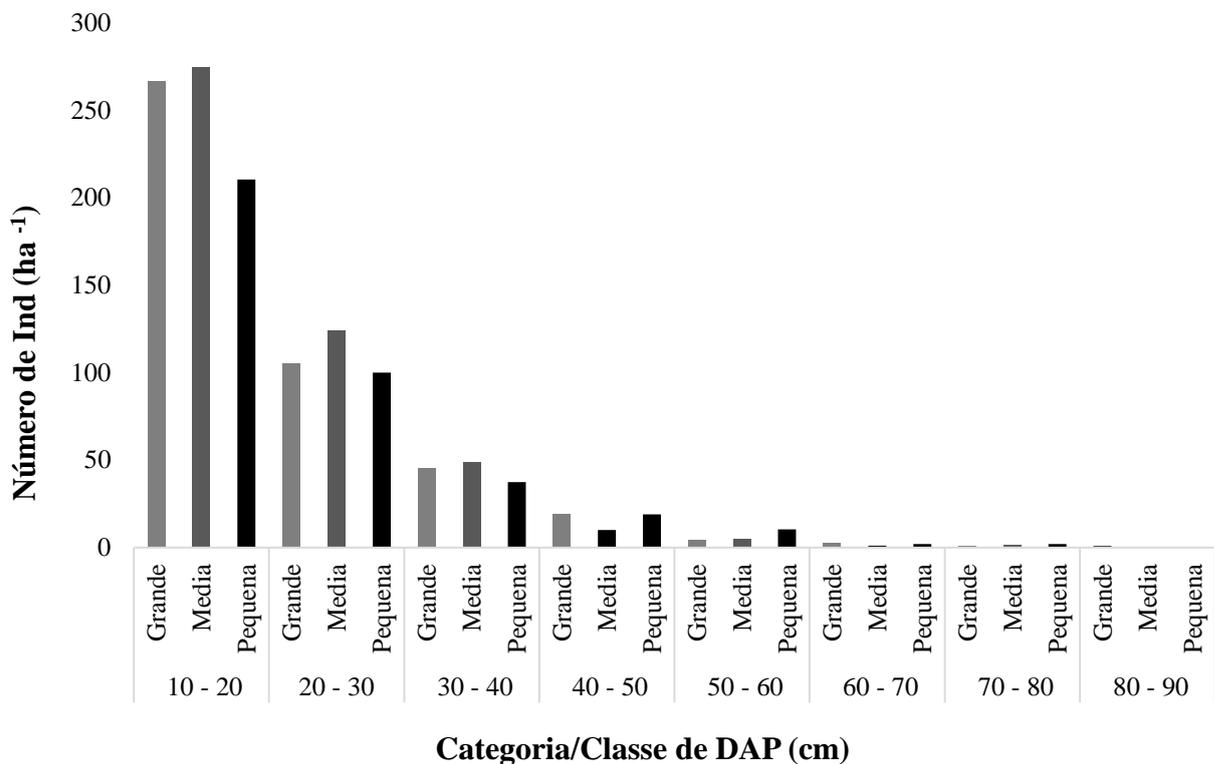


Figura 5 - Número de indivíduos (Num) e altura (Alt) por classe de diâmetro nos fragmentos florestais inventariados em uma área de savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira (independente da categoria do fragmento). Ilhas grandes (a), medias (b) e pequenas (c).



A densidade de indivíduos ( $n\ ha^{-1}$ ) foi maior nas classes de menor DAP (10 a 30 cm), com as ilhas médias e grandes apresentando as maiores densidades (461 e 451  $ind\ ha^{-1}$ ). As ilhas menores apresentaram maior número de indivíduos nas classes de maior diâmetro (40-50 cm e 60-70 cm). No entanto, indivíduos maiores que 70 cm de DAP foram encontrados apenas em uma ilha pequena (figura 6).

Figura 6- Densidade de indivíduos ( $n\ ha^{-1}$ ) segundo as classes de DAP (cm) nos fragmentos florestais em uma área de savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira.



#### 4.1.2.3 Biomassa arbórea viva acima do solo

O total de AGB para árvores com um DAP  $\geq 10$  cm variou de 164,72 a 596,21  $Mg\ ha^{-1}$ , com média de  $342,80 \pm 149,46\ Mg\ ha^{-1}$  entre todas as ilhas amostradas (tabela 5). A biomassa média por categoria dimensional foi de  $206,39 \pm 38,21\ Mg\ ha^{-1}$  (fragmentos pequenos),  $357,12 \pm 175,68\ Mg\ ha^{-1}$  (médios) e  $469,89 \pm 67,98\ Mg\ ha^{-1}$  (grandes). A biomassa das ilhas de mata foi maior nas ilhas grandes, mas não diferiu entre médias e pequenas ( $P= 0,02$ ;  $F= 5,47$ ).

Tabela 5- Biomassa arbórea viva acima do solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ;  $\text{DAP} \geq 10$  cm) estimada para fragmentos florestais (grandes, médios e pequenos) dispersos na savana de Roraima, norte da Amazônia brasileira. Tratamento com a mesma letra não apresenta diferença significativa (Tukey 0,05).

Dimensão	Biomassa $\text{Mg ha}^{-1}$			
	Por Fragmento	Gradiente		Média
		Borda	Interior	
Grande 1	540,7 ± 224,8			
Grande 2	447,0 ± 85,3			
Grande 3	380,6 ± 78,6	503,6 ± 137,6	426,1 ± 87,47	464,85 ± 67,9 <b>b</b>
Grande 4	491,1 ± 0,9			
Média 1	260,9 ± 30,6			
Média 2	196,3 ± 15,1	305,5 ± 113,4	408,7 ± 238,0	357,1 ± 175,6 <b>ab</b>
Média 3	596,2 ± 89,9			
Média 4	375,0 ± 86,4			
Pequena 1	201,3 ± 29,3			
Pequena 2	257,3 ± 51,8			
Pequena 3	202,1 ± 25,9	201,7 ± 77,9	211,0 ± 20,3	206,4 ± 38,1 <b>a</b>
Pequena 4	164,7 ± 81,4			
<b>Média ± D.P.</b>	342,8 ± 149,4	336,97 ± 165,64	348,6 ± 167,4	342,8 ± 149,4

A biomassa arbórea viva acima do solo ( $\text{DAP} > 10$  cm) covaria em função da área dos fragmentos florestais tomando como base as três categorias de dimensão utilizadas ( $F = 22,65$ ;  $P = 0,00143$ , figura 7).

A AGB da borda e do interior não diferiram entre si, independente das categorias dimensionais das ilhas ( $P = 0,82$  e  $F = 0,9$ , figura 8).

Foi estimado que 21,4 % do total de AGB corresponde às árvores de menor DAP (10 a 20 cm), enquanto 50,2% da AGB corresponde a árvores de porte médio (DAP de 20 a 40 cm). As classes de DAP entre 40 a 70 cm armazenam 24% de AGB. As árvores de grande porte ( $\text{DAP} \geq 70$  cm) ocorrerem em baixa densidade ( $\sim 1$  indivíduo  $\text{ha}^{-1}$ ), mas representam 4,15% de toda a biomassa média dos fragmentos (figura 9)

Figura 7- Biomassa arbórea viva acima do solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima, segundo a área de cada fragmento. Ilhas grandes (quadrados), médias (círculos) e pequenas (triângulos). Ilha média Media 3 foi normalizada excluindo-se a biomassa ( $173,47 \text{ Mg ha}^{-1}$ ) de uma única árvore que representava sozinha, um terço de toda a biomassa do fragmento ( $F_{0.05} = 23,59$ ;  $p = 0,0006647$ ;  $R^2 = 0,7023$ ).

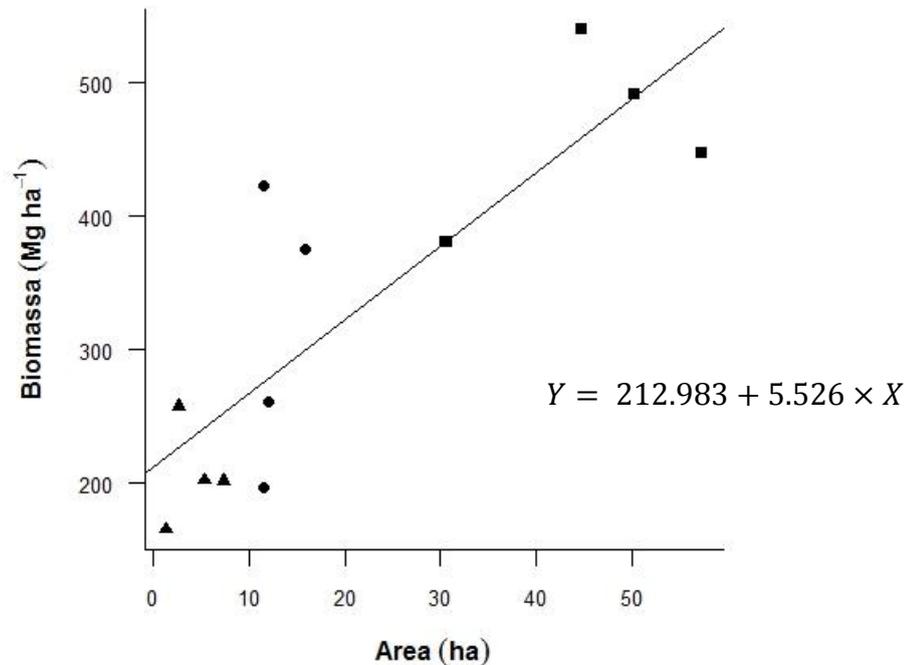


Figura 8- Biomassa arbórea viva acima do solo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima, distintas segundo o gradiente (borda e interior).

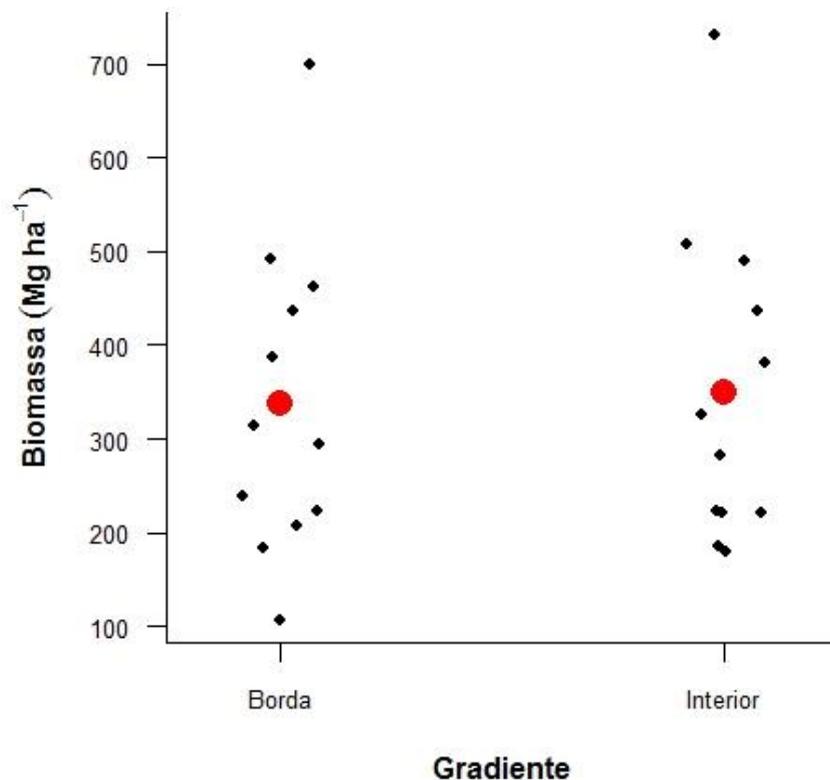
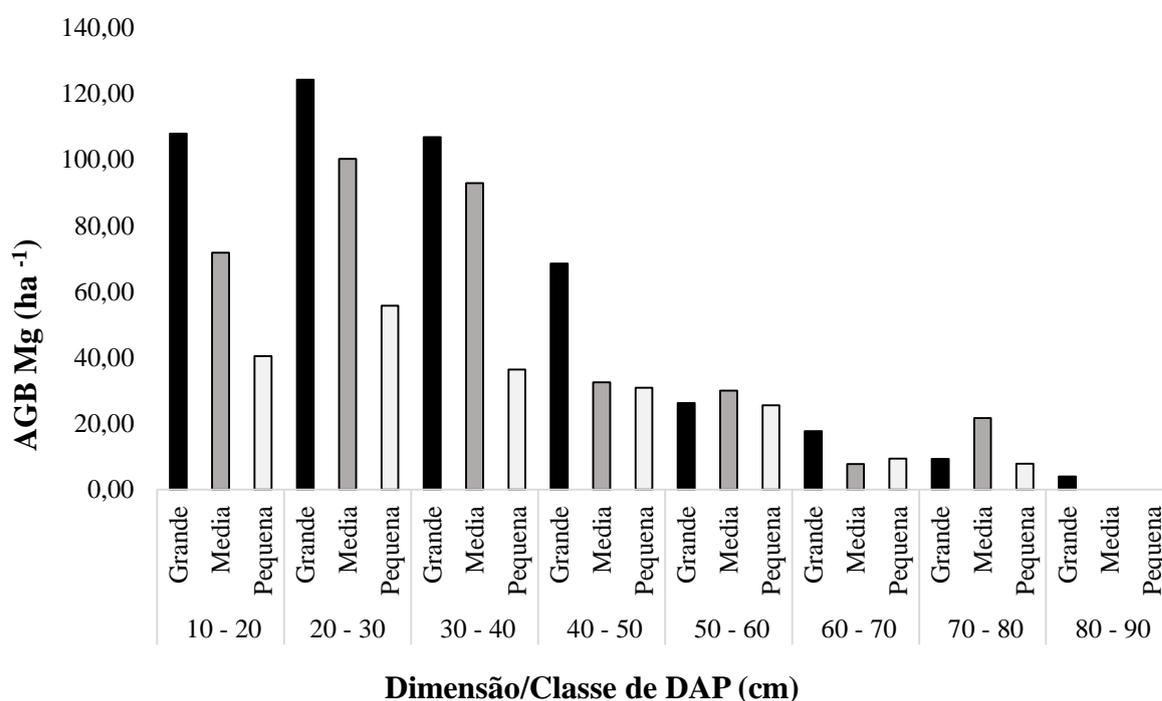


Figura 9- Distribuição da biomassa arbórea viva acima do solo por classes de diâmetro e categoria dimensional.



#### 4.1.3 Efeito das características físicas e químicas do solo

Considerando a camada de 0-20 cm, os solos das ilhas analisadas apresentaram composição física muito semelhante (tabela 6, ANEXO B), podendo ser classificado como solo de textura franco argilo-arenoso.

Tabela 6- Propriedades físicas dos solos das ilhas de mata na profundidade de 0-20 cm, tomando como base os valores médios por categoria dimensional.

Parcelas	Atributos		
	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)
Grande	26,28	60,88	12,83
Media	24,08	61,38	14,54
Pequena	27,32	60,77	11,92

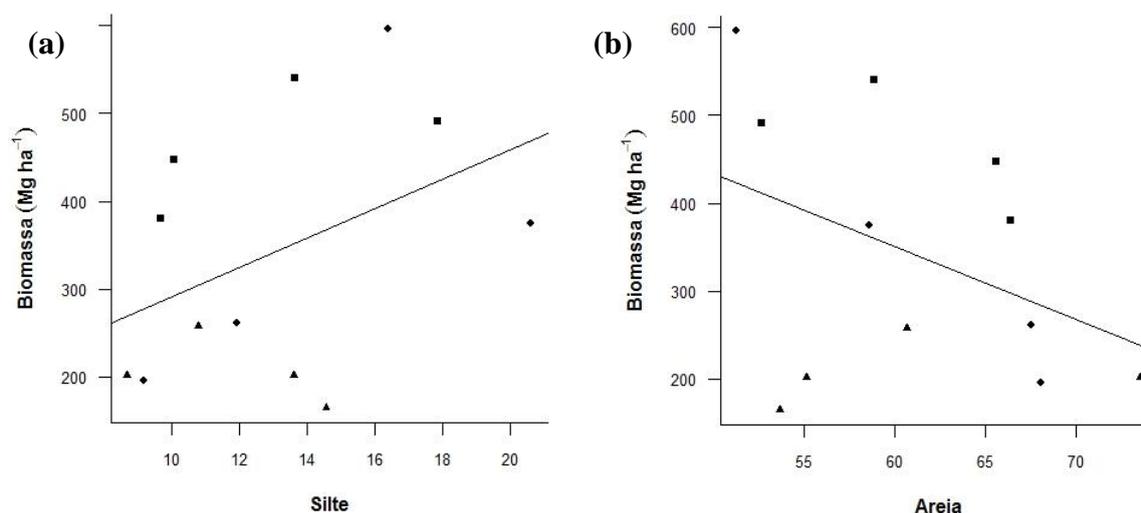
Os resultados das propriedades químicas indicam que os solos apresentam acidez moderada (pH = 5,12 a 5,28), baixos valores de soma de bases (SB = 2,62 a 3,37 cmolc dm<sup>-3</sup>), e alta concentração de matéria orgânica (MOS = 16,6 a 22,2 g kg<sup>-1</sup>, tabela 7).

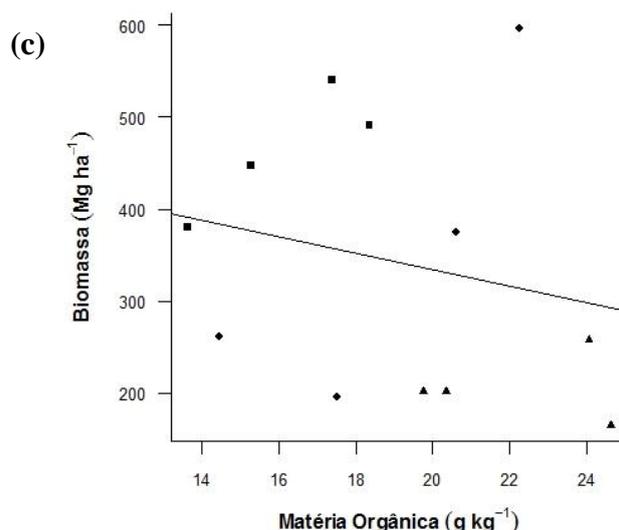
Tabela 7- Propriedades químicas dos solos dos fragmentos florestais distintas pela categoria dimensional. Os dados da tabela representam os valores médios de cada atributo analisado.

Fragmento	Atributo							
	pH	Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> )	Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> )	K (cmolc dm <sup>-3</sup> )	Al (cmolc dm <sup>-3</sup> )	P (mg dm <sup>-3</sup> )	SB (cmolc dm <sup>-3</sup> )	MOS (g kg <sup>-1</sup> )
Grandes	5,12	1,31	0,72	0,43	0,07	6,93	2,62	16,16
Médias	5,28	1,66	0,71	0,56	0,08	5,59	2,93	18,71
Pequenas	5,25	1,38	0,76	0,58	0,11	4,84	3,37	22,20

A stepwise utilizada na análise de regressão linear múltipla indicou que Areia, MOS e Silte explicam o 24% ( $R^2 = 0,85$ ) da variação total da biomassa arbórea viva acima do solo. O modelo indicou que a variável independente mais significativa na produção da biomassa arbórea foi o silte ( $p= 0,038$ ), mostrando que a biomassa arbórea aumenta em relação a concentração desta variável. O método do HP indicou o peso relativo das variáveis independentes do modelo, mostrando que a MOS (36,9 %) e a Argila (34,6 %) são as variáveis de maior efeito na biomassa arbórea viva acima do solo nas ilhas de mata avaliadas (figura 10).

Figura 10- Biomassa arbórea viva acima do solo em função das características químicas e físicas do solo (significativas), nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima. Silte (a), Areia (b) e Matéria Orgânica (c).





## 4.2 Discussão

A discussão correspondente a cada resultado obtido nesta pesquisa sobre a biomassa arbórea acima do solo nas ilhas de mata amostrada com relação à composição e estrutura florestal, as características físicas e químicas do solo é a seguinte:

### 4.2.1 Composição e estrutura florestal das ilhas de mata

Algumas das ilhas de mata amostradas neste trabalho já haviam sido estudadas por Santos, Vale Junior e Barbosa (2013), no entanto, alguns parâmetros estruturais, como a riqueza de espécies relatada por esses autores (37 spp.) em uma das ilhas, é consideravelmente diferente do valor aqui descrito para a mesma (50 spp.), refletindo a diferença dos métodos de amostragem utilizados. De forma geral os resultados encontrados neste atual estudo para a riqueza de espécies foram semelhantes aos reportados por Silva (1993) para cinco áreas de florestas sazonais amostradas em outras localidades da savana de Roraima.

Dentre os parâmetros estruturais analisados, somente a Ht (m) variou em relação ao gradiente de posição (borda- interior). Segundo Murcia (1995) as espécies sujeitas ao efeito da borda estão mais expostas a mudanças abióticas (sazonalidade climática), biológicas diretas (mudanças na abundância e distribuição de espécies causadas diretamente por variações nas condições físicas das bordas), biológicas indiretas (mudanças nas interações ecológicas entre as espécies), além dos impactos antropogênicos (e. g. fogo recorrente, extração seletiva, refúgio de gado) o que refletiria nos padrões estruturais verticais do dossel florestal (GRISCOM; ASHTON, 2003, LAURANCE et al., 2006).

A área basal calculada para os diferentes fragmentos variou de 10,28 - 30,10 m<sup>2</sup>, resultados similares aos relatados por Santos, Vale Junior e Barbosa (2013). Comparando os resultados obtidos neste trabalho com outras duas ilhas inventariadas por Santos, Vale Junior e Barbosa (2013), foi observado que a área basal foi pouco menor nominalmente, caindo de 12,16 para 10,28 m<sup>2</sup> e 20,16 para 19,68 m<sup>2</sup> para cada uma delas. Esta pequena diferença pode ser atribuída a diferenças no método, ou a uma combinação entre variações físicas e níveis de perturbação devido a extração seletiva da madeira associado a fogos recorrentes (MACHADO; OLIVEIRA FILHO, 2009; URQUIZA; DOLMAN; PERES, 2007). Segundo Pinard e Putz, (1996) a redução da área basal pode ser explicada pelos altos níveis de mortalidade, como consequência direta da exploração florestal. Outros estudos realizados em formações de florestas estacionais que ocorrem no Brasil apresentaram valores baixos de área basal (13,42 m<sup>2</sup> - 14,43 m<sup>2</sup>), como Appolinário, Oliveira Filho e Guilherme (2005), Araújo et al. (2011), Machado e Oliveira-Filho (2010), Pereira, Venturoli e Carvalho (2011) e Silva e Araujo (2009) e além de Martins et al. (2012) e Xaud, Martins e Santos (2013), estes dois últimos em florestas do ecótono de Roraima.

Os fragmentos florestais analisados poderiam ser considerados menos complexos em relação às florestas contínuas devido à menor dominância de árvores com um DAP<sub>≥</sub> 70 cm (0,36%), provavelmente ocasionada pela alta recorrência de extração seletiva de madeira, o que aumenta o recrutamento de indivíduos na classe de 10-20 cm (NASCIMENTO; FELFILI; MEIRELLES, 2004). Da mesma forma como concluído por Martins et al. (2012), a extração de madeira e o fogo não controlados acabam afetando de maneira significativa a estrutura, a composição florística e o conteúdo de biomassa arbórea, explicando o comportamento da comunidade arbórea e a baixa concentração de indivíduos com um DAP <sub>≥</sub> 30 (16%), em relação à alta concentração de indivíduos (84%) nas classes de DAP < 30 cm. Essas perturbações de ordem antrópica favorecem a colonização de espécies mais tolerantes, aumentando a abundância das espécies pioneiras (BARLOW; PERES, 2008, SLIK; VERBURG; KEBLER, 2002; COCHRANE; SCHULZE 1999; SANTOS; VALE JUNIOR; BARBOSA 2013)

No tocante à diversidade arbórea, verificou-se que as ilhas de mata apresentaram uma alta diversidade total de espécies ( $H' = 3,86$ ), semelhante ao obtido por Santos, Vale Junior e Barbosa (2013), mas ligeiramente inferior aos valores relatados para florestas impactadas por incêndios florestais na região de Apiaú e Roxinho, parte central do estado de Roraima por Martins et al. (2012). Este resultado indica alta complexidade de espécies associada a um elevado número de espécies pioneiras e reduzido número de espécies secundárias tardias ou mesmo clímax.

É recomendado que novos estudos envolvendo a estrutura destas ilhas de mata seja implementado a partir de desenhos amostrais com um maior número de amostras, fazendo uso de um sistema amostral com “área” como variável contínua. Desta forma, poder-se-ia estabelecer uma amostragem maior, representando de forma mais fiel a posição dos principais estratos e gradientes ambientais. Uma amostragem com maior replicação melhorará a compreensão da variação na estrutura arbórea dos fragmentos florestais, já que estes representam parte da diversidade arbórea ainda persistente no contato savana-floresta de Roraima.

#### **4.2.2 Biomassa arbórea viva acima do solo**

Estudos feitos na Amazônia Central levando em conta fragmentos florestais derivados de desmatamento em florestas contínuas, apresentaram valores entre 231- 492 Mg ha<sup>-1</sup> com uma média 356 Mg ha<sup>-1</sup> (LAURANCE et al., 1999). Na reserva Ducke (Amazônia Central), Castilho et al. (2006) estimaram valores para a biomassa arbórea variando de 196,2 Mg ha<sup>-1</sup> a 419,5 Mg ha<sup>-1</sup> com uma média 319,9 Mg ha<sup>-1</sup>. Segundo Nascimento e Laurance (2002) todos estes valores de biomassa acima de 400 Mg ha<sup>-1</sup> podem ser considerados como muito altos. No caso das ilhas de mata amostradas da matriz de Roraima, os valores obtidos para a maior parte das ilhas grandes (469,9 Mg ha<sup>-1</sup>) podem ser considerados como muito altos também, sendo mesmo superiores aos relatado por Santos et al. (1999), Santos et al. (2002), Saatchi et al. (2007), Barbosa, Keizer e Pinto (2010) e Martins et al. (2012) para zonas de contato savana-floresta (130 a 300 Mg ha<sup>-1</sup>), todos baixos em relação aos apresentados neste estudo.

Apesar destas estimativas apresentadas neste estudo serem de zonas e ecossistemas diferentes daqueles do centro-sul da Amazônia brasileira, apresentam semelhanças, indicando a importância da biomassa/carbono estocados nestes fragmentos dentro do contexto de sua contribuição na mitigação dos efeitos do aquecimento global. Coletivamente, estes estudos mostram a grande capacidade das florestas amazônicas em armazenar carbono. Partindo do pressuposto que a concentração de carbono na biomassa arbórea seja de 50% (BROWN, 1997) o valor de carbono armazenado na biomassa arbórea viva acima do solo nestes fragmentos florestais equivaleria a uma média geral de aproximadamente 171 Mg C ha<sup>-1</sup>.

O armazenamento de carbono estimados para os fragmentos estudados é uma função de seu estado ambiental que, neste caso, é diretamente afetado pela antropização, mesma observação realizada por Osuri, Kumar e Sankaram (2014) em outras regiões. Desta forma, é importante conhecer e compreender os impactos que ocorrem dentro destes fragmentos e o

efeito dos impactos sobre o conteúdo de biomassa e carbono estocados, para a conservação da biodiversidade e o aproveitamento contínuo dos serviços ambientais que estes fragmentos podem proporcionar. Neste caso, os cálculos de biomassa e carbono do componente arbóreo, estabelece importantes distinções regionais, que são sugeridas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2006) no sentido de se obter dados mais realísticos baseados em um maior número de espécies avaliadas através de metodologias normalizadas e modelos alométricos específicos (CHAVE et al., 2014; NOGUEIRA et al., 2008; WILLIAMSON; WIEMANN, 2010). Portanto, mesmo entendendo que equações alométricas regionais tenderiam a melhorar os valores de biomassa presentes nas ilhas de mata investigadas, concluiu-se que as estimativas de biomassa destes fragmentos florestais estão agora remetidas a valores mais ajustados segundo as características ambientais específicas da savana de Roraima, contribuindo para os dados finais do Inventário Nacional.

#### **4.2.3 Biomassa e as características físicas e químicas do solo**

Alguns trabalhos têm relacionado as características físicas e químicas do solo com a variação da biomassa e composição e estrutura florística, indicando que o solo pode afetar diretamente a complexidade da comunidade arbórea que, por sua vez, afetam a variação de AGB (tabela 8). Os estudos realizados na Amazônia têm demonstrado que a concentração da biomassa se correlaciona positivamente com textura, nutrientes e carbono orgânico do solo (LAURANCE et al., 1999), clima e tipos de vegetação (MOKANY; RAISON; PROKUSHKIN, 2005; YANG; FANG; HAN, 2009). Contudo, os resultados aqui obtidos podem ser considerados similares aos encontrados por Clark e Clark (2000) em La Selva (Costa Rica), não havendo relação significativa entre a biomassa e a maioria das características físicas e químicas do solo, com apenas silte apresentando uma fraca relação positiva com a produção de biomassa. Este resultado está provavelmente associado à homogeneidade da textura e da composição química do solo das ilhas de mata da savana de Roraima, e a sua posição na paisagem. Estas ilhas basicamente se encontram em superfícies planas e diretamente relacionadas com o material de origem pre-intemperizado pela ação do clima e do tempo, os quais parece ter sido bastante homogêneo em toda a área considerada (VALE JUNIOR; SCHAEFER, 2010).

Da mesma forma, as características físicas e químicas do solo podem afetar a biomassa através de mudança na composição de espécies ou no crescimento diferencial dos indivíduos (CASTILHO et al., 2006). O que pode ser refletido dentro de gradientes de posição, exposição à luz ou mesmo de fertilidade. É por isso, que em solos mais favoráveis ao crescimento das

plantas (férteis), espera-se maior biomassa florestal, independente da composição de espécies (ABANDA et al., 2011; CLARK; CLARK; READ, 1998; CLARK; PALMER; CLARK, 1999; LAURANCE et al., 1999; PHILLIPS et al., 2003; SATTLER et al., 2014; TUOMISTO; RUOKOLAINEN; YLI-HALLA, 2003). Contudo, nas ilhas de mata, a biomassa não diferiu ao longo do gradiente apesar de haver distinções de composição de espécies entre a borda e o interior. Uma das explicações para possíveis distinções seriam diferenças na estrutura horizontal e vertical, mas mesmo estas foram pouco sensíveis às variações de solo, mesmo porque as características físicas e químicas dos solos das ilhas indicaram homogeneidade.

Por fim, a diferença encontrada no estoque de biomassa entre ilhas grandes e pequenas foi tipicamente ocasionada pela diferença de densidade de indivíduos entre as duas categorias, mesmo não havendo distinção estatística entre este parâmetro ou os demais parâmetros de estrutura vertical e horizontal, o que provocou maior acúmulo de biomassa nas ilhas de maior dimensão. A biomassa arbórea é a mais importante dos compartimentos florestais e supõe altas concentrações de carbono que devem ser aditadas aos inventários nacionais com o intuito de perceber o real papel destes fragmentos no contexto dos sumidouros de carbono. Individualizá-las por dimensão serve, por sua vez, para desenvolver estratégias regionais mais próximas da realidade para, por exemplo, serem adotadas dentro da Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação (REDD), uma estratégia de mitigação muito requerida no momento.

Tabela 8- Trabalhos tem relacionado as características físicas e químicas do solo com a variação da biomassa e composição e estrutura florística.

<b>Autor</b>	<b>Local</b>	<b>Características Analisadas</b>	<b>Resultados</b>	<b>Biomassa Mg ha<sup>-1</sup></b>
Laurance et al. (1999)	Terra firma, Amazônia central	Foram analisadas amostras de textura do solo, carbono orgânico, capacidade da água, pH, macro e micro nutrientes para uma profundidade de 0 ± 20 cm.	Foi relacionado positivamente com a argila.	355.7
Clark e Clark (2000)	La Selva, NE Costa Rica	Foram analisados os efeitos do tipo de solo	Estimativas da biomassa viva acima do solo foram relativamente insensíveis ao tipo de solo.	186.1
Castilho et al. (2006)	Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia central	Amostras da superfície do solo (0 ± 5 cm) de textura do solo, carbono orgânico, capacidade de água disponível, pH, macro e micronutrientes.	A taxa de mudança de biomassa mostrou uma tendência positiva (aumento de biomassa) relacionada com solos mais argilosos.	327.8
Bohlman et al. (2008)	Floresta Amazônica	Se analisarem propriedades químicas (Ca, Mg, K, Na, P e Al) e físicas (Areia, silte e argila).	A composição florística foi relacionada com a fertilidade do solo (C, N e pH).	

Tabela 8- Trabalhos tem relacionado as características físicas e químicas do solo com a variação da biomassa e composição e estrutura florística. Continuação.

Paoli, Curran, Slik (2008).	Florestas sazonal. Reserva Nacional de Gunung Palung, Indonésia.	Se analisarem propriedades químicas (Ca, Mg, K, Na, P e Al) e físicas (Areia, silte e argila) para uma profundidade de 0 - 20 cm.	A fertilidad del suelo tuvo un efecto significativo tanto en la biomasa aérea total y su distribución entre las clases de tamaño.	518
Abanda, Compton, Hannigan (2011)	Reserva Ecológica de Guapiaçu.	Foram analisadas as propriedades físico-químicas para uma profundidade de (0-20 cm)	As características físicas e químicas não influenciarem na variação da biomassa	37,23 - 80, 08
Quesada et al. (2012)	Bazia Amazônia	Se analisarem amostrar para uma profundidade até 2 m, propriedades químicas (CTC, C, N, pH) e físicas (Areia, silte e argila).	A biomassa foi correlacionada negativamente com as propriedades físicas químicas. No entanto, apresenta uma alta relação com o Fosforo.	139- 458
Emilio et al. (2013)	Floresta Amazônica Parcelas permanentes do PpBio	Se analisarem a as propriedades químicas (Ca, Mg, K, Na, P e A) e a textura do solo.	Propriedades físicas do solo se relaciono diretamente com o limite da área basal.	

## 5 CONCLUSÃO

A biomassa arbórea viva acima do solo em ilhas de mata da savana de Roraima varia em função da dimensão do fragmento, independentemente da posição no gradiente (borda – interior), sendo indicado que a maior densidade de indivíduos influencia o maior conteúdo de biomassa. As demais variáveis da estrutura vertical e horizontal das ilhas não possuem efeito sobre esta distinção, da mesma forma que as variáveis edáficas.

Este estudo propicia estimativas mais realistas dos sistemas florestais dispersos na savana de Roraima, evidenciando que estes remanescentes paleoclimáticos precisam ser tratados de forma distinta com o intuito de desenvolver estratégias regionais mais próximas da realidade para estratégias consistentes de mitigação do aquecimento global aproveitando os serviços ambientais deste grande sistema de áreas abertas do extremo norte da Amazônia.

## REFERÊNCIAS

- ABANDA P. A. et al. Soil nutrient content, above-ground biomass and litter in a semi-arid shrubland, South Africa. **Geoderma**, Amsterdam, v. 164, n. 3- 4, p. 128–137, sep. 2011.
- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, Malden, v. 161, n.1. p. 105-121, aug. 2009. Disponível em: <<http://onlinelibrary-wiley-com.ez5.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1111/gcb.12629/full>>. Acesso em: 20 jun. 2014.
- APPOLINÁRIO, V.; OLIVEIRA FILHO, A. T.; GUILHERME, F. A. Tree population and community dynamics in a Brazilian tropical semideciduous forest. **Brazilian Journal of Botany**, São Paulo, v. 28, n.2, p. 347-360, abr / jun. 2005.
- ARAÚJO, G. M. et al. Structure and floristics of the arboreal component of a dystrophic cerradão and comparison with other cerradões in Central Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, (s. 1), v. 68, n.3, p. 401-418, nov. 2011.
- BACCINI, A.; ASNER, G. Improving pantropical forest carbon maps with airborne LiDAR sampling. **Future Science**, Londres, v. 4, n. 6, p. 591-600, dez. 2013.
- BARBOSA, R. I. et al. Root biomass, root: shoot ratio and belowground carbon stocks in the open savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 60, n. 5, p. 405-416, jul. 2012. a
- BARBOSA, R. I. et al. Reproductive Phenology of the main tree species in the Roraima Savanna, Brazilian Amazon. **Ecotropica**, Frankfurt, v. 18, n. 2, p. 81-91, dec. 2012. b
- BARBOSA, R. I.; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas ('lavrado') of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, Calabar, v. 4, n. 3, p.122-136, mar. 2011.
- BARBOSA, R. I.; KEIZER, E.; PINTO, F. Ecosistemas Terrestres de Roraima: Área e Modelagem Espacial da Biomassa, In: BARBOSA, R. I.; MELO, V. F. **Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia**. Boa Vista: FEMACT, 2010. p. 347 – 368
- BARBOSA, R. I. et al. The "Lavrados" of Roraima: biodiversity and conservation of Brazil's Amazonian savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, Miki, v. 1, n. 1, p. 29-41, feb/ abr. 2007.
- BARBOSA, R.I.; FEARNSIDE, P. M. Above-ground biomass and the fate of carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 216, n. 1-3, p. 295-316, sep. 2005.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELON, E. G. **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.

BARLOW, J.; PERES, C. A. Fire-mediated dieback and compositional cascade in an Amazonian forest, **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, Londres, v. 363, n. 1498, p. 1787-1794, mai. 2008.

BOHLMAN, S. A. et al. Importance of soils, topography and geographic distance in structuring central Amazonian tree communities. **Journal of Vegetation Science**, Malden, v. 19, n. 16, p. 863-874, dec. 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Biomass: O Bioma Cerrado**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/biomass/cerrado>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil. 2ª Edição**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2014. 164 p. Disponível em: < <http://www.mcti.gov.br/documents/10179/35540/Estimativas+Anuais+de+Emiss%C3%B5es+de+Gases+do+Efeito+Estufa+no+Brasil/aab059b1-8f09-4f1f-a06d>>. Acesso em: 14 jan. 2015.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2013. 89 p. Disponível em: < <http://gvces.com.br/arquivos/177/EstimativasClima.pdf> >. Acesso em: 14 jan. 2015.

BRASIL. Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT). **Segunda Comunicação Nacional do Brasil a Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia, 2010. 280 p.

BROWN, S. **Estimating biomass and biomass change of tropical forests**. Rome: Food and Agriculture Organization of United Nations, 1997. 54 p.

BROWN, S.; LUGO, A. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. **Interciencia**, Caracas, v.17, n.1, p. 8-18, jan. 1992.

BROWN, S.; GILLESPIE, A.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forest with applications to forest inventory data. **Forest Science**, (s. l), v.35, n. 4, p. 881-902, dez.1989.

CAPOBIANCO, J. P. R. et al. **Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios**. São Paulo: Estação Liberdade, 2001. 540 p.

CARMENTA, R. et al. Shifting cultivation, fire management, rainforests, legislation. **Human Ecology**, New York, v. 41, n. 4, p. 603-614, jul. 2013.

CASTILHO, V. C. et al. Variation in aboveground tree live biomass in a central Amazonian Forest: Effects of soil and topography, **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 234, n. 1, p. 85-96, oct, 2006.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in the Brazilian cerrado: a vegetation gradient of above ground biomass, root mass and consumption by fire. **Journal of Tropical Ecology**, (s. l), v. 14, n. 3, p. 263-283, may. 1998.

CHAVE, J. et al. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, Londres, v. 359, n. 1443, p. 409- 420, mar. 2004.

CHAVE, J. E. et al. Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 20, n. 10, p. 3.177-3.190, out. 2014.

CLARK, D. B.; CLARK, D. A. Abundance, growth and mortality of very large trees in neotropical lowland rain forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 80, n. 1-3, p. 235-244, jan. 1996.

CLARK, D.B.; CLARK, D.A.; READ, J.M. Edaphic variation and the mesoscale distribution of tree species in a neotropical rain forest. **Ecology**, Oxford, v.86, n. 1, p. 101-112, jan. 1998.

CLARK, D.B.; PALMER, M.; CLARK, D.A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. **Ecology**, Washington, DC, v. 80, n. 8, p. 2662-2675, dec. 1999.

CLARK, D.B.; CLARK, D. A. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 137, n. 1- 3, p. 185-198, oct. 2000.

CLARK, D. B., KELLNER, J. R. Tropical forest biomass estimation and the fallacy of misplaced concreteness. **Journal of Vegetation Science**, Hoboken, v. 23, n.6, p. 1191–1196, dez. 2012.

COCHRANE, M. A.; SCHULZE, M. D. Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern Amazon: effects on forest structure, biomass, and species composition. **Biotropica**, Malden, v. 31, n. 1, p. 2–16, abri. 1999.

COSTANZA, R. et al. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, Londres, v. 387, n. 6630, p. 253-260, may. 1997.

EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 229 p.

EMILIO, T. Soil physical conditions limit palm and tree basal area in Amazonian forests. **Plant Ecology & Diversity**, Oxon, v. 7, n. 1-2, p. 215- 229, mar. /may. 2014.

ENQUIST, B.J.; ENQUIST, C.A.F. Long-term change within a Neotropical forest: assessing differential functional and floristic responses to disturbance and drought. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 17, n. 3, p. 1408–1424, mar. 2011.

FAUSET, S. et al. Drought-induced shifts in the floristic and functional composition of tropical forests in Ghana. **Ecology Letters**, Hoboken, v. 15, n. 10, p. 1120–1129, oct. 2012.

FEARNSIDE, P. M. Amazon Forest maintenance as a source of environmental services. **Annals of the Brazilian Academy of Sciences**, Rio Janeiro, v. 80, n. 1, p. 101-114, jan. 2008.

FEARNSIDE, P.M. Serviços ambientais provenientes de florestas intactas, degradadas e secundárias na Amazônia brasileira. In: PERES, C.A. et al. **Conservação da Biodiversidade em Paisagens Antropizadas do Brasil**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 2013. p. 26-57.

FEELEY, K. J. et al. Directional changes in the species composition of a tropical forest. **Ecology**, Hoboken, v. 92, n. 4, p. 871–882, abr. 2011.

FIDELIS, A.; LYRA, M. F.; PIVELLO, V. R. Above-and below-ground biomass and carbon dynamics in Brazilian Cerrado wet grasslands. **Journal of Vegetation Science**, Hoboken, v. 24, n. 2, p. 356-364, mar. 2013.

GRACE, J., MITCHARD E., GLOOR, E. Perturbations in the carbon budget of the tropics. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 20, n. 10, p. 3238 - 3255, out. 2014.

GRISCOM, B. W.; ASHTON, P. M. S. Bambo controlo forest succession: *Guadua sarcocarpia* in southeastern Peru. **Forest Ecology and Management**, (s. l), v. 175, (s.n), p. 445 – 454, (s. d). 2003.

HOUGHTON, R. A.; HALL, F.; GOETZ, S. J. Importance of biomass in the global carbon cycle. **Journal of Geophysical Research-Biogeosciences**, Washington, DC, v. 114, n. G00E03, p. 1-13 114, sep. 2009.

HUBER, O. et al. Flora and vegetation of the Venezuelan Llanos: a review. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J.A. **Neotropical savannas and seasonally dry forests: plant diversity, biogeography, and conservation**. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2006. p. 95-120.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Agriculture, Forestry and Other Land Use. **2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories**. Japão: IGES, 2006. v. 4. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>>. Acesso em: 14 jun. 2013.

KENT, M.; COKER, P. **Vegetation description and analysis: a practical approach**. New York: John Wiley & Sons, 1994. 363 p.

LAURANCE, W. F. et al. Relationship between soils and Amazon forest biomass: a landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 118, n 1- 3, p. 127- 138, jun. 1999.

LAURANCE, W. F. et al. Rapid decay of tree-community composition in Amazonian forest fragments. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, Washington, DC, v. 103, n. 50, p. 19010 – 19014, dez. 2006.

MACHADO, M. L.; OLIVEIRA-FILHO, A. T. Spatial patterns of tree community dynamics are detectable in a small (4 ha) and disturbed fragment of the Brazilian Atlantic forest. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 250-261, jan. 2010.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurements**. Princeton: Princeton University Press, 1988. 192 p.

MARTINS, F. S. et al. Effects of fire on above-ground forest biomass in the northern Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, New York, v. 28, n. 6, p. 591-601, nov. 2012.

MAYLE, F. E.; POWER, M. J. Impact of a drier Early Mid-Holocene climate upon Amazonian forests. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, Londres, v. 363, n. 1498, p. 1829-1838, mai. 2008.

MOKANY, K.; RAISON, R.J.; PROKUSHKIN, A.S. Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. **Global Change Biology**, Oxford, v. 12, n. 1, p. 84-96, jan. 2006.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in Ecology and Evolution**, Oxford, v. 10, n. 2, p. 58-62, fev. 1995. Disponível em: < [http://www-sciencedirect-com.ez5.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0169534700889776](http://www.sciencedirect-com.ez5.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0169534700889776) >. Acesso em: 6 de abri. de 2014.

NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 168, n. 1- 3, p. 311-211, sep. 2002.

NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, v.18, n.3, p. 659-669, fev. 2004.

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**, Oxford, v.7, n. 1- 2, p. 293-303, mar. 2014.

NOGUEIRA, E. M. et al. Carbon stock loss from deforestation through 2013 in Brazilian Amazonia. **Global Change Biology**, Hoboken, v. 21, n. 3, mar. 2015.

NOGUEIRA, E. M. et al. Estimates of Forest biomass in the Brazilian: New allometric equations and adjustments to biomass from wood-volume inventories. **Forest Ecology Management**, Amsterdam, v. 256, n. 11, p. 1853-1867, nov. 2008.

OSURI, A. M.; KUMAR, V. S.; SANKARAN, M. Altered stand structure and tree allometry reduce carbon storage in evergreen forest fragments in India's Western Ghats. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 329, n. 1, p. 375-383, out. 2014.

PAIVA, A. O.; FARIA G. E. Estoque de carbono do solo sob cerrado sensu stricto no Distrito Federal, Brasil. **Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v.1, n. 1, p. 59, (s. d). 2007.

PAOLI, G. D.; CURRAN, L. M.; SLIK, J. W. F. Soil nutrients affect spatial patterns of aboveground biomass and emergent tree density in southwestern Borneo. **Oecologia**, New York, vol. 155, n. 2, p. 287-299, mar. 2008.

PEREIRA, B. A.; S, F, VENTUROLI, S. F.; CARVALHO, F. A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v, v. 41, n. 3, p. 446-455, (s. m). 2011.

PHILLIPS, O.L. et al. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 91, n. 5, p. 757-775, out. 2003.

PINARD, M. A.; PUTZ, F. E. Retating forest biomass by reducing logging damage. **Biotropica**, São Luis, v. 28, n. 3, p. 278 – 295, sep. 1996.

PUTZ, F.E. Liana biomass and leaf area of a “tierra firme” forest in the Rio Negro basin Venezuela. **Biotropica**, São Luis, v. 15, n. 3, p. 185–189, sep. 1983.

QUESADA, C. A. Basin-wide variations in Amazon forest structure and function are mediated by both soils and climate. **Biogeosciences**, Göttingen, v.9, n. 6, p. 2203–2246, jun. 2012.

R CORE TEAM. **R- Project**. Versão 3.1. [S.I.]: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 5 maio 2014.

RIBEIRO, S. C. et al. Above-and belowground biomass in a Brazilian Cerrado. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 262, n. 3, p. 491-499, mai. 2011.

SAATCHI, S. S. et al. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. **Global Change Biology**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 816-837, jan. /abr. 2007.

SAATCHI, S. S. et al. Benchmark map of forest carbon stocks in tropical regions across three continents. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 108, n. 24, p. 9899-9904, mai. 2011. Disponível em: < <http://www.pnas.org/content/108/24/9899.full> >. Acesso em: 19 nov. 2013.

SANTOS, J. R. et al. El proceso de quema de biomasa de bosque tropical y de sabanas en la Amazonia Brasileira: experiencias de monitoreo con datos ópticos y de microondas. **Serie Geográfica: Incendios forestales**, Barcelona, v. 7, n. 7, p. 97-108, (s.d). 1999.

SANTOS, J.R. et al. Savanna and tropical rainforest biomass estimation and spatialization using JERS-1 data. **International Journal of Remote Sensing**, Abingdon, v.23, n. 7, p.1217–1229, nov. 2002.

SANTOS, N. M. C.; VALE JÚNIOR J. F.; BARBOSA R. I. Florística e estrutura arbórea de ilhas de mata em áreas de savana do norte da Amazônia brasileira. **Ciências Naturais**, (s. l), v.8, n.2, p. p. 205-221, mai. /agos. 2013.

SATTLER, D. et al. Influence of soil and topography on aboveground biomass accumulation and carbon stocks of afforested pastures in South East Brazil. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 73, (s. n), p. 126 – 13, dez. 2014.

SILVA. E.L. **Inventário preliminar das espécies arbóreas das florestas dos arredores de Boa Vista (Roraima) – Uma abordagem fitossociológica**. 1993. 194 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas), INPA, Fundação Universidade do Amazonas, Manaus. 1993.

SILVA, M. R.; ARAÚJO, G. M. Dinâmica da comunidade arbórea de uma floresta semidecidual em Uberlândia, MG, Brasil. **Acta Botânica Brasílica**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 49-56 jan./mar. 2009.

SKOLE, D. L.; SAMEK, J. H.; SMALLIGAN, M. J. Implications of allometry. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, DC, v. 108, n. 4, p. E12, jan. 2011.

SLIK, J. W. F.; VERBURG, R. W.; KEBLER P. J. A. Effects of fire and selective logging on the tree species composition of lowland dipterocarp forest in East Kalimantan, Indonesia. **Biodiversity & Conservation**, Dordrecht, v. 11, n. 1, p. 85-98, fev. 2002.

SMITH, P. M. et al. Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU). In: EDENHOFER, O. et al. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014. p. 811-922.

TUOMISTO, H.; RUOKOLAINEN, K.; YLI-HALLA, M. Dispersal, environment, and floristic variation of western Amazonian forests. **Science**, Washington, DC, v. 299, n. 5604, p. 241-244, jan. 2003.

TURNER, I. M.; CORLETT, R. T. The conservation value of small, isolated fragments of lowland tropical rain forest. **Trends in Ecology & Evolution**, Londres, v. 11, n. 8, p. 330-333, agos. 1996.

URQUIZA, H., T.; DOLMAN, P.M.; PERES, C. A. Regional scale variation in forest structure and biomass in the Yucatan Peninsula, Mexico: Effects of forest disturbance. **Forest Ecology and Management**, Norwich, v. 247, n. 1- 3, p. 80 – 90, abri. 2007. Disponível em: < <http://www.sciencedirect-com/science/article/pii/S016953479610046X#> >. Acesso em: 10 nov. 2014.

VALE JÚNIOR, J. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Solos sob Savanas de Roraima: gênese, classificação e relação e relações ambientais**. Boa Vista: Gráfica Ioris, 2010. 219p.

VAN DER MOLEN, M. K. et al. Drought and ecosystem carbon cycling. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.151, n.7, p. 765–773, jul. 2011. Disponível em: < <http://www.sciencedirect-com/science/article/pii/S0168192311000517>>. Acesso em: 15 de nov. de 2014.

WILLIAMSON, G.B.; WIEMANN, M.C. Measuring wood specific gravity ... Correctly. **American Journal of Botany**, São Luis, v. 97, n. 3, p. 519-524, mar. 2010. Disponível em: < <http://www.amjbot.org/content/97/3/519.full> >. Acesso em: 27 dez. 2014.

WWF. **Biomass Brasileiros**. Disponível em: <[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/questoes\\_ambientais/biomass/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biomass/)>. Acesso em: 15 dez. 2014.

XAUD, H. A; MARTINS, F. S.; SANTOS, J. R.; Tropical forest degradation by mega-fires in the northern Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 294, (s. n), p. 97-106, abri. 2013.

YANG, Y. H.; FANG, J. Y.; HAN, W. Above- and belowground biomass allocation in Tibetan grasslands. **Journal of Vegetation Science**, Hoboken, v.20, n.1, p.177-184, fev. 2009.

ZANNE, A. E. et al. Global wood density database 2009. Disponivel em: <[http://hdl. Handle. Net/10255/dryad. 235](http://hdl.handle.net/10255/dryad.235)>. Acesso em: 5 mar. 2014.

**ANEXOS**

## ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.

<b>Categoria</b>	<b>Família</b>	<b>Genero-Sp.</b>	<b>Número de Indi.</b>
<b>Grande 1</b>	Bignoniaceae	<i>Big sp1</i>	1
		<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	2
	Boraginaceae	<i>Cordia sp1</i>	2
		<i>Cordia sp2</i>	3
	Burseraceae	<i>Protium neglectum</i>	5
	Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	3
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	3
		<i>Dil sp1</i>	1
	Euphorbiaceae	<i>Croton sp2</i>	8
		<i>Croton sp3</i>	2
	Lamiaceae	<i>Vitex sp1</i>	3
	Lauraceae	<i>Lau sp3</i>	1
		<i>Mezilaurus cf</i>	8
		<i>Mezilaurus crassiramea</i>	6
	Fabaceae	<i>Bauhinia sp1</i>	2
		<i>Centrolobium paraense</i>	5
		<i>Leg sp10</i>	4
		<i>Leg sp11</i>	1
		<i>Leg sp14</i>	7
		<i>Leg sp3</i>	3
		<i>Leg sp4</i>	2
		<i>Leg sp6</i>	2
		<i>Leg sp7</i>	3
		<i>Leg sp9</i>	6
		<i>Pterocarpus rohrii</i>	4
	<i>Zygia cataractae</i>	6	
	Malvaceae	<i>Apeiba sp1</i>	6
	Moraceae	<i>Sorocea sp1</i>	4
	Não_coletado	<i>Não coletado</i>	22
	NI	<i>NI 45</i>	1
		<i>NI 5</i>	1
		<i>NI 9</i>	3
	Nyctaginaceae	<i>Nyc sp2</i>	2
<i>Nyc sp3</i>		1	
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp2</i>	4	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	4	
	<i>Rubiac sp1</i>	2	
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp1</i>	2	
Salicaceae	<i>Casearia sp3</i>	11	
	<i>Casearia sp4</i>	5	
	<i>Casearia sp5</i>	2	
	<i>Casearia sp6</i>	4	
	<i>Salicac sp1</i>	7	

ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
Continuação.

<b>Grande 2</b>	Sapindaceae	<i>Allophylus racemosus</i>	1
		<i>Cupania rubiginosa</i>	4
	Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	17
		<i>Sap sp1</i>	2
		<i>Sap sp3</i>	3
	Simaroubaceae	<i>Simaba sp1</i>	1
	Urticaceae	<i>Cecropia sp1</i>	1
	Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	1
	Boraginaceae	<i>Cordia sp6</i>	13
	Cipo	<i>Cipo</i>	1
	Combretaceae	<i>Combretum sp2</i>	4
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	1
	Lamiaceae	<i>Vitex sp1</i>	1
	Lauraceae	<i>Lau sp1</i>	1
		<i>Mezilaurus crassiramea</i>	1
	Fabaceae	<i>Bauhinia sp1</i>	2
		<i>Centrolobium paraense</i>	5
		<i>Leg sp11</i>	1
		<i>Leg sp9</i>	2
		<i>Swartzia latifolia</i>	1
Malvaceae	<i>Apeiba sp1</i>	1	
	<i>Guazum sp1</i>	2	
	<i>Lueheopsis sp1</i>	1	
NI	<i>NI sp1</i>	1	
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	6	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	1	
	<i>Guettarda sp1</i>	3	
Salicaceae	<i>Casearia sp1</i>	1	
	<i>Casearia sp3</i>	1	
Sapindaceae	<i>Cupania rubiginosa</i>	5	
	<i>Cupania sp2</i>	3	
Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	29	
Simaroubaceae	<i>Simaba sp1</i>	1	
<b>Grande 3</b>	Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	4
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	1
	Fabaceae	<i>Centrolobium paraense</i>	2
		<i>Leg sp7</i>	1
		<i>Leg sp9</i>	1
		<i>Swartzia latifolia</i>	7
		<i>Swartzia microstylis</i>	1
		<i>Zygia cataractae</i>	3
	Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp1</i>	1
	Malvaceae	<i>Guazum sp1</i>	3
	Moraceae	<i>Brosimum cf guianense</i>	3

ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
 Continuação.

	Não_coletado	<i>Não coletado</i>	1
	NI	<i>NI 35-34</i>	1
		<i>NI sp1</i>	1
	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	11
	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	1
		<i>Guettarda sp1</i>	5
	Salicaceae	<i>Casearia sp1</i>	12
		<i>Casearia sp3</i>	2
		<i>Salicac sp1</i>	17
	Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	53
	Simaroubaceae	<i>Simaba sp1</i>	1
<b>Grande 4</b>	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	2
	Apocynaceae	<i>Himatanthus artuculatus</i>	1
		<i>Himatanthus sucuuba</i>	5
	Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	1
	Boraginaceae	<i>Cordia sp3</i>	1
	Burseraceae	<i>Protium neglectum</i>	3
		<i>Protium rhynchophyllum</i>	20
	Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	1
	Combretaceae	<i>Combretum sp2</i>	1
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	1
	Euphorbiaceae	<i>Croton sp1</i>	1
	Lamiaceae	<i>Vitex sp1</i>	2
	Lauraceae	<i>Mezilaurus crassiramea</i>	1
	Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp1</i>	10
		<i>Gustavia augusta</i>	1
		<i>Lec NI</i>	1
	Fabaceae	<i>Leg NI</i>	1
		<i>Leg sp1</i>	1
		<i>Leg sp11</i>	1
		<i>Leg sp2</i>	1
		<i>Leg sp9</i>	1
		<i>Senna s.l sp3</i>	2
	<i>Swartzia microstylis</i>	2	
	<i>Zygia cataractae</i>	1	
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp1</i>	3	
Malvaceae	<i>Lueheopsis sp1</i>	1	
Moraceae	<i>Mora sp1</i>	1	
Myristicaceae	<i>Virola sebifera</i>	2	
Não_coletado	<i>Não coletado</i>	2	
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	2	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	3	
	<i>Guettarda sp1</i>	5	
	<i>Rudgea sp1</i>	1	

ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
 Continuação.

<b>Média 1</b>	Salicaceae	<i>Casearia sp1</i>	2
		<i>Casearia sp3</i>	1
	Sapindaceae	<i>Cupania 105</i>	4
		<i>Cupania rubiginosa</i>	1
	Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	27
	Annonaceae	<i>Annona sp1</i>	1
		<i>Annona sp2</i>	2
	Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	4
	Boraginaceae	<i>Cordia sp2</i>	2
		<i>Cordia sp6</i>	11
	Combretaceae	<i>Combretum sp2</i>	1
	Lamiaceae	<i>Vitex sp1</i>	1
	Lauraceae	<i>Mezilaurus crassiramea</i>	4
	Lecythidaceae	<i>Lecythis brancoensis</i>	2
	Fabaceae	<i>Bauhinia sp1</i>	4
		<i>Centrolobium paraense</i>	2
		<i>Hymenolobium petraeum</i>	2
		<i>Leg sp10</i>	1
		<i>Leg sp14</i>	1
		<i>Leg sp5</i>	1
	<i>Leg sp8</i>	1	
	<i>Leg sp9</i>	5	
	<i>Pterocarpus rohrii</i>	2	
	<i>Senna s.l sp3</i>	1	
	<i>Swartzia latifolia</i>	4	
	<i>Zygia cataractae</i>	1	
Malvaceae	<i>Apeiba sp2</i>	3	
Não_coletado	<i>Não coletado</i>	1	
Nyctaginaceae	<i>Nyc sp1</i>	3	
Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	4	
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	9	
Salicaceae	<i>Casearia sp2</i>	4	
Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	2	
	<i>Sap sp3</i>	5	
<b>Média 2</b>	Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	4
	Boraginaceae	<i>Cordia sp6</i>	19
	Burseraceae	<i>Protium neglectum</i>	2
	Cipo	<i>Cipo</i>	1
	Combretaceae	<i>Combretum sp1</i>	1
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	3
	Lamiaceae	<i>Vitex sp1</i>	2
	Fabaceae	<i>Leg sp11</i>	5
		<i>Leg sp4</i>	2
		<i>Leg sp7</i>	5

ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
Continuação.

	<i>Leg sp9</i>	3
	<i>Senna s.l sp1</i>	1
	<i>Senna s.l sp3</i>	1
	<i>Swartzia latifolia</i>	1
	<i>Swartzia microstylis</i>	6
Malpighiaceae	<i>Byrsonima sp1</i>	3
Malvaceae	<i>Guazum sp1</i>	3
Myrtaceae	<i>Myrtac sp1</i>	1
Não_coletado	<i>Não coletado</i>	1
NI	<i>NI 59-68</i>	1
Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i>	1
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	4
	<i>Guettarda sp1</i>	10
Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp2</i>	1
Salicaceae	<i>Casearia sp2</i>	1
	<i>Salicac sp1</i>	2
Sapindaceae	<i>Cupania rubiginosa</i>	1
Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	26
<b>Média 3</b>	<i>Bignoniaceae Handroanthus cf serratifolius</i>	2
Boraginaceae	<i>Cordia sp4</i>	1
	<i>Cordia sp6</i>	5
Burseraceae	<i>Protium rhynchophyllum</i>	13
Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	4
Cipo	<i>Cipo</i>	5
Combretaceae	<i>Combretum sp1</i>	1
	<i>Terminalia sp1</i>	2
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	1
Lauraceae	<i>Lau sp1</i>	1
	<i>Mezilaurus crassiramea</i>	4
Lecythidaceae	<i>Lecythis brancoensis</i>	3
Fabaceae	<i>Bauhinia sp1</i>	1
	<i>Centrolobium paraense</i>	1
	<i>Hymenaea cf courbaril</i>	1
	<i>Leg sp13</i>	2
	<i>Leg sp7</i>	1
	<i>Leg sp9</i>	3
	<i>Pterocarpus rohrii</i>	1
	<i>Senna s.l sp3</i>	5
	<i>Swartzia latifolia</i>	8
	<i>Zygia cataractae</i>	1
Malvaceae	<i>Guazum sp1</i>	8
Moraceae	<i>Brosimum cf guianense</i>	3
Myristicaceae	<i>Myris 52</i>	3
Não_coletado	<i>Não coletado</i>	1

ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
Continuação.

	NI	<i>NI 79-54</i>	1
	Nyctaginaceae	<i>Nyc sp3</i>	6
	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	4
	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	1
		<i>Guettarda sp1</i>	2
	Salicaceae	<i>Casearia sp3</i>	3
		<i>Salicac sp1</i>	1
	Sapindaceae	<i>Allophylus racemosus</i>	5
		<i>Cupania rubiginosa</i>	1
	Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	5
	Simaroubaceae	<i>Simaba sp1</i>	10
	Urticaceae	<i>Cecropia sp1</i>	1
<b>Média 4</b>	Boraginaceae	<i>Cordia sp3</i>	3
	Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	9
	Euphorbiaceae	<i>Croton sp4</i>	1
	Fabaceae	<i>Leg sp11</i>	1
		<i>Leg sp9</i>	1
		<i>Senna s.l sp3</i>	3
		<i>Swartzia microstylis</i>	1
		<i>Zygia cataractae</i>	1
	Malvaceae	<i>Guazum sp1</i>	10
	Rutaceae	<i>Zanthoxylum sp1</i>	2
		<i>Zanthoxylum sp2</i>	1
	Salicaceae	<i>Casearia sp3</i>	1
	Sapindaceae	<i>Cupania rubiginosa</i>	4
	Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	8
	Urticaceae	<i>Cecropia sp1</i>	1
<b>Pequena 1</b>	Bignoniaceae	<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	2
	Boraginaceae	<i>Cordia sp1</i>	2
		<i>Cordia sp6</i>	9
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	4
	Lamiaceae	<i>Vitex sp1</i>	1
	Fabaceae	<i>Centrolobium paraense</i>	5
		<i>Leg sp11</i>	1
		<i>Leg sp3</i>	1
		<i>Leg sp5</i>	3
		<i>Leg sp7</i>	3
		<i>Leg sp9</i>	13
		<i>Pterocarpus rohrii</i>	2
	NI	<i>NI 60</i>	1
	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	1
	Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	1
		<i>Guettarda sp1</i>	4
	Salicaceae	<i>Casearia sp2</i>	1

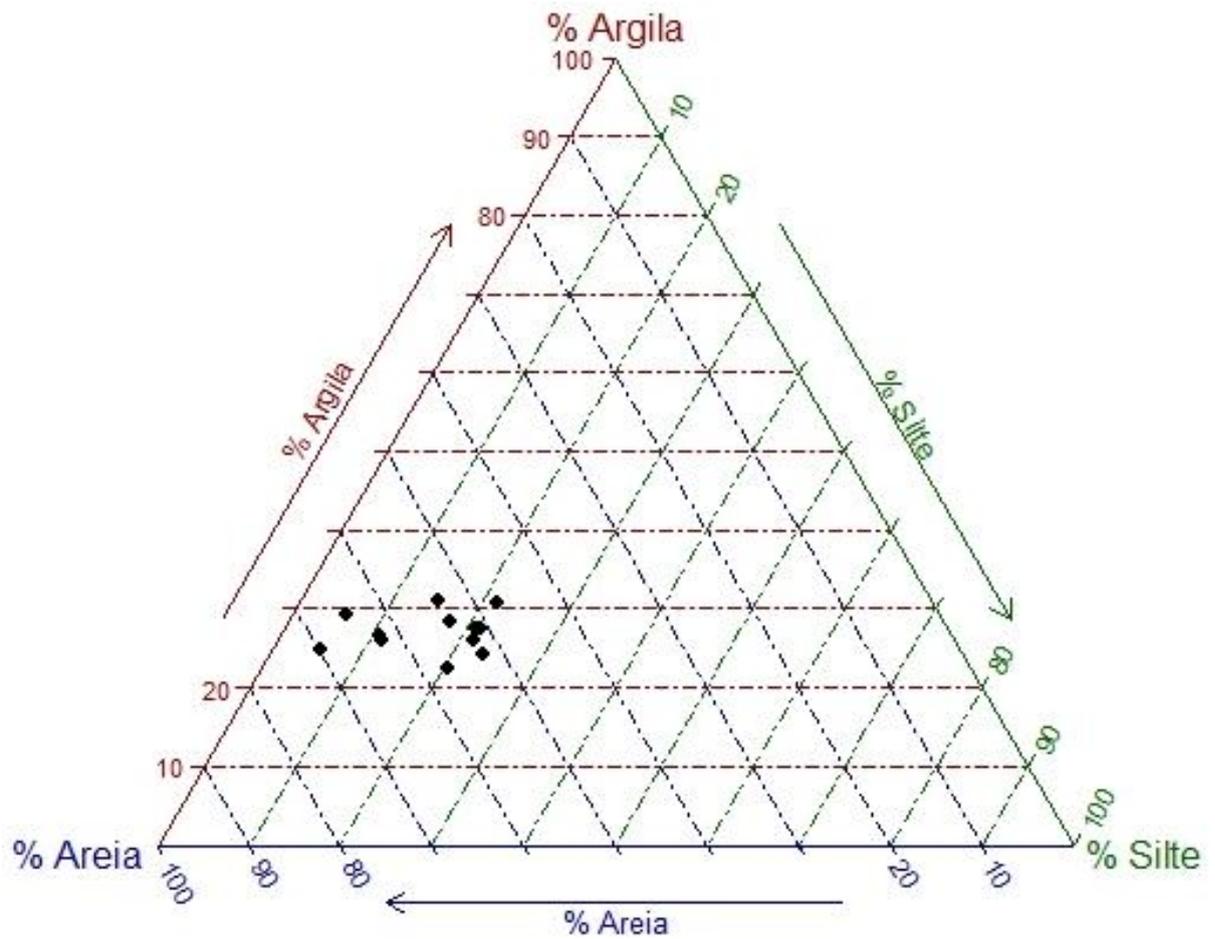
ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
Continuação.

		<i>Casearia sp3</i>	6
	Simaroubaceae	<i>Simaba sp1</i>	1
<b>Pequena 2</b>	Burseraceae	<i>Protium neglectum</i>	1
	Cipo	<i>Cipo</i>	1
	Lauraceae	<i>Lau sp2</i>	1
		<i>Mezilaurus crassiramea</i>	1
	Fabaceae	<i>Bauhinia sp1</i>	1
		<i>Centrolobium paraense</i>	4
		<i>Leg sp13</i>	2
		<i>Leg sp9</i>	3
		<i>Senna s.l sp3</i>	1
		<i>Swartzia latifolia</i>	3
	Malvaceae	<i>Guazum sp1</i>	3
	Nyctaginaceae	<i>Nyc sp1</i>	1
		<i>Nyc sp3</i>	1
	Opiliaceae	<i>Agonandra brasiliensis</i>	1
	Polygonaceae	<i>Coccoloba sp1</i>	3
	Rubiaceae	<i>Guettarda sp1</i>	5
	Sapotaceae	<i>Pouteria surumuensis</i>	17
<b>Pequena 3</b>	Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i>	17
	Bignoniaceae	<i>Big sp1</i>	1
		<i>Handroanthus cf serratifolius</i>	2
	Boraginaceae	<i>Cordia sp1</i>	1
		<i>Cordia sp3</i>	1
	Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	1
	Combretaceae	<i>Combretum sp1</i>	1
	Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i>	2
	Lecythidaceae	<i>Gustavia augusta</i>	3
	Fabaceae	<i>Andira surinamensis</i>	1
		<i>Bauhinia sp1</i>	1
		<i>Leg sp11</i>	3
		<i>Leg sp7</i>	4
		<i>Senna s.l sp2</i>	2
		<i>Senna s.l sp3</i>	1
	Myrtaceae	<i>Myrcia sp1</i>	1
	Não_coletado	<i>Não coletado</i>	2
	Sapindaceae	<i>Cupania rubiginosa</i>	2
	Sapotaceae	<i>Pouteria venosa</i>	1
	Simaroubaceae	<i>Simaba sp1</i>	2
<b>Pequena 4</b>	Boraginaceae	<i>Cordia sp3</i>	6
	Chrysobalanaceae	<i>Licania kunthiana</i>	2
	Lauraceae	<i>Mezilaurus crassiramea</i>	1
	Lecythidaceae	<i>Eschweilera sp1</i>	1
	Fabaceae	<i>Centrolobium paraense</i>	1

ANEXO A- Famílias e espécies presentes nas ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.  
 Continuação.

	<i>Leg sp12</i>	2
	<i>Zygia cataractae</i>	1
Malvaceae	<i>Guazum sp1</i>	7
NI	<i>NI 9</i>	1
Olacaceae	<i>Ola sp1</i>	1
Urticaceae	<i>Cecropia sp1</i>	1
<b>Total general</b>		<b>1087</b>

ANEXO B- Diagrama textural mostrando as características físicas do solo das ilhas de mata amostradas. Os pontos pretos representam os valores médios das porcentagens dos atributos físicos para uma camada de 0-20 cm em cada ilha, mostrando uma textura Franco argilo-arenoso.



ANEXO C- Fotografias das ilhas de mata dispersas na savana de Roraima.



Ilha de Mata pequena.



Borda de uma Ilha de Mata.



Evidência de fogo dentro as ilhas mata.



Cactos dentro das ilhas de mata.



Interior das ilhas de mata.



Evidência de presença de gado nas ilhas.



Carvão encontrado dentro das ilhas



Flor e fruto da espécie *Guazum sp1* da Família Malvaceae.



Arvores queimado por o fogo.



Presença de carvão no solo das ilhas de mata.