



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

JHONSON REGINALDO SILVA SANTOS

**BIOMASSA DE RAÍZES EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE SAVANA EM
RORAIMA**

Boa Vista
2010

JHONSON REGINALDO SILVA SANTOS

**BIOMASSA DE RAÍZES EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE SAVANA EM
RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima como parte dos pré-requisitos para a obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa

Boa Vista

2010

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

S237b

Santos, Jhonson Reginaldo Silva.

Biomassa de raízes em diferentes fitofisionomias de savana em Roraima/ Jhonson Reginaldo Silva Santos. - Boa Vista, 2010.
61 f.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Roraima. Curso de Mestrado em Recursos Naturais.

1 – Biomassa. 2 – Raízes. 3 – Savana. 4 – Roraima. I – Título. II – Barbosa, Reinaldo Imbrozio (orientador).

CDU – 581.144.2(811.4)

JHONSON REGINALDO SILVA SANTOS

**BIOMASSA DE RAÍZES EM DIFERENTES FITOFISIONOMIAS DE SAVANA
EM RORAIMA**

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida dia 27 de Agosto de 2010 e avaliada pela seguinte Banca Examinadora:

Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa
Orientador / INPA

Dra. Carolina Volkmer de Castilho
Membro / EMBRAPA-CPAFRR

Prof. Dr. José Frutuoso do Vale Júnior
Membro / UFRR

Prof. Dr. Valdinar Ferreira Melo
Membro / UFRR

Prof. Dra. Albanita de Jesus Rodrigues da Silva
Membro / UFRR

À minha amada esposa, onde as palavras de apoio
sempre estiveram, e onde a
companhia se fez presente durante os
dias e noites nos trabalhos de
laboratório. Aos meus queridos filhos
Karen Hanah, Leonardo, Eduardo e
Henrique Johnson, razão maior de
minha vida.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Roraima, pela oportunidade.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais – PRONAT.

Aos Coordenadores do PRONAT, Dr. Marcos José Salgado Vital e Dra. Gardênia Holanda Cabral.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa, que mesmo nos momentos mais difíceis do trabalho permaneceu ao meu lado.

À Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação - PRPPG/UFRR, em especial ao Pró-reitor Dr. Luiz Alberto Pessoni e Prof. MSc. Luciano Alberto Ferreira, pelas palavras e gestos que dignificam um servidor público em sua função.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, pelo financiamento da pesquisa através do projeto PPI/INPA PRJ 012/18 (Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais das Savanas de Roraima) e aos colegas do INPA-Roraima, que sempre se fizeram presentes e disponíveis no desenvolvimento de nosso trabalho.

Aos meus pais e irmãos, pelo que sou.

Ao Josafá (Fafá), o único apoio, naquele difícil trabalho de campo.

Aos companheiros da oficina Carburador, no apoio ao extrator de raízes.

Ao Claymir, meu amigo de longa data.

Aos professores, Dr. Celso Morato, Dr. Wellington Farias Araújo, Dra. Magna Maria Macedo Ferreira, Dra. Lucianne e Aloisio Vilarinho, Dr. Rodrigo Schutz Rodrigues, Dr. Carlos Sander, Dr. Fábio Luiz Wankler, Dr. Jerri Edson Zilli, Dr. Carlos Alberto Cirino, Dr. Henrique Eduardo Bezerra Silva e Dr. José Frutuoso do Vale Junior, pela infinita sapiência.

A minha professora e amiga Dra. Célida Socorro, pelo ser humano que é.

A Sra. Elena Campo Fioretti, ex-diretora do Museu Integrado de Roraima, por acolher minhas amostras.

A MSc. Tania Pena Pimentel, do Laboratório Temático de Solos e Plantas do INPA-Manaus.

Aos meus colegas e irmãos do mesmo pai, Mariana, Felipe e Naiara.

A minha colega Isabel, exemplo de esforço e determinação.

A Aninha do Centro de Ciências Agrárias, pela disposição de todo dia.

Ao Valdivino da EMBRAPA (Água Boa), pelos portões abertos.

Aos meus colegas de trabalho, em especial a Célia, pelas palavras e pelo exemplo de vida.

Aos meus alunos da Fares, Senar, Pronera e Eagro, pelo prazer de ensinar o pouco que sei.

A todos que incentivaram este trabalho.

EPÍGRAFE

“Uma população humana aproximando-se dos oito bilhões só pode ser mantida devastando a Terra. Se habitats selvagens passarem a ser usados para cultivo humano e habitação, se as florestas tropicais puderem ser transformadas em desertos verdes, se a engenharia genética possibilitar colheitas cada vez mais abundantes a serem extraídas de solos cada vez mais debilitados, então os humanos terão criado para si uma nova era geológica, a Eremozóica, a Idade da Solidão, na qual pouco restará sobre a Terra além deles mesmos e do meio ambiente protético que os mantém vivos.”

(John Gray)

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi estimar a biomassa de raízes em diferentes fitofisionomias de savana em Roraima. O trabalho foi realizado entre Junho de 2009 e Fevereiro de 2010 em duas áreas onde estão estabelecidas as grades do PPBio em Roraima: Campo Experimental Água Boa (Embrapa/RR; 616 ha e 22 parcelas amostrais), e *Campus* Cauamé (UFRR; 498 ha e 12 parcelas amostrais). O estoque de biomassa de raízes foi obtido com extrator específico em profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 e 40-50 cm em quatro subamostras em cada uma das parcelas. A quantificação da biomassa aérea também foi obtida com a finalidade de se estabelecer relações *root:shoot*. A média de estoque total, sem considerar a fitofisionomia ou classe de solo, foi de 21,39 Mg.ha⁻¹ no Água Boa e 15,35 Mg.ha⁻¹ no Cauamé, com predominância de raízes finas ($\emptyset < 2\text{mm}$): 99,7% e 98,33%, respectivamente. A maior média encontradas foi para savana gramíneo-lenhosa / campo limpo (Sg-cl) com 22,07 Mg.ha⁻¹ no Água Boa e savana gramíneo-lenhosa / campo sujo com 16,56 Mg.ha⁻¹ no Cauamé. O mosaico Sg+Sp foi a fitofisionomia que apresentou a maior relação *root:shoot*: 1 : 3,13 (Água Boa) e 1 : 5,64 (Cauamé). O estoque de biomassa por classes de solo apresentou maior valor em GLEISSOLO com 23,82 Mg.ha⁻¹ no Água Boa e 17,78 Mg.ha⁻¹ para o LATOSSOLO VERMELHO no Cauamé. Considerando a conjunção de fitofisionomias com classes de solos (fitopedounidade), o GLEISSOLO (campo limpo) apresentou maior média de estoque de biomassa (23,82 Mg.ha⁻¹ no Água Boa). No Cauamé, a fitopedounidade com maior média foi LATOSSOLO VERMELHO (campo sujo) com 17,78 Mg.ha⁻¹. Os resultados obtidos sugerem variação do estoque de biomassa condicionado a disponibilidade hídrica do solo e do tipo fitofisionomico, sendo necessários novos estudos para melhor compreensão da distribuição da biomassa radicular nas áreas de savana em Roraima.

Palavras-chave: Biomassa. Raízes. Carbono. Savana. Roraima.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate the root biomass in different savanna phytophysionomies of Roraima. The study was conducted between June 2009 to February 2010 in two areas where are established grids of the PPBio: *Campo Experimental Água Boa* (Embrapa-RR; 616 ha and 22 sampling plots) and the *Campus Cauamé* (UFRR; 498 ha and 12 sample plots). The stock of root biomass was obtained by a specific extractor in five soil layers: 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 and 40-50 cm on four replicates in each sampling plots. Aboveground biomass was also obtained in order to establish root:shoot relations. The average of total stock without considering phytophysionomic type or soil class was 21.39 Mg.ha⁻¹ in Água Boa and 15.35 Mg.ha⁻¹ in Cauamé. The root diameter class more predominant was fine roots ($\varnothing < 2$ mm), with 99.7% and 98.33%, respectively. Considering the phytophysionomic type, it was obtained a better average in Grassland / *campo limpo* (Sg-cl) with 22.07 Mg ha⁻¹ in the Água Boa, and Grassland / *campo sujo* (Sg-cs) with 16.56 Mg ha⁻¹ in Cauamé. The mosaic Sg+Sp was the phitophisionomy which showed higher root:shoot; 1 : 3,13 (Água Boa) and 1 : 5,64 (Cauamé). The root biomass stock for soil classes showed higher level in GLEISOL (23.82 Mg ha⁻¹; Água Boa) and RED LATOSOL (17.78 Mg ha⁻¹; Cauamé). Considering the conjunction between phytophysionomic types and soil classes (Phytopedounit), GLEISOL / *campo limpo* was the higher average root biomass stock (23.82 Mg ha⁻¹ in the Água Boa). For the Cauamé area, the highest average was the RED LATOSOL / *campo sujo*, with 17.78 Mg ha⁻¹. The results suggest variation in root biomass conditioned to the both water available in the soil and phytophysionomic type. However, it's necessary more studies to have a better understanding on root biomass distribution in the Roraima savanna.

Keywords: Biomass. Roots. Carbon. Savanna. Roraima.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Campo Experimental Água Boa.....	23
Figura 2 -	<i>Campus Cauamé</i>	24
Figura 3 -	Precipitação média decenal da cidade de Boa Vista-RR.....	25
Figura 4 -	Classes de Solo da Área do Estudo.....	26
Figura 5 -	Savana Gramíneo-Lenhosa.....	27
Figura 6 -	Savana Graminosa + Savana Parque.....	28
Figura 7 -	Trabalhos em Campo.....	29
Figura 8 -	Desenho de Parcela Amostral.....	30
Figura 9 -	Coletor de Raízes.....	33
Figura 10 -	Variação de Estoque de Biomassa de Raízes em Categorias de Profundidade.....	37
Figura 11 -	Estimativa do Estoque de Biomassa de Raízes por Fitofisionomia.....	40
Figura 12 -	Estoque de Biomassa de Raízes nas Classes de Solo no Campo Experimental Água Boa.....	41
Figura 13 -	Estoque de Biomassa de Raízes nas Classes de Solo no <i>Campus Cauamé</i>	42
Figura 14 -	Estoque de Biomassa de Raízes nas Classes de Solo das Áreas do Estudo.....	42
Figura 15 -	Estoque de Biomassa de Raízes das Fitopedonidades do Campo Experimental Água Boa.....	44
Figura 16 -	Estoque de Biomassa de Raízes das Fitopedonidades do <i>Campus Cauamé</i>	45

Figura 17 - Estoque de Biomassa de Raízes das Fitopedounidades nas Áreas do Estudo.....	46
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Distribuição do estoque da biomassa de raízes (g.m^{-2}) em diferentes profundidades e diâmetro de raízes na grade de savana do Água Boa (PPBio-Roraima).....	36
Tabela 2-	Distribuição do estoque da biomassa de raízes (g.m^{-2}) em diferentes profundidades e diâmetro de raízes na grade de savana do <i>Campus</i> Cauamé (PPBio-Roraima).....	37
Tabela 3-	Relação <i>root:shoot</i> calculada na grade de savana do Campo Experimental Água Boa.....	39
Tabela 4-	Relação <i>root:shoot</i> calculada na grade de savana do <i>Campus</i> Cauamé.....	39
Tabela 5-	Estoque de biomassa considerando a conjunção de classes de solos e fitofisionomia na grade do Campo Experimental Água Boa.....	43
Tabela 6-	Estoque de biomassa considerando a conjunção de classes de solos e fitofisionomia na grade do <i>Campus</i> Cauamé.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS

CCA – Centro de Ciências Agrárias

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

INPA – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia

PPBio – Programa de Pesquisa em Biodiversidade

UFRR – Universidade Federal de Roraima

SUMÁRIO

	RESUMO	
	ABSTRACT	
	LISTA DE FIGURAS	
	LISTA DE TABELAS	
	LISTA DE ABREVIATURAS	
1	INTRODUÇÃO	17
1.1	Conceituação Geral.....	18
2	OBJETIVOS	22
2.1	Objetivo Geral.....	22
2.2	Objetivos Específicos.....	22
3	MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1	Áreas de Estudo.....	23
3.1.1	Campo Experimental Água Boa.....	23
3.1.2	<i>Campus</i> Cauamé.....	24
3.2	Caracterização das Áreas do Estudo.....	25
3.2.1	Caracterização Climática.....	25
3.2.2	Caracterização Pedológica.....	26
3.2.3	Caracterização Fitofisionômica.....	26
3.2.3.1	Savana Graminosa ou Gramíneo-lenhosa (Sg).....	27
3.2.3.2	Savana Graminosa + Savana Parque (Sg+Sp).....	28
3.3	Metodologia.....	28
3.3.1	Amostragem do Estoque de Biomassa.....	29
3.3.1.1	Amostragem da Biomassa Aérea.....	31
3.3.1.2	Amostragem de Solo/Raiz.....	32
3.3.2	Triagem das Raízes.....	34
3.4	Análise dos Dados.....	34
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1	Estoques de Biomassa por Categoria de Diâmetro e Profundidade (Distribuição Vertical).....	36
4.2	Estoque de Biomassa de Raízes por Fitofisionomias.....	38
4.3	Estoque de Biomassa de Raízes por Classes de Solo.....	41

4.4	Distribuição Vertical de Biomassa de Raízes por Fitopedounidades.....	43
5	CONCLUSÕES	47
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICES	55

1 INTRODUÇÃO

Estimativas dos estoques de biomassa/carbono em ecossistemas tropicais vem sendo tema de importantes debates científicos nos últimos anos (IPCC, 1997; IPCC, 2007a). Esta quantificação faz parte das negociações que vem sendo realizadas entre países desde o estabelecimento da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima (UNFCCC) na RIO 92 (FEARNSIDE, 1997, 2000; HOUGHTON; DAVIDSON; WOODWELL, 1998). Desde então, os países signatários da Convenção possuem a responsabilidade de realizar inventários de seus estoques (reservatórios) de carbono e da emissão de gases do efeito estufa pela queima de biomassa ou derivados do petróleo (combustíveis fósseis). Esta é uma importante tarefa para entender as responsabilidades pelo aquecimento global e as alternativas de mitigação desta ação climática (IPCC, 2007a; IPCC, 2007b).

O Brasil apresentou seu último inventário na forma de uma comunicação inicial no ano de 2004, onde foi claramente explícito que as emissões derivadas do uso e da mudança do uso da terra na Amazônia foram responsáveis por mais de 75% do total de CO₂ emitido pelo Brasil no período de 1990-94 (BRASIL, 2004). O mesmo valor foi apresentado no relatório preliminar que o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) divulgou pouco antes da COP-15 de Copenhagen, em dezembro de 2009 (BRASIL, 2009). A maior parte das emissões é derivada da queima de biomassa em ecossistemas florestais devido aos desmatamentos que ocorrem em toda a região (NOBRE, 2001; FEARNSIDE, 2003). Apesar de muitas controvérsias sobre a correta quantificação do estoque de biomassa/carbono acima e abaixo do solo nestes ecossistemas florestais, estes vêm evoluindo significativamente nos últimos anos (FEARNSIDE, 1994, 1997, 2000; HIGUCHI *et al.*, 1994; LAWRENCE *et al.* 1999; SAATCHI *et al.*, 2007; NOGUEIRA *et al.*, 2008). Contudo, sistemas não florestais amazônicos são pobremente estudados quanto ao seu real papel nos estoques de carbono/biomassa.

Savanas, campos e demais paisagens não florestais amazônicas, seguindo a definição do sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992), representam ca. 5% de todo o Bioma Amazônia: cerca de 233.000 km² de áreas originais ou 178.000 km² de remanescentes ainda não antropizados, segundo o relatório do PROBIO para a Amazônia (BRASIL, 2006). Estes ecossistemas são muito pouco estudados, apesar de emitirem grandes quantidades de gases do efeito

estufa para a atmosfera devido às frequentes queimas da biomassa acima do solo (ANDREAE; MERLET, 2001; BARBOSA, 2001; BARBOSA; FEARNSIDE, 2005). A principal falha está na falta de conhecimento sobre o estoque de carbono na forma de biomassa abaixo do solo (raízes ou biomassa subterrânea). No Bioma Cerrado, este compartimento pode alcançar profundidades superiores a 6 m com estoque de biomassa subterrânea de aproximadamente 41 t.ha^{-1} (ABDALA *et al.*, 1998), ou mesmo atingir grandes somas à 2 m de profundidade, com estimativas de estoque de carbono de 270 t.ha^{-1} (PAIVA; FARIA, 2007).

A relação entre biomassa acima do solo e abaixo do solo (*root:shoot*) em sistemas de savanas é muito variável, mas geralmente se situa acima de 1:1, sempre dependendo da profundidade avaliada (DELLITI; PAUSAS; BURGER, 2001; OLIVEIRA; FIDELIS; MÜLLER, 2009), embora em áreas de savanas venezuelanas esta proporção possa ser inferior a um (GRACE *et al.*, 2006). Esta relação entre o total de biomassa abaixo (raiz) e acima (parte aérea) do solo é muito importante porque permite inferir estimativas robustas e rápidas sobre o total de carbono abaixo do solo, sem precisar derivar continuamente amostragens destrutivas (em geral, despendendo tempo e recursos financeiros escassos). Desta forma estudos que quantifiquem esta relação em diferentes fitofisionomias de savana na Amazônia, sob diferentes condições ambientais (e.g. drenagem e classes de solo), podem contribuir para a formatação de números mais adequados que contribuam com a valoração e a conservação destes ecossistemas não florestais amazônicos. A valoração de áreas de vegetação aberta na Amazônia é importante para evitar que se transformem em vítimas do REDD (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation) devido ao natural redirecionamento das atividades impactantes para este tipo de sistema (STICKLER *et al.*, 2009).

1.1 Conceituação Geral

A evolução de um sistema radicular dinâmico e complexo é, sem dúvida, o mais importante mecanismo adaptativo das plantas superiores para sua perpetuação em ambientes terrestres (HARPER *et al.*, 1991 *apud* BRASSARD; CHEN; BERGERON, 2009). As raízes são diferenciadas em duas classes de acordo com seu tamanho e função: raízes finas e grossas. As raízes finas são em geral

consideradas aquelas com $\varnothing \leq 2$ mm (SNOWDON *et al.*, 2002). São as primeiras vias de entrada de água e nutrientes nas plantas, sendo que o aporte de nutrientes e carbono por este compartimento é frequentemente igual ou maior do que a entrada proporcionada pelas folhas (JACKSON; MOONEY; SCHULZE, 1997). As raízes grossas fornecem suporte e ancoragem para o componente da superfície e são de extrema importância no transporte de nutrientes e no estoque de carbono. A produção de raízes finas provavelmente representa uma grande produção total na maioria dos ecossistemas (NADELHOFFER; RAICH, 1992), sendo que o dinamismo de sua produção, morte e decomposição contribuem para a estabilização de agregados e a criação da estrutura do solo (VAN NOORDWIJK *et al.*, 2004).

A distribuição de raízes entre finas e grossas depende do genótipo da planta, da profundidade, das propriedades químicas e físicas do solo como, por exemplo, disponibilidade de nutrientes, variações climáticas e ocorrência de fogo (BRASSARD; CHEN; BERGERON, 2009). Estudos em áreas de savanas tropicais (cerrado) têm constatado que a profundidade média de enraizamento pode chegar a 15 m, com registros de maiores profundidades alcançando 68 m (CANADELL *et al.*, 1996 *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2005). No caso das raízes finas, estudos revelam que sua distribuição no sentido vertical do perfil do solo em florestas tropicais é de 85% nos primeiros 30 cm de profundidade (GOWER, 1987), sendo que em áreas de savana a concentração de raízes pode atingir até 80% nos primeiros 50 cm de profundidade (ABDALA *et al.*, 1998; CASTRO; KALFFMAN, 1998; CASTRO NEVES, 2007), alcançando até 58% nos primeiros 12 cm de profundidade (DELLITI; PAUSAS; BURGER, 2001). Entretanto, elas assumem um decréscimo exponencial com a profundidade, independente do tipo de solo e da fitofisionomia estudada (LEUSCHNER *et al.*, 2004). A distribuição vertical associada à horizontal é também condicionada ao aumento da variação no estrato vegetal. Isso porque o aumento do número de espécies/indivíduos com diferentes características de enraizamento pode atingir maior produção de raízes em comparação com uma única espécie, ou espécies similares, que concorrem em um mesmo sítio de exploração (BRASSARD; CHEN; BERGERON, 2009).

Vários fatores bióticos, como estágio sucessional e a idade podem também contribuir para determinar a razão raiz/parte aérea (root:shoot) de uma vegetação. Fatores abióticos podem também influenciar, como a diminuição da umidade que

força essa razão para o tipo de maior biomassa radicular (NADELHOFFER; ABER; MELILO, 1985). Como exemplo, em estudos realizados no norte de Austrália, o aumento da biomassa radicular ficou relacionado com a sazonalidade hídrica encontrada regionalmente, apresentando uma redução de até 40% em vegetação de savana na transição do período seco para o chuvoso (CHEN; EAMUS; HUTLEY, 2004).

No Brasil, estudos realizados no Bioma Pampa, em profundidade de 0,15 m, comparando dados de biomassa aérea e subterrânea, e ainda considerando os quatro períodos estacionais, resultaram em uma relação *root:shoot* de 1,21, indicando uma maior contribuição da porção subterrânea para o acúmulo de carbono nestas áreas abertas (OLIVEIRA; FIDELIS; MÜLLER, 2009).

No Bioma Cerrado, em estudos realizados à profundidade de 2 m, Castro; Kauffman (1998) encontraram razões de 5,5 em Campo Limpo, 7,7 em Campo Sujo, 2,6 em Cerrado *stricto sensu* e 2,9 em Cerrado Denso. Estes resultados corroboram que em áreas de vegetação aberta do tipo cerrado/savana há um grande acúmulo (estoque) de biomassa que está contida nos órgãos subterrâneos. Entretanto, também indica que a relação é maior em sistemas com baixa densidade arbórea acima do solo.

Com o avanço das discussões sobre responsabilidades sobre o aquecimento global, a ampliação dos estudos sobre biomassa subterrânea (raízes) também se transforma em um importante indicador para estabelecer as relações entre estoque de carbono aéreo e subterrâneo. Este entendimento proporciona melhor noção sobre o estoque de carbono regional, que se constitui em uma informação importante nas negociações sobre serviços ambientais e as mudanças globais do clima.

No caso específico de ecossistemas abertos amazônicos (savanas e demais ambientes campestres), estimativas do estoque de biomassa/carbono em diferentes paisagens permite determinar o papel destes ecossistemas em mecanismos de mitigação dos efeitos das mudanças climáticas globais. Investigações realizadas no Bioma Cerrado, por exemplo, indicam que a biomassa subterrânea é igual ou superior a biomassa aérea nestas paisagens de tipologia aberta.

Neste contexto, as savanas de Roraima proporcionam uma boa oportunidade de se avançar no entendimento e na quantificação do estoque de biomassa/carbono

subterrâneos em sistemas não florestais. Estas savanas são o maior bloco contínuo deste tipo de paisagem encontrado no Bioma Amazônia, possuindo diferentes fitofisionomias estabelecidas em um grande mosaico paisagístico distribuído sob diferentes classes de solos. Isto permite inferências relacionais com outros pequenos blocos de savanas em toda a Amazônia, mesmo entendendo a existência de diferenças estruturais entre eles. Desta forma, aproveitando a existência de 34 parcelas amostrais em duas áreas de savana de Roraima, este estudo endereçou os seguintes questionamentos: Qual o estoque de biomassa de raízes estabelecidas nos diferentes ambientes encontrados nestas duas áreas de savana dentro de um perfil amostral de 0,5 m de profundidade? O estoque de biomassa é dependente da profundidade nestes ambientes? Há uma relação de estoque de biomassa e fitofisionomia nas parcelas de savana amostradas? O estoque está relacionado com as classes de solo predominantes? Em caso positivo para as duas últimas questões, quais as fitopedonidades (conjunção entre fitofisionomia e classe de solo) que possuem o maior aporte de biomassa/carbono subterrâneo?

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Estimar a biomassa de raízes em diferentes fitofisionomias em duas áreas de savana de Roraima.

2.2 Objetivos Específicos

- Estimar o estoque total de biomassa em diferentes categorias de diâmetro de raízes e profundidades estudadas (distribuição vertical);
- Relacionar o estoque de biomassa de raízes às fitofisionomias de savana;
- Relacionar o estoque de biomassa de raízes às classes de solo;
- Verificar a existência de padrões de distribuição vertical de biomassa de raízes por fitopedonidades.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

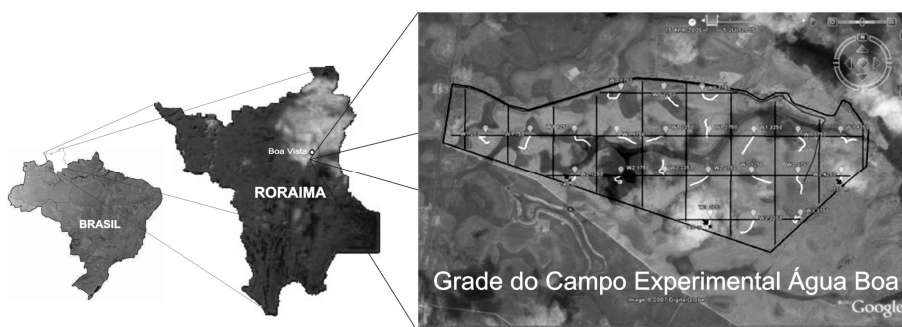
3.1 Áreas de Estudo

O estudo foi desenvolvido em duas áreas de savana situadas no município de Boa Vista (Roraima). Ambas são grades do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), vinculado ao Ministério da Ciência e Tecnologia. Em cada área foi instalado um sistema de trilhas que são caminhamentos nos sentidos norte-sul (N-S) e leste-oeste (L-O) que se cruzam a cada 500 m de distância. As parcelas estão distribuídas sistematicamente no centro da distância entre dois cruzamentos das trilhas L-O e seguem a curva de nível estabelecida no marco inicial. O PPBio adotou essa configuração para tentar minimizar os efeitos da variabilidade topográfica (MAGNUSSON *et al.*, 2005). Cada parcela possui 250 metros de comprimento e largura variável, dependendo do grupo biológico amostrado. A descrição geral dos sítios amostrais está estabelecida abaixo:

3.1.1 Campo Experimental Água Boa

O Campo Experimental Água Boa pertence à Embrapa Roraima e fica situado aproximadamente 35 km ao Sul da cidade de Boa Vista pela rodovia BR-174. O acesso à sede é feito por um ramal de aproximadamente três quilômetros de estrada de chão que liga a BR-174. O relevo é plano e as chuvas seguem os padrões da cidade de Boa Vista ($\sim 1600 \text{ mm.ano}^{-1}$). A área da grade é de 616 ha (figura 1).

Figura 1 - Campo Experimental Água Boa.



Fonte: Imagem *Ikonos* derivada do Google Earth (adaptado).

Nesta grade foram amostradas 22 parcelas estabelecidas em diferentes ambientes de savana. Cada parcela representa uma unidade amostral com condições próprias de vegetação, tipo de solo e influência sazonal do lençol freático. Ambientes de tipologia herbácea dominam as partes centro-oeste e norte-sul desta grade, caracterizando paisagens com ausência quase que total de indivíduos arbóreos (ARAÚJO; BARBOSA, 2007).

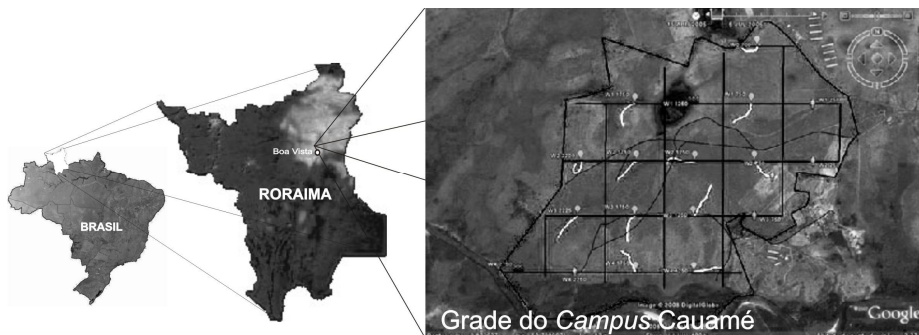
Espécies das famílias Poaceae e Cyperaceae formam grandes formações gramíneas que estabelecem um tapete de vegetação contínuo adaptado a solos hidromórficos saturados sazonalmente devido à presença de lagos ligados por largos canais de drenagem.

O setor leste da grade possui ambientes em mosaico de savana parque com savana gramínea do tipo “campo sujo” entremeado por uma vereda de buritis. Neste setor da grade os solos são moderadamente drenados e possuem apenas situações pontuais de alagamento.

3.1.2 *Campus Cauamé*

O *Campus Cauamé* pertence à Universidade Federal de Roraima (UFRR) e está situado a aproximadamente 15 km ao Norte da cidade de Boa Vista, pela rodovia BR-174, sentido Pacaraima. O acesso é feito pelo ramal de entrada à região do Monte Cristo I até o Centro de Ciências Agrárias (CCA/UFRR). A área da grade é de 498 ha (figura 2).

Figura 2 – *Campus Cauamé*.



Fonte: Imagem *Ikonos* derivada do Google Earth (adaptado).

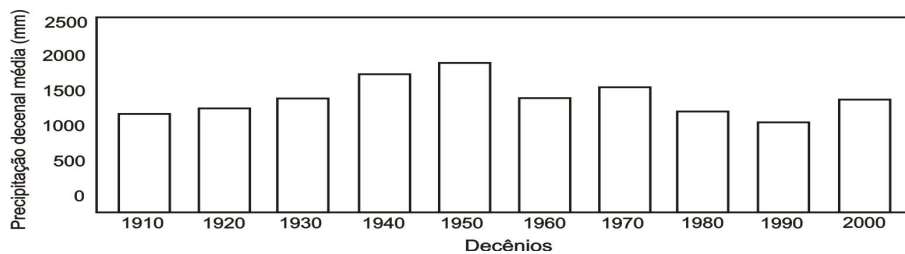
O relevo desta área é plano a suavemente ondulado e possui forte influencia da Formação Apoteri. Na área da grade existem 12 tipos de solos (BENEDETTI, 2007) que determinam diferentes fitofisionomias (ARAÚJO; BARBOSA, 2007). Os tipos parqueados e de campo sujo são mais representativos, ocorrendo em quase todo o *Campus*. As paisagens graminosas são menos numerosas em área, e são influenciadas pela sazonalidade das chuvas. Estas últimas estão estabelecidas em ambientes do tipo “brejo” (próximo da margem esquerda do rio Cauamé), lagos e pequenas baixas do principal igarapé que corta a grade. Da mesma forma que o Água Boa, a pluviosidade é similar a encontrada em Boa Vista, com os picos de chuva (maio-agosto) e seca (dezembro-março) ocorrendo na mesma época do ano. Foram consideradas 12 parcelas amostrais que seguem o mesmo padrão estabelecido para o Água Boa.

3.2 Caracterização das Áreas do Estudo

3.2.1 Caracterização Climática

O tipo climático da área de savana que engloba os sítios de estudo é o mesmo determinado para toda a região norte-nordeste de Roraima: Aw, segundo a classificação de Köppen (BRASIL, 1975). A precipitação média nas áreas do estudo é de aproximadamente 1.600-1.700 mm.ano⁻¹ (figura 3), levando em consideração os dados gerais da Estação do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) sediada em Boa Vista (Araújo *et al.*, 2001). A maior concentração de chuvas (58%) é verificada entre maio e julho, e a menor (9%) entre dezembro e março (BARBOSA, 1997).

Figura 3 – Precipitação média decenal da cidade de Boa Vista-RR (1910-2000).

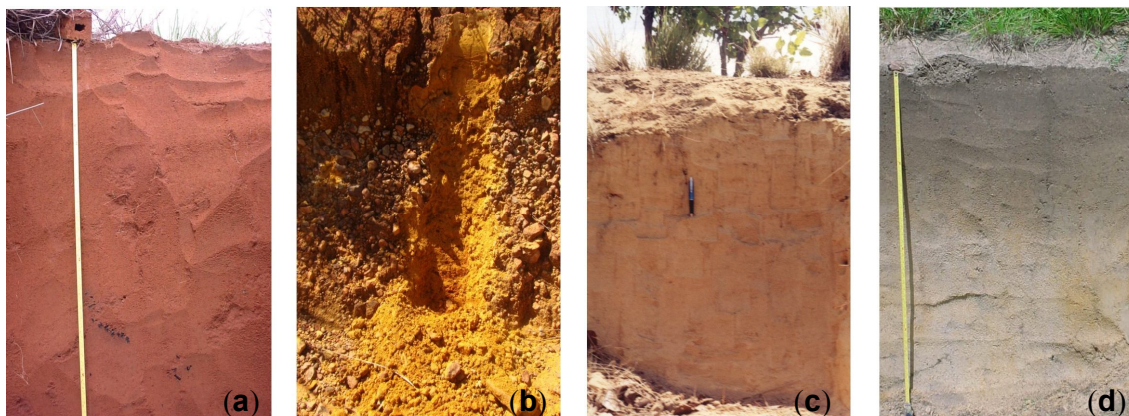


Fonte: adaptado de Barbosa (1997).

3.2.2 Caracterização Pedológica

A região onde as áreas do estudo foram estabelecidas é caracterizada pedologicamente pela presença das seguintes classes de solo: (i) LATOSSOLO VERMELHO (LV) (figura 4-a) originado a partir de sedimentos terciários da Formação Boa Vista com influência da Formação Apoteri (Brasil, 1975), (ii) PLINTOSSOLO PÉTRICO (FF) (figura 4-b) formado com forte presença de afloramentos de cangas lateríticas, (iii) LATOSSOLO AMARELO (LA) (figura 4-c) e ARGISSOLO AMARELO (PA) formados a partir de sedimentos pré-intemperizados argilo-arenosos da Formação Boa Vista e, (iv) GLEISSOLO (G) (figura 4-d), formado a partir de sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista. Este último, localizando-se em áreas abaciadas onde sofre uma forte influencia de hidromorfismo (MELO; GIANLUPPI; UCHÔA, 2003).

Figura 4 - Classes de Solos presentes nas Áreas do Estudo: (a) - LATOSSOLO VERMELHO; (b) - PLINTOSSOLO PÉTRICO; (c) - LATOSSOLO AMARELO; (d) - GLEISSOLO.



Fonte: adaptado de Vale Júnior (2005).

3.2.3 Caracterização Fitofisionômica

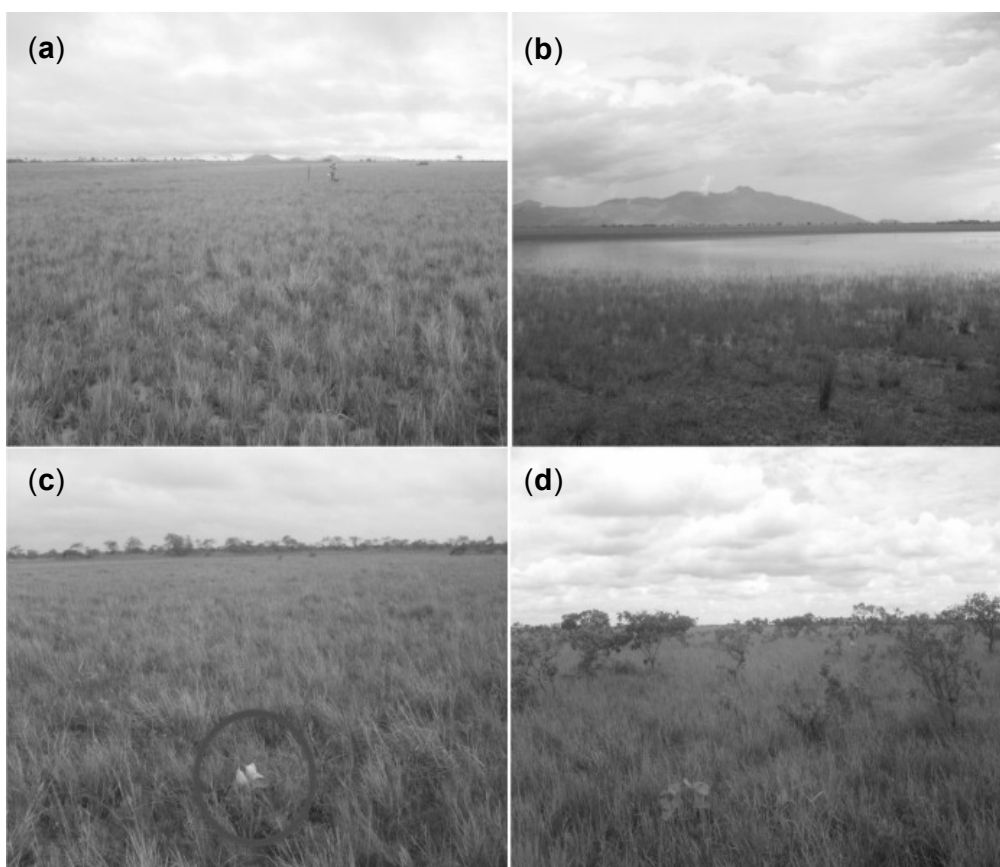
As áreas do estudo apresentam uma reduzida diversidade fitofisionômica em relação às sete derivações propostas por Miranda; Absy; Rebelo (2003) e citadas por Barbosa; Miranda (2005), em especial devido ao tamanho reduzido das áreas.

Foram constatadas as presenças de dois tipos fitofisionômicos, além de um mosaico de ambos, descritos a seguir:

3.2.3.1 Savana Graminosa ou Gramíneo-lenhosa (Sg)

É uma fitotipologia onde predomina o extrato graminoso, apresentando duas subunidades paisagísticas: (i) Savana Gramíneo-lenhosa do tipo Campo Limpo (Sg-cl), caracterizada pela dominância do extrato graminoso (figura 5-a), onde na estação chuvosa formam-se lagos sazonais devido ao afloramento do lençol freático (figura 5-b) e pela presença, ou não, de uma espécie subarbusciva de pequeno porte (*Byrsonima verbascifolia* L.) (figura 5-c), e (ii) Savana Gramíneo-lenhosa do tipo Campo Sujo (Sg-cs), que apresenta maior densidade de espécies arbóreo-arbustivas (figura 5-d).

Figura 5 – Fitofisionomias presentes nas Áreas de Estudo.



3.2.3.2 Savana Graminosa + Savana Parque (Sg + Sp)

Trata-se de uma área de transição entre a Savana Gramíneo-lenhosa do tipo Campo sujo (Sg-cs) e a Savana Parque (Sp). Esta fitofisionomia possui maior densidade de indivíduos arbóreos, com maior grau de cobertura (figura 6). Nesta fisionomia são encontradas espécies arbóreo-arbustivas como *Curatela americana* L.f., *Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth, *B. coccolobifolia* Kunth e *Roupala montana* Aubl.

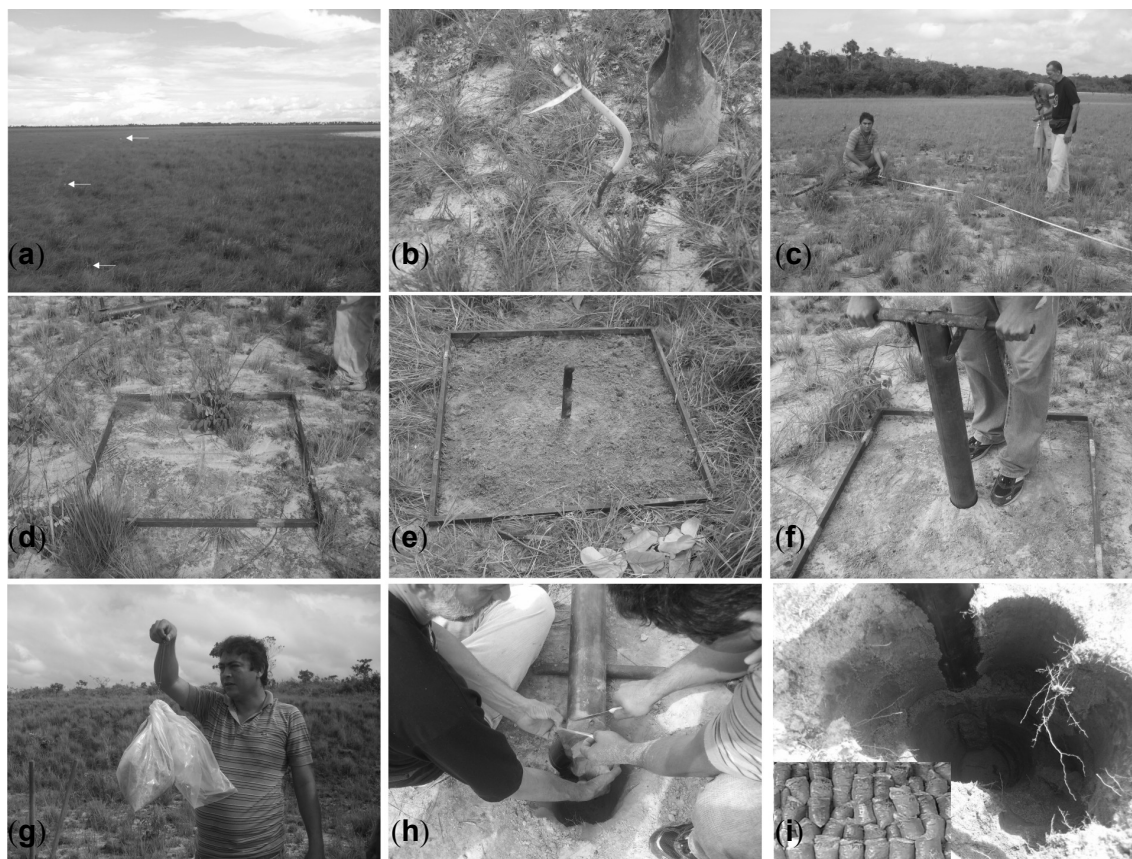
Figura 6 – Savana Gramíneo-lenhosa Parqueada.



3.3 Metodologia

As atividades de coleta e estimativa da biomassa de raízes em diferentes fitofisionomias foram realizadas entre Junho de 2009 a Fevereiro de 2010 nas duas áreas de savana descritas acima, conforme as seguintes etapas de trabalho de campo (figura 7a-i) e laboratório.

Figura 7 – Alguns dos trabalhos desenvolvidos em campo: (a) – setas apontando localização da trilha de caminhada; (b) – marco na trilha; (c) – localização de sitio da amostragem; (d) e (e) – local de amostragem; (f) – coleta de amostra; (g) – mensuração de amostra em campo; (h) – retirada de amostra; (i) – coletor e algumas amostras colhidas.



3.3.1 Amostragem do Estoque de Biomassa

Antes do início das coletas, cada parcela foi totalmente vistoriada no sentido de se estabelecer uma fitofisionomia que representasse alguma categoria de savana prevista no sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE, 1992), sendo então registrado em um banco de dados digital.

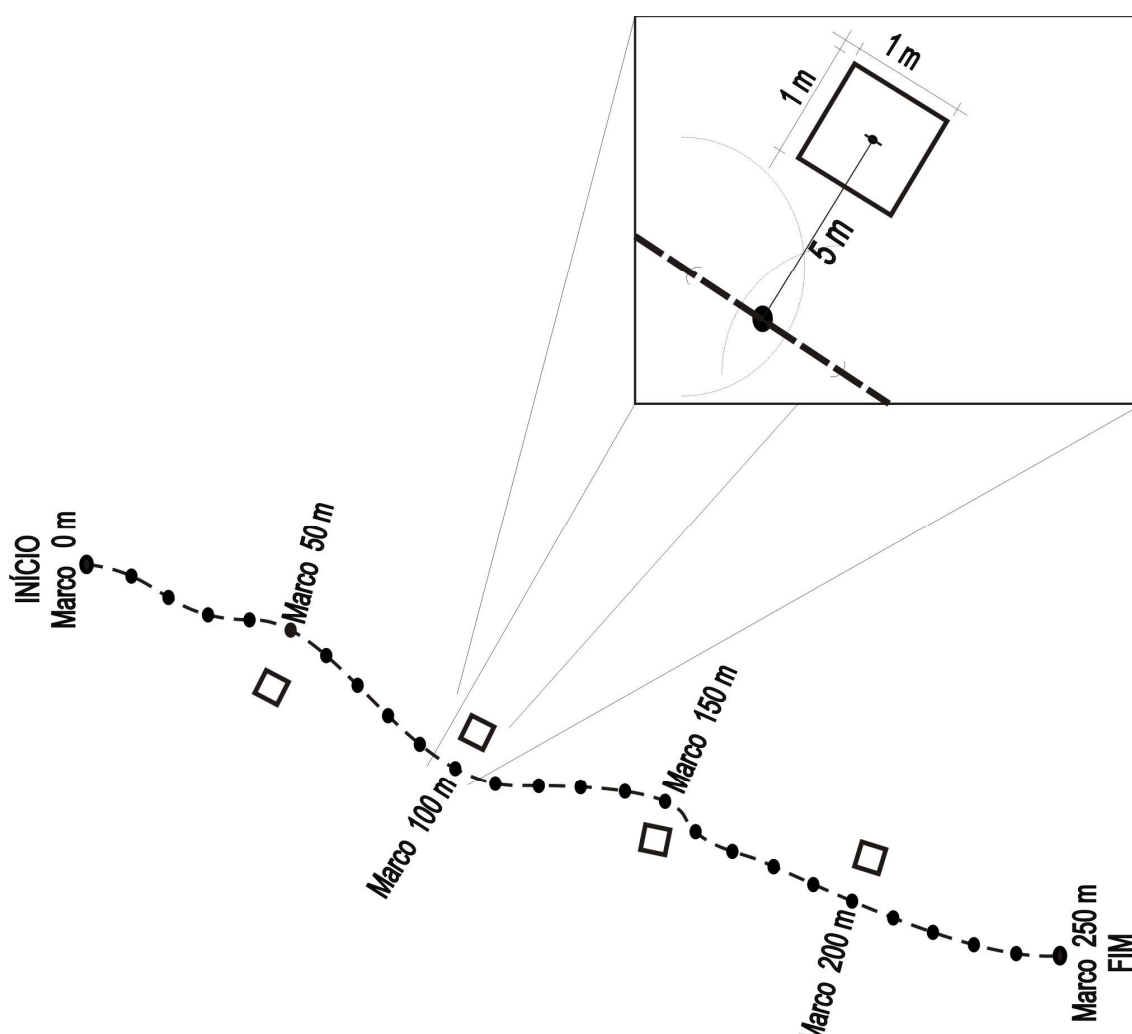
O esquema de amostragem da biomassa dentro da parcela seguiu o que determina o protocolo Biomassa de Raízes em Ecossistemas de Savana (INPA, 2010) para as áreas de vegetação aberta do PPBio. Desta forma, na parcela estudada, seguindo a trilha de caminhada, a primeira subamostra foi coletada perpendicularmente à 5 metros da direita do marco de 50 metros, tendo seu ponto

de localização direcionado pelo encontro da mediana formada entre o marco anterior e o caminhamento normal em linha reta na trilha estudada.

Da mesma forma, a segunda foi realizada a 100 metros à esquerda, a terceira a 150 metros à direita e a quarta a 200 metros à esquerda.

As amostras de solo/raiz foram realizadas no ponto encontrado, e a biomassa aérea em um espaço circunvizinho de um metro quadrado (figura 8).

Figura 8 - Desenho esquemático de uma parcela em um Campo Experimental.



O objetivo deste desenho amostral foi o de tentar obter o maior nível de variabilidade dentro de cada parcela excluindo-se o marco inicial ("0") e final ("250") para evitar possíveis interferências de caminhamento/pisoteio de outros estudos. O

lado (E ou D) da subamostragem poderia ser diferentemente alternado caso no local exato da coleta existisse algum tipo de interferência como uma trilha, uma estrada, uma rocha ou o fundo de um igarapé. Em qualquer outra situação o desenho permaneceu da forma original para manter a independência amostral e a representatividade da variabilidade natural da fitofisionomia e/ou do tipo de solo.

3.3.1.1 Amostragem da Biomassa Aérea

Foi realizada uma coleta destrutiva do estrato herbáceo utilizando um gabarito (1,00m x 1,00m) confeccionado em *metalon* de espessura 20 x 20 mm, onde toda a biomassa aérea presente dentro do gabarito foi cortada rente ao solo com o auxílio de faca serrilhada, coletada e pesada com auxílio de uma balança para determinação de seu peso úmido total.

Uma amostra representativa (~10-20%) desta biomassa era extraída, mensurada (peso úmido da amostra) e levada ao laboratório para determinação do peso seco através de desidratação em estufa a 70° C até a obtenção do peso constante. Com os dados obtidos (peso úmido e peso seco da amostra) foi possível dimensionar uma média geral do estoque de biomassa (viva e morta) acima do solo presente em cada parcela. Este valor foi utilizado para posterior determinação da relação *root:shoot* de cada uma das parcelas e, em seguida, para cada tipo de solo e fitofisionomia de cada área amostral.

Quando a amostragem do gabarito de *metalon* encontrava a presença de vegetação arbóreo-arbustiva, este era substituído por um gabarito de barbante mantendo o centro da parcela em sua forma original. Isto foi feito com o objetivo de não deslocar o centro da unidade amostral, neste caso, os parâmetros utilizados como base para determinação da biomassa arbóreo-arbustiva aérea foram derivados da regressão múltipla apresentada por Barbosa; Fearnside (2005) para as savanas de Roraima:

$$\ln(\mathbf{Bd}) = a + b \ln(\mathbf{Ht}) + c \ln(\mathbf{Db}) + d \ln(\mathbf{Dc})$$

onde:

Bd = biomassa acima do solo dos indivíduos arbóreo-arbustivos (peso seco);

Db = diâmetro de base medido à 2 cm do solo;

Dc = diâmetro médio da copa reconhecido (média do maior e do menor diâmetro de cada indivíduo);

Ht = altura total do indivíduo.

3.3.1.2 Amostragem de Solo/Raiz

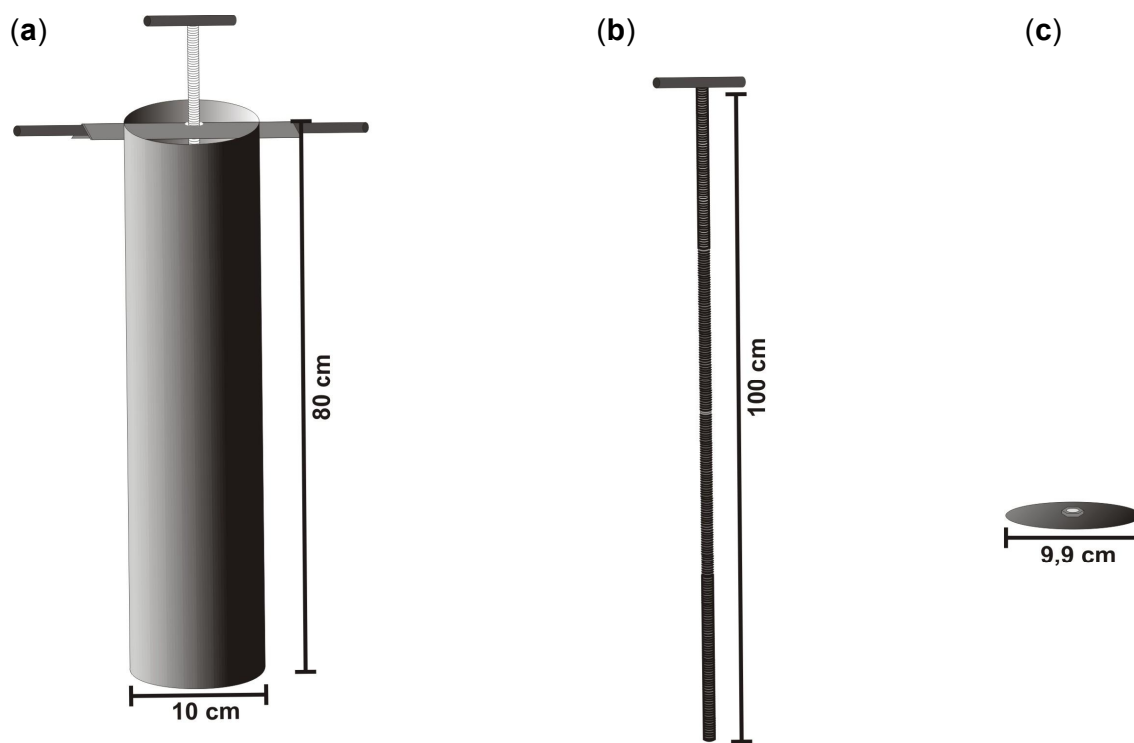
Os trabalhos de campo desta etapa consistiram na classificação do solo confrontando as coordenadas do local de coleta e os dados de estudos efetuados na área como os trabalhos de Benedetti (2007) para o *Campus* Cauamé e o trabalho da EMBRAPA (1990) para o Campo Experimental Água Boa.

No *Campus* Cauamé foram realizadas 7 amostras em duas parcelas amostrais em LATOSSOLO VERMELHO (LV), totalizando 35 subamostras. No LATOSSOLO AMARELO (LA) foram realizadas 21 amostras em 4 parcelas amostrais, totalizando 105 subamostras dessa classe de solo, enquanto no ARGISSOLO AMARELO (PA) foram realizadas 8 amostras em 2 parcelas amostrais, totalizando 40 subamostras. Não foram realizadas amostras no PLINTOSSOLO PÉTRICO (FF) devido à dificuldade de realizar coletas neste tipo de solo, o que poderia ocasionar danos ao extrator de raízes.

No Campo Experimental Água Boa foram estabelecidas 16 amostras em 4 parcelas amostrais em LATOSSOLO AMARELO (LA), totalizando 80 subamostras. O ARGISSOLO AMARELO (PA) foi representado por 8 amostras em 2 parcelas amostrais, totalizando 40 subamostras, enquanto no GLEISSOLO (G) foram feitas 27 amostras em 10 parcelas amostrais, totalizando 135 subamostras.

O conjunto de quatro subamostras formava uma amostra representativa de cada parcela ($n = 1$), todas sendo coletadas com um coletor específico (trado), baseado no sistema *Plant Root Sampling* (P3.01-Singer Root Auger), elaborado pela Eijkelkamp Agrisearch Equipment. Este amostrador foi confeccionado em aço, de forma cilíndrica com 80 cm de altura, diâmetro (\emptyset) interno = 10 cm e 2 mm de espessura de parede (figura 9-a). Uma haste helicoidal com $\emptyset = 2,5$ cm foi encaixada em uma porca situada em uma barra na parte superior do coletor (figura 9-b), com um disco metálico de $\emptyset = 9,9$ cm encaixado dentro do cilindro (figura 9-c). Na parte externa, o coletor foi graduado de 10 cm em 10 cm no sentido de prover informações sobre diferentes profundidades do solo.

Figura 9 – Esquema geral do coletor de raízes.



Cada subamostragem de solo foi subdividida em 5 profundidades, correspondendo a partes individuais derivadas de múltiplos de 10cm dentro do perfil estabelecido: 0,0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm, 30-40 cm e 40-50 cm. Cada uma destas partes foi retirada do coletor com o auxílio de uma faca serrilhada e conservadas em sacos de plástico com a devida identificação. Em seguida, todas foram pesadas (peso de campo, considerado como peso úmido) com o auxílio de uma balança mecânica (2,5 Kg) antes do encaminhamento ao laboratório para determinação do peso seco ao ar (TFSA). Estes dados foram utilizados para a determinação da umidade (base peso seco) do solo nas diferentes profundidades observadas, seguindo-se à estimativa de sua densidade (peso seco do solo sobre o seu volume saturado). Após estas operações, a amostra (solo + raízes) foi reservada para posterior triagem das raízes de cada perfil.

O método comumente empregado para cálculo da densidade utiliza amostras coletadas com “Anel de Kopecky” extraídas da parede lateral do perfil do solo (EMBRAPA, 2006). O protocolo deste estudo está assumindo o cálculo da densidade a partir do o peso seco do solo obtido em cada profundidade amostral

dividido por seu volume estimado. Isso foi feito com o objetivo de estimar a biomassa subterrânea de raízes estabelecida em diferentes profundidades densidades de solo.

3.3.2 Triagem das Raízes

Após as mensurações do solo, estes foram submetidas a dois processos de peneiramento: o primeiro com malha de 5 mm para destorroamento do material mais grosseiro e, o segundo com malha de 2 mm para separação física das partículas de solo das raízes. Em ambos os casos houve uma triagem manual de raízes que foram acondicionadas em saco plástico e identificadas por perfil.

O solo residual foi submetido ao processo de flotação. Este método consistiu em adicionar água ao solo residual para que o material vegetal (mais leve), não visível na primeira etapa, flutuasse e pudesse ser recolhido e somado ao anterior. Para este processo foram utilizadas duas peneiras em aço zincado com \emptyset de malha = 0,25 mm e 0,212 mm para separação do material mineral do orgânico (raízes). A primeira com o intuito de retirar o material residual mais grosseiro e a segunda para refinar a coleta. Pedacos visíveis de carvão, folhas, sementes ou outros resíduos que não-raízes, foram eliminados da amostra.

Após este processo, as raízes foram desidratadas em estufa a 60°C até atingir peso constante. Em seguida foram separadas por categorias de diâmetro segundo recomendado por Snowdon *et al.* (2002): < 2 mm (raízes finas), 2-5 mm, 5-50 mm e > 50 mm. Isto foi realizado com o auxílio de uma régua metálica graduada em milímetros. Todas as categorias foram devidamente pesadas (g) individualmente formando um banco de dados geral para a construção da média de biomassa subterrânea por profundidade e categoria de diâmetro em cada tipo de solo e fitofisionomia.

3.4 Análise dos Dados

Após o trabalho de campo, todos os dados foram computados em um banco de dados alinhado sequencialmente pelos níveis amostrais iniciais até os níveis finais de cálculo. Desta forma, foram gerados gráficos de linhas e de barras, além de tabelas demonstrativas dos valores obtidos para os diferentes estratos de

profundidade, fitofisionomia e classe de solo, com o intuito de responder as questões específicas detalhadas neste estudo. Diferenças entre as médias das fitofisionomias e das classes de solo foram verificadas através da Análise de Variância (ANOVA) no nível de 5%, seguida do Teste de Tuckey no caso de significância (ZAR, 1999). Da mesma forma, para entender se haviam diferenças significativas entre as fitopedunidades formadas (conjunção das Classes de Solo *versus* Fitofisionomias) foi adotada uma Análise de Variância (ANOVA) no nível de 5% (ZAR, 1999), aproveitando a biomassa de raízes obtida em cada uma das parcelas e classificadas segundo sua fitopedunidade correspondente. Neste estudo, fitopedunidades são unidades da paisagem que associam o tipo de vegetação acima do solo e a classe de solo, como definido por Sombroek *et al.* (2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e a discussão de cada objetivo específico foram detalhados na forma de tópicos, conforme descrito abaixo:

4.1 Estoques de Biomassa por Categoria de Diâmetro e Profundidade (Distribuição Vertical)

O estoque total de biomassa de raízes no Campo Experimental Água Boa, independente da classe de solo ou da fitofisionomia, foi de 2165,25 g.m⁻² ou 21,39 Mg.ha⁻¹ considerando a ponderação pela estimativa da densidade do solo. As raízes finas ($\varnothing < 2$ mm) foram as mais abundantes, representando 99,7% do total amostrado no perfil. Raízes médias (~0,3%) foram raras na maioria dos perfis amostrados dentro das parcelas, enquanto as raízes grossas não foram detectadas em nenhuma oportunidade nesta grade (tabela 1).

Tabela 1 - Distribuição do estoque da biomassa de raízes (g.m⁻²) em diferentes profundidades e diâmetro de raízes na grade de savana do Água Boa (PPBio-Roraima).

Profundidade (cm)	Fina ($\varnothing < 2$ mm)		Média ($\varnothing = 2-5$ mm)		Grossa ($\varnothing > 5$ mm)		Total		
	g.m ⁻²	%	g.m ⁻²	%	g.m ⁻²	%	g.m ⁻²	%	
00-10	673,98	31,23	3,10	42,47	0,00	-	677,07	31,27	
10-20	565,17	26,19	3,07	42,12	0,00	-	568,25	26,24	
20-30	426,14	19,75	1,12	15,41	0,00	-	427,26	19,73	
30-40	299,39	13,87	0,00	0,00	0,00	-	299,39	13,83	
40-50	193,28	8,96	0,00	0,00	0,00	-	193,28	8,93	
Total	2157,96	100,00	7,29	100,00	0,00	0,00	2165,25	100,00	
Total Ponderado (Mg.ha ⁻¹)*								21,39	

* Ponderado pela estimativa da Dap.

No *Campus Cauamé*, o estoque total de biomassa de raízes, independente da classe de solo ou da fitofisionomia, foi de 1568,29 g.m⁻² ou 15,35 Mg.ha⁻¹ considerando a ponderação pela estimativa da densidade do solo, sendo esse resultado inferior em ~27,5% ao do Água Boa. As raízes finas ($\varnothing < 2$ mm) continuaram mais abundantes (98,33%), seguidas das médias (1,55%) e das grossas (0,11%), que nesta grade obteve representação (tabela 2).

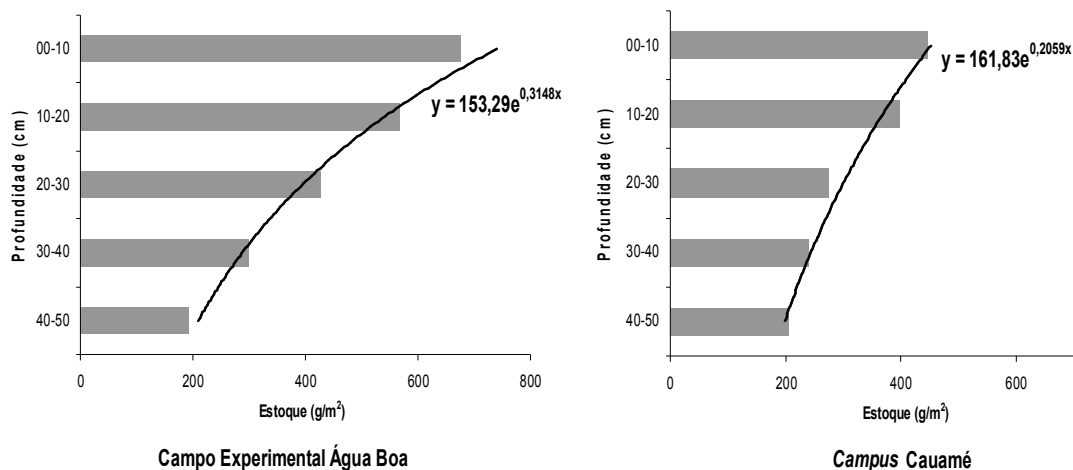
Tabela 2 - Distribuição do estoque da biomassa de raízes (g.m^{-2}) em diferentes profundidades e diâmetro de raízes na grade de savana do *Campus* Cauamé (PPBio-Roraima).

Profundidade (cm)	Fina ($\text{Ø} < 2\text{mm}$)		Média ($\text{Ø} = 2-5\text{mm}$)		Grossa ($\text{Ø} > 5\text{mm}$)		Total	
	g.m^{-2}	%	g.m^{-2}	%	g.m^{-2}	%	g.m^{-2}	%
00-10	436,94	28,33	10,93	44,85	0,00	0,00	447,87	28,56
10-20	388,31	25,18	9,55	39,19	0,00	0,00	397,86	25,37
20-30	273,64	17,74	2,79	11,47	0,00	0,00	276,44	17,63
30-40	238,56	15,47	0,00	0,00	1,77	100,00	240,33	15,32
40-50	204,71	13,27	1,10	4,50	0,00	0,00	205,81	13,12
Total	1542,16	100,00	24,37	100,00	1,77	100,00	1568,29	100,00
Total Ponderado (Mg.ha^{-1})*							15,35	

* Ponderado pela estimativa da Dap.

No *Campus* Cauamé, o estoque de biomassa na coluna amostral (0-50 cm) decaiu exponencialmente, registrando um total de $447,87 \text{ g.m}^{-2}$ (28,56%) entre 0-10 cm de profundidade, e de $205,81 \text{ g.m}^{-2}$ (13,12%) entre 40-50 cm de profundidade. No Campo Experimental Água Boa, o estoque de biomassa na coluna amostral (0-50 cm) também decaiu exponencialmente, sendo registrado um total de $677,07 \text{ g.m}^{-2}$ (31,27%) na profundidade mais superficial (0-10 cm) e de $193,28 \text{ g.m}^{-2}$ (8,93%) na mais profunda (figura 10).

Figura 10 – Variação do estoque de biomassa de raízes (g.m^{-2}) em diferentes categorias de profundidade do solo nas áreas de estudo.



Com exceção da categoria 40-50 cm, o Campo Experimental Água Boa possui médias de estoque de biomassa superior àquelas determinadas no *Campus*

Cauamé. Por outro lado, a biomassa total na profundidade 0-20 cm alcançou uma média de 57,42% no Água Boa e 53,51% no Cauamé. No trabalho de Menaut; Cesar (1979) foi observado um total de 80% de biomassa de raízes nos primeiros 30 cm de profundidade em uma área de savana de Lamto (Costa do Marfim, África). Este resultado é similar aos valores determinados no estudo de Roraima, onde foi verificado um percentual de 70-80% deste componente nos primeiros 30 cm do perfil vertical.

Os valores de biomassa total de raízes encontrados até 50 cm de profundidade para o Água Boa (21,39 Mg.ha⁻¹) e Cauamé (15,35 Mg.ha⁻¹) são expressivos quando comparados aos 40 Mg.ha⁻¹ de biomassa calculadas para profundidade de 6,2 m em um cerrado *sensu stricto* do Brasil Central por ABDALA *et al.* (1998). A diferença entre valores pode ser explicada tanto pela maior profundidade amostral quanto pela fitofisionomia mais arborizada avaliada no Brasil Central. O estoque de biomassa de raízes em ambientes mais arborizados possui maior equilíbrio entre raízes finas, médias e grossas, enquanto que em ambientes com ausência quase total do estrato arbóreo-arbustivo há maior predominância de raízes finas. A maior parte delas estabelecida nos primeiros 30 cm de profundidade.

4.2 Estoque de Biomassa de Raízes por Fitofisionomias

O estoque de biomassa de raízes por fitofisionomia foi calculado observando-se a média de cada paisagem definida pelas parcelas amostrais. Desta forma, cada parcela representou um valor para a sua fisionomia correspondente por área amostral. A média da soma das parcelas de cada área resultou em um valor individual de cada fitofisionomia, com isso, foram derivados valores da relação *root:shoot* para cada uma das parcelas amostradas e, da mesma forma, obteve-se resultados gerais para cada uma das fitofisionomias aproveitando as estimativas de biomassa acima do solo.

No Água Boa o estoque de biomassa de raízes não apresentou diferenças significativas entre as três fitofisionomias avaliadas no nível de 5% (ANOVA fator único) tomando como base a biomassa de cada intervalo de profundidade. A relação entre biomassa da parte aérea e subterrânea (*root:shoot*) foi numericamente maior no mosaico Sg + Sp (1:3,13). Isso foi principalmente devido à menor quantidade de biomassa acima do solo delimitada pelo método amostral (tabela 3).

Tabela 3 – Relação *root:shoot* calculada na grade de savana do Campo Experimental Água Boa.

Fitofisionomia	Estoque de Biomassa/Profundidade (g.m ⁻²)						Biomassa Acima do Solo (Mg.ha ⁻¹)	Estoque Raízes (Mg.ha ⁻¹)	Root:Shoot
	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Total			
Sg (cl)	692,26	581,11	437,02	302,89	193,50	2206,78	7,83	22,07 a	2,82
Sg (cs)	579,65	468,88	335,18	249,88	169,02	1802,61	7,60	18,03 a	2,37
Sg + Sp	611,16	529,35	414,44	311,31	215,18	2081,45	6,64	20,81 a	3,13

(a) – valores com letras iguais indicam igualdade no nível de 5% (ANOVA fator único).

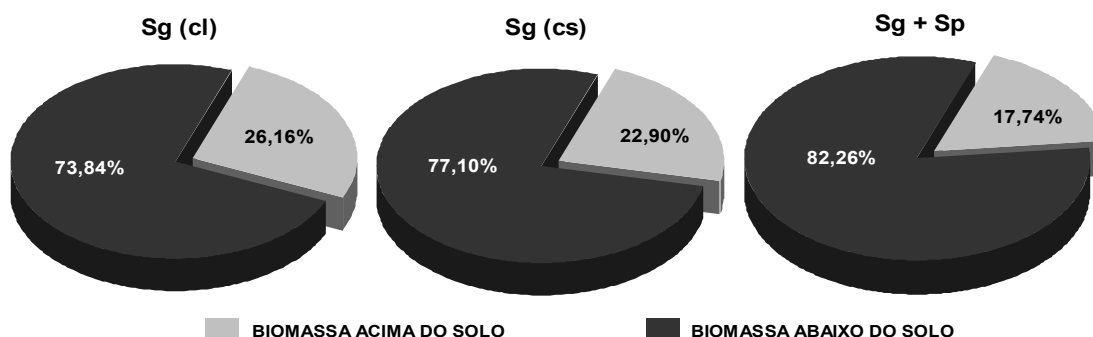
No Cauamé, a biomassa de raízes também não diferiu significativamente entre as três fitofisionomias no nível de 5% (ANOVA fator único). Os valores da relação *root:shoot* para fitofisionomias amostradas nesta grade foram maiores que seus correspondentes na grade do Água Boa, sendo que, por ordem crescente foram estabelecidas as seguintes relações: Sg-cl < Sg-cs < Sg+Sp. Esta última com valor de 1:5,64 (tabela 4).

Tabela 4 – Relação *root:shoot* calculada na grade de savana do Campus Cauamé.

Fitofisionomia	Estoque de Biomassa/Profundidade (g.m ⁻²)						Biomassa Acima do Solo (Mg.ha ⁻¹)	Estoque raízes (Mg.ha ⁻¹)	Root:Shoot
	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50	Total			
Sg (cl)	432,91	377,04	246,06	226,48	168,39	1450,87	5,09	14,51 a	2,85
Sg (cs)	473,53	425,32	294,99	243,65	218,88	1656,39	4,67	16,56 a	3,55
Sg + Sp	373,70	324,89	248,92	246,59	207,75	1401,85	2,49	14,02 a	5,64

Tomando por base a média dos resultados dos dois campos experimentais, foi obtida uma relação *root:shoot* de 2,82 para Sg-cl, 3,37 para Sg-cs e de 4,64 para o mosaico Sg+Sp. Todos estes valores são pouco abaixo daqueles obtidos por Castro; Kauffman (1998) para diferentes ambientes (abertos e arborizados) do Cerrado do Brasil Central. Portanto, nossos resultados remetem para a importância da biomassa subterrânea nos sistemas de savanas investigados neste estudo, visto que, na média dos dois campos, a savana gramíneo-lenhosa de tipologia “campo limpo” apresentou um percentual de 73,84% de biomassa abaixo do solo (50 cm), enquanto “campo sujo” e o mosaico Sg+Sp derivaram valores de 77,10% e 82,26%, respectivamente (figura 11).

Figura 11 – Proporção do estoque de biomassa (acima e abaixo do solo), por fitofisionomia, para as duas grades de savanas do estudo.



Os resultados obtidos neste estudo refletem coletas efetuadas no período seco da região, o que pode ter influenciado para uma redução (não quantificada) da biomassa aérea ou mesmo na subterrânea. Outra observação importante foi quanto ao evento El Niño do biênio 2009-2010, que reduziu a pluviosidade para o período amostral em toda a área da savana de Roraima. Além disto, as savanas próximas aos centros urbanos possuem algum grau de antropismo devido ao constante trânsito de pessoas, obras de infra-estrutura, fogo recorrente, além de pisoteamento e herbivoria bovina. Estas duas últimas, aparentemente, com forte influencia em toda a área das savanas locais. A herbivoria (pastoreio do gado) e o fogo em áreas abertas podem influenciar o estoque de carbono e a imobilização do nitrogênio associado à biomassa de raízes. Segundo Johnson; Matchett (2001), a queima da vegetação pode reduzir a qualidade das raízes (C:N=60) e limitar a disponibilidade do N, enquanto que o pastoreio pode melhorar a qualidade (C:N=40) e promover uma ciclagem de N mais rápida e eficiente.

No contexto relatado, os dados de biomassa acima do solo determinados neste estudo refletem os anteriormente calculados para as savanas regionais por Barbosa; Fearnside (2005) e Barbosa; Keizer; Pinto (2010), que indicaram uma variação de 2-11 Mg.ha⁻¹ em função das tipologias (campo limpo à arborizada), e de Delliti; Pausa; Burger (2001) e Oliveira; Fidelis; Müller (2009) onde os índices para a relação biomassa abaixo e acima do solo, em sistemas de savana, tendem a ser igual ou superior aos aqui determinados.

Os valores *root:shoot* encontrados em cada fitofisionomia das duas áreas de savana de Roraima, tomando como base a biomassa total de raízes, estão situados

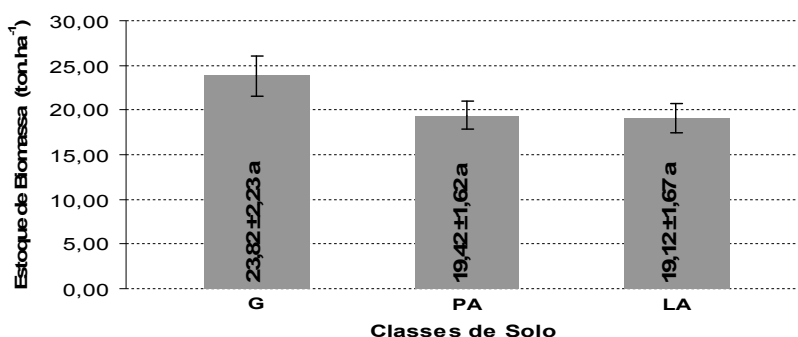
como intermediários entre os valores encontrados para as demais áreas de savana do Brasil descritas por Castro; Kauffman (1998), Castro-Neves (2007) e Fidelis *et al.* (2009). As diferenças existentes (para mais ou para menos) devem-se principalmente à diferenças fitofisionômicas (mais ou menos arborizadas) descritas por Sette Silva (1997) e Miranda; Absy (2000), e por maior/menor profundidade amostral. Ambos os fatores influenciam decisivamente na razão *root:shoot*.

4.3 Estoque de Biomassa de Raízes por Classes de Solo

O estoque de biomassa de raízes por classe de solo foi calculado da mesma forma que o estoque relacionado às fitofisionomias, estabelecendo-se uma relação do estoque com o tipo de solo em cada parcela.

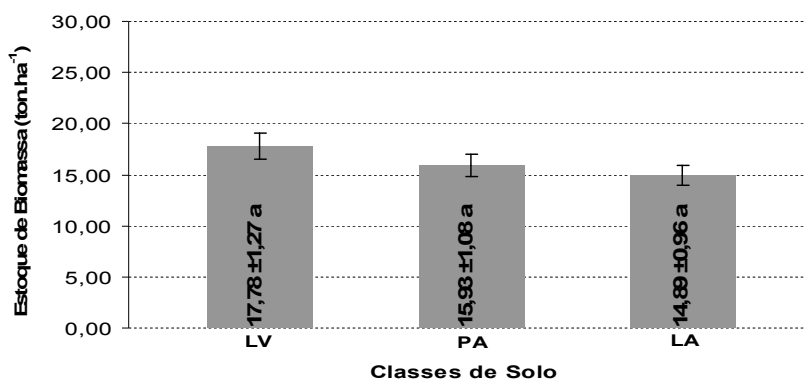
No Água Boa, os valores de estoque médio de biomassa de raízes por classe de solo foram de $23,82 \pm 2,23 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para o GLEISSOLO (G), $19,42 \pm 1,62 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para o ARGISSOLO AMARELO (PA) e $19,12 \pm 1,67 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ para o LATOSSOLO AMARELO (LA) (figura 12). A ANOVA fator único (5%) não indicou diferenças significativas entre os valores no nível de 5% ($P < 0,227$).

Figura 12 – Estoque de biomassa nas classes de solo encontradas na grade de savana do Campo Experimental Água Boa.



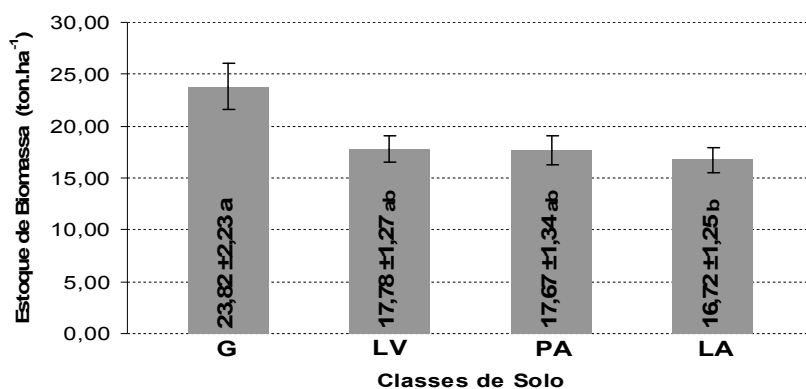
No Cauamé, o resultado do estoque de biomassa para o para o LATOSSOLO VERMELHO (LV) foi de $17,78 \pm 1,27 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, para o ARGISSOLO AMARELO (PA) foi de $15,93 \pm 1,08 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e no LATOSSOLO AMARELO (LA) foi de $14,89 \pm 0,96 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ (figura 13). Nenhum deles apresentou diferenças significativas no nível de 5% (ANOVA; $P < 0,118$).

Figura 13 – Estoque de biomassa das classes de solos encontrados na grade de savanas do *Campus Cauamé*



Assumindo a inexistência das mesmas classes de solo em ambas as grades e conjugando os resultados dos dois campos, independente da fitofisionomia, foram obtidas as maiores médias para GLEISSOLO ($23,82 \pm 2,23 \text{ Mg.ha}^{-1}$), seguido do LATOSSOLO VERMELHO ($17,78 \pm 1,27 \text{ Mg.ha}^{-1}$), ARGISSOLO AMARELO ($16,72 \pm 1,34 \text{ Mg.ha}^{-1}$) e LATOSSOLO AMARELO ($16,72 \pm 1,25 \text{ Mg.ha}^{-1}$). A ANOVA foi significativa e o Teste de Tuckey indicou que os GLEISSOLOS diferiram dos LATOSSOLOS AMARELOS (figura 14) no nível de 5% ($P < 0,01$).

Figura 14 – Estoque de biomassa das classes de solo encontradas nas áreas de estudo, independente das fitofisionomias.



Esses resultados indicam que solos com alto teor de umidade (Gleissolos) em pelo menos um período do ano, considerados imaturos e limitados por fatores hidromórficos em áreas de savanas abertas (tipo campos inundados sazonalmente), possuem uma grande capacidade de estocagem de biomassa subterrânea nos

primeiros 50 cm de profundidade. Este tipo de solo pode superar outros mais maduros, distrocoesos e sem problemas de drenagem. Grande parte deste estoque médio, resultante da conjugação das duas áreas, pode ser resumido pelo próprio processo pedogenético. Por exemplo, Vale Junior; Sousa (2005) e Melo *et al.* (2010) sustentam que a maioria dos solos regionais apresentam uma baixa fertilidade natural. Entretanto, devido sua localização, é possível garantir um acesso da biomassa a água por um maior período de tempo, além de ter reduzida sua disponibilidade a queimadas e adiantada recomposição vegetativa pós-queima.

4.4 Distribuição Vertical de Biomassa de Raízes por Fitopedounidades

Ainda assumindo que as áreas amostrais não apresentavam todas as variáveis, foi realizada a conjugação destas em fitopedounidades. Isto foi realizado no sentido de obtenção de um padrão de distribuição da biomassa de raízes delimitado pelas classes de solo e fitofisionomias para as duas áreas amostradas.

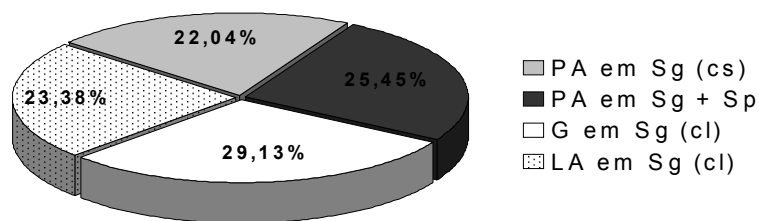
No Campo Experimental Água Boa, a conjugação da classe GLEISSOLO (G) X “Campo limpo” (Sg-cl) apresentou maior valor nominal de estoque de biomassa ($23,82 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) enquanto as conjugações ARGISSOLO (PA) X “campo sujo” (Sg-cs), ARGISSOLO (PA) X Mosaico (Sg+Sp) e LATOSSOLO AMARELO (LA) X “campo limpo” (Sg-cl) apresentaram valores de $18,03 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $20,81 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $19,12 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente (tabela 5). Não houve diferença estatística entre os valores (ANOVA 5%; $P < 0,397$).

Tabela 5 – Estoque de biomassa considerando fitopedounidades na grade do Campo Experimental Água Boa.

Fitopedounidade	Estoque de biomassa/Profundidade ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)					Total	Estoque Raízes ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50		
PA em Sg (cs)	579,65	468,88	335,18	249,88	169,02	1802,61 a	18,03
PA em Sg + Sp	611,16	529,35	414,44	311,31	215,18	2081,45 a	20,81
G em Sg (cl)	760,08	624,88	469,41	317,56	209,76	2381,69 a	23,82
LA em Sg (cl)	577,82	507,23	382,37	278,13	166,08	1911,63 a	19,12

Ainda no Água Boa, foi avaliado que a GLEISSOLO (G) X “campo limpo” (Sg-cl) apresenta maior percentual (29,13%) de estoque de biomassa no perfil 0-50 cm de profundidade (figura 15).

Figura 15 – Estoque de biomassa das fitopedounidades encontradas na grade do Campo Experimental Água Boa, considerando um perfil de 0-50 cm de profundidade.



A condição hídrica favorável pode novamente explicar tal efeito, mas não evidenciando uma diferença significativa, nem causas ou razões específicas.

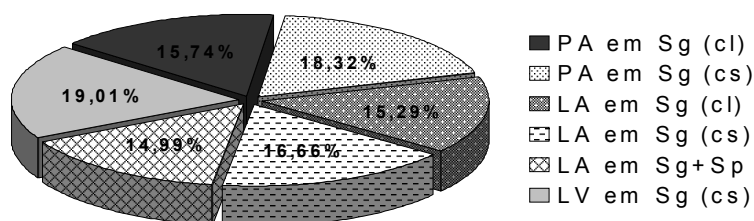
No Cauamé, a fitopedounidade LATOSSOLO VERMELHO (LV) X “Campo Sujo” (Sg-cs) apresentou maior estoque nominal de biomassa ($17,78 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) enquanto as conjunções ARGISSOLO (PA) X “campo limpo” (Sg-cl), ARGISSOLO (PA) X “Campo Sujo” (Sg-cs), LATOSSOLO AMARELO (LA) X “campo limpo” (Sg-cl), LATOSSOLO AMARELO (LA) X “campo sujo” (Sg-cs), LATOSSOLO AMARELO (LA) X Mosaico (Sg+Sp) apresentaram valores de $14,72 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $17,13 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $14,30 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, $15,58 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ e $14,02 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ respectivamente (tabela 6). A baixa quantidade de parcelas em cada fitopedounidade não permitiu a realização da ANOVA para a grade do Cauamé.

Tabela 6 – Estoque de biomassa considerando fitopedounidades na grade do *Campus* Cauamé.

Fitopedounidade	Estoque de biomassa/Profundidade ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$)					Total	Estoque Raízes ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
	00-10	10-20	20-30	30-40	40-50		
PA em Sg (cl)	445,32	393,12	251,47	219,64	162,34	1471,88	14,72
PA em Sg (cs)	508,98	368,61	286,16	286,80	262,93	1713,48	17,13
LA em Sg (cl)	420,49	360,97	240,64	233,32	174,44	1429,86	14,30
LA em Sg (cs)	435,68	425,96	270,51	225,25	200,83	1558,23	15,58
LA em Sg+Sp	373,70	324,89	248,92	246,59	207,75	1401,85	14,02
LV em Sg (cs)	512,76	456,73	338,50	247,92	222,09	1778,01	17,78

Com isso, foi avaliado que no *Campus* Cauamé a conjunção LATOSSOLO VERMELHO (LV) *versus* “campo sujo” (Sg-cs) apresentou maior percentual (19,01%) de estoque de biomassa (figura 16).

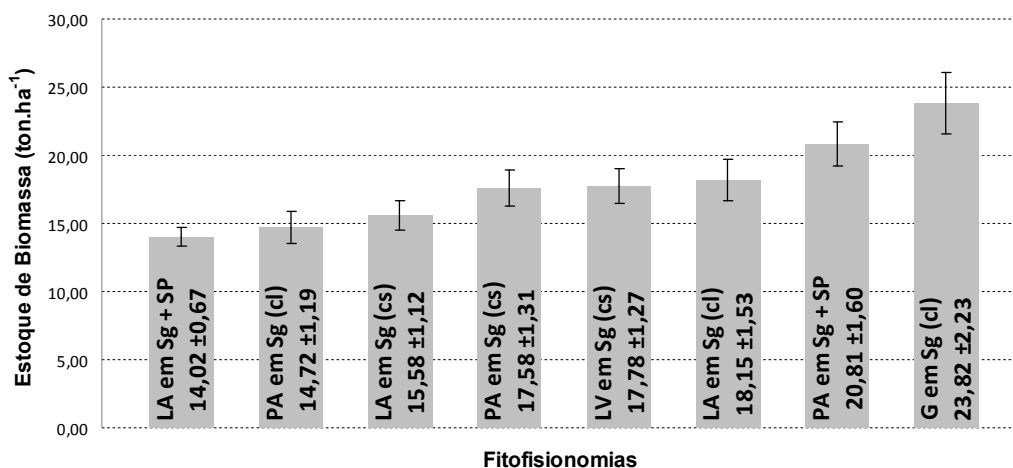
Figura 16 – Estoque de biomassa das fitopedonidades encontradas na grade do *Campus* Cauamé, considerando um perfil de 0-50 cm de profundidade.



Vale Júnior; Souza (2005) caracterizam o LATOSSOLO VERMELHO (LV) como um solo de boas características morfológicas e físicas. Isso pode contribuir para o elevado estoque de biomassa radicular nesta localidade, mesmo não sendo possível analisar outra variável.

De forma geral, ao analisar todas as conjunções derivadas de classes de solos *versus* fitofisionomia nas duas áreas amostrais, baseado nas médias de todas as variáveis, foi evidenciado que não existem diferenças significativas no nível de 5% ($P < 0,03$) para as fitopedonidades com mais de três parcelas amostrais, embora a conjunção de GLEISSOLO com “campo limpo” (Sg-cl), localizada na grade do Campo Experimental Água Boa, tenha totalizado um estoque de biomassa de raiz ($23,82 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) nominalmente superior ao estoque encontrado nas demais fitopedonidades (figura 17).

Figura 17 – Estimativa do estoque de biomassa de raiz nas diferentes fitopedonidades presentes nas duas áreas de savana amostradas em Roraima, considerando um perfil de 0-50 cm de profundidade.



A conjunção LATOSSOLO AMARELO (LA) com mosaico (Sg+Sp), encontrada no *Campus* Cauamé foi a que apresentou menor estoque nominal de biomassa ($14,02 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Por outro lado, as conjunções que apresentam o ARGISSOLO AMARELO (PA) contrastando com as fitofisionomias “campo sujo” (Sg-cs) e “campo limpo” (Sg-cl), apresentam uma elevada queda no estoque de biomassa radicular depois do perfil 00-10 cm de profundidade, não revelando com este trabalho, por que a conjunção ARGISSOLO AMARELO (PA) *versus* mosaico (Sg+SP) pode contribuir para um expressivo estoque de biomassa no perfil 00-50 de profundidade ($20,81 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$).

5 CONCLUSÕES

. As duas áreas de savana apresentaram padrão de distribuição vertical exponencial para o estoque de biomassa, com a maior parte do estoque sendo localizada nas profundidades mais superficiais;

. Há forte predominância de raízes finas ($\varnothing < 2$ mm) nos primeiros 50 cm de perfil do solo, com as raízes médias e grossas possuindo pequena participação (< 2%);

. Relação *root:shoot* é alta para os primeiros 50 cm de solo, indicando forte presença deste compartimento em sistemas de savana de Roraima;

. A variação no padrão de estoque de biomassa subterrânea sugere estar condicionada, principalmente, a disponibilidade hídrica e às classes de solo e vegetação;

. As fitopedonidades que possuem maior estoque nominal de biomassa de raízes são derivadas de sistemas de vegetação graminosa, do tipo campo limpo, associadas com solos hidromórficos (GLEISSOLOS) ou, associados a mosaicos Sg+Sp em ARGISSOLOS.

REFERÊNCIAS

- ABDALA, G. C. et al. Above and belowground organic matter and root:shoot ratio in a Cerrado in Central Brazil. **Brazilian Journal of Ecology**, São Paulo, v. 2, n. 1, p. 1-23, out. 1998.
- ANDREAE, M. O.; MERLET, P. Emission of trace gases and aerosols from biomass burning. **Global Biogeochemical Cycles**, Massachusetts, v. 15, n. 4, p. 955–966, dec. 2001.
- ARAÚJO, A. C. O.; BARBOSA, R. I. Riqueza e Diversidade do Estrato Arbóreo-arbustivo de Duas Áreas de Savanas em Roraima, Amazônia Brasileira. **Mens Agitat**, Boa Vista, v. 2, n. 1, p. 11-18, 2007.
- ARAÚJO, W. F. et al. Precipitação pluviométrica mensal provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3. p. 563-567, set./dez. 2001.
- BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELON, E. G. (Eds.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.
- BARBOSA, R. I. **Savanas da Amazônia: emissão de gases do efeito estufa e material particulado pela queima e decomposição da biomassa acima do solo, sem a troca do uso da terra, em Roraima, Brasil**. 2001. 212p. Tese (Doutorado em Biologia) - Convênio INPA/UA, Manaus, 2001.
- BARBOSA, R.I.; FEARNside, P. M. Above-ground biomass and the fate of the carbon after burning in the savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 216, p. 295-316, sep. 2005.
- BARBOSA, R.I.; MIRANDA, I. S. Biodiversidade das Savanas de Roraima. **Ação Ambiental**, Viçosa, v. 32, p. 19-23, jan. 2005.
- BARBOSA, R. I.; KEIZER, E.; PINTO, F. Ecossistemas Terrestres de Roraima: Área e Modelagem Espacial da Biomassa. In: BARBOSA, R. I.; MELO, V. F. (Org.). **Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia**. Boa Vista: FEMACT, 2010. p. 347-349.

BENEDETTI, U.G. **Estudo detalhado dos solos do Campus do Cauamé da UFRR, Boa Vista, Roraima**. 2007, 103 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) - Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais – PRONAT, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2007.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. **Comunicação Nacional Inicial do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**. Brasília: MCT, 2004. 271 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Coordenação Geral de Mudanças Globais de Clima. **Inventário brasileiro das emissões e remoções antrópicas de gases de efeito estufa: informações gerais e valores preliminares (30 de novembro de 2009)**. Brasília: MCT, 2009. 19 p.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Programa de Pesquisa em Biodiversidade. **Biomassa de Raízes em Ecossistemas de Savana**. Boa Vista: PPBio, 2009. 15p. Disponível em: <<http://ppbio.inpa.gov.br/port/docsinternos/protocolos>>. Acesso em: 01 mar. 2009.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Projeto Nacional de Ações Integradas Público-Privadas para Biodiversidade. **Uso e Cobertura da Terra na Floresta Amazônica - Subprojeto 106/2004 do PROBIO**. São José dos Campos: MCT/INPE, 2006. 93p.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. **Levantamento de Recursos naturais**. Rio de Janeiro:DNPM, 1975. v. 8. 428 p.

BRASSARD, B. W; CHEN, H. Y. H.; BERGERON, Y. Influence of Environmental Variability on Root Dynamics in Northern Forests. **Critical Reviews in Plant Science**, London, v. 28, p. 179-197, apr. 2009.

CASTRO, E. A.; KAUFFMAN, J. B. Ecosystem structure in Brazilian cerrados: a vegetation gradient of aboveground biomass, root mass and consumption by fire, **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 14, p. 263-283, apr. 1998.

CASTRO-NEVES, B. M. **Efeitos de Queimadas na Vegetação e na Biomassa de Raízes Finas de Cerrado Stricto Sensu**. 2007. 82p. Tese (Doutorado em Ecologia) - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CHEN, C.; EAMUS, D.; HUTLEY, L. B. Seasonal patterns of fine-root productivity and turnover in a tropical savanna of northern Australia. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v. 20, p. 221-224, mar. 2004.

DELITTI, W. B. C.; PAUSAS, J. G.; BURGER, D. M. Belowground biomass seasonal variation in two Neotropical savannas (Brazilian Cerrados) with different fire histories. **Annals of Forest Science**, Champenoux, v. 58, p. 713-721, mar. 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Levantamento Semidetalhado dos Solos e Aptidão Agrícola das terras do Campo Experimental Água Boa do CPAF-RR, Estado de Roraima**. Rio de Janeiro, 1990. 123p.

EIJKELKAMP. **Plant Root Sampling**: P3.01-Singer Root Auger. Disponível em: <<http://www.eijkelkamp.com>>. Acesso em: 01 mar. 2009.

FEARNSIDE, P. M. Biomassa das florestas amazônicas brasileiras. In: EMISSÃO X SEQÜESTRO DE CO₂: UMA OPORTUNIDADE DE NEGÓCIOS PARA O BRASIL, 1, 1994, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: CVRD, 1994. p. 95-124.

FEARNSIDE, P.M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: Net committed emissions. **Climatic Change**, Netherlands, v. 35, n. 3, p. 321-360, mar.1997.

FEARNSIDE, P.M.. Global warming and tropical land-use change: Greenhouse gas emissions from biomass burning, decomposition and soils in forest conversion, shifting cultivation and secondary vegetation. **Climatic Change**, Netherlands, v. 46, p. 115-158, jul. 2000.

FEARNSIDE, P. M. Emissões de gases de efeito estufa oriundas da mudança do uso da terra na Amazônia brasileira. In: FEARNSIDE, P. M. **A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais**. Manaus: INPA, 2003. p. 45-68.

FIDELIS, A. et al. Influencia do fogo na biomassa aérea subterrânea dos Campos Sulinos. In: XXI REUNIÃO DO GRUPO TÉCNICO EM FORRAGEIRAS DO CONE SUL GRUPO CAMPOS - DESAFIOS E OPORTUNIDADES DO BIOMA CAMPOS FRENTE A EXPANSÃO E INTENSIFICAÇÃO AGRÍCOLA, 2006, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p. 4-01.

GOWER, S. T. Relations Between Mineral Nutrient Availability and Fine Root Biomass in Two Costa Rican Tropical Wet Forests: A Hypothesis. **Biotropica**, Washington, v. 19, n. 2, p. 171-175, jun. 1987.

GRACE, J. et al. Productivity and carbon fluxes of tropical savannas. **Journal of Biogeography**, Edinburgh, v. 33, n. 2, p. 387-400, mar. 2006.

HIGUCHI, N. et al. Aboveground biomass for Amazonian dense tropical moist forest. **The Memoirs Of The Faculty Of Agriculture Kagoshima University**, Kagoshima, v. 30, p. 43-54, mar. 1994.

HOUGHTON, R. A.; DAVIDSON, E. A.; WOODWELL, G. M. Missin sinks, feedbacks and understanding the role of terrestrial ecosystem in the global carbon balance. **Global biogeochemical Cycles**, Washington, v.12, p. 25-34, mar. 1998.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability**. United Kingdom: Cambridge University Press, 1997. 517p.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC (2007a) Climate change 2007: A report of Working Group II of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Genebra, 2007. 16p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC (2007b) Climate Change 2007: A report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Genebra, 2007. 18p. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

JACKSON, R. B.; MOONEY, H. A.; SCHULZE E. D. A global budget for fine root biomass, surface area, and nutrient contents. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 94, p. 7362-7366, jul. 1997.

JOHNSON'S, L.C.; MATCHETT, J. R. Fire and grazing regulate belowground processes in tallgrass prairie. **Ecology**, New York, v. 82, n. 12, p. 3377-3389, dec. 2001.

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

LEUSCHNER, C. et al. Stand fine root biomass and fine root morphology in old-growth beech forests as a function of precipitation and soil fertility. **Plant and Soil**, Netherlands, v. 258, p. 43-56, jan. 2004.

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: a modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 5, n. 2, jul./dez. 2005. Disponível em: < <http://www.biotaneotropica.org.br>>. Acesso em: 15 set. 2009.

MENAUT, J. C.; CESAR, J. Structure and primary productivity of lamto savannas, ivory coast. **Ecology**, New York, v. 60, n. 6, p. 1197-1210, dec. 1979.

MELO, V. F. et al. Aspectos pedológicos e de manejo dos solos de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; MELO, V. F. (Org.). **Roraima: Homem, Ambiente e Ecologia**. Boa Vista: FEMACT, 2010. p. 391-408.

MELO, V. F.; GIANLUPPI, D.; UCHÔA, S. C. P. **Características edafológicas dos solos do estado de Roraima**. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2003. 28p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 01).

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. Fisionomia das Savanas de Roraima, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 30, n. 3, p. 423-440, jul./set. 2000.

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L.; REBELO, G. H. Community structure of woody plants of Roraima savannahs, Brazil. **Plant Ecology**, Netherlands, v. 164, p. 109-123, 2003.

NADELHOFFER, K. J.; ABER, J. D.; MELILLO, J. M. Fine roots, net primary production, and soil nitrogen availability: a new hypothesis. **Ecology**, New York, v. 66, p. 1377-1390, aug. 1985.

NADELHOFFER, K. J.; RAICH, J. W. Fine root production estimates and belowground carbon allocation in forest ecosystems. **Ecology**, New York, v. 73, p. 1139-1147, aug. 1992.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas globais: Possíveis impactos nos ecossistemas do País. **Parecerias Estratégicas**, Brasília, v. 12, p. 239-258, set. 2001

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, p. 1853–1867, nov. 2008.

OLIVEIRA, M. S.; FIDELIS, A.; MÜLLER, S. C. Avaliação da Biomassa Aérea e Subterrânea dos Campos Sulinos. In: ANAIS DO CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 9, 2009. São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: SEB, 2009. p. 1-3.

OLIVEIRA, R. S. et al. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. **Functional Ecology**, London, v. 19, p. 574–581, aug. 2005.

PAIVA, A. O.; FARIAS, G. E. Estoques de carbono do solo sob cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal, Brasil. **Revista Trópica**, Maranhão, v. 1, n. 1, p. 59-65, 2007.

SAATCHI, S. S. et al. Distribution of aboveground live biomass in the Amazon basin. **Global Change Biology**, Massachusetts, v. 13, p. 816–837, apr. 2007.

SETTE SILVA, E. L. A vegetação de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELON, E. G. (Eds). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 401-415.

SNOWDON, P. et al. **Synthesis of Allometrics, review of Root Biomass and Design of Future Woody Biomass Sampling Strategies**. Canberra: Australian Greenhouse Office, 2002. 136 p. (Technical Report 17).

SOMBROEK, W. G.; FEARNSIDE, P. M.; CRAVO, M. Geographic assessment of carbon stored in Amazonian terrestrial ecosystems and their soils in particular. In: LAL, R.; KIMBLE, J. M.; STEWART, B. A. (Eds). **Global climate change and tropical ecosystems**. Boca Raton: CRC Press, 2000. p. 375–389.

STICKLER, C. M. et al. The potential ecological costs and cobenefits of REDD: a critical review and case study from the Amazon region. **Global Change Biology**, Massachusetts, v. 15, p. 2803-2824, dec. 2009.

VALE JUNIOR, J. F.; SOUSA, M. I. L. Caracterização e Distribuição dos Solos das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A. M.; SOUZA, J. M. C. (Eds). **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT, 2005. p. 79-91.

VAN NOORDWIJK, M. et al. Crop and Tree Root-system Dynamics. In: VAN NOORDWIJK, M.; CADISCH, G.; ONG, C. K. (Eds). **Below-ground Interactions in Tropical Agroecosystems: Concepts and Models with Multiple Plant Components**. London: Oxford University Press, 2004. p. 83-106.

ZAR, J. H. **Biostatistical Analysis**. 4. ed. London: Prentice Hall International, 1999. 663p.

APÊNDICE A – Grade de Savana Água Boa / PPBio/Roraima (2009-2010) – Localização e Classificação dos solos

Grade	Parcela	Amostra	Zona UTM	Leste (X)	Norte (Y)	Data da Coleta	Classificação do Solo
AB	W0-1750	A050	20N	738375	294624	08.06.2009	Gleissolo
AB	W0-1750	A150	20N	738295	294600	08.06.2009	Gleissolo
AB	W0-2250	A050	20N	738925	294619	17.06.2009	Gleissolo
AB	W0-2250	A150	20N	739001	294555	17.06.2009	Gleissolo
AB	W1-0250	A050	20N	736870	294141	08.06.2009	Gleissolo
AB	W1-0250	A150	20N	736879	294103	08.06.2009	Gleissolo
AB	W1-0750	A050	20N	737388	294113	05.06.2009	Gleissolo
AB	W1-0750	A150	20N	737357	294016	05.06.2009	Gleissolo
AB	W1-1250	A050	20N	737924	234107	05.06.2009	Gleissolo
AB	W1-1250	A150	20N	738023	294093	05.06.2009	Gleissolo
AB	W1-1750	A050	20N	738461	294133	04.06.2009	Gleissolo
AB	W1-1750	A150	20N	738552	294106	05.06.2009	Gleissolo
AB	W1-2250	A050	20N	738865	294148	11.06.2009	Latossolo amarelo
AB	W1-2250	A100	20N	NC	NC	27.02.2010	Latossolo amarelo
AB	W1-2250	A150	20N	738771	294119	15.06.2009	Latossolo amarelo
AB	W1-2250	A200	20N	NC	NC	27.02.2010	Latossolo amarelo
AB	W1-2750	A050	20N	739387	294166	15.06.2009	Gleissolo
AB	W1-2750	A100	20N	NC	NC	27.02.2010	Gleissolo
AB	W1-2750	A150	20N	739384	294265	17.06.2009	Gleissolo
AB	W1-2750	A200	20N	NC	NC	27.02.2010	Gleissolo
AB	W1-3250	A050	20N	739882	294116	18.06.2009	Argissolo
AB	W1-3250	A100	20N	NC	NC	09.01.2010	Argissolo
AB	W1-3250	A150	20N	739824	294034	18.06.2009	Argissolo
AB	W1-3250	A200	20N	NC	NC	09.01.2010	Argissolo
AB	W1-3750	A050	20N	740450	294125	24.06.2009	Latossolo amarelo
AB	W1-3750	A100	20N	NC	NC	30.01.2010	Latossolo amarelo
AB	W1-3750	A150	20N	740488	294049	30.06.2009	Latossolo amarelo
AB	W1-3750	A200	20N	NC	NC	30.01.2010	Latossolo amarelo
AB	W1-4250	A050	20N	740956	294126	17.06.2009	Argissolo
AB	W1-4250	A100	20N	NC	NC	09.01.2010	Argissolo
AB	W1-4250	A150	20N	741010	294097	18.06.2010	Argissolo
AB	W1-4250	A200	20N	NC	NC	09.01.2010	Argissolo
AB	W2-2250	A050	20N	NC	NC	28.01.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-2250	A100	20N	NC	NC	28.01.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-2250	A150	20N	NC	NC	28.01.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-2250	A200	20N	NC	NC	28.01.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-2750	A050	20N	NC	NC	07.02.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-2750	A100	20N	NC	NC	07.02.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-2750	A150	20N	NC	NC	07.02.2010	Latossolo amarelo

continua

							conclusão
AB	W2-2750	A200	20N	NC	NC	07.02.2010	Latossolo amarelo
AB	W2-3250	A050	20N	739956	293629	30.06.2009	Gleissolo
AB	W2-3250	A100	20N	NC	NC	02.02.2010	Gleissolo
AB	W2-3250	A150	20N	740049	293595	30.06.2009	Gleissolo
AB	W2-3250	A200	20N	NC	NC	02.02.2010	Gleissolo
AB	W2-3750	A050	20N	740398	293610	30.06.2009	Gleissolo
AB	W2-3750	A100	20N	NC	NC	14.01.2010	Gleissolo
AB	W2-3750	A150	20N	740451	293537	30.06.2009	Gleissolo
AB	W2-3750	A200	20N	NC	NC	14.01.2010	Gleissolo
AB	W3-3250	A050	20N	739901	293109	03.07.2009	Gleissolo
AB	W3-3250	A100	20N	NC	NC	28.01.2010	Gleissolo
AB	W3-3250	A150	20N	739847	293029	03.07.2009	Gleissolo

APÊNDICE B – Grade de Savana Água Boa / PPBio/Roraima (2009-2010) – Classificação Fitofisionômica, Biomassa e Root:Shoot

Grade	Parcela	Amostra	Classificação Vegetal	Total Geral (g/m ² _00-50cm)	Total Ponderado (g/m ² _00-50cm)	Root:Shoot
AB	W0-1750	A050	Sg (cl)	1324,18	1298,18	1,98
AB	W0-1750	A150	Sg (cl)	1577,56	1560,54	2,24
AB	W0-2250	A050	Sg (cl)	1861,50	1832,32	1,68
AB	W0-2250	A150	Sg (cl)	2118,69	2109,51	2,64
AB	W1-0250	A050	Sg (cl)	2117,42	2010,34	3,64
AB	W1-0250	A150	Sg (cl)	2248,56	2233,88	4,53
AB	W1-0750	A050	Sg (cl)	2659,83	2624,85	4,01
AB	W1-0750	A150	Sg (cl)	3306,64	3155,48	3,05
AB	W1-1250	A050	Sg (cl)	3628,77	3699,29	2,76
AB	W1-1250	A150	Sg (cl)	3304,09	3258,00	3,58
AB	W1-1750	A050	Sg (cl)	3405,95	3269,40	6,80
AB	W1-1750	A150	Sg (cl)	3267,17	3073,94	5,12
AB	W1-2250	A050	Sg (cl)	2265,12	2234,40	2,24
AB	W1-2250	A100	Sg (cl)	2130,15	2130,03	1,73
AB	W1-2250	A150	Sg (cl)	2195,09	2150,51	2,31
AB	W1-2250	A200	Sg (cl)	2196,36	2166,05	2,57
AB	W1-2750	A050	Sg (cl)	2154,34	2138,33	1,67
AB	W1-2750	A100	Sg (cl)	1875,50	1870,71	1,76
AB	W1-2750	A150	Sg (cl)	1965,90	1957,28	4,50
AB	W1-2750	A200	Sg (cl)	2196,36	2191,73	4,91
AB	W1-3250	A050	Sg (cs)	1754,54	1755,95	2,10
AB	W1-3250	A100	Sg (cs)	1834,76	1792,79	2,45
AB	W1-3250	A150	Sg (cs)	1772,37	1726,84	2,41
AB	W1-3250	A200	Sg (cs)	1848,76	1843,41	2,53
AB	W1-3750	A050	Sg (cl)	2046,12	1962,40	3,54
AB	W1-3750	A100	Sg (cl)	1662,87	1671,46	4,06

continua

							conclusão
AB	W1-3750	A150	Sg (cl)	1804,20	1791,32	1,81	
AB	W1-3750	A200	Sg (cl)	1867,86	1893,17	2,26	
AB	W1-4250	A050	Sg+Sp	2090,68	2013,96	3,41	
AB	W1-4250	A100	Sg+Sp	2100,87	2130,42	3,59	
AB	W1-4250	A150	Sg+Sp	1931,52	1837,62	2,43	
AB	W1-4250	A200	Sg+Sp	2202,73	2194,03	3,11	
AB	W2-2250	A050	Sg (cl)	2016,83	2026,03	2,23	
AB	W2-2250	A100	Sg (cl)	1636,13	1641,47	1,85	
AB	W2-2250	A150	Sg (cl)	1488,43	1506,78	2,16	
AB	W2-2250	A200	Sg (cl)	1964,63	1971,54	2,73	
AB	W2-2750	A050	Sg (cl)	1958,26	1960,62	4,27	
AB	W2-2750	A100	Sg (cl)	1864,04	1869,73	4,13	
AB	W2-2750	A150	Sg (cl)	1659,05	1658,94	2,85	
AB	W2-2750	A200	Sg (cl)	1830,94	1835,19	3,09	
AB	W2-3250	A050	Sg (cl)	2282,94	2278,97	1,82	
AB	W2-3250	A100	Sg (cl)	2049,94	2108,77	1,81	
AB	W2-3250	A150	Sg (cl)	2723,49	2724,76	3,43	
AB	W2-3250	A200	Sg (cl)	2193,81	2210,69	2,56	
AB	W2-3750	A050	Sg (cl)	1921,34	1939,64	2,14	
AB	W2-3750	A100	Sg (cl)	1893,33	1905,44	1,64	
AB	W2-3750	A150	Sg (cl)	1956,99	1967,85	1,63	
AB	W2-3750	A200	Sg (cl)	2043,57	2044,22	2,02	
AB	W3-3250	A050	Sg (cl)	2774,42	2651,96	1,84	
AB	W3-3250	A100	Sg (cl)	2714,57	2635,88	1,86	
AB	W3-3250	A150	Sg (cl)	2738,77	2598,89	1,72	

APÊNDICE C – Grade de Savana do *Campus* Cauamé / PPBio/Roraima (2009-2010) – Localização e Classificação dos solos

Grade	Parcela	Amostra	Zona UTM	Leste (X)	Norte (Y)	Data da Coleta	Classificação do Solo
MC	W1-0750	A050	20N	NC	NC	28.09.2009	Argissolo
MC	W1-0750	A100	20N	NC	NC	28.09.2009	Argissolo
MC	W1-0750	A150	20N	NC	NC	28.09.2009	Argissolo
MC	W1-0750	A200	20N	NC	NC	28.09.2009	Argissolo
MC	W1-1750	A050	20N	NC	NC	30.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W1-1750	A100	20N	NC	NC	30.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W1-1750	A150	20N	NC	NC	30.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W1-1750	A200	20N	NC	NC	30.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-0750	A050	20N	NC	NC	28.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-0750	A100	20N	NC	NC	28.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-0750	A150	20N	NC	NC	28.09.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-1250	A050	20N	NC	NC	01.10.2009	Latossolo amarelo

continua

							conclusão
MC	W2-1250	A100	20N	NC	NC	01.10.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-1250	A150	20N	NC	NC	01.10.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-1250	A200	20N	NC	NC	01.10.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-1750	A100	20N	NC	NC	15.11.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-1750	A150	20N	NC	NC	15.11.2009	Latossolo amarelo
MC	W2-2200	A050	20N	NC	NC	16.11.2009	Latossolo vermelho
MC	W2-2200	A100	20N	NC	NC	16.11.2009	Latossolo vermelho
MC	W2-2200	A150	20N	NC	NC	16.11.2009	Latossolo vermelho
MC	W2-2200	A200	20N	NC	NC	16.11.2009	Latossolo vermelho
MC	W3-1250	A050	20N	NC	NC	01.12.2009	Latossolo amarelo
MC	W3-1250	A100	20N	NC	NC	01.12.2009	Latossolo amarelo
MC	W3-1250	A150	20N	NC	NC	01.12.2009	Latossolo amarelo
MC	W3-1250	A200	20N	NC	NC	01.12.2009	Latossolo amarelo
MC	W3-1750	A050	20N	NC	NC	12.12.2009	Latossolo vermelho
MC	W3-1750	A100	20N	NC	NC	12.12.2009	Latossolo vermelho
MC	W3-1750	A150	20N	NC	NC	12.12.2009	Latossolo vermelho
MC	W4-1250	A050	20N	753470	316925	03.06.2009	Argissolo
MC	W4-1250	A100	20N	NC	NC	11.01.2010	Argissolo
MC	W4-1250	A150	20N	753571	316944	03.06.2009	Argissolo
MC	W4-1250	A200	20N	NC	NC	11.01.2010	Argissolo
MC	W4-1750	A050	20N	752908	0316961	03.06.2009	Latossolo amarelo
MC	W4-1750	A100	20N	NC	NC	10.01.2010	Latossolo amarelo
MC	W4-1750	A150	20N	752878	317046	03.06.2009	Latossolo amarelo
MC	W4-1750	A200	20N	NC	NC	03.06.2009	Latossolo amarelo

APÊNDICE D – Grade de Savana do *Campus* Cauamé / PPBio/Roraima (2009-2010) –
Classificação Fitofisionômica, Biomassa e Root:Shoot

Grade	Parcela	Amostra	Classificação Vegetal	Total Geral (g/m²_00-50cm)	Total Ponderado (g/m²_00-50cm)	Root:Shoot
MC	W1-0750	A050	Sg (cl)	1596,66	1593,07	3,69
MC	W1-0750	A100	Sg (cl)	1610,66	1594,71	3,00
MC	W1-0750	A150	Sg (cl)	1335,64	1328,19	2,33
MC	W1-0750	A200	Sg (cl)	1344,55	1279,20	2,64
MC	W1-1750	A050	Sg (cs)	1210,86	1193,24	2,53
MC	W1-1750	A100	Sg (cs)	1538,09	1546,97	3,14
MC	W1-1750	A150	Sg (cs)	1454,05	1440,31	1,75
MC	W1-1750	A200	Sg (cs)	1539,36	1531,67	2,71
MC	W2-0750	A050	Sg (cs)	1797,83	1739,30	4,11
MC	W2-0750	A100	Sg (cs)	1450,23	1465,49	2,79
MC	W2-0750	A150	Sg (cs)	1687,06	1629,80	1,58
MC	W2-1250	A050	Sg (cl)	1541,91	1550,53	2,28
MC	W2-1250	A100	Sg (cl)	1349,65	1347,65	3,07
MC	W2-1250	A150	Sg (cl)	1364,93	1361,14	2,25

continua

							conclusão
MC	W2-1250	A200	Sg (cl)	1462,97	1407,89	3,56	
MC	W2-1750	A100	Sg+Sp	1195,58	1200,24	2,84	
MC	W2-1750	A150	Sg+Sp	1172,67	1167,71	2,96	
MC	W2-2200	A050	Sg (cs)	2019,38	1976,88	3,30	
MC	W2-2200	A100	Sg (cs)	1818,20	1773,94	2,66	
MC	W2-2200	A150	Sg (cs)	1543,18	1547,59	2,38	
MC	W2-2200	A200	Sg (cs)	1827,12	1794,50	3,40	
MC	W3-1250	A050	Sg (cs)	1904,79	1744,33	3,06	
MC	W3-1250	A100	Sg (cs)	1417,13	1421,28	2,79	
MC	W3-1250	A150	Sg (cs)	1543,18	1547,59	2,38	
MC	W3-1250	A200	Sg (cs)	1597,93	1485,98	2,65	
MC	W3-1750	A050	Sg (cs)	1974,82	1909,67	3,64	
MC	W3-1750	A100	Sg (cs)	1533,00	1515,17	2,86	
MC	W3-1750	A150	Sg (cs)	1730,35	1734,37	4,11	
MC	W4-1250	A050	Sg (cs)	1662,87	1562,78	5,11	
MC	W4-1250	A100	Sg (cs)	1465,51	1439,92	3,12	
MC	W4-1250	A150	Sg (cs)	1921,34	1906,55	14,89	
MC	W4-1250	A200	Sg (cs)	1804,20	1739,05	3,06	
MC	W4-1750	A050	Sg+Sp	2104,69	1988,85	17,34	
MC	W4-1750	A100	Sg+Sp	1185,40	1190,78	2,48	
MC	W4-1750	A150	Sg+Sp	1412,04	1277,46	2,71	
MC	W4-1750	A200	Sg+Sp	1340,74	1343,68	5,50	

APÊNDICE E – Grade de Savana Água Boa e Cauamé / PPBio/Roraima (2009-2010) – Amostragens não realizadas

Grade	Parcela	Amostra	Observações
AB	W0-1750	A100	Não foi amostrado.
AB	W0-1750	A200	Não foi amostrado.
AB	W0-2250	A100	Não foi amostrado.
AB	W0-2250	A200	Não foi amostrado.
AB	W0-2750	A050	Não coletado/Antropizado
AB	W0-2750	A100	Não coletado/Antropizado
AB	W0-2750	A150	Não coletado/Antropizado
AB	W0-2750	A200	Não coletado/Antropizado
AB	W0-3250	A050	Não coletado/Antropizado
AB	W0-3250	A100	Não coletado/Antropizado
AB	W0-3250	A150	Não coletado/Antropizado
AB	W0-3250	A200	Não coletado/Antropizado
AB	W1-0250	A100	Não coletado/Área Queimada
AB	W1-0250	A200	Não coletado/Área Queimada
AB	W1-0750	A100	Não coletado/Área Queimada
AB	W1-0750	A200	Não coletado/Área Queimada
AB	W1-1250	A100	Não coletado/Área Queimada

continua

continuação

AB	W1-1250	A200	Não coletado/Área Queimada
AB	W1-1750	A100	Não coletado/Área Queimada
AB	W1-1750	A200	Não coletado/Área Queimada
AB	W2-1250	A050	Não amostrado
AB	W2-1250	A100	Não amostrado
AB	W2-1250	A150	Sub-parcela não existe
AB	W2-1250	A200	Sub-parcela não existe
AB	W2-1750	A050	Não amostrado
AB	W2-1750	A100	Não amostrado
AB	W2-1750	A150	Não amostrado
AB	W2-1750	A200	Não amostrado
AB	W2-4250	A050	Não coletado
AB	W2-4250	A100	Não coletado
AB	W2-4250	A150	Sub-parcela não existe
AB	W2-4250	A200	Sub-parcela não existe
AB	W3-2750	A050	Não coletado
AB	W3-2750	A100	Não coletado
AB	W3-2750	A150	Sub-parcela não existe
AB	W3-2750	A200	Sub-parcela não existe
AB	W3-3250	A200	Sub-parcela inundada
AB	W3-3750	A050	Não coletado/Área Queimada
AB	W3-3750	A100	Não coletado/Área Queimada
AB	W3-3750	A150	Não coletado/Área Queimada
AB	W3-3750	A200	Não coletado/Área Queimada
MC	W0-0700	A050	Não coletado
MC	W0-0700	A100	Não coletado
MC	W0-0700	A150	Sub-parcela não existe
MC	W0-0700	A200	Sub-parcela não existe
MC	W1-0250	A050	Antropizado (dentro da área de irrigação do CCA)
MC	W1-0250	A100	Antropizado (dentro da área de irrigação do CCA)
MC	W1-0250	A150	Antropizado (dentro da área de irrigação do CCA)
MC	W1-0250	A200	Antropizado (dentro da área de irrigação do CCA)
MC	W1-1250	A050	Parcela Aquática. Lago
MC	W1-1250	A100	Parcela Aquática. Lago
MC	W1-1250	A150	Parcela Aquática. Lago
MC	W1-1250	A200	Parcela Aquática. Lago
MC	W1-1750	A050	Herbivoria (Gado pastando)
MC	W1-1750	A100	Herbivoria (Gado pastando)
MC	W1-1750	A150	Herbivoria (Gado pastando)
MC	W1-1750	A200	Herbivoria (Gado pastando)
MC	W2-0750	A200	Antropizado (dentro da área de irrigação do CCA)
MC	W2-1750	A050	Não delimitado (linha de transmissão retirou o piquete demarcador)
MC	W2-1750	A200	Não amostrado. Laterita superficial impede a amostragem.
MC	W3-1750	A200	Antropizada. Estrada cortando os dois lados amostrais
MC	W3-2225	A050	Não coletado

conclusão

MC	W3-2225	A100	Não coletado
MC	W3-2225	A150	Não coletado
MC	W3-2225	A200	Não coletado
MC	W4-2250	A050	Eliminada. Parcela Antropizada
MC	W4-2250	A100	Eliminada. Parcela Antropizada
MC	W4-2250	A150	Eliminada. Parcela Antropizada
MC	W4-2250	A200	Eliminada. Parcela Antropizada
MC	W4-2750	A050	Parcela Aquática. Brejo
MC	W4-2750	A100	Parcela Aquática. Brejo
MC	W4-2750	A150	Parcela Aquática. Brejo
MC	W4-2750	A200	Parcela Aquática. Brejo