



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

HUGO LEONARDO SOUSA FARIAS

BIOMASSA ARBÓREA NAS FLORESTAS ALAGADAS AO LONGO DO RIO
BRANCO, RORAIMA

Boa Vista, RR

2014

HUGO LEONARDO SOUSA FARIAS

**BIOMASSA ARBÓREA NAS FLORESTAS ALAGADAS AO LONGO DO RIO
BRANCO, RORAIMA**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais - PRONAT da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Manejo e conservação de Bacias Hidrográficas.

Orientadora: Prof. Dra. Carolina Volkmer de Castilho.

Boa Vista, RR

2014

HUGO LEONARDO SOUSA FARIAS

Biomassa arbórea nas florestas alagadas ao longo do rio Branco, Roraima.

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em 22 de agosto de 2014 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:

Carolina V. de Castilho

Profa. Dra. Carolina Volkmer de Castilho
Orientadora - Embrapa Roraima

Haron Xaud

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

José Júlio de Toledo

Prof. Dr. José Júlio de Toledo
Membro - Universidade Federal do Amapá

Reinaldo Imbrozio Barbosa

Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa
Membro - INPA/RR

A Deus,
À minha Família e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela existência, força e foco em meu caminho.

À Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelo financiamento deste estudo.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio pelo apoio logístico.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA pela disponibilização do espaço físico para realização do estudo.

À Universidade Federal de Roraima por ofertar o curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES por me conceder uma bolsa de estudo, na modalidade SISU/REUNI durante todo o curso.

À Dra Carolina Volkmer de Castilho pela confiança, paciência, oportunidade e orientação.

À minha família, fonte de força e inspiração.

Aos ajudantes de campo: Sebastião “Sabá”, Agnaldo “Caçula”, Maxwell “Max”, Henrique “Netão”, Wicles, Lilia, Rodrigo e Ednarde.

Ao amigo, professor Rodrigo Leonardo pelo incentivo e conselhos ao longo da minha formação.

Aos professores do PRONAT que de forma direta e indireta me ajudaram ao longo do curso, me transmitindo conhecimentos e conselhos.

Aos colegas de turma pelo companheirismo e força, durante as disciplinas cursadas ao longo do curso.

Às meninas da secretaria e às meninas da limpeza pelos cafezinhos durante as tardes de estudo.

“O único lugar
onde o sucesso vem antes
do trabalho é no dicionário” (Albert Einstein).

RESUMO

As florestas tropicais amazônicas são um importante reservatório de carbono acima e abaixo do solo. Elas desempenham uma importante função tanto no sequestro do carbono atmosférico quanto no armazenamento desse carbono em forma de biomassa. O objetivo desse trabalho foi quantificar a variação espacial da biomassa arbórea viva e avaliar o efeito de variáveis climáticas e ambientais ao longo de cerca de 400 km de florestas alagadas no médio e baixo rio Branco. Especificamente, foi avaliado o efeito (i) da duração da inundação, (ii) do comprimento da estação seca e (iii) da textura e fertilidade do solo no estoque de biomassa acima do solo. Foram amostrados 2.432 indivíduos com Diâmetro à altura do Peito (DAP) ≥ 10 cm, distribuídos em 54 parcelas compridas (250 metros) e estreitas (4 metros) de 0,1 ha. Para cada indivíduo amostrado, além do DAP, foram determinadas a altura total e a densidade da madeira. A biomassa viva acima do solo das árvores foi estimada através da média de três modelos alométricos que consideram DAP, densidade da madeira e altura das árvores. A biomassa de palmeiras foi estimada com base em um único modelo que considera apenas a altura dos indivíduos. A biomassa variou de 21,5 a 245,15 Mg/ha. Não foi observada relação entre a biomassa e as variáveis climáticas (precipitação média anual e comprimento da estação seca). As variáveis ambientais: solo (% de argila) e a duração da inundação também não explicaram a variação da biomassa arbórea viva acima do solo nas florestas alagadas do rio Branco. Estes resultados representam as primeiras estimativas de biomassa arbórea para as florestas alagadas do rio Branco. A grande variação observada entre as parcelas sugere que eventos estocásticos locais, a estrutura da floresta e a composição florística podem ser mais importantes para explicar a variação da biomassa do que fatores climáticos e características do solo.

Palavras chave: Estrutura. Inventário florestal. Fatores ambientais. Várzea. Amazônia.

ABSTRACT

Amazonian forests are an important above and belowground carbon reservoir. They play an important role in both the sequestration of atmospheric carbon and storage of carbon as biomass. The aim of this study was to quantify the spatial variation of above ground tree live biomass and evaluate the effects of climatic and environmental predictors along ~400km of flooded forests in the middle and lower rio Branco (Roraima). Specifically, I related plot-based biomass estimates with (i) duration of flooding, (ii) length of the dry season, and (iii) texture and fertility of the soil. A total of 2.432 individuals with diameter at breast height (DBH) ≥ 10 cm were sampled in 54 long (250 meters) and narrow (4 meters) plots of 0.1 hectare. For each individual sampled, were also determined: total tree height and wood density. The above ground live biomass of trees was estimated by the average of three allometric models that consider DBH, wood density, and tree height. Palm biomass was estimated based on a single model that considers only the height of individuals. Biomass estimates presented a 10-fold variation, ranging from 21.5 to 245.15 Mg/ha. No relationship between biomass and climatic variables (mean annual rainfall and length of dry season) were observed. Environmental variables: soil (% clay) and the duration of the flood also did not explain the variation in tree biomass in the flooded forests of the rio Branco. These represent the first tree biomass estimates for the flooded forests of the rio Branco, and the large biomass variation observed in the plots suggest that local stochastic events, forest structure and floristic composition may be more important in explaining biomass variation than climatic and soil factors.

Keywords: Forest structure. Forest inventory. Environmental factors. Floodplain. Amazon.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de Roraima indicando as seções da Bacia do rio Branco: I - Alto rio Branco, II - Médio rio Branco e III - Baixo rio Branco.....	22
Figura 2 – Disposição das parcelas utilizadas para amostragem de árvores e palmeiras nas localidades selecionadas para estudo ao longo do rio Branco, Roraima.....	23
Figura 3 – Histograma da gravidade específica da madeira nas florestas alagadas do médio e baixo rio Branco, Roraima.....	32
Figura 4 – Distribuição das classes de altura das árvores das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.....	34
Figura 5 – Histograma das estimativas de biomassa arbórea viva acima do solo em ~400 km de florestas alagadas do médio e baixo rio Branco, Roraima.....	36
Figura 6 – Relação entre a biomassa arbórea viva acima do solo e a porcentagem de argila no solo nas florestas alagadas do médio e baixo rio Branco (Roraima, Brasil).....	42
Figura 7 – Relação entre biomassa arbórea viva acima do solo e tempo de inundação nas parcelas ao longo das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.....	44
Figura 8 – Variação da precipitação total anual (mm), no período de 2000 a 2012, em nove localidades de estudo distribuídas sistematicamente em ~400 km ao longo do rio Branco, Roraima - Brasil.....	45
Figura 9 – Relação entre biomassa arbórea viva acima do solo e variáveis climáticas nas parcelas ao longo das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número médio ($\pm$ desvio padrão) de árvores e palmeiras por hectare e por classe de diâmetro em 54 parcelas distribuídas ao longo de ~400 km nas florestas alagadas do rio Branco, Roraima.....	30
Tabela 2 – Variação das estimativas de biomassa viva acima do solo nas florestas da bacia amazônica.....	38
Tabela 3 - Biomassa média por classe de diâmetro nas florestas alagadas do rio Branco, Roraima.....	40
Tabela 4 – Características físicas e químicas do solo em 54 parcelas instaladas ao longo do médio e baixo rio Branco (Roraima, Brasil).....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 Florestas sujeitas a inundações na Amazônia.....	14
1.2 Biomassa arbórea viva acima do solo e fatores que condicionam a biomassa em florestas alagadas.....	15
1.3 Cobertura vegetal ao longo da bacia do rio Branco.....	17
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo Geral.....	20
2.2 Objetivos Específicos.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Área de estudo.....	21
3.2 Delineamento amostral.....	23
3.3 Determinação da altura das árvores.....	24
3.4 Gravidade específica da madeira.....	24
3.5 Estimativa de biomassa arbórea viva acima do solo.....	26
3.6 Coleta de solo.....	27
3.7 Duração e cota de inundação nas parcelas de estudo.....	27
3.8 Precipitação média anual e duração da estação seca.....	28
3.9 Análises de dados.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Estrutura das florestas alagadas do rio Branco.....	30
4.1.1 Gravidade específica da madeira nas florestas alagadas pelo rio Branco....	31
4.1.2 Altura das árvores.....	33
4.1.3 Estimativa da biomassa arbórea viva acima do solo.....	35
4.2 Características físicas e químicas do solo nas florestas alagadas pelo rio Branco.....	40
4.3 Efeito da textura e fertilidade do solo na variação da biomassa arbórea viva.....	41
4.4 Efeito da duração da inundação na variação da biomassa arbórea viva.....	43
4.5 Efeito da precipitação média anual e da duração da estação seca na variação da biomassa arbórea viva.....	44

5 CONCLUSÕES.....	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

As florestas tropicais são um importante reservatório de carbono seja acima ou abaixo do solo. Elas desempenham uma importante função tanto no sequestro do carbono atmosférico quanto no armazenamento desse carbono em forma de biomassa (FEARNSIDE, 1997; MALHI et al., 2008). Estimativas de estoques de carbono na vegetação permitem o cálculo tanto do armazenamento quanto das emissões de gases do efeito estufa nos ecossistemas terrestres (BROWN; LUGO, 1992). No entanto, estimar o acúmulo de biomassa em florestas tropicais é extremamente complicado, devido às variações estruturais da floresta e à alta diversidade de espécies (BAKER et al., 2004; CHAMBERS et al., 2001; CLARK et al., 2001; CHAVE; RIÉRA; DUBOIS, 2001, CHAVE et al., 2003, 2004, 2005; MALHI et al., 2004, 2006; NEBEL et al., 2001).

As estimativas globais de carbono arbóreo nas florestas tropicais apresentam variação entre 40 a 50%, devido à imprecisão de estimativas da biomassa arbórea, gerando grandes incertezas nos estoques de carbono da vegetação terrestre (FELDPAUSCH et al., 2012). Uma grande fonte de incerteza nas estimativas do estoque de carbono está relacionada com diferenças na arquitetura das árvores da floresta tropical. Há uma variação significativa na relação entre diâmetro e altura entre espécies e entre áreas nas florestas tropicais. Essa variação pode influenciar as estimativas de biomassa arbórea e consequentemente as estimativas de estoque de carbono em nível local e regional (FELDPAUSCH et al., 2011, 2012).

A biomassa arbórea pode ser obtida através de métodos diretos ou indiretos (BROWN; GILLESPIE; LUGO, 1989). O método direto é destrutivo e consiste na derrubada e pesagem de todas as árvores presentes em uma área pré-determinada. É o método mais acurado e eficaz mas, no entanto, apresenta dificuldades metodológicas na pesagem de todas as árvores de uma determinada área (HIGUCHI et al., 1998). E, segundo Brown; Gillespie e Lugo (1989), estudos que utilizam este método, fornecem dados pouco confiáveis porque se baseiam em poucas parcelas pequenas e, geralmente, escolhidas de modo tendencioso.

O método indireto é realizado através de inventários florestais considerando parâmetros como diâmetro do tronco (DAP), altura da árvore, densidade média da madeira e um fator de correção (fator de forma) para árvores com o diâmetro à altura

do peito inferior a 25 cm (FITZGERALD, 1983; HIGUCHI et al., 2004). Problemas associados com o método indireto incluem, por exemplo, a variação interespecífica na densidade da madeira, pois radialmente, da medula para a casca, a densidade da madeira pode permanecer constante, aumentar ou reduzir (WILLIAMSON; WIEMANN, 2010). Fatores ambientais, tais como fertilidade do solo e quantidade de luz também podem ser fonte de variação interespecífica da densidade da madeira (MULLER-LANDAU, 2004; NOGUEIRA et al., 2007).

As implicações e as incertezas nas estimativas de biomassa florestal através do método indireto se devem também às variações no tamanho das parcelas e na escolha de modelos alométricos que consideram apenas as medições de diâmetros e densidade da madeira (HAWES et al., 2012). A inclusão da altura das árvores como um fator adicional ajuda a explicar uma expressiva variação na biomassa acima do solo. A inclusão da altura reduziu o erro padrão nas estimativas de biomassa de 19,5 para 12,5% (CHAVE et al., 2005). De forma geral, a inclusão da altura das árvores nas estimativas de biomassa ajuda a reduzir os erros nas estimativas do estoque de carbono (FELDPAUSCH et al., 2011).

1.1 Florestas sujeitas a inundações na Amazônia

O Brasil é o quinto maior país do mundo com uma área de 8,5 milhões de km², no qual 20% são de áreas úmidas. As áreas úmidas fornecem diversos serviços ambientais e socioeconômicos para a sociedade, tais como a regulação do microclima, purificação da água, produção de madeira e produtos não-madeireiros, peixes, recreação e ecoturismo. As florestas inundadas periodicamente servem também como centros de especiação e endemismo de invertebrados terrestres e árvores de várzeas amazônicas (JUNK et al., 2014).

Os dois termos mais utilizados para designar as florestas alagadas ao longo dos rios amazônicos são várzea e igapó e, juntas, formam a maior área de florestas inundadas do planeta, com aproximadamente 300.000 km² (JUNK, 1993).

O igapó, segundo Prance (1979), se divide em igapó sazonal que é o termo mais empregado atualmente para florestas inundadas por rios de águas pretas e claras. Esse tipo de igapó se caracteriza por ocorrer em solos arenosos com baixa diversidade florística, e pode ocorrer entre praias de areia branca. O igapó

permanente ou “floresta pantanosa” se refere a uma área que nunca seca e é relativamente escassa na Amazônia. São áreas com baixa diversidade, mas com árvores emergentes. Já as várzeas são tipos florestais sazonalmente inundados por rios de águas brancas que nascem nas regiões andinas e pré-andinas com uma área total estimada de 200.000 km² (WITTMANN et al., 2010). São áreas que geralmente sofrem um pulso de inundação sazonal que modifica a paisagem e a estrutura da floresta. Além de serem ricas em biomassa vegetal com árvores de grande porte e período de inundação variável. A área e a duração de inundação dependem da topografia local, mas em geral diminuem com o distanciamento da margem do rio (PRANCE, 1979).

A várzea pode ser dividida em várzea alta e várzea baixa que se diferenciam tanto pela riqueza e composição de espécies quanto pelo regime de inundação (WITTMANN; ANHUF; JUNK, 2002). A várzea alta se situa nos gradientes topográficos mais elevados com níveis de inundação que não ultrapassam os 3 metros. Este tipo florestal apresenta baixos níveis de inundação e sedimentação em relação aos outros tipos de florestas de várzea e pode ser considerado uma fase de sucessão tardia nas florestas de várzea por apresentar maior riqueza, indivíduos de grande porte e espécies de crescimento lento com alta densidade da madeira. Já as florestas de várzea baixa encontram-se em fase inicial de sucessão e podem apresentar níveis de inundação de até 7,5 metros por 230 dias em média ao ano (ASSIS; WITTMANN, 2011).

1.2 Biomassa arbórea viva acima do solo e fatores que condicionam a biomassa em florestas alagadas

As florestas periodicamente alagadas da Amazônia ocupam uma área de aproximadamente 4% da área total da Amazônia (SAATCHI et al., 2007) e, em comparação com as florestas de terra-firme, apresentam menores estoques de biomassa. No entanto, podem ser considerados os ecossistemas mais dinâmicos da bacia Amazônica por apresentarem alta produtividade primária líquida (SCHONGART; WITTMANN; WORBES, 2010). Dependendo do estágio sucessional em que se encontram, as florestas alagadas podem apresentar produtividade

primária líquida acima do solo de 13,8 a 31,2 toneladas por hectare (SCHONGART; WITTMANN; WORBES, 2010).

Existe grande variação nas estimativas de biomassa para as florestas alagadas. As estimativas existentes apontam para uma variação da biomassa viva de $161,3 \pm 101,7$ Mg/ha (SAATCHI et al., 2007). Grande parte desta variação pode ser atribuída ao estágio sucessional da floresta e ao nível de alagamento, embora estas variáveis sejam raramente indicadas nas estimativas (SCHONGART; WITTMANN; WORBES, 2010). No entanto, ainda não é bem conhecida a variação espacial da biomassa em uma mesma cota de inundação e entre florestas associadas a diferentes rios amazônicos.

As diferenças na estrutura e biomassa das florestas inundadas pela cheia dos grandes rios amazônicos são condicionadas, em grande parte, pelo pulso de inundação do tipo monomodal, ou seja, tem duas fases uma com águas altas (período chuvoso) e outra com águas baixas (período seco). Em áreas onde a topografia apresenta uma planície com relevos baixos, numa faixa extensa de terra, essas áreas ficam por muito mais tempo inundadas. Pequenas variações na topografia dessas áreas inundadas podem ocasionar efeitos diretos na estrutura da floresta e consequentemente na biomassa da área (MARINHO; WITTMANN, 2012; WITTMANN et al., 2010).

A duração da inundação pode ser um fator limitante na distribuição e composição de espécies. Como respostas, as espécies que habitam esses ambientes alagados por longos períodos desenvolvem estruturas morfológicas, anatômicas, fisiológicas e fenológicas, que por sua vez influenciam na estrutura e biomassa dos grupos de espécies arbóreas que ocorrem nesses ambientes (MARINHO; WITTMANN, 2012). Os solos encharcados pelo pulso de inundação podem promover a queda e a quebra da copa das árvores nas várzeas diminuindo assim a competição por luz e a estrutura do dossel. Diferenças na composição florística, densidade da madeira e estrutura da vegetação entre florestas alagadas e florestas de terra-firme sugerem que as estimativas de biomassa arbórea acima do solo de florestas de terra firme não podem ser extrapoladas de modo confiável para as florestas alagadas (HAWES et al., 2012). Tais diferenças demonstram que estudos que diferenciam a estrutura das florestas de terra firme e de várzeas são de extrema importância para a escolha do melhor modelo alométrico e das variáveis

preditoras a serem empregadas nas estimativas de biomassa em florestas inundadas.

1.3 Cobertura vegetal ao longo da bacia do rio Branco

A bacia do rio Branco, com uma área de 192.000 km², se estende ao longo de todo o estado de Roraima e inclui as formações florestais e não-florestais, variando de savanas a floresta tropical densa até florestas sujeitas a inundação sazonal (FERREIRA et al., 2007, NAKA et al., 2007).

As florestas sujeitas a inundação são também conhecidas pelo sistema de classificação do IBGE (2012), como Floresta Ombrófila Densa Aluvial ou Florestas Ciliares. Ocorrem ao longo dos cursos d'água, ocupando terraços antigos das planícies quaternárias. As florestas alagadas são encontradas ao longo de todo o rio Branco, mas é no baixo rio Branco que elas estão mais amplamente distribuídas. Apresentam uma elevada precipitação e sazonalidade podendo ficar submersas anualmente por um período de 3 a 5 meses (SCHNEIDER; SILVA; ANDRAE, 1982).

A flora das florestas alagadas pelo rio Branco é composta por espécies que são características das várzeas do rio Solimões-Amazonas, mas também existem muitas espécies que são compartilhadas com as florestas de igapó do Rio Negro (ALARCÓN; PEIXOTO, 2007; FERREIRA et al., 2007; WITTMANN et al., 2010).

O rio Branco cruza o estado de Roraima de nordeste a sudeste e atravessa três tipos climáticos distintos que definem duas grandes formações vegetais: savana e floresta ombrófila. A localização e as características estruturais da floresta na área de transição savana-floresta ainda não foram apropriadamente caracterizadas e são de especial interesse para o entendimento dos fatores ambientais que determinam os limites das diferentes formações vegetais. Assim, determinar as variações na estrutura da floresta ao longo do rio Branco pode ajudar no entendimento dos padrões de distribuição de muitas espécies, uma vez que, a estrutura da floresta afeta a composição das espécies de diferentes grupos biológicos (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009). Estudos preliminares, por exemplo, sugerem diferenças na composição de aves associadas a isoclina de pluviosidade de 1.700 mm/ano (NAKA et al., 2007), o que torna esta área um importante ecótono. No entanto, ainda é desconhecida quão abrupta é a transição entre as matas ciliares no médio rio

Branco e as várzeas no baixo rio Branco. Embora bem preservada, a região encontra-se ameaçada por projetos de infra-estrutura do governo federal, que pretende instalar uma usina hidroelétrica, no médio rio Branco, próximo da cidade de Caracaraí (BRASIL, 2011). A localização desta usina, coincide com a localização da isoclina de pluviosidade de 1.700 mm/ano, comprometendo a área de ecótono e as interações ecológicas que separam as florestas de várzea e as matas ciliares.

A bacia do rio Branco tem grande importância para a conservação da biodiversidade, dos recursos hídricos e dos serviços ambientais, sendo responsável por cerca de um terço da vazão e da área de drenagem da bacia do rio Negro. A bacia do rio Branco abriga uma ampla diversidade de habitats aquáticos e a vegetação às suas margens é muito importante para a manutenção da qualidade da água e na minimização dos processos erosivos. No entanto, mudanças ambientais, sejam de origem natural ou antrópica, podem influenciar os regimes de inundação e consequentemente a estrutura da vegetação no entorno, o que pode resultar na perda de um conjunto de espécies terrestres e aquáticas ainda desconhecidas.

Perante a falta de informações ecológicas sobre a vegetação e com avanço da exploração dos recursos naturais da bacia do rio Branco, torna-se necessário uma maior atenção a essas áreas. Projetos integrados e voltados ao estudo da biodiversidade e caracterização desses ecossistemas são imprescindíveis para melhorar nossa compreensão sobre a estrutura e funcionamento das florestas alagadas. Diante disto, este estudo busca analisar o uso de preditores ambientais para descrever a variação na biomassa arbórea das florestas alagadas pelo rio Branco. Os preditores ambientais escolhidos foram (i) características do solo superficial (0-15 cm), (ii) duração da estação seca (número de meses com precipitação menor ou igual a 100 mm) e (iii) duração da inundação. A hipótese desse trabalho (H_1) é que existe uma relação inversa entre a duração da estação seca e acúmulo de biomassa e entre biomassa e a duração da inundação. Assim, espera-se maior biomassa nas florestas do baixo rio Branco do que no médio rio Branco devido a maior duração da estação seca no médio rio Branco. A limitação de água reduz a eficiência de conversão de energia solar em biomassa, resultando em menor produtividade florestal (NOGUEIRA et al., 2008). Espera-se menor biomassa nas áreas alagadas por mais tempo porque durante a fase aquática o incremento radial diminui, devido a dormência cambial (SCHONGART; WITTMANN; WORBES, 2010). Além disso, diferenças no acúmulo de biomassa podem ser explicadas por

diferenças na estrutura (p. ex, menor altura das árvores), e composição de espécies entre as florestas do médio e baixo rio Branco.

2 OBJETIVOS:

Para responder as perguntas desse trabalho foram elaborados os seguintes objetivos:

2.1 Objetivo Geral:

Quantificar a biomassa arbórea viva nas florestas alagadas ao longo do médio e baixo rio Branco - Roraima.

2.2 Objetivos Específicos;

- Caracterizar a estrutura das florestas alagadas ao longo do médio e baixo rio Branco;
- Determinar o efeito da duração da inundação e do comprimento da estação seca nas estimativas de biomassa arbórea viva;
- Determinar o efeito da textura e da fertilidade do solo nas estimativas de biomassa arbórea viva.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido nas florestas alagadas ao longo do médio e baixo rio Branco, maior rio de Roraima, que cruza o Estado de nordeste a sudeste (Figura 1).

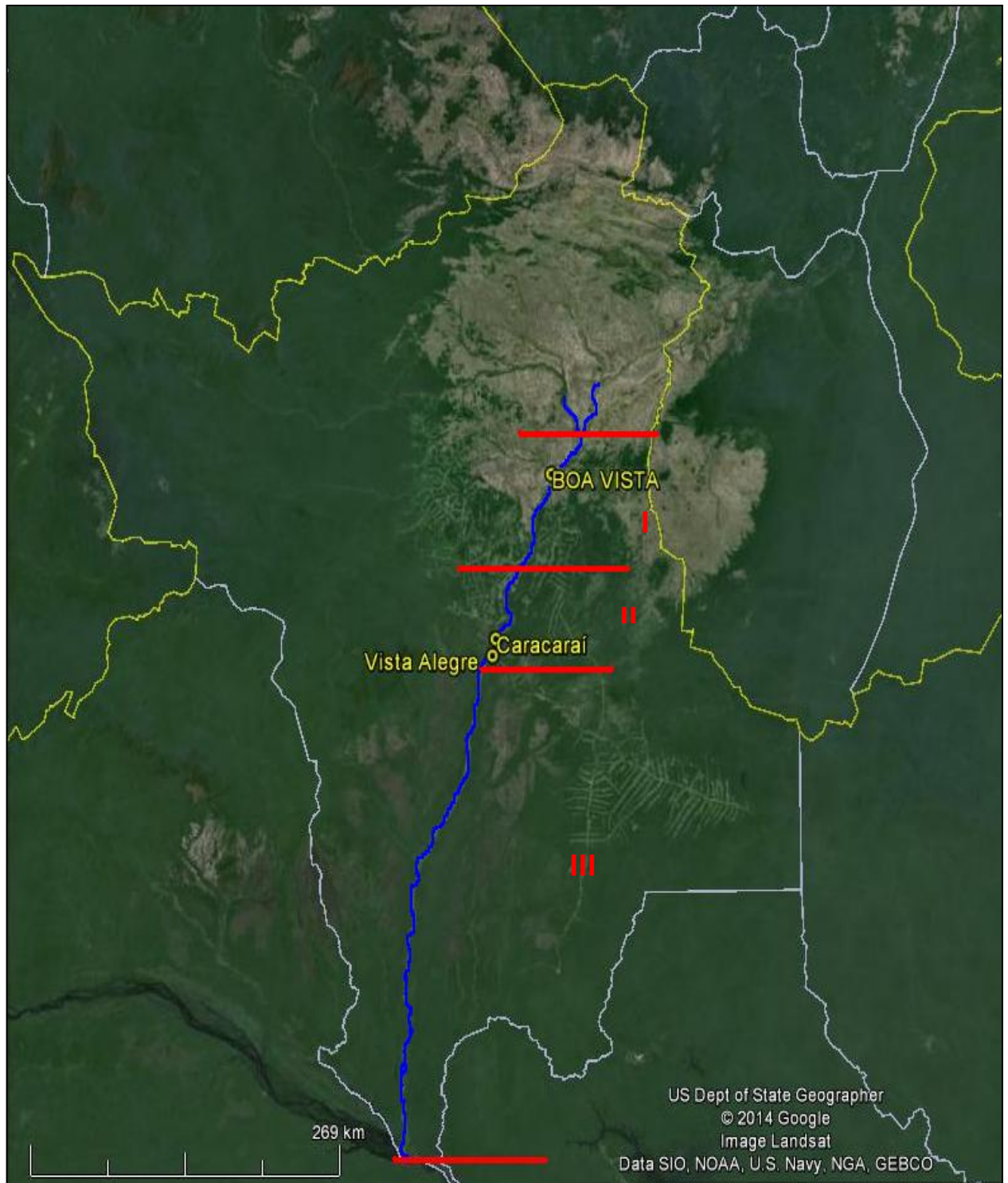
3.1 Área de estudo

O rio Branco possui ~ 550 km de extensão e é o principal afluente do rio Negro. A bacia do rio Branco se destaca como a principal bacia hidrográfica do Estado de Roraima e, segundo Ferreira et al. (2007) pode ser dividida em três setores, que correspondem a diferentes formações geológicas atravessadas pelo curso do rio Branco:

- (i) O alto rio Branco que parte das confluências dos rios Uraricoera e Tacutu até as corredeiras do Bem-Querer, em Caracaraí, localizada sobre a Formação Boa Vista;
- (ii) O médio rio Branco que vai das corredeiras do Bem-Querer até Vista Alegre situado sobre o Complexo Guianense;
- (iii) O baixo rio Branco, apresenta a maior faixa, que vai de Vista Alegre até o Rio Negro, localizado sobre a Formação Solimões.

Segundo a classificação de Köppen, a área de estudo (médio e baixo rio Branco) apresenta duas zonas climáticas; uma com clima tropical úmido com pequeno ou nenhum período seco (Af), no sudeste, e a outra com clima tropical úmido com uma estação seca curta (Am), na região central da bacia do rio Branco. As temperaturas médias anuais variam entre 26°C - 27°C e a precipitação anual varia de 1.700 - 2.000 mm/ano, na faixa de transição entre savana-floresta, e de 2.000 - 2.300 mm/ano nas florestas úmidas de baixo relevo do sul do estado (BARBOSA, 1997).

Figura 1 – Mapa de Roraima indicando as seções da Bacia do rio Branco: I - Alto rio Branco, II - Médio rio Branco e III - Baixo rio Branco.

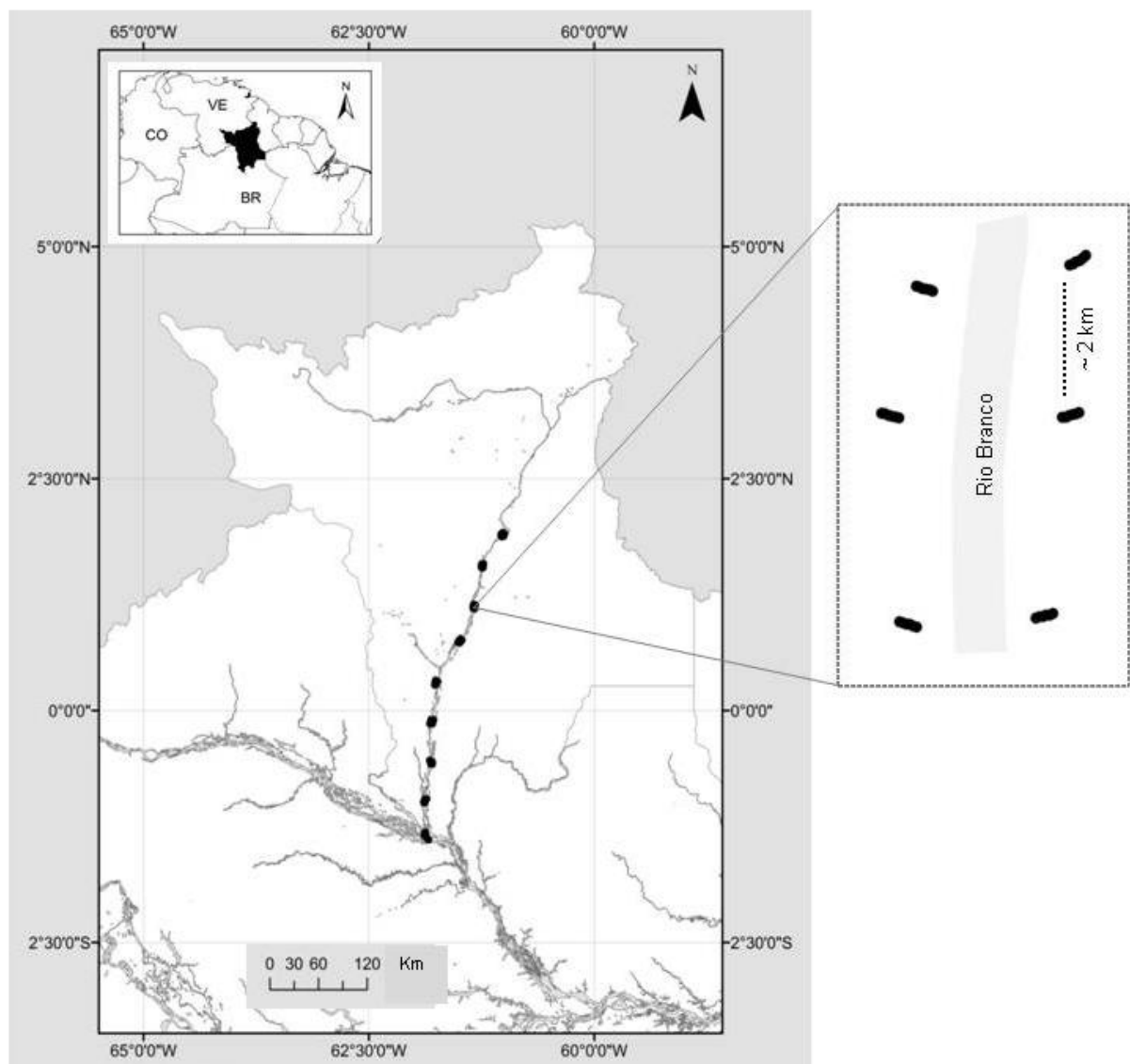


Fonte: Imagem modificada do Software Google Earth, versão (2012).

3.2 Delineamento amostral

Para a definição dos locais de amostragem, a extensão do médio e baixo rio Branco foi dividida em nove localidades, com distância mínima de 50 km entre localidades. Em cada uma das localidades foram instaladas seis parcelas de 0,1 ha, sendo três na margem direita e três na margem esquerda do rio (Figura 2). No total, foram amostradas 54 parcelas distribuídas em um trecho de cerca de 400 km ao longo do rio Branco.

Figura 2 – Disposição das parcelas utilizadas para amostragem de árvores e palmeiras nas localidades selecionadas para estudo ao longo do rio Branco, Roraima.



As parcelas utilizadas neste estudo possuíam 250 m de comprimento e 4 m de largura (1.000 m²), sendo de aproximadamente 2 km a distância mínima entre parcelas de uma mesma localidade. As parcelas foram alocadas perpendicularmente ao rio, a uma distância aproximada de 10 m da margem, utilizando-se os azimutes de 90° e 180°, respectivamente para as margens direita e esquerda do rio.

Em cada parcela, todas as árvores e palmeiras com DAP (diâmetro a altura do peito), igual ou superior a 10 cm, foram medidas (altura e diâmetro) e identificadas com a ajuda de um parataxômetro. As medidas de diâmetro foram feitas com o uso de fita diamétrica.

3.3 Determinação da altura das árvores

A altura das árvores foi estimada com auxílio de um clinômetro (Suunto, PM-5/1520). Para as medidas, o observador posicionou-se a uma distância que permitia visualizar a copa do indivíduo focal. Posteriormente, foi anotado o valor do ângulo entre o observador e a copa da árvore e a distância horizontal precisa entre o medidor e a árvore, medida com uma trena. A medida de altura de cada indivíduo foi dada pela seguinte equação:

$$H = H1 + H2$$

Onde:

H = altura da árvore (m)

H1 = tangente do ângulo * distância horizontal entre o medidor e o tronco da árvore (m)

H2 = altura do medidor

3.4 Gravidade específica da madeira

Para a determinação da gravidade específica da madeira foram coletadas amostras do caule, a 1,30 m do chão, com auxílio de um trado de incremento (Suunto) de 5,15 mm de diâmetro. Foram coletadas amostras de no mínimo três indivíduos por espécie em cada parcela. Depois de coletadas, as amostras foram

identificadas, acondicionadas em canudos plásticos lacrados e mantidas em gelo para posterior processamento (CHAVE, 2006).

O volume fresco das amostras foi determinado utilizando-se dois métodos: o método de deslocamento de água e o volume do cilindro. O volume do cilindro foi calculado como:

$$\frac{\pi * D^2}{4} * C$$

Onde:

D = diâmetro da amostra (mm)

C = comprimento da amostra (mm)

O diâmetro de todas as amostras foi considerado como 5,15 mm (diâmetro do trado de incremento) e o comprimento das amostras foi medido com um paquímetro digital.

O volume medido pelo método de deslocamento da água consiste em submergir a amostra de madeira em um recipiente contendo água destilada e disposto sobre uma balança de precisão. O medida do peso(em gramas) resultante corresponde ao volume da amostra submersa em cm³. O método de deslocamento de água permite medições simples e confiáveis de volumes da madeira (WILLIAMSON; WIEMANN, 2010).

A gravidade específica da madeira foi calculada como a razão entre o peso seco (g) e o volume fresco (cm³). O peso seco (g) foi determinado após secagem em estufa a 105 °C, até peso constante (24 a 48 horas). Os valores de densidade obtidos com o uso de diferentes métodos de determinação do volume fresco foram correlacionados para permitir comparação com outros estudos e fornecer um método alternativo. Foi verificada uma correlação positiva (r= 0,98) entre os dois métodos, o que demonstra que ambos podem ser utilizados para determinar o volume fresco da madeira (Apêndice A). O método do volume do cilindro tem a vantagem de não necessitar de balança, podendo ser aplicado em situações onde a energia elétrica não é disponível e produz estimativas mais acuradas segundo Schuller; Martínez-Ramos; Hietz (2013). No entanto, para cálculo da biomassa neste estudo foi utilizado o valor da gravidade específica da madeira determinado com o

uso do volume fresco obtido pelo método do deslocamento de água que é o método mais utilizado.

Quando não foi possível a coleta de amostras de madeira, utilizamos o valor de densidade da madeira obtido para indivíduos do mesmo gênero e na ausência deste, para indivíduos da mesma família (ZANNE et al., 2009). Na ausência de dados botânicos, foi utilizado o valor de densidade média da parcela.

3.5 Estimativa da biomassa arbórea viva acima do solo

O método utilizado para estimar a biomassa arbórea viva acima do solo no presente estudo foi o método indireto, que consiste no uso de modelos alométricos. Foi utilizada a média de três modelos diferentes para cálculo da biomassa arbórea viva acima do solo, uma vez que não existem modelos alométricos específicos para florestas alagadas. O uso da média de três modelos diferentes foi sugerido por Schongart; Wittmann e Worbes (2010) após a avaliação das estimativas fornecidas por sete diferentes modelos. Os modelos utilizados foram:

- 1 Biomassa (kg) = $0,06 * \rho * h * \pi * (d/2)^2$ (CANNELL, 1984)
- 2 Biomassa (kg) = $0,112 * (\rho * h * d^2)^{0.916}$ (CHAVE et al., 2005)
- 3 Biomassa (kg) = $0,0509 * \rho * h * d^2$ (CHAVE et al., 2005)

Onde h=altura (m), d=dap (cm), ρ =densidade da madeira (g/cm^3).

Os modelos 1 e 3 foram desenvolvidos para florestas onde a evapotranspiração excede a precipitação no período de um a quatro meses, possuem uma estação seca definida (um a quatro meses), algumas vezes são semi-decíduas e apresentam precipitação anual entre 1.500 e 3.500 mm (CHAVE et al., 2005).

O modelo 2 foi desenvolvido para florestas com estação seca muito pronunciada (> 5 meses) durante a qual as plantas sofrem sério estresse hídrico; a precipitação anual é < 1.500 mm (CHAVE et al., 2005).

Para o cálculo da biomassa de palmeiras foi utilizada a equação desenvolvido por Frangi e Lugo (1985), que leva em consideração apenas a altura (H), como variável preditora.

$$\text{Biomassa de palmeira (kg)} = 10 + 6,4 * H$$

Como as estimativas de biomassa apresentaram desvio da distribuição normal, com uma cauda mais pronunciada em direção aos maiores valores de biomassa, o intervalo de confiança foi calculado através de bootstrap baseado em 1000 réplicas. Os cálculos foram realizados utilizando-se o pacote boot disponível no pacote estatístico R 3.1.0 (R CORE TEAM, 2014).

3.6 Coleta de solo

Para a caracterização física e química do solo, foram coletadas amostras de solo em seis pontos em cada uma das 54 parcelas distribuídas ao longo do médio e baixo rio Branco. As coletas foram feitas em intervalos de 50 m (0, 50, 100, 150, 200 e 250) ao longo da linha central da parcela. Em cada ponto de amostragem, foi coletada uma amostra de solo superficial a uma profundidade de 15 cm, após a remoção do folhiço e de raízes grandes. As seis amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e etiquetadas para determinação da textura e análises químicas posteriores. A metodologia de coleta e análise de solo segue as recomendações utilizadas pela maioria dos sítios de amostragem do Programa de Pesquisa em Biodiversidade - PPBio (Disponível em: <<http://ppbio.inpa.gov.br/port>> acesso em: 25 de fev. 2013).

No Laboratório de Solos da EMBRAPA - Roraima (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), as amostras de solos foram moídas, peneiradas e homogeneizadas para formar uma amostra composta para cada parcela. Posteriormente as amostras foram enviadas para análise no Departamento de Ciência do Solo, na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo e analisadas de acordo com as metodologias de análise de solo sugeridas pela EMBRAPA (1997). Foram analisadas 14 variáveis no total (areia, silte, argila, pH (H₂O), pH (KCl), Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺, H⁺+Al³⁺, Al³⁺, P e CTC).

3.7 Duração e cota de inundação nas parcelas de estudo

A cota de inundação foi definida a partir da subtração da altura média da inundação de cada parcela da cota máxima registrada na última cheia do rio Branco

(Julho de 2013). A altura média da inundação em cada parcela foi obtida a partir da medida da altura da marca d'água presente nos indivíduos amostrados nas parcelas. A cota de inundação foi considerada como a cota mínima a partir da qual a parcela fica alagada. Esse valor foi usado como referência para o cálculo da duração do número de dias que cada parcela fica alagada em cada ano e a partir daí sua inundação média (em dias ano⁻¹). A duração da inundação foi obtida de uma série histórica (1973-2012) do nível diário do rio Branco medido em duas estações fluviométricas (Estação Caracaraí, código 14710000, Latitude 1°49'17 / Longitude -61°07'24; Estação Santa Maria do Boiaçu, código 14790000, Latitude -0°30'19 / Longitude -61°47'11) e disponibilizadas pela Agência Nacional de Águas (ANA) através do Sistema de Informações Hidrológicas (<http://hidroweb.ana.gov.br/>).

Para as parcelas de seis localidades (RB-04, RB-05, RB-06, RB-07, RB-08, RB-09) foi utilizada a cota máxima do rio Branco registrada na estação de Caracaraí. Nas localidades RB-10, RB-11, RB-12 foi utilizada a cota máxima do rio Branco registrada na estação de Santa Maria do Boiaçu.

3.8 Precipitação média anual e duração da estação seca

Para determinar a precipitação média anual e a duração da estação seca (número de meses com precipitação inferior a 100 mm) na área de estudo foram utilizados dados do satélite TRMM (Tropical Rainfall Measuring Mission) disponíveis no endereço <http://www.dsr.inpe.br/laf/series>. O produto TRMM utilizado neste estudo foi o 3B43 V6, que se trata de um produto mensal, de resolução espacial mínima de 0,25° x 0,25° (aproximadamente 30 x 30 km). O gráfico da série temporal de precipitação é formado por 1 pixel TRMM cuja posição é a mais próxima da coordenada geográfica do polígono selecionado. Para o estudo foram consultados dados de precipitação mensal de janeiro de 2000 a agosto de 2013 para as nove localidades de estudo (Apêndice B).

Os dados do TRMM (3B43V6) usados neste estudo foram adquiridos usando o GES DISC DAAC (Distributed Active Archive System) que é parte da NASA's Goddard Earth Sciences (GES), Data and Information Services Center (DISC). Informações adicionais podem ser obtidas no sítio do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

As estimativas de precipitação obtidas do satélite TRMM têm mostrado boa acurácia com o regime pluviométrico registrado em superfície sendo consideradas uma alternativa para obtenção de dados de superfície (LEIVAS et al., 2009).

3.9 Análise de dados

Análises de regressão linear simples foram utilizadas para relacionar as variáveis preditoras (textura do solo, duração da inundação e comprimento da estação seca) com a biomassa arbórea viva acima do solo nas florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.

Diferenças nas estimativas de biomassa arbórea entre as margens do rio Branco foram testadas com uso do teste t.

Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico R versão 3.1.0 (R Core Team, 2014)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registradas 2.253 árvores e 179 palmeiras com DAP maior ou igual a 10 cm nas 54 parcelas amostradas de 0,1 hectare distribuídas em uma extensão de ~400 km. As estimativas de estrutura (densidade e área basal) e biomassa arbórea de cada parcela foram extrapoladas para hectare para permitir comparação com outros estudos (Apêndice C).

4.1 Estrutura das florestas alagadas do rio Branco

Em média, cada parcela apresentou 45,06 indivíduos, variando de 23 a 91 indivíduos. Aproximadamente 60% dos indivíduos amostrados possuíam DAP entre 10 e 20 cm (Tab. 2). As palmeiras estiveram presentes em 37 das 54 parcelas inventariadas, com densidade variando de 1 a 18 indivíduos/0,1 ha.

Tabela 1 – Número médio ($\pm$ desvio padrão) de árvores e palmeiras por hectare e por classe de diâmetro em 54 parcelas distribuídas ao longo de ~400 km nas florestas alagadas do rio Branco, Roraima.

Classe de diâmetro (cm)	No. Médio de árvores/ha	No. Médio de palmeiras/ha
≥ 10 e < 20	265,5 (92,5)	27,8 (38,9)
≥ 20 e < 30	84,3(37,4)	5,7 (12,8)
≥ 30 e < 40	34,4 (20,7)	0
≥ 40 e < 50	15,7 (13,9)	0
≥ 50 e < 60	7,9 (9,8)	0
≥ 60	10,2 (12,5)	0
TOTAL	417,2 (111,1)	33,1 (44,9)

Embora neste estudo, as parcelas utilizadas tenham área de 0,1 ha, as estimativas de densidade de árvores com DAP ≥ 10 cm para 1 hectare estão dentro da faixa de variação encontrada nas florestas alagadas da Amazônia Central ($513,3 \pm 33,6$ indivíduos/ha, HAUGAASEN; PERES, 2006), sendo inferiores às registradas nas áreas alagadas no estuário amazônico ($727,8 \pm 59,7$ indivíduos/ha, ALMEIDA; AMARAL; SILVA, 2004).

A maior abundância de indivíduos com DAP entre 10 e 30 cm observada neste estudo é comum nas florestas amazônicas. Haugaasen e Peres (2006) relatam que árvores entre 10 e 30 cm de DAP contribuíram com até 81,3% de todos os indivíduos arbóreos de florestas de várzeas, e 84,3%, 83,6% em florestas de igapó e terra firme, respectivamente.

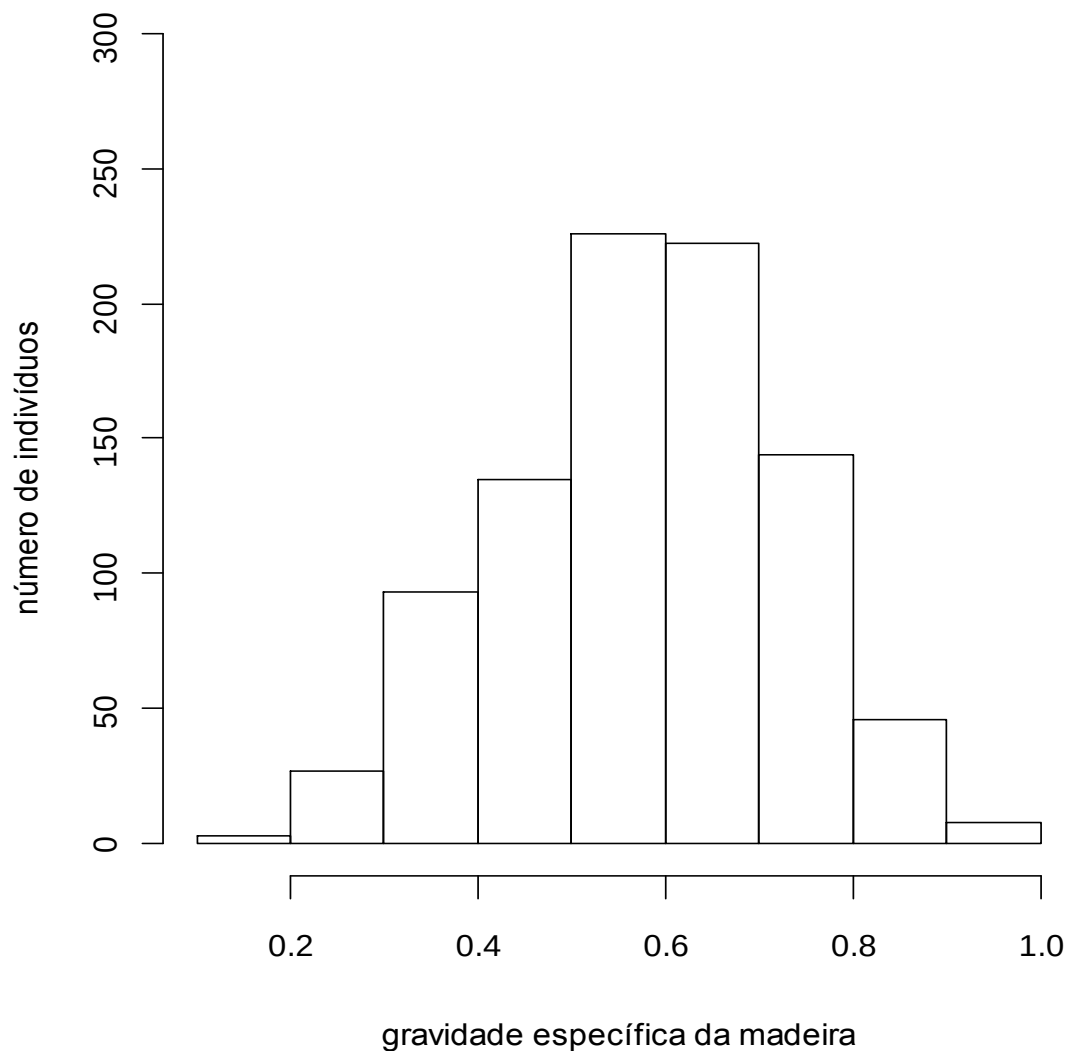
A área basal média nas florestas alagadas do rio Branco foi de $21,0 \text{ m}^2/\text{ha}$ (desvio padrão: $7,7 \text{ m}^2/\text{ha}$), valor similar ao reportado para áreas de igapó baixo e inferior ao observado em florestas de várzea (SCHONGART; WITTMANN; WORBES, 2010). No entanto, a área basal apresentou uma elevada variação entre as parcelas ($5,9$ a $44,2 \text{ m}^2/\text{ha}$) o que pode indicar elevada heterogeneidade ambiental nas florestas alagadas ou viés introduzido pelo tamanho da parcela adotado no estudo. A variabilidade dos descritores da estrutura da floresta tende a diminuir com o aumento da parcela (WAGNER et al., 2010). Parcelas pequenas, como as utilizadas neste estudo (0,1 ha) são consideradas eficientes para estimar a diversidade arbórea (PHILLIPS et al. 2003; BARALOTO et al., 2013), mas não são ideais para estimar biomassa. Em geral, parcelas pequenas estão sujeitas a erros por superestimar a contribuição das árvores grandes, que ocorrem de forma esparsa na paisagem (BARALOTO et al., 2013). Neste estudo, a escolha de parcelas pequenas foi orientada pelo compromisso de amostrar uma extensa área geográfica em um reduzido intervalo de tempo.

4.1.1 Gravidade específica da madeira nas florestas alagadas pelo rio Branco

A gravidade específica da madeira foi determinada para 905 indivíduos e variou de 0,121 a 0,958. A gravidade média foi de $0,579 \pm 0,150$ e a maioria dos indivíduos apresentou valores de gravidade entre 0,5 a 0,7 (Figura 3).

Os valores da gravidade específica da madeira encontrados na área de estudo encontram-se em uma faixa intermediária, quando comparados com valores de 0,14 a 1,29 citados por Fearnside (1997) para árvores de florestas tropicais. O valor mais baixo de gravidade já registrados para árvores de várzeas amazônicas foi de 0,144 g/cm³, para *Pseudobombax munguba* (MARTIUS, 1992), enquanto o maior já registrado foi 1,11 g/cm³, para espécies da família Myrtaceae em florestas de várzeas em final de sucessão (SCHONGART, 2003). Nogueira et al. (2007) citam uma média ponderada de 0,635 g/cm³ para floresta densa aluvial do estado de Roraima.

Figura 3 – Histograma da gravidade específica da madeira nas florestas alagadas do médio e baixo rio Branco, Roraima.



As variações na gravidade específica da madeira podem ser explicadas por fatores ambientais, como fertilidade do solo, quantidade de luz e pela mudança na composição florística entre áreas e ao longo do tempo. Durante a sucessão, por exemplo, espécies pioneiras de baixa gravidade específica da madeira são substituídas por espécies tardias de gravidade mais elevadas (MULLER-LANDAU, 2004; NOGUEIRA et al., 2007; WORBES et al., 1992).

É sabido que a gravidade específica da madeira é uma variável importante para estimativas de biomassa viva acima do solo, explicando grande parte da variação da biomassa (BAKER et al., 2004; CHAVE et al., 2004; 2005). No entanto, é observado diferenças entre os estudos quanto aos métodos utilizados para determinação da densidade da madeira (WILLIANSO; WIEMANN, 2010) e o uso de um mesmo valor espécie-específico de densidade da madeira para regiões geográficas diferentes (MALHI et al., 2006). Estudos têm mostrado a existência de variação intra-específica na densidade da madeira (p. ex. NOGUEIRA et al., 2007; PAROLIN, 2002; PATIÑO et al., 2009), sugerindo o uso de estimativas baseadas em observações locais (SCHULLER; MARTÍNEZ- RAMOS; HIETZ, 2013).

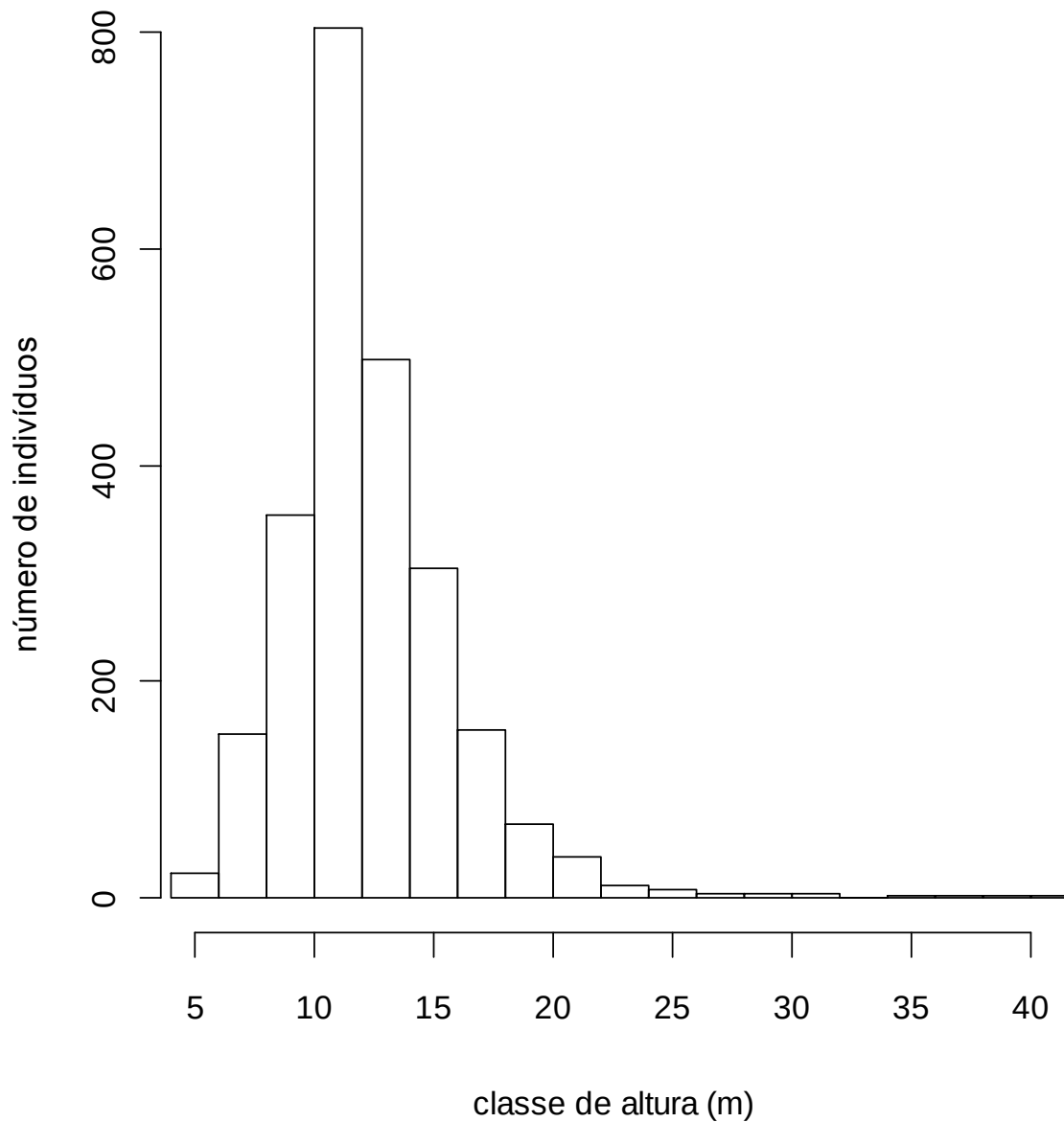
4.1.2 Altura das árvores

No total foi medida a altura de 2.432 árvores e palmeiras com DAP ≥ 10 cm (Figura 4). A altura variou de 4,54 a 40,14 m (média: $12,32 \pm 3,51$).

A variação de altura das árvores registradas neste estudo está dentro da faixa de variação encontrada nos estágios de sucessão secundária tardia em florestas alagadas na Amazônia, que se caracterizam por um dossel estabelecido entorno de 20-25 m, enquanto os estratos mais baixos se situam entre 10-15 m (WITTMANN; ANHUF; JUNK, 2002). Comparando os tipos fisionômicos de florestas de várzeas (alta e baixa), os estratos da várzea baixa se situam entre 30-35 m (superior), 15-20 m (intermediários) e 5-10 m (inferior), os estratos da várzea alta são semelhantes, porém as árvores emergentes dos estratos superiores podem atingir até 45 metros de altura (WITTMANN; JUNK; PIEDADE, 2004).

A altura das florestas de várzeas em estágios iniciais se difere das florestas de terra firme entre 30-40 m, enquanto em final de sucessão variam entre 10 e 15 metros de altura (SCHONGART, 2003).

Figura 4 – Distribuição das classes de altura das árvores das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.



A baixa estatura das árvores observada neste estudo pode indicar que a luz não é um fator limitante ao crescimento em altura nas florestas alagadas e que características restritivas do solo, como o alagamento (ver QUESADA et al., 2009) podem estar afetando o crescimento em altura e a dinâmica da floresta (FELDPAUSCH et al., 2011).

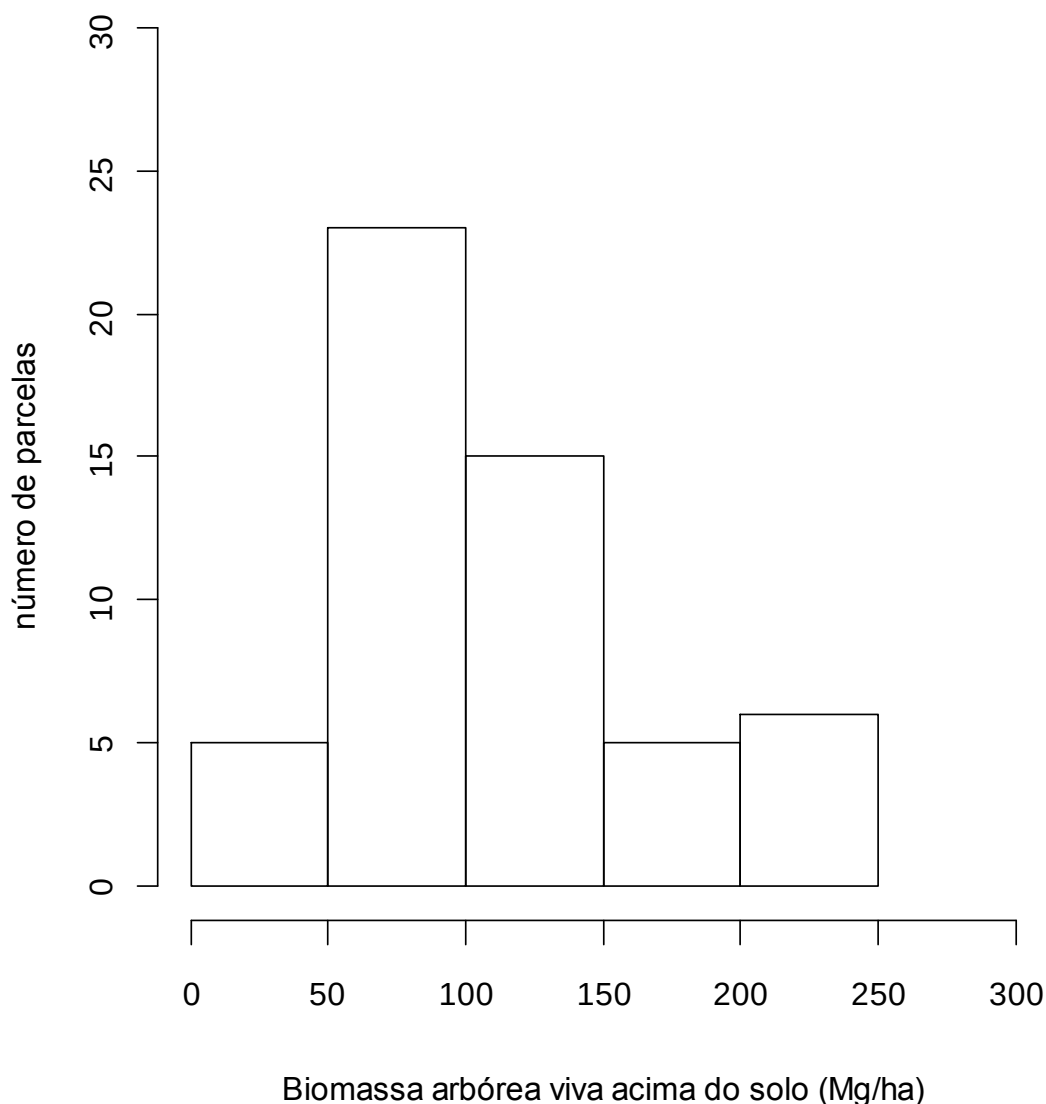
4.1.3 Estimativa da Biomassa arbórea viva acima do solo

A biomassa arbórea média por parcela (sem as palmeiras) foi 110,95 Mg/ha (bootstrapped IC 95% 97,8 – 128,7 Mg/ha), variando de 20,34 a 245,15 Mg/ha. A biomassa média de palmeiras por parcela foi $3,15 \pm 4,57$ Mg/ha variando de 0 a 18,18 Mg/ha. A biomassa total (árvores + palmeiras) por parcela foi de 114,09 (bootstrapped IC 95% 99,6 – 130,0 Mg/ha) variando de 21,5 a 245,15 Mg/ha (Figura 5).

Não foi observada diferença no estoque de biomassa entre as duas margens do rio Branco ($t = -1,50$, $gl = 51$, $p = 0,14$), embora a margem esquerda tenha apresentado biomassa média de 125,18 Mg/ha e a margem direita, 103,00 Mg/ha. A margem direita apresentou maior amplitude de variação nas estimativas de biomassa do que a margem esquerda. Segundo Sander; Carvalho e Gasparetto (2013), em um estudo no alto rio Branco, a margem direita do rio Branco sofre maior erosão dos depósitos aluviais. Processos de erosão podem impactar vários hectares de florestas em apenas um período de inundação, possibilitando a sucessão por árvores pioneiras de baixa densidade e incremento diamétricos, resultando em maior variação da biomassa arbórea (WITTMANN et al., 2010).

As estimativas de biomassa arbórea viva para as florestas alagadas pelo rio Branco foram aproximadamente três vezes inferiores às apresentadas por outros autores trabalhando em ecossistemas semelhantes (Tabela 2). Hawes et al. (2012) investigando a variação espacial da biomassa nas florestas sazonalmente alagadas (várzea) e de terra firme na Amazônia Ocidental utilizaram uma rede de 200 parcelas de 0,1 hectare e encontraram resultados bem mais elevados do que os apresentados aqui (várzea: $281 \pm 12,0$ Mg/ha e terra firme: $358 \pm 14,4$ Mg/ha). Saatchi et al. (2007) em um estudo da distribuição da biomassa em diferentes regiões da bacia amazônica, utilizando métricas de sensoriamento remoto que englobou variáveis estruturais e ambientais em mais de 500 medições de parcelas florestais, distribuídas ao longo de toda a bacia amazônica, encontraram uma média de 248,3 Mg/ha para as florestas alagadas da bacia amazônica, valor superior ao encontrado neste estudo (114,09 Mg/ha). Porém, os autores agregaram valores de biomassa viva abaixo do solo e biomassa aérea morta, nos cálculos da biomassa total, podendo assim ter elevado as estimativas.

Figura 5 – Histograma das estimativas de biomassa arbórea viva acima do solo em ~400 km de florestas alagadas do médio e baixo rio Branco, Roraima.



A explicação para os baixos valores de biomassa nesse estudo pode estar associada à utilização de parcelas pequenas (parcelas de 0,1 ha) e à elevada dinâmica apresentada pelas florestas alagadas. O uso de parcelas muito pequenas pode superestimar as estimativas de biomassa devido a ocorrência de árvores emergentes (CLARK et al., 2001). Árvores emergentes são raras na paisagem e influenciam fortemente os valores de área basal e consequentemente na média de biomassa das parcelas (HAWES et al., 2012). Neste estudo, pelo contrário, mesmo usando parcelas pequenas, as estimativas obtidas foram inferiores a maioria dos

estudos publicados. A frequente ocorrência de clareiras e áreas permanentemente alagadas no interior das parcelas podem explicar a presença de árvores pioneiras de rápido crescimento e baixa gravidade da madeira, contribuindo assim com baixos valores de biomassa (FERRY et al., 2010; MALHI et al., 2006; NOGUEIRA et al., 2007).

O modelo alométrico e as variáveis preditoras utilizados também afetam as estimativas. Sabe-se que o uso da gravidade específica da madeira e da altura das árvores pode explicar 45% da variação encontrada nas estimativas. A altura das árvores é um parâmetro importante nas estimativas de biomassa em florestas tropicais. A inclusão da altura nos cálculos de biomassa viva acima do solo explica grande parte da variação nas estimativas. Modelos alométricos que não incluem a altura das árvores resultam em estimativas de biomassa mais elevadas (FELDPAUSCH et al., 2011).

No entanto, empregando um modelo alométrico diferente para palmeiras, Castilho et al. (2006) encontraram resultados de biomassa de palmeiras de floresta de terra firme na Amazônia Central semelhantes aos resultados encontrados aqui ($1,9 \pm 3,2$ Mg/ha; este estudo $3,15 \pm 4,57$ Mg/ha por parcela). Sabe-se que a família Arecaceae é uma das famílias mais abundantes nas florestas da Amazônia, porém, sua biomassa é pouco quantificada, e a maioria dos estudos que inclui palmeiras nas suas estimativas, utilizam modelos para árvores (MALHI et al., 2004), o que leva a uma incerteza na biomassa e produtividade em áreas onde palmeiras são predominantes (GOODMAN et al., 2013).

Neste estudo, os indivíduos com DAP entre 10 e 20 cm ocorreram em maior número nas parcelas, no entanto, esta classe de diâmetro contribuiu com apenas cerca de 19,95% da biomassa (Tabela 3). As árvores maiores que 60 cm de DAP, embora tenham ocorrido em menor número (em média 1 indivíduo por parcela), apresentaram as maiores estimativas de biomassa por parcela (33,57 Mg/ha), representando cerca de 20,83% da biomassa por parcela. Resultados similares foram encontrados por Castilho et al. (2006), numa floresta de terra firme na Amazônia Central, que relatam que árvores emergentes (DAP = 70 cm) apresentam as maiores estimativas de biomassa em florestas tropicais. Essa classe de DAP pode contribuir com até 27,5% da biomassa em florestas de terra firme e 21,1% em florestas de várzeas da Amazônia Central (HAUGAASEN; PERES, 2006)

Tabela 2 – Variação das estimativas de biomassa viva acima do solo nas florestas da bacia amazônica.

Local	Tipo de Floresta	Biomassa (Mg/ha)	Amplitude da biomassa (Mg/ha)	Nº de Parcelas	Área da parcela (ha)	Referência
Toda bacia Amazônica	Floresta sazonalmente alagada	179,41 (46,8)	131,66 – 234,14	04	1	Baker et al., (2004)
Amazônia Central	Floresta alagada (várzea)	417,1 (39,9)	*	03	1	Haugaasen & Peres (2006)
Amazônia Central	Floresta alagada (igapó)	387,8 (38,8)	*	03	1	Haugaasen & Peres (2006)
Toda bacia Amazônica	Terra firme e Florestas alagadas	*	200-391	227	250 m x 40 m	Malhi et al., (2006)
Toda bacia Amazônica	Florestas alagadas	248,3	25-300	40	variados	Saatchi et al., (2007)
Toda bacia Amazônica	Terra firme	272,5	75-400	216	variados	Saatchi et al., (2007)
Amazônia Ocidental	Floresta sazonalmente alagada (Igapó)	*	68-360	3	25 m x 25 m	Schongart; Wittmann e Worbes, (2010)
Amazônia Central	Floresta	239	233-251	4	250 m x	Schongart; Wittmann e

	sazonalmente alagada (Várzea)				40 m	Worbes, (2010)
Amazônia Ocidental	Terra firme	358	100-600	100	100 m x 10 m	Hawes et al., (2012)
Amazônia Ocidental	Floresta	281	80-550	100	0,1	Hawes et al., (2012)
	sazonalmente alagada (Várzea)					
Amazônia Ocidental	Formações florestais e não-florestais	292	7-480	603	*	Barbosa; Keizer e Pinto, (2010)
Amazônia Setentrional	Terra firme	170	30-300	50	100 m x 25 m	Martins et al., (2012)
Amazônia Setentrional	Terra firme	188	20-300	39	*	Santos et al., (2013)
Amazônia Setentrional	Floresta	114,09	21,5-245,15	54	0,1	Este estudo
	sazonalmente alagada					

* Informações não apresentadas pelos autores.

Tabela 3 - Biomassa média por classe de diâmetro nas florestas alagadas do rio Branco, Roraima.

Classe de diâmetro (cm)	Biomassa média por classe de DAP (Mg/ha)	% Biomassa
≥10 e <20	17,60	19,95
≥20 e <30	18,34	20,07
≥30 e <40	16,98	17,09
≥40 e <50	13,83	12,36
≥50 e <60	11,45	9,70
≥60	33,57	20,83

4.2 Características físicas e químicas dos solos nas florestas alagadas pelo rio Branco

As características de textura e fertilidade do solo apresentaram grande variação (Tabela 4, Anexos A e B). As parcelas apresentaram um gradiente de textura variando de 5 a 54% no teor de argila. Das 54 parcelas, 43 variaram de média argilosa a argilosa (argila: 250 – 599 g/kg), 10 como média arenosa (argila: 150 a 249 g/kg), e apenas uma como arenosa (argila: 149 g/kg).

A porcentagem de argila no solo foi correlacionada com a soma de bases ($r=0,66$) e com a capacidade de troca catiônica ($r=0,75$), indicando que a textura do solo nas florestas alagadas pode ser utilizada como um preditor da fertilidade do solo. O aumento na porcentagem de argila foi acompanhado pelo aumento na soma de bases e na capacidade de troca catiônica do solo.

Dentre as características do solo, a textura é a variável que mais influencia a biomassa, agindo direta e indiretamente na drenagem de íons e matéria orgânica dos solos (FEARNSIDE; LEAL FILHO, 2001; SILVER et al., 2000). A deposição anual de sedimentos ricos em nutrientes, explica a grande concentração de silte e argilas nesses ecossistemas, em um gradiente de fertilidade em grande escala, que é importante para o desenvolvimento e distribuição das plantas (HAUGAASEN; PERES, 2006; NEATROUR; JONES; GOLLADAY, 2007; WITTMANN et al., 2010).

Tabela 4 – Características físicas e químicas do solo em 54 parcelas instaladas ao longo do médio e baixo rio Branco (Roraima, Brasil).

Variáveis edáficas	Amplitude	Média± desvio-padrão
Areia (%)	2-93,5	29,2± 20,36
Silte (%)	1,5-54	36,44 ± 11,13
Argila (%)	5-54	34,34 ± 10,71
Ca ²⁺ (mmolc kg ⁻¹)	<2 -16	5,0 ± 4,04
Na ⁺ (mmolc kg ⁻¹)	0,5 - 1,1	0,82 ± 0,13
K ⁺ (mmolc kg ⁻¹)	0,7 - 3,0	2,03 ± 0,49
P (mmolc kg ⁻¹)	2 – 172	14,15 ± 22,96
Mg ²⁺ (mmolc kg ⁻¹)	1 – 7	3,90 ± 1,60
Al ³⁺ (mmolc kg ⁻¹)	12 – 44	26,22 ± 7,86
H ⁺ + Al ³⁺ (mmolc kg ⁻¹)	16 – 110	64 ± 18,22
SB (mmolc kg ⁻¹)	4,1 -25,5	12,07 ± 5,20
CTC (mmolc kg ⁻¹)	19,2 – 127	76,84 ± 20,74
pH H ₂ O	3,7 - 4,8	4,19 ± 0,22
pH KCl	3,4 – 4	3,58 ± 0,09

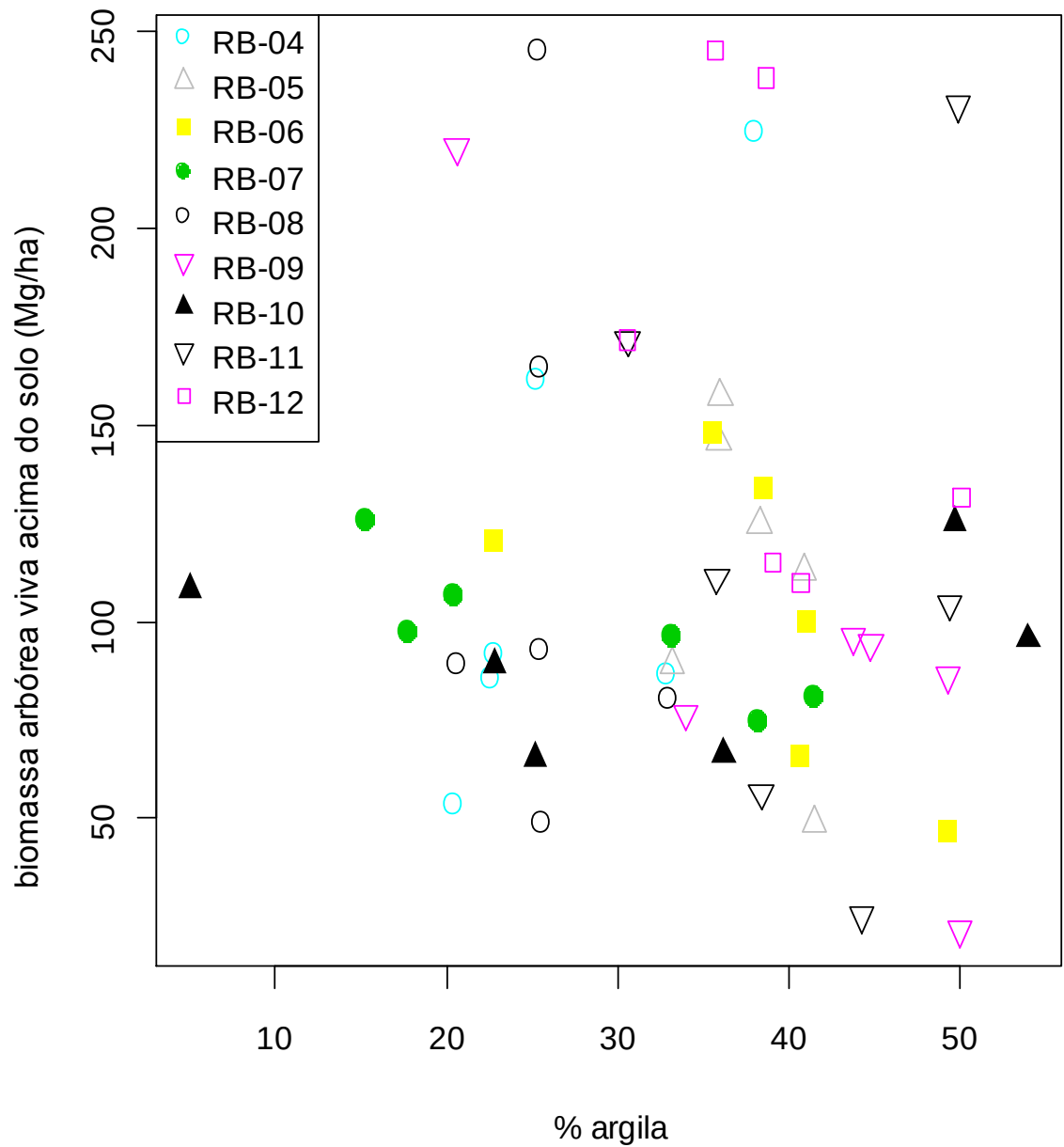
4.3 Efeito da textura e fertilidade do solo na variação da biomassa arbórea viva.

A variação na biomassa viva acima do solo não foi explicada pelas características do solo (Figura 6). Nem a textura ($R^2 = 0,86$; $p = 0,50$) nem a soma de bases ($R^2 = 0,18$; $p = 0,32$) explicaram a grande variação observada nas estimativas de biomassa arbórea viva nas florestas alagadas.

Estudos em florestas de terra-firme na Amazônia Central encontraram um efeito da textura e da fertilidade do solo nos estoques de biomassa arbórea viva (CASTILHO et al., 2006; LAURANCE et al., 1999). No, entanto, Baraloto et al. (2011) investigaram a relação entre biomassa viva acima do solo com características físicas e químicas do solo e variáveis climáticas nas florestas de terra firme, várzea e igapó na Amazônia, e observaram que gradientes de fertilidade e textura do solo e variáveis climáticas apresentam uma relação muito fraca com a biomassa. Assim como neste estudo, a biomassa observada por Baraloto et al. (2011) apresenta uma

relação mais forte com parâmetros estruturais das florestas, tais como DAP, área basal e densidade da madeira.

Figura 6 – Relação entre a biomassa arbórea viva acima do solo e a porcentagem de argila no solo nas florestas alagadas do médio e baixo rio Branco (Roraima, Brasil).



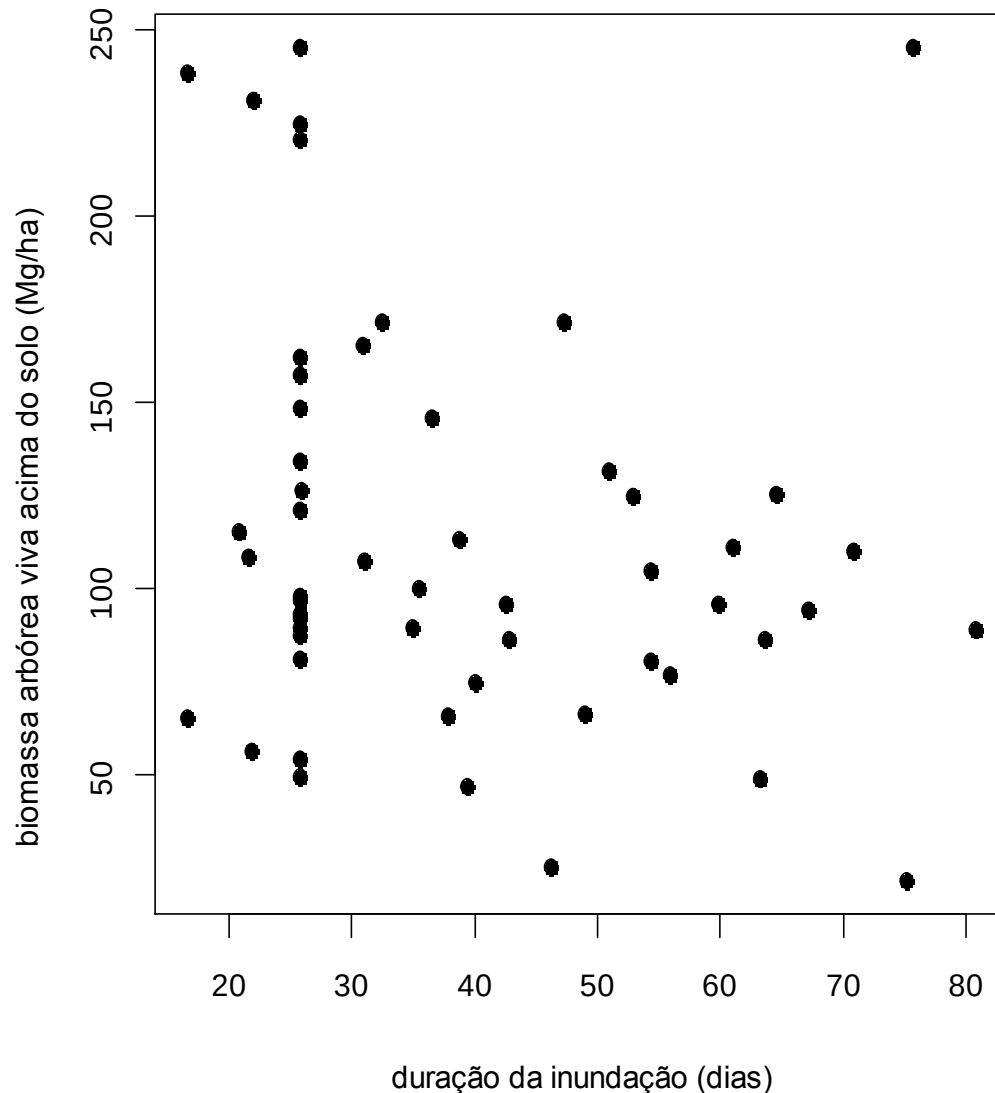
4.4 Efeito da duração da inundação na variação da biomassa arbórea viva.

A duração da inundação em cada parcela variou de 16,5 e 80,7 dias ano⁻¹. Das 54 parcelas amostradas, 52 permaneceram alagadas por mais de 20 dias por ano e apenas duas permaneceram alagadas menos do que 20 dias por ano. As parcelas que ficaram alagadas por menos de 20 dias por ano foram as que se localizavam entre Santa Maria do Boiaçu e rio Negro (média de 16,5 dias por ano alagadas).

As estimativas de biomassa não foram relacionadas com a duração da inundação ($R^2 = 0,45$, $p = 0,12$). No entanto, quando a parcela que apresentou a maior estimativa de biomassa (RB-12-20) foi excluída da análise, observou-se uma tendência de diminuição da biomassa com o aumento da duração da inundação. Esse resultado é semelhante ao encontrado por Schongart; Wittmann e Worbes (2010) e Wittmann et al. (2008) que observaram que parcelas sujeitas a um maior tempo de inundação apresentam menores valores de biomassa. E em contraste ao observado por Hawes et al. (2012) que verificaram que o período de inundação contribui com o acúmulo de biomassa nas florestas sazonalmente inundadas da Amazônia Ocidental.

As plantas de florestas sazonalmente alagadas respondem negativamente ao pulso de inundação, com queda de folhas e baixas taxas de incremento diamétrico durante a fase aquática, como observado por Schongart et al. (2002) e Parolin et al. (2010). A dormência fisiológica imposta pelo período de inundação resulta em uma relação inversa entre a biomassa e o tempo de inundação. Neste estudo, mostramos que, mesmo com os efeitos negativos da inundação, existem espécies de grande porte que conseguem tolerar longos períodos de alagamento, o que sugere que a resposta a inundação é dependente da composição florística da parcela e da frequência com que a mesma está sujeita a longos períodos de inundação.

Figura 7– Relação entre biomassa arbórea viva acima do solo e tempo de inundação nas parcelas ao longo das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.

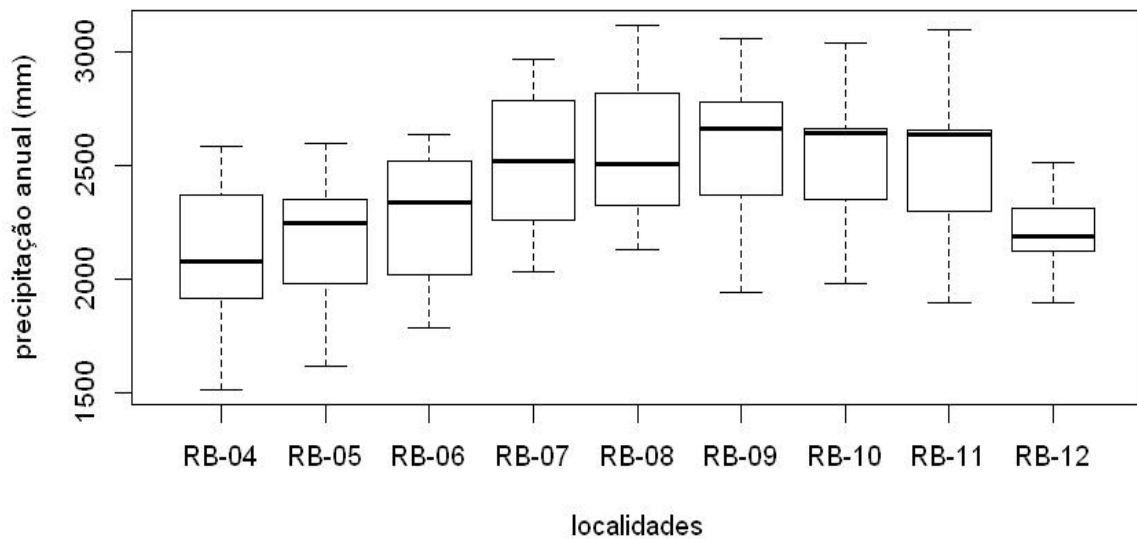


4.5 Efeito da precipitação média anual e da duração da estação seca na variação da biomassa arbórea viva.

A precipitação média anual de 2000-2012 na área de estudo variou de 2082 a 2590 mm, com uma média anual de 2379 ± 194 mm (Figura 8). Foram observadas diferenças significativas da precipitação média anual entre as localidades de estudo ($F= 5,453$, $df=8$, $P< 0,0001$). Em geral, as localidades na área de transição entre o alto e médio rio Branco apresentaram valores significativamente menores de precipitação que as localidades situadas no baixo rio Branco, com exceção da

localidade situada na confluência com o rio Negro, onde se observa um decréscimo da precipitação. O comprimento da estação seca (precipitação <100 mm) durou, em média, 3,03 meses por ano. A duração da estação seca foi inversamente correlacionada com a precipitação média anual ($r = -0,88$).

Figura 8 – Variação da precipitação total anual (mm), no período de 2000 a 2012, em nove localidades de estudo distribuídas sistematicamente em ~400 km ao longo do rio Branco, Roraima - Brasil. A localidade RB-04 localiza-se próximo às corredeiras do Bem-Querer e à RB-12, na confluência com rio Negro.



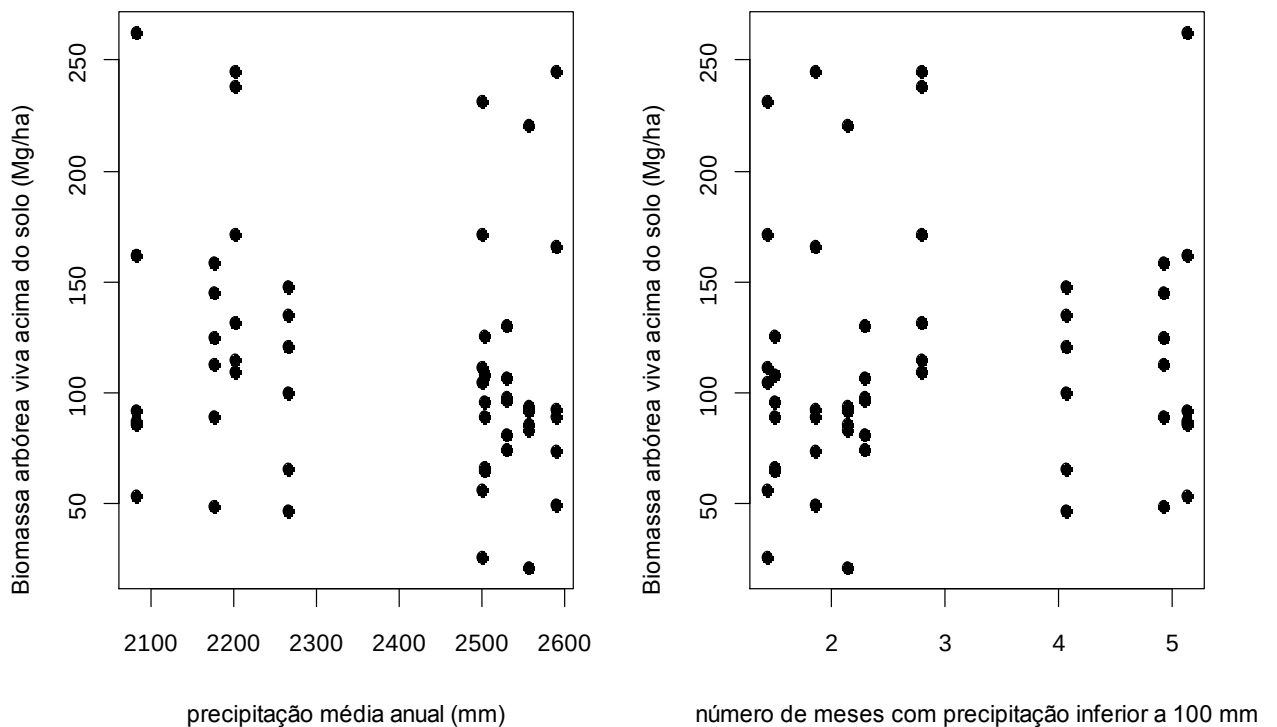
Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE (<http://www.dsr.inpe.br/laf/series>).

Variáveis climáticas como precipitação média anual ($R^2 = 0,30$; $p = 0,21$) e duração da estação seca ($R^2 = 0,19$; $p = 0,75$) não foram relacionadas com a variação nas estimativas de biomassa arbórea viva (Figura 9).

Variáveis ambientais e climáticas são reconhecidas como fatores que afetam a formação, diversidade, densidade e estrutura das florestas Amazônicas (BARALOTO et al., 2011; MALHI et al., 2006; SAATCHI et al., 2007). No estudo de Saatchi et al. (2007) a precipitação e o comprimento da estação seca foi relacionado com diferentes classes de biomassa (0-100, 100-200, 200-300 e > 300 Mg/ha) em toda bacia amazônica, e verificou-se que há uma correlação entre o comprimento da estação seca e as diferentes classes de biomassa. A classe de biomassa de 0-

100 Mg/ha, foi encontrada em regiões onde a estação seca atingia até seis meses de duração (SAATCHI et al., 2007), enquanto a classe de 100-200 Mg/ha, em regiões onde a estação seca não excede os quatro meses de duração. Porém, as variações das classes de biomassa não responderam às altas precipitações mensais, o que demonstra que valores elevados de precipitação podem influenciar no comprimento da estação seca, mas não influenciam na variação da biomassa em escala regional.

Figura 9– Relação entre biomassa arbórea viva acima do solo e variáveis climáticas nas parcelas ao longo das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco.



Assim como nesse estudo, Baraloto et al. (2011) investigaram a relação da biomassa com a precipitação média anual e o comprimento da estação seca em duas regiões da bacia Amazônica e não observaram uma relação forte entre variação da biomassa e variáveis climáticas. Já Saatchi et al. (2007), relacionando a biomassa com a precipitação média anual e comprimento da estação seca em toda a bacia Amazônica, encontraram uma relação que explicava a variação da biomassa pelo comprimento da estação seca, o que demonstra que variáveis climáticas, em escala regional, podem influenciar na variação da biomassa. É sabido que o

comprimento da estação seca afeta a área basal, que está intimamente relacionada com a biomassa arbórea viva acima do solo e que explica grande parte da variação da biomassa nas florestas tropicais amazônicas (BAKER et al. 2004; CHAVE et al., 2004; HAWES et al., 2012; MALHI et al., 2006; SAATCHI et al., 2007; STEGEN et al., 2009).

CONCLUSÕES

Pode-se concluir que as florestas alagadas do rio Branco apresentam biomassa arbórea viva acima do solo média de 114,09 Mg/ha (Bootstrapped IC 95% 99,6 – 130,0 Mg/ha), valor inferior ao reportado para a maioria das florestas afins na Amazônia.

A variação nas estimativas de biomassa arbórea acima do solo nas florestas alagadas do rio Branco não foi relacionada com gradientes de textura e fertilidade do solo.

A duração da inundação e o comprimento da estação seca não explicaram a variação nas estimativas de biomassa arbórea nas florestas alagadas do rio Branco.

Não houve diferença nas estimativas de biomassa arbórea entre as margens do rio Branco.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, S. S.; AMARAL, D.; SILVA, A. S. L. Análise Florística de Florestas de várzea no estuário Amazônico. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 34, n. 4, p. 513-524, 2004.
- ALARCÓN, J. G. S.; PEIXOTO, A. L. Florística e fitossociologia de um trecho de um hectare de floresta de terra firme, em Caracaraí, Roraima, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, Belém, v. 2, n. 2, p. 33-60, 2007.
- ASSIS, R. L.; WITTMANN, F. Forest structure and tree species composition of the understory of two central amazonian várzea forests of contrasting flood heights. **Flora**, [S. l.], v. 206, n. 3, p. 251-260, 2011.
- BARBOSA, R. I.; KEIZER, E.; PINTO, F. Ecosistemas terrestres de Roraima: Área e modelagem espacial de biomassa. In: BARBOSA, R. I.; MELO, V. F. (Org.) **Roraima: homem, ambiente e ecologia**. Boa Vista: FEMACT, 2010, p. 347-368.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das Chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELLÓN, E. G. (Org.) **Homem, ambiente e ecologia no estado de Roraima**, Manaus: INPA, 1997, p. 325-335.
- BARALOTO, C. et al. Disentangling stand and environmental correlates of above-ground biomass in Amazonian forests. **Global Change Biology**, [S. l.], v. 17, n. 8, p. 2677-2688, 2011.
- BARALOTO, C. et al. Rapid simultaneous estimation of aboveground biomass and tree diversity across Neotropical forests: a comparison of field inventory methods. **Biotropica**, [S. l.], v. 45, n. 3, p. 288-298, 2013.
- BAKER, T. R. et al. Increasing biomass in Amazonian forest plots. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, v. 359, n. 1443, p. 353-365, 2004.
- BAKER, T. R. et al. Fast demographic traits promote high diversification rates of Amazonian trees. **Ecology Letters**, [S. l.], v. 17, n. 5, p. 527-536, 2014.
- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2020**. Brasília, DF: MME, 2011. Disponível em: http://www.epe.gov.br/pdee/2011/229_1pdf. Acesso em: 25 fev. 2013.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; 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, 1989.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. Aboveground biomass estimates for tropical moist forest of the Brazilian Amazon. **Interciencia**, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 8-18, 1992.

CANNELL, M. G. R. Woody biomass of forest stands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 8, n. 3/4, p. 299-312, 1984.

CASTILHO, C. V. 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. 1/3, p. 85-96, jun. 2006.

CHAMBERS, J. Q. et al. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon Forest. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 152, n. 1/3, p. 73-84, 2001.

CHAVE, J.; RIÉRA, B.; DUBOIS, M. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spacial and temporal variability. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 17, n. 1, p. 79-96, 2001.

CHAVE, J. et al. Spatial and temporal variation of biomass in a tropical forest: results from a large census plot in Panama. **Journal of Ecology**, London, v. 91, s/n, p. 240-252, 2003.

CHAVE, J. et al. Error propagation and scaling for tropical forest biomass estimates. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London B**, London, v. 359, n. 2, p. 409-420, 2004.

CHAVE, J. et al. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecology**, [S. l.], v. 145, n. 1, p. 87-99, 2005.

CHAVE, J. **Medição da densidade da madeira em árvores tropicais: manual de campo**. 2006. 7p. Disponível em: <http://www.rainfor.org/upload/Manuals/por/wooddensityportuguese1pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

CLARK, D. A. et al. Measuring net primary production in forests: concepts and field methods. **Ecological Applications**, [S. l.], v. 11, s/n, p. 356-370, 2001.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 112 p.

FEARNSIDE, P. M. Monitoring needs to transform amazonian forest maintenance into a global warming-mitigation option. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, [S. l.], v. 2, n. 1 e 2, p. 285-302, 1997.

FEARNSIDE, P. M.; LEAL FILHO, N. Soil and development in Amazonia: lessons from the biological dynamics of forest fragment project In: BIERREGAARD, R.J. et. al. (Org.) **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**, New Haven: Yale University Press, p. 291-312, 2001.

FERREIRA, E. et al. **Rio Branco: peixes, ecologia e conservação de Roraima**. Manaus: INPA, 2007. 168 p.

FERRY B. et al. Higher treefall rates on slopes and waterlogged soils result in lower stand biomass and productivity in a tropical rain Forest. **Journal of Ecology**, London, v. 98, n. 1, p. 106-116, 2010.

FELDPAUSCH, T. R. et al. Height-diameter allometry of tropical forest trees. **Biogeosciences**, [S. l.], v. 8, n. 5, p.1081-1106, mai. 2011.

FELDPAUSCH, T. R. et al. Tree height integrated into pantropical forest biomass estimates. **Biogeosciences**, [S. l.], v. 9, n. 8, p.3381-3403, ago. 2012.

FITZGERALD, R. D. An indirect method to estimate the aerial biomass of small single-stemmed woody plants. **Journal of Ranger Management**, [S. l.], v. 36, n. 6, p.757-759, nov. 1983.

FRANGI, J. L; LUGO, A. E. Ecosystem dynamics of a subtropical floodplain Forest. **Ecological Monographs**, [S. l.], v. 55, n. 3, p. 351-369, 1985.

GOODMAN, R. C. et al. Amazon palm biomass and allometry. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 310, p. 994-1004, 2013.

HAUGAASEN, J.; PERES, C. A. Floristic, edaphic and structural characteristics of flooded and unflooded forests in the lower Rio Purús region of central Amazonia, Brazil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 1, p. 25-36, 2006.

HAWES, J. E. et al. Landscape-scale variation in structure and biomass of Amazonian seasonally flooded and unflooded forests. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 281, n. 1, p.163-176, 2012.

HIGUCHI, N. et al. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 28, n. 2, p.153-166, 1998.

HIGUCHI, N. et al. Dinâmica e Balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia central. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 3, p.295-304, 2004.

IBGE. Manual Técnico da vegetação brasileira. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271 p.

JUNK, W. J. Wetlands of Tropical South America. In: WHIGHAM, D.; HEJNY, S.; DYKYJOVA, D. (Org.) **Wetlands of the world: inventory, ecology and management**. Dordrecht: 1993. 745 p. (Handbook of vegetation science), Disponível em: <http://www.link.springer.com/book/10.1007/978-94-015-8212-4>. Acesso em: 25 fev. 2013.

JUNK, W. J. et al. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems**, [S. l.], v. 24, n. 1, p.5-22, 2014.

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, 1999.

LAURANCE, W. F.; VASCONCELOS, H. L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 434-451, 2009.

LEIVAS, J.F. et al. Análise comparativa entre os dados de precipitação estimados via satélite TRMM e dados observados de superfície em Manaus. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14, 2009. Natal. **Anais...Natal**: INPE, 2009. p.1611-1616.

MARTIUS, C. Density, humidity and nitrogen content of dominant wood species of floodplain forests (várzea) in Amazonia. **Holz als Roh-und Werkstoff**, [S. l.], v. 50, n. 7/8, p. 300-303, 1992

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

MARINHO, T. A. S.; WITTMANN, F. Distribuição de *Hura crepitans* L. e *Ocotea cymbarum* Hunth em um gradiente topográfico na floresta de várzea alta da reserva de desenvolvimento sustentável Mamirauá, Amazônia central. **Pesquisas Botânica**. São Leopoldo, n. 63, p. 29-40, 2012.

MALHI, Y. et al. The above-ground coarse Wood productivity of 104 Neotropical forest plots. **Global Change Biology**, [S. l.], v. 10, n. 5, p.563-591, 2004.

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

MALHI, Y, et al. Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. **Science**, [S. l.], v.319, n. 5860, p. 169-172, 2008.

MULLER-LANDAU, H. C. Interspecific and inter-site variation in wood specific gravity of tropical trees. **Biotropica**, [S. l.], v. 36, n. 1, p.20-32, 2004.

NAKA, L. N. et al. Avian biogeography of Amazonian flooded forest in the Rio Branco basin, Brazil. **The Wilson Journal of Ornithology**, [S. l.], v. 119, n. 3, p.439-449, 2007.

NEATROUR, M. A.; JONES, R. H.; GOLLADAY, S. W. Response of three floodplain tree species do spatial heterogeneity in soil oxygen and nutrients. **Journal of Ecology**, London, v. 95, n. 6, p. 1274-1283, 2007.

NEBEL, G. et al. Structure and floristic composition of flood plain forests in the Peruvian Amazon: I. Overstorey. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 150, n. 1/2, p.27-57, 2001.

NOGUEIRA, E. M. et al. Wood density in forests of Brazil's 'arc of deforestation': Implications for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.248, n. 3, p.119-135, 2007.

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

PAROLIN, P. et al. Drought responses of flood-tolerant trees in Amazonian floodplains. **Annals of Botany**, [S. I.], v. 105, n. 1, p. 129-139, 2010.

PAROLIN, P. et al. Radial gradients in wood specific gravity in trees of central Amazonian floodplains. **IAWA Journal**, [S. I.], v. 23, n. 4, p. 449-457, 2002.

PATÍÑO, S. et al. Branch xylem density variations across the Amazon basin. **Biogeosciences**, [S. I.], v. 6, p. 545-568, 2009.

PHILLIPS, O. L., et al. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 19, n. 6, p. 629-645, 2003.

PRANCE, G. T. Notes on the vegetation of Amazonia III. The terminology of Amazonian forest types subject to inundation. **Brittonia**, [S. I.], v. 3, n. 1, p. 26–38, 1979.

QUESADA, C. A., et al. "Regional and large-scale patterns in Amazon forest structure and function are mediated by variations in soil physical and chemical properties." **Biogeosciences Discussion**, v. 6, p. 3993-4057, 2009.

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

SANTOS, J. R. et al. Contribution of polarimetric SAR attributes for modeling of the tropical forest biomass affected by fire. In: 33rd EARSeL Symposium - Towards Horizon 2020: Earth Observation and Social Perspectives, 6, 2013, Matera. **Anais....** Matera: EARSeL, 2013. p. 219-226.

SANDER, C.; CARVALHO, T. M.; GASPARETTO, N. V. L. Breve síntese da dinâmica fluvial do rio Branco, nas adjacências da cidade de Boa Vista, Roraima. **Revista Geográfica Acadêmica**, Boa Vista, v. 7, n. 1, p. 60-69, 2013.

SILVER, W. L. et al. Effects of Soil Texture on Belowground Carbon and Nutrient Storage in a Lowland Amazonian Forest Ecosystem. **Ecosystems**, [S. I.], v. 3, n. 2, p. 193-209, 2000.

SCHNEIDER, P. R.; SILVA, J. A.; ANDRAE, F. H. Estrutura e produção das florestas naturais ao longo do rio Branco no Território Federal de Roraima. **Ciência e Natureza**, [S. I.], v. 14, p. 115-127, 1982.

SCHONGART, J. et al. Phenology and stem-growth periodicity of tree species in Amazonian floodplain forest. **Journal of Tropical Ecology**. Cambridge, v. 8, n. 4, p. 581-597, 2002.

SCHÖNGART, J. Dendrochronologische Untersuchungen in Überschwemmungswäldern der Várzea Zentralamazoniens. In: BÖHNEL, H.; TIESSEN, H. H. E WEIDELT, H. J. (Org.) **Göttinger Beiträge zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen**. Göttingen, v. 149: s/n, p. 1–257, 2003.

SCHONGART, J.; WITTMANN, F.; WORBES, M. Biomass and net primary production of Central Amazonian floodplain forests In: JUNK, W. J. et al. (Org.) **Amazonian Forests: Ecophysiology, Biodiversity and Sustainable Management**. New York: Springer Science, 2010, p. 347-388.

SCHULLER, E.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; HIETZ, P. Radial gradients in wood specific gravity, water and gas content in trees of a mexican tropical rain forest. **Biotropica**, [S. l.], v.45, n.3, p. 280-287, 2013.

STEGEN, J. C. et al. Above-ground forest biomass is not consistently related to wood density in tropical forests. **Global Ecology and Biogeography**, [S. l.], v. 18, n. 5, p. 617-625, 2009.

WAGNER, F. et al. Effects of plot size and census interval on descriptors of forest structure and dynamics. **Biotropica**, [S. l.], v. 42, n. 6, p. 664-671, 2010.

WITTMANN, F.; ANHUF, D.; JUNK, W. J. Tree species distribution and community structure of central Amazonian várzea forests by remote sensing techniques. **Journal Tropical Ecology**, Cambridge, v. 18, n. 6, p.805-820, 2002.

WITTMANN, F.; JUNK, W. J. Sapling communities in Amazonian white-water forest. **Journal of Biogeography**, [S. l.], v. 30, n. 10, p. 1533-1544, 2003.

WITTMANN, F.; JUNK, W.J.; PIEDADE, M.T. F. The várzea forests in Amazonia: flooding and the highly dynamic geomorphology interact with natural forest succession. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 196, n. 2/3, p. 199-212, 2004.

WITTMANN, F. et al. Tree species composition, structure and aboveground wood biomass of a riparian forest of the lower Miranda river, southern Pantanal, Brasil. **Folia Geobotanica**, [S. l.], v. 43, n. 4, p. 397-411, 2008.

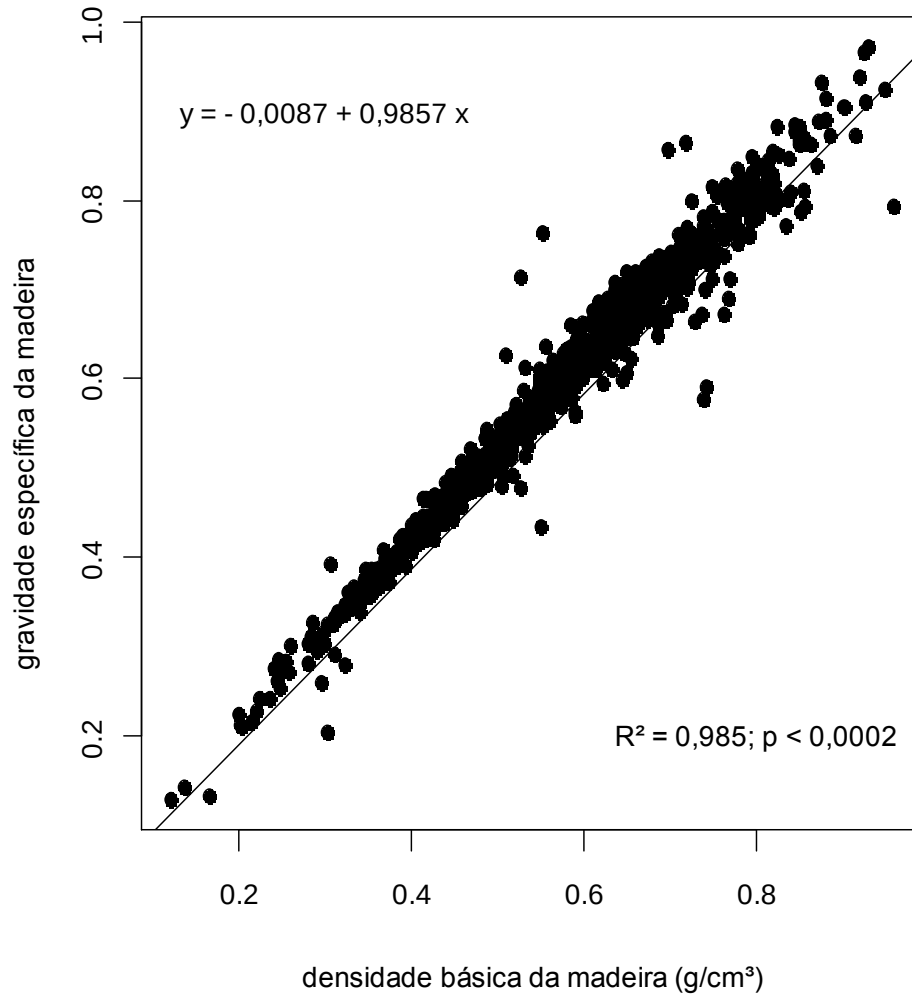
WITTMANN, F. et al. **Manual de árvores de várzea da Amazônia central: taxonomia, ecologia e uso**. Manaus: INPA, 2010. 286 p.

WILLIAMSON, G. B.; WIEMANN, M. C. Measuring wood specific gravity... Correctly. **American Journal of Botany**, Saint Louis, v. 97, n. 3, p.519-524, 2010.

WORBES, M. et al. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. **Journal of Vegetation Science**, [S. l.], v. 3, n. 4, p. 553-564, 1992.

ZANNE, A. E. et al. **Towards a worldwide wood economics spectrum**. [S. l.], 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5061/dryad.234>>. Acesso em: 13 de mai. 2014.

Apêndice A – Relação entre as medidas de gravidade específica da madeira e densidade básica da madeira.



Apêndice B - Coordenadas geográficas dos pontos de amostragem ao longo das florestas alagadas do médio e baixo rio Branco, Roraima – Brasil.

Ponto	Parcela	Longitude	Latitude
Rb-4	1	-60.99784	1.90033
Rb-4	5	-61.00720	1.87877
Rb-4	11	-61.01213	1.92117
Rb-4	16	-61.03126	1.90577
Rb-4	10	-61.03038	1.87620
Rb-4	20	-61.03505	1.88633
Rb-5	1	-61.23081	1.58320
Rb-5	10	-61.23504	1.54032
Rb-5	12	-61.24792	1.58000
Rb-5	15	-61.25217	1.56463
Rb-5	20	-61.24996	1.53924
Rb-5	5	-61.23173	1.56469
Rb-6	1	-61.32161	1.14004
Rb-6	10	-61.32794	1.09731
Rb-6	11	-61.33875	1.14531
Rb-6	15	-61.34451	1.12450
Rb-6	20	-61.34340	1.09987
Rb-6	5	-61.32397	1.12149
Rb-7	1	-61.49475	0.72874
Rb-7	10	-61.47048	0.76061
Rb-7	11	-61.51124	0.73551
Rb-7	15	-61.50346	0.75282
Rb-7	20	-61.48248	0.77395
Rb-7	5	-61.48304	0.74273
Rb-8	1	-61.73801	0.31297
Rb-8	10	-61.75564	0.27868
Rb-8	11	-61.75965	0.32742
Rb-8	15	-61.74716	0.30460
Rb-8	20	-61.76962	0.27632
RB-8	5	-61.74843	0.30427
Rb-9	1	-61.78386	-0.09906
Rb-9	10	-61.79557	-0.14094
Rb-9	11	-61.81038	-0.09868
Rb-9	15	-61.81458	-0.11847
Rb-9	20	-61.82293	-0.14193
Rb-9	5	-61.79102	-0.11793
Rb-10	10	-61.79814	-0.57727
Rb-10	12	-61.82487	-0.53575
Rb-10	15	-61.81923	-0.54982
Rb-10	20	-61.81222	-0.57467

Continuação

Ponto	Parcela	Longitude	Latitude
Rb-10	5	-61.79802	-0.55343
Rb-10	9	-61.79836	-0.57261
Rb-11	1	-61.86045	-0.95122
Rb-11	10	-61.88072	-0.99319
Rb-11	11	-61.87767	-0.95119
Rb-11	15	-61.88632	-0.96792
Rb-11	20	-61.89155	-0.99032
Rb-11	5	-61.87294	-0.96459
Rb-12	1	-61.86597	-1.35492
Rb-12	10	-61.84151	-1.39093
Rb-12	11	-61.87283	-1.31092
Rb-12	15	-61.88318	-1.32603
Rb-12	20	-61.88451	-1.34905
Rb-12	5	-61.85912	-1.37421

Apêndice C– Estimativas de densidade, área basal, biomassa, gravidade específica da madeira e altura por parcela, nas florestas alagadas do rio Branco, Roraima – Brasil.

Biomassa arbórea viva acima do solo (Mg/ha)											
Ponto	Parcela	Margem	Nº de ind.	Área basal m ² ha ⁻¹	Cannell	Chave 1	Chave 2	Palmeiras	Total	Gravidade específica da madeira	Altura média (m)
RB_04	RB_04_1	esquerda	39	15.7	80.70	90.32	87.17	0.00	86.06	0.520	12.55
RB_04	RB_04_5	esquerda	50	34.1	139.85	252.45	277.94	1.10	224.51	0.676	13.53
RB_04	RB_04_10	esquerda	45	12.7	47.14	56.27	50.92	2.49	53.94	0.577	10.02
RB_04	RB_04_11	direita	58	27.1	151.75	164.95	163.91	1.64	161.84	0.654	12.05
RB_04	RB_04_16	direita	52	16.6	78.38	90.46	84.66	2.58	87.08	0.618	12.11
RB_04	RB_04_20	direita	43	18.8	85.27	95.45	92.10	0.84	91.78	0.569	11.58
RB_05	RB_05_1	esquerda	42	28.4	139.85	146.90	151.05	0.00	145.93	0.619	11.38
RB_05	RB_05_5	esquerda	43	25.6	150.35	158.65	162.39	0.00	157.13	0.676	11.94
RB_05	RB_05_10	esquerda	65	28.1	117.19	130.86	126.58	0.00	124.88	0.541	10.01
RB_05	RB_05_12	direita	40	21.9	107.41	110.84	116.01	1.54	112.96	0.568	10.93
RB_05	RB_05_15	direita	39	9.7	44.27	52.61	47.81	0.57	48.80	0.673	10.28
RB_05	RB_05_20	direita	68	17.4	82.46	95.71	89.07	0.00	89.08	0.583	11.21
RB_06	RB_06_1	esquerda	47	27.4	137.01	143.46	147.98	5.40	148.21	0.605	11.68
RB_06	RB_06_5	esquerda	43	14.2	58.52	66.90	63.21	3.00	65.88	0.581	11.69
RB_06	RB_06_10	esquerda	43	24.5	119.68	125.26	129.27	9.49	134.23	0.578	12.63
RB_06	RB_06_11	direita	91	24.3	94.20	111.58	101.75	18.18	120.69	0.577	12.62
RB_06	RB_06_15	direita	29	9.5	42.94	49.19	46.38	0.68	46.85	0.604	11.09

Continuação

Ponto	Parcela	Margem	Nº de ind.	Área basal m ² ha ⁻¹	Biomassa arbórea viva acima do solo (Mg/ha)					Gravidade específica da madeira	Altura média (m)
					Cannell	Chave 1	Chave 2	Palmeiras	Total		
RB_06	RB_06_20	direita	33	14.6	95.08	98.68	102.70	1.08	99.90	0.624	13.02
RB_07	RB_07_1	esquerda	59	19.5	117.17	129.39	126.56	1.78	126.15	0.650	12.68
RB_07	RB_07_5	esquerda	53	17.1	91.04	103.95	98.34	0.00	97.78	0.647	12.42
RB_07	RB_07_10	esquerda	54	23.3	95.63	106.33	103.29	5.45	107.20	0.629	10.58
RB_07	RB_07_11	direita	50	20.2	84.95	96.21	91.75	5.76	96.73	0.514	12.09
RB_07	RB_07_15	direita	48	16.0	64.20	75.25	69.34	5.21	74.81	0.566	12.15
RB_07	RB_07_20	direita	41	20.1	60.77	67.27	65.64	16.37	80.93	0.553	13.24
RB_08	RB_08_1	esquerda	34	19.3	161.94	155.49	174.92	0.87	164.99	0.581	14.48
RB_08	RB_08_5	esquerda	42	35.1	240.98	228.01	260.29	2.00	245.09	0.569	13.70
RB_08	RB_08_10	esquerda	36	16.5	73.56	83.09	79.45	1.91	80.61	0.552	12.57
RB_08	RB_08_11	direita	46	15.4	80.41	89.90	86.85	7.09	92.81	0.611	14.59
RB_08	RB_08_15	direita	49	16.8	82.49	94.43	89.10	0.81	89.48	0.568	12.66
RB_08	RB_08_20	direita	48	10.1	39.34	48.32	42.49	6.01	49.39	0.568	11.88
RB_09	RB_09_1	esquerda	44	20.3	90.74	98.86	98.02	0.00	95.87	0.481	11.94
RB_09	RB_09_5	esquerda	54	18.5	87.62	100.51	94.65	0.00	94.26	0.529	12.72
RB_09	RB_09_10	esquerda	23	16.9	72.96	77.73	78.80	0.00	76.50	0.504	12.41
RB_09	RB_09_11	direita	66	18.2	62.70	74.60	67.72	17.89	86.22	0.469	14.00
RB_09	RB_09_15	direita	25	5.9	18.40	22.74	19.88	1.16	21.50	0.466	10.58
RB_09	RB_09_20	direita	52	33.3	203.89	205.73	220.22	10.31	220.26	0.588	14.44
RB_10	RB_10_5	esquerda	60	17.4	60.89	72.36	65.77	0.00	66.34	0.431	11.90
RB_10	RB_10_9	esquerda	54	24.6	117.38	132.00	126.79	0.00	125.39	0.573	12.91

Conclusão

Ponto	Parcela	Margem	Nº de ind.	Área basal m ² ha ⁻¹	Biomassa arbórea viva acima do solo (Mg/ha)					Gravidade específica da madeira	Altura média (m)
					Cannell	Chave 1	Chave 2	Palmeiras	Total		
RB_10	RB_10_10	esquerda	36	19.1	90.83	97.46	98.11	0.00	95.46	0.558	11.87
RB_10	RB_10_12	direita	58	21.3	82.38	96.11	88.98	0.00	89.16	0.495	12.01
RB_10	RB_10_15	direita	44	22.7	101.79	110.05	109.95	1.08	108.34	0.543	11.80
RB_10	RB_10_20	direita	36	14.7	58.46	65.74	63.15	2.84	65.29	0.491	12.74
RB_11	RB_11_1	esquerda	38	13.4	50.55	58.89	54.60	1.79	56.47	0.539	12.18
RB_11	RB_11_5	esquerda	55	27.7	153.82	159.47	166.15	11.65	171.47	0.573	13.21
RB_11	RB_11_10	esquerda	36	23.3	103.03	109.55	111.29	3.24	111.20	0.474	12.89
RB_11	RB_11_11	direita	30	18.4	100.92	103.57	109.01	0.00	104.50	0.494	12.21
RB_11	RB_11_15	direita	42	39.1	225.36	216.36	243.42	2.77	231.15	0.436	13.75
RB_11	RB_11_20	direita	27	6.8	22.23	27.18	24.01	0.65	25.12	0.505	10.66
RB_12	RB_12_1	esquerda	37	26.6	243.32	204.90	262.81	1.09	238.10	0.489	11.57
RB_12	RB_12_5	esquerda	44	22.2	100.76	106.30	108.84	9.71	115.00	0.499	12.89
RB_12	RB_12_10	esquerda	44	31.5	163.64	174.01	176.75	0.00	171.46	0.514	13.38
RB_12	RB_12_11	direita	31	23.4	104.82	111.10	113.22	0.00	109.71	0.548	12.32
RB_12	RB_12_15	direita	37	24.4	122.64	127.46	132.47	3.99	131.52	0.467	13.83
RB_12	RB_12_20	direita	29	44.2	241.12	233.90	260.44	0.00	245.15	0.633	13.12

ANEXOS

Anexo A – Análise de fertilidade do solo das florestas alagadas do rio Branco, Roraima.



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo



Resultado de Análise

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apolo ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Missing)
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SQB.2
Requisição.: 5103/1
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Análises concluídas em: 05/05/2014

Amostra	pH H ₂ O	pH KCl	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
RB4-1/0-15	4,4	3,6	4	0,7	1,4	<2	1	18	41	4,1	45,5	9	81
RB4-5/0-15	4,3	3,6	6	0,8	2,2	<2	4	21	66	8,6	74,2	12	71
RB4-10/0-15	4,4	3,7	10	0,6	2,0	7	4	14	52	13,5	65,3	21	50
RB4-11/0-15	4,4	3,6	5	0,9	2,8	<2	3	22	60	7,4	67,9	11	74
RB4-16/0-15	4,4	3,7	6	0,7	1,9	3	5	19	57	10,4	67,4	15	64
RB4-20/0-15	4,2	3,7	10	0,8	1,5	<2	2	21	48	6,6	54,9	12	76
RB5-1/0-15	4,1	3,5	12	0,8	1,2	4	4	35	64	10,4	74,3	14	77
RB5-5/0-15	4,1	3,5	13	1,0	2,6	<2	4	32	58	9,4	67,2	14	77
RB5-10/0-15	4,1	3,5	14	1,1	1,7	<2	4	35	61	7,3	68,6	11	83
RB5-12/0-15	4,2	3,5	10	1,0	2,3	7	6	31	72	16,2	87,8	18	66
RB5-15/0-15	4,2	3,6	12	0,9	1,6	<2	3	38	56	7,2	63,3	11	84
RB5-20/0-15	4,2	3,5	11	0,9	2,4	6	6	22	55	15,5	70,8	22	58
RB6-1/0-15	4,2	3,6	8	0,7	2,0	<2	3	31	54	6,5	60,8	11	83
RB6-5/0-15	4,1	3,5	7	0,8	2,5	<2	4	35	54	9,1	63,5	14	79
RB6-10/0-15	4,2	3,4	10	0,9	2,4	2	4	30	68	9,6	77,8	12	75
RB6-11/0-15	4,4	3,6	11	0,6	1,2	2	2	18	53	5,7	58,8	10	76
RB6-15/0-15	4,1	3,4	13	0,8	2,4	2	4	44	105	9,4	114,7	8	82

Unidades:
P (mg.Kg⁻¹); Na, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC (mmol. Kg⁻¹); V e m (%).
SB: Soma de bases trocáveis; CTC: Capacidade de troca de cátions;
V: Saturação da CTC por bases m: Saturação por Alumínio.
Métodos:
pH em água, pH em KCl; cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em espectrofotômetro de absorção atômica extraído com acetato de amônio, potássio (K) e sódio (Na) em fotômetro de chama extraído com acetato de amônio, addezpotencia (H+Al) por titulometria extraída com acetato de cálcio, alumínio (Al) por titulometria extraída com dreno de potássio, fósforo (P) por colorimetria extraída com moliich 1. (Manual de métodos de análise de solo, EMBRAPA, 2ª edição, 1997).
Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado;
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.
(<) menor que o Limite de Quantificação (LQ).

Signatário Autorizado

Continuação



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo



Resultado de Análise

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apolo ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Missing)
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SQB.2
Requisição: 5103/1
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Análise concluída em: 05/05/2014

Amostra	pH H ₂ O	pH KCl	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
RB6-20/0-15	4,1	3,5	14	0,9	3,0	6	6	35	75	16,1	91,2	18	68
RB7-1/0-15	4,3	3,5	9	0,6	2,2	2	3	14	39	8,2	47,0	17	63
RB7-5/0-15	4,8	3,7	16	0,9	1,9	<2	3	14	60	6,6	67,0	10	67
RB7-10/0-15	4,5	3,7	11	0,7	1,8	4	3	12	45	9,7	54,6	18	56
RB7-11/0-15	4,1	3,5	13	0,8	2,6	7	5	23	73	16,0	88,5	18	59
RB7-15/0-15	4,3	3,6	13	0,9	2,3	8	6	17	54	16,8	71,2	24	51
RB7-20/0-15	4,2	3,6	10	1,0	2,0	12	6	30	77	21,2	98,0	22	59
RB8-1/0-15	4,3	3,6	3	0,6	1,8	10	3	21	52	15,4	67,2	23	58
RB8-5/0-15	4,3	3,6	10	1,0	1,8	<2	4	21	54	7,0	61,4	11	75
RB8-10/0-15	4,0	3,4	8	0,8	1,7	2	4	27	68	8,7	76,8	11	76
RB8-11/0-15	3,7	3,7	7	0,9	1,3	4	1	31	92	7,2	98,7	7	81
RB8-15/0-15	3,8	3,6	14	0,7	1,4	<2	2	27	85	5,0	89,6	6	84
RB8-20/0-15	3,9	3,6	55	0,7	1,5	4	1	23	79	7,6	86,2	9	75
RB9-1/0-15	4,1	3,6	14	0,9	2,3	7	5	32	79	15,3	93,8	16	68
RB9-5/0-15	4,2	3,5	10	0,9	2,8	8	7	29	73	18,3	91,6	20	61
RB9-10/0-15	4,3	3,6	8	0,9	2,4	8	6	23	52	17,0	68,8	25	57
RB9-11/0-15	4,1	3,6	15	0,9	2,4	8	5	31	70	16,3	86,2	19	65

Unidades:
P (mg.Kg⁻¹); Na, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC (mmol. Kg⁻¹); V e m (%).
SB: Soma de bases trocáveis; CTC: Capacidade de troca de cátions;
V: Saturação da CTC por bases m: Saturação por Alumínio.
Métodos:
pH em água, pH em KCl (Ca) e magnésio (Mg) em espectrofotômetro de absorção atômica
extraído com acetato de amônio, potássio (K) e sódio (Na) em fotômetro de chama extraído com
acetato de amônio, addepotencia (H+Al) por titulometria extraída com acetato de cálcio,
alúmino (Al) por titulometria extraída com dióxido de potássio, fósforo (P) por colorimetria extraída
com mólido 1. (Manual de métodos de análise de solo, EMBRAPA 2ª edição, 1997).
Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado;
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.
(<) menor que o Limite de Quantificação (LQ).

Signatário Autorizado

Continuação



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo



Resultado de Análise

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apoio ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Missing)
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SQB.2
Requisição.: 5103/1
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Análises concluídas em: 05/05/2014

Amostra	pH H ₂ O	pH KCl	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
RB9-150-15	4,2	3,7	13	0,9	2,5	12	6	29	68	21,1	89,3	24	58
RB9-200-15	4,2	3,6	6	0,6	1,8	3	2	18	52	7,2	59,0	12	72
RB10-50-15	4,0	3,6	12	0,9	2,7	5	3	29	63	11,5	74,5	15	72
RB10-90-15	4,3	3,6	11	0,7	2,0	16	7	27	94	25,5	119,5	21	51
RB10-100-15	4,2	3,6	172	0,9	2,0	6	4	38	110	13,5	123,2	11	74
RB10-120-15	3,9	3,6	9	0,7	1,6	3	2	15	42	7,3	49,6	15	67
RB10-150-15	4,6	4,0	2	0,5	0,7	2	1	12	16	4,2	19,7	21	74
RB10-200-15	4,0	3,5	10	0,6	1,6	4	3	24	48	9,2	57,6	16	73
RB11-10-15	4,3	3,6	7	0,9	2,4	11	6	19	38	20,3	58,3	35	49
RB11-50-15	4,1	3,7	7	0,7	1,2	4	2	22	48	7,9	56,2	14	74
RB11-100-15	4,1	3,6	15	0,9	2,0	11	4	24	65	17,7	82,5	22	58
RB11-110-15	4,5	3,6	13	1,0	2,4	11	4	39	108	19,1	127,0	15	67
RB11-150-15	4,1	3,5	9	0,9	2,6	9	6	38	85	18,4	103,9	18	68
RB11-200-15	4,1	3,6	18	0,8	2,0	10	5	34	82	18,3	100,3	18	65
RB12-10-15	3,7	3,4	12	0,7	2,2	5	3	37	84	11,2	94,9	12	77
RB12-50-15	3,9	3,6	12	0,8	2,3	4	3	35	80	10,6	90,9	12	77
RB12-100-15	3,8	3,5	16	0,8	1,8	8	3	24	71	13,1	83,9	16	65

Unidades:
P (mg.Kg⁻¹); Na, K, Ca, Mg, Al H+Al, SB, CTC (mmol. Kg⁻¹); V e m (%).
SB: Soma de bases trocáveis; CTC: Capacidade de troca de cátions;
V: Saturação da CTC por bases m: Saturação por Alumínio.
Métodos:
pH em água, pH em KCl; cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em espectrofotômetro de absorção atômica extraído com ácido de amônio, potássio (K) e sódio (Na) em fotômetro de chama extraído com acetato de amônio, addeopotência (H+Al) por titulometria extraída com acetato de cálcio, alumínio (Al) por titulometria extraída com dióxido de potássio, fósforo (P) por colorimetria extraída com molibdato 1. (Manual de métodos de análise de solo, EMBRAPA 2ª edição, 1997).
Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado;
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.
(<) menor que o Limite de Quantificação (LQ).

Signatário Autorizado

Continuação



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo



Resultado de Análise

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apolo ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Missing)
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SQB.2
Requisição: 5103/1
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Análises concluídas em: 05/05/2014

Amostra	pH H ₂ O	pH KCl	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	m
RB 12-11/0-15	4,3	3,6	7	0,8	1,7	6	3	24	55	11,4	66,7	17	68
RB 12-15/0-15	4,6	3,5	10	1,1	2,8	10	5	23	71	19,5	90,3	22	55
RB 12-20/0-15	4,3	3,6	11	0,8	2,2	7	6	29	66	15,7	81,3	19	65

Unidades:
P (mg.Kg⁻¹); Na, K, Ca, Mg, Al, H+Al, SB, CTC (mmol. Kg⁻¹); V e m (%).
SB: Soma de bases trocáveis CTC: Capacidade de troca de cátions;
V: Saturação da CTC por bases m: Saturação por Alumínio.

Métodos:
pH em água, pH em KCl, cálcio (Ca) e magnésio (Mg) em espectrofotômetro de absorção atômica extraído com acetato de amônio, potássio (K) e sódio (Na) em fotômetro de chama extraído com acetato de amônio, adenosina (H+Al) por titulometria extraída com acetato de cálcio, alumínio (Al) por titulometria extraída com dióxido de potássio, fósforo (P) por colorimetria extraída com molibdato. (Manual de métodos de análise de solo, EMBRAPA, 2ª edição, 1997).

Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado;
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.
(<) menor que o Limite de Quantificação (LQ).

Signatário Autorizado

Anexo B – Análises físicas do solo das florestas alagadas do rio Branco, Roraima.



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Resultado de Análise Granulométrica

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apoio ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Aeroporto Boa Vista RR CEP 69310000
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SF1
Requisição: 5103/2
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Concluída em: 13/05/2014

Identif. da Amostra	Areias (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		c/disp.	água		
RB4-10-15	0	0	0	0	0	500	274	225	0	0	md-ar.
RB4-50-15	0	0	0	0	0	265	355	379	0	0	arg.
RB4-100-15	0	0	0	0	0	610	187	203	0	0	md-ar.
RB4-110-15	0	0	0	0	0	583	164	252	0	0	md-arg.
RB4-160-15	0	0	0	0	0	424	248	328	0	0	md-arg.
RB4-200-15	0	0	0	0	0	495	279	227	0	0	md-ar.
RB5-10-15	0	0	0	0	0	155	486	359	0	0	arg.
RB5-50-15	0	0	0	0	0	101	540	360	0	0	arg.
RB5-100-15	0	0	0	0	0	175	442	383	0	0	arg.
RB5-120-15	0	0	0	0	0	173	418	409	0	0	arg.
RB5-150-15	0	0	0	0	0	200	384	415	0	0	arg.
RB5-200-15	0	0	0	0	0	243	425	332	0	0	md-arg.
RB6-10-15	0	0	0	0	0	229	416	355	0	0	arg.
RB6-50-15	0	0	0	0	0	70	523	407	0	0	arg.
RB6-100-15	0	0	0	0	0	96	519	385	0	0	arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part 4; Classe de diâmetro (mm) U.S.D.A.
5 frações de areia: muito grossa (M/G) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.
2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.
Classe de textura: Argila (c/dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar) de 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior = muito argilosa (m-arg).
Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Signatário Autorizado

Continuação



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Resultado de Análise Granulométrica

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apolo ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Aeroporto Boa Vista RR CEP 69310000
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SF1
Requisição: 5103/2
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Conduzida em: 13/05/2014

Identif. da Amostra	Arelas (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		clisp.	água		
RB6-11/0-15	0	0	0	0	0	489	283	228	0	0	md-ar.
RB6-15/0-15	0	0	0	0	0	104	403	493	0	0	arg.
RB6-20/0-15	0	0	0	0	0	68	520	411	0	0	arg.
RB7-1/0-15	0	0	0	0	0	612	236	152	0	0	md-ar.
RB7-5/0-15	0	0	0	0	0	608	215	177	0	0	md-ar.
RB7-10/0-15	0	0	0	0	0	429	368	203	0	0	md-ar.
RB7-11/0-15	0	0	0	0	0	332	337	331	0	0	md-arg.
RB7-15/0-15	0	0	0	0	0	264	355	381	0	0	arg.
RB7-20/0-15	0	0	0	0	0	132	454	414	0	0	arg.
RB8-1/0-15	0	0	0	0	0	315	431	254	0	0	md-arg.
RB8-5/0-15	0	0	0	0	0	362	385	253	0	0	md-arg.
RB8-10/0-15	0	0	0	0	0	241	430	329	0	0	md-arg.
RB8-11/0-15	0	0	0	0	0	569	176	254	0	0	md-arg.
RB8-15/0-15	0	0	0	0	0	528	267	205	0	0	md-ar.
RB8-20/0-15	0	0	0	0	0	606	139	255	0	0	md-arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part 4; Classe de diâmetro (mm) U.S.D.A.
5 frações de areia: muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.
2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.
Classe de textura: Argila (c/dispensante) até 149 g/kg = arenosa (ar) de 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior = muito argilosa (m-arg).
Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Signatário Autorizado

Continuação



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Resultado de Análise Granulométrica

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apoio ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Aeroporto Boa Vista RR CEP 69310000
Propriedade: Floresta de Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SF1
Requisição: 5103/2
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Conduzida em: 13/05/2014

Identif. da Amostra	Areias (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		clásp.	água		
RB9-10-15	0	0	0	0	0	73	489	438	0	0	arg.
RB9-50-15	0	0	0	0	0	86	465	448	0	0	arg.
RB9-100-15	0	0	0	0	0	276	384	340	0	0	md-arg.
RB9-110-15	0	0	0	0	0	74	433	493	0	0	arg.
RB9-150-15	0	0	0	0	0	63	437	500	0	0	arg.
RB9-200-15	0	0	0	0	0	523	271	206	0	0	md-ar.
RB10-50-15	0	0	0	0	0	307	332	362	0	0	arg.
RB10-90-15	0	0	0	0	0	21	482	497	0	0	arg.
RB10-100-15	0	0	0	0	0	154	306	540	0	0	arg.
RB10-120-15	0	0	0	0	0	455	317	228	0	0	md-ar.
RB10-150-15	0	0	0	0	0	935	15	50	0	0	ar.
RB10-200-15	0	0	0	0	0	474	273	252	0	0	md-arg.
RB11-10-15	0	0	0	0	0	172	444	384	0	0	arg.
RB11-50-15	0	0	0	0	0	374	319	306	0	0	md-arg.
RB11-100-15	0	0	0	0	0	277	365	358	0	0	arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part 4;
Classe de diâmetro (mm) US.D.A.
5 frações de areia: muito grossa (MG) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25;
fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (MF) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05;
silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.
2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05;
silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.
Classe de textura: Argila (c/ dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar) de 150 a 249 g/kg
= média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg);
de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior = muito argilosa (m-arg).
Observações:
Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.
Este documento pode ser reproduzido somente por completo.
Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Signatário Autorizado

Conclusão



Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Departamento de Ciência do Solo

Resultado de Análise Granulométrica

Interessado: 4124 Fund. Ajuri de Apelo ao Desenvolvimento da Ufr
Endereço: AV Ene Garcez 2413
Aeroporto Boa Vista RR CEP 69310000
Propriedade: Floresta da Varzea / Rio Branco
Município: Roraima

Tipo de Análise: SF1
Requisição: 5103/2
Data de Emissão: 13/05/2014
Material analisado: Terra
Concluída em: 13/05/2014

Identif. da Amostra	Areias (g/kg)						Silte (g/kg)	Argilas (g/kg)		Floculação (%)	Classe de Textura
	AMG	AG	AM	AF	AMF	AT		clisp.	água		
RB11-11/0-15	0	0	0	0	0	20	486	494	0	0	arg.
RB11-15/0-15	0	0	0	0	0	46	455	499	0	0	arg.
RB11-20/0-15	0	0	0	0	0	113	443	443	0	0	arg.
RB12-1/0-15	0	0	0	0	0	180	433	387	0	0	arg.
RB12-5/0-15	0	0	0	0	0	173	435	391	0	0	arg.
RB12-10/0-15	0	0	0	0	0	423	270	306	0	0	md-arg.
RB12-11/0-15	0	0	0	0	0	226	367	407	0	0	arg.
RB12-15/0-15	0	0	0	0	0	44	455	501	0	0	arg.
RB12-20/0-15	0	0	0	0	0	301	342	357	0	0	arg.

Métodos: Bouyoucos (densímetro); S.S.S.A. Book Series: 5 Methods of Soil Analysis Part 4; Classe de diâmetro (mm) U.S.D.A.

5 frações de areia: muito grossa (M/G) = 2 a 1; grossa (G) = 1 a 0,5; média (M) = 0,5 a 0,25; fina (F) = 0,25 a 0,10; muito fina (M/F) = 0,10 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002; argila água < 0,002.

2 frações de areia: grossa (G) = 2 a 0,25 e fina (F) = 0,25 a 0,05; areia total (AT) = 2 a 0,05; silte = 0,05 a 0,002; argila total < 0,002.

Classe de textura: Argila (c/dispersante) até 149 g/kg = arenosa (ar) de 150 a 249 g/kg = média arenosa (md-ar); de 250 a 349 g/kg = média argilosa (md-arg); de 350 a 599 g/kg = argilosa (arg); de 600 g/kg ou superior = muito argilosa (m-arg).

Observações:

Amostra coletada pelo interessado; (#) elemento não determinado.

Este documento pode ser reproduzido somente por completo.

Os resultados deste relatório se referem somente às amostras enviadas ao laboratório.

Signatário Autorizado