



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

MARIA APARECIDA DE MOURA ARAÚJO

**FATORES EDÁFICOS DETERMINANDO COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E  
COBERTURA DE PLANTAS NA SAVANA DE RORAIMA**

Boa Vista, RR  
2015

MARIA APARECIDA DE MOURA ARÁUJO

**FATORES EDÁFICOS DETERMINANDO COMPOSIÇÃO, RIQUEZA E  
COBERTURA DE PLANTAS NA SAVANA DE RORAIMA**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais. Área de concentração: Manejo e Conservação de Bacias Hidrográficas.

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa

Boa Vista, RR  
2015

*A minha joia valiosa:  
Minha Família **DEDICO**,  
com muito amor.*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar a oportunidade de viver com saúde.

A CAPES pela bolsa de estudos, ao CNPq pelo apoio financeiro (Proc. 303081/2011-2) e ao projeto “Ecologia e Manejo dos Recursos Naturais da Savana de Roraima” cadastrado no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (PPI-INPA PRJ 015/122).

A Universidade Federal de Roraima, em especial ao Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais-PRONAT, por proporcionar oportunidade de uma boa formação e apoio no decorrer destes dois anos.

Ao professor Dr. Reinaldo Imbrozio Barbosa pela dedicação, paciência, ensinamentos e principalmente pelas palavras de conforto e incentivo nesta caminhada. Obrigada pela extrema contribuição na minha formação profissional.

A equipe de professores e funcionários do PRONAT, especialmente a Prof<sup>ª</sup>. Gardênia Holanda Cabral e o Prof<sup>º</sup>. Marcos Vital, e as secretárias Natália e Luiza pela atenção.

Ao Dr. Antônio Elielson Sousa da Rocha (Museu Paraense Emílio Goeldi) e ao MSc. Ricardo Perdiz (Bolsista CENBAM-PPBio), ambos pela inestimável ajuda na identificação taxonômica das plantas por mim coletadas.

Aos meus companheiros de campos, Paulo Amorim e Heleno, pela ajuda e companhia nos seis meses de coleta na temperatura árdua do lavrado.

A equipe do Herbário da UFRR e do Herbário do Museu Integrado de Roraima (MIRR) pela atenção e ajuda.

Aos meus colegas de turma, especialmente àqueles que tive a oportunidade de conhecer um pouco mais, Flávia Duarte, Raissa Sampaio e Sidney Araújo.

Aos meus pais (José Marinho e Maria de Lourdes), pelo exemplo de amor, bondade, dedicação e honestidade. Aos meus irmãos (Júnior, Josiênio, Sebastião e Wellington) e irmã (Sônia) a quem agradeço imensamente pela confiança que depositaram em mim.

Aos meus companheiros do INPA, Paulo Barni e Rodrigo, e minhas amigas de todas as horas, Maryory, Margarita e Lidiany. A quem agradeço de coração pelas palavras de apoio ao longo desta caminhada.

Por fim, ao meu companheiro de todas as horas, Jandiê Araújo, pelo carinho, alegria que me proporciona, ensinamentos, cobranças e paciência.

**Muito obrigada!**

“Na história da humanidade  
(e dos animais também)  
aqueles que aprenderam a  
colaborar e improvisar  
foram os que prevaleceram”.  
(Charles Darwin)

## RESUMO

A savana de Roraima apresenta um mosaico de fitofisionomias com distintas estruturas e composições florísticas que podem estar associadas a diferentes fatores edáficos (fertilidade, textura e inundação sazonal do solo). O objetivo deste trabalho foi verificar se fatores edáficos determinam composição, riqueza, cobertura de espécies e grupos taxonômicos (famílias) de plantas em áreas da savana de Roraima. O estudo foi realizado em 20 parcelas permanentes situadas no Campus Cauamé (UFRR) e no Campo Experimental Água Boa (Embrapa Roraima). Foi realizado um inventário florístico (composição e riqueza) e utilizado a cobertura (%) de indivíduos e espécies como variável descritora de habitats tomando como referência três categorias de inundação (bem, mal e imperfeitamente drenado). Técnicas multivariadas foram utilizadas para determinar padrões de ocorrência e agrupamento de plantas. Foram encontradas 130 espécies classificadas em 34 famílias botânicas. As famílias Cyperaceae, Poaceae e Fabaceae foram as de maior riqueza de espécies nas parcelas amostradas. Por meio de regressão linear constatou-se que o estrato herbáceo possui relação negativa com inundação sazonal. Verificou-se que cobertura vegetal (%) dos grupos taxonômicos nas categorias de inundação foi dominado pelo estrato herbáceo. No entanto, nas parcelas com solos imperfeitamente drenados (72,3 %) e mal drenados (79,5 %) foi verificada uma maior cobertura média de herbáceas em relação à categoria de solos bem drenados (50,5 %). As famílias de maior cobertura (%) em todas as categorias foram Poaceae e Cyperaceae. *P. carinatum* (Poaceae) foi a espécie comum de maior cobertura presente nos habitats distintos por drenagem. Assim, conclui-se que fatores edáficos, em especial a drenagem, determinam distinções florísticas e estruturais nas áreas de savana estudadas em Roraima.

Palavras-chave: Lavrado. Sazonalidade de Inundação. Cerrado. Grupo taxonômico. Solo.

## ABSTRACT

The Savanna of Roraima presents a mosaic of vegetation types with distinct structures and floristic composition that may be associated with different edaphic factors (fertility, texture and seasonal flooded soils). The objective of this study was to determine whether soil factors determine composition, richness and coverage of species and taxonomic groups (botany families) of plants in the savanna areas of Roraima. The study was conducted in 20 permanent plots located in the Campus Cauamé (UFRR) and the Campo Experimental Água Boa (Embrapa Roraima). A floristic inventory (composition and richness) was carried out and cover (%) of individuals and species was used as descriptor variable of habitats taking account three categories of flooded soils (well-, poor- and imperfectly drained). Multivariate techniques were used to determine patterns of occurrence and clustering. It was found 130 species classified into 34 plant families. The Cyperaceae, Poaceae and Fabaceae families were the most species richness in the plots. By linear regression it was found that the herbaceous layer has negative relation to seasonal flooding. The vegetation cover (%) of taxonomic groups in the flood category was dominated by herbaceous. However, in the plots with imperfectly drained soils (72.3%) and poorly drained (79.5%) was observed a higher average coverage of herbaceous related to well-drained soils (50.5%). The largest families coverage (%) in all categories were Poaceae and Cyperaceae. *P. carinatum* (Poaceae) was the most common kind of coverage present in different habitats for drainage. Thus, it is concluded that soil factors, particularly drainage, determine floristic and structural distinctions in the areas of savannah studied in Roraima.

Key-words: Lavrado. Seasonal flood. Cerrado. Taxonomic group. Soil.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 -</b>	Localização dos módulos do PPBio (região do Monte Cristo e Água Boa) estabelecidas na savana (lavrado) de Roraima, Brasil.....	16
<b>Figura 2 -</b>	Representação esquemática da unidade amostral (parcelas) para amostragem da composição das plantas herbáceas (2 x 250m) subarbustivas e arbóreo-arbustivas (10 x 250m) das 20 parcelas estudadas nas grades do PPBio-Roraima.....	17
<b>Figura 3 -</b>	Método do Ponto usado para estimar a cobertura vegetal nas parcelas do Monte Cristo e Água Boa, Lavrado de Roraima.....	18
<b>Figura 4 -</b>	Representação esquemática dos estratos verticais da vegetação nas parcelas permanentes em áreas de savana do Monte Cristo e Água Boa, Boa Vista, Roraima.....	19
<b>Figura 5 -</b>	Ilustração das categorias de longevidade de inundação sazonal reconhecidas nos módulos de savana do PPBio do Monte Cristo e Água Boa, Boa Vista, Roraima.....	21
<b>Figura 6 -</b>	Padrão de distribuição da comunidade de plantas estruturada pelos eixos de ordenação (scores das espécies) nas categorias de inundação nos módulos do PPBio/Roraima.....	26
<b>Figura 7 -</b>	Relação da ocorrência das espécies com a textura do solo (% Argila, % Silte e % de Areia) nas categorias de inundação em duas áreas de savanas de Boa Vista/RR.....	27
<b>Figura 8 -</b>	Relação da ocorrência das espécies com a química do solo (Soma de Bases, Teor de Fósforo) nos módulos de savana do PPBio, Roraima.....	28
<b>Figura 9 -</b>	Relação da ocorrência das espécies com a química do solo (pH e Teor de Alumínio) nos módulos de savana do PPBio, Roraima.....	28
<b>Figura 10 -</b>	Ilustração da cobertura (%) nas categorias de inundação sazonal: bem drenado (a) imperfeitamente drenado (b) e mal drenado (c) presentes nos dois módulos amostrais de savana do PPBio em Roraima.....	30
<b>Figura 11 -</b>	Regressão linear entre o “Eixo1” e a porcentagem de cobertura dos estratos herbáceo e subarbustivo nas categorias de inundação (Bem drenado, imperfeitamente drenado e mal drenado) .....	31
<b>Figura 12 -</b>	Regressão linear entre o “Eixo1” e a porcentagem de cobertura do estrato arbóreo-arbustivo e % de solo exposto nos módulos de Savana do PPBio, Roraima.....	31



## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Composição de espécies inventariadas em dois módulos de savana do PPBio/RR, distribuídas por três categorias de inundação: categoria i - habitats sempre secos; categoria ii - habitats imperfeitamente drenados e categoria iii - mal drenados; EV= Estratificação Vegetal. Presença de espécie representado por (x)..... 23
- Tabela 2** - Cobertura Vegetal (%) e média de cobertura em cada categoria de inundação: Bem drenada (i), Imperfeitamente drenada (ii) e Mal drenada (iii), localizadas em dois módulos de savana do PPBio/RR..... 29

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1 Geral.....	15
2.2 Específicos .....	15
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
3.1 Áreas de estudo .....	15
3.2 Delineamento amostral .....	17
3.2.1 Estimativa de cobertura (Método do Ponto) .....	17
3.2.2 Cobertura de espécies e grupos taxonômicos .....	18
3.3 Inventário Florístico.....	19
3.4 Variáveis edáficas .....	20
3.4.1 Inundação sazonal.....	20
3.5 Análises dos Dados .....	21
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>22</b>
4.1 Resultados .....	22
4.1.1 Composição e riqueza de espécies .....	22
4.1.2 Variação na composição de espécies em relação as categorias de inundação .....	26
4.1.3 Cobertura de plantas em relação as categorias de inundação .....	28
4.2 Discussão .....	32
4.2.1 Composição e riqueza de espécies .....	32
4.2.2 Padrão de distribuição espacial .....	33
4.2.3 Cobertura de plantas em relação as categorias de inundação .....	34
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Savanas são formações fitofisionômicas bem variadas, normalmente planas, caracterizadas basicamente por um estrato herbáceo (ervas e capins), com ausência ou baixa abundância de arbustos e árvores de pequeno porte (MAGNUSSON et al., 2008; WALTER, 2006). Na Amazônia brasileira existem formações restritas de savanas abrangendo uma superfície de aproximadamente 200.000 km<sup>2</sup> (~5%) de todo o bioma Amazônico (SANTOS et al., 2007). Deste total, o maior bloco contínuo de savanas está situado no complexo paisagístico Rio Branco - Rupununi, abrangendo uma área de 69.145 km<sup>2</sup> distribuídos entre o Brasil (~43.000 km<sup>2</sup>), a Guiana (~14.500 km<sup>2</sup>) e a Venezuela (~10.940 km<sup>2</sup>) (BARBOSA, CAMPOS, 2011). Esta grande área de vegetação aberta no extremo norte amazônico faz parte da ecorregião denominada como “Savanas das Guianas” (FERREIRA, 2001). Em Roraima, a savana cobre toda a região norte e nordeste do estado, sendo denominada localmente por “lavrado”, um termo regional muito utilizado desde o início do século XX (BARBOSA et al., 2007a).

A savana de Roraima apresenta um mosaico de diferentes fitofisionomias com distintas estruturas e composições florísticas (MIRANDA, ABSY, REBÊLO, 2003) que variam de áreas cobertas exclusivamente por gramíneas e herbáceas a áreas com presença de espécies arbóreas; estruturalmente muito semelhantes as savanas (cerrados) do Brasil Central (MIRANDA, ABSY 2000; OLIVEIRA-FILHO, RATTER, 2002; ROSSATO et al., 2014). Essa variação fitofisionômica de áreas de savana muitas vezes está associada à sazonalidade climática (BATALHA, ARAGAKI, MANTOVANI, 1997; MUNHOZ, FELFILI, 2005), a disponibilidade de nutrientes no solo (BUENO et al., 2013; VOURLITIS et al., 2013) e a ocorrência de incêndios (LOPES, VALE, SCHIAVINI, 2009; MORREIRA, 2000). Contudo, para as savanas de Roraima, esses estudos não são totalmente conclusivos devido à enorme variedade de estruturas fitofisionômicas presentes nesta grande área e a falta de aprofundamento sobre os determinantes ambientais e suas interconexões (BARBOSA et al., 2007b).

De forma geral, o mosaico fitofisionômico do complexo Rio Branco-Rupununi indica possuir uma associação com topografia e relevo, apresentando grupos de plantas de hábitos distintos coexistindo em uma mesma área aparentemente em função da variação dos atributos edáficos e, em especial, relacionado à drenagem ou longevidade do período de inundação

sazonal. Na Amazônia, os aspectos hidrológicos relacionados à drenagem dos solos, possuem um papel importante na determinação da estrutura e composição florística de ambientes com vegetação aberta (DAMASCO et al., 2013), principalmente em áreas de baixa altitude, da mesma forma como demonstrado para fitofisionomias de savana do Brasil Central (OLIVEIRA-FILHO et al., 1989; ROSSATO, 2011). Regionalmente, a savana de Roraima possui imensas áreas planas, de baixa e média altitude, desprovidas de elementos arbóreos, que podem ou não estar associadas a lagos permanentes ou temporários presentes nas depressões do relevo. Nessas áreas, sujeitas à inundação sazonal, predomina a cobertura por gramíneas e herbáceas tolerantes a essa condição, enquanto nas áreas mais elevadas com solos bem drenados, a vegetação apresenta um estrato mais denso de espécies arbustivas e arbóreas, indicando que o fator hidrológico (drenagem) pode determinar estrutura, cobertura e composição florística bem distintas nestas áreas do extremo norte amazônico, formadas por fitopedunidades (BARBOSA et al., 2012).

Os estudos que abordaram a Savana do estado de Roraima ainda são poucos e grande parte deles se concentra nos aspectos florísticos e estruturais da comunidade arbórea-arbustiva, com baixa complexidade de análise sobre os sistemas de drenagem como determinantes ambientais (ARAÚJO, BARBOSA, 2007; BARBOSA et al., 2005; FLORES, RODRIGUES, 2010; MIRANDA, ABSY, 1997; MIRANDA, ABSY, 2000; MIRANDA, ABSY, REBÊLO, 2003; SANAIOTTI, 1997). Do estrato herbáceo raros estudos podem ser listados, destacando-se o de Miranda e Absy (2000), que inventariaram várias parcelas estabelecidas em distintos locais da savana de Roraima, e sugeriram primariamente que fatores ambientais poderiam ser considerados como determinantes de fitofisionomias em Roraima. Os demais trabalhos foram mais pontuais e específicos sobre riqueza de famílias dominantes como Cyperaceae (PRATA, 2002; PRATA, LÓPEZ, 2003) e Polygalaceae (COSTA, FLORES, RODRIGUES, 2012), ou mesmo abordando a diversidade da flora de Fabaceae (CAVALCANTE, FLORES, BARBOSA, 2014; FLORES, RODRIGUES, 2010). No caso de Cavalcante, Flores, Barbosa (2014), os autores avançaram ao sugerir que fatores edáficos relacionados a sazonalidade do lençol freático estariam determinando a ocorrência de indivíduos e espécies de herbáceas da família Fabaceae na savana local, inferindo que riqueza e diversidade de outros grupos taxonômicos também pudessem ser influenciadas por áreas com diferentes características de drenagem (períodos de inundação).

Desta forma, estudos de florística e estrutura da comunidade de plantas em áreas de savanas amazônicas associados a fatores edáficos relacionados à longevidade do período de

inundação são um importante meio de ampliar o entendimento dos processos de distribuição das espécies e grupos de espécies, retratando fitofisionomias específicas destes ecossistemas regionais. Este melhor entendimento subsidia avaliações sobre seus recursos naturais e propiciam caminhos primários para promover políticas públicas eficientes que intencionem a conservação das savanas regionais, incentivando o uso sustentável de sua biodiversidade.

Diante do exposto, a questão geral deste trabalho é: Fatores edáficos (fertilidade, física do solo e longevidade de inundação) influenciam a composição florística, riqueza de espécies e estrutura da comunidade de plantas da savana de Roraima? Desta forma, a hipótese do estudo foi estruturada da seguinte forma: Riqueza, composição e cobertura de espécies e grupos taxonômicos (famílias) de plantas na savana de Roraima são determinados por fatores edáficos e longevidade da inundação sazonal.

## **2 OBJETIVOS**

Propondo responder as perguntas específicas foram construídos os seguintes objetivos:

### **2.1 Geral**

Determinar os fatores edáficos e as classes de drenagem (longevidade da inundação sazonal) que influenciam na composição florística, riqueza e cobertura de espécies e grupos taxonômicos (famílias) de plantas em áreas da savana de Roraima.

### **2.2 Específicos**

- ✓ Determinar a composição e a riqueza de espécies e de grupos taxonômicos por categoria de inundação;
- ✓ Quantificar a cobertura (%) de espécies e grupos taxonômicos formados por categoria de inundação;
- ✓ Determinar o padrão de ocorrência das espécies com base nos fatores edáficos (química e física do solo por categoria de inundação).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

Neste trabalho de pesquisa, foram utilizados os seguintes materiais e aplicados os seguintes métodos:

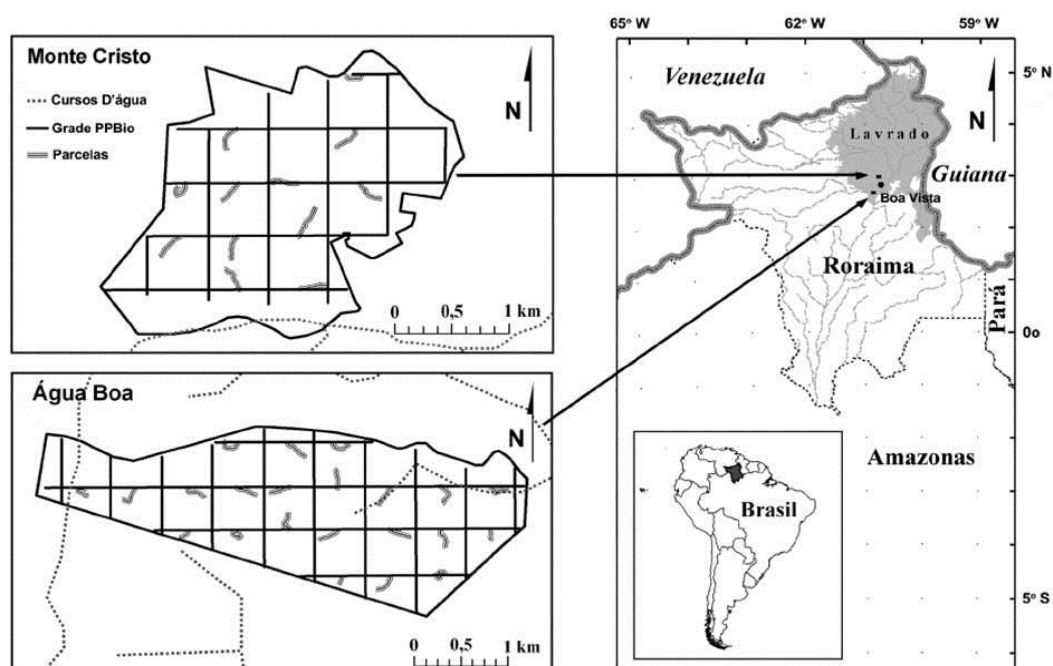
### **3.1 Áreas de estudo**

O estudo foi realizado em 20 parcelas permanentes distribuídas em dois módulos de pesquisa do PPBio (Programa de Pesquisas em Biodiversidade) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Os módulos ficam situadas no município de Boa Vista: (i) Região do Monte Cristo (MC) e (ii) Campo Experimental Água Boa (AB) (Figura 1). O primeiro módulo pertence à Universidade Federal de Roraima, distando ~15 km da cidade de Boa Vista, região do Monte Cristo (MC), seguindo pela BR-174 no sentido Pacaraima (02°

38° 07'' N a 02° 40' 11'' N e 60° 49' 25'' W a 60° 52' 28'' W). A área útil deste módulo é de 498 ha. Das 12 parcelas existentes nesta área, 10 terrestres foram selecionadas para este estudo. O relevo da área estudada é caracterizado como plano a ondulado, devido à proximidade da Formação Apoteri (BENEDETTI et al., 2011). Segundo Barbosa et al. (2012), a vegetação é definida como um mosaico de savana gramínea (Sg) e savana parqueada (Sp), seguindo o sistema de classificação da vegetação brasileira (IBGE, 2012). O módulo do Água Boa (AB) é de propriedade da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Roraima), situada a ~36 km ao Sul da cidade de Boa Vista, pela BR 174 (02° 51' 49'' N / 02° 53' 06'' N e 60° 44' 14'' W / 60° 42' 27'' W). A área útil do módulo é de 616 ha, onde estão distribuídas 22 parcelas; destas, 10 parcelas foram aleatoriamente selecionadas para o estudo. A vegetação é tipicamente de savana gramínea (Sg), com alguns mosaicos pobremente adensados com espécies arbóreo-arbustivas (BARBOSA et al., 2012).

Ambos os módulos estão dentro do espectro climático Aw, segundo a classificação de Köppen, e seguem aproximadamente a precipitação média anual da cidade de Boa Vista, ~1.615 mm, com período seco definido entre dezembro-março, e o pico do período chuvoso entre maio-agosto (BARBOSA, 1997).

**Figura 1.** Localização dos módulos do PPbio (região do Monte Cristo e Água Boa) estabelecidas na savana (lavrado) de Roraima, Brasil.



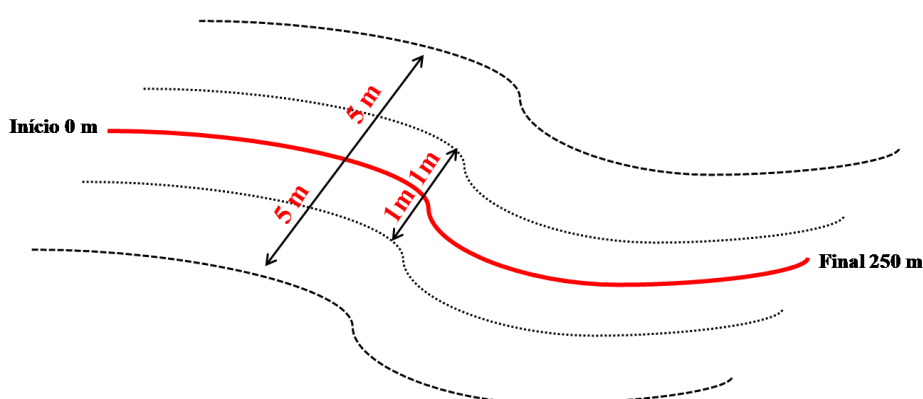
Fonte: Cavalcante et al. (2014).

### 3.2 Delineamento amostral

As parcelas permanentes estão dispostas nas duas áreas de estudo (módulos PPBio) seguindo um sistema de trilhas. O sistema de trilhas consiste em caminhamentos nos sentidos norte-sul (N-S) e leste-oeste (L-O) que se cruzam a cada 500 m de distância (Figura 1). As 20 unidades amostrais (10 parcelas permanentes em cada área de estudo) estão distribuídas sistematicamente no centro da distância entre dois cruzamentos das trilhas L-O e segue obrigatoriamente a curva de nível estabelecida no ponto (marco) inicial de cada parcela. Este sistema foi adotado pelo PPBio 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 taxonômico avaliado. Para coletar e inventariar os indivíduos em cada parcela foi usado a largura padrão de 2 m (1 m de cada lado da linha central da parcela) para plantas dos estratos (vertical) herbáceo e subarbustivo, conforme sugerido por Barbosa e Cavalcante (2008), e de 10 m (5 de cada lado da linha central da parcela) para as plantas do estrato arbóreo-arbustiva, conforme Cunha (2010) (Figura 2). Definição dos estratos está especificada no item 3.2.2.

**Figura 2.** Representação esquemática da unidade amostral (parcelas) para amostragem da composição das plantas herbáceas (2 x 250m) subarbustivas e arbóreo-arbustivas (10 x 250m) das 20 parcelas estudadas nas grades do PPBio-Roraima.



#### 3.2.1 Estimativa de cobertura (Método do Ponto)

A estimativa de cobertura foi realizada pelo Método do Ponto (BULLOCK, 1996). Este método consiste no uso de uma vareta de metal com 2 mm de espessura e 1 metro de altura.



A plotagem da vareta foi dada verticalmente no solo, ao longo da linha central (transecto) que define cada parcela (250 m). Cada plotagem foi feita em intervalos de 0,50 cm ao longo de toda a parcela (transecto), totalizando 500 pontos em cada parcela, conforme adaptação realizada a partir do trabalho de Costa, Magnusson, Luizão (2005) e Magnusson et al. (2008) (Figura 3).

Para estimar a cobertura de cada ponto, a vareta foi colocada no solo, e se esta tocasse folhas ou outras partes da planta era contabilizado “um” indivíduo, adicionando informação sobre o “status” de vida do indivíduo (vivo ou morto). Se mais de um indivíduo tocasse a vareta, também era contabilizado. A soma de todos os toques em cada vareta sempre deveria totalizar 1 (um) por força do método. Em todos os pontos os indivíduos foram identificados por números, morfotipados e, posteriormente, coletados para identificação taxonômica.

**Figura 3.** Método do Ponto usado para estimar a cobertura vegetal nas parcelas do Monte Cristo e Água Boa, Lavrado de Roraima.



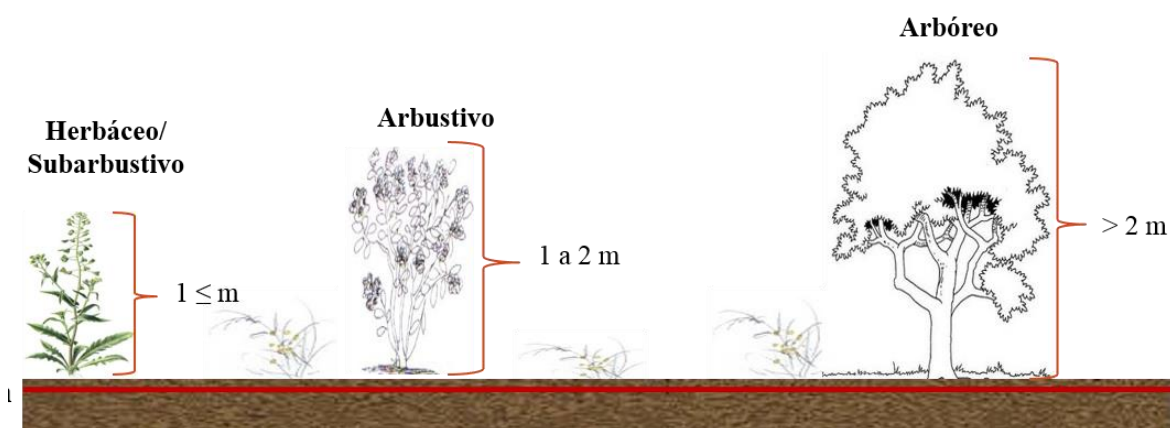
### 3.2.2 Cobertura de espécies e grupos taxonômicos

A porcentagem (%) de cobertura de cada espécie, grupo taxonômico de plantas (família) e solo exposto foi contabilizada na linha central de cada parcela, conforme preconizado pelo Método do Ponto (BULLOCK, 1996).

Também foi calculada a média de cobertura para cada espécie por categoria de inundação (seco, moderadamente inundado e inundado) e por estrato vertical, sendo considerados os seguintes estratos: herbáceo (plantas herbáceas  $\leq$  1m de altura), subarbustivo

(plantas lenhosas  $\leq 1$  m de altura) e arbóreo-arbustivo (plantas lenhosas  $> 1$  m de altura). Os estratos verticais foram delimitados de acordo com Barbosa et al. (2005) em conformidade com Miranda, Absy, Rebêlo (2003) (Figura 4).

**Figura 4.** Representação esquemática dos estratos verticais da vegetação nas parcelas permanentes em áreas de savana do Monte Cristo e Água Boa, Boa Vista, Roraima.



### 3.3 Inventário Florístico

O levantamento florístico e a coleta botânica foram realizados em duas etapas. A primeira etapa foi efetivada entre outubro de 2012 e janeiro de 2013 (inventário piloto) e, a segunda, entre setembro e novembro de 2013 (finalização da atividade de campo). Ambas foram realizadas em excursões diárias situadas ao final do período chuvoso e início do período seco, pois nesse período há maior predominância de plantas florescendo, em especial, as herbáceas, o que facilita a identificação.

Todas as espécies foram morfotipadas e numeradas em campo, seguindo-se as coletas botânicas para posterior identificação taxonômica. Todos os morfotipos foram fotografados para ajudar na identificação.

As espécies foram previamente identificadas, segundo família, gênero e espécie, e depois confirmadas com espécimes depositados no Herbário da UFRR. As espécies não identificadas no Herbário da UFRR foram remetidas a especialistas dos Herbários do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), da UFRR e do Museu Integrado de Roraima (MIRR) para comparações com outros materiais testemunhos. Todo material coletado foi depositado nos Herbário da UFRR e do MPEG seguindo a classificação botânica do APG III (2009).

### 3.4 Variáveis edáficas

As variáveis edáficas foram obtidas a partir das coletas de solo previamente executadas no Monte Cristo e Água Boa (PIMENTEL, BACCARO, 2011). Foram usados os dados de fertilidade (Soma de Bases<sup>(1)</sup>, Alumínio trocável, pH em água e teor de Fósforo) e de textura (% Areia, % Silte e % Argila). Os resultados desta análise foram obtidos de amostras compostas, retirando-se a média ponderada no perfil de 0-20 cm, da mesma forma como em Cavalcante et al. (2014). As classes dominantes de solo da região do Monte Cristo (Cauamé) são (i) LATOSSOLO VERMELHO (LV) originado a partir de sedimentos terciários da Formação Boa Vista com influência da Formação Apoteri, (ii) PLINTOSSOLO PÉTRICO (FF), formado com forte presença de afloramentos de cangas lateríticas, (iii) LATOSSOLO AMARELO (LA) e ARGISSOLO AMARELO (PA), ambos formados a partir de sedimentos pré-intemperizados argilo-arenosos da Formação Boa Vista e, por fim, (iv) GLEISSOLO (G), formado a partir de sedimentos argilo-arenosos da Formação Boa Vista (BENEDETTI 2007; BENEDETTI et al., 2011). No Campo Experimental do Água Boa, os solos são caracterizados como LATOSSOLO AMARELO em mosaico com solos hidromórficos das classes PLINTOSSOLO HÁPLICO e GLEISSOLO.

#### 3.4.1 Inundação sazonal

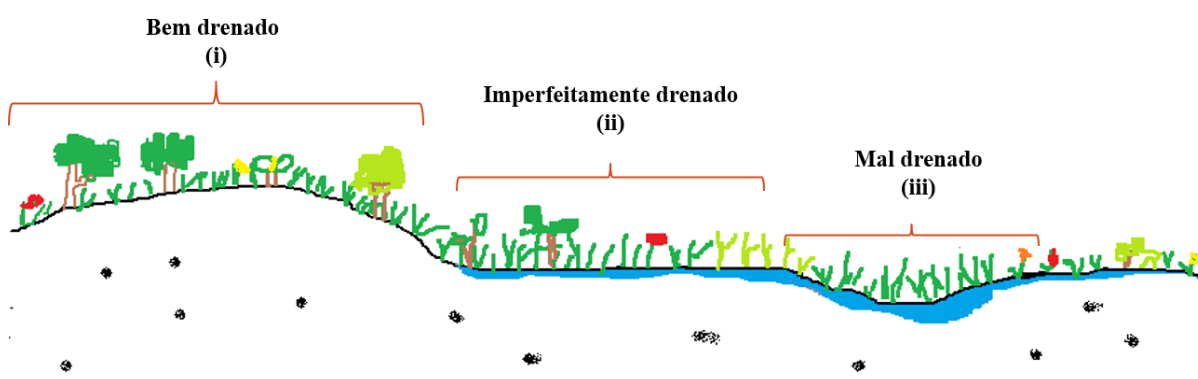
No período chuvoso (maio-agosto) algumas das parcelas sofrem alagamentos sazonais devido à elevação do lençol freático. Na região do Monte Cristo existem poucas áreas com influência direta da inundação sazonal (ARAÚJO, BARBOSA, 2007), predominando solos bem drenados. No Água Boa predominam os solos hidromórficos, devido a presença de lagos interligados, com forte presença de espécies de plantas higrófilas.

As parcelas foram classificadas com base na longevidade da inundação sazonal seguindo os critérios propostos por Cavalcante et al. (2014) com base no Sistema de Classificação dos Solos do Brasil (EMBRAPA-SOLOS, 2006): (i) ambientes sempre secos, caracterizados como **bem drenados** (n= 14), (ii) ambientes de 1 a 2 meses no ano sob inundação por elevação do lençol freático (**imperfetamente drenado**) (n=3) e (iii) ambientes de 3 a 4 meses inundados (**mal drenado**) (n=3) (Figura 5).

---

<sup>1</sup> Ca + Mg + K

**Figura 5.** Ilustração das categorias de longevidade de inundação sazonal reconhecidas nos módulos de savana do PPBio do Monte Cristo e Água Boa, Boa Vista, Roraima.



### 3.5 Análises dos Dados

A composição das espécies de plantas em cada área amostrada (MC e AB) foi delimitada pela quantificação da riqueza de espécies ( $S$ ) presentes em cada parcela, total e estrato vertical. A cobertura das espécies e grupos taxonômicos foi determinada pela soma percentual de seus respectivos indivíduos amostrados na linha central das parcelas pelo método do ponto. A riqueza e a cobertura foram amostradas com base nas categorias de inundação de cada parcela.

Para avaliar o padrão de distribuição das espécies, foi utilizada uma análise multivariada (NMDS: Non-metric Multidimensional Scaling) com dados de presença e ausência de espécies, com o objetivo de obter os *scores* das espécies em duas dimensões (eixo 1 e eixo 2), relacionando o eixo mais explicativo com as variáveis edáficas (fertilidade e textura do solo) de acordo com as categorias de inundação. Esta análise definiu a(s) variável(is) que determinam o padrão de ocorrência de espécies e grupos taxonômicos de plantas, caracterizando os habitats onde estes ocorrem. Todas as análises estatísticas foram realizadas pelo pacote livre *Vegan* do programa estatístico R Core Team (2014).

A taxa de cobertura dos estratos herbáceo, subarbustivo e arbóreo-arbustivo (incluindo solo exposto) foram correlacionadas por meio de regressão linear simples com os *scores* do Eixo 1 em cada categoria de inundação.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados os resultados e discussões para a comunidade de plantas das áreas de savana (lavrado) investigadas neste estudo:

### 4.1 Resultados

Influência dos fatores edáficos e classes de drenagem na composição, riqueza, distribuição espacial e cobertura de plantas apresentou os seguintes resultados:

#### 4.1.1 Composição e riqueza de espécies

Foram registradas 130 espécies de plantas distribuídas em 34 famílias botânicas. Os grupos taxonômicos (famílias) de maior riqueza de espécies foram Cyperaceae (26 espécies), Poaceae (22) e Fabaceae (20) (Tabela 1). A riqueza de espécies exclusiva dos ambientes (i) bem drenados (95) foi maior do que a dos ambientes (ii) imperfeitamente drenados (68) e (iii) mal drenados (46). Em todas as categorias de inundação foram constatadas espécies que possuem preferência ambiental (exclusivas): i (40), ii (13) e iii (17).

Espécies ocorrentes em duas categorias de inundação também foram observadas. Nas categorias i e ii ocorreram 31 spp. distribuídas por 12 grupos taxonômicos, onde Poaceae (7 spp), Fabaceae (6 spp), Cyperaceae (4 spp) e Malpighiaceae (4 spp) foram as mais abundantes. Os gêneros de maior riqueza foram *Andropogon*, *Chamaecrista*, *Bulbostyli* e *Byrsonima*. Nas categorias i e iii ocorreram 5 spp. representadas pelas famílias Apocynaceae (*H. articulatus*), Fabaceae (Leg. Indeterminada), Orobanchaceae (*B. palustres*), Poaceae (*A. torta*) e Rubiaceae (*S. linearis*). Nas categorias ii e iii, também ocorreram 5 spp. que foram representadas principalmente por Cyperaceae (*E. filiculmis* e *L. rigidus*), Droseraceae (*D. roraimae*), Poaceae (*O. succisum*) e Polygalaceae (*P. trichosperma*).

As espécies comuns as três categorias de inundação (19 spp.) foram distribuídas entre as famílias Cyperaceae (8 spp., com *Bulbostylis*, *Rhynchospora* e *Scleria* como os gêneros de maior riqueza); Fabaceae (*M. gracile*), Poaceae (9 spp., principalmente *Paspalum* e *Andropogon*) e Trigoniaceae (*T. villosa*). De forma geral, a riqueza de espécies em todas as categorias de inundação foi maior nos grupos taxonômicos das Poaceae e Cyperaceae.

**Tabela 1.** Composição de espécies inventariadas em dois módulos de savana do PPBio/RR, distribuídas por três categorias de inundação: categoria i - habitats sempre secos; categoria ii - habitats imperfeitamente drenados e categoria iii - mal drenados; EV= Estratificação Vegetal. Presença de espécie representado por (x).

Família	Espécie	Categoria i	Categoria ii	Categoria iii	EV
Acanthaceae	<i>Ruellia geminiflora</i> Kunth	x	x		Her
Anacardiaceae	<i>cf. Tapirira guianensis</i> Aubl.*	x			Arv
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.*			x	Arv
Apocynaceae	<i>Himatanthus articulatus</i> (Vahl) Woodson.	x		x	Arv
Asteraceae	Asteraceae indeterminada	x			Her
Connaraceae	<i>Connarus favosus</i> Planch	x	x		Arb
	Connaraceae indeterminada	x			Arb
	<i>Rourea grosourdyana</i> Baill	x	x		Arb
Convolvulaceae	Convolvulaceae Indeterminada	x			Her
	<i>Evolvulus sericeus</i> Sw.	x			Her
	<i>Ipomoea asarifolia</i> (Desr.) Roem. & Schult.	x	x		Her
	<i>Merremia aturensis</i> (Kunth) Hallierf.	x			Her
Cyperaceae	<i>Bulbostylis caespitosa</i> Peter	x	x	x	Her
	<i>Bulbostylis capillaris</i> (L.) Kunthex C.B. Clarke.	x	x		Her
	<i>Bulbostylis fasciculate</i> Uittien	x			Her
	<i>Bulbostylis junciformis</i> (Kunth) C. B. Clarke	x	x	x	Her
	<i>Bulbostylis lanata</i> (Kunth) Lindm			x	Her
	<i>Bulbostylis oritrephes</i> (Ridl.) C. B. Clarke.		x		Her
	<i>Bulbostylis paradoxa</i> (Spreng.) Lindm.	x	x		Her
	<i>Bulbostylis truncata</i> (Nees) M. T. Strong.	x			Her
	<i>Cyperus haspan</i> L.		x		Her
	Cyperaceae Indeterminada		x		Her
	<i>Eleocharis filiculmis</i> Kunth.		x	x	Her
	<i>Fimbristylis cymosa</i> R.Br.			x	Her
	<i>Fimbristylis dichotoma</i> (L.) Vahl.		x		Her
	<i>Lagenocarpus rigidus</i> (Kunth) Nees.		x	x	Her
	<i>Rhynchospora barbata</i> (Vahl) Kunth.	x	x	x	Her
	<i>Rhynchospora caespitosa</i> Huber.	x	x	x	Her
	<i>Rhynchospora cephalotes</i> (L.) Vahl.	x			Her
	<i>Rhynchospora filiformis</i> Vahl.	x	x	x	Her
	<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.*			x	Her
	<i>Rhynchospora nervosa</i> (Vahl) Boeckeler.	x	x		Her
	<i>Rhynchospora riparia</i> (Nees) Boeckeler.	x	x		Her
	<i>Scleria hirtella</i> Sw.	x	x	x	Her
	<i>Scleria lagoensis</i> Boeckeler.	x	x	x	Her
	<i>Scleria lithosperma</i> (L.) Sw.			x	Her
	<i>Scleria reticularis</i> Michx.			x	Her

Tabela 1- Continuação.

Família	Espécie	Categoria i	Categoria ii	Categoria iii	EV
	<i>Scleria rugosa</i> R. Br.	x	x	x	Her
Dilleniaceae	<i>Curatella americana</i> L.	x	x		Arv
Droseraceae	<i>Drosera roraimae</i> (Klotzsch ex Diels) Maguire & J.R.Laundon.		x	x	Her
Droseraceae	<i>Drosera roraimae</i> (Klotzsch ex Diels) Maguire & J.R.Laundon.		x	x	Her
Eriocaulaceae	<i>Eriocaulon</i> sp.			x	Her
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A. St. Hil.	x			Arv
Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	x			Her
	Gentianaceae indeterminada			x	Her
Haemodoraceae	<i>Schiekia orinocensis</i> (Kunth) Meisn			x	Her
Lamiaceae	Lamiaceae indeterminada*	x			Her
Gentianaceae	<i>Coutoubea spicata</i> Aubl.	x			Her
Leguminosae	<i>Aeschynomene histrix</i> Poir.	x			Her
	<i>Aeschynomene paniculata</i> Vogel.	x			Her
	<i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth.	x			Arv
	<i>Chamaecrista diphylla</i> (L.) Greene.	x	x		Her
	<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) Greene.*	x			Her
	<i>Chamaecrista hispidula</i> (Vahl) H. S. Irwin & Barneby.	x	x		Her
	<i>Chamaecrista</i> sp.	x	x		Her
	<i>Clitoria guianensis</i> (Aubl.) Benth.	x			Her
	<i>Eriosema crinitum</i> (Kunth) G. Don.	x	x		Her
	<i>Eriosema simplicifolium</i> (Kunth) G. Don.		x		Her
	<i>Galactia jussiaeana</i> Kunth.	x			Her
	<i>Indigofera lespedezioides</i> Kunth.		x		Her
	Leguminosae indeterminada	x		x	Her
	<i>Macroptilium gracile</i> (Benth.) Urb.*	x	x	x	Her
	<i>Mimosa debilis</i> Willd.*	x	x		Her
	<i>Mimosa</i> spx.	x			Her
	<i>Mimosa</i> sp2.	x			Her
	<i>Stylosanthes guianensis</i> (Aubl.) Sw.	x	x		Her
	<i>Zornia diphylla</i> (L.)Pers.	x			Her
	<i>Zornia marajoara</i> Huber.*	x			Her
Lentibulariaceae	<i>Utricularia adpressa</i> Salzm. ex A.St.-Hilaire & F.Girard			x	Her
Loganiaceae	<i>Antonia ovata</i> Pohl	x			Arb
Lythraceae	<i>Cuphea antisiphilitica</i> Kunth.*	x	x		Her
	<i>Cuphea</i> spx.*	x			Her
	<i>Cuphea</i> sp2.	x			Her
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Kunth.	x	x		Arv
	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) Kunth.	x	x		Arv
	<i>Byrsonima</i> sp.*	x	x		Sub
	<i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) DC.	x	x		Sub
Malvaceae	<i>Sterculia</i> sp.		x		Her
	<i>Waltheria indica</i> L.		x		Her
Melastomataceae	<i>Acisanthera crassipes</i> (Naudin) Wurdack.			x	Sub
	<i>Acisanthera hedyotoidea</i> Triana*			x	Sub

Tabela 1- Continuação.

Família	Espécie	Categoria i	Categoria ii	Categoria iii	EV
	<i>Acisanthera quadrata</i> Pers.		x		Sub
	<i>Miconia burchellii</i> Triana	x			Sub
	<i>Tibouchina aspera</i> Aubl.			x	Sub
	<i>Tibouchina gracilis</i> (Bonpl.) Cogn			x	Sub
Menispermaceae	<i>Cissampelos ovalifolia</i> DC.	x			Sub
Myrtaceae	<i>Eugenia puniceifolia</i> (Kunth) DC.	x			Arb
	<i>Myrcia</i> sp.	x			Sub
	Myrtaceae indeterminada	x			Sub
Ochnaceae	<i>Sauvagesia erecta</i> L.		x		Her
Orobanchaceae	<i>Buchnera palustris</i> (Aubl.) Spreng.	x		x	Her
	Orobanchaceae indeterminada	x			Her
Poaceae	<i>Andropogon angustatus</i> (J.Presl) Steud.	x	x	x	Her
	<i>Andropogon fastigiatus</i> Sw.	x	x		Her
	<i>Andropogon selloanus</i> (Hack.) Hack.	x	x		Her
	<i>Aristida torta</i> (Nees) Kunth.	x		x	Her
	<i>Axonopus aureus</i> P.Beauv.	x	x	x	Her
	<i>Axonopus cf. purpusii</i> (Mez) Chase.	x	x		Her
	<i>Axonopus pubivaginat</i> Henrard	x	x		Her
	<i>cf. Anthaenantia</i> sp.	x	x		Her
	<i>Coleataenia stenodes</i> (Griseb.) Soreng			x	Her
	<i>Elionurus cf. muticus</i> (Spreng.) Kuntze	x	x	x	Her
	<i>Elionurus</i> sp.		x		Her
	<i>Mesosetum loliiforme</i> (Steud.) Hitchc.	x	x	x	Her
	<i>Otachyrium succisum</i> (Swallen) Send. & Soderstr		x	x	Her
	<i>Paspalum boscianum</i> Flügge.	x	x		Her
	<i>Paspalum carinatum</i> Flügge	x	x	x	Her
	<i>Paspalum cf. carinatum</i> Flügge	x	x	x	Her
	<i>Paspalum gardnerianum</i> Nees.	x			Her
	<i>Paspalum hyalinum</i> Nees ex Trin.			x	Her
	<i>Paspalum scrobiculatum</i> L.	x	x		Her
	<i>Schyzachyrium sanguineum</i> (Retz.) Alston	x	x	x	Her
	<i>Trachypogon spicatus</i> (L.f.) Kuntze.	x	x	x	Her
Polygalaceae	<i>Polygala adenophora</i> DC.	x			Her
	<i>Polygala microspora</i> S. F. Blake.	x			Her
	<i>Polygala subtilis</i> Kunth		x		Her
	<i>Polygala trichosperma</i> L.		x	x	Her
	<i>Polygala violacea</i> Aubl.*	x	x		Her
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.	x			Arv
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i> L.*		x		Arv
	<i>Morinda tenuiflora</i> (Benth.) Steyerm	x			Sub
	<i>Palicourea rigida</i> Kunth.	x			Arb
	<i>Perama hirsuta</i> Aubl.*			x	Her
	<i>Spermacoce capitata</i> Ruiz & Pav.	x	x		Her
	<i>Spermacoce linearis</i> Willd. ex Roem. & Schult.	x		x	Her
	<i>Spermacoce verticillata</i> L.	x	x		Her
	<i>Spernacose</i> sp.	x			Her



**Tabela 1- Conclusão.**

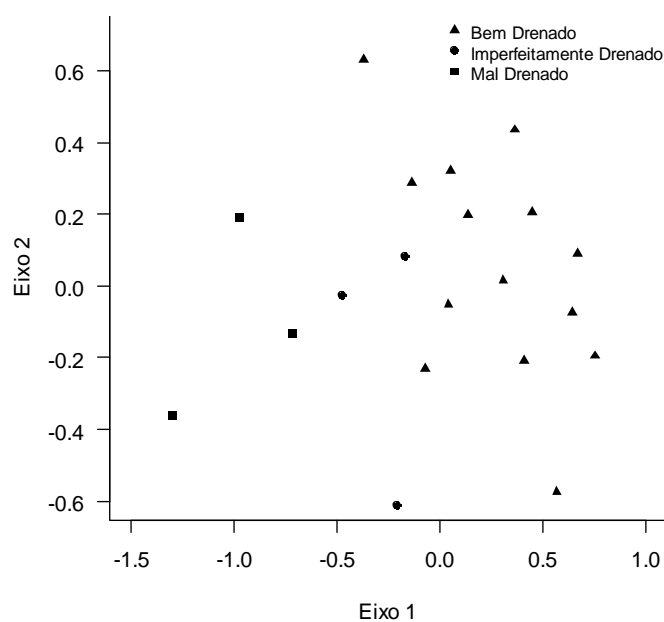
Família	Espécie	Categoria i	Categoria ii	Categoria iii	EV
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.*	x			Sub
Trigoniaceae	<i>Trigonia villosa</i> var. <i>macrocarpa</i> (Benth.) Lleras.	x	x	x	Sub
Verbenaceae	<i>Lippia microphylla</i> Cham.	x	x		Sub
<b>Total geral</b>	<b>34 famílias (130 espécies)</b>	<b>95</b>	<b>68</b>	<b>46</b>	
<b>Espécies exclusivas</b>		<b>40</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	
Espécies das categorias i e ii			<b>31</b>		
Espécies das categorias i e iii			<b>5</b>		
Espécies das categorias ii e iii			<b>5</b>		
Espécies comuns as categorias i, ii e iii			<b>19</b>		

\*Espécies que ocorreram dentro da parcela, mas fora do transecto central

#### 4.1.2 Variação na composição de espécies em relação as categorias de inundação

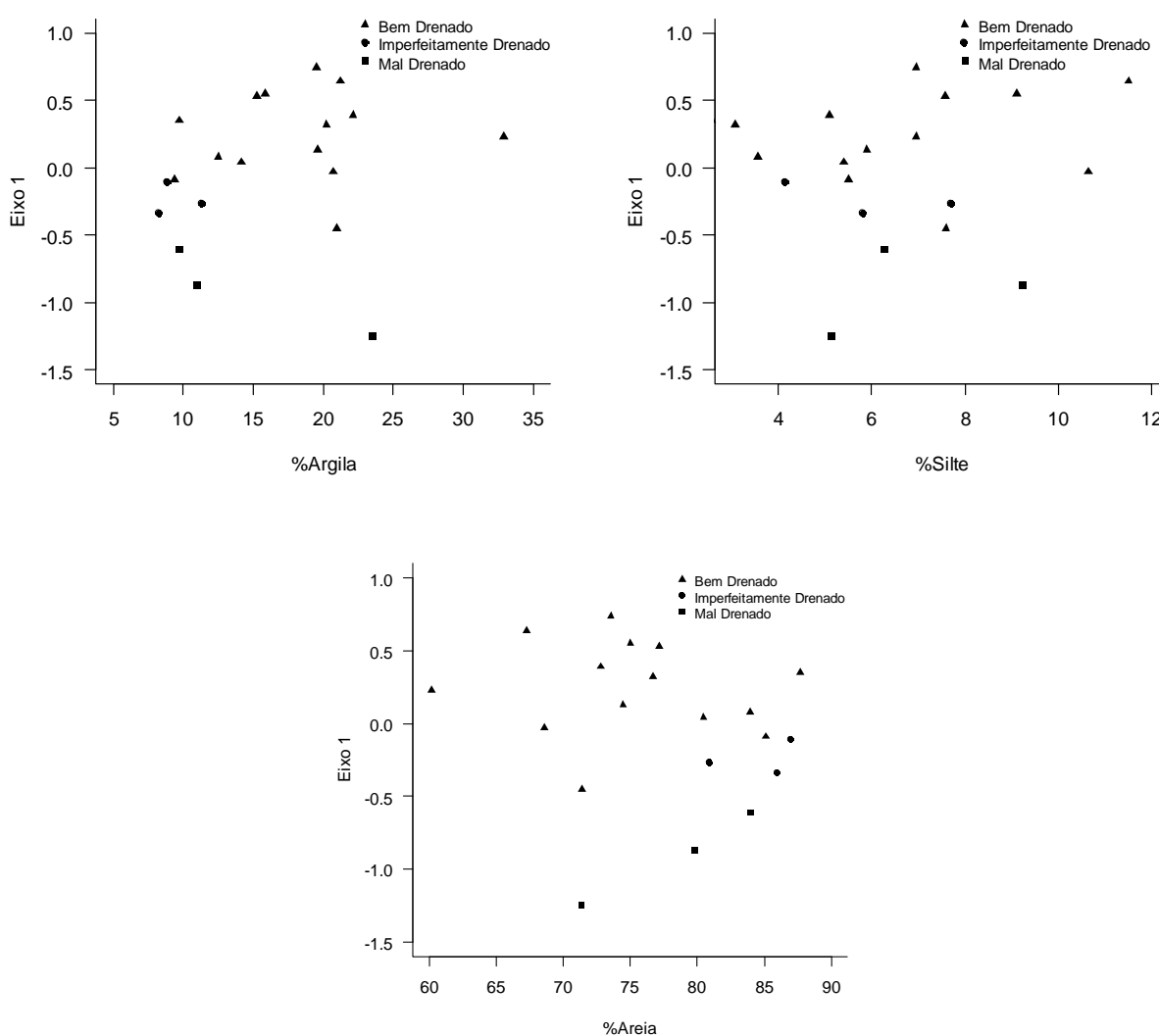
A análise de ordenação identificou um padrão de distribuição das espécies que é distinto pelas categorias de inundação sazonal, formando grupos determinados pelas distinções de drenagem. Os valores dos Eixo 1:  $R^2=0,7289$  ( $P \leq 0,001$ ) e o Eixo 2 ( $R^2=0,0306$ ;  $P \leq 0,01$ ) (Figura 6), indicam que o Eixo 1 de ordenação é que melhor explica a distribuição das espécies no gradiente de inundação.

**Figura 6.** Padrão de distribuição da comunidade de plantas estruturada pelos eixos de ordenação (*scores* das espécies) nas categorias de inundação nos módulos do PPBio/Roraima.



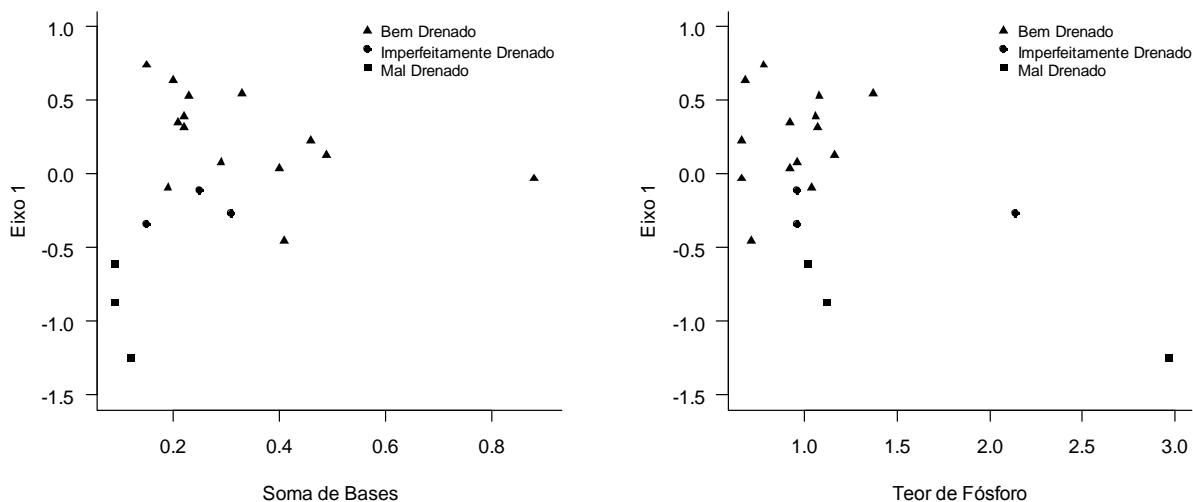
Cruzando as informações dos *scores* do eixo que melhor explica a variação dos dados (Eixo 1) com as variáveis físicas do solo (textura) e as categorias de inundação não foi verificada nenhuma relação com o padrão de distribuição de espécies (Figura 7).

**Figura 7.** Relação da ocorrência das espécies com a textura do solo (% Argila, % Silte e % Areia) nas categorias de inundação em duas áreas de savanas de Boa Vista/RR.

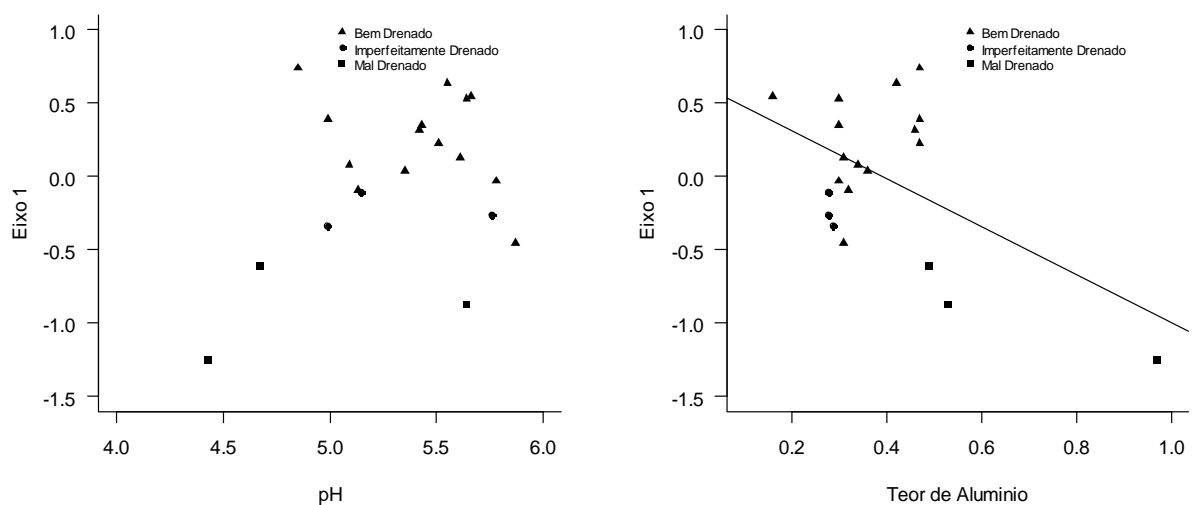


As variáveis SB e teor de Fósforo também não influenciaram na distribuição das espécies (Figura 8). A acidez do solo (pH) também não foi significativa. Por outro lado, Al trocável possui uma relação significativa e negativa ( $R^2= 0,2757$  e  $P \leq 0,01$ ) que determina uma tendência de formação de grupos de plantas (Figura 9). Esta relação é evidenciada nos habitats que sofrem com a inundação sazonal até quatro meses (mal drenados e com alta toxidez de Al), determinando ambientes menos complexos e de menor riqueza de espécies.

**Figura 8.** Relação da ocorrência das espécies com a química do solo (Soma de Bases, Teor de Fósforo) nos módulos de savana do PPBio, Roraima



**Figura 9.** Relação da ocorrência das espécies com a química do solo (pH e Teor de Alumínio) nos módulos de savana do PPBio, Roraima.



#### 4.1.3 Cobertura de plantas em relação as categorias de inundação

A soma da porcentagem de cobertura viva das quatro espécies de cada categoria de inundação foi  $> 50\%$ . Na categoria (bem drenada), *T. spicatus* (Poaceae) foi a espécie de maior cobertura (35%), sendo que apenas uma espécie arbórea (*B. coccolobifolia*) foi considerada como destaque com 7,4% de cobertura; um valor bastante representativo para uma espécie arbórea. Nas categorias ii e iii (moderadamente inundadas e mal drenadas) a porcentagem de

cobertura foi predominantemente de espécies herbáceas, especificamente das famílias das Cyperaceae e Poaceae. Nos habitats imperfeitamente drenados as espécies de maior cobertura foram *M. loliiforme* (16,7%) e *R. barbata* (14,2%), enquanto que habitats mal drenados foram *P. hyalinum* (23,3%) e *P. carinatum* (15,9%) (Figura 10).

Os grupos taxonômicos (família) de maior porcentagem de cobertura em todas as parcelas foram Poaceae e Cyperaceae, e *P. carinatum* (Poaceae) foi a espécie comum de maior cobertura presente nos habitats distintos por drenagem.

Independente da drenagem do habitat (bem drenado, imperfeitamente drenado e mal drenado), verificou-se um amplo predomínio de cobertura herbácea em todas as parcelas. No entanto, nas parcelas com solos imperfeitamente drenados (72,3%) e mal drenados (79,5%) foi verificada uma maior cobertura média de herbáceas em relação à categoria de solos bem drenados (50,5%) (Tabela 2).

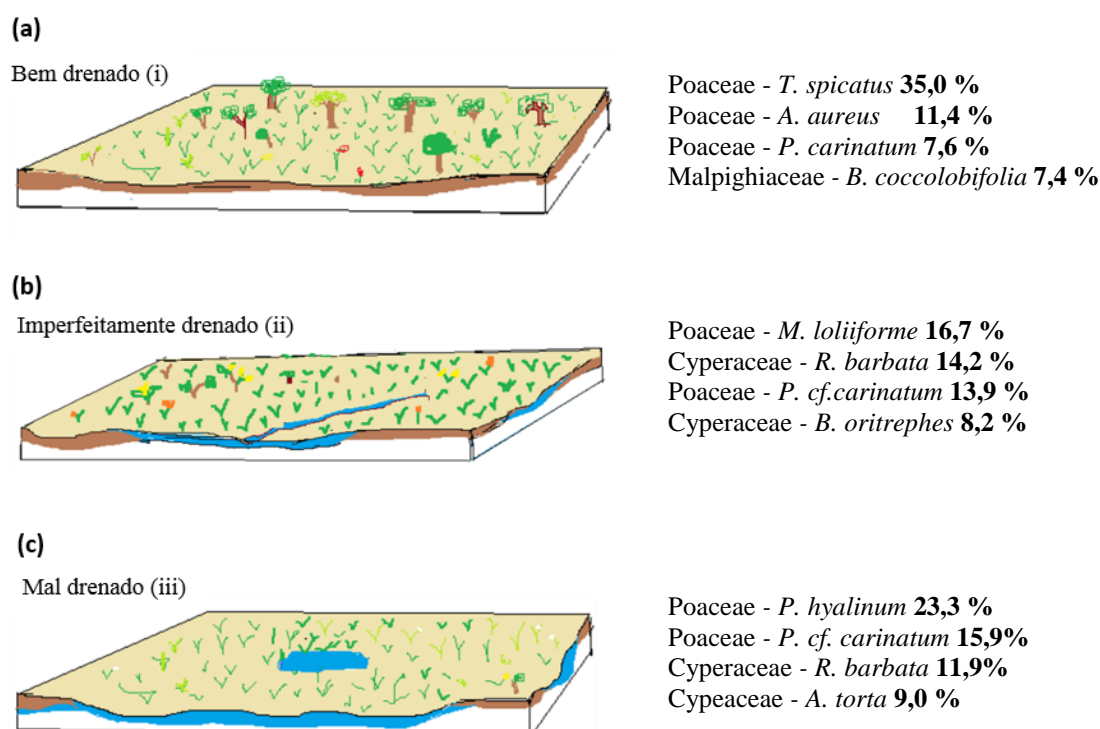
**Tabela 2.** Cobertura Vegetal (%) viva e média de cobertura em cada categoria de inundação: Bem drenada (i), Imperfeitamente drenada (ii) e Mal drenada (iii), localizadas em dois módulos de savana do PPBio/RR. % Cobertura vegetal morta = 100% - (soma % de cada uma das linhas).

<b>Categorias de Inundação</b>	<b>% cobertura Herbácea</b>	<b>% cobertura Subarbusciva</b>	<b>% cobertura Arbórea-arbusciva</b>	<b>Solo Exposto</b>
i	51,47	0	1,30	27,09
i	53,27	0	0	19,52
i	44,83	0	3,05	8,58
i	69,16	0	0	11,86
i	61,88	0,21	0	14,37
i	52,72	0	1,07	9,27
i	64,02	0,07	1,84	5,79
i	49,19	0	0	22,16
i	48,83	0	2,05	26,56
i	44,27	0	3,13	37,37
i	52,87	0,07	0,48	9,88
i	35,71	0,51	1,10	37,43
i	53,18	0	0,37	30,16
i	24,12	0,45	3,04	36,22
<b>Média</b>	<b>50,39%</b>	<b>0,09%</b>	<b>1,25%</b>	<b>21,16%</b>
ii	67,80	0	0	12,10
ii	82,09	0,20	0	4,80
ii	67,07	0	0,79	2,58
<b>Média</b>	<b>72,32%</b>	<b>0,07%</b>	<b>0,26%</b>	<b>6,49%</b>

**Tabela 1 - Conclusão**

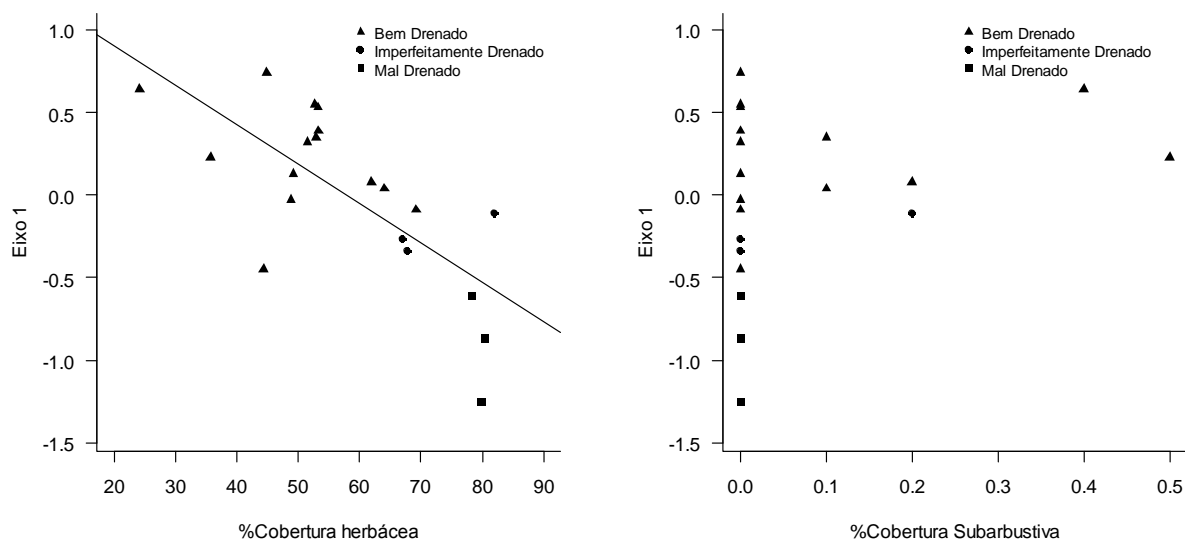
Categorias de Inundação	% cobertura Herbácea	% cobertura Subarbastiva	% cobertura Arbórea-arbastiva	Solo Exposto
iii	79,78	0	0	0,20
iii	78,35	0	0	7,91
iii	80,49	0	0	2,17
<b>Média</b>	<b>79,54%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>3,42%</b>

**Figura 10.** Ilustração da cobertura (%) nas categorias de inundação sazonal: bem drenado (a) imperfeitamente drenado (b) e mal drenado (c) presentes nos dois módulos amostrais de savana do PPBio em Roraima.

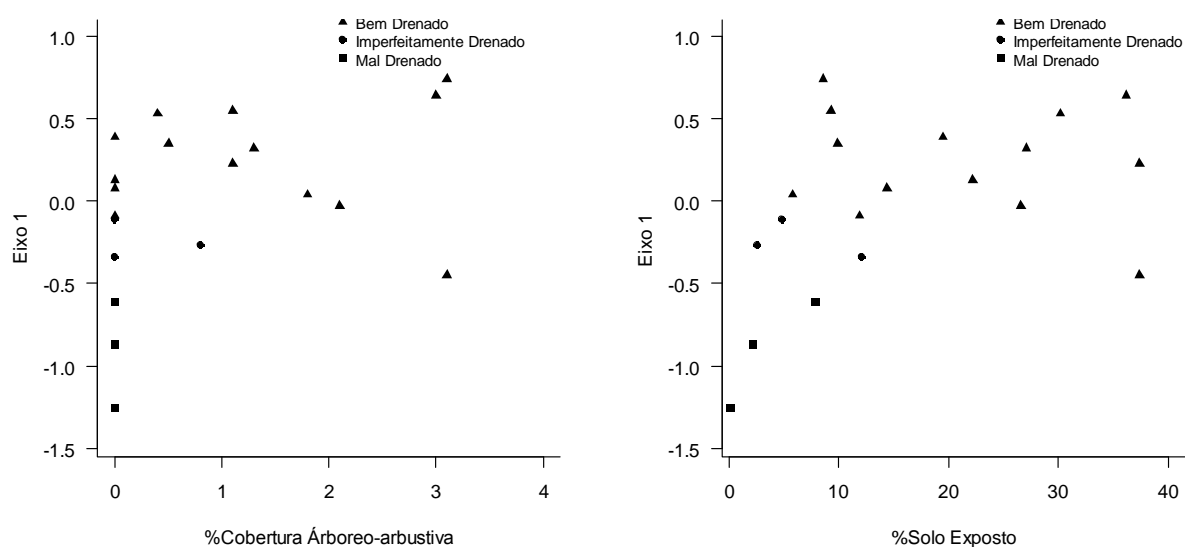


Por meio de regressão linear, a taxa de cobertura dos estratos herbáceo, subarbastivo e arbóreo-arbastivo (incluindo solo exposto) foram correlacionadas com as categorias de inundação, onde constatou-se que a cobertura de herbácea possui uma relação negativa e significativa ( $R^2= 0,5165$  e  $P \leq 0,001$ ). Por outro lado, a relação não foi significativa ( $R^2=0,0811$  e  $P \geq 0,1$ ) para a % cobertura Subarbastiva (Figura 11). Cobertura arbórea-arbastiva ( $R^2=0,1487$  e  $P \geq 0,1$ ) e Solo Exposto ( $R^2=0,1871$  e  $P \geq 0,1$ ), também não apresentaram relação significativa com os habitats estudados (Figura 12). Existe preferência ambiental de determinados grupos de plantas herbáceas (especialmente Poaceae e Cyperaceae) por habitats inundados.

**Figura 11.** Regressão linear entre o “Eixo1” e a porcentagem de cobertura dos estratos herbáceo e subarbustivo, nas categorias de inundação (Bem drenado, imperfeitamente drenado e mal drenado).



**Figura 12.** Regressão linear entre o “Eixo1” e a porcentagem de cobertura do estrato arbóreo-arbustivo e % de solo exposto nos módulos de Savana do PPBio, Roraima.



## 4.2 Discussão

A discussão relacionada a cada resultado da composição, riqueza, distribuição espacial e cobertura de plantas é a seguinte:

### 4.2.1 Composição e riqueza de espécies

As famílias com maior riqueza de espécies no lavrado de Roraima são similares àqueles encontrados em outros levantamentos florísticos para Roraima e outras áreas abertas amazônicas (CAVALCANTE, FLORES, BARBOSA, 2014; MAGNUSSON et al., 2008; MIRANDA, ABSY, 1997; MIRANDA, ABSY, 2000; MIRANDA, ABSY, REBÊLO, 2003; MIRANDA, ALMEIDA, DANTAS, 2006; MYERS, 1936; PRATA, LÓPEZ, 2003, ROCHA, 2012; TAKEUCHI, 1960).

Comparando a riqueza de espécies nas categorias de inundação, os habitats mais ricos foram os bem drenados, onde a flutuação do lençol freático não originou qualquer estresse por inundação sazonal. Nesta categoria (bem drenado) ocorreram espécies intolerantes ao excesso de água por qualquer período do ano. No trabalho de Cavalcante et al. (2014), também foram encontrados resultados semelhantes especificamente para o grupo das Leguminosae (Fabaceae) nos mesmos módulos amostrais inventariados neste estudo. Outros resultados similares também foram encontrados por Schessl (1999) em regiões alagáveis do Pantanal brasileiro, sendo Poaceae, Leguminosae (Fabaceae) e Cyperaceae os grupos taxonômicos com maior número de espécies nessas áreas, indicando que estes grupos são tipicamente característicos de ambientes de vegetação aberta e suportam alagamento sazonal.

A família Cyperaceae foi a de maior número de espécies na categoria mal drenada (inundação mais longa) e esse resultado condiz com as observações de Rebellato e Cunha (2005), sugerindo maior riqueza de espécies de Cyperaceae no período chuvoso em relação ao período seco no Pantanal de Poconé, Mato Grosso, quando as áreas mais baixas sofrem alagamento sazonal. Da mesma forma, Crispim et al. (2002) indicou que após o período de inundação na região do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Cyperaceae também apresentou um alto índice de dispersão de suas espécies. Esses resultados indicam que Cyperaceae é muito adaptada a ambientes com deficiência de drenagem e que esta família pode ter um papel importante no contexto da conservação de ambientes abertos, atuando com espécies-chave da paisagem ou bioindicadoras de padrões ecológicos. Ambos os casos são base para o entendimento de como mudanças ambientais agem sobre a biodiversidade destas áreas de

savana que vem sendo utilizadas de forma indiscriminada por diferentes formas ações desenvolvimentistas (AGUIAR Jr. et al., 2014).

#### **4.2.2 Padrão de distribuição espacial**

As análises de NMDS mostraram apenas uma relação negativa do Al trocável com a ocorrência das espécies nas categorias mal drenadas, indicando que os habitats que sofrem longos períodos de inundação na savana de Roraima possuem uma relação inversa entre toxidez de Al e riqueza de espécies nos três estratos verticais analisados. O efeito do Alumínio sobre a ocorrência das espécies já havia sido relatado para o estrato arbustivo em áreas de Savanas em Roraima (MIRANDA, ABSY, 2000; MIRANDA, ABSY, REBÊLO, 2003) e para a cobertura herbácea em áreas de Savana na região centro-oeste (AMORIM, BATALHA, 2008), embora fosse esperado que outras variáveis também fossem determinantes para ambientes dominados por Cyperaceae e Poaceae (ROCHA, MIRANDA, COSTA NETO, 2014).

Os altos teores de alumínio em solos de savana também já foram apontados como uma das causas das variações fisionômicas do bioma Cerrado do Brasil Central (HARIDASAN, 2008), indicando que distintas concentrações de Al podem determinar diferenças nos habitats de paisagens abertas. Geralmente a concentração desse elemento vem sendo observada nas áreas de depressões do relevo, onde normalmente são caracterizadas por habitats de baixa abundância de indivíduos arbóreos (GOODLAND, 1971). Esse é o caso das áreas avaliadas em Roraima, onde as parcelas sob inundação temporária estão alocadas em terreno plano com leves depressões associadas a cursos de água temporários. Nestes casos, o alumínio disponível em alta concentração no solo pode reduzir a disponibilidade de nutrientes para as plantas, reduzindo a absorção de fósforo (MALAVOLTA et al., 1977), magnésio e cálcio (MARSCHNER, TREEBY, RÖMHELD, 1989). Além disso, a alta concentração de alumínio no solo pode comprometer o estabelecimento e desenvolvimento de muitas espécies. Uma característica observada em plantas tolerantes a concentração elevada de alumínio é o desenvolvimento de raízes superficiais (BLAMEY, ROBINSON, ASHER, 1992), corroborando com ausência de espécies arbustivas e arbóreas nos habitats mal drenados. As áreas que sofrem com a inundação sazonal podem passar por alterações nas características físicas e químicas do solo (BATALHA et al., 2005). Estas características explicam a variação na comunidade de plantas da savana de Roraima em função das categorias de inundação, visto



que foram encontradas espécies arbóreas em maior abundância apenas no habitat bem drenado, onde a concentração de Al não foi suficiente para limitar, por exemplo, as espécies *B. coccolobifolia* (Malpighiaceae), *B. crassifolia* (Malpighiaceae) e *C. americana* (Dilleniaceae); todas arbóreas e muito comuns na savana de Roraima.

#### **4.2.3 Cobertura de plantas em relação as categorias de inundação**

Considerando que os diferentes habitats de inundação avaliados na savana de Roraima alteraram o equilíbrio dos elementos químicos e físicos do solo, seria de se esperar que a condição edáfica fosse um forte fator explicativo da variação fitofisionômica e cobertura de espécies, como sugerido por outros autores (GAMBRELL et al., 1991; LIMA et al., 2005; HARIDASAN, 2008). A cobertura vegetal em relação ao regime de inundação teve uma variação relacional entre os diferentes estratos verticais, onde as parcelas sujeitas ao maior alagamento foram dominadas por cobertura do estrato herbáceo sem qualquer elemento arbóreo presente. Essa variação também foi relatada por Amorim e Batalha (2007) nas savanas do Brasil Central e está totalmente atrelada à baixa fertilidade e toxidez por Alumínio.

Desta forma, seria de se esperar que a ocorrência de espécies com maior adaptabilidade a ambientes alagáveis e com problemas de anoxia estivessem relacionadas às famílias Poaceae e Cyperaceae, e.g. com raiz em cabeleira e superficial (WALDHOFF et al., 1998). Ao contrário, as áreas bem drenadas, possuíam uma representativa cobertura de indivíduos arbóreos circundados por uma menor cobertura de espécies do estrato herbáceo, além de solo exposto (sem contagem de indivíduos de qualquer grupo). Assim sendo, embora houvessem 19 espécies de plantas de comum ocorrência nos três habitats de drenagem avaliados em Roraima, foram as condições frequentes de inundação que permitiram distinta riqueza de espécies, particionando as áreas de savana em um gradiente de encharcamento que influenciou diretamente na cobertura (competição por espaço) entre herbáceas e espécies lenhosas, da mesma forma como destacado por Munhoz e Felfili (2008) e Villalobos-Vega et al. (2014).

## 5 CONCLUSÃO

- ✓ Longevidade de inundação influencia na riqueza, composição e cobertura de espécies de plantas na savana de Roraima, onde os habitats com problemas de drenagem possuem menor riqueza geral e maior cobertura de grupos taxonômicos do estrato herbáceo, com predomínio absoluto das famílias Poaceae e Cyperaceae, enquanto os habitats sem alagamento sazonal, possuem maior riqueza e cobertura mais equilibrada entre espécies dos estratos herbáceo e arbóreo-arbustivo. Essas conclusões são importantes dentro do entendimento dos padrões de distribuição espacial de comunidades de plantas em ecossistemas de savanas na Amazônia, e como alterações antropogênicas podem comprometer os determinantes ambientais que agem sobre a biodiversidade destas áreas abertas do extremo norte. Sugere-se ampliar os estudos para outras áreas abertas de Roraima e da Amazônia, com o intuito de detectar a ação de outros fatores determinantes no padrão de distribuição de comunidades ou populações de plantas das savanas amazônicas.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR JR. et al. Invasion of *Acacia mangium* in Amazonian savannas following planting for forestry. **Plant Ecology & Diversity**, London, v.7, n. 1-2, p. 359-369. apr. 2014.

AMORIM, P.K.; BATALHA, M.A. Soil chemical factors and grassland species density in Emas National Park (central Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, São Paulo, v. 68, n.2, p. 279-285, may. 2008.

AMORIM, P.K.; BATALHA, M.A. Soil-vegetation relationships in hyperseasonal cerrado, seasonal cerrado, and wet grassland in Emas National Park (central Brazil). **Acta Oecologica**, Oxford, v. 32, n.3, p. 319-327, nov./dec. 2007.

APG III (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, v. 161, n.2, p.105-121, oct. 2009.

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, sem mês. 2007.

BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELON, E. G. (Orgs.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 325-335.

BARBOSA, R. I. et al. Notas sobre a composição arbóreo-arbustiva de uma fisionomia das savanas de Roraima, Amazônia Brasileira. **Acta Botanica Brasilica**, Minas Gerais, v.19, n. 2, p. 323-329, abr./jun. 2005.

BARBOSA, R. I. et al. The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, (Online), v. 1, n. 1, p. 29-41, apr. 2007a.

BARBOSA, R.I. et al. Estratificação vertical de uma comunidade arbóreo-arbustiva em uma área de Savana Parque em Roraima, Amazônia Brasileira. **Mens Agitat**, Boa Vista, v.2, n. 1, p.45-52, sem mês. 2007b.

BARBOSA, R. I.; CAVALCANTE, C. O. Protocolo e área mínima amostral para herbáceas nas grades de savanas do PPBio Amazônia: As leguminosas como estudo de caso. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 4, 2008, Brasília-DF. **Anais...** Brasília/DF: EMBRAPA, 2008.

BARBOSA, R.I; CAMPOS, C. Detection and geographical distribution of clearing areas in the savannas (*'lavrado'*) of Roraima using Google Earth web tool. **Journal of Geography and Regional Planning**, Nairobi, v.4, n. 3, p. 122-136, mar. 2011.

BARBOSA, R. I. et al. Root biomass, root: shoot ratio and belowground carbon stocks in the open savannas of Roraima, Brazilian Amazonia. **Australian Journal of Botany**, Collingwood, v. 60, n. 5, p. 405-416, jul. 2012.

BATALHA, M.A.; ARAGAKI, S.; MANTOVANI, W. Florística do cerrado em Emas, Pirassununga, SP. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo. v.16, p. 49-64.1997.

BATALHA, M.A. et al. Hyperseasonal cerrado, a new Brazilian vegetation form. **Journal of Brazilian Biology**, São Paulo. v. 65, n. 4, p. 735-738, nov.2005.

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, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2007.

BENEDETTI, U. G. et al. Gênese, química e mineralogia de solos derivados de sedimentos Pliopleistocênicos e de rochas vulcânicas básicas em Roraima, norte amazônico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.35, n. 2, p. 299-312, mar./abr. 2011.

BLAMEY, F.P.C.; ROBINSON, N.J.; ASHER, C.J. Interspecific differences in aluminium tolerance in relation to root cation-exchange capacity. **Plant and Soil**, Netherlands, v.146, p.77-82, sem mês. 1992.

BUENO, M. L. et al. Influence of edaphic factors on the floristic composition of an area of cerrado in the Brazilian central-west. **Acta Botanica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 445-455, abr/jun.2013.

BULLOCK, J. Plants. In: **Ecological Census Techniques**. Cambridge: W.F. Sutherland, Cambridge University Press, 1996.

CAVALCANTE, C. O.; FLORES, A. S.; BARBOSA, R.I. Fatores edáficos determinando a ocorrência de leguminosas herbáceas em savanas amazônicas, **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n.3, p. 379 -386, set. 2014.

COSTA, F. R. C.; MAGNUSSON, W. E.; LUIZÃO, R. C. Mesoscale distribution patterns of Amazonian understory herbs in relation to topography, soil and watersheds. **Journal of Ecology**, London, v. 93, n. 5, p. 863-878, jun. 2005.

COSTA, C.S.; FLORES, A.S.; RODRIGUES, R. S. A família Polygalaceae em uma área de savana em Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, (Online), v.10, n.4, p. 468-480, out./dez. 2012.

CRISPIM, S.M.A. et al. Variação sazonal na frequência e composição botânica em área de máxima inundação, Pantanal-MS, Brasil. **Arquivos de Zootecnia** 51, Córdoba, v. 51, n.194, p.149-160, sem mês. 2002.

CUNHA, M. S. **Padrão de distribuição espacial do carbono arbóreo-arbustivo em duas áreas de savanas em Roraima**. 2010. 72 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais) Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Universidade Federal de Roraima (UFRR), Boa Vista, 2010.

DAMASCO, G. et al. Disentangling the role of edaphic variability, flooding regime and topography of Amazonian white-sand vegetation. **Journal of Vegetation Science**. Massachusetts, v. 24, n. 2, p. 384-394, mar. 2013.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FERREIRA, L. V. **A distribuição das unidades de conservação no Brasil e a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nas ecorregiões do bioma Amazônia**. 2001. 203 p. Tese (Doutorado em Ecologia) Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, 2001.

FLORES, A. F.; RODRIGUES, R. S. Diversidade de Leguminosae em uma área de savana do estado de Roraima, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 1, p.175-183, jan./mar. 2010.

GAMBRELL, R. et al. The effects of ph, redox, and salinity on metal release from a contaminated sediment. **Water, air, and soil pollution**, (Online). v. 57, n. 1, p. 359-367, aug.1991.

GOODLAND, R. Physiognomic analysis of cerrado vegetation of central Brazil. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 59, n.2, p. 411-419, jul. 1971.

HARIDASAN, M. Nutritional adaptations of native plants of the cerrado biome in acid soils. **Brazilian Journal of Plant Physiology**. Londrina, v.20, n. 3, p.187-195, jul./set. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 2012, 271p.

LIMA, H. N. et al. Dinâmica da mobilização de elementos em solos da Amazônia submetidos à inundação. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n.3, p.317-330, jul./set. 2005.

LOPES, S. F.; VALE, V. S.; SCHIAVINI, I. Efeito de queimadas sobre a estrutura e composição da comunidade vegetal lenhosa do cerrado sentido restrito em Caldas Novas, GO. **Revista Árvore**, Viçosa, v.33, n.4, p.695-704, mai. 2009.

MAGNUSSON, W. E. et al. RAPELD: A modification of the Gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. **Biota Neotropica**, Campinas, v.5, n.2, p. 1-6, jan. 2005.

MAGNUSSON, W. E. et al. Composição florística e cobertura vegetal das savanas na região de Alter do Chão, Santarém. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.31, n.1, p.165-177, jan./mar. 2008.

MALAVOLTA, E.; SARRUGE, J.R.; BITTENCOURT, V.C. **Toxidez de alumínio e de manganês**. In: Simpósio sobre o cerrado: Bases para utilização agropecuária, 4, 1976, Brasília. Belo Horizonte: Itatiaia/São Paulo: USP. p. 275-301. 1977.

MARSCHNER, H.; TREEBY, M.; RÖMHELD, V. Role of root-induced changes in the rhizosphere for iron acquisition in higher plants. **Jornal of Plant Nutrition and Soil Science**. (Online), v.152, n. 2, p. 197-204, jan.1989.

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. Flora Fanerogâmica das Savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. G.; CASTELON, E. G. (Orgs.). **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997. p. 445-462.

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

MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L. REBELO, G. H, Community structure of woody plants of Roraima savannahs. **Plant Ecology**, São Paulo, v.164, n.1, p.109-123, jan.2003.

MIRANDA, I. S.; ALMEIDA, S. S.; DANTAS, P. J. Florística e estrutura de comunidades arbóreas em cerrados de Rondônia, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 36, n. 4, p. 419-430, out./dez. 2006.

MOREIRA, A.G. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. **Journal of Biogeography**, Massachusetts, v. 27, n. 4, p. 1021-1029, jul. 2000.

MUNHOZ, C. B.; FELFILI, J. M. Fenologia do estrato herbáceo-subarbustivo de uma comunidade de campo sujo na Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 981-990, out./dez. 2005.

MUNHOZ C.B.R.; FELFILI J.M. Fitossociologia do estrato herbáceo-subarbustivo em campo limpo úmido no Brasil Central. **Acta Botanica Brasilica**. São Paulo, v.22, n.4, p.905-913, out/dez. 2008.

MYERS, J.G. Savannah and forest vegetation of the interior Guiana Plateau. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 24, n. 1, p 162-184, fev.1936.

OLIVEIRA FILHO, A.T. et al. Environmental factors affecting physiognomic and floristic variation in an area of cerrado in central Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, Oxford, v. 5, n.4, p. 413-431, mar.1989.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. **Vegetation physiognomies and wood flora of the bioma Cerrado**. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 91-120.

PIMENTEL, T.P.; BACCARO, F. **Coletas e análises físico-químicas do solo em parcelas permanentes em ecossistemas de Savana. Campus Experimental Cauamé/Monte Cristo/UFRR e Campo Experimental Água Boa/Embrapa Roraima. 2011.** Disponível em:<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.170.1/ppbio.htm>/<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/menger.149.4/ppbio.htm>>. Acesso em: 07 de mar. 2013.

PRATA, A. P. Listagem florística das Cyperaceae do estado de Roraima, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v.29, n. 2, p. 93-107, mai.2002.

PRATA, A. P.; LÓPEZ, M. G. O gênero *Bulbostylis* (Cyperaceae) no estado de Roraima, Brasil. **Hoehnea**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 193-199, set. 2003.

R CORE TEAM. **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing.** Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 10 de jan. 2014.

REBELLATO, L.; CUNHA, C. N. Efeito do “fluxo sazonal mínimo da inundação” sobre a composição e estrutura de um campo inundável no Pantanal de Poconé, MT, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.19, n. 4, p.789-799, out./dez. 2005.

ROCHA, A. E. S. **Riqueza e abundância de Poaceae em savanas do estuário amazônico, Brasil.** 2012. 110 p. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, 2012.

ROCHA, A. E. S.; MIRANDA, I. S. COSTA NETO, S. V. Composição florística e chave de identificação das Poaceae ocorrentes nas savanas costeiras amazônicas, Brasil. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 44, n. 3, p.301-314, Set. 2014.

ROSSATTO, D. R. **Grupos funcionais em plantas do cerrado sensu stricto: utilização de recursos hídricos, variabilidade e efeito filogenético em parâmetros estruturais e funcionais foliares.** 2011. 137 p. Tese (Doutorado em Ecologia) Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, 2011.

ROSSATTO, D. R. et al. Do woody and herbaceous species compete for soil water across topographic gradients? Evidence for niche partitioning in a Neotropical savana. **South African Journal of Botany**. Pietermaritzburg, v. 91, sem número, p.14-18, mar. 2014.

SANAIOTTI, T. M. Comparação fitossociológica de quatro savanas de Roraima. In: BARBOSA, R.I.; FERREIRA, E.J.G.; CASTELLON, E.G. (Orgs.), **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima.** INPA: Manaus, 1997. p. 481-488.

SANTOS, C.P.F. et al. Mapeamento dos Remanescentes e ocupação antrópica no Bioma Amazônia. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13, 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007. p. 6941-6948.

BARBOSA, R. I.; CAVALCANTE, C. O. Protocolo e área mínima amostral para herbáceas nas grades de savanas do PPBio Amazônia: As leguminosas como estudo de caso. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO CERRADO, 4, 2008, Brasília-DF. **Anais...** Brasília/DF: EMBRAPA, 2008.

SCHESSEL, M. Floristic composition and structure of floodplain vegetation in northern Pantanal of Mato Grosso, Brasil. **Phyton**, Horn, v.39, n.2, p.303-336, dez.1999.



TAKEUCHI, M. A. Estrutura da vegetação na Amazônia II - As savanas do norte da Amazônia. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**, Belém, v. 7, sem número, p. 1-14, jul. 1960.

VILLALOBOS-VEGA. et al. Do groundwater dynamics drive spatial patterns of tree density and diversity in Neotropical savannas? **Journal of Vegetation Science**, Massachusetts, v.25, n.6, p. 1465-1473, nov. 2014.

VOURLITIS, G.L. et al. Variations in stand structure and diversity along a soil fertility gradient in a Brazilian savanna (Cerrado) in southern Mato Grosso. **Soil Science Society of America Journal**, London, v. 77, n. 4, p. 1370-1379, jun. 2013.

WALDHOFF, D.; J JUNK, W.; FURCH, W. Responses of three Central Amazonian tree species to drought and flooding under controlled conditions. **International Journal of Ecology and Environment Science**, Berlin, v. 24, n.2, p. 237-252, jan.1998.

WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma Cerrado: síntese terminológica e relações florísticas**. 2006. 389 p. Tese (Doutorado em Ecologia) Programa de Pós-graduação em Ecologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.